

# A user's guide to installation, configuration and operation

## Een handleiding inzake het installeren, configureren en bedienen van Mach3.

Vertaling met toelating van Artsoft dd. 21/01/2010. Polydoor Claeys

### Gebruik van Mach3Mill



All queries, comments and suggestions welcomed via support@artofcnc.ca

Mach Developers Network (MachDN) is currently hosted at: http://groups.yahoo.com/group/mach1mach2cnc/files/

© 2003/4/5 Art Fenerty and John Prentice

Front cover: A vertical mill circa 1914 Back cover (if present): The old, gear, way of co-ordinating motion on mill table and a rotary axis

This version is for Mach3Mill Release Beta 7.57

Deze handleiding werd door Polydoor Claeys vanuit het Engels naar het Nederlands vertaald met schriftelijke toelating van de Heer Scott Nichols, License Manager bij Artsoft. Wij nemen echter geen enkele aansprakelijkheid , noch inzake eventuele stoffelijke of lichamelijke schade ten laste, welke door het gebruik van deze vertaalde handleiding het gevolg zou kunnen zijn. De verantwoordelijkheid, bij het gebruik ervan ligt dus volledig bij de gebruiker zelf.

2010/01/23 Polydoor Claeys

INHOUD	)

1	Ten Geleide	10
2	Introductie van CNC gestuurde machines	12
2.1	Onderdelen van een CNC-systeem	12
2.2	Hoe springt Mach3 hiermee om?	12
3	Een overzicht van de bedienings-software van Mach3	14
3.1	Installatie	14
3.1.1	Downloaden	14
3.1.2	Installatie	14
3.1.3	De vitale herstart "re-boot"	15
3.1.4	Gebruiksvriendelijke "desktop icons"	15
3.1.5	Het testen van de instalatie	16
3.1.6	Test na een crash van Mach3	18
3.1.7	Handmatige installatie -desinstallatie van de driver.	18
3.2	Schermen	19
3.2.1	Soorten objecten op het scherm	20
3.2.2	Gebruik van de knoppen en bijhorende sneltoetsen	20
3.2.3	Invoer van data in de DRO	21
3.3	Verplaatsen van de assen	21
3.4	Handmatige invoer (MDI=Manual Data Input) en leren	22
3.4.1	MDI	22
3.4.2	Leren	23
3.5	Wizards -CAM zonder speciale software)	24
3.6	Het afspelen van een G-code programma.	25
3.7	Het pad van het gereedschap	27
3.7.1	Weergavescherm van het gereedschap	27
3.7.2	Verplaatsen en inzoomen van de gereedschaps-pad-display	27
3.8	Andere schermmogelijkheden	27
4	Hardware en zijn verbindingen met de machine	29
4.1	Veiligheid op de eerste plaats	29
4.2	Wat zijn de besturingsmogelijkheden van Mach3	29
4.3	De Estop controleknop	30
4.4	De Parallelpoort van de PC	31
4.4.1	De geschiedenis van de parallelpoort	31
4.4.2	Logische signalen	31
4.4.3	Elektrische ruis en dure rook	33
4.5	Mogelijke aandrijvingen van de assen	33
4.5.1	Stappenmotoren en servomotoren	33
4.5.2	Berekeningen van de asandrijvingen	34
4.5.3	Hoe werken Stap- en Richtingssignalen	36
4.6	Limiet- en homeschakelaars	37
4.6.1	Strategieën Limietschakelaars	37
4.6.2	De Schakelaars	38
4.6.3	Waar dienen de schakelaars geplaatst te worden?	39
4.6.4	Toepassing van gedeelde schakelaars bij Mach3	39

4.6.5	Referentie in actie	40
4.6.6	Andere "Home-" en "Limiet"-opties en hints	40
4.7	Controle van de spindel	41
4.8	Koelmiddel	43
4.9	Aansturing van de richting van het snijgereedschap	43
4.10	Digitale meetprobe	43
4.11	Lineaire encoders	44
4.12	Spindel index pulse	45
4.13	Pulstrein van Mach3	45
4.14	Andere functies	45
5	Instelling van Mach3 voor uw machine en drivers	47
5.1	Te volgen strategie bij het instellen	47
5.2	De allereerste configuratie	47
5.2.1	Bepalen van de adressen van de te gebruiken poorten	47
5.2.2	Het bepalen van de frequentie van de machine	48
5.2.3	Het instellen van speciale zaken	48
5.3	Bepalen van de te gebruiken in- en uitganssignalen	48
5.3.1	Bepalen van in- en uitgangssignalen der assen en spindel	49
5.3.2	De te gebruiken ingangssignalen	49
5.3.3	Geëmuleerde ingangssignalen	50
5.3.4	Uitgangssignalen	51
5.3.5	Definiëren van encoder-ingangen	51
5.3.5.1	Encoders	52
5352	MPG's	52
0.0.0.1		
5.3.6	Configuratie van de spindel	52
<b>5.3.6</b> 5.3.6.1	<b>Configuratie van de spindel</b> Het sturen van het koelmiddel	52 52
<b>5.3.6</b> 5.3.6.1 5.3.6.2	<b>Configuratie van de spindel</b> Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel	52 52 53
<b>5.3.6</b> 5.3.6.1 5.3.6.2 5.3.6.3	<b>Configuratie van de spindel</b> Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing	52 52 53 53
<b>5.3.6</b> 5.3.6.1 5.3.6.2 5.3.6.3 5.3.6.4	<b>Configuratie van de spindel</b> Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus	52 52 53 53 54
<b>5.3.6</b> 5.3.6.1 5.3.6.2 5.3.6.3 5.3.6.4 5.3.6.5	<b>Configuratie van de spindel</b> Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters	52 52 53 53 54 54
<b>5.3.6</b> 5.3.6.1 5.3.6.2 5.3.6.3 5.3.6.4 5.3.6.5 5.3.6.6	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven	52 52 53 53 54 54 54
<b>5.3.6</b> 5.3.6.1 5.3.6.2 5.3.6.3 5.3.6.4 5.3.6.5 5.3.6.6 5.3.6.7	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven Speciale functies	52 52 53 53 54 54 54 54 54
<b>5.3.6</b> 5.3.6.2 5.3.6.2 5.3.6.3 5.3.6.4 5.3.6.5 5.3.6.5 5.3.6.7 <b>5.3.7</b>	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven Speciale functies Freesopties	52 52 53 53 54 54 54 54 54 55
<b>5.3.6</b> 5.3.6.1 5.3.6.2 5.3.6.3 5.3.6.4 5.3.6.5 5.3.6.5 5.3.6.6 5.3.6.7 <b>5.3.7</b> <b>5.3.8</b>	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven Speciale functies Freesopties Het testen van de instalatie	52 52 53 53 54 54 54 54 54 55 55
<b>5.3.6</b> 5.3.6.2 5.3.6.2 5.3.6.3 5.3.6.4 5.3.6.5 5.3.6.6 5.3.6.7 <b>5.3.6</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.8</b> <b>5.3.8</b> <b>5.4</b>	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven Speciale functies Freesopties Het testen van de instalatie Bepalen van de setup-eenheden	52 52 53 53 54 54 54 54 54 55 55 55
<b>5.3.6</b> 5.3.6.1 5.3.6.2 5.3.6.3 5.3.6.4 5.3.6.5 5.3.6.6 5.3.6.7 <b>5.3.7</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.8</b> <b>5.4</b> <b>5.4</b> <b>5.5</b>	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven Speciale functies Freesopties Het testen van de instalatie Bepalen van de setup-eenheden Afstellen van de motoren	52 52 53 53 54 54 54 54 55 55 55 56 56
<b>5.3.6</b> 5.3.6.2 5.3.6.2 5.3.6.3 5.3.6.4 5.3.6.5 5.3.6.6 5.3.6.7 <b>5.3.7</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.8</b> <b>5.4</b> <b>5.5</b> 5.5.1	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven Speciale functies Freesopties Het testen van de instalatie Bepalen van de setup-eenheden Afstellen van de motoren Berekening van de stappen per eenheid	52 52 53 53 54 54 54 54 55 55 55 56 56 56
<b>5.3.6</b> 5.3.6.2 5.3.6.3 5.3.6.4 5.3.6.5 5.3.6.5 5.3.6.7 <b>5.3.6</b> <b>5.3.6</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.8</b> <b>5.4</b> <b>5.5</b> <b>5.5</b> .1 5.5.1.1	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven Speciale functies Freesopties Het testen van de instalatie Bepalen van de setup-eenheden Afstellen van de motoren Berekening van de stappen per eenheid Berekening van de mechanische driver	52 52 53 53 54 54 54 54 55 55 56 56 56 57 57
<b>5.3.6</b> 5.3.6.1 5.3.6.2 5.3.6.3 5.3.6.4 5.3.6.5 5.3.6.6 5.3.6.7 <b>5.3.7</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.8</b> <b>5.4</b> <b>5.5</b> 5.5.1 5.5.1.1 5.5.1.2	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven Speciale functies Freesopties Het testen van de instalatie Bepalen van de setup-eenheden Afstellen van de motoren Berekening van de stappen per eenheid Berekening van de mechanische driver Berekening van de stappen van de motor per omwenteling	52 52 53 53 54 54 54 54 54 55 55 55 56 56 57 57
<b>5.3.6</b> 5.3.6.2 5.3.6.2 5.3.6.3 5.3.6.4 5.3.6.5 5.3.6.6 5.3.6.7 <b>5.3.7</b> <b>5.3.8</b> <b>5.4</b> <b>5.5</b> 5.5.1 5.5.1.1 5.5.1.2 5.5.1.2 5.5.1.3	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven Speciale functies Freesopties Het testen van de instalatie Bepalen van de setup-eenheden Afstellen van de setup-eenheden Berekening van de stappen per eenheid Berekening van de mechanische driver Berekening van de stappen van de motor per omwenteling Berekening van de stappen van Mach3 per omwenteling van de motor	52 52 53 53 54 54 54 54 55 55 56 56 56 57 57 58 58
<b>5.3.6</b> 5.3.6.1 5.3.6.2 5.3.6.3 5.3.6.4 5.3.6.5 5.3.6.6 5.3.6.7 <b>5.3.7</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.6</b> <b>5.3.6</b> <b>5.3.6</b> .7 <b>5.3.6</b> <b>5.3.6</b> .7 <b>5.3.7</b> <b>5.3.8</b> <b>5.4</b> <b>5.5</b> .1 5.5.1.1 5.5.1.2 5.5.1.3 5.5.1.4	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven Speciale functies Freesopties Het testen van de instalatie Bepalen van de setup-eenheden Afstellen van de setup-eenheden Berekening van de stappen per eenheid Berekening van de stappen van de motor per omwenteling Berekening van de stappen van de motor per omwenteling Berekening van de stappen van Mach3 per omwenteling van de motor Mach3 stappen per eenheid	52 52 53 53 54 54 54 54 54 55 55 55 56 56 56 57 57 58 58 58
<b>5.3.6</b> <b>5.3.6.1</b> <b>5.3.6.2</b> <b>5.3.6.3</b> <b>5.3.6.4</b> <b>5.3.6.5</b> <b>5.3.6.6</b> <b>5.3.6.7</b> <b>5.3.6</b> <b>5.3.6.7</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.8</b> <b>5.4</b> <b>5.5.1</b> <b>5.5.1.1</b> <b>5.5.1.2</b> <b>5.5.1.3</b> <b>5.5.1.3</b> <b>5.5.1.4</b> <b>5.5.2</b>	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven Speciale functies Freesopties Het testen van de instalatie Bepalen van de setup-eenheden Afstellen van de setup-eenheden Berekening van de stappen per eenheid Berekening van de stappen van de motor per omwenteling Berekening van de stappen van Mach3 per omwenteling van de motor Mach3 stappen per eenheid Instellingen voor de maximum motorsnelheid	52 52 53 53 54 54 54 54 55 55 56 56 56 56 57 57 58 58 58 59 59
<b>5.3.6</b> 5.3.6.2 5.3.6.3 5.3.6.4 5.3.6.5 5.3.6.6 5.3.6.7 <b>5.3.7</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.8</b> <b>5.4</b> <b>5.5</b> 5.5.1 5.5.1.1 5.5.1.2 5.5.1.2 5.5.1.3 5.5.1.4 <b>5.5.2</b>	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven Speciale functies Freesopties Het testen van de instalatie Bepalen van de setup-eenheden Afstellen van de setup-eenheden Berekening van de stappen per eenheid Berekening van de stappen per eenheid Berekening van de stappen van de motor per omwenteling Berekening van de stappen van de motor per omwenteling Berekening van de stappen van Mach3 per omwenteling van de motor Mach3 stappen per eenheid Praktische testen inzake de motorsnelheid	52 52 53 53 54 54 54 54 54 55 55 56 56 56 56 57 57 57 58 58 59 59 60
<b>5.3.6</b> <b>5.3.6.1</b> <b>5.3.6.2</b> <b>5.3.6.3</b> <b>5.3.6.4</b> <b>5.3.6.5</b> <b>5.3.6.6</b> <b>5.3.6.7</b> <b>5.3.6</b> <b>5.3.6.7</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.8</b> <b>5.4</b> <b>5.5.1</b> <b>5.5.1.1</b> <b>5.5.1.2</b> <b>5.5.1.2</b> <b>5.5.1.3</b> <b>5.5.1.4</b> <b>5.5.2.1</b> <b>5.5.2.1</b>	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven Speciale functies Freesopties Het testen van de instalatie Bepalen van de setup-eenheden Afstellen van de motoren Berekening van de stappen per eenheid Berekening van de stappen per eenheid Berekening van de stappen van de motor per omwenteling Berekening van de stappen van Mach3 per omwenteling van de motor Mach3 stappen per eenheid Instellingen voor de maximum motorsnelheid Praktische testen inzake de motorsnelheid Berekening van de maximum snelheid van de motor	52 52 53 53 54 54 54 54 54 55 55 55 56 56 56 57 57 57 58 58 59 59 60 60
<b>5.3.6</b> <b>5.3.6.2</b> <b>5.3.6.3</b> <b>5.3.6.4</b> <b>5.3.6.5</b> <b>5.3.6.6</b> <b>5.3.6.7</b> <b>5.3.6</b> <b>5.3.6.7</b> <b>5.3.7</b> <b>5.3.8</b> <b>5.4</b> <b>5.5.1</b> <b>5.5.1.1</b> <b>5.5.1.2</b> <b>5.5.1.2</b> <b>5.5.1.3</b> <b>5.5.1.4</b> <b>5.5.2.1</b> <b>5.5.2.1</b> <b>5.5.2.1</b> <b>5.5.2.2</b> <b>5.5.2.3</b>	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven Speciale functies Freesopties Het testen van de instalatie Bepalen van de setup-eenheden Afstellen van de setup-eenheden Berekening van de stappen per eenheid Berekening van de stappen van de motor per omwenteling Berekening van de stappen van de motor per omwenteling Berekening van de stappen van Mach3 per omwenteling van de motor Mach3 stappen per eenheid Praktische testen inzake de motorsnelheid Praktische testen inzake de motorsnelheid Berekening van de maximum snelheid van de motor Automatische instelling van de stappen per eenheid	52 52 53 53 54 54 54 54 54 55 55 56 56 56 57 57 57 58 58 59 59 60 60 60
5.3.6 5.3.6.1 5.3.6.2 5.3.6.3 5.3.6.4 5.3.6.5 5.3.6.6 5.3.6.7 5.3.6 5.3.6.7 5.3.6 5.3.6.7 5.3.7 5.3.8 5.4 5.5.1 5.5.1.1 5.5.1.2 5.5.1.3 5.5.1.3 5.5.1.3 5.5.1.4 5.5.2.1 5.5.2.1 5.5.2.3 5.5.2.3 5.5.2.3	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven Speciale functies Freesopties Het testen van de instalatie Bepalen van de setup-eenheden Afstellen van de setup-eenheden Afstellen van de motoren Berekening van de stappen per eenheid Berekening van de stappen van de motor per omwenteling Berekening van de stappen van Mach3 per omwenteling van de motor Mach3 stappen per eenheid Praktische testen inzake de motorsnelheid Berekening van de maximum snelheid van de motor Automatische instelling van de stappen per eenheid	52 52 53 53 54 54 54 54 54 55 55 56 56 56 56 56 57 57 58 58 58 59 60 60 61 61
5.3.6 5.3.6.1 5.3.6.2 5.3.6.3 5.3.6.4 5.3.6.5 5.3.6.6 5.3.6.7 5.3.6 5.3.6.7 5.3.6 5.3.6.7 5.3.7 5.3.8 5.4 5.5.1 5.5.1.1 5.5.1.2 5.5.1.3 5.5.1.3 5.5.1.4 5.5.2.1 5.5.2.1 5.5.2.1 5.5.2.3 5.5.3.1	Configuratie van de spindel Het sturen van het koelmiddel Sturen van de relais van de spindel Motorsturing Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus Algemene parameters Verhouding van riemschijven Speciale functies Freesopties Het testen van de instalatie Bepalen van de setup-eenheden Afstellen van de setup-eenheden Afstellen van de stappen per eenheid Berekening van de stappen van de motor per omwenteling Berekening van de stappen van de motor per omwenteling Berekening van de stappen van Mach3 per omwenteling van de motor Mach3 stappen per eenheid Praktische testen inzake de motorsnelheid Berekening van de maximum motorsnelheid Berekening van de maximum snelheid van de motor Automatische instelling van de stappen per eenheid Bepalen van de versnelling Inertie en krachten	52 52 53 53 54 54 54 54 55 55 56 56 56 56 57 57 57 58 58 59 60 60 61 61 61

5.5.3.3	Waarom een grote servofout niet gewenst is	62
5.5.3.4	Het kiezen van de waarde van de versnelling	62
5.5.4	Opslaan van de instellingen der assen en het testen van die assen	62
5.5.5	Herhaal de configuratie voor de andere assen	64
5.5.6	De Instelling van de motorspindel	64
5.5.6.1	Motorsnelheid, spindelsnelheid en riemschijven	64
5.5.6.2	PWM-controle van de spindel	65
5.5.6.3	Regeling van Stap en Richting van de spindelmotor	66
5.5.6.4	Het testen van de driver van de spindel	66
5.6	Nog meer instellingen	67
5.6.1	Configuratie van home en zachte limieten	67
5.6.1.2	Positie van de home-schakelaars	67
5.6.1.3	Configuratie van de soft limits	67
5.6.1.4	Positie van het G28 nulpunt	68
5.6.2	Instelling van de "Hotkevs" van het systeem	68
5.6.3	Instellingen van de lateralespeling op e assen	69
5.6.4	Configuratie van slaafse assen	69
5.6.5	Instellingen van het gereedschapspad	70
5.6.6	Instellingen van de begintoestand	71
5.6.7	Configuratie van andere logische zaken	73
5.7	Hoe wordt de informatie inzake het profiel opgeslagen ?	75
6	Mach3 controles en het draaien van een deelprogramma	76
6.1	Inleiding	76
6.2	Hoe worden de controlmes in dit hoofdstuk besproken ?	76
6.2.1	Controle voor het wisselen tussen schermen	76
6211	Reset	77
6212	Labels	77
6213	Keuzedrukknoppen voor de verschillende schermen	77
6.2.2	De familie van de ascontroles	77
6221	De waarde van de coördinaten van de DRO	77
6222	Nullen	78
6223	Machinecoördinaten	78
6224	Schaal	78
6225	Zachte Limieten	79
6226	Verifieer	79
6227	Diameter- / Straalcorrectie	79
6.2.3	"Ga Naar" de controles	79
6.2.4	MDI- en oefenen van de controlefamilie	79
6.2.5	De familie van de Jogging controlers	80
6.2.5.1	Joggen met de sneltoetsen van het toetsenbord	80
6252	Parallelpoort of Modus MPG-joggen	81
6.2 5 3	De familie van de controles van de spindelsnelheid	82
6.2.6	Familie van de controllers van de voedingssnelheid	82
6.2.6 1	Voedingseenheden per minuut	82
6.2.6.2	Voedingseenheden per omwenteling	82
6.2.6.3	Voedingssdisplay	83
6.2.6.4	Overschrijden van de voeding	83
6.2.7	Familie van de controles van de programmauitvoering	83
<b></b> ./	- and the control of the de programmant of the	05

6.2.7.1	Cyclus Start	83
6.2.7.2	Voeding stoppen	83
6.2.7.3	Stop	84
6.2.7.4	Herhalen	84
6.2.7.5	Enkele lijn mode	84
6.2.7.6	Omgekeerde uitvoering	84
6.2.7.7	Lijnnummer	84
6.2.7.8	Starten vanaf hier	84
6.2.7.9	Volgende lijn	84
6.2.7.10	Verwijder blok	85
6.2.7.11	Optionele Stop	85
6.2.8	Familie van de bestandencontrole	85
6.2.9	Gereedschapsgegevens	85
6.2.10	Familie van de controles van de G-code en "Toolpath"	85
6.2.11	Familie van de controllers van de werk-offsets en van de	86
	gereedschapstafel	
6.2.11.1	Werkoffsets	87
6.2.11.2	Gereedschappen	87
6.2.11.3	Onmiddellijke toegang tot de gereedschapstabellen	88
6.2.12	De familie van de rationele diametercontrole	88
6.2.13	Familie van de tangentiale controle	88
6.2.14	De familie van de controles der limieten enandere instellingen	89
6.2.14.1	Het activeren van ingang 4	89
6.2.14.2	Overschrijden van de limieten	89
6.2.15	Familie van de systeemcontroles	89
6.2.15.1	Eenheden	89
6.2.15.2	Veilige Z	89
6.2.15.3	CV Mode / Hoekverdraaiingslimiet	90
6.2.15.4	Off line	90
6.2.16	Familie van de encodercontroles	90
6.2.17	Familie van de automatische Z-controle	90
6.2.18	Familie ter controle van de uitgangen van de Laser Trigger	91
6.2.19	Familie van de specifieke aangepaste controles	91
6.3	Gebruik makend van de uitgewerkte voorbeelden (Wizards)	91
6.4	Het laden van de G-code van een deelprogramma	92
0.5	Maken van een deelprogramma	92
0.0	Handmatige voorbereiding en net uitvoeren van een deelprogramma	93
0.0.1	Invoeren van een nand-geschreven programma	93
6.6.2	Vooraleer een deelprogramma uit te voeren	93
0.0.3	Ophouwen van een C aada door importaren van andere bestanden	94
<b>0.</b> 7	Coördinatanstalsals, garaadsahanstahallan on hanalingan	94
71	Machina coördinatanstalsal	93 05
7.1	Werkoffsets	93 06
7 7 1	Het heginnunt van het werketuk naar een gegeven nunt vernleetsen	90 07
7.2.1 7.7.7	"Home" in de praktijk	77 QQ
72	Wat met verschillende lengtes van gereedschannen ?	90
731	Vooraf ingesteld gereedschan	90 QQ
7.3.1	vorai ingestetu gereeusenap	<u>,</u> ,

7.3.2	Niet vooraf ingesteld gereedschap	99
7.4	Hoe worden Offset-waarden opgeslagen ?	100
7.5	Verscheidene copies maken van een tekening-Bevestigingen	100
7.6	De praktijk van het "Aftasten"	101
7.6.1	Eindfrezen	101
7.6.2	Aftasten van de zijkant	101
7.7	G52 en G92 offsets	102
7.7.1	Gebruik maken van G52	102
7.7.2	Gebruik makend van G92	103
7.7.3	Wees voorzichtig bij het gebruik van G52 en G92	103
7.8	Diameter van het gereedschap	104
8	Importeren van DXF, HPGL en beeldbestanden	105
8.1	Inleiding	105
8.2	DXF-bestanden importeren	105
8.2.1	Laden van een bestand	106
8.2.2	Instellen van de actties voor de verschillende lagen	106
8.2.3	Conversiemogelijkheden	106
8.2.4	Genereren van G-codes	107
8.3	Importeren van HPGL	108
8.3.1	HPGL	108
8.3.2	Keuze van het te importeren bestand	108
8.3.3	Importeerparameters	109
8.3.4	Zelf een G-code bestand schrijven	109
8.4	Bitmap Import	110
8.4.1	Keuze van het te importeren bestand	110
8.4.2	De keuze van het soort "Rendering"	110
8.4.3	Raster- en spiraalrendering	110
8.4.4	Dot-diffusie bij rendering	111
8.4.5	Het schrijven van een G-code bestand	111
9	Compensatie van het gereedschap	113
9.1	Introductie	113
9.2	I wee soorten omtrekken	114
9.2.1	Omtrek (rand) van het materiaal (werksluk)	114
9.2.2	Omtrek van net gereedschapspad	114
9.2.3	Programeren van aanoopbewegingen	115
10 1	Enkole definitios	110
10.1		110
10.1.1	Dataranda assan	110
10.1.2	Noterenue assen Verscheling van de essen	110
10.1.3	Gecontroleerd nunt	110
10.1.4	Gecontroleerde lineaire beweging	117
10.1.5	Voedingssnelheid	117
10.1.0	Boog-heweging	118
10.1 8	Koelmiddel	119
10.1.9	Dwell	119
10.1.10	Eenheden	119
		/

10.1.12	Geselecteerde vlak	119
10.1.13	Gereedshapstafel	119
10.1.14	Gereedschapswissel	119
10.1.15	Pallet Shuttle	120
10.1.16	Verscxhillende manieren inzake padcontrole	120
10.2	Interactie van de interpretor met zijn controles	120
10.2.1	Contrioles inzake de voeding en de snelheid	120
10.2.2	De controle "Block Delete"	120
10.2.3	Optionele controle voor "Stop-programma"	121
10.3	Gereedschapsbestand	121
10.4	De taal van deelprogramma's	121
10.4.1	Overzicht	121
10.4.2	Parameters	121
10.4.3	Coördinatensysteem	122
10.5	Formaat van een lijn	123
10.5.1	Rangnummer van een lijn	124
10.5.2	Benamingen van een subroutine	124
10.5.3	Woord	124
10.5.3.1	Nummer	124
10.5.3.2	Parameterwaarde	125
10.5.3.3	Uitdrukkingen en binaire bewerkingen	125
10.5.3.4	Werken met functies met één variabele	126
10.5.4	Instellingen van de parameters	126
10.5.5	Kommentaren en berichten	127
10.5.6	Herhalingen	127
10.5.7	Rangorde der bevelen	127
10.5.8	Commando's en Machinemodes	128
10.6	Modale groepen	128
<b>10.7</b>	G-codes	129
10.7.1	Snelle lineaire beweging -G0	131
10.7.2	Lineaire beweging aan voedingssnelheid - G1	131
10.7.3	Boogbeweging en de waarde van de voeding - G2, G3	131
10.7.3.1	Boog in Straal-formaat	132
10.7.3.2	Boog in Center-formaat	132
10.7.4	Dwell - G4	134
10.7.5	Instelling coördinatenstelsel, tabellen van gereedschaps & werkoffsets	134
10 - (		104
10.7.6	Cirkelvormige uithollingen in wijzer-& tegenwijzerzin - G12 & G13	134
10.7.7	Aan- en uitschakelen van de polaire mode - G15 & G16	135
10.7.8	Keuze van het vlak - G17, G18 & G19	135
10.7.9	Lengte-eenneden - G20 en G21	130
	1 erug naar Home-positie - G28 en G30 Het nullen van de assen - G28 1	130
	net nunen van de assen - 628.1 Daabte Drobe - C21	130
10.7.12.1	Neulie r robe - G31 Hat Dachta Droba commando	130
10.7.12.1	Het gebruik van het commande van de rechte prehe	130
10.7.12.2	Voorbeeld Code	13/
10.7.12.3	Voorbeerde Code	138
10./.13	Compensatie van de straat van net snijgereedschap-G40,G41 en G42	139

10.7.14	Offsets van de gereedschapslengte - G43, G44 en G49	139
10.7.15	Schaalfactoren - G50 en G51	140
10.7.16	De Offsets van een tijdelijk coördinatenstelsel - G52	140
10.7.17	Beweging in absolute coördinaten - G53	140
10.7.18	Keuze van een werkoffset-coördinatenstelsel - G54 tot G59 en G59 P~	141
10.7.19	Instelling van de Padcontrole - G61 en G64	141
10.7.20	Roteren van het coördinatenstelsel - G68 en G69	141
10.7.21	Lengte-eenheden -G70 en G71	141
10.7.22	"Canned" cyclussen -Boren aan hoge snelheid en "Peck Drill" - G73	142
10.7.23	Het kanselen van Modale bewegingen - G80	142
10.7.24	"Canned" cyclussen - G81 tot G89	142
10.7.24.1	Preliminaire en tussntijdse bewegingen	144
10.7.24.2	Cyclus G81	144
10.7.24.3	Cyclus G82	145
10.7.24.4	Cyclus G83	145
10.7.24.5	Cyclus G84	145
10.7.24.6	Cyclus G85	146
10.7.24.7	Cyclus G86	146
10.7.24.8	Cyclus G87	146
10.7.24.9	Cyclus G88	148
10.7.24.10	Cyclus G89	148
10.7.25	Instelling van de afstands-mode - G90 en G91	148
10.7.26	Instelling van de I J-mode -G90.1 en G91.1	148
10.7.27	Offsets G92 - G92.1 - G92.2 - G92.3	149
10.7.28	Instelling van de voedingssnelheids-mode-G93, G94 en G95	150
10.7.29	Instelling van de herhalingscyclus en herhalingsniveau -G98 en G99	150
10.8	Ingebouwde M-Codes	151
10.8.1	Het programma stoppen en beëindigen - M0, M1, M2, M30	151
10.8.2	Regelen van de spindel - M3, M4, M5	152
10.8.3	Gereedschapswissel - M6	152
10.8.4	Regeling van de koeling - M7, M8, M9	152
10.8.5	Opnieuw uitvoeren vanaf de eerste lijn - M47	152
10.8.6	Controle van het "Overschrijden" - M48 en M49	153
10.8.7	Oproepen van een subroutine - M98	153
10.8.8	Een subroutine verlaten - M199	153
10.9	Macro M-codes	154
10.9.1	Overzicht van de macro's	154
10.10 10.10.1	Nog meer Inputcodes	154
10.10.1	Instelling van de voedingssneineid -F	154
10.10.2	Kauza yan hat gereadschap T	154 1 <i>55</i>
10.10.3	Rebandeling van de foutmeldingen	133
10.11	Denanuening van de fourmeldingen Litzooringsvolgordo	155
10.12	Biilaga 1: Afbaaldingan yan Maaba sabarman	155
11	Bijlage 1. Albeelungen van Mach5-Schermen Bijlage 2: Voorbooldschome's	13/
12	Billage 2. Y voi occusenenna s Billage 3. Registratie van de gebruikte configuratie	167
13	Bijiage 5. Registratie van de gebruikte connigulatie	104

#### 1.Ten Geleide

In ieder werktuig of machine schuilt een potentieel gevaar. Computer gestuurde machines zijn in wezen veel gevaarlijker dan de handbediende machines. Dit komt door het feit dat de computer slaafs de bevelen uitvoert en aldus niet weet hoe gevaarlijk het is om een niet uitgebalanceerd stuk ijzer aan een groot toerental (bv. 3000 omw/min.) te laten ronddraaien in de klauwplaat van een draaibank, of bv. een vliegend kottermes diep en snel in het werkstuk te doen doordringen. Ja de computer is er zich zelfs helemaal niet van bewust wanneer hij de bevestigingsklauwen van uw werkstuk aan het wegfrezen is.

Met deze handleiding wordt getracht U een leidraad te geven van de te nemen voorzorgsmaatregelen bij het toepassen van het programma op bepaalde machines en bij het toepassen van bepaalde technieken. Gezien wij echter niet beschikken over de details van Uw machine en/of de plaatselijke werkomstandigheden net kennen, kunnen wij dan ook geen enkele aansprakelijkheid ten laste nemen, noch inzake het goed functioneren van elke machine afzonderlijk, noch inzake elke stoffelijke schade of lichamelijke letsels veroorzaakt door het gebruik van dergelijke machine. Het is Uw persoonlijke en volledige verantwoordelijkheid, U ervan te vergewissen aan welke voorwaarden Uw machine volgens de plaatselijke wetgeving ter zake moet voldoen, alsook zich op de hoogte te stellen inzake de plaatselijke veiligheidsvoorschriften en deze bij het gebruik van dergelijke machines toe te passen en deze veiligheidsvoorschriften strikt na te leven.

# Bij eventuele twijfel dient U raad te vragen bij een professioneel gekwalificeerd expert, eerder dan het risico te lopen Uzelf of anderen te verwonden.

Dit document is bedoeld om U genoeg details te bezorgen inzake de interactie van de software Mach3Mill en de machine, alsook u een idee te geven hoe de software is geconfigureerd voor de aandrijvingsmethoden van de verschillende assen. De verschillende inputprogrammeertalen zowel als de ondersteunde formaten komen eveneens aan bod, teneinde U in staat te stellen dit programma te implementeren op een krachtig CNC-systeem waarbij het mogelijk is tot zes verschillende assen te controleren.

Alhoewel Mach3Mill ook in staat is om de twee assen van een draaibank te besturen, werd er toch voor gekozen om hiervoor een afzonderlijk programma, Mach3Turn te maken, samen met een specifieke ondersteunende handleiding bij het draaiwerk.

Er bestaat tevens een online Wiki format-document "*Customising Mach3*" waarbij in detail wordt uitgelegd hoe de scherm-layouts naar eigen persoonlijke wens kunnen gewijzigd worden, met voorbeelden en hoe om te gaan met speciale hardware.

Wij kunnen U ten zeerste de bestaande online-discussieforums aanbevelen inzake Mach3. De link om U aan te sluiten bij deze forums is *www.machsupport.com*.

Onze dank gaat uit naar de vele mensen van het originele team welke bij het "National Institute for Standards and Testing" (NIST) aan het project EMC hebben gewerkt, alsook naar de vele gebruikers van het programma Mach3. Zonder hun ervaring en constructieve medewerking, zou het niet mogelijk geweest zijn deze handleiding te samen te stellen.

De firma Artsoft heeft zich tot doel gesteld hun producten voortdurend te verbeteren. Suggesties voor uitbreidingen, verbeteringen en verduidelijkingen zijn derhalve steeds welkom. Art Fenerty en John Prentice behouden zich het recht voor, zich te identificeren als zijnde de auteurs van dit werk. Het recht inzake het maken van copies is enkel en alleen toegestaan met als doel het programma Mach3 uit te testen en/of gebruik makend van officiële licentie- of demonstratieprogramma's. Het is desgevallend zeker niet toegelaten om aan derden een vergoeding te vragen voor het maken van dergelijke copie.

Alles werd in het werk gesteld om deze handleiding zo volledig en acuraat als mogelijk te maken, maar zonder enige garantie. De geleverde informatie is zoals ze is. De auteurs en de uitgevers treffen geen aansprakelijkheid noch verantwoordelijkheid ten overstaan van welke persoon of entiteit dan ook, waarvan zou blijken dat eventueel verlies of schade het gevolg zou zijn van de inhoud van deze handleiding.

Het gebruik van deze handleiding valt dus volledig onder de licentieovereenkomst, waarmede U zich akkoord moet verklaren bij de installatie van de Mach3-software.

Windows XP en Windows 2000 zijn geregistreerde handelsmerken van de firma Microsoft. Indien per vergissing andere handelsmerken zouden gebruikt worden in deze handleiding, zonder er zich van bewust te zijn, vragen wij U desgevallend Artsoft hiervan op de hoogte te brengen zodat zulks kan worden rechtgezet in eventuele navolgende versies van deze handleiding.

\_\_\_\_\_

#### 2. Introductie van CNC gestuurde machines

#### 2.1 Onderdelen van een CNC-systeem

In dit hoofdstuk zal U ingewijd worden in de gebruikte terminologie van deze handleiding . Het zal U toelaten het doel van de verschillende onderdelen in een numeriek gecontroleerd systeem (NC) beter te begrijpen.

De hoofdonderdelen van een numeriek gecontroleerde freesmachine zijn weergegeven in afbeelding 1.1.

De tekenaar van een werkstuk gebruikt een CAD/CAM-computerprogramma (1). (Computer Aided Design/ Computer Aided Manufactering)

Van deze tekening wordt dan meestal door het programma een G-code gemaakt en doorgestuurd via een netwerk , of floppy disc (2) naar de machinecontroller (3). Deze machinecontroller is verantwoordelijk voor de interpretatie van dat deelprogramma waarbij de machine, het werkstuk zal bewerken.

De verschillende assen (X,Y en Z) van de machine worden meestal aangedreven door kogelomloopspindels, rack and pignon-systeem, of tandriemen, welke op hun beurt aangedreven worden ofwel door servomotoren of stappenmotoren. De signalen welke afkomstig zijn van de controller worden door de "drivers" versterkt(4) zodat ze voldoende sterk genoeg zijn om de motoren op de gewenste manier te kunnen aandrijven.

Alhoewel in bovenstaande afbeelding enkel een klassieke freesmachine is afgebeeld, kan de machine evengoed een portaalfrees, een graveermachine, een plasma- of een lasersnijmachine zijn. Er bestaat een afzonderlijke handleiding waarin uitgelegd wordt hoe Mach3 een draaibank of een verticale boormachine aanstuurt.

De machinecontroller kan de spindel herhaaldelijk starten en stoppen en zelfs kan de snelheid en de draairichting van de spindel in de gaten worden gehouden. De controller kan eveneens de aanvoer van koelvloeistof regelen en zal ook nagaan of het deelprogramma of de bediener van de machine geen verkeerde handelingen doet waarbij de assen buiten hun limieten worden verplaatst.

Op de machinecontroller staan verschillende bedieningsknoppen, een toetsenbord, draaiknoppen (potmeters) en een wiel voor de manuele pulsgenerator (MPG) of een joystick zodat de machine ook manueel kan bediend worden. De machinecontroller heeft doorgaans een display waarop kan worden afgelezen wat er in werkelijkheid gebeurt.

Gezien de stuursignalen van een G-code programma ingewikkelde verplaatsingen van het coördinatenstelsel vergen, dient de controller in staat te zijn om deze ingewikkelde verplaatsingen en berekeningen onmiddellijk te berekenen en uit te voeren. Heel wat bewerkingen vergen ingewikkelde trigonometrische berekeningen en de machinecontroller is aldus één van de belangrijkste , zo niet het belangrijkste onderdeel van de CNC-machine.

#### 2.2 Hoe springt Mach 3 hiermee om ?

Mach3 is een softwarepakket welke van Uw PC een zeer krachtige en goedkope machinecontroller maakt.

Om Mach3 te kunnen installeren op de PC hebt U Windows XP of Windows 2000 nodig. Voor een ideale werking van het programma dient de processor van de PC een klokfrequentie te hebben van minimaal 1Ghz en een schermresolutie van 1024 x 768.

Het gebruik van een desktop is te verkiezen boven een laptop en is meestal ook goedkoper. Het is natuurlijk zo dat deze PC niet alleen gebruikt kan worden voor het

draaien van het programma Mach3 maar kan daarnaast, wanneer het programma niet loopt, gebruikt worden voor andere doeleinden zoals het werken met een CAD/CAM programma.

Mach3 maakt in principe gebruik van één of twee parallelpoorten (printerpoorten) om met de machine te communiceren. Wanneer gewenst kan ook een seriële poort (COM-poort) worden gebruikt.

De drivers voor de aandrijfmotoren van de assen van de machine moeten stappulsen en richtingpulsen kunnen verwerken. Alle stappenmotoren en moderne DC en AC – servosystemen werken op dat principe. Men dient echter goed op te passen bij de ombouw van een oude NC machine waarbij de servomotoren niet aangedreven worden door stapen richtingspulsen maar door signalen i.v.m. de respectievelijke positie van de assen. Hiervoor zal dan per as een volledig nieuwe driver dienen aangeschaft te worden.

# 3.Een overzicht van de bedienings-software van Mach3 (An overview of Mach3 Machine Controller software)

#### 3.1 Installatie. (Installation)

Mach 3 wordt via Internet verdeeld door ArtSoft Corp. Je download het pakket als een zelf installerende file ( in de huidige uitgave ongeveer 6 megabytes). Deze draait voor een onbeperkte periode als een demonstratie versie met enkele beperkingen in snelheid, de grootte van de klus die ondernomen kan worden en de specialist kenmerken die ondersteund worden. Als je een licentie koopt zullen deze beperkingen opgeheven worden in de demo versie die je reeds geïnstalleerd en geconfigureerd hebt. Alle details en prijzen en opties zijn te raadplegen op de ArtSoft Corporation website <u>www.artofcnc.ca</u>.

#### 3.1.1 Downloaden. (Downloading)

Download het pakket van <u>www.artofcnc.ca</u> gebruik de rechter muis toets en "Save Target as ...." om de zelfinstallerende file in een door U gewenste directory op te slaan. Je moet als beheerder ingelogd zijn in Windows.

Als de file gedownload is kan die onmiddellijk geopend worden door gebruik te maken van de "Open" knop van de downloaddialoog of je kan deze dialoog sluiten voor een eventuele latere installatie. Als je de installatie nu wil uitvoeren, open je de gedownloadde file.. Bijvoorbeeld je opent Windows Verkenner (rechter muisklik), en dubbel klik op de gedownloadde file in de desbetreffende directory.

#### 3.1.2 Installatie (Installing)

Zorg ervoor dat vooraleer je met de installatie begint er geen machine is aangesloten. Als beginner is het beter dat er niets is aangesloten. Kijk waar de kabel of kabels van de machine aan de PC zijn aangesloten. Schakel de computer, en ook de machine en zijn aansturingen uit en maak de 25 pin D-

subconnector (printerpoort) los van de PC. Schakel nu de PC weer aan.

Als je de gedownloadde file opent zal je stap voor stap via het Windows programma door de installatie geleid worden, zoals het accepteren van de gebruikersvoorwaarden en het selecteren van de map voor Mach 3. In de einddialoog moet u zich ervan vergewissen dat het "Initialisatie System" gecontroleerd is. Pas als dat gebeurd is klik op "Finish".



Je wordt nu gevraagd om de PC te opnieuw op te starten "reboot" teneinde de geïnstalleerde Mach 3 software te kunnen gebruiken.

#### 3.1.3 De vitale herstart "re-boot" . ( The vital re-boot)

De "reboot" is van levensbelang. Als je dit niet doet krijg je grote problemen die alleen opgelost kunnen worden door met het gebruik van "Windows Control Panel" de driver handmatig te deïnstalleren.. Dus **"reboot"** a.u.b. **nu**.

Als je belangstelling hebt, en wil weten waarom een "reboot" nodig is, lees dan verder, anders kun je de volgende paragraaf overslaan.

Alhoewel men de indruk krijgt dat het Mach3-programma een gebruiksvriendelijk programma is, bestaat het echter uit twee delen: (1)Een driver welke geïnstalleerd wordt als een onderdeel van Windows zoals een printer of een netwerkdriver en (2) een grafische gebruikersinterface (GUI Graphical User Interface).

De driver is het beangrijkste en meest ingenieuse onderdeel van Mach3 gezien het moet in staat zijn zeer nauwkeurig,e tijdsgebonden signalen te produceren teneinde de assen van de machine te kunnen aansturen. Windows lijkt aan zet te zijn en draait normale gebruikersprogramma's wanneer het niet anders te doen heeft. Zodus kan Mach3 geen normaal gebruikersprogramma zijn (Normal User Program); Het moet zich dus bevinden in het laagste niveau binnen Windows, dat wil zeggen dat het omgaat met de "interrupts" (tijdelijke onderbrekingen) binnen Windows. Verder moet het deze signalen kunnen leveren aan de hoogstmogelijke snelheid. Elke as kan bv. tot 45.000 keer per seconde een signaal vergen. Hierop heeft de driver zijn eigen codes afgesteld. Hierdoor verbeter tWindows er niet op en zal men Windows steeds opnieuw speciale toelating moeten vragen om het programma op die plaats te installeren. Dergelijke werkwijze vraagt dan ook om het systeem opnieuw op te starten (reboot). Indien men niet "reboot" zal Windows een blauw scherm weergeven zijnde het scherm van de "Dood" en de driver zal slecht werken. De enige uitweg om uit deze impasse te geraken is het manueel verwijderen van de driver.

Na deze drie waarschuwingen is het dan ook van belang te zeggen dat de "reboot" de enige vereiste is bij de eerste installatie van de driver.

Wanneer een update van het programma wordt gemaakt door bv. de installatie van een nieuwere versie, dan is de "reboot" niet noodzakelijk maar mag. Bij de installatie van een dergelijke nieuwere versie van het programma, al u toch zo wie zo gevraagd worden het te doen. Gezien een "Reboot", ij het draaien van Windows XP, iet veel tijd vergt is het dus geraadzaam in alle gevallen een "Reboot" uit te voeren.

#### 3.1.4 Gebruikssvriendelijke "desktop icons". (Convenient destop icons)

Je hebt nu de PC opnieuw gestart (reboot")! De installatie hulp zal nu snelkoppelingen op het bureaublad aangemaakt hebben voor de hoofdprogramma's. "Mach3.exe" is de huidige gebruikers interface code. Als je het opent, zal u gevraagd worden welk profiel je wenst te gebruiken. Mach3Mill, Mach3Turn enz. zijn snelkoppelingen waarmee het profiel bepaald wordt door een "/p" argument in de doelmap van de snelkoppeling. Je zult deze normaliter gebruiken om het gewenste systeem op te starten.



Het nu is nu aan te bevelen om enige iconen voor de snelkoppelingen in te stellen naar andere Mach3 programma's. Gebruik Windows verkenner (rechtermuisklik) en door een rechter muisklik op de \*.EXE bestand om met screendesigner een snelkoppeling naar dit bestand te maken. Herhaal dit voor de "OCXDriverTest.exe"

en "KeyGrabber.exe". Sleep deze snelkoppelingen naar je bureaublad.

#### 3.1.5 Het testen van de installatie.(Testing the installation)

Nu wordt U ten zeerste aangeraden het systeem te testen. Mach3 is geen eenvoudig programma. Het maakt veel gebruik van Windows om zijn taak uit te voeren; dit betekent dat het niet op alle systemen zal werken, wat aan veel zaken kan liggen. Bijvoorbeeld, Quick Time's systeem monitor (qtask.exe) draait op de achtergrond en dat kan het programma onderbreken en er zijn ongetwijfeld nog andere programma's die hetzelfde doen en waarvan je waarschijnlijk niet eens weet dat ze draaien. Windows kan, en start ook, veel processen op de achtergrond; Sommigen verschijnen willekeurig als iconen en andere dan weer zie je helemaal niet. Andere mogelijke bronnen die fouten veroorzaken zijn lokale netwerkverbindingen die geconfigureerd kunnen zijn om automatisch de snelheid van je netwerk te testen. Je moet het netwerk configureren op een vaste netwerksnelheid 10 of 100 Mbs. Tenslotte een computer die je gebruikt om over het internet te surfen kan één of meer van het type "robot"- programma's binnen gehaald hebben. Degelijke programma's werken als een spion om naar de makers van het programma jouw gegevens door te spelen. Dit data verkeer kan de werking van Mach3 verstoren en dit is dan weer iets wat je in helemaal niet wilt. Gebruik een scan machine zoals "Spybot" om de ongewenste software te lokaliseren en jouw computer schoon te maken.

Vanwege deze factoren is het belangrijk, maar niet verplicht, dat men regelmatig het systeem

test als men vermoedt dat er iets fout is of als men wil controleren dat een installatie goed werd uitgevoerd.

Dubbel click op de OCXDriverTest- icoon die je gemaakt hebt op het bureaublad. De figuur 3.2 geeft een schermafbeelding hiervan weer. Men hoeft slecht met één van de vakjes uit het scherm rekening te houden en dat is het vakje van de pulsfrequentie (Pulse Frequency). Deze frequentie zou om en bij de 25.000 Hz moeten liggen en stabiel blijven, maar Uw frequentie kan evenwel variëren en zeer



Figure 3.1 – The OCX test program display

onstabiel lijken. Dit is het gevolg van het feit dat Mach3 de klok van Windows gebruikt om de pulstimer te calibreren. Over een korte tijdsschaal kan de klok van Windows tijdelijk beïnvloed worden door andere processen welke in de computer worden ingeladen, zoals in de figuur 3.2 wordt weergegeven door de aanwezige pieken. Men kan dus momenteel de "onbetrouwbare" klok van Windows gebruiken om Mach3 te testen en zo de indruk krijgen dat de pulstimer van Mach3 niet stabiel is.

Het mag men veronderstellen dat, als men een scherm ziet zoals afgebeeld in figuur 3.2 met smalle pieken op de grafiek van het verloop van de tijd ( Graph of Timer Variations), alles goed werkt.

Wanneer alle Ok is bevonden kan men het driver- testprogramma sluiten en verder gaan met het hoodstuk waarin de verschillende schermen zullen besproken worden.

Windows "experts" zouden nog kunnen geïnteresseerd zijn in nog een paar andere zaken . Het witte rechthoekige venster is een soort tijdsanalisator. Wanneer het testprogramma draait wordt er in het venster een lijn afgebeeld met kleine variaties. Deze variaties geven de tijdsveranderingen weer van de ene onderbrekingscyclus ( interrupt cycle) t.o.v. de andere. Op een 17"-scherm van de meeste PC-systemen zouden er dus geen lijnen mogen voorkomen welke langer zijn dan ¼ inch. Zelfs indien men dergelijke variaties waarneemt is het mogelijk dat ze nog altijd beneden de toegelaten waarde liggen en hoeven we ons voorlopig geen zorgen te maken. Wanneer de machine is aangeschakeld zal men veiligheidshalve toch een testbeweging van de assen uitvoeren teneinde na te gaan of het joggen en de bewegingen als gevolg van een commando G0/G1 vlot en zacht verlopen.

Bij het uitvoeren van een dergelijke test kunnen er twee dingen gebeuren welke wijzen op een probleem:

1.Wanneer het volgende bericht op het scherm verschijnt: "Driver not found or installed, contact Art", betekent zulks dat de driver om één of andere reden niet in Windows werd geladen. Dit kan gebeuren bij Windows XP-systemen welke een corrupte database hebben inzake de drivers. De enige oplossing voor dit probleem is Windows opnieuw te installeren.Of dit kan ook gebeuren wanneer men Windows 2000 draait. Windows 2000 heeft namelijk een"bug" welke in conflict komt met de lading van de driver. Het zal in de meeste gevallen nodig zijn om deze manueel te installeren. Hierover meer in het volgende hoofdstuk.

**2**.Wanneer op het scherm het volgende bericht verschijnt; "Taking opver...3...2...1.. and then reboots", zijn er twee mogeliojkheden: ofwel werd de reboot niet uitgevoerd wanneer er om werd gevraagd, (of zoals men reeds eerder heeft besproken), ofwel de driver is corrupt en niet meer bruikbaar in het systeem. In dit geval dient men de instructies van het volgende hoofdstuk te volgen en de driver manueel te verwijderen en daarna terug te installeren. Indien dit nog gebeurt gelieve dan contact op te nemen met ArtSoft via <u>www.artofcnc.ca</u> en men zal er u graag bijstand verlenen.

Sommige systemen bevatten een moederbord welke hardware bevatten voor de APIC-timer maar waarvan de BIOC-code die niet gebruikt. Het zal de installatie van Mch3 in de war brengen. Er is echter wel een batch-file "**SpecialDriver.bat**" beschikbaar in de installatiefolder van Mach3. Zoek deze batch-file met Windows Explorer , dubbelklik er op en voer die uit. Hierdoor zal de driver van Mach3 geschikt maken voor het gebruik van de oudere i8529 interrupt-controller. Men zal moeten dit proces herhalen bij elke versie-upgrade van Mach3, gezien de installatie van een nieuwere versie, de geïnstalleerde speciale driver zal vervangen. Met het bestand "**OriginalDriver.bat**" zal deze verandering terug teniet worden gedaan en zal de originele driver terug worden geïnstalleerd.

#### 3.1.6 Test na een crash van Mach3 (Driver Test after a Mach3 crash)

Wanneer om één of andere duistere redden Mach3 zou crashen, dan zou ofwel een hardwareprobleem of een fout in de software er de oorzaak van kunnen zijn. Dan moet men onmiddellijk nadat Mach3 is gecrashd het bestand "Drivertest.exe" uitvoeren. Indien men langer wacht dan twee minuten zal de driver van Mach3, ook Windows doen crashen met het gebruikelijke "Blue Sreen of Death" als gevolg. Het uitvoeren van het bestand "DriverTest.exe" brengt de driver terug naar een stabiele toestand zelfs wanneer Mach3 onverwacht van het scherm mocht verdwijnen.

Het zou kunnen gebeuren dat na een crash, dat Mach3 bij het eerste maal heropstarten de driver niet vindt. Gezien bij de eerste heropstart één en ander moet vastgelegd worden,. start het programma Mach3 gewoon een tweede maal op, en alles zal OK zijn.

# 3.17. Mota's met betrekking tot de handmatige installatie en –desinstallatie van de driver (Notes for manual driver installation and un-installation)

Dit hoofdstuk is bestemd voor diegenen welke geen succesvolle uitvoering van het Drivertest-programma achter de rug hebben.

Door gebruik te maken van het Windows-controlepaneel kan de driver van Mach3 (Mach3.sys) handmatig geïnstalleerd of gedesinstalleerd worden. De desbetreffende dialoogvensters van Windows 2000 en Windows XP verschillen weliswaar lichtjes van elkaar, maar de uit te voeren stappen blijven in beide gevallen dezelfde:

-Open het controlepaneel en dubbelklik op het icoon of de lijn voor "System".

-Selecteer "Hardware" en klik op "Add Hardware wizard". (Zoals reeds eerder vermeld werkt de driver van Mach3 op het laagste niveau binnen Windows) Windows zal zoeken naar elke eventuele nieuwe hardware (en zal er geen vinden).

-Maak de wizard duidelijk dat u reeds een driver hebt geïnstalleerd en ga verder in het volgende dialoogscherm.

-Er zal U een lijst van mogelijke hardware worden getoond. Scrol naar beneden in die lijst en selecteer "Add a new hardware device" en ge verder op het volgende dialoogscherm.

-Op dit scherm hoef je niet te vragen aan Windows om de driver te zoeken maar kies voor "Install the hardware that I manually select from a list (Advanced)".

-De lijst welke verschijnt bevat ook een "entry" voor de pulsgenerator van Mach1/2. Kies deze "entry" en ga verder op het volgende scherm.

-Klik op "Have Disk" en op het volgende venster zet men de file in de directory van Mach3 (C:\Mach3 by default"). Windows zou nu het bestand "Mach3.inf" moeten vinden. Selecteer dit bestand en klik op "Open". Nu zal Windows de driver installeren.

De driver kan echter ook nog op een eenvoudiger manier worden geïnstalleerd: -Open het controlepaneel en dubbelklik op het icoon of de lijn van het systeem.

-Selecteer "Hardware" en klik op "Device Manager".

-Er zal U een lijst worden getoond van soorten hardware en hun respectievelijke drivers. "Mach3 Pulsing Engine" bevat de driver "Mach3 Driver". Gebruik eventueel het plusteken (+) om de boom te ontrollen. Een rechter muisklik op de "Mach3 Driver" geeft u de mogelijkheid om de driver te desinstalleren. Dit zal het "Mach3.sys"-bestand uit de Windows folder verwijderen. Er zal steeds een kopie in Mach3 achterblijven.

Er is nog een laatste punt waarmee rekening moet worden gehouden:

Windows registreert alle informatie inzake de manier waarop het programma Mch3 werd geconfigureerd en slaat die informatie op in een profielbstand (Profile file). Deze informatie wordt niet gewist bij een desinstallatie van de driver of bij het verwijderen van andere bestanden binnen Mach3. Deze gegevens zullen ook bewaard blijven, zelfs bij het upgraden van het systeem. Indien men echter een totaal nieuwe installatie moet uitvoeren, en dit vanaf nul, dan zal het echter wel nodig zijn om het .XML- profielbestand of bestanden te verwijderen.

#### 3.2 Schermen. (Sreens)

Je bent nu zover om Mach3 zonder machine te testen. Het is veel makkelijker te laten zien, hoe je je machine kan bedienen., als je met Mach3 op deze wijze geëxperimenteerd hebt,

Ë M	ach3 C	NC C	ontroller				
File	Config	Functi	on Cfg's 🛛	View Wizards	Operator Plug	gIn Control He	lp
Рго	gram Run	Alt-1	MDI Alt2	ToolPath Alt4	Offsets Alt5	Settings Alt6	Diagnostics Alt-7
						R	Zero

Fig. 3.3 Het scherm met de selectie knoppen.

Je kunt doen alsof je freest en veel leren zelfs als je nog geen CNC machine hebt. Als je er een hebt, controleer dan of die **niet** is aangesloten.

Mach3 is zo ontworpen, dat het heel makkelijk is, om de schermen aan te passen op je eigen werkwijze. Dit betekent dat de schermen er niet precies zo uitzien als die in Appendix 1 getoond worden. Als er belangrijke verschillen zijn dan kan je systeem leverancier je een aangepaste set schermafbeeldingen geven die op jouw systeem van toepassing zijn.

Dubbel klik op de Mach3Mill ikoon om het programma te starten. Je moet dan een scherm zien dat ongeveer gelijk is aan dat in Appendix 1 (maar met verschillende DRO's =Digital Read Outs die op nul staan, geen programma geladen enz. ). Let op de rode reset knop. Deze heeft een knipperend groene omkadering. Als je op de knop klikt, brandt de omkadering constant groen.



Mach3 is klaar voor Aktie ! Als je niet kunt resetten dan is het probleem waarschijnlijk dat er iets in de parallel poort of poorten is geplugd (een "dongle" misschien) of op de PC al reeds een Mach3 programma geïnstalleerd

is,met een ongebruikelijke toewijzing van poort en pinnen van de Nood-Stop (Emergency Stop - EStop signal). Door te klikken op de "Off-line"-knop zal het mogelijkzijn het systeem te resetten. De meeste tests en demo's in dit hoofstuk zullen niet werken tenzij MACH3 gereset werd, weg uit de EStop-mode.

#### 3.2.1 Soorten objecten op het scherm (Types of object on screens)

Het "Program Run Alt-1"-scherm bevat heel wat soorten objecten.

- Knoppen (zoals Reset, Stop Alt-S, enz)
- DRO's (Digital Read Outs). Alle vakjes waar nummers in voorkomen zij DRO's. De bijzonderste zijn namelijk deze van de huidige positie van de assen X,Y,Z,A,B en C.
- Led's in verschillende groottes en vormen.
- Het venster voor de display van de G-codes (Met zijn eigen scrolbaar)
- De display van het gereedschapspad (Toolpath). (Het voorlopig zwarte scherm bovenaan rechts op het scherm)

Vervolgens is er nog een belangrijk type van controle maar zich niet op het "Program Run Alt-1"-scherm bevindt, namelijk:

• MDI-lijn (Manuele data input)

Bovenvermelde knoppen samen met de MDI-lijn zijn uw inputs voor Mach3.

Mach3 kan in de DRO's zelf getallen weergeven maar kunnen ook door uzelf ingegeven worden of gewijzigd worden.

Het G-code venster links bovenaan het scherm en de display van het "Toolpath" dienen om informatie van Mach3 naar uzelf over te maken. U kan hoe dan ook beiden wijzigen (door bv. in het G-code venster te scrollen of in de "toolpath"-display op deze te gaan inzoomen, te draaien of deze te verplaatsen.

Mach3 CNC Control Application	-
Elle Config Yew Weards Operator Help	
Program Ram Att-1   MDI Alt2   ToolPath Alt4   Offsets Alt5   Settings Alt6   Diagnostics Alt.7	
C1 X3 411360 X2 917990 7-0 10000/5 R Zeg	+4.20
Figure 3.3 - The coreen selection buttons	

#### 3.2.2 Gebruik van de knoppen en bijhorende sneltoetsen. (Using buttons and shortcuts)

Op de standaardschermen bevatten de meeste knoppen een tekst met daarbij nog de "hotkeys" welke verwijzen naar het toetsenbord. Deze verwijzingen naar het toetsenbord, worden afgebeeld op de knop zelf of in een label naast de drukknop. De toets op het toetsenbord indrukken heeft hetzelfde effect als met de muis de knop op het scherm aanklikken. Men zou als voorbeeld eens kunnen proberen door gebruik te maken van zowel het toetsenbord als de muis om de spindel aan en uit te schakelen, de koelvloeistof in en uit te schakelen of door drukken op de "tabs" op het toetsenbord om het MDI-scherm op te roepen. Soms zijn de letters van de sneltoetsen gecombineerd met toetsen zoals "Ctrl" of "Alt". Alhoewel de letters bovenaan op de toest staan is het zeker niet nodig om de "shift"-toest te gebruiken. Het vermelden van de benaming bovenaan dient enkel en alleen om het lezen en gebruik ervan te vergemakkelijken.

Het is aangeraden zo weinig mogelijk de muis te gebruiken. Om Mach3 te sturen kan ook gebruik worden gemaakt van echte, fysische drukknoppen ingebouwd in een soort controlepaneel, het zogenoemde emulatorbord (Zo is er bv. de Ultimarc IPAC). Dergelijke emulator wordt in serie geschakeld met het toetsenbord en stuurt naar Mach3 gelijkaardige commando's door als zou men de sneltoetsen van het toetsenbord gebruiken. Indien een toets niet op het scherm verschijnt betekent zulks dat de sneltoets op het toetsenbord niet actief is. Er zijn een zeker aantal speciale sneltoetsen verspreid over alle schermen van Mach3. In hoofdstuk vijf wordt de instelling ervan uitvoerig besproken

#### 3.2.3 Invoer van Data in de DRO . (Data entry to DRO)

Het is mogelijk om nieuwe data in te voeren in de DRO door er met de muis op te klikken of door gebruik te maken van de sneltoetsen op het toetsenbord indien deze "shortcuts" vermeld zijn. Men kan ook gebruik maken van de algemene sneltoets en van de pijltoetsen op het toetsenbord.Probeer even in het scherm "Pogram Run Alt-1" een voedingssnelheid (Feedrate) inte stellen van 4.6. Na de invoering moet men steeds de entertoets indrukken om de nieuw ingegeven waarde te accepteren of de "Esc" toets om de vorige te verwijderen. De toetsen "Backspace" en "Delete" worden bij het ingeven in de DRO's nooit gebruikt.

**Opgelet:** Het is niet altijd aangewezen uw eigen data in de DRO in te voeren. Zo wordt de display van de huidige spindelsnelheid geregeld door Mach3. Elke ingevoerde waarde zal overschreven worden. Men ka echter wel waarden ingeven in de DRO's van de assen maar we raden aan dit niet te doen vooraleer grondig het hoofdstuk 7 te hebben gelezen. Dergelijke manier van werken is immers niet de aangewezen manier om de assen te verplaatsen.

#### 3.3 Verplaatsen van de assen. (Jogging)

Men kan op verschillende manieren het gereedschap manueel verplaatsen, relatief ten overstaan van elke andere plaats op het werkstuk (jogging). Op sommige machines is het het gereedschap zelf die beweegt en op andere machines is het de tafel of de sledes die bewegen. Voor de eenvoudigheid zullen we hier de term veralgemenen en hiervoor de term "move the tool" gebruiken.

De "Jogging"-controleknoppen bevinden zich op een uitrolscherm. Men kan dit scherm oproepen en terug laten verdwijnen door achtereenvolgens op de

"Tab"toets van het toetsenbord te drukken. Dit scherm is afgebeeld in figuur 3.4 hiernaast.

Men kan ook het toetsenbord gebruiken om te "joggen".De huidige instelling van de knoppen zijn als volgt: Vooreen beweging van de X en de Y-as gebruikt men de vier pijltjesknoppen en voor een beweging van de Z-as gebruikt men de knoppen Pg Up/Pg Dn. Is men niet tevreden met de huidige instelling dan kunnen deze knoppen nog steeds opnieuw naar eigen wens geconfigureerd worden. Hiervoor verwijzen wij echter graag naar hoofdstuk 5. Men kan de "jogging"-toetsen gebruiken bij ieder waar de toets "Jog ON/OFF" afgebeeld staat.

In de figuur 3.4 bemerkt men dat de "Step"-led geel oplicht. Met de drukknop "Jog Mode" kan men wisselen tussen "Continuous, Step en MPG"-mode.

Bij de "Cotinuous"-mode zal de gekozen as zich verplaatsen zolang men de toets ingedrukt houdt. De snelheid van de verplaatsing wordt ingesteld in de "Slow Jog Percentage"-DRO. Men kan er eender welke waarde tussen 0.1% en 100% invoeren, en aldus eender welke snelheid

instellen. De groene en rode, +Up en –Down, pijltjesknoppen naast de DRO zullen de waarde doen verminderen of vermeerderen in stappen van 5%.Wanneer de "Shift"-knop ingedrukt blijft dan zal het joggen gebeuren aan 100% (Max snelheid), wat de ingevoerde procentuele waarde voor de snelheid ook moge zijn. Dit alles laat U toe om snel een bepaalde positie te benaderen om daarna aan een kleinere snelheid de juiste positie in te stellen.

In de "Step"-mode zal elke druk op de drukknop de as doen bewegen over een afstand, gelijk aan deze welke in de Step-DRD staat ingegeven. Men kan hier eender welke waarde opgeven. De beweginge zullen uitgevoerd worden aan de huidige voedingssnelheid (Feedrate). Men kan met de "Cycle Jog Step"-knop kiezen uit een lijst van vooraf ingestelde stapwaarden.



Ronddraaiende encoders kunnen via de inputpinnen van de parallelpoort worden verbonden met Mach3 en gebruikt worden als Manuele pulsgenerator (MPG). Door aan de knop bovenaan in het scherm van figuur 3.4 te draaien, kan men het joggen verbeteren wanneer men zich in de MPG-mode bevindt. Met de knoppen zoals "AltA, AltB en ALTC" kan men kiezen welke as in aanmerking komt voor het joggen. Respectievelijke oplichtende leds en deze bij de MPG's wijzen aan welke as er momenteel voor verplaatsing geslecteerd werd.

Een andere manier van joggen gebeurt met behulp van een joystick gekoppels an de gamepoort of USB-poort van de PC. Mach3 aanvaard elke windows-compatibele joystick. Er zal echter een aangepaste Windows-driver nodig zijn bij het gebruik van de joystick. Om veiligheidsredenen wordt de joystick in en uitgeschakeld door een knop, en de stick zelf moet zich in de centrale positie bevinden op het ogenblik dat die ingeschakeld wordt.

Indien de eventuele gebruikte joystick de mogelijkheid heeft om de snelheid te controleren dan kan deze geconfigureerd worde"n om zowel de overschrijding van de snelheid als de overschrijding van de voedingssnelheid te controleren. Voor meer details verwijzen wij echter naar hoofdstuk 5. Het werken met een joystick biedt het voordeel dat de assen van de machine op een zeer flexibele wijze kunnen verplaatst worden. Deze manier van werken is bovendien ook nog goedkoop in uitvoering.

Het wordt nu stilaan tijd om de verschillende manieren van "joggen" uit te testen op uw systeem. Vergeet niet dat er sneltoetsen bestaan ter vervanging van de drukknoppen. Wij raden u ten zeerste aan deze sneltoetsen te gebruiken eerder dan de drukknoppen. Men zal snel ondervinden dat dit de gemakkelijkste manier van werken is.

# 3.4 Handmatige invoer (MDI= Manual Data Input) en leren. (Manual Data Input and teaching)

#### 3.4.1 MDI

Klik (bij de selectie knoppen)"MDI Alt2" met de muis aan of via het toetsenbord met Alt-2 om het MDI invoer scherm weer te geven.

Om de gegevens in te voeren kun je met de muis op "Input" klikken of gewoon de "Enter" toets gebruiken, dan wordt de regel automatisch geselecteerd.

Na elke regel op "Enter" drukken en dan de volgende.

Je kunt elke geldige regel wat je in een programma tegenkomt invoeren en met een "Enter" toevoegen. Je kunt een regel verwijderen met "Esc". Met de "Backspace"toets kan men tikfouten corrigeren.



Figure 3.4 – MIDI data being typed

Als je al enkele G-code commando's kent, dan kun je ze uitproberen. Als je nog niets kent probeer dan dit: G0 X1.6 Y2.3

Door dit commando zal de frees bewegen naar de coördinaten X=1.6 eenheden en Y=2.3 eenheden. ( het is G "nul" en niet de letter "O"). Het vervangen van het cijfer "O" door de letter "O" is een veel voorkomende fout. Je zult zien dat de assen van de DRO's (Digitale Read Out's) bewegen naar de nieuwe coördinaten.

Probeer verschillende commando's (of G0 op verschillende plekken). Als je de "pijl omhoog" en "pijl omlaag" toetsen gebruikt terwijl je op een MDI regel staat zul je zien dat Mach3 voor- en achteruit rolt in de vorige commando's die je hebt ingetikt. (Opmerking-Reageert soms wat traag ) Dit maakt het makkelijk om regels te herhalen zonder dat je ze weer moet intikken De aangegeven regel wordt onder aan de lijst toegevoegd. Als je de MDI regel geselecteerd hebt zal het je opgevallen zijn dat een uitrolschermpje ("flyout-box") je een overzicht geeft van de laatste 4 ingevoerde commandoregels (commandolijnen).

Een MDI-regel (of blok zoals een regel G-code soms genoemd wordt) kan verschillende commando's bevatten en die zullen op een "gezonde" manier zoals uitgelegd in hoofdstuk 10 uitgevoerd worden – wat niet noodzakelijk van links naar rechts is. Bijvoorbeeld als de voeding ingesteld wordt met F2.5, als die midden in de regel staat of zelfs aan het eind van de regel, dan zal F2.5 toch onmiddellijk uitgevoerd worden. Als er twijfel is in welke volgorde de commando's uitgevoerd zullen worden tik dan de MDI commando's één voor één in. (aparte regels / blokken).

#### 3.4.2 Leren (Teaching)

Mach3 kan de volgorde van de regels welke je ingevoerd hebt met gebruik van "MDI" (MDI=Manual Digital Input) en naar een bestand geschreven. Deze kun je steeds weer opnieuw als een G-code programma draaien.

Klik op de "Start Teach" knop in het MDI-scherm. De groene LED naast deze knop wil je eraan herinneren dat je in de leer- modus bent.

Tik nu een aantal MDI-regels in. Mach3 zal ze uitvoeren nadat je "Enter " ingedrukt hebt en ze opslaan in een file genaamd "Teach"file.

Als je klaar bent, klik op "Stop Teach"

Je kunt je eigen code intikken of het volgende proberen:

g21 f100 g1 x10 y0 g1 x10 y5 x0 y0

Al de "0" zijn nullen.



Klik vervolgen op "Load/Edit" en ga naar het scherm "Program Run Alt-1".

Je zult daar de regels zien die je hebt ingetikt in het G-code venster Zie onderstaande figuur 3.6)



Als je op "Cycle Start"klikt dan zal Mach3 uw programma uitvoeren. Indien je editor "Edit G-Code" (knop) gebruikt dan ben in je in staat om elke fout te corrigeren in het programma of er nog wat toe te voegen en daarna op te slaan in een bestand naar eigen keuze. Je kunt bijvoorbeeld toevoegen Z0 (Z-as naar 0) en Z-2 (Z-as naar -2). In dat laatste geval gaat de frees, of ander gereedschap, 2 eenheden naar beneden. Dit kun je, op het scherm, aan de zijkant in het zwarte vlak zien. "Tool:0" slaat op de gebruikte "Tool" als je bijv. een gereedschapswisselaar hebt.

#### 3.5 Wizards (uitgewerkte voorbeelden) – CAM zonder speciale CAM software. (Wizards-CAM without a dedicated CAM software)

Mach3 staat je toe schermen toe te voegen wat je toestaat ingewikkelde taken te automatiseren door de gebruiker om relevante informatie te vragen. In deze zin lijken ze veel op de zgn "wizards" in veel windows software die je door informatie te vragen door de gewenste taak leidt. De klassieke windows "Wizard" handelt het taken verloop af door een bestand naar een database of spreadsheet te importeren. In Mach3, omvatten de voorbeeld "Wizards" het frezen van een rond gat (circular pocket), het boren van gaten op een raster patroon, digitaliseren van het oppervlak van een model anderdeel.

Het is makkelijk om dit eens uit te proberen. In het "Wizard" menu kies je "Pick Wizard

Een tabel van de "Wizards" is op je systeem geïnstalleerd en wordt weergegeven zoals op onderstaande figuur 3.7 te zien is.

Satar See	Description	Adur
RhAn Data	Creater Japan propage	ALTYONY.
Angle allo	Argindist Lister Rev. 20	AFGet.
Dide-Genter	Girck Center is	Gimen Branci
Disular livel: pattern	O'ROcke fot/later	this betw
Dole Netet	Cut a Citular Rodat	Die beier
Dic Hr:	0.t.Art	Dig Salar
Ot Dide	Out Grok	0.0
Dit selmi si gen	Out Salese and Gen	Die Sale
Notice Privat	Onder Saltra Poper	At Analy
Nets-ant/Seeds	Speckerd/Veet Discketer	This forket
for we	Sit and General	Stier Sarker
Miles 20	Pling Crickhoodes Inling	Over 48(5).
No. Page 1	Plate Page Pile Convertor Revi .	Reaf angled Solutions

Klik bijvoorbeeld op de regel voor een "**Circular Pocket**" (rond gat), die in de standaard Mach3 uitgave zit, en klik op "**Run**".



Het Mach3 scherm dat op het ogenblik wordt weergegeven wordt vervangen door eentje zoals in figuur 3.8 getoond wordt.

Dit laat een scherm zien met enige standaard ("default") mogelijkheden.

Merk op dat je eenheden kan kiezen waarmee je wilt werken, de plaats van het hart (center) van het gat (pocket), hoe je met de "tool" het materiaal in moet enz. Het kan zijn dat niet alle

mogelijkheden (options) van toepassing zijn op je machine. Je kan, bijvoorbeeld, de snelheid van je spindel met de hand instellen. In dat

geval kunnen de bedieningen Figuur 3.8 - rond gat met standaard waarden (controls) die niet van toepassing zijn op het "Wizard" scherm vergeten worden.

Als je tevreden bent met het gat, klik dan op de "Post Code" knop. Deze schrijft een G-code deel programma en laadt het in Mach3. Dit is een stukje automatisering van wat je eerder deed in "Teaching". Het "tool"-pad laat de sneden zien zoals die gemaakt worden. Je kunt je parameters wijzigen om kleinere sneden te maken of wat dan ook en opnieuw op de "Post Code"knop te drukken.



Figuur 3.9 Rond gat met ingestelde waarden en opgeslagen code (posted)

Als je dat wenst kun je de settings opslaan (save settings) en die dan bij de volgende keer dat je de "Wizard" opstart gebruiken.

Als je op de knop "Exit" klikt ga je terug naar het hoofdscherm van Mach3 en kun je het door de "Wizard" gemaakte programma draaien. Dit proces gaat vaak sneller dan het lezen van de hier afgebeelde tekst.

#### 3.6 Het afspelen van een G-code programma. (Running a G-code program)

Het wordt nu tijd om eens een deel programma in te voeren en te editten. Je bent normalerwijze instaat om programma's te editten zonder Mach3 te verlaten, maar omdat we nog niet uitgevogeld hebben welke editor we willen gebruiken, is het makkelijkst om een programma buiten Mach3 te gebruiken.

Gebruik Windows kladblok en voer de volgende regels in als tekst bestand en sla het op een, voor jou makkelijke plaats op. (Mijn documenten misschien?) als spiraal.txt

g20 f100 g0 x1 y0 z0 g3 x1 y0 z-0.2 i-1 j0 g3 x1 y0 z-0.4 i-1 j0 g3 x1 y0 z-0.6 i-1 j0 g3 x1 y0 z-0.8 i-1 j0 g3 x1 y0 z-0.8 i-1 j0 g3 x1 y0 z-1.0 i-1 j0 g3 x1 y0 z-1.2 i-1 j0 m0



Figure 3.10. The result of Circular Pocket ready to run

Vergeet niet dat alle "0" zijn nullen. Vergeet ook niet de "Enter"toets in te drukken na het invoeren van m0.

Gebruik het bestand > "Load G-code" menu en laadt dit programma. Je zult het nu kunnen zien in het "G-code" venster, links in het scherm.

Op het "Program Run Alt-1"-scherm kan men eens uittesten wat het effect wanneer men klikt op de knoppen "Start Cycle, Pause, Stop en Rewind" klikt. Men kan van de gelegenheid gebruik maken om ook eens het effect van de sneltoetsen uit te testen.

Wanneer het programma wordt uitgevoerd dan zal men bemerken dat de lijn welke oplicht de lijn is welke het programma aan het uitvoeren is. De lijn welke oplicht loopt het ganse programma door en dit is te zien in het venster van de G-code links in het scherm. Het is zo dat Mach3 zelfs vooruitblikt op de lijnen die nog moeten uitgevoerd worden en zo de bewegingen van het gereedschap plant, dit om te vermijden dat het "toolpath" zo weinig mogelijk vertraagt. Het vooruitblikken in het programma kan men waarnemen wanneer men het programma pauseert.

Men kan naar om het even welke lijn in de display scrollen en deze zal telkens oplichten. Men kan dan eventueel de knop "Run from here" gebruiken om het programma vanaf die bepaalde lijn verder te laten gaan.

Nota: Het programma Mach3 dient steeds gedraaid te worden ofwel vanaf een harde schijf op de PC. Nooit vanaf een "Floppy-drive" of een "USB-stick".

Mach3 dient zeer snelle toegang te hebben tot het bestand welke het dan in het geheugen opslaat. De programma-file mag niet van het "Read only"-type zijn. (alleen lezen –type).

#### 3.7 Het Pad van het gereedschap

#### 3.7.1 Weergavescherm van het gereedschapspad

Wanneer Mach 3 voor het eerst geladen wordt en wij het programma "Runscreen" opstarten, dan verschijnt er een wit vierkant op het scherm. Wanneer we nu het programma "Spiraal" laden verschijnt er in dat vierkant een cirkel. Je kijkt dus recht naar beneden op het gereedschapspad van het deelprogramma "Spiraal" vb. in Mach3Mill kijk je dus loodrecht op het X-Y vlak.

De weergave is als een draadmodel van het pad welke het gereedschap zal volgen, geplaatst binnen een doorzichtige bol. Door het slepen van de muis over het venster kun je deze doorzichtige bol ronddraaien en aldus het door het gereedschap te volgen weg vanuit elke willekeurige hoek bekijken. Het afgebeelde assenstelsel in de linker bovenhoek van dit scherm geeft ten allen tijde de richting van de X,Y en Z-as aan. Als je dus de muis sleept vanuit het middelpunt van de cirkel vertikaal naar boven toe, dan wordt als het ware de onzichtbare bol in feite naar boven worden gedraaid en zal de Z-as vertoond worden.Nu kun je zien dat de cirkel een neerwaartse spiraal geworden is in de negatieve richting van de Z-as. Elk van de G3 lijnen uit het spiraalprogramma (zie paragraaf 3.6) tekent een cirkel terwijl tegelijkertijd en dit bij elke cirkel het gereedschap met 0,2 wordt verlaagd in de negatieve Z-richting..Je kunt ook de eerste rechtlijnige G00 beweging zien welke het gereedschap initieel heeft afgelegd.

Indien gewenst kan men ook van het pad in een conventionele isometrische voorstelling weergeven.

Oefen enkele minuten en het zal u vlug duidelijk worden wat er allemaal mogelijk is. Het scherm kan ook een andere kleur hebben dan deze afgebeeld in figuur 3.11. Het configureren van de andere kleuren wordt uitvoerig behandeld in hoofdstuk 5.

#### 3.7.2 Verplaatsen en inzoomen van de gereedschapspaddisplay

Inzoemen gebeurt door de cursor te slepen binnen het scherm terwijl de Shift-toets ingedrukt blijft.

Het gereedschapspad kan binnen het scherm worden verplaatst, door slepen van de cursor binnen het scherm en dit bij ingedrukte de rechter muisknop.

Dubbelklikken op het venster, brengt het geheel terug in zijn oorspronkelijke loodrechte weergave zonder vergroting of verkleining.

Nota: Verplaatsen (panning) en in- en uitzoemen (Zoom) is niet mogelijk wanneer het machinegereedschap in werking is.

#### 3.8 Andere schermmogelijkheden (Other screen features)

Het loont evenwel ook de moeite om eens de andere "Wizards" te bekijken. Tracht als kleine uitdaging voor uzelf de volgende nuttige zaken te ontdekken:

- Een knop voor de geschatte tijd welke een deelprogramma zal nodig hebben met huidig machinegereedschap

- De controllers teneinde de ingestelde voedingssnelheid van een deelprogramma niet te overschrijden.

- Digitale uitlezingen (Digital Read Out) welke ten allen tijde de exacte plaats van het gereedschap in het volledige assenstelsel aangeven.

- Een scherm waar de nodige informatie kan ingesteld worden inzake de hoogte van de Z-as om de verplaatsingen van het gereedschap in het X-Y vlak op een veilige manier te laten verlopen en aldus geen opspangereedschap te raken.

- Een scherm waar u de logische niveaus (0 en 1) van alle Mach3 in- en outputs kunt volgen.

#### 4. Hardware en zijn verbindingen met de machine

In dit hoofdstuk worden alle aspecten van de hardware en zijn verbindingen behandeld. In hoofdstuk 5 wordt in detail de configuratie van Mach3 besproken betreffende het gebruik van de verbonden hardware.

Indien je bij de "happy few" behoort die het zich konden veroorloven een kant en klare, op Mach3 werkende, machine te kopen, dan zal het hoogstwaarschijnlijk niet nodig zijn dit hoofdstuk te lezen, behalve dan uit pure nieuwsgierigheid. In dat geval zal uw leverancier u wel de nodige documentatie hebben meegegeven inzake de te maken verbindingen van de onderdelen van uw systeem.

In dit hoofdstuk wordt je uitgelegd wat Mach3 allemaal kan en hoe je standaardcomponenten zoals stappenmotoren, aandrijfeenheden (drivers) voor deze motoren en microschakelaars. Basiskennis inzake het lezen van een eenvoudig technisch schema is hier wel een noodzaak. Indien je niet over deze basiskennis beschikt is het van belang u te laten bijstaan door anderen die wel deze kennis bezitten.

#### 4.1 Veiligheid op de eerste plaats (safety – emphasised)



In elke machine schuilt een potentieel gevaar. Deze handleiding geeft u een leidraad en aanbevelingen inzake de te nemen technische veiligheidsvoorschriften. Gezien we echter geen enkel detail over uw machine

kennen , noch de omstandigheden waarin wordt gewerkt, kunnen wij dan ook geen enkele aansprakelijkheid inzake de slechte werking van uw machine,

noch inzake de eventueel opgelopen stoffelijke schade of lichamelijke schade als gevolg hiervan.

Het is en blijft ten allen tijde uw verantwoordelijkheid. U moet zich derhalve ook vergewissen van de plaatselijk gangbare voorschriften en wetgevingen ter zake, en deze dan ook naleven. In geval van enige twijfel is het aan te bevelen, raad te vragen aan bevoegde en gekwalificeerde personen in deze materie,en deze raad dan ook te volgen, eerder dan het risico te lopen uzelf of anderen te verwonden.

#### 4.2 Wat zijn de besturingsmogelijkheden van Mach3. (What Mach3 can control)

Mach3 is een zeer flexibel programma welke ontworpen is om machines, zoals freesmachines en of draaibanken (draaibanken worden hier niet besproken.) te besturen. Door Mach3 aangestuurde en gecontroleerde machines vertonen volgende eigenschappen.

-besturingen voor de gebruiker van de machine: Op elke machine moet een noodstopknop aanwezig zijn (EStop - Emergency Stop). Meestal is deze knop geel met een rode centrale drukknop.

-Twee of drie loodrecht op elkaar geplaatste assen (aangeduid als X, Y en Z) -Een gereedschap welke relatief t.o.v. het werkstuk beweegt. De oorsprong of nulpunt van deze assen is bepaald in relatie met het werkstuk.

Deze relatieve verplaatsing kan ofwel veroorzaakt zijn door (i) het verplaatsen van het gereedschap t.o.v. het werkstuk (bv. De frees in de spindel beweegt in de Z richting, of zoals bij een draaibeitel in de dwarsslede van een draaibank gemonteerd welke beweegt in de X en Z richting).

Deze relatieve verplaatsing kan ook veroorzaakt zijn door (ii) het werkstuk of de slede te verplaatsen. Bij een knie-type freesbank beweegt de freestafel in de X, Y als in de Z richting. Daarbij zijn meestal nog volgende opties aanwezig:

-Enkele schakelaars welke aangeven wanneer het gereedschap zich in de thuispositie (Home position) bevindt.

-Enkele schakelaars welke de grenzen aangeven van de relatieve beweging van het gereedschap. (limit switches)

-Aansturing van de spindel: De spindel kan op zichzelf draaien t.o.v. het werkstuk, ofwel blijft de spindel en het gereedschap onbeweeglijk en wordt het werkstuk zelf gedraaid. -Meestal is er een uitbreidingsmogelijkheid tot 3 assen. Deze kunnen gedefinieerd worden als draaiend ( hierbij wordt de beweging gemeten in graden) of als rechtlijnig (Lineair). Eén van deze bijkomende lineaire assen kan als slaaf worden beschouwd van de X, Y of Z as. Beide assen zullen dan steeds samen bewegen in overeenstemming tot een deelprogramma, maar zullen echter steeds afzonderlijk in een deelprogramma worden aangeduid. (Voor meer details hieromtrent verwijzen we naar "configuratie van slaafse assen" in hoofdstuk ? )

-Eén of meerdere schakelaars bestemd voor het ingrijpen van de bedieners van de machine. -Controles voor de manier waarop koelvloeistof en/of vernevelde koelvloeistof zal worden aangevoerd (Flood and/or Mist)

-Encoders, zowel incrementele als lineaire encoders, welke via een display de stand van de machine of onderdelen ervan weergeven.

-Speciale functies

De meeste van de verbindingen tussen de machine en de PC gebeuren via de parallelpoort, soms ook wel printerpoort genoemd; (LPT- port, DB25). Verbindingen voor speciale functies, zoals een LCD display, een gereedschapswisselaar of klampen van de verschillende assen kunnen ook gebeuren via aan busmodem zoals een PLC of een IO-modem. (in-out modem).

Knoppen kunnen ook vervangen worden door een toetsenbord van de PC waarbij door het indrukken van bepaalde toetsen een pseudo-signaal geproduceerd wordt gelijkaardig aan de ingangssignalen van de originele bedieningsknoppen.

In totaal kan Mach3 zes assen met lineaire interpolaties gelijktijdig besturen, ofwel vier assen met lineaire interpolaties samen met twee assen met circulaire interpolaties benevens de assen X,Y en Z. Met het gereedschap kan dus in feite schroefdraad worden getapt, waarbij de voedingssnelheid, of de snelheid waarmede de schroeftap in het materiaal dringt, wordt bepaald door de ingestelde waarden in het deelprogramma, inzake grenzen, versnellingen en maximum snelheid van de desbetreffende assen. Men kan ook de assen handmatig gaan bewegen. Dat noemt men dan "Jogging".

Mach3 is echter niet in staat een robotarm of een "hexapod" te besturen omwille van de ingewikkelde kinematische berekeningen welke nodig zouden zijn om de positie van het gereedschap in het X, Y Z-coördinatenstelsel te relateren met de lengte en de draaibeweging van de machinearm.

Mach3 is echter wel in staat om de spindel aan te zetten, te laten draaien in gelijk welke richting, en deze ook uit te schakelen. Mach3 is eveneens in staat het toerental (rpm) van de spindel te controleren alsook de gewenste hoekstand van het gereedschap zoals bij het draad snijden, .

Met Mach3 kan men de twee reeds eerder genoemde types van koelvloeistof al dan niet laten toevoegen.

Mach3 controleert de toestand van de E-Stop en houdt rekening met de stand van de referentieschakelaars zoals homeschakelaars en de eindschakelaars

Mach3 kan de eigenschappen van maar liefst 256 gereedschapsstukken onthouden en opslaan. Indien echter uw machine van een automatische gereedschapswisselaar of een magazijn is voorzien, dan zult u de gereedschapseigenschappen zelf moeten controleren.

#### 4.3 De EStop controleknop (The EStop control)

Elke machine dient voorzien zijn van één of meer noodstop-knoppen.(Emergency Stop button).Meestal is die knop uitgevoerd met een gele behuizing met een grote rode paddestoelvormige drukknop. Deze knoppen moeten zo op de machine gemonteerd worden zodat ze ten allen tijde door de bediener van de machine te bedienen zijn, wat de plaats van de bediener van de machine ook moge wezen. Elke EStop zou de machine zo vlug en zo veilig mogelijk moeten kunnen stoppen. De spindel zou onmiddellijk moeten stoppen en de beweging van alle assen onmiddellijk stilgelegd. Dit uitschakelen en stilleggen van de machine via de EStop gebeurt onafhankelijk van de software. Men spreekt hier immers over een handmatige uitschakeling van de machine via relais en contactoren en dit heeft aldus niets te maken met de gebruikte software. De aan de EStop verbonden elektrische schakeling zal via speciale inputs aan Mach3 onmiddellijk vertellen wat je hebt gedaan.

Het zal over het algemeen niet voldoende zijn om de AC voedingslijn van de EStopschakeling uit te schakelen gezien de motoren door de opgestapelde energie in de DC afvlakcondensatoren nog geruime tijd kunnen blijven draaien

De machine mag niet opnieuw kunnen worden aangezet zonder dat eerst een "reset"-knop is ingedrukt. Indien de EStop knop blijft haperen na het indrukken mag de machine niet terug in werking kunnen treden bij het verdraaien en loslaten van de knop.

Meestal zal het na een EStop niet mogelijk zijn om een deel van het programma verder af te werken, maar in ieder geval bent U en de machine veilig.

#### 4.4 De parallelpoort van de PC ( The PC parallel port )

#### 4.4.1 De geschiedenis van de parallelpoort (The parallel port and its history)

Wanneer destijds IBM de originele PC ontwierp (160K floppy disk drive en 64Kbytes Ram) hebben ze de computer voorzien van een interface om via een 25 aderige kabel de PC te kunnen verbinden met printers. Dit is in feite het ontstaan van ons wel bekende parallelle poort waarvaan de meeste computers momenteel zijn voorzien. Het is een zeer



eenvoudige manier om data te transfereren en deze poort werd ook gebruikt voor veel andere dingen dan alleen printers aan te koppelen. Via deze poort kan men ook data uitwisselen tussen PC's onderling, en allerhande toestellen aan te schakelen zoals scanners , zip-drivers en natuurlijk ook machines aansturen. Meeste van deze voornoemde toestellen worden via een usb-poort zodat de parallelpoort ongebruikt blijft en voor de besturing van onze machine met Mach3 beschikbaar blijft.

De parallelpoort op de Pc is een 25 pins female "D"connector. Deze poort gezien vanaf de achterzijde van de PC staat afgebeeld in figuur 4.1.De getekende pijltjes geven de richting aan van de tot de PC relatieve datatransport. Pin 15 is dus een input naar de PC toe en de pinnen 1 t.e.m. 8 bv. zijn outputs van de PC

Nota:Convertors welke in een USB-poort kunnen worden geplugd en aan de andere zijdevoorzien zijn van een 25 polige stekker zullen niet kunnen gebruikt worden om een machine te besturen alhoewel ze perfect te gebruiken zijn voor een eenvoudiger taak zoals het sturen van een printer.

#### 4.4.2 Logische signalen (Logic signals)

Wanneer je dit voor de eerste maal leest zou je kunnen geneigd zijn deze paragraaf over te slaan maar het kan best toch nuttig zijn deze paragraaf te lezen samen met uw handleiding van de drivers.

Alle in- en uitgangssignalen van Mach3 zijn van het binaire digitale type, bestaande alleen uit 1 en 0. De spanningsniveaus van deze signalen zijn zowel op de uitgangs- als op de ingangspinnen van de parallelpoort terug te. Deze spanningen zijn gemeten t.o.v; de nul voltlijn (de massa)van de PC welke verbonden is met de pinnen 18 t.e.m. 25 van de connector. Zie figuur 4.1.

De eerste succesvolle IC-familie, namelijk de 74xx serie van de geïntegreerde schakelingen gebruikte TTL (Transistor-Transistor Logic). In TTL schakelingen wordt elk spanningsniveau

tussen 0 en 0,8 volt laag ("lo") genoemd en elk spanningsniveau tussen 2,5 en 5 volt hoog ("hi") genoemd. Zowel een negatieve spanning als een spanning groter dan 5V verbonden met een TTL input is dus niet toegestaan en zal bovendien niets anders dan rook produceren. De parallelpoort maakte oorspronkelijk gebruik van TTL schakelingen en tot op heden worden aldus de hoge en lage niveaus bepaald. Op te merken valt dat in het slechtste geval er een spanningsverschil is van 1,6V zijnde het verschil tussen 2,5Ven 0,8V

Er werd conventioneel bepaald wanneer we een "lo" spanningsniveau nu ofwel een logische 1 dan wel een logische 0 noemen. Zoals hierna wordt uitgelegd is het in de meeste praktische interfaces beter om een "lo" spanningsniveau gelijk te stellen met een logische 1. Ieder uitgangssignaal, zeg maar besturingssignaal, gaat ook gepaard met een bepaalde stroomsterkte welke in de aangekoppelde schakeling zal vloeien. Wanneer het signaal "hi" is dan zal de stroom van het signaal uit de computer vloeien, wanneer het signaal echter "lo" is dan zal de stroom naar de computer toe vloeien. Hoe groter deze stroom naar de computer toe, des te moeilijker zal het zijn om de spanning zo dicht mogelijk bij het niveau 0 te houden en zal dus dichter bij de toegelaten max. spanning van een "lo"-signaal komen te staan , zijnde 0,8V. Zo zal ook de stroom welke uit de computer vloeit bij een ("hi") hoog uitgangssignaal, de spanning lager maken en aldus het niveau van dat signaal dichter brengen bij zijn laagste toegelaten limiet zijnde 2,4V.Het is dus best te begrijpen dat bij hoge stromen het verschil tussen een "hi" signaal en een "lo" signaal zelfs kleiner kan worden dan de reeds eerder vernoemde 1,6V. In dat geval wordt de zaak helemaal onbetrouwbaar.

Op te merken valt dat de stroom welke naar de computer vloeit bij een "lo" signaal, ongeveer 20 maal groter mag zijn dan de stroom welke bij een "hi" signaal uit de computer wegvloeit. Juist om die reden is het dan ook logischer om een logische 1 te koppelen aan een "lo" signaal. Het is dus vrijwel duidelijk dat zulks een logische "active lo" wordt genoemd. Het grootste praktische nadeel aan dit alles is het feit dat de aan de parallelpoort aangekoppelde schakeling moet voorzien worden van een 5Volt voedingsspanning. Deze 5V voedingsspanning wordt soms geleverd via de spelpoort van de PC of geleverd door een aparte ingebouwde 5V voeding van de aangekoppelde schakeling zelf.

Bij "hi" ingangssignalen bedraagt de stroom minder dan 40 microampère en bij "lo" ingangsignalen bedraagt de stroom minder dan 0,4 milliampère.

Bij moederborden van moderne computers worden verschillende functies in één chip gecombineerd waaronder ook het beheer van de parallelpoort. Er bestaan systemen welke enkel de spelregels van een "hi" en "lo" reageren. Het zou aldus wel eens kunnen gebeuren dat een machine welke heel goed liep op een oudere computer plots grillig en onbetrouwbaar wordt bij de overschakeling naar een recentere computer. De pinnen 2 tot 9 hebben gelijkaardige functies en zijn de datapinnen bij het printen. De pin 1 is ook wel van belang bij het printen doch de andere overblijvende uitgangen zijn weinig of niet gebruikt in een goed geoptimaliseerd project. Een goed optisch geïsoleerde interface zal nodig zijn om je computer voor alle elektrische onheilen te beschermen. Zie hierna.

#### 4.4.3 Elektrische ruis en dure rook (Electrical noise and expensive smoke)



Zelfs al had je de vorige sectie overgeslagen dan w as het toch beter geweest dat je eerst dit had gelezen.

Je zult zien dat de pinnen 18 tot 25 verbonden zijn met de 0 Volt lijn van de computer. Zoals reeds eerder vernoemd worden alle in- en uitgangssignalen van en naar de computer gemeten ten opzichte van de 0 Volt lijn. Indien men veel lange sturingsdraden gebruikt en deze naast draden monteert waarin hoge stromen lopen, zoals de voedingslijnen van de stappenmotoren, kunnen er op de sturingsdraden spanningen ontstaan welke ruis veroorzaken en waardoor, in het slechtste geval, het geheel onbetrouwbaar wordt. Dit kan zelfs de oorzaak zijn van een crash van de computer .

De stuurmodules van stappenmotoren van de verschillende assen, en van de motoren van de spindel welke je bij Mach3 via de parallelpoort wil gaan gebruiken, werken meestal met spanningen tussen 30 en 240 volt en deze kunnen spanningen veroorzaken van meerdere ampères. Wanneer alles op de juiste manier werd uitgevoerd is dit op zich geen probleem maar een eventuele kortsluiting kan gemakkelijk het moederbord van de computer vernietigen alsook de CD-Rom en zelfs de harde schijf.

Om die reden wordt ten zeerste aangeraden om een optisch geïsoleerde breakoutboard aan te schaffen. Dit zal stellen om op een gemakkelijke manier de afzonderlijke onderdelen aan de 0 voltlijn van de computer aan te koppelen, zoals daar zijn de drivers, de homeschakelaars, de eindschakelaars ed. Dergelijk breakoutboard zal daarenboven erop toezien dat de toegelaten limieten van in- en uitgangssignalen niet overschreden worden. De breakoutboard, de electronica voor de drivers en de voeding moeten netjes in een metalen behuizing worden ondergebracht teneinde interferenties van de radio- en televisiesignalen bij de buren te vermijden.

# 4.5 Mogelijke aandrijvingen van de assen (Axis drive options)

# 4.5.1 Stappenmotoren en servomotoren (Steppers and servos)

Er zijn twee verschillende manieren om de verschillende assen aan te drijven. Met behulp van stappenmotoren ofwel met servomotoren.



Figure 4.3 - Small DC serve motor with encoder (left and gearbox

Beide types van motoren kunnen via schroef-, riem-, ketting- of tandwiel en tandlataandrijvingen de verplaatsing van de verschillende assen mogelijk maken. De mechanische karakteristieken van deze aandrijving zullen echter bepalend zijn voor de snelheid en het koppel welke nodig is voor de goede werking van een welbepaald systeem. Eigenschappen van een stappenmotor zijn:

1.Lage kostprijs.

2. Eenvoudige verbinding van de motoren met behulp van een 4-aderige kabel.

3.Lage onderhoudskosten.

4.De motorsnelheid is beperkt tot ongeveer 1000 tr/min (1000 rpm.) en het koppel begrensd tot ongeveer 3000 pond per duim of 21 Nm (Newton-meter). De maximum snelheid van de motoren zal bereikt worden wanneer de drivers worden gevoed met hun maximum toegelaten spanning. Het maximum koppel daarentegen zal bereikt worden wanneer de drivers van de motoren worden aangestuurd met hun respectievelijke maximum toegelaten stroom.

5.Alleen voor praktische redenen zal zullen de motoren bij voorkeur aangedreven worden door drivers waarbij "microstepping" mogelijk is, teneinde een zo zacht mogelijke werking van het geheel te garanderen.

6.Bij de aansturing met stappenmotoren is het mogelijk dat bij hoge belastingen bepaalde stappen verloren gaan welke niet onmiddellijk voor de bediener van de machine waarneembaar is.

Daartegenover heeft een servomotor volgende eigenschappen:

1. Relatief duur, vooral wanneer het gaat om wisselstroommotoren.

2.Er is een afzonderlijke bedrading nodig, zowel voor de motoren als voor de encoders.

3. Onderhoud van de koolborstels van de gelijkstroommotoren.

4.De motorsnelheid bedraagt in tegenstelling tot de stappenmotoren meer dan 4000 t/m met een bijna onbegrensd koppel, voor zover de geldbeugel het toelaat natuurlijk.

5.Er is een gesloten luscontrole mogelijk zodat elke positie steeds exact gekend is en eventueel kan bijgestuurd worden

In de praktijk zullen in de meeste gevallen stappenmotoren voldoening geven.

Er zijn echter twee zaken welke onze speciale aandacht vergen, te weten:

-Servosystemen toegepast op een oude machine zijn hoogstwaarschijnlijk niet digitaal,ttz. hier wordt geen gebruik gemaakt van stap- en richtingspulsen. Wanneer je met Mach3 een oude motor wil aansturen, zal je moeten gebruik maken van een encoder welke quadratuurimpulsen produceert Dat brengt met zich mee dat alle elektronica ter zake dient vervangen te worden.

-Wees bijzonder voorzichtig met tweedehands stappenmotoren tenzij je in het bezit bent van de technische gegevens van de producent .Deze zouden kunnen ontworpen zijn voor een 5fase systeem, zoden misschien niet goed werken met de moderne microstappencontrollers en kunnen eventueel een veel lager koppel hebben dan de moderne motoren van dezelfde grootte. Het zou ook kunnen dat je achteraf moet vaststellen dat ze eventueel gedemagnetiseerd werden en dus waardeloos geworden zijn. Als je niet echt vertrouwd bent met deze materie en niet echt kunt bogen op een uitgebreide ervaring ter zake ,dan raden wij je aan om recente producten te kopen, bij leveranciers welke je achteraf je kunnen ondersteunen raad kunnen geven. Wanneer je op een doordachte manier koopt dan zul je dat geen tweede maal moeten overdoen.

#### 4.5.2 Berekeningen van de asaandrijvingen. (Doing Axis drive calculations)

Alle berekeningen inzake de aandrijvingen van de verschillende assen zijn ingewikkeld, temeer daar men meestal niet over alle nodige data beschikt.(bv. Welke is de maximum kracht welke je bij het verspanen van een werkstuk wil gebruiken). Het is echter van belang om toch enkele berekeningen te maken wil men succes garanderen.

Indien je deze handleiding enkel diagonaal doorleest teneinde een algemeen overzicht te krijgen dan mag je volgende hoofdstuk overslaan.

Meer details van dergelijke berekeningen worden gegeven in hoofdstuk 5.

#### Voorbeeld 1: Dwarsslede van de freesmachiene

We starten met het bepalen van de kleinst mogelijke verplaatsing; Dit is namelijk de. grootste nauwkeurigheid waarmede een werkstuk op deze machine kan worden afgewerkt. Daarna controleren we de grootste snelheid en het koppel.

Als voorbeeld stellen we het volgende: Je wil een aandrijving van een dwarsslede (Y as) van een freesmachine ontwerpen.; Men wil en kogelomloopspindel gebruiken met enkelvoudige draad en met een spoed van 0,1". Veronderstel dat je wilkunnen werken met een nauwkeurigheid van 0,0001". Dit is gelijk aan 1/1000 van de motor op voorwaarde dat die motor rechtsreeks met de kogelomloopspindel verbonden is.

#### Slede met stappenmotor:

De kleinste stap met een stappenmotor hangt af van de manier waarop hij wordt gestuurd. Meestal heeft een stappenmotor 200 stappen per omwenteling. Men moet gebruik maken van een driver met microstappen teneinde een soepele werking over het ganse gamma van voedingssnelheden te garanderen. Bij 10 microstappen per volle stap komt dit dus neer op 1/2000 van één omwenteling, wat behoorlijk is.

Nu bekijken we eens de mogelijke snelle voedingssnelheid. Veronderstel dat het maximum toerental van de motor 500 t/min is. Met een spoed van 0,1" per omwenteling komt dit neer op een snelle verplaatsing van 50" per minuut of ongeveer 15 sec indien we aannemen dat de dwarsslede van de machine 40,8" lang is . Dit kan bevredigend genoemd worden maar zeker niet spectaculair. Aan deze snelheid dient de driver in microstepping 16.666 pulsen per seconde te leveren. (zijnde 500 x 200 x 10 / 60 = 16.666). Een computer met een kloksnelheid van 1Ghz kan 35.000 pulsen per seconde leveren aan alle de zes assen tegelijk. Dit is dus hier ruimschoots voldoende en hebben we hier geen enkel probleem.

Nu moeten wij het gewenste koppel van de machine gaan bepalen.

De eerste manier om dit te bepalen is de machine opstellen teneinde de zwaarste snede te maken die je denkt ooit eens te zullen moeten uitvoeren op deze machine. Bevestig aan het handwiel van de slede een arm (hefboom). In ons geval nemen we bv. 12"; bevestig deze arm aan een hengsel teneinde het koppel te kunnen meten en de afgelezen waarde op de hengsel (in ponden ounces of kg) dient dan vermenigvuldigd te worden met de lengte van de arm teneinde het nodige koppel te kennen .

Een tweede veel gemakkelijker manier is gebruik te maken van gelijkaardige motoren welke gemonteerd staan op een gelijkaardige machine, voorzien van een gelijkaardige slede en aangedreven met dezelfde kogelomloopspindels.

Indien de snelle verplaatsing voldoende lijkt dan zou men het nog kunnen overwegen om deze snelheid met de heft te verminderen door gebruik te maken van een getande aandrijfriem . Hierdoor zou het beschikbare koppel op de aandrijfas ongeveer met de helft verdubbelen.

#### Slede met servomotor

Terug gaan we na welke de kleinst mogelijke verplaatsing van de slede is. Een servomotor heeft steeds een encoder welke ten allen tijde de drivers op de hoogte brengt van de huidige positie. Deze encoder bestaat uit een ingesloten schijfje verdeeld in segmenten . Hierbij worden voor ieder segment 4 quadratuurpulsen gegenereerd . Een schijf met 300 segmenten zal dus voor iedere omwenteling 300 cyclussen genereren (CPR- Cycle Per Revolution). Dit is echter zeer laag voor commerciële encoders. De encoders produceert dus 1200 quadrature outputs per omwenteling van de motoras (QCPR).

De electronische drivers van een servomotor zullen gewoonlijk de motor doen draaien met één quadrature count"per input stappuls. Sommige gesofistikeerde servodrivers kunnen het aantal stappulsen vermenigvuldigen met en/of delen door een constante waarde; (vb. eén stappuls beweegt per 5 quadraturepulsen of per 36/17 puls).Hierbij spreekt men in vaktaal van "**electronic gearing**".

Gezien de maximum snelheid van een servomotor rond de 4000 t/min ligt zullen we zeker een mechanische reductiekast moeten voorzien met bv. een verhouding van 5:1is aanvaardbaar. Voor wat betreft de maximum snelheid krijgen we dus bij 35.000 stappulsen per seconde 5,83 omwentelingen van de kogelomloopspindel. Dit wordt als volgt berekend: 35.000 / (1200 x 5) = 5,83. Een verplaatsing van 5" van de slede wordt dus uitgevoerd in ongeveer 9 seconden. Op te merken valt dat de maximum snelheid wordt begrensd niet door de motorsnelheid maar door de pulssnelheid welke Mach3 kan verwerken. In ons voorbeeld ligt dat ongeveer rond de 1750 t/min.(rpm). De beperking zou nog groter zijn indien de encoder nog meer pulsen moest geven per omwenteling. Wil men deze beperkingen bij het gebruik van encoders met hoger pulstal per omwenteling vermijden , dan zal men meestal moeten gebruik maken van de hierboven vernoemde "electronic gearing". Als laatste moeten we nog het koppel bepalen. Bij servomotoren is een kleinere

Als laatste moeten we nog het koppel bepalen. Bij servomotoren is een kleinere veiligheidsmarge nodig dan bij het gebruik van stappenmotoren . Bij het gebruik van servomotoren kent men het fenomeen van de "verloren stappen" niet. Indien het gevraagde koppel bij een bepaalde machine te hoog is zal de motor oververhitten of er zal een te hoge stroom door de drivers vloeien.

#### Voorbeeld 2 – Router Gantry Drive

Gezien bij een grote gantry rooters hebben we soms te maken met zeer grote afmetingen voor de verschillende assen, soms wel 60". Deze lopen soms op tot meer dan anderhalve meter. Dit brengt met zich mee dat kogelomloopspindels van dergelijke afmetingen perperduur zijn en deze ook moeilijk tegen stof te beschermen zijn. Daarom kiezen veel ontwerpers voor een aandrijving van tandwiel met ketting.

Wanneer we bijvoorbeeld stellen dat de kleinste stap 0,0005" is en het kettingtandwiel 20 tanden heeft en de steek <sup>1</sup>/<sub>4</sub>" is dan resulteert dit in een verplaatsing van 5" per omwenteling van het kettingtandwiel. Een stappenmotor (met 10 microstappen) produceert 2000 stappen per omwenteling zodat een vertraging van 5:1 (reductie met riem of reductiekast) nodig zal zijn tussen de motor en de as van het tandwiel [(0,0005"=5" (2000 x 5)]

Met deze gegevens en in de veronderstelling dat het toerental van onze motor 500 t/min zou bedragen, dan zou, zonder rekening te houden met versnellingen of vertragingen, ongeveer 8,33 seconden duren om een verplaatsing van 60" te maken.

Bij dergelijke machine is het echter heel wat moeilijker om het koppel te berekenen. Rekening houdend met het gewicht van de gantry welke moet worden verplaatst, is de inertie gedurende de versnellingen en vertragingen in dat geval van veel groter belang dan de kracht nodigom een snijbewerking uit te voeren. De ondervinding en het resultaat van andere experimenten lijkt hier de beste leerschool. Hiervoor verwijzen wij u graag naar de "Artsoft User Group for Master5/Mach1/Mach3" op het Yahoo-net, waar honderden andere geïnteresseerden hun vaardigheden of hun proefresultaten hebben gepubliceerd.

#### 4.5.3 Hoe werken Stap- en richtingssignalen. (How the Step and Dir signals work)

Voor iedere stap die de aandrijfas moet maken, produceert Mach3 een puls (logic 1) op de stapuitgang; De richtings uitgang (Dir output) wordt geplaatst nog voor de stappuls verschijnt.



De logische golfvorm van de stappulsen zal er dus uitzien zoals weergegeven in figuur 4.4.

De afstand tussen de pulsen zal verminderen naarmate de frequentie van de pulsen vergroot. In drivers wordt, zoals reeds eerder vernoemd, meestal een aktieve "lo" configuratie toegepast zowel voor de stap- als voor de richtingssignalen. Mach3 zou dus op die manier (active

Step if Incorrectly 1



lo) moeten geprogrammeerd worden. Indien dat niet gebeurt dan blijven de pulsen weliswaar op en neer gaan maar de driver denkt dat de afstand tussen de pulsen in feite de pulsen zelf
zijn en omgekeerd. Dit noemt men geinverteerde pulsen. Dergelijke pulsvorm, veroorzaakt door het toepassen van een onjuiste "Active hi" in plaats van een juiste "Active lo" wordt weergegeven in figuur 4.5. Dergelijke foutieve configuratie resulteert in een zeer ruwe en onbetrouwbare werking van de motor.

#### 4.6 Limiet- en homeschakelaars (Limit and Home switches)

#### 4.6.1 Strategieën (Strategies)

Limietschakelaars: Deze worden toegepast om te vermijden dat er te grote verplaatsingen worden gemaakt, en om deze verplaatsingen te beperken tot de eigen specifieke grenzen van de machine, teneinde schade aan de strictuur van de machine te vermijden. Je kunt echter wel een machine laten draaien zonder deze limietschakelaars maar de minste onoplettendheid of fout in de configuratie kan fataal zijn voor de machine en aldus de oorzaak zijn van grote herstelkosten of in het slechtste geval, de oorzaak zijn van de vernietiging van de machine.



Figure 4.6 - Limit switch - microswitch mounted on the table is tripped by bed of machine

**Homeschakelaars:** Elke as kan ook voorzien worden van een homeschakelaar. Met Mach3 is het mogelijk om één of alle assen in hun home positie terug te plaatsen. Dit zal bij elke opstart van de machine dienen te gebeuren zodat de machine dan de exacte stand van de assen kent. Indien je geen homeschakelaars toepast dan moet de assen manueel verplaatsen op zicht ten opzichte van een bepaald referentiepunt. Man kan de homepositie vrij bepalen op eender welke coördinaat van het assenstelsel. Aldus dient de homeschakelaar niet noodzakelijk geplaatst te worden op het nulpunt van de machine.

Elke as kan dus drie schakelaars bevatten, zijnde twee limietschakelaars aan begin en einde van elke as, en een homeschakelaar. Zo zou dus de parallelpoort, bij gebruik van een gewone freesmachine, negen ingangen voor deze schakelaars moeten hebben. Gezien echter een parallelpoort slechts vijf ingangen heeft, zitten we met een probleem. Dit probleem kan echter op drie manieren worden opgelost:

- De limietschakelaars worden niet rechtsreeks verbonden met de parallelpoort maar wel met de logische uitgangen van de drivers . Deze logische schakelaars schakelen de driver uit wanneer de limiet van de verplaatsing is bereikt. De gescheiden referentieschakelaars zijn dan de verbonden inputs van Mach3.
- Men kan gebruik maken van één gemeenschappelijke pin, die kan dienen voor alle inputs van één enkele as en Mach3 is dan verantwoordelijk voor de controle van de twee limietschakelaars en de homeschakelaar.
- De schakelaars kunnen via een interfacebord en een toetsenbord emulator met de PC worden verbonden.

De eerste methode is de beste en aanbevolen bij zeer grote, dure en snelle machines, waarbij men zich niet alleen kan toeverlaten op de software en de configuratie er van, teneinde mechanische schade te vermijden. Bij sommige schakelaars gekoppeld aan de electronica van de driver is het zelfs mogelijk om na het indrukken van de schakelaar er enkel een verplaatsing van de slede mogelijk is, in de andere richting. Dergelijke schakelaars zijn veiliger dan deze waarbij bij aanraking de schakelaar eenvoudig wordt uitgeschakeld. Dan nog blijft het mogelijk om bij terug inschakelen de slede in de verkeerde richting uit te sturen en aldus toch buiten zijn limieten te verplaatsen.

Wanneer men op een kleine machine de tweede methode toepast is het voor het geval van een een freesmachine met drie assen mogelijk om slechts drie inputs voor Mach3 te gebruiken. Er zijn slechts twee schakelaars nodig wanneer één eindschakelaar en een referentieschakelaar gemeenschappelijk worden geschakeld zoals in figuur 4.7.

De toetsenbord emulator echter, heeft een veel lagere reactietijd dan de parallelpoort zelf maar zal meestal voldoende blijken bij machines met een lage voedingssnelheid. Meer details hieromtrent zijn terug te vinden in handleiding van Mach3 onder de rubriek "Mach3 Costumisation".

#### 4.6.2 De schakelaars (The switches)

Er zijn verschillende zaken waarmede men moet rekening houden bij de keuze van de schakelaars. In het geval je twee schakelaars hebt welke een input delen zullen de schakelaars zo moeten geschakeld worden zodat het signaal een logische 1 is Zoals bij de logische OR functie) Dit is bij mechanische schakelaars gemakkelijk te verwezenlijken .De twee schakelaars hebben in dat geval normaal gesloten kontakten en dienen derhalve in serie geschakeld te worden



zoals afgebeeld in figuur 4.7. Op die manier zal een "Active hi" signaal worden geproduceerd om het even welke schakelaar wordt bediend.

Aangezien mechanische schakelaars aanzienlijke stromen kunnen verwerken is het van belang

een 470 ohm weerstand tussen de voedingslijn van 5Volt en de schakelaars en waarbij aldus de stroom van het signaal beperkt wordt tot ongeveer 10 mA. (5/470)Gezien de verbindingslijnen met de schakelaars erg lang kunnen worden en dus ook onderhevig zijn aan ruisopwekking, zal het nodig zijn een goede elektrische verbinding bestaat met de 0 Volt lijn of massa. De verbinding met de massa via de machine zal over het algemeen



onvoldoende zijn. Teneinde ruisopwekking tot het minimum te beperken is het gebruik van afgeschermde draden aan te bevelen en de afscherming van deze kabels rechtsreeks te koppelen aan de massa van de controller.

Indien gebruik gemaakt wordt van gleufschakelaars zoals deze waarbij gebruik wordt gemaakt van een led en een fototransistor dan zal een soort van een OR-poort nodig zijn. Deze schakelaars kunnen geschakeld worden als een OR poort en op de open collector van de transistor verschijnt dan de vereiste "Active lo" inputsignaal .

Optische schakelaars zijn meestal goed bruikbaar, op voorwaarde dat ze uit de buurt van koelvloeistof worden gehouden, maar zullen dan meestal bij houtbewerkingmachines niet bruikbaar zijn vanwege het geproduceerde stof.

Gebruik bij machines voor metaalbewerking geen magnetische schakelaars zoals reed kontakten of hall effect schakelaars. Metalen deeltjes kunnen door de magneten worden aangetrokken en er blijven kleven. De schakelaars gaan aldus vervuilen en zodoende geen verdere feilloze werking kunnen garanderen.

Om een machine herhaaldelijk op hetzelfde punt te laten stoppen, zal vooral bij mechanische schakelaars zal voornamelijk bepaald worden door de kwaliteit van de schakelaar zelf. De stijfheid van de opstelling en bevestiging van de schakelaar als deze van de bedieningsarm van de schakelaar zal hierbij ook een grote rol spelen.

Het iets verder doorlopen van de machine nadat de schakelaar werd ingedrukt noemt men "Overtravel". Bij een limietschakelaar kan zulks veroorzaakt worden door pure inertie van de machine; Dij optische schakelaars zoals in figuur 4.7 zal er geen probleem zijn op voorwaarde dat de vin lang genoeg is. Bij een microschakelaar met een wieltje



op de bedieningsarm en een hellend aanstootstuk is er dan ook weer meer kans dat er "overtravel" ontstaat. Daarenboven zal de helling van de klamp de herhaalbaarheid van de juiste positie verminderen. Het is dikwijls mogelijk om één schakelaar te gebruiken voor beide limietposities. Zie figuur 4.11.

#### 4.6.3 Waar dienen de schakelaars geplaatst worden? (Where to Mount the switches)

De keuze van de plaats van de schakelaars is dikwijls een compromie tussen het feit dat je de schakelaars weg van stof en koelvloeistof of spanen wil houden en het feit dat men meestal

soepele bedrading eerder dan vaste bedrading wil gaan toepassen.

In de voorbeelden van figuren 4.6 en 4.8 zijn deze schakelaars onder de slede gemonteerd, niettegenstaande ze aldus een losse aansluitkabel van doen hebben, zijn ze op die plaats dan ook veel beter beschermd. Zo is het handig om in één en dezelfde losse kabel meerdere bedradingen te hebben voor de schakelaars van twee of meerdere assen. Gebruik nooit draden

voor schakelaars (stuurschakelingen)en deze van de motoren in één en dezelfde kabel. Gebruik hiervoor in beide gevallen, zowel voor de stuurkabels als voedingskabels van de motoren afzonderlijke afgeschermde kabels. De afscherming wordt dan geaard via een gemeenschappelijk punt ter hoogte van de drivers. Het is aan te bevelen de foto's en de



(note the dog is on limit switch)



voorbeelden van verschillende commerciële machines te bekijken op de site van de Yahoo groep inzake Master5/Mach1/Mach2. Daar kan men heel wat ideeën opdoen inzake de plaatsing van de verschillende schakelaars.

### 4.6.4 Toepassing van gedeelde schakelaars bij Mach3.(How Mach3 uses shared switches)

Dit hoofdstukje handelt over de configuratie van kleine machines waarbij Mach3 gecontroleerd wordt door schakelaars eerder dan door uitwendige logische E-Stop schakelingen. Om dit alles beter te kunnen begrijpen verwijzen we graag naar hoofdstuk 5 inzake de configuratie van Mach3. Het basisprincipe is echter heel eenvoudig. Men verbindt de twee eindschakelaars met één ingang. Men hoeft uiteraard maar één eindschakelaar met de ingang te verbinden in het geval je gekozen hebt voor één schakelaar en twee aanloopstukken zoals in figuur 4.11. Dan maak je Mach3 duidelijk in welke de richting de machine moet bewegen op zoek naar een referentieschakelaar of homeschakelaar. De eindschakelaar op het einde van een as is ook een homeschakelaar.

In normale omstandigheden, wanneer Mach3 een as beweegt en ziet dat op een bepaald ogenblik het inputsignaal afkomstig van een eindschakelaar actief wordt, dan zal Mach3de machine onmiddellijk stoppen (net zoals bijeen EStop). Mach3 zal dan aangeven dat een eindschakelaar is ingedrukt. Vanaf dat ogenblik is het onmogelijk een as te bewegen zonder dat:

1.De *Auto Limit override* op ON wordt gezet. Dit is een drukknop op het instelscherm van de PC. Daarna ga je terug naar de home positie.

2.Je klikt op de *Override limits* –knop. Een knipperende rode lid waarschuwt je voor deze tijdelijke overschrijding. Dit zal u toelaten een reset te maken en de schakelaar uit te schakelen en de rode knipperende led gaat vanzelf doven. Daarna moet je terug naar de home positie van de machine. Er kan ook een input gedefinieerd worden om het overschrijden van de eindschakelaars aan te geven.

Alhoewel Mach3 de verplaatsingssnelheid beperkt, neem er echter zeer goed nota van dat je helemaal niet verwittigd wordt wanneer je de verkeerde richting uitgaat bij het verder verplaatsen van de as en aldus nog verder de grenzen overschrijdt. Dit zal resulteren in een mechanische crash van de machine met veel schade tot gevolg.

#### 4.6.5 Referentie in Aktie.(Referencing in action)

Wanneer men om een referentiepunt vraagt, (ofwel door een knop of door G-code), zal de as of assen waaraan een "home" schakelaar werd toegewezen, met een door u gekozen lage snelheid, zich bewegen in de richting van de "home" schakelaar tot deze wordt geraakt. Daarna zal deze as ietwat in tegenovergestelde richting terug keren zodat de schakelaar niet ingedrukt blijft maar wel op "off" staat. Gedurende dit ijken of het nullen ("referencing") van de machine staan de eind- of limietschakelaars buiten werking.

Wanneer men de referentie van een as heeft uitgevoerd dan kan de 0 of een andere waarde welke in de Config.>State van de setup-dialoog was ingesteld, in de DRO (Digitale Read Out) van de as worden geladen als zijnde een absolute coördinaat van de machine. Als men nul gebruikt dan is de positie van de home-schakelaar tevens de nulpositie van de machine of van de desbetreffende as. Wanneer het referentiën gebeurt inde negatieve zin van een as (meestal voor de X en de Y-as) dan doe je er best aan een negatief getal in de DRO te laden, bv. - 0,5(mm). Zulks zou dan betekenen dat de home-schakelaar op 0,5 mm van de limiet. Op die manier verlies je weliswaar een beetje van de werkingslengte van de as, maar dat voorkomt het toevallig overschrijden van de limieten van de as wanneer de machine handmatig wordt bediend. De juiste instelling van de softwarelimieten kan ook een andere manier zijn om dit probleem te verhelpen.

Wanneer je bijvoorbeeld aan Mach3 zou vragen de machine of de as naar het referentiepunt te bewegen, nog voor je de homeschakelaar uitgezet hebt, dan zal de machine of de as in de tegenovergestelde richting bewegen. Dit komt omdat de machine aan Mach3 zegt dat de machine zich reeds op de homepositie bevindt. De machine zal pas stoppen wanneer men de schakelaar uitzet. Dit zou wel fijn zijn indien je nog over een afzonderlijke home-schakelaar zou beschikken of dat men zich dan aan de limiet of het referentie eindpunt van een as zou bevinden. Gezien de limietschakelaars van één zelfde as worden gedeeld (in serie geschakeld), kan Mach3 niet weten op welke eindschakelaar de machine zich bevindt en zal de machine maar steeds verder bewegen weg van de huidige homepositie tot de machine breekt.Eén goede raad:"**Beweeg de machine steeds met de limietschakelaars uitgeschakeld, en pas daarna mag men de referentie uitvoeren".**Het is echter wel mogelijk Mach3 dusdanig te configureren dat de homeschakelaars niet automatisch worden uitgeschakeld.

### 4.6.6 Andere "Home-" en "Limiet"-opties" en hints.(Other Home and Limit options and hints)

#### Homeschakelaar NIET in de nabijheid van een limietschakelaar plaatsen

Het is soms niet handig om een homeschakelaar op het einde van een as te plaatsen. Nemen we het voorbeeld van een grote kolom freesmachine of een grote vlakfreesmachine . Bij dergelijke kolomfreesmachines kan de lengte van de Z-as oplopen tot maar liefst twee meter. Hierbij zou het uitvoeren van een referentie (referencing) of kortweg gezegd, het nullen van de machine een lange tijd in beslag nemen en dus van nefaste aard zijn voor de productiviteit van de machine op zich. Wanneer we het geval nemen waarbij de homepositie aan de top van de hoge kolom van de Z-as zich zou bevinden, dan kan het nullen zeer lang duren gezien de totale referentieoperatie in totaal 4m zal moeten afleggen aan een zeer lage Z snelheid. Deze tijd zou echter kunnen gehalveerd worden moest de homeschakelaar zich halverwege op de grote kolom of Z-as bevinden. Dergelijke machine zou moeten voorzien zijn van een afzonderlijke homeschakelaar en zou aldus de mogelijkheid van Mach3 kunnen gebruiken teneinde om het even welke waarde in de DRO van deze as te plaatsen. Dergelijke afzonderlijke homeschakelaar vereist dus nog en bijkomende input op de parallel poort, maar toch nog maar 4 inputs voor een drieassen machine.

#### Afzonderlijke homeschakelaar met hoge betrouwbaarheid

Bij hoge precisiemachines kunnen de X en de Y as kunnen een afzonderlijke homeschakelaar hebben teneinde juist die vereiste betrouwbaarheid van de machine te kunnen bereiken.

#### Eind- of Limietschakelaars van de verschillende assen zijn met elkaar verbonden

Gezien Mach3 niet weet en derhalve ook geen onderscheid maakt **welke** schakelaar van welke as werd aangeraakt, kunnen alle limietschakelaars bijgevolg in serie met elkaar (OR=OFF) verbonden worden, om daarna gezamenlijk verbonden te worden met één input van de parallelpoort. Op die manier kan dus elke referentieschakelaar of homeschakelaar, van elke as afzonderlijk, met de referentie-input van de parallelpoort worden verbonden. Op die manier worden bij een drieassen machine nog steeds maar vier inputs gebruikt.

#### Homeschakelaars van meerdere assen met elkaar verbonden

Enkel wanneer men **echt** een tekort heeft aan "inputs" op de parallelpoort, dan kan men de homeschakelaars in serie met elkaar (OR=OFF) verbinden en stellen dat alle home-inputs datzelfde signaal geven. In dat geval kan men maar één as tegelijk nullen (referencieën). Alle "REF-ALL" knoppen moeten derhalve van het scherm verwijderd worden, en alle homeschakelaars moeten op het einde van hun respectievelijke assen staan.

#### Slaving

Bij een portaalfrees of router waarbij de twee benen van het portaal aangedreven worden door afzonderlijke motoren, moet elke motor aangedreven en gestuurd worden door zijn eigen as. Veronderstel dat het portaal beweegt in de Y-richting, dan zal de as A, zijnde de as met de vierde motor, gedefinieerd worden als een lineaire as ( bv. niet rationeel) en A zal slaafs verbonden worden met Y. Voor meer details zie hoofdstuk 5 waar dieper op de configuratie van Mach3 wordt ingegaan; In dat geval zullen beide assen moeten voorzien worden van eind- en homeschakelaars.Bij normaal gebruik zal Mach3 naar de motoren van beide assen A en Y exact dezelfde stap- en richtingspulsen sturen. Wanneer een referentie wordt uitgevoerd dan zullen beide assen Y en A bewegen tot de juiste homepositie zijnde net weg van de homeschakelaars. Bij het referentieën of het nullen van de machine zal elke eventuele scheeftrekking van het portaal welke zich zou kunnen voordoen tijdens het uitschakelen van de machine of omwille van ontbrekende pulsen in het sturingssignaal van de motoren, verholpen worden.

#### 4.7 Controle van de Spindel. (Spindel control)

Bij Mach3 heeft de mogelijkheid om op drie verschillende manieren de spindel aan te sturen. Men kan natuurlijk de spindel ook zelf manueel gaan bedienen. De drie mogelijkheden voor Mach3 zijn de volgende:

1.Motor van de spindel aan en uitschakelen (in uurwerkwijzerzin of tegenwijzerzin) d.m.v. een relais of contactor.

2.De motor van de spindel aansturen d.m.v. stap- en richtingspulsen; (vb. voor het geval de spindelmotor een servomotor is)

3 De spindelmotor wordt gestuurd door een PWM-stuursignaal. (Puls With Modulation)

#### 1.ON/OFF- sturing van de spindelmotor. (On/Off motor control)

De M3 Gcode en een schermknop zullen er voor zorgen dat de motor start in de wijzerzin. M4 zal er voor zorgen dat de spindel in de tegenwijzerzin draait. M5 zal de spindelmotor doen stoppen .M3 en M4 kunnen dermate geconfigureerd worden zodat ze outputsignalen op de outputpinnen van de parallelpoort veroorzaken. Deze uitgangssignalen op die outputpinnen kunnen dan via een relais of een contactor de spindelmotor aansturen.

Alhoewel dergelijke manier van werken klaar en duidelijk is en voor zichzelf spreekt, dient er in de praktijk toch uiterste voorzichtigheid aan de dag gelegd te worden. Tenzij het echt nodig is om de spindel in omgekeerde richting te laten draaien, ware het toch beter om M3 en M4 voor gelijke doeleinden te gebruiken, namelijk de spindel te laten draaien in de wijzerzin van een klok en het signaal welke M4 produceert niet te gebruiken en nergens aan te verbinden. Het zou immers tot een foutieve situatie leiden wanneer de wijzerzin- en de tegenwijzerzin signalen tegelijkertijd actief zouden zijn. Dit zou eventueel een kortsluiting van de relaiscontacten kunnen veroorzaken in de hoofdvoeding. Wanneer men echter toch van plan moest zijn je spindelmotor in omgekeerde richting te laten draaien zal men moeten gebruik maken van speciale relais voorzien van omkeerbare mechanisch vergrendelde contacten. Een andere moeilijkheid in dat verband is het feit dat bij de definitie van de G-codes hieromtrent gesteld wordt dat een M4 signaal mag gebruikt worden, zelfs als de spindelmotor rechts draait tengevolge van een M3 signaal en omgekeerd.

Indien de spindelmotor een wisselstroommotor is, dan zou een omkering van draairichting bij volle snelheid zeer grote mechanische krachten veroorzaken om het mechanische gedeelte van de machine. Hierdoor zullen in de meeste gevallen de zekeringen springen . Om dit te vermijden zalmen gebruik moeten maken van relais met een vertragende werking, of gebruik maken van moderne inverters welke het omschakelen van de draairichting op een veilige manier laten verlopen . In het hoofdstuk welke handelt over de koelvloeistof komen we op dit probleem uitvoerig terug.

### 2. Sturing van de spindelmotor d.m.v. stap- en richtingsignalen.(Step and Direction motor control)

Wanneer men gebruikt maakt van een servomotor, gestuurd door stap- en richtingssignalen zoals gebruikt voor het sturen van de verschillende assen van de machine, kan men twee uitgangen van de parallelpoort configureren om de snelheid en de draairichting te sturen. Mach3 zal zelfs rekening houden met een eventuele variabele stappendriver of een versnellingskast tussen motor en spindel. Dit komt nog uitvoerig aan bod in het hoofdstuk 5 waar het afregelen van de motor wordt behandeld.

### **3.Sturing van de spindelmotor d.m.v. PWM-signalen (Puls With Modulation). PWM motor control)**

Als alternatief op het sturen van een motor d.m.v. stap- en richtingspulsen, is Mach3 in staat een puls te produceren onder de vorm van een PWM-signaal waarvan de duty-cycle een percentage is van de volle gewenste snelheid. Dit klinkt allemaal wen een beetje ingewikkeld maar in wezen is het niet zo. Een "Duty-cycle" is de breuk of het percentage dat de verhouding weergeeft tussen de tijdsduur van de aktieve puls t.o.v. de gehele periode. Men kan de duty-cycle van het signaal omvormen naar een spanning en deze dan gebruiken om een inductiemotor aan te sturen met behulp van een frequentieomvormer. Een PWM-signaal zou dus bv.kunnen gedurende 0% van de tijd overeenstemmen met 0 volt, 50% zou overeenstemmen met 5 volt en 100% zou dan kunnen overeenstemmen met 10 volt. Anderzijds kan een PWM-signaal ook gebruikt worden om een triac, uit een simpele DC snelheidscontroller, aan te sturen .

Figuren 4.12 en 4.13 tonen een pulsbreedte van respectievelijk 20% en 50% van de duty-cycle. Om het PWM signaal voor de spindelsnelheid om te vormen in een gelijkstroom zal men de pulssignalen dienen te transformeren. Er is dus een schakeling nodig teneinde de gemiddelde pulsbreedte van het PWM-signaal te kennen.Deze schakeling kan een gewone RCschakeling zijn (capaciteit met weerstand) of een veel ingewikkelder schakeling afhangend van:



-hoe lineair men de relatie tussen de pulsbreedte en de uitgangsspanning wil hebben en -de gewenste reactiesnelheid tussen de omwentelingssnelheid van de spindel en de verandering van de pulsbreedte.

Men dient de nodige voorzichtigheid aan de dag te leggen met de goedkopere versies van snelheidsregelaars met PWM signaal. Van de meeste goedkope snelheidsregelaars zijn de

inputs niet elektrisch geïsoleerd van de hoofdingangen. Veel meer details over dit alles is terug te vinden op de internetsite van Mach2DN. Wanneer men in Google de zoekopdrachten"PWM converter" en "PWM Digispeed" intikt dan krijgt men ook een heleboel informatie hieromtrent.

Het PWM-signaal is output op de spindel stappin. Je moet er echter wel speciaal op waken om de motor steeds uit te schakelen op lagen snelheid wanneer men gebruik maakt van de wijzerzin / tegenwijzerzin uitgangen.

**Nota**: Veel gebruikers hebben ondervonden dat PWM en andere variabele snelheidsregelaars dikwijls de oorzaak zijn van elektrische ruis welke dikwijls de oorzaak is van slechte werking van de drivers van de assen, limietschakelaars en dergelijke. Indien men toch dergelijke PWM sturing gebruikt wordt men ten zeerste aangeraden een optisch geïsoleerde" break-out board" te gebruiken en er voor te zorgen dat alle kabels afgeschermd zijn en dat er voldoende ruimte is tussen de voedingskabels en de stuurkabels.

#### 4.8 Koelmiddel (Coolant)

De uitgangssignalen kunnen ook gebruikt worden om elektrische kranen en pompen aan te sturen welke de aanvoer van koelvloeistof of nevel regelt. Deze functies worden geactiveerd door het aantikken van de desbetreffende schermknoppen en/of door een G-code zoals daar zijn M7,8,M9.

#### 4.9 Aansturing van de richting van het snijgereedschap. (Knife direction control)

De roterende as A kan dermate geconfigureerd worden dat deze as dermate roteert zodat het snijgereedschap zich steeds netjes in de richting van de beweging bevindt (tangetiaal aan de beweging) voor zover de te volgen bewegingen werden veroorzaakt door een G-code signaal G1 van de X en de Y-as. Op die manier is het mogelijk om bv. bij een vinylsnijmachine of een andere snijmachine volledige controle uit te oefenen inzake de richting van het snijgereedschap.

**Nota:** In de huidige versie werkt dit echter niet wanneer de te volgen bogen werden gemaakt door een G2/G3 code. U zult dus dergelijke bogen dienen te vervangen door bogen welke gemaakt zijn door de aansturing met een reeks van G1-codes.

#### 4.10 Digitale meetprobe. (Digitise probe)

In Mach3 kan men gebruik maken van een digitale probe teneinde metingen uit te voeren en modellen te digitaliseren. Hierbij geeft een ingangssignaal aan dat de probe contact heeft gemaakt met eventueel het werkstuk en er is ook de mogelijkheid voorzien om een outputsignaal op te wekken in het geval van een "niet-contact" probe zoals bij een laserprobe. Dergelijke tastprobe moet uiterst nauwkeurig vervaardigd zijn. De taster zelf moet nauwkeurig bolvormig zijn en moet zeer nauwkeurig in de spindel opgespannen worden en moet zich perfect op de centerlijn van de spindel bevinden. De tasterkop moet zich ook juist op een welbepaalde afstand op de Z-as bevinden bv. de onderzijde van de spindel. Om ook niet metalen stukken te kunnen digitaliseren is het nodig dat de probe bij de minste aanraking met het te digitaliseren werkstuk of model een contact maakt of verbreekt en dit in alle richtingen X,Y en Z. Wanneer men een tastprobe wil gebruiken samen met een gereedschapswisselaar dan zal men moeten opteren voor een draadloos exemplaar. Gezien de commerciële probes zeer duur zijn, is dit een uitdaging voor de ontwerper van de machine om deze taster zelf te maken.

Momenteel wordt er gewerkt aan een systeem om in de toekomst binnen Mach3 gebruik te kunnen maken van een laserprobe.

### (b)Het is daarenboven ook niet makkelijk om een incrementele ronddraaiende encoder rechtsreeks op de as van de servomotor te koppelen als encoder voor de DRO's. Dit is echter heel goed mogelijk bij handmatige bediening van de assen voorzien van een DRO waarop ten 44

Mach3 heeft vier paar ingangen, waaraan elk van deze een encoder kan worden gekoppeld op voorwaarde dat deze encoders quadrature output pulsen hebben. Dit kunnen zowel lineaire encoders zijn of incrementele encoders. Door Mach3 wordt dan de juiste positie van elke as

weergegeven op een desbetreffende DRO (Digitale Read Out).

4.11 Lineaire encoders. (Linear glass scale encoders)

Binnen in de behuizing van een "Glass Scale"encoder ( figuur 4.15) bevindt er zich een glazen lineaal voorzien van zwarte streepjes. Dergelijke lineaal kan ook vervaardigd zijn uit doorschijnend kunsstof. Deze lineaal is voorzien van zwarte streepjes. De breedte van de streepjes kan in sommige gevallen maar 5 micron breed zijn. De afstand

tussen de streepjes is gelijk aan de breedte van de streepjes zelf. Langs één zijde van de lineaal staat een lichtbron welke door de streepjes heen een fototransistor belicht, welke hierdoor een signaal geeft gelijkaardig aan het signaal A afgebeeld in figuur 4.14. Eén volledige cyclus stemt dus in dit geval overeen met een verplaatsing van 20 micron in het geval de streepjes van het lineaal maar 5 micron breed zijn. (Vier flanken geven dus 4x5 micron = 20 micron).

Een ander lichtpunt en fototransistor welke geplaatst wordt op een afstand van <sup>1</sup>/<sub>4</sub> periode, of 5 micron van de voorgaande opstelling, geeft dus een blokgolf B zoals afgebeeld in figuur 4.14 en welke 90° verschoven is ten opzichte van het eerste signaal A. dergelijk signaal noemt met een quadraturesignaal.

Over quadratuursignalen is heel wat te vertellen maar dat zou ons te ver leiden. Het is dus welk duidelijk dat in ons voorbeeld het signaal bij elke verplaatsing van 5 micron verandert. De resolutie van die specifieke encoder is dus 5 micron. De aard van de verandering van

signaal geeft aan in welke richting de verplaatsing plaatsgrijpt. Wanneer in ons geval het signaal B van "lo" naar "hi" gaat op het ogenblik dat het signaal A "hi" is (zie punt x op figuur 4.14) dan weten we dat de verplaatsing gebeurt naar rechts t.o.v. de getekende startlijn in de figuur. Wanneer echter het signaal B van "hi" naar "lo" gaat op het ogenblik dat signaal A "hi" is (zie punt y op figuur 4.14) dan gebeurt de verplaatsing naar links weg van de getekende startlijn in de figuur.

Mach3 verwacht echter logische signalen (blokgolven). Sommige "Glass Scales" zoals dat het geval is bij sommige Heidenhaim-encoders produceren echter een analoge sinusgolf.

Hierdoor is het weliswaar mogelijk om via ingewikkelde elektronische schakelingen een nog hogere resolutie te bereiken dan 5 micron. Wanneer men echt dergelijke signalen wil gaan gebruiken zal de golfvorm dus moeten omgevormd worden naar een blokgolf d.m.v. operationele versterkers of comparatoren. Encoders met een TTL uitgangssignaal ( bloksignaal van maximaal 5 Vtt.en minimaal 2Vtt.) kunnen rechtsreeks met de ingangen van de parallelpoort verbonden worden maar gezien tengevolge van de reeds eerder besproken elektrische ruis storingen optreden bij het tellen, is het beter om via een interface zoals Schmitt- trigger de encoder met de parallelpoort te verbinden. De encoders hebben een aparte 5 Volt voeding van doen.

#### Nota:

(a)Uit bovenstaande is het duidelijk geworden dat een lineaire encoder als terugkoppeling voor een servodriver moeilijk te gebruiken is. De geringste backlash of onnauwkeurigheid in het mechanische gedeelte van de machine zou de servo erg onstabiel maken.





allen tijde de juiste positie van de stand van de as wordt weergegeven. Het probleem is echter dat de gemeenschappelijke 0 Volt lijn in de servodriver gebruikt voor de motorencoders meestal niet dezelfde 0 Volt lijn is als deze van de PC of het gebruikte Break Out board. Moest men deze aan elkaar koppelen dan zullen er grote problemen ontstaan. Koppel deze 0 Voltlijnen dus nooit aan elkaar.

(c)Het gebruik van lineaire encoders op lineaire assen heeft als grootste voordeel, dat de metingen uitgevoerd door deze encoders niet beïnvloed worden door de nauwkeurigheid van de machine noch door de backlash van de aandrijfstang, van de riem of van de aandrijfketting enz.

#### 4.12 Spindel index pulse. (Spindle index pulse)

Mach3 bezit een ingang voor één of meer pulsen welke geproduceerd worden bij elke omwenteling van de spindel. Deze pulsen geven dan digitaal de exacte toerental van de spindel. Deze pulsen worden tevens gebruikt om bv. de beweging van het gereedschap en het werkstuk te coördineren bij het draad snijden en het gereedschap te richten bij het boren of het ruimen. Deze pulsen kunnen tevens gebruikt worden om de voedingssnelheid per omwenteling te sturen eerder dan de voedingssnelheid per minuut te gaan sturen.

#### 4.13 Pulstrein van Mach3. (Charge pump -a pulse monitor)

Zonder rekening te houden met de al of niet goede werking van de machine zal Mach3 op één of twee parallelpoorten van de PC een constante pulstrein produceren met een frequentie van ongeveer 12,5 KHz. Zolang Mach3 niet geladen is, de machine zich in een E Stop toestand bevindt of de pulsgenerator om één of ander reden niet werkt, zal er op de parallelpoort geen pulstrein verschijnen.

Men kan gebruik makend van deze pulstrein om via een diode een condensator op te laden en met de uitgang hiervan de goede werking van Mach3 te controleren en om de drivers van de assen en de spindel in te schakelen. Dergelijke functies worden vaak in commerciële breakout boards toegepast.

#### 4.14 Andere functies . (Other functions)

Mach3 bezit vijftien OEM Trigger uitgangssignalen welke men kan gebruiken voor eigen doeleinden, zoals bv.het simuleren van het indrukken van een drukknop of voor het oproepen van eigen gemaakte macro's.

Daarenboven zijn er nog vier gebruikersingangen welke aangesproken kunnen worden bij het gebruik van macro's.

Input #1 kan gebruikt worden om de uitvoering van een deelprogramma te verhinderen. Deze input zou kunnen verbonden worden met de bewakers van de machine.

Uitgebreide details van de architectuur van de Input Emulatie is terg te vinden in *Mach3 Customisation* wiki. De setup-dialoog wordt behandeld in hoofdstuk 5.

De niet gebruikte uitgangen van de geactiveerde relais om spindel en koelvloeistof te sturen zou men kunnen gebruiken om eigen geschreven macro's te controleren.

**Nog een finale bedenking** – Vooraleer te veel functies uit dit hoofdstuk wil toepassen op de machine, wees dan steeds indachtig dat het aantal in- en uitgangen beperkt is. Zelfs wanneer de PC over twee parallelle poorten beschikt zijn er nog altijd maar 10 ingangen om alle functies te ondersteunen. Alhoewel een toetsenbordemulator u zal helpen aan meer ingangen, maar hou er ook rekening mee dat deze bijkomende ingangen niet kunnen gebruikt worden als

ondersteuning van alle functies. Om het aantal in- en uitgangen drastisch te verhogen zal men gebruik moeten maken van een ModBus.

Modbus is de protocol bij seriëele communicatie, voor het eerst gepubliceerd door de firma Modicon in 1979 voor het gebruik met hun PLC's (Programmable Logic Controller). Later

werd het een standaardprotocol in de industrie en tegenwoordig is het de meest gebruikte manier om industriële elektronische apparaten met elkaar te verbinden.

# 5. Instelling van Mach3 voor uw machine en drivers.( Configuring Mach3 for your machine and drivers)

Indien je bij de "Happy Few" behoort die het zich konden veroorloven een machine te kopen ,met daarbij horende PC waarop het programma Mach3 reeds werd ingesteld dan zal je het zeker niet nodig achten om dit hoofdstuk te lezen, tenzij dan uit pure interesse. De leverancier van de machine zal hoogstwaarschijnlijk de Mach3 software geïnstalleerd hebben en de nodige instellingen gedaan, of zal minstens een gedetailleerde handleiding bezorgd hebben met duidelijke instructies hoe alles moet ingesteld worden. Het is echter ten zeerste aan te bevelen een kopie te bewaren van de instellingen van Mach3, mocht het later ooit nodig blijken de installatie en instellingen van Mach3 over te doen. Mach3 slaat immers deze instellingen netjes op in een XML-file, welke u kunt afdrukken.

#### 5.1 Te volgen strategie bij het instellen. (A configuration strategy)

Dit hoofdstuk besta tal van kleine details. U zult echter ervaren dat het instellen vlot verloopt indien je stap voor stap de instructies volgt en telkenmale een test uitvoert op ieder geïnstalleerd onderdeel, teneinde zich te vergewissen van de juiste instellingen. Een goede strategie is om het hoofdstuk goed te lezen en het nadien toe te passen op de Pc en de machine. Pas daarna kan het op de computer en op de machine uitgetest worden. Wij mogen veronderstellen dat u reeds het programma Mach3 op de PC hebt geïnstalleerd voor een eerste test zoals werd beschreven in hoofdstuk 3.

Eigenlijk is al het werk welke U in dit hoofdstuk zult doen is gebaseerd op dialoogvensters welke men kan vinden in de configuratiemenu bovenaan het scherm. Zie de **Config**(ure) – menu bovenaan. Deze menu's of dialoogvensters worden weergegeven als volgt: **Config>Logic** zou bv. er op wijzen dat u in de Config-menu gekozen hebt voor de logische ingangen van het systeem.

#### 5.2 De allereerste configuratie (Initial Configuration)

Het dialoogvenster welke men bekomt via "Config>Ports and Pins" is het eerste dialoogvenster welke we gaan gebruiken. Dit dialoogvenster wordt afgebeeld in figuur 5.1.

## **5.2.1** Bepalen van de adressen van de te gebruiken poorten (Difining addresses of port(s) to use.

Wanneer men van plan is de parallelpoort te gebruiken en die parallelpoort is de enige op het moederbord van de PC, dan mag men er praktisch zeker van zijn dan het adres van die poort 1

gelijk is aan 0x378 (hexadecimaal 378).

Indien de Pc één of meerdere PCIkaarten heeft dan zal men moeten uitvissen aan welk adres deze kaarten beantwoorden. Hieromtrent bestaan er geen standaarden. Gebruik het "Windows Control Panel" vanaf de Windows "start"- knop. Dubbelklik op "System" en kies voor de "Hardware tab.". Klik op de "Device

Porticated 0:000 Portication Depinition 13 AF edg Figure 10 Portication Figure 10 Porti	Por Excited Por Address Endy at lease of a might Pro 28 at mpute d a C 4500Hz	OR	Har (E. Mole enabled     Max VE 13 Wave Drive     Popter restant recension      Sharker 1/2 Pular mode.     Modified space@space Support     Event Driver Savial Contel     Sensis Savial Lak, Peerback

manager"-knop. Rol de structuurboom helemaal uit en kies voor "Ports (COM & LPT)". Dubbelklik op de eerste LPT of ECP-poort. De eigenschappen van deze poort zullen verschijnen in een nieuw venster. Kies de "Recources "-tab.het eerste getal in de eerste IO-lijn is het adres welke men moet gebruiken. Schrijf deze waarde ergens neer en sluit het dialoogvenster van de eigenschappen van de poorten.

Nota: Door het installeren en verwijderen van een PCI-kaart kan het adres van een PCIparallelkaart gewijzigd worden, zelfs al heb je die niet aangeraakt. Indien men een tweede poort wil gebruiken dient men de hierboven beschreven procedure herhalen. Sluit de "Device Manager", de "System Properties" en het "Controlepaneel van Windows". Vul in het dialoogvenster het eerste poortadres in. De prefix 0x dient niet toegevoegd te worden. Mach3 veronderstelt zo wie zo dat het om Hexadecimale adressen gaat. Indien nodig vink het vakje "Enable" voor de tweede poort aan, en vul het adres van poort 2 in. Klik nu op de "Apply"-knop om deze instellingen te bewaren. Dit is het meest belangrijke. Mach3 herinneert zich de waarden niet, wanneer men na het invullen van het adres,

#### vergeet op de "Apply"-knop te drukken.

#### 5.2.2 Het bepalen van de frequentie van de machine. (Defining engine frequency)

De Mach3-driver kan werken op een frequentie van 25.000 Hz. (pulsen per seconde), 35.000 of zelfs 45.000 Hz.afhankelijk van de snelheid van de processor en de andere belastingen welke die processor te verwerken krijgt, tijdens de uitvoering van Mach3.

De nodige frequentie hangt af van de maximum pulsfrequentie welke men nodig heeft om de driver van eender welke as te sturen aan de maximum snelheid. Voor een stappenmotor is een frequentie van 25.0000 Hz goed. Met een 10 microstap driver zoals de gecko 201, zal men al snel 750 rpm krijgen voor een standaard stappenmotor van 1.8° per stap (200 stappen per omwenteling.) Voor servomotoren zijn hoge pulsfrequenties nodig. Deze servomotoren hebben hoge resolutie-encoders op hun as. Voor verder details verwijzen we graag naar het hoofdstuk waarin de "Motor-tuning" uitvoerig wordt besproken.

Computers met een klokfrequentie van 1GHz zullan bijna zeker draaien aan een pulsfrequentie van 35.000 Hz. Dit is nuttig wanneer men, indien nodig,een hogere "step-rate" wenst te gebruiken. Dit is vooral het geval wanneer de aandrijfspindels van de assen een zeer kleine spoed hebben.

De demonstratieversie van Mach3 zal enkel werken aan 25.000 Hz. Indien Mach3 noodgedwongen werd afgesloten en opnieuw werd gestart zal het automatisch naar 25.000Hz terugkeren. De huidige frequentie van het draaiende systeem is afgebeeld op het "Diagnostics Alt-7"-scherm".

#### Vergeet vooral niet op de "Apply"-knop te drukken vooraleer verder te gaan. !!!!!!!!!

#### 5.2.3 Het instellen van speciale zaken. (Defining special features)

Tijdens de configuratie zal men tal van speciale instellingen ontmoeten. Ze zullen echter allemaal vanzelfsprekend lijken, indien de relevante hardware op uw systeem aanwezig is. Indien de desbetreffende hardware niet aanwezig is op het systeem, dan dient men de vakjes voor deze instelling te negeren.

Vergeet vooral niet op de "Apply"-knop te drukken vooraleer verder te gaan. !!!!!!!!!

### 5.3 Bepalen van de te gebruiken in- en uitgangssignalen. (Defining input and output signals that you will use)

Nu de eerste basisinstelling achter de rug is wordt het tijd om te bepalen welke in- en uitgangssignalen we zullen gebruiken en welke parallelpoort of pinnen gebruikt zullen worden voor elk van deze signalen. De documentatie of de handleiding van uw break-out board zullen dienen als leidraad ter zake, voor zover die ontworpen zijn om met Mach3te werken. Het break-out board kan ook geleverd worden samen met een skeleton Profile file waarin de verbindingen reeds gedefinieerd zijn. Dergelijke file heeft de extentie .XML

### 5.3.1 Bepalen van de in- en uitgangssignalen voor de assen en de spindel.(Axis and Spindle output signals to be use)

Hiervoor kiezen we het tabblad "Motor-Outputs" uit figuur 5.1. Dit tabblad ziet er als volgt uit. Zie figuur 5.4.

Uitgangssignalen voor de verschillende assen:

Definieer waar de drivers van de verschillende assen X,Y en Z zijn verbonden en plaats een groen vinkje bij iedere as (eerste kolom). Men moet ook nagaan welk signaal de drivers gebruiken. Vereisen deze drivers een voor Stap en Dir een Low-Active signaal dan moet er een groen vinkje geplaatst worden in de desbetreffende kolom. (kolommen 4 en 5) Indien men een ronddraaiende of een slaafse as (A) bezit dan moet ook die ingeschakeld (Enabled)worden en geconfigureerd worden net zoals hierboven aangegeven.

Indien het toerental van de spindel handmatig zal bediend worden dan kan men dit tabblad verlaten. Lik op de "Apply"-knop teneinde de data van dit tabblad te bewaren.

Uitgangssignalen voor de spindel:

engungssignaten voor de spinden.
Indien het toerental van de spindel echter
gecontroleerd zal worden door Mach3,
dan zal men eerst en vooral een groen
vinkje moeten plaatsen voor" Spindle
Enabled" links onderaan in figuur 5.4. en
een Stap pin/poort ( tweede en
voorlaatste colom) aanwijzen indien
gebruik gemaakt wordt van een PWM
signaal en met relais om de draairichting
te controleren, of een Stap pin/poort en
Direction pin/poort aan te wijzen(

land .	brabled	Step Final	OFFRE	Di LoviActive	Step Lon Ac	Step Port	Dr Port
Acte	4	3	2	*	4	1	L
Acto	4	5	4	4	4	L	t
Ando	4	7	6	4	4	1	1
Ada	×	3	0	4	4	L.	L
Ants	*	1	D	*	×	a	1
46		1	0		*	0	1
pride	*	1	0	*	*	0	1

kolommen 2,3,6 en 7) indien Mach3 de volledige controle van de spindel moet beheren. Tevens moet men ook bepalen of deze signalen "active-lo" zijn. Men dient dus een groen vinkje te plaatsen bij" Dir Low Active" in de vierde colom en een groen vinkje te plaatsen bij de "Step Low Active" in de vijfde colom.

Daarna druk je op de "Apply"-knop (rechts onderaan het tabblad) om de ingegeven data op dit tabblad op te slaan.

#### 5.3.2 De te gebruiken ingangssignalen. (Input signals to be used)

We kiezen voor het tabblad van de ingangssignalen. (Input Signals)

We nemen aan dat men gekozen heeft voor één van de limiet/home strategieën uit hoofdstuk 4.6.

Indien er gekozen werd voor de eerste strategie, waarbij de limietschakelaars met elkaar verbonden zijn en aldus een EStop aansturen of de drivers van de assen uitschakelen via electronische drivers, dan hoef je in dit tabblad geen enkele van de limietingangen te controleren.

Indien er echter gekozen werd voor de tweede strategie uit hoofdstuk 4.6 waarbij er homschakelaars staan op de assen X, Y en Z, zal men de homeschakelaars moeten inschakelen door in de Enable-kolom (eerste kolom) een groen vinkje te plaatsen en te definiëren aan welke poort en pin deze schakelaars verbonden zijn.

Indien men echter gekozen heeft voor een combinatie van eindschakelaars en homeschakelaars, dan moet met de *Limit+*, *de Limit++* en de *Home* voor elke as inschakelen door die aan te vinken (groen vinkje in de eerste kolom) en vervolgens aan de *home*, *Limit-* en Limit ++ dezelfde pin toe te wijzen.

Gelieve er nota van te willen nemen dat niet alle assen op het Input Signal- tabblad van fig.5.5 .weergegeven zijn. Met de scroll bar rechts in het venster, zijn die wel te bereiken.

*De ingang #1* is speciaal in die zin, dat deze ingang kan gebruikt worden om te beletten dat een deelprogramma wordt uitgevoerd op een ogenblik dat er geen veiligheden aanwezig zouden zijn. De drie andere (en #1 indien die niet gebruikt wordt als

veiligheidsvergrendeling) zijn volledig voor eigen doeleinden beschikbaar en kunnen door middel van G-codes uit de



macro's worden getest. De ingang #4 kan gebruikt worden om een uitwendige drukkopschakelaar aan te koppelen, teneinde de "Enkele Stap mode" toe te passen. Indien gewenst kan de configuratie hiervoor later nog steeds worden uitgevoerd;

Scroll in datzelfde tabblad van de ingangssignalen naar beneden en dan komt men links de rubriek "*Index*" tegen. Index wordt gebruikt wanneer men een spindelsensor bezit maar slechts één opnemer en één merkteken op de spindel. Zie verschil met "*Timing*" hieronder. Daaronder staat "*Limits Over(ride)*". Schakel dat in (Enable) en definieer het (Define) wanneer men Mach3 de eindschakelaars laat controlerenen en men beschikt over een uitwendige drukknop welke men kan indrukken indien men een as van de machine manueel wil verplaatsen nog verder dan de limieten. Indien men niet over dergelijke uitwendige schakelaar beschikt dan kan men nog steeds gebruik maken van een knop op het scherm teneinde dezelfde bewerking uit te voeren.

Verder vindt men op datzelfde tabblad de vermelding "*EStop*": Wordt gebruikt om aan te duiden dat de bediener van de machine een noodstop heeft gevraagd.

"*OEM Trigger inputs*" wordt gebruikt als men wenst dat elektrische signalen is staat moeten zijn om functies van een OEM-schakelaar op te roepen zonder dat hiervoor een schermknop dient voorzien te worden.

*"Timing"* wordt gebruikt wanneer men over een sensor op de spindel beschikt met meer dan één slot (opnemer) of meer dan één merkteken. Zie verschil met *"Index"* hierboven.

"Probe" wordt gebruikt voor de digitalisering en de sturing van de Plasmatoorts, zoals THCOn (toorts aan ), THCUp (toorts naar omhoog) en THCDown (toorts naar beneden). Indien men beschikt over één parallelpoort dan zijn er 5 ingangen beschikbaar. Wanneer men over twee parallelpoorten beschikt heeft men 10 ingangen . Met de pinnen 2 tot 9 gedefinieerd als ingangen, beschikt men in dat geval over 13 inputs. Het is dus duidelijk dat men snel een tekort aan ingangen zal krijgen wanneer een deel van de beschikbare ingangen gebruikt worden als ingang van lineaire of incrementele encoders. Er zal dus een compromis moeten gezocht worden, en men kan eventuele ingangen uitsparen door bv. geen mechanische uitwendige "Limit Override"-schakelaars te gebruiken.

Men kan ook overwegen om een toestsenbord emulator te gebruiken voor enkele ingangssignalen. Op die manier worden er ook ingangen uitgespaard.

Vergeet niet op de "Apply"- knop te drukken teneinde de gemaakte instellingen van dit tabblad op te slaan.

#### 5.3.3 Geëmuleerde ingangssignalen (Emulated input signals)

Wanneer men in het tabblad van de inganssignalen, in de kolom "Emulated" een groen vinkje plaatst voor een bepaald ingangssignaal, dan zal met poort/pin nummer en de "active-lo" status voor dat signaal, geen rekening worden gehouden. Er zal enkel rekening worden gehouden met het ingegeven waarde in de "Hotkey"-kolom (laatste kolom). Wanneer het signaal afkomstig van een ingedrukte toets (key down)ontvangen wordt en dit signaal heeft een code welke overeenstemt met de waarde uit de "Hotkey" kolom, dan zal dat signaal beschouwd worden als zijnde actief. Wordt er echter een signaal ontvangen van een niet ingedrukte toets (key-up) dan zal dat signaal beschouwd worden als zijnde niet actief. Dergelijke key-up en key-down signalen zijn meestal afkomstig van een toetsenbord emulator (zoals de Ultimarc IPAC of Hagstorm) dewelke is getriggerd door schakelaars verbonden met zijn ingangen. Dit makt het inderdaad mogelijk om meerdere schakelaars af te tasten dan bij het gebruik van de normale parallelpoort maar er is mogelijk een groot nadeel. Er is echter een groot nadeel. Er zijn aanzienlijke vertragingen aanwezig vooraleer het signaal afkomstig van het veranderen van de drukknop waargenomen wordt en hierdoor kunnen bij Windows dergelijke signalen "key-up" en "key-down" verloren gaan.

Om die reden kunnen geëmuleerde signalen niet gebruikt worden bij "*Index*" of "*Timing*" alsook niet gebruikt worden voor "*EStop*".

#### 5.3.4 Uitganssignalen (Output Signals)

Ga naar het tabblad van de uitganssignalen teneinde de gewenste uitgangen te definiëren.( zie figuur 5.6.) Er zal hoogstwaarschijnlijk maar één uitgang in te schakelen (Enable) gezien alle drivers van de verschillende assen aan één uitgang kunnen verbonden worden.

De signalen van de "*Output*#...) worden gebruikt om de spindel te starten en te stoppen.(in wijzerzin ofwel in



tegenwijzerzin), de motoren en de elektrische kranen gebruikt om de koelvloeistof of koelnevel aan te voeren en om de controle uit te voeren met de eigen gemaakte Mach3 knoppen of macro's.

De "*Charge Pump*" moet ingeschakeld worden en gedefiniëerd indien het gebruikte break-out board deze ingangssignalen aanvaardt teneinde een bestendige en goede werking van Mach3 te garanderen. "*Charge Pump 2*" wordt gebruikt wanneer er een tweede break-out board aan de tweede parallelpoort verbonden is en men de goede werking van deze tweede parallelpoort wenst te controleren.

Vergeet niet op de "Apply" knop te drukken teneinde de ingestelde data van dit tabblad op te slaan.

#### 5.3.5 Definiëren van encoder ingangen (Defibibg encoder inputs)

Ga naar het volgende tabblad "Encoder/MPGs". Dit tabblad wordt gebruikt om de verbindingen en de resolutie te definiëren van lineaire encoders of van manuele

pulsgeneratoren welke gebruikt worden om manuele verplaatsingen van de assen uit te voeren "Joggen" genoemd. Het wordt hier weergegeven als aanvulling op de vroegere beschrijving van de configuratie van de poorten en de pinnen (Config>Ports/Pins) Dit dialoogvenster (zie figuur 5.7) bevat geen "active-lo" kolom gezien, in het geval de encoders in de verkeerde richting moesten tellen het voldoende is

Signal	Enabled	A-Fat#	A-Ro #	8-Pot#	5-Pn #	CountajUnit	Relocity	
EncaderL	*	0	D	D	1	L.00	108.00	
Elkilder2		0	0	0	1	1.00	100.00	
Encader3	*	0	D	D	1	1.00	108.00	
Elicidere	*	0	0	0	1	1.00	108.00	
199G #L	*	0	D	D	1	1.00	109.00	
MRG #2	*	0	0	0		1.00	108.00	
MPG #3	*	0	D	D	1	L.00	108.00	

om de pinnen toegewezen aan A en B te wisselen.

#### 5.3.5.1 Encoders

In de kolom "*Counts per unit*" op dit tabblad , moet de ingestelde waarde overeen stemmen met de resolutie van de encoder. Een lineaire encoder met een liniëring van 20 microns produceert dus een puls bij elke verplaatsing van 5 microns. Dat komt dus overeen met 200 telpulsen per unit (millimeter); Herinner U de reeds eerder behandelde Quadrature signalen Indien U bij de eerder vernoemde "Native units" gekozen had voor inch i.p.v. voor mm, dan zou dat overeenstemmen met 200 x 25,4 = 5080 tellingen per unit (inch). De waarde van de "*Velocity*" in de laatste kolom van dit dialoogvenster (zie figuur 5.7)wordt niet gebruikt.

#### 5.3.5.2 MPGs (Manual Pulse Generators)

De waarde van de tellingen per eenheid (unit) wordt gebruikt om het aantal tellingen van de quadrature pulsen te bepalen, die nodig zijn omMach3 in staat te stellen de beweging van de MPG te zien. Bij een encoder welke 100 pulsen per omwenteling produceert, is het cijfer 2 geschikt; Bij hogere resoluties (dus meer pulsen per omwenteling) dient dit cijfer echter verhoogd te worden, teneinde de gewenste mechanische gevoeligheid van de machine te bereiken. Proefondervindelijk werd vastgesteld dat bij encoders met 1024 pulsen per omwenteling het getal 100 zeer geschikt is.

De waarde van de "*Velocity*" is dus bepalend voor de inschaling van de pulsen welke naar de as gestuurd worden die door middel van een MPG wordt gecontroleerd. Hoe lager de ingegeven waarde in de kolom van de "*Velocity*", hoe sneller de desbetreffende as zal bewegen. Het is best de juiste in te geven waarde proefondervindelijk te bepalen om zodoende de grootst mogelijke, nog comfortabele, snelheid van de beweging van de as te bereiken.

#### 5.3.6 Configuratie van de spindel .(Configuring the spindle)

Het volgende tabblad is de "Spindle Setup". Hier kan men de wijze bepalen waarop men de

spindel en aanvoer van koelvloeistof wil geregeld zien. Ofwel kan men opteren voor een eerste mogelijkheid waarbij Mach3 helemaal niets hoeft te sturen en enkel en alleen gebuikt wordt om de spindel te laten draaien of uit te schakelen, ofwel voor een tweede mogelijkheid waarbij met Mach3 een volledige controle van de spindel wordt uitgevoerd en waarbij het toerental van de spindel wordt gestuurd door gebruik

Proje Control P Double Spride Palage Double-Ser (M3) Dupu # [2] O// (M4) Dupu # [1] 0 double-Sprid #118 Road Mar Control P Double-Frank/Matrixee	Melar Cantol Cus Spindle Motor Datput Programmer Topole Valle Costnal Philipson Para Melaran PM	Pulley Flaten Carrier Pulley Set C Pulley Role # C Pulley Role # C Pulley Role # C Pulley Role #	Min Speed	Max Speed 1000 2000 4400 2000	RPM
Hist         M7         Output E         #           Road         N8         Output E         [3]           Output Egrand #11.6         Next Stands         Use Stands         84.127           Mindless Stands         Next Stands         Next Stands         84.127           Mindless Condit         Next Stands         Next Stands         Next Stands	General Parameters DW 0 day Spin UP 1 DW 0 day Spin UP 1 DW 0 day Spin UP 1 DW 0 day Spin D0WH 1 DOW 0 day Spin D0WH 1 D Immediate Relay of bats	Second:	Lace Mode In Lace Mode In Use Spindle Re Oosed Loop In P 025 1 Spindle Speed	q by Pendrate 3 echarick in Sync indle Consol 1 0 0 Averaging	Made

te maken van PWM-signaal (Puls With Modulation), of van een stap- en richtingssignaal (step/direction). Het dialoogvenster voor deze setup is afgebeeld in figuur 5.8.

#### 5.3.6.1 Het sturen van het koelmiddel (coolant control)

Met de G-code M7 kan men koelmiddel laten aanvoeren. De code M9 kan de aanvoer van alle koelmiddelen stoppen. Links in het dialoogvenster van de "Spindel Setup" is een kader terug te vinden welke de titel draagt "Flood Mist Control". Dit wordt gebruikt om te bepalen welke uitgangssignalen gebruikt dienen te worden om de aanvoer van de koelnevel toe te passen. De poorten en de pinnen voor deze uitgangen werden reeds gedefiniëerd in het tabblad van de uitgangssignalen (Output Signals).

Indien men deze functie niet wenst te gebruiken, schakel deze dan uit door een groen vinkje te plaatsen voor "*Disable Flood/Mist relays*".

#### 5.3.6.2 Sturen van de relais van de spindel (Spindel relay control)

Indien de snelheid van de spindel handmatig bediend wordt of door gebruik te maken van een PWM signaal, dan is Mach3, via twee uitgangen, in staat de draairichting van de spindel te bepalen alsook het ogenblik waarop het draaien van de spindel dient te starten of te stoppen. Deze functies worden aangestuurd door respektievelijke G-codes M3, M4 en M5. De poorten en de pinnen voor deze twee uitgangen werden reeds vastgelegd op het tabblad van de uitgangssignalen (Output Signals).

Indien de spindel wordt aangestuurd door een Stap-/richtingssignaal dan heb je deze controles niet van doen. De G-codes M3, M4 en M5 zullen de gegenereerde pulstrein automatisch controleren.

Als men geen gebruik wil maken van deze functie dan dient deze functie uitgeschakeld te worden door een groen vinkje te plaatsen vóór "*Disable Spindle Relays*".

#### 5.3.6.3 Motorsturing (Motor Control)

Schakel de functie "*Use Motor Output*" in (groen vinkje plaatsen) indien men de motor sturen door middel van een Stap/Richtingssignaal (Step/Direction) wil sturen. Eens deze functie is ingeschakeld heeft men de keuze tussen "*PWM Control*" en "*Step/Dir Motor*".

#### PWM Control (Pulse whidt modulation)

Een PWM signal is een digitaal signaal, zijnde een vierkantgolf, waarbij het percentage van de tijd dat het signaal hoog is, specifiek is voor het percentage van de maximum snelheid met dewelke de motor zal draaien.

Voorbeeld: veronderstellen we een motor en een PWM driver met een maximum toerental van 3000 T/min (rpm) dan zal volgens figuur 4.12 de motor aan een snelheid van 600 T/min (rpm) draaien zijnde (3000 x 0.2 = 600). Op een gelijkaardige manier zal het signaal uit figuur 4.13 draaien met een snelheid van 1500 T/min (rpm).

Mach3 al dus moeten afwegen hoeveel verschillende pulsbreedtes het kan produceren tegenover hoe hoog de frequentie van de blokgolf kan zijn. Indien de frequentie bv. 5hz en Mach3 draait met een snelheid van 25.000 Hz kernel dan zijn er 5000 (25.000/5)verschillende uitgangssignalen voor de snelheid. Wanneer men de frequentie verhoogt van 5 naar 10Hz dan daalt het aantal verschillende snelheden naar 2500.

Een lage frequentie van de blokgolf daarentegen zal de tijd verhogen welke een motordriver nodig heeft om vast te stellen dat een andere snelheid werd gevraagd. Een frequentie tussen 5 en 10Hz geeft goede resultaten. . Het getal van die gekozen frequentie dient ingevuld te worden in het vakje "*PWMBase Freq*"

Veel motoren en drivers hebben een minimum snelheid. Uitgerekend omdat de koelventilator helemaal niet doeltreffend is vooral daar waar hoge koppels en elektrische stromen worden toegepast. Het percentage van de maximum snelheid waarop Mach3 zal stoppen een PWM signaal aan de uitgang te produceren, dient ingevuld te worden in het vakje "*Minimum PWM*%".

Men mag niet uit het oog verliezen dat de electronica van de drivers ook een minimum snelheid heeft en dat de configuratie van de riemschijf ( zie hoofdstuk x.x) u toelaat in Mach3 deze minimum snelheid in te stellen. Men dient de limieten van de riemschijf echter steeds iets hoger instellen dan de "*Minimum PWM*%" of hardware limieten. Indien niet zal dit wel de snelheid gevoelig doen dalen en/of een ernstige foutmelding geven, eerder dan gewoon te stoppen.

#### **Stappenmotor (Step and Direction motor)**

Dit kan een driver zijn met variabele snelheid welke gestuurd wordt door stappulsen ofwel kan dit ook een echte servomotor zijn. Men kan deze Mach3-configuratie van de riemschijf (zie hoofdstuk 5.5.6.1) om een minimumsnelheid te definiëren indien zulks nodig mocht blijken voor bepaalde motoren of voor de gebruikte elektronica.

#### 5.3.6.4 Sturing van de spindel d.m.v. een Modbus (Modbus Spindle Control)

In dit vak is het mogelijk om een analoge poort op een Modbus apparaat in te stellen (bv.een Homann ModIO) teneinde snelheid van de spindel te sturen. Voor meer detail hieromtrent verwijzen wij graag naar de specifieke handleiding van de gebruikte ModBus.

#### 5.3.6.5 Algemene Parameters (General Parameters)

Dit laat U toe om de vertraging in te stellen na het starten of het stoppen van de spindel,vooraleer Mach3 een volgende commando zal uitvoeren. Dit noemt men een "Dwell". Deze vertragingen kunnen gebruikt worden voor de tijd van de versnelling van het gereedschap nog voor er een eigenlijke bewerking is uitgevoerd, en zodoende een bescherming betekent voor de elektronica wanneer bv. de draairichting van de spindel plots wordt omgekeerd. De Dwell-tijden worden ingevoerd in seconden.

Wanneer het vakje "*Immediate relay off before delay*" wordt aangevinkt zal het relais van de spindel worden uitgeschakeld van zodra de code M5 is uitgevoerd. Wanneer niet aangevinkt zal het relais ingeschakeld blijven tot de vertragingstijd (*spin down delay*) is verlopen.

#### 5.3.6.6 Verhoudingen van Riemschijven(Pulley ratios)

Mach3 stuurt dus de motor van de spindel. Deze spindelsnelheden worden ingesteld door een letter S. Het Mach3 riemschijf systeem laat ons toe het verband in te stellen tussen 4 verschillende diameters van riemschijven of 4 verschillende snelheden bij gebruik van een tandwielkast. Wanneer de afregeling van de motor zal besproken worden in hoofdstuk 5.5.6.1 zal alles wel veel duidelijker worden.

#### 5.3.6.7 Speciale functie (Special Function)

*"Laser* mode": Dient steeds onaangevinkt te blijven uitgenomen voor de sturing van de voedingssnelheid van laser snijapparaat. Deze voedingssnelheid is immers bepalend voor de kracht van het laser-snijapparaat.

"Use Spindle feedback in sync mode": Zou moeten onaangevinkt blijven.

*" Closed Loop Spindle Control"*: indien aangevinkt zal software-matig getracht worden om de huidige spindelsnelheid waargenomen door de index of de tijdssensor van de riemschijf, aan te passen of gelijk te stellen met de snelheid welke gevraagd werd door het S-commando. Gezien bij Mach3Turn de spindelsnelheid schijnbaar niet belangrijk is, dient men dan ook van deze instelmogelijkheid geen gebruik te maken.

Indien men echter wel gebruik ervan wil maken zal men de variabelen P,I en D moeten plaatsen in de rang 0 tot 1. De variabele P controleert de winst van de loop en een hoge waarde zal de snelheid doen oscilleren en doen schommelen rond de gevraagde snelheid eerder dan de gevraagde snelheid uit te voeren. De variabele D zal een demping uitvoeren en aldus de oscillering stabiliseren door gebruik te maken van de afgeleide (rate of change)van de snelheid. De variabele I controleert het verschil tussen de huidige snelheid en de gevraagde snelheid en dit over een langere periode. Hierdoor wordt de betrouwbaarheid en de stabiliteit van de machine aanzienlijk verhoogd. U wordt bij de instelling van deze waarden geholpen door gebruik te maken van het dialoogvenster welke geopend wordt bij het kiezen van Operator>Calibrate Spindle.

*"Spindle Speed Averaging"*: Wanneer het vakje is aangevinkt, m.a.w. wanneer deze functie is ingeschakeld dan maakt Mach3 een gemiddelde van de tijd tussen index/timing pulsen over meerdere omwentelingen wanneer de huidige snelheid gewijzigd wordt. Deze functie zou wel eens nuttig kunnen zijn bij gebruik van een spindel met zeer lage inertie of een spindel waarvan de sturing neiging heeft tot korte veranderingen van de snelheid.

#### 5.3.7 Freesopties (Mill Options Tab)

Het laatste tabblad in de configuratie van de poorten en de pinnen is de "Mill Options". Zie figuur 5.9.

**"Z-Inhibit On" :** Vink het aan teneinde deze functie in te schakelen. "*Max Dept*" geeft de laagste waarde aan naar dewelke de as Z zal bewegen. Het vakje "*persistant*" onthoudt de status van de verschillende bewerkingen van Mach3. Deze status kan gewijzigd worden d.m.v. een knop op het scherm.

2 - Mikit Cri T 2 - Mikit Cri Mas Daph (2 Units T Pensitent	Companyation G41,042			
Digiturg T 4 Anin Point Clouds T Add Auto Latters to Coordinates	Laop Eantol			
THE Options Callow THE UP/DOWN Eavenal www.it.ection THE Made C G2811 NoTailed Marke	General Options Filomed true when no loose ov/thes			
		ne d	Const.	

**"Digitising" :** Wanneer "*the 4 Axis Point Clouds*" is aangevinkt dan is Mach3 in staat om de status te registreren van de A as alsook van de X,Y en Z as.Wanner het vakje "*Add Axis Lettres to Coordinate*" is aangevinkt wordt de opgeslagen data voorafgegaan met de respectievelijke letter van de as in de "point cloud" –file.

"THC Options": Deze keuzevakjes spreken voor zich.

"Compensation G41, G42" : Wanneer het vakje "Avanced Compensation Analysis" is angevinkt voert Mach3 een diepgaande, in de toekomst gerichte analyse uit ,zodat het risiko op gutsen van de frees tot een minimum wordt heleid, bij gebruik van de codes G41 en G42 ter compensatie van de diameter van het snijgereedschap, vooral bij complexe werkstukken. "Homed true when no Home switches": Wanneer dit vakje bij de "General Options" aangevinkt is dat zal het er op lijken dat het system voortdurend genuld is (vb. met groene leds). Deze werkwijze zal enkel dienen gebruikt te worden wanneer geen home-schakelaars werden gedefiniëerd in het tabblad "Ports en Pins" > Input Signals.

#### 5.3.8 Het testen (Testing)

De software is nu voldoende geconfigureerd om met de hardware, zeg maar machine, aan de slag te gaan en enkele kleine testen uit te voeren. Indien het geschikt zou zijn de inputs van manuele uitwendige schakelaars zoals homeschakelaars te verbinden dan is het ogenblik aangebroken om het nu te doen.

Start Mach3 en , kies voor MachMill en druk op OK.Bovenaan het scherm staat als laatste in de rij een knop "Diagnostic Alt-7". Klik daarop en er verschijnt een scherm met tal van leds welke het logische niveau van de in- en uitgangen weergeeft. Wees er zeker van dat het signaal van de uitwendige "Emergency Stop" niet aktief is (De rode Emergency led mag niet knipperen). In een lopende tekst naast de knop wordt ook aangegeven of de "Emergency mode Active" is. Druk daarna op de rode "Reset"-knop op het scherm en u zult bemerken dat de led zal ophouden te knipperen.

Indien U enige uitgangen verbonden heeft om de toevoer van koelvloeistof of de omwentelingen van de spindel te sturen, dan kan U de desbetreffende knoppen op het scherm gebruiken om dIe uitgangen aan en uit te schakelen. De machine zal onmiddellijk reageren maar men kan ook met een multimeter het niveau van de uitgangen meten.

Volgende bewerking is het testen van de home- of de limietschakelaars. U zult bemerken dat de daartoe bestemde leds geel kleuren wanneer het signaal van deze schakelaars actief wordt. Deze testen laten U toe om te zien of de parallelpoort op een correcte manier werd geadresseerd en dat de in- en uitgangen op een juiste manier verbonden zijn. Indien men over twee parallelpoorten beschikt, en alle testsignalen zijn verbonden met één enkele poort, dan kan men via een tijdelijke schakelaar overwegen waaraan één homeschakelaar en één limietschakelaar verbonden is, zodat ook de tweede poort op een goede werking kan worden getest. Vergeet bij het uitvoeren van dergelijke tests de "Apply" knop niet. Wanneer ook deze poort op een goede werking werd getest dan moet de initiale configuratie terug worden ingesteld.

Moesten er fouten optreden dan is het nodig dat men nu de fouten opzoekt en herstelt aangezien het later veel moeilijker zal zijn eens men begonnen is met de drivers van de assen te testen. Men dient dus met een multimeter of een logische probe of een digitale D25 adaptor voorzien van leds, nauwkeurig de status van de pinnen van de parallelpoort na te gaan. Men zal dus in de eerste plaats moeten nagaan of de in- en uitgangssignalen fout zijn waardoor Mach3 niet doet wat je verwacht en in de tweede plaats nagaan of de signalen via de D25 connector naar de machine worden getransfereerd. Dit laatste kan het gevolg zijn van een foute bekabeling of een verkeerde configuratie met de breakout-board. Indien geen oplossing kan worden gevonden is het aan te raden de hulp van een vriend in te roepen die met deze materie vertrouwd is.

#### 5.4 Bepalen van de setup-eenheden (defining the setup units)

Nu de basisfuncties werken wordt het tijd om de drivers van de assen te configureren. Eerst en vooral moet je beslissen of je de eigenschappen wil definiëren in Metric (mm) of in incheenheden. Er zal nog steeds de mogelijkheid bestaan om een deelprogramma in eender welke eenheden te draaien wat ook uw keuze initiale was. De wiskundige berekeningen voor de configuratie zal echter gemakkelijker zijn wanneer de gekozen eenheden overeenstemmen met de mechanische eigenschappen van bv. de kogelomloopspindel . (spoed van de spindel is in mm of in Engelse duim. Zo is een draadstang met een spoed van 0,2" (5 toeren per inch) gemakkelijker te configureren zijn in inch dan in millimeter. Zo zal het ook moeilijker zijn om een kogelomloopspindel met een spoed van 2mm te configureren in inches-eenheden. De vermenigvuldigingen en de delingen door 25,4 zijn zaken waarmede we niet echt vertrouwd zijn.

Er dient vermeld dat de configuratie uitgevoerd in de eenheden waarmede men gewoonlijk werkt, een licht voordeel biedt. Dit brengt met zich mee dat de DRO-diplay kan geblokkeerd worden in het systeem onafhankelijk van de eenheden gebruikt door

het deelprogramma. Men kan tussen eenheden wisselen met de Gcodes G20 en G21.

U hebt bijgevolg de keuze. De te volgen weg is de volgende. Kies bovenaan voor "Config" en daarna voor "Select Native Units >Set Default Units for Setup". Eerst verschijnt er een venster welke er u aan herinnert dat de eenheden niet mogen gebruikt worden om bv. Metrische G-codes te wijzigen in Inch G-codes en omgekeerd. Deze



mogen enkel gebruikt worden voor het afstellen van de motor. Wanneer we dit venster verlaten verschijnt er een ander venster en hierin maken we de keuze tussen eenheden in MM's of Inches. (zie figuur 5.10). Eens de keuze gemaakt mag men niet meer van eenheden veranderen zonder alle volgende stappen te doorlopen, zo niet wordt de ganse zaak één grote chaos.

#### 5.5 Afstellen van de motoren (Tuning motors)

Na al deze details wordt het stilaan tijd om dingen te laten bewegen in de letterlijke zin van het woord. In dit hoofdstuk zal de "setup" van de drivers van de verschillende assen en de spindeldriver worden behandeld, op voorwaarde dat we de snelheid hiervan laten controleren door Mach3.

De algemene strategie voor elke as is de volgende:

a: Berekenen hoeveel stappulsen er moeten gestuurd worden teneinde voor elke eenheid (mm of inch) een beweging van de tafel of het gereedschap teweeg te brengen.

b:De maximum snelheid van de motor tot stand brengen.

c:De gewenste versnelling of vertraging instellen.

We raden u aan om as per as af te werken. Het zou echter kunnen dat men de motor wil testen zonder dat de motor op de machine is gemonteerd. Hiertoe zet je de elektronica van de driver op spanning en controleer zeer grondig de bedrading tussen de driver en het breakout-board van de PC. Hier krijgen we immers te maken met twee soorten spanningen, deze van de voeding van de driver en deze van de signalen van de PC. Om die reden is het dus noodzakelijk om dubbel waakzaam te zijn, eerder dan de ganse zaak in rook te zien opgaan.

#### 5.5.1 Berekening van de stappen per eenheid (Calculating the steps per unit)

Mach3 is in staat een testbeweging van de as te maken en hierbij de nodige stappen per eenheid te berekenen maar dit laten we liever best voor de latere fijnafregeling. De algemene theorie hieromtrent is de volgende:

Het aantal stappen welke Mach3 moet sturen om een verplaatsing van één eenheid te maken hangt af van 1) de mechanische eigenschappen van de aandrijfspil zoals de spoed van de kogelomloopspindel en de eventuele mechanische versnelling – of vertragingseenheid (Tandriem, Tandwielkast enz.). Deze hangt ook af van 2) de eigenschappen van de stappenmotor zelf, of de encoder op de servomotor en 3) de al of niet mogelijkheid voor het uitvoeren van microstepping.

We zullen bovenvermelde drie punten bekijken en trachten met al deze drie punten rekening te houden.

#### 5.5.1.1 Berekening van de mechanische driver (calculating mechanical drive)

We zullen het aantal omwentelingen berekenen van de as van de motor (*motor revs per unit*) teneinde één as X, Y of Z met één eenheid te verplaatsen .Deze verplaatsing zal hoogstwaarschijnlijk groter zijn bij het gebruik van inches en kleiner zij bij het gebruik van millimeters. Gezien de meeste berekeningen gebeuren met de rekenmachine maakt het dus niet uit welke berekening het gemakkelijks is. Dit is een zorg voor de rekenmachine zelf. Voor een *schroefstang en moer* hebben we de ruwe spoed nodig en het aantal gangen (starts). Bij Inch schroefstangen worden gekenmerkt door het aantal gangen per inch (traeds per inch; tpi). De spoed is 1/tpi. Voor een 8 tpi schroefstang met enkele gang betekent zulks 1/8 = 0.125".

Indien de schroefstang meerdere gangen heeft dient men de ruwe spoed te vermenigvuldigen met het aantal gangen teneinde de effectieve spoed te bekomen. De *effectieve spoed* (*effective screw pitch*)van de schroefstang is dus de afstand dat de as aflegt bij één enkele omwenteling van de schroefstang (revs).

Nu kan men het aantal omwentelingen van de schroef gaan berekenen.(*srew revs per unit* ) Screw revs per unit = 1/effective screw pitch

Indien de motor rechtsreeks met de aandrijfspindel verbonden is dan is dit het aantal omwentelingen van de as van de motor.Indien de motor gekoppeld is met de aandrijfspindel via een ketting en kettingwiel, een riem of reductiekast dan krijgen we in het geval een tandwiel op de motoras is bevestigd met Nm tanden en een tandwiel bevestigd op de aandrijfspindel met Ns tanden, dan geldt:

#### Motor revs per unit =Screw revs per unit \*Ns/Nm

Nemen we bv. onze 8 tpi schroefstang van hierboven verbonden met de motor via een tandriem en een tandwiel met 48 tanden op de as van de spindel en een tandwiel van 16 tanden op de as van de motor, dan zal de spoed van de motor gelijk zijn aan 8 x 48 /16 = 24. Nemen we nu eens een metrisch voorbeeld: Een schroefstang met twee gangen heeft en spoed van 5 mm zijnde de gemeten afstand tussen twee opeenvolgende gangen . Dit komt neer op een effectieve spoed van 2 x 5 = 10 mm. Nemen we aan dat deze spindel verbonden is met de motor met een tandwiel van 24 tanden op de as van de motor en een tandwiel met 48 tanden op de spindel. Zo krijgen we:

srew revs per unit =0.1 en de motor revs per unit= 0.1x48/24=0.2

Voor een "**rack and pinion**", een tandriem of een tandwiel met ketting zijn de berekeningen gelijkaardig.

Bepaal de spoed van een tandriem door de afstand te meten tussen het begin van twee opeenvolgende tanden, of de afstand tussen twee opeenvolgende schakels van een ketting. Meestal is de spoed van metrische tandriemen of kettingen 5 of 8 mm. Bij Engelse maten is de spoed bij tandriemen en kettingen meestal 0.375" (3/8"). Bij een tandlat dient men de spoed tussen twee tanden te meten. Zulks doet men best door de afstand te meten tussen 50 of zelfs 100 opeenvolgende tanden. Gelieve er achter nota van te nemen dat de gemeten lengte geen rationeel getal zal zijn gezien de spoed van tandwielen van diametrale aard is en de gemeten lengte dus steeds een constante zal bevatten gelijk aan "pi" (pi=3.14152....). Voor alle drivers zullen we dit *"tooth pitch"* noemen.

Indien het aantal tanden op het tandwiel of kettingwiel op de eerste as welke een tandlat, tandriem of met Ns tanden dan is: *shaft revs per unit* = 1/(tooth pitch x Ns)

Nemen we het voorbeeld van een 3/8" ketting met een kettingwiel met 13 tanden geplaatst op de as van de motor dan is: *motor revs per unit* = $1/(0.375 \times 13) = 0.2051282$ . Dit is tamelijk hoog, ook wel eens "*High geared*" genoemd. Er zal dus in dit geval een bijkomende reductie nodig zijn wil men het gewenste koppel te kunnen leveren. In dat geval dient men de "motor revs per unit" te vermenigvuldigen met de vertraginsverhouding van de tandwielenkast. Dit betekent dat *motor revs per unit* = *shaft revs per unit* x (*Ns*/*Nm*)

Bv:Een vertragingskast met verhouding 10:1 geeft dus 2.051282 revs per inch. Voor "**roterende assen**" zoal draaiende tafels of verdeelkoppen wordt de eenheid uitgedrukt Die verhouding (ratio) is nogal dikwijls 90:1. Zo krijgen we met een direct gekoppelde motor op de worm een hoekverdraaiing van 4° per omwenteling van de motor. De "*motor revs per unit*" zijn dus 0.25. Een vertraging van 2:1 tussen worm en motor zou 0.5 revs per unit geven.

### 5.5.1.2 Berekening van de stappen van de motor per omwenteling.(Calculating motorsteps per revolution)

De basisresolutie van alle moderne stappenmotoren is 200 stappen per omwenteling ofwel 1.8° per stap. (360°/200 =1.8°).Sommige oude stappenmotoren hebben 180 stappen per omwenteling. Het is echter hoogst onwaarschijnlijk dat u nog dergelijke stappenmotoren zult ontmoeten. De resolutie van een encoder echter is gewoonlijk aangegeven in CPR (cycles per revolution). Gezien de output van de encoders bestaat uit twee quadrature signalen , zal de effectieve resolutie **vier maal** deze waarde zijn. Men mag verwachten dat een CPR van ongeveer 125 tot 2000 overeenkomt met 500 tot 8000 stappen per omwenteling.

### 5.5.1.3 Berekening van de stappen van Mach3 per omwenteling van de motor.(Calculating Mach3 steps per motor revolution)

We raden u ten zeerste aan micro-stepping te gebruiken bij de drivers .Indien men de motor aanstuurt met een volle stap of een halve stap, dan zalmen vooreerst veel zwaardere motoren dienen te gebruiken, waardoor er resonanties ontstaan en het vermogen van de machine bij bepaalde snelheden drastisch naar beneden wordt gedrukt.

Sommige microstep drivers hebben een vast getal voor de microstepping terwijl andere op verschillende waarden van microstepping kunnen ingesteld woden.Wanneer het getal 10 wordt aangegeven bij een bepaalde stappendriver dan betekent zulks dat Mach3 2000 (200 x 10) stappen moet sturen naar de driver van de as.

Sommige servodrivers vereisen één puls per quadrature telling. Dus bij een encoder met CPR gelijk aan 300 geeft dat 1200 stappen per omwenteling. Nog andere drivers kunnen via electronische weg het aantal ingangsstappen vermenigvuldigen en daarenboven het bekomen resultaat nogmals delen door een bepaald getal . Het vermenigvuldigen kan soms zeer nuttig

zijn bij Mach3 gezien de snelheid van kleine servomotoren en encoders met hoge resolutie beperkt kunnen worden door de maximum pulsfrequentie welke Mach3 kan generen.

#### 5.5.1.4 Mach3 stappen per eenheid (Mach3 steps per unit)

Nu kunnen we eindelijk de Mach3 stappen per eenheid berekenen: *Mach3 steps per unit = Mach3 steps per rev x motor revs per unit* We kiezen bovenaan in het scherm voor Config>Motor Tuning. We krijgen dan een

dialoogvenster zoals in fig.5.11 afgebeeld. Klik op de knop van een as teneinde aan te duiden welke as men wilt configureren. Vul de pas berekende waarde in van de "*Mach3 stepper unit*" in het vakje onderaan links in het venster waar aangegeven staat "Steps per". De ingevulde waarde hoeft helemaal geen geheel getal te zijn. Men kan dus eender welke nauwkeurigheid bereiken.. Om te vermijden dat ingevoerde data verloren gaan klik op "



Save Axis Settings now" (rechts onderaan in het dialoogvenster)

#### 5.5.2 Instellingen voor de maximum motorsnelheid. (Setting the max. motor speed)

Nog steeds kiezen we voor het dialoogvenster Config> Motor Tuning.(fig. 5.11). Wanneer men de schuifknop beweegt Er verschijnt een grafiek zien van de snelheid (velocity) ten opzichte van de tijd van een korte maar fictieve beweging uitgedrukt in seconden. Deze grafiek kan gewijzigd worden door de verplaatsen van de schuifknoppen. Deze grafiek bevat een schuin opgaand gedeelte, zijnde de versnelling van de motor, daarna komt een horizontaal gedeelte zijnde de snelheid waarmede de motor zal draaien en ten slotte een schuin neergaand gedeelte wat de vertraging van de motor weergeeft. Verschuif nu eens de "velocity-knop" naar maximum (helemaal bovenaan). Gebruik de versnellings-schuifknop (horizontale schuifknop "Accel") om de versnelling en de vertraging te regelen. De graad van de vertraging als van de versnelling zijn gelijk aan elkaar. De grafiek is dus in feite een symmetrische trapezium, waarbij de linker opgaande zijde (versnelling) het spiegelbeeld is van de rechter neergaande zijde (vertraging).

De snelheid (velocity) wordt afgebeeld in eenheden (units) per minuut. De versnelling (Accel) wordt afgebeeld in eenheden (units) per seconde<sup>2</sup>. In het midden onderaan in het dialoogvenster is een vakje waar de waarde van de versnelling wordt weergegeven wordt in Gs. Deze waarde geeft u een subjectieve indruk van de krachten welke op een massieve tafel van de machine of het werkstuk uitgeoefend worden.

De maximum snelheid welke kan worden afgebeeld zal begrensd zijn door de maximum frequentie van de pulstrein welke Mach3 kan produceren. Veronderstel dat men deze frequentie destijds heeft geconfigureerd op 25.000 Hz en 2000 stappen per eenheid, dan is de maximum afgebeelde snelheid 750 eenheden (mm of inches) per minuut.

Deze maximum snelheid is niet noodzakelijk de veilige snelheid voor uw motor, aandrijfmechanisme of machine. Het is enkel een verschaling van het lopende programma Mach3.Teneinde de juiste maximum snelheid te kennen, kan men hiertoe de nodige berekeningen maken of enkele praktische testen uitvoeren. Men doet er dus in feite best aan de ganse zaak eens uit te proberen.

#### 5.5.2.1 Praktische testen inzake de motorsnelheid (Practical trials of motor speed)

Na de instelling van de stappen per eenheid (steps per unit)voor de assen dient u deze instelling op te slaan door op de knop "save axis settings" te drukken. Klik in het eerste scherm van Mach3 op de resetknop zodat het knipperen van de led stopt.

Ga terug naar Config>Motor Tuning en kies de as waarvoor u de instellingen wil invoeren. (X,Y,Z....) Stel met de schuifknop de snelheid in op ongeveer 20% van de maximum snelheid. Druk op de "Up" toets van het toetsenbord. De as zou moeten bewegen in de positieve richting (Plus Direction). Indien de verplaatsing te snel is kies een lagere snelheid.Indien de verplaatsing in schokken gebeurt dan dient u een hogere snelheid te nemen. Het drukken op de "Down" toets van het toetsenbord doet de as in de andere richting bewegen (Minus Direction).

Indien de richting van de beweging verkeerd is ga je als volgt te werk. Sla de instellingen van die as op (Save Axis Settings) en a) verandert u de Low Active instelling van de pin voor de richting (Dir Pin) van de as in de tabbladen Config/Ports en Pins>Output Pins en pas deze wijzigingen toe door op de "Apply"-knop te drukken, ofwel b) ofwel vinkt U in het Config>Motor Reversalset tabblad, het vakje van de desbetreffende as voor dewelke U deze wijziging wil doorvoeren. Man kan natuurlijk ook de motor ontkoppelen en één paar draden van de motor omwisselen.

Indien een stappenmotor begint te zoemen of te gieren, betekent zulks dat de motor niet op de juiste manier aan de drivers werd gekoppeld ofwel dat u de motor wil doen draaien aan een veel te hoge snelheid. De op de motoren gekleefde labels geven hieromtrent nogal misleidende informatie. Dit is veelal het geval vooral bij motoren met acht draden. Man zal in dat geval moeten rekening houden met de gegevens vermeld in de technische handleiding van de drivers.

Indien een servomotor loopt aan volle snelheid of trilt en er wordt op de driver een foutmelding gegeven, dienen de ankerverbindingen (of encoder) omgewisseld te worden. Voor meer details dient u de handleiding door te nemen. Indien de problemen echt niet opgelost geraken, raden wij u aan meer recentere motoren en/of drivers te kopen, waarbij er een veel grotere technische ondersteuning beschikbaar is.

De meeste drivers zullen goed werken met een minimum pulsbreedte van 1 microseconde. Indien U problemen mocht hebben bij de uitvoering van de praktische testen inzake beweging van de assen, zoals bv.het te lawaaierig draaien van de motor. Kijk eerst na of de stappulsen niet werden geïnverteerd (dit is bv.het geval wanneer de instelling van de "Low active "voor de stappen op het tabblad "Ports and Pins" verkeerd werd ingesteld. (Zie fig.5.4). U zou ook kunnen opteren voor het verhogen van de pulsbreedte naar bv. 5 microseconden. De Stap- en Richtingsinterface is zeer eenvoudig maar wanneer die verkeerd is geconfigureerd stopt hij met werken en het kan zeer moeilijk zijn om een fout op te sporen indien men niet systematisch tewerk gaat. Het is ook geraadzaam de pulsen te bekijken met een oscilloscoop.

### 5.5.2.2 Berekening van de maximum snelheid van een motor.(Motor Maximum speed calculations)

Indien men echt de maximum snelheid van een motor wil berekenen lees dan aandachtig dit hoofdstuk.

De maximum verplaatsingssnelheid van een as is van veel factoren afhankelijk, zoals: -Maximum toegelaten snelheid van de motor (misschien 4000 rpm voor een servomotor of bv.1000 rpm voor een stappenmotor.)

-Maximum toegelaten snelheid van de kogelomloopspindel. Deze wordt bepaald door de lengte, de diameter en hoe de uiteinden zijn gemonteerd)

-Maximum snelheid van een tandriemaandrijving of van een tandwielenkast.

-De maximum snelheid welke een elektronische driver kan verwerken zonder dat er foutmeldingen optreden.

-Maximum snelheid van de slede van de machine waarbij nog een goede smering mogelijk is. De twee eerstgenoemde factoren zijn deze die u het meest zullen aanbelagen. U zal de technische gegevens van de fabrikant dienen door te nemen, de toegelaten snelheden van de kogelomloopspindel en van de motor moeten berekenen en deze te vertalen naar eenheden per seconde van de asbeweging. Vul daarna de berekende maximum waarde in het vakje "Velocity" (fig.5.11) van de as in kwestie.

Voor al dergelijke problemen is het forum op de internetsite Mach1/Mach2 Yahoo de "place 2 be". Daar kan men met andere gebruikers van Mach3 al dergelijke problemen bespreken en kan men er aldus enorme ervaring opdoen.

### 5.5.2.3 Automatische instelling van de stappen per eenheid (automatic setting of Steps per Unit)

Misschien is het onmogelijk de overbrenging van de as te meten, of kent men de juiste spoed van de schroefspindel niet. Indien men echter de verplaatsing van een as zeer nauwkeurig kan meten d.m.v. klokmicrometer en of eikblokjes, dan is Mach3 in staat om zelf de stappen per eenheid (steps per unit) te berekenen welke je bij de instellingen moet gebruiken.



We kiezen voor het scherm "Settings" Hiertoe klikken we op de knop bovenaan op het scherm "Settings Alt6". Het scherm van de instellingen verschijnt. Een deel van dit scherm wordt afgebeeld in fig.5.12.Druk op de rode Resetknop zodat de groene led er boven stopt met knipperen. Daarna drukt U op de knop daarboven "Set Steps per Unit" en onmiddellijk daarna verschijnt een klein dialoogvenster. Hierin wordt U gevraagd de in te instellen as op te geven. Vink de in te stellen as aan en druk op OK en onmiddellijk verschijnt een ander dialoogvenster waarin U wordt gevraagd welke

verplaatsing U met deze as wilt maken. Wees hierbij erg voorzichtig en hou de resetknop vast zodat U onmiddellijk de machine kunt stilleggen voor het geval moest blijken dat de machine buiten zijn limieten zou treden, omdat het ingevulde getal voor de gewenste verplaatsing te groot was. Na het indrukken van "OK" zal Mach3 onmiddellijk de gevraagde verplaatsing uitvoeren. Na het uitvoeren van de gewenste verplaatsing verschijnt er een ander dialoogvenster waarin wordt gevraagd de exacte, door U gemeten, verplaatsing van de as in te voeren. Voer de waarde van deze gemeten verplaatsing in en druk op "OK".Deze ingegeven waarde wordt door Mach3 gebruikt om de Stappen per eenheid (Steps per Unit) te berekenen. In een volgend venster verschijnt de juiste waarde van het aantal stappen per unit waarmede deze as door Mach3 zal worden ingesteld. Naast de stappen per eenheid wordt ook de juiste waarde van de snelheid en van de versnelling weergegeven. Indien U zich akkoord verklaart met deze instelling van de desbetreffende as, dan verschijnt de laatste melding waarin U wordt medegedeeld dat Mach3 deze as met de berekende waarden heeft ingesteld.

#### 5.5.3 Depalen van de versnelling (Deciding on acceleration)

#### 5.5.3.1 Inertie en krachten. (Inertia and forces)

Geen enkele motor is in staat de snelheid van een mechanisme ogenblikkelijk te wijzigen. Er is een koppel nodig teneinde een hoekmoment te geven aan de draaiende onderdelen van het mechanisme( inbegrepen de motor zelf) . samen met het door het mechanisme geconverteerde koppel naar kracht (kogelomloopspindel en moer) moeten ze de machineonderdelen en het gereedschap of het werkstuk versnellen teneinde.

Mach3 zal de motor versnellen ( of vertragen) tot een bepaalde waarde. Dit is het horizontale gedeelte van de grafiek in fig. 5.11.Indien de motor meer koppel kan leveren dan nodig voor het snijgereedschap, dan zal alles in orde zijn met de optredende wrijvings- en inertiekrachten bij een bepaalde versnelling. Indien echter het geleverde koppel onvoldoende is dan zal bij

gebruik van een stappenmotor, de machine gewoon stoppen of bij gebruik van een servo zal de fout inzake de positie vergroten. Wanneer de sevo-fout te groot wordt zal de driver een foutmelding geven. Indien dat niet het geval mocht zijn dan zal de nauwkeurigheid van de uitgevoerde bewerking flink dalen. Dit probleem zullen we verder uitvoerig bespreken.

### 5.5.3.2 Het testen van verschillende versnellingswaarden (Testing different acceleration values)

Tracht uw machine te starten en te stoppen met verschillende instellingen inzake versnelling. Maak hiertoe gebruik van de schuifknop "Accel" in de tuning-dialoog van de motor uit figuur 5.11.Bij een kleine versnelling (lichte helling op het eerste gedeelte van de grafiek) zal men het stijgen en dalen (laatste gedeelte van de grafiek) van de snelheid duidelijk horen bij het verplaatsen van de schuifknop.

### 5.5.3.3 Waarom een grote servofout niet gewenst is.(Why you want to avoid a big servo error)

De meeste bewegingen uit een deelprogramma worden samen met twee of meer asbewegingen gecoördineerd. Dus een beweging van X=0, Y=0 naar X=2, Y=1, zal Mach3 in dit geval de X-as twee maal zo snel laten bewegen als de Y-as., De X-as moet immers in dezelfde tijd twee maal (van 0 naar 2)zo ver bewegen als de Y-as (van 0 naar 1). Mach3 coördineert niet alleen deze bewegingen aan een constante snelheid, maar zorgt er tevens voor dat de relatie bij een gewenste snelheid ook toegepast wordt tijdens de versnelling en/of de vertraging. De snelheid van de traagste as is bepalend voor elke versnelling of vertraging van alle asbewegingen.

Indien men kiest voor een te hoge versnelling van een bepaalde as, dan zal Mach3 oordelen dat het die waarde van de versnelling kan gebruiken, maar aangezien in de praktijk zal het zo zijn dat de as achterna huppelt. Deze achterblijvende as zal een te grote servo-fout veroorzaken en een slechte werking van de machine en het snijgereedschap met zich meebrengen.

#### 5.5.3.4 Het kiezen van de waarde van de versnelling (Choosing an acceleration value)

Wanneer de massa's van alle machineonderdelen, de inertiemomenten van de motor en de aandrijfspindels, de wrijvingskrachten en het beschikbare koppel van de motor gekend zijn is het heel goed mogelijk om te berekenen welke versnelling kan bereikt worden bij een gegeven fout. De technische gegevens in de catalogus van de producent bevatten dikwijls voorbeelden van dergelijke berekeningen.

Indien men echt niet opteert voor de hoogst mogelijke prestaties van de machine, raden wij u aan de waarden van die versnelling zo in te stellen, dat versnellingen en vertragingen lekker lopen. Dit mag dan wel een niet hoogstaande technische uitleg zijn, maar uit ondervinding weten we dat er zodoende goede resultaten worden bereikt.

### 5.5.4 Opslaan van de instellingen der assen en het testen van die assen.(Saving and testing axis)

Vergeet vooral niet de instellingen van de assen op te slaan vooraleer verder te gaan. Hiertoe dient men in het dialoogvenser van de de motortuning (fig.5.11) te klikken op de knop "*Save Axis Settings*".

Nu dient u uw berekeningsresultaten te testen door ze in te voeren in een MDI (Manuele Digitale Input)om een welbepaalde beweging voor een G0-code te maken. Als eerste ruwe test kan men gebruik maken van een stalen liniaal. Voor meer nauwkeuriger test kan gebruik worden gemaakt van een analoge of digitale meetklok (DTI: Digital test Indicator/Clock).

Strikt genomen dient deze meetklok in een aparte houder worden bevestigd . Bij een conventionele freesmachine kan men hiervoor gebruik maken van het chassis van de machine gezien de spindel in het X-Y vlak, niet relatief beweegt t.o.v. dit chassis.

Veronderstel dat men de X-as wil testen en men beschikt over een meetblokje van 4". Ga naar het "MDI-scherm" (manuele data input) door te drukken op de tweede knop van links op het run-scherm, zijnde de knop "MDI Alt2". En kies voor Inch eenheden (G20) en absolute coördinaten (G90). Zet de klamp op de freestafel en beweeg de as (Joggen) tot de DTI-Probe (Digital Touch Input)wordt geraakt. Vergeet nadien niet een beweging uit te voeren in de X-

(Minus) richting . Zet vervolgens de DTI-probe op nul. Dit alles is afgebeeld in fig.5.13.

Gebruik nu het MDI scherm van Mach3 en klik op de G92X0 knop teneinde een offset te maken en zet daarna de Xas DRO op nul.

Beweeg de freestafel naar X=4.5 door gebruik te maken van de Gcode G0X4.5.Herinner U dat het gebruikte meetblokje 4" was. De opening zal derhalve een halve inch moeten zijn. Indien dat niet



Figure 6.13 - Establishing a zero position

het geval is dan is er iets ernstigs mis met uw berekeningen van de stappen per eenheid. Kijk dit na en verbeter indien nodig.

Plaats het meetblokje en beweeg de as naar X=4.0 door gebruik te maken van de Gcode G0X4. Deze beweging gebeurt in de X-minus richting. Op die manier wordt het de speling (backlash) van het system teniet gedaan. De maat die men nu op de DTI kan aflezen is uw positiefout (position error). Deze fout mag hoogstens gelijk of kleiner zijn dan 0,001 inch ("thou"). (*oude Angelsaksische lengtemaat, die gelijk staat met 0,001 inch*). Figuur 5.14 geeft



Figure 5.14 - Gage blook in position

u een duidelijk beeld van de manier waarop het meetblokje wordt geplaatst.

Verwijder het meetblokje en beweeg de as b.m.v een Gcode G0X0 en kijk of de as wel degelijk op nul staat. Herhaal deze 4"-test meerdere malen om na te gaan of de

as telkenmale op de identieke plaats nul terecht komt. Indien er veel verschillen optreden dan is er duidelijk iets mis met het mechanische gedeelte van de machine. Indien er aanhoudende foutmeldingen voorkomen dan dient de waarde voor de stappen per eenheid nauwkeuriger worden ingesteld teneinde de maximum nauwkeurigheid van de machine te bekomen. Vervolgens zou men moeten nagaan of er bij de betrokken as geen stappen verloren gaan bij herhaalde bewegingen op snelheid. Verwijder vervolgens het meetblokje.

Gebruik de editor om het volgende programma in te geven.

F1000	(betekent sneller als mogelijk maar Mach3 zal de snelheid limiteren)
G20 G90	(Inch eenheden en absolute coördinaten)
M98 P1234 L50	( draai de subroutine 50 keer)
M30	(Stop)
O1234	
G1 X4	
G1 X0	(Maak een beweging aan voedingssnelheid en beweeg terug)
M99	(keer terug naar begin)
Ga naar het "Prog	gram Run Alt-R" scherm en druk op de groene knop "Cycle Start Alt-R"
links in het scher	m. Controleer of de bewegingen soepel verlopen.
Wanneer dit prog	ramma gedaan is dan moet de DTI-tastprobe natuurlijk terug 0 aanduiden.

Indien er problemen optreden dan dient de maximum snelheid inzake de versnelling van de as fijner worden afgesteld.

#### 5.5.5 Herhaal de configuratie voor de andere assen (Repeat configuration of other axes)

Met de ervaring en het vertrouwen dat men heeft opgedaan bij de uitvoering van vorige paragrafen, zal men in staat zijn om ook de andere assen snel af te regelen.

#### 5.5.6 De instelling van de Motor spindel (Spindle motor setup)

Indien de snelheid van de motorspindel vast is of zijn snelheid wordt handmatig bediend dan kan men dit hoofdstuk overslaan. Indien de snelheid van deze motor door Mach3 aan en uit geschakeld wordt in beide richtingen, dan zal deze ingesteld worden met relaisuitgangen. Indien Mach3 echter de snelheid van de spindel stuurt d.m.v. een servodriver welke gebruikt maakt van stap- en richtingspulsen, of gestuurd wordt door een PWM (Puls With Modulation) motorcontroller dan zal in dit hoofdstuk worden uitgelegd hoe alles in zijn werk gaat en hoe men het systeem moet configureren.

### 5.5.6.1 Motorsnelheid, spindelsnelheid en riemschijven (Motor speed, spindle speed and pulleys)

Zowel stap- en richtingspulsen als PWM laten U toe om de snelheid van de motor te regelen. U als bediener van de machine, zowel als het draaiende deelprogramma (S-woord) zijn bekommerd om de snelheid van de spindel. De snelheid van de motor en van de spindel zijn natuurlijk met elkaar gerelateerd door de riemschijven of de overbrengingen waarmede ze met elkaar verbonden zijn. We zullen in deze bandleiding het woord "Pulley" gebruiken voor beide soorten van overbrengingen.

Indien er geen regeling van de motorsnelheid is, kies dan een riemschijf welke een hoog toerental produceert van de spindel zoals bv. 10.000 rpm. Dan zullen er geen klachten komen

vanwege Mach3 welke een programma moet draaien met een S-woord welke bv. een snelheid van 6.000 rpm vergt.

Het is de plicht van de bediener van de machine die Mach3 duidelijk moet maken voor welke overbrengingsverhouding hij gekozen heeft. Deze informatie gebeurt in twee fasen. Zie fig. 5.15.



Wanneer het systeem is geconfigureerd, d.w.z. datgene waarmee men momenteel bezig is, definieert men tot vier beschikbare riemschijfcombinaties. Deze worden bepaald door de diameters van de verschillende schijven of de bij een tandwielkast door de verhouding tussen de tandwielen onderling. Wanneer een deelprogramma wordt gedraaid dan definieert de bediener van de machine welke"Pulley" in gebruik is (1 to 4).

De "pulley" verhoudingen worden ingesteld in het dialoogvenster Config>Portsen Pins>Spindle Setup . Zie figuur 5.6. In dat venster worden de vier "pulleys" gedefinieerd samen met de "puley" welke momenteel in gebruik is (default). De ingevulde maxima waarden van de snelheid zijn deze waarmede de spindel zal draaien wanneer de motor op maximum snelheid draait.De maximum snelheid wordt bereikt bij 100% pulsbreedte in PWM-mode (Pulse With Modulation) en bij de ingestelde "Velocity"-waarde op het dialoogvenster Config>motor tuning>"Spindel Axis" voor Stap en Richting. (Step and Direction).

Hier een voorbeeld. Veronderstel een toestand waarbij waarbij we "Pulley 1" een vertragingverhouding heeft van 5 op 1 vanaf de motor naar de spindel toe en een maximum snelheid van de motor van 3600 rpm. De maximum snelheid op het dialoogvenster Config>Logic zal ingesteld worden op 720 (3600:4). "Pulley 4"heeft bv. een versnellingsverhouding van 4:1. Met diezelfde motorsnelheid als daarnet, zal de maximumsnelheid ingesteld worden op 14.400 rpm (3600 x 4). De andere "Pulleys" 2 en 3 zullen tussenliggende verhoudingen hebben. Het is absoluut niet nodig dat deze pulleys

gedefinieerd worden per opgaande snelheid, maar de nummers zouden toch op een logische wijze in verband moeten staan met de controllers van de machine zelf.

De waarden van de minimum snelheid worden op dezelfde manier toegepast voor alle "Pulleys" en zijn uitgedrukt in een percentage van de maximum snelheid. Deze percentage is natuurlijk ook de minimum percentage PWM signaal verouding.Indien een nog lagere snelheid gewenst ( door een S-woord enz.)wordt dan deze, dan zal Mach3 vragen om de pulley-verhouding te wijzigen zodanig dat een lagere waarde van de snelheid kan bereikt worden . nemen we volgende voorbeeld. Met een maximum snelheid van 10.000 rpm op pulley4 en een minimum percentage van 5% dan wordt bij gebruik van S499 door Mach3 een andere "pulley" gevraagd. Deze eigenschap is er om te vermijden dat een motor zou draaien aan een snelheid beneden zijn toegelaten minimumwaarde.

Mach3 gebruikt de gegevens inzake de verhoudingen als volgt:

-Wanneer een deelprogramma een S-woord uitvoert of een waarde voor de snelheid werd ingevoerd in een DRO, dan zal die waarde vergeleken worden met de maximumsnelheid van de momenteel gekozen "Pulley".

-Anderzijds wordt het percentage van de maximumsnelheid voor de gevraagde "pulley" gebruikt om de PWM breedte in te stellen of er worden stappulsen gegenereerd om het percentage te bereiken van de maximum motorsnelheid dat was ingevuld in het tabblad van de "Motor tuning" voor de "Spindel Axis".

Nemen we het volgende voorbeeld . Veronderstellen we een maximum spindelsnelheid voor "Pulley 1" van 1000 rpm. S1100 zou een fout betekenen. S600 zou een pulsbreedte geven van 60%. Indien de maximum Stap- en Richtingssnelheid 3600 rpm is dan zou de motor "gestapt" (stepped) worden aan 2160 rpm zijnde 3600x0.6.

#### 5.5.6.2 PWM controle van de spindel (Pulse width modulated spindle controller)

Teneinde de spindelmotor te configureren voor PWM sturing, zorg er voor dat de Spindelas ingeschakeld is, dwz dat je op het tabblad van de "spindel setup" van "ports and pins" in het vak "Motor Control" het vakje voor "use Spindle Motor output" aan en het vakje daaronder voor" PWM Control" dient eveneens aangevinkt te worden. Vergeet deze instellingen niet toe te passen door op de knop "toepassen" rechts onderaan het tabblad te klikken.

Ga naar het tabblad "Output Signals" (zie fig. 5.6) en bepaal een uitgangspin voor de "Spindle Step". Deze pin zal moeten verbonden worden met de elektronica van de PWM motorsturing. Het is niet nodig om een uitgangspin te bepalen voor de draairichting vaan de spindel (Spindle Direction), zet daarom deze pin op 0. Vergeet terug niet deze instellingen toe te passen zoals beschreven in de voorgaande alinea.

Bepaal de uitwendige activatiesignalen bij "Ports and Pins" en configureer de uitgangssignalen teneinde de PWM-controller in of uit te schakelen en/of, indien noodzakelijk, de draairichting in te stellen.

Ga naar het tabblad van de "Spindle Setup" via de volgende weg "Config>Ports and Pins> Spindle Setup" en kies in dit tabblad het kader van de "Motor Control". Onderaan in dit kader staat "PWMBase Freq".De waarde welke in dat vakje staat is een maat voor de frequentie van de pulstrein waarvan de pulbreedte gemoduleerd is. Dit is het signaal welke verschijnt op de pin van de "Spindle Step". Hoe hoger de gekozen frequentie hoe sneller de motorcontroller kan reageren op snelheidsveranderingen, maar hoe lager de "resolutie" van de snelheid wordt. Het getal van de verschillende snelheden. Dit getal wordt bekomen uit de breuk van de "Engine Pulse Frequency" gedeeld door de "PWM Base frequency". Indien bv. het systeem draait met een Kernelsnelheid van 35.000 Hz. (zie fig. 5.1) en de PWMBase is ingesteld op 50Hz. Dan zijn er 35.000/50= 700 verschillende snelheden mogelijk. Een motorsnelheid van 3600 rpm zou dus theoretisch kunnen geregeld worden in stappen van minder dan 6 rpm en is dus meestal voldoende bij de meeste systemen.

### 5.5.6.3 regeling van Stap en richting van de spindelmotor (Step and Direction spindle motor)

Teneinde de spindelmotor te configureren voor Stap en Richtingssturing, zorg er voor dat de Spindelas ingeschakeld is, dwz dat je op het tabblad van de "spindel setup" van "ports and pins" in het vak "Motor Control" het vakje voor "use Spindle Motor output" aan. Het vakje daaronder voor" PWM Control" mag <u>niet</u> aangevinkt worden. Vergeet deze instellingen niet toe te passen door op de knop "toepassen"rechts onderaan het tabblad te klikken. Ga naar het tabblad "Output Signals" (zie fig. 5.6) en bepaal een uitgangspin voor de "Spindle Step"en "Spindel Direction". Deze pinnen zullen moeten verbonden worden met de elektronica van de drivers van de motor. Vergeet terug niet deze instellingen toe te passen zoals beschreven in de voorgaande alinea.

Bepaal de uitwendige activatiesignalen bij "Ports and Pins" en configureer de uitgangssignalen teneinde de spindel motor controller in of uit te schakelen en/of, indien gewenst, de motor volledig uit te schakelen wanneer tengevolge van de G code-commando M5 de spindel werd gestopt. De motor zal uiteraard niet draaien, gezien Mach3 geen stappulsen stuurt. Wanneer de motor niet volledig is uitgeschakeld zal hij, afhankelijk van het ontwerp van de driver, steeds maar vermogen moeten dissiperen, zelfs wanneer de motor niet draait.

Ga nu naar "Config>Motor Tuning" en kies voor "Spindle" in het vak "Axis Selection" rechts in het dialoogvenster. De in te vullen eenheden zijn deze voor één omwenteling. In het vak "Steps per (rev.)" links onderaan in het dialoogvenster vult men het aantal pulsen in welke de driver per omwenteling levert.(vb. het getal 2000 voor een 10 micorstap-driver of 4 maal de lijntelling van een incrementele encoder van een servomotor of van een equivalent bij elektronische overbrenging). In het vak "Velocity" (tweede van links onderaan in het dialoogvenster) worden het aantal omwentelingen **per Sec.** ingevuld en dit bij volle snelheid van de motor. Zo zal voor een motor met 3600 tr/min het getal 60 dienen te worden ingevuld gezien 3600 tr/min = 60 tr/sec. Rekening houdend met de maximum pulsfrequentie van Mach3 zal zulks bij een encoder met veel segmenten niet mogelijk zijn. Op een systeem met een maximum pulsfrequentie van 35000 Hz laat een 100 segment encoder immers een omwentelingssnelheid van 35000 / (4 x 100) = 87,5 omwentelingen per sec. toe. Teneinde deze beperking weg te werken zal de spindel dus meestal een krachtige motor vergen met een driver voorzien van elektronische overbrenging.

De in te vullen waarden in het vakje van de versnelling midden onderaan in het dialoogvenster (Accel in inch of mm/sec<sup>2</sup>) dienen proefondervindelijk te worden bepaald . Ze dienen zo gekozen te worden dat ze een soepele start en stop van de spindel verzekeren. Er dient opgemerkt dat wanneer men echt kleine waarden wil invullen het beter is de waarden in te tikken eerder dan de schuifknop van de versnelling naast de grafiek op het dialoogventer te gebruiken .Een spindel opstarten en laten versnellen van nul naar volle snelheid in 30 seconden is heel goed mogelijk.

#### 5.5.6.4 Het testen van de driver van de spindel (Testing the spindle drive)

Indien U over een toerentalmeter of een stroboscoop beschikt dan kunt u de spindelsnelheid van de machine meten. Indien dat niet het geval is dan zal u moeten gebruik maken van uw ervaring terzake.

In het scherm van de "Settings Alt6" kies je een riemschijf (pulley) welke overeenstemt met een max. snelheid van 900 rpm. Zet de riem of de versnellingskast van de machine in de gewenste positie. Keer dan terug naar het "Program Run Alt-1" sherm en vul de gewenste spindelsnelheid van 900 rpm in (rechts op het scherm). Laat de spindelmotor starten. Meet of schat de snelheid van de spindel. Indien de gemeten of geschatte waarde niet overeenstemt met de gewenste 900rpm dan dient u de berekeningen en de instellingen opnieuw te controleren.

Op dezelfde manier kunnen alle snelheden voor de diverse riemschijven of standen van de overbrengingskast van de machine worden gecontroleerd.

#### 5.6 Nog meer instellingen (Other configurations)

#### 5.6.1 Configuratie van home en zachte limieten (Configure homing and softlimits"

Ga naar Config>Homing/Limits. Er verschijnt een dialoogvenster welke u toelaat te bepalen wat er zal gebeuren wanneer de machine wordt gereferensd. (ttz. wanneer de machine naar haar ingestelde nulpositie wordt teruggebracht ten gevolge van een G-code G28.1 of door het

aantikken van een schermknop. In fig.5.16 wordt dit dialoogvenster afgebeeld. Het vak speed % wordt gebruikt om tijdens het referencen een crach te vermijden tijdens het stoppen van de as bij volle snelheid. Wanneer de machine naar zijn nulpunt wordt gebracht heeft Mach3 geen idee van de stand van de assen. De richting waarin de as beweegt zal afhankelijk zijn van het feit of het vakje in de "Home Neg" kolom al of niet aangevinkt staat. Indien er in het

Actic         Ferreted         Safe Name         Saf	-			Critice .	ogen in setup :	eks.			
X         X         25:00         1:00         1:80         1:00         X         47         20           Y         1:80         1:80         1:80         1:80         1:80         1:80         2         30           Z         3:60.01         -000.08         1:80         1:00         0.080         X         47         20           A         X         306.02         -000.08         1:80         1:00         0.080         X         47         20           B         X00.02         1:00         1:00         0.0800         X         47         20           C         X00.02         1:00.00         1:00         0.0800         X         47         20           C         X00.02         1:00         0.0800         X         47         20         20           C	Ada	Reveted	Salt Max	Soft Pin	Ske 2mm	three-OT.	rione tes	Alto Zere	Speed 5
V         X         0.0         1.00         1.00         1.0000         X         4         20           2         X         50.00         -00.00         1.00         1.0000         X         4         20           A         X         50.000         -00.00         1.00         3.0000         X         4         20           6         X         50.000         1.00.00         1.80         3.0000         X         4         20           5         X         50.000         1.00.00         1.80         3.0000         X         4         20           5         X         50.000         1.800         3.0000         X         4         20           5         X         50.000         1.800         3.0000         X         4         20           5         X         500.000         1.800         3.0000         X         4         20           6         X         500.000         1.800         3.0000         X         4         20           5         X         500.000         1.800         3.0000         X         4         20	x		25.00	1.08	1.80	3.0880	x	*	30
2         3         500.08         400.08         1.80         1.0080         3         4         20           A         3         500.08         400.08         1.80         8.0800         3         4         20           5         3         500.08         400.08         1.80         8.0800         3         4         20           5         3         500.08         400.08         1.80         8.0800         3         4         20           5         3         500.08         4.00.08         1.80         8.0800         3         4         20           C         3         300.08         4.00.08         1.80         8.0800         3         4         30           C         300.08         3.80         8.0800         3         4         30           C         300.08         3.80         8.0800         3         4         30           C         1         1         1         1         1         1         30	v		9.80	8.08	1.80	1.0880	*	4	20
A         ¥         x00.00         -00.00         1.00         x0000         ¥         4         x0           5         ¥         x00.00         -00.00         1.00         50000         ¥         4         x0           c         ¥         x00.00         -00.00         1.00         50000         ¥         4         x0           c         ¥         x00.00         -400.00         1.00         50000         ¥         4         x0           C         X0         x00.00         1.00         50000         ¥         4         x0	2		106,08	-908.08	1.80	8.0880	*	-	20
5 7 201.00 -00.00 1.00 5.000 7 4 20 C 7 20.00 -00.00 1.00 1.00 7 4 20 C 10 home locous coordinates 1 1 A 0	A		306.08	-109.08	1.60	8,0880	×	-	20
C 2 201000 40000 100 100 000 2 4 20	6		308-08	108-08	1.80	1.080	*	1	30
ST Free leader conductor	c	*	208.08	-208,00	1.80	1.0800	*	4	32
12 1 1	- Call	come lectrice of	sociates	-100.00	1.00	LOBO	1		4

Figure 6.16 - Homing (referencing)

desbetreffende vakje een groen vinkje staat, dan zal bij het nullen de as bewegen in de minusrichting totdat er een homeschakelaar is bereikt en de Home ingangssignalen (home input) actief worden. Indien dat home-inputsignaal reeds actief was dan zal de as bewegen in de plus-richting. Gelijkaardig hiermee wanneer het vakje <u>niet</u> groen werd aangevinkt de as in de plus-richting zal bewegen tot het inputsignaal actief wordt. Indien dit input-signaal reeds actief was dan zal de as in de minus-richting bewegen.

#### 5.6.1.2 Positie van de home-schakelaars (position of home switches)

Indien in de "Auto Zero" kolom op dat zelfde dialoogvenster, de desbetreffende vakjes groen werden aangevinkt zullen alle digitale aanduidingen van de DRO (Digital Read Out) ingesteld worden op de reference/Home positiewaarde zoals bepaald in de vakjes van kolom ""Home off" (eerder dan de huidige nul).Dit is een zeer handige optie. Op die manier kunnen bij lange trage assen de homing-tijden drastisch worden verminderd.

Het is echter noodzakelijk afzonderlijke gescheiden eindschakelaars en referentieschakelaars te plaatsen indien de referentieschakelaar (homeschakelaar) zich niet op het einde van de as bevindt.

#### 5.6.1.3 Configuratie van de soft limits (configure Soft Limits)

Uit het vorige blijkt dat de toepassing van eindschakelaars zekere nadelen met zich meebrengen wanneer deze toevallig worden aangestoten. De bediener van de machine zal dan moeten tussenkomen. De bediener van de machine zal deze opnieuw moeten resetten en opnieuw een referentie moeten uitvoeren (nullen). "Soft Limits" kunnen een beveiliging bieden tegen dergelijke onvoorziene ongevallen.

De software zal niet toelaten dat een bepaalde as buiten het gebied van de softlimieten van de X,Y en Z-as zal treden. Dit gebied kan ingesteld worden tussen -999999 en +999999 eenheden voor elke as. Wanneer een as tijdens het joggen in de nabijheid komt van dergelijke limiet, dan zal de snelheid verminderd worden binnen de "trage zone" (Slow Zone)" tot de ingestelde waarde in de vakjes van de kolom van deze "Slow Zone" (fig. 5.16)

Wanneer de "Slow Zone" te groot is dan zal het effectieve werkgebied vaan de machine drastisch verminderd worden. Indien deze waarden te klein zijn dan loopt men het gevaar de mechanische limietschakelaars aan te stoten.

De gedefinieerde waarden voor deze limieten worden enkel toegepast wanneer deze schakelaars via een drukknop van de Software limieten (software limits")op het scherm werden ingeschakeld. Voor meer details verwijzen we graag naar hoofdstuk 6.2.14 waarin de "Limits and miscellaneous control family" uitvoerig wordt besproken.

Indien een deelprogramma poogt een beweging uit te voeren buiten deze zachte limieten, dan zal en een foutmelding optreden.

De zachte limieten zijn ook handig om een uit te frezen holte te definiëren wanneer tijdens de uitvoering gekozen werd voor de "Toolpath display".

#### 5.6.1.4 Positie van het G28 nulpunt (G28 Home location)

In het dialoogvenster van de softlimits (zie fig.5.16) staan links onderaan de kadertjes voor de G28 coördinaten van elke as. Deze G28 coördinaten bepalen de positie in absolute coördinaten tot dewelke een as zal bewegen wanneer eenG28 commando wordt uitgevoerd. Opgelet deze coördinaten worden aanzien als zijnde de huidige eenheden (G20/G21) en deze coördinaten worden niet automatisch aangepast indien de systeemeenheden worden om één of andere reden worden veranderd.

#### 5.6.2 Instelling van de "Hotkeys" van het systeem (Configure System Hotkeys)

Mach3 bevat een stel belangrijke drukknoppen welke kunnen gebruikt worden voor het joggen (manuele verplaatsingen van de assen) of voor de invoer van gegevens in de Manuele data-input-line (MDI-line).

Ga naar Config>System Hotkeys en dan verschijnt een dialoogvenster "System Hotkeys Setup" zoals afgebeeld in figuur 5.17. Nemen we hierin het vak van de "Jog Hotkeys". Hierin zullen we als voorbeeld de werkwijze van de instellingen van de X-as uitleggen. Stel we willen het "pijltje naar rechts" onderaan op het gebruiken om de X as in de positieve richting te bewegen. Klikken we dus in het dialoogvenster op X++ . Onmiddellijk daarna zal U in een klein venstertje gevraagd worden een toets op het toetsenbord in te drukken. Wanneer we op hetpijltje welke de richting

	External Dators - II DM Cadel
94309 20430 20400 2040 20430 2040 2040 20430 20410 20410 20430 2040 2040 20430 2040 20400 2040 2040	Fuerr         2         Dill         2         4         2         4         3         4         4         11         4         4         11         4         4         11         4         4         11         4         4         11         4         4         11         4         4         11         4         4         11         4         4         11         4         4         11         4         11         4         11         4         11         4         11         4         11         4         11         14 <th14< th=""> <th14< th=""> <th14< th=""></th14<></th14<></th14<>
All Sales ScarCase 	ScarCas

Figure 6.17- Hotkeys and OEM trigger configuration

naar rechts aanwijst hebben ingedrukt, dan zien we dat in het vakje van de "ScanCode" na de knop X++ het cijfer 39 verschijnt. Druk daarna op OK en de knop met het naar rechts wijzende pijltje zal bij indrukken de X as in de positieve richting doen bewegen. Willen we de X-as in de negatieve richting doen bewegen bij het indrukken van het naar links wijzende pijltje van het toetsenbord dan gaan we op een identieke manier te werk. We drukken op X--, daarna drukken we op het pijltje < op het toetsenbord en in de scancode na X--verschijnt het getal 37. Druk op OK en vanaf nu zal de X-as in de negatieve richting bewegen bij indrukken van het pijltje <.

Let er echter vooral op geen codes te gebruiken welke bestemd zijn voor de G-codes. Dit zou zeer ernstige verwarring binnen het programma veroorzaken met nare gevolgen.

Diezelfde dialoogbox kan ook gebruikt worden om knoppen te definiëren van OEM triggers.

#### 5.6.3 Instellingen voor laterale speling op de assen (Configure Backlash)

Mach3 zal trachten de speling op het aandrijfmechanisme van de as te compenseren en zal trachten de gewenste coördinaten te benaderen vanuit dezelfde bewegingsrichting. Dit is erg handig bij het boren of het kotteren, maar het kan deze problemen inzake backlash niet oplossen met continu snijdende machines.

Deze instellingen gebeuren op het dialoogvenster zoals afgebeeld in fig.5.18. Ga naar

Bas	cklash Dista	nos in units
CARE .	0	
'Aris	D	
ZAsis	D	
A.A.in	0	
A A IS	D	
CAsie	0	_
Ba	ddanh Spe	ed 12 of Max
	20	
Г	Backlash	Enabled
Restatio	rogram to or	ove these setting
CIK		Canoel

Cinfig>Backlash en het dialoogvenster ter zake verschijnt. Het is mogelijk voor elke as een schatting te maken van de afstand welke een as zal moeten terugkeren teneinde er zeker van te zijn dat de speling op de as werd te niet gedaan, vooraleer de finale voorwaartse beweging uit te voeren. De snelheid waarmede deze achterwaartse beweging dient uitgevoerd te worden kan ook in het kadertje bij "Backlash Speed % or Max" ingevuld worden. Na de instellingen ingegeven zijn dient men het vakje "Backlash Enabled" aan te vinken en daarna op OK te klikken .

Nota:

-a: Deze instellingen worden pas toegepast wanneer het vakje "Backlash Enabled" is aangevinkt.

-b:"Backlash Compensation" is een laatste toeverlaat indien de speling niet op mechanische manier kan worden verbeterd.

-c:Mach3is niet in staat om de versnellingsparameters van de assen volledig te respecteren, wanneer compensatie van de backlash wordt uitgevoerd. Zo zal bij een systeem met stappenmotoren er een gevaar bestaan van stappenverlies.

#### 5.6.4 Configuratie van slaafse assen (Configure Slaving)

Bij sommige grote rooters met loopbrug is op beide Y-assen een motor van doen teneinde het gevraagde koppel te bereiken. Wanneer één van die Y-assen uit kadans geraakt als gevolg van stappenverlies, dan gaat de brug (X-as) schuin staan en niet meer loodrecht op de Y-as zijn. Ga naar "Config>Slave Axis" en er verschijnt onmiddellijk een dialoogvenster "Slave Axis

Selection". In dit dialoogvenster kan men aan elke hoofdas een slaafse as toewijzen. Zie figuur 5.19.

Bij normaal gebruik zullen zowel naar de hoofdas als naar zijn slaafse as het zelfde aantal stappulsen gestuurd worden met een snelheid en versnelling bepaald door de traagste van de twee assen.



Wanneer een referentieopdracht wordt uitgevoerd (nullen van

de machine) zullen beide assen samen bewegen tot de homeschakelaar van één van beide assen wordt bereikt. Deze as zal zich dan positioneren net verwijderd van de homeschakelaar zoals reeds eerder beschreven. De andere as zal blijven bewegen tot ook daar de

homeschakelaar bereikt is en de as zal zich dan ook positioneren net voor de homeschakelaar. Hierdoor zullen beide assen terug in lijn worden gebracht en elke vertraging of verkeerde positie of eventuele opgetreden verwringing tussen deze beide assen zal dus teniet worden gedaan.

Alhoewel Mach3 de hoofdas en de daaraan verbonden slaafse as in stap houdt, zal de DRO van de slaafse as geen "Offsets" weergeven welke toegepast werden bij de "tool"-tabel, "Fixture offsets" en dergelijke. Deze waarden zijn dus verwarrend voor de bediener van de machine en er wordt bij gebruik van slaafse assen ten zeerste aangeraden gebruik te maken van de "screen designer" om de DRO van de assen te verwijderen evenals de daarbij horende controles en dit op alle schermen uitgenomen op het diagnosescherm (diagnostics Alt-7). Save de nieuwe design onder een andere naam dan de huidige en gebruik de "View-Load Screen" menu om deze instelling in Mach3 te laden.

#### 5.6.5 Instellingen van het gereedschapspad (Configure Toolpath)

Ga naar "Config >Toolpath" en bepaal in het dialoogvenster hoe het greedschapspad (toolpath) er moet uitzien. Dit dialoogvenster is afgebeeld in fig.5.20.

In de linker bovenhoek van het dialoogvenster staan vijf aanvinkvakjes respectievelijk voor de instellingen van "Origin Sphere -3D Compass -Machine boundaries -Tool position - Jog Follow Mode".

*Origin Sphere* : Wanneer dit vakje is aangevinkt verschijnt er op het toolpathscherm een teken op het punt X=0, Y=0 en Z=0.

*3D Compass:* Wanneer het vakje is aangevinkt verschijnen er pijltjes welke de positieve richting van de drie assen afbeelden.

*Machine Boundaries:* Wanneer dit vakje is aangevinkt verschijnt er een vierkant op het toolpathscherm welke overeenstemt met de ingestelde "softlimits". Dit is eveneens het geval zelfs wanneer deze softlimits niet zijn ingeschakeld.

Origh Sprein         1 - child           IF ad compase         3 - childe           IF Mohan Doerderics         1 - childe           IF holl Postcer         2 - childe           IF holl Postcer         2 - childe           IF holl Postcer         2 - childe				T Asis of Rotatian T F X-less T F X-less T F X-less T F X-less T Asis F A Rotataria Enalied		
alera Bedräcend Caler Rapid Calor Heideste st. calor Baryat Calor Defensor Dofe Marecal tobar	Red 0 1 1 1 1 1		0.5 0.5 0 1 0 0	Prov Tod w above centralitie in Ture     Provide the Upped     Provide the Upped     Ann     Provide Rank on Regin     Tode Graphic		
Colaro serare le	10 m	erel to	1 -	CR I		

*Tool Position:* Wanneer het vakje is aangevinkt verschijnt de juiste positie van het gereedschap op de display.

Jog Follow Mode: Wanneer het vakje is aangevinkt, worden lijnen afgebeeld welke het gereedschap bij het joggen zal volgen relatief tot het venster. Met andere woorden de positie van het gereedschap is dus gefixeerd binnen het venster van de "toolpath display".

Binnen het dialoogvenster (zie fig 5.20) zijn nog andere aanvinkvakjes weergegeven. We overlopen eens de verschillende mogelijke instellingen.

*Show Tool as above centerline in Turn:* Wanneer het vakje is aangevinkt maakt men Mach3 duidelijk zowel de voor- als achterposities van het gereedschap af te beelden.

*Shox Lathe objects:* Wanneer aangevinkt is het mogelijk het werkstuk in 3D te kantelen binnen het toolpathvenster. Allen van toepassing bij draaibanken; Mach3 turn only)

*Colors:* Hier kunnen de kleuren voor de verschillende elementen van het toolpath worden ingesteld. De helderheid van elk van de drie hoofdkleueren, rood, groen en blauw, worden voor elk lijn ingesteld in een schaal van 0 tot 1. Als hint: We raden je hierbij aan de gewenste kleur voor de lijnen te bepalen in een programma zoals Photoshop en de RGB-waarden voor de kleuren in Photoshop delen door 255 gezien Photoshop de schaal van 0 naar 255 hanteert. Deze waarde is dan de waarde welke men kan invullen in de vakjes bij Mach3 teneinde dezelfde kleuren te bekomen.

*A-axis:* De ingevulde waarden late u toe om de positie en de orientatie van de A-as te bepalen indien deze as werd geconfigureerd als een draaiende as en op voorwaarde dat het vakje bij *A Rotation Enabled:* werd aangevinkt.

*Reset Plane on Regen:* Keert de display van het toolpath om naar het huidige vlak wanneer het gegenereerd werd door een dubbelklik of een klik op de desbetreffende beeldschermknop. Om het toolpath te regenereren gaat men naar View>Regen Toolpath.

*Boxed Graphic:* Indien het vakje werd aangevinkt verschijnt er een kader op de uiterste grenzen van de bewegingslijnen van het gereedschap.

#### 5.6.6 Instelling van de begintoestand (Configure Initial State)

Ga naar "Config>State" en er verschijnt een dialoogvenster . Deze is afgebeeld in fig.5.21. Hier is het mogelijk de instellingen te bepalen welke actief zijn wanneer het programma

wordt geladen. Dit is dus de beginstatus van het ganse systeem.

We overlopen terug de verschillende instellingen:

*Motion Mode:* De "*Constant Vleocity*" stelt de G64 code in. "*Exact Stop*"stelt de desbetreffende G-code G64 in. Deze instellingen worden uitvoerig behandeld in de rubrieken "Constant Velocity" en "Exact Stop" in het hoofdstuk 10.

*Distance Mode: "Absolute*" stelt de G90 code in. *"Inc*" stelt de G91 in.

Model State Mation Mode (F Constant Velocity C Exect Step		Shuttle Accel	Jog Increments in Dycle Mod Pasition 1		
Distance Mode C Abrokute C Inc C Abro	e olute (F Inc	Seconds LookAhead		0.01	
Active Plane of Movement		20 Lines	U per 999 to indicate en	0.001	
		Hone Sw. Safety	Continous Jog	1	
nitialization String		Debug This Run	100,101.	0.01	
		Use Watch Dogs		0.001	
Use Inf String on ALL "Receipt		Enhanced Pulsing	Position 10	0.0001	
🖓 Persistent log Node. 🛛 🖓 Pe	isistent Offsets	Film Maco Pump		St	
No FRO on Queue 🔽 Op	tional Officert Saver	ChargePump Dr. in	EStop T Zin 25	iD on Output	
	NUCSI know DES TR	Los status	04		

Active Plane of Movement: "X-Y" stelt de G17 code in. "Y-Z" stelt G19 en "X-Z" heeft betrekking tot de G18 code.

*I/J Mode:* Aanvullend hieraan kunnen de interpretaties van de instellingen worden bepaald voor I en J bij cirkelvormige of cyclische bewegingen (bogen). Deze instellingen zijn voorzien teneinde compatiebel te zijn met verschillende CAM-processoren en/of andere machinecontrollers te emuleren.

Bij "*Inc- IJMode*" zijn I en J de centerpunten en worden geïnterpreteerd als zijnde relatief tot het startpunt van een "center format"-boog. Dit is compatiebel met NIST EMC.

*"Absolute- IJ Mode"* zijn I en J de coördinaten van het centerpunt in het huidige coördinatenstelsel. Dit is het geval na het toepassen van de opdracht, het gereedschap en de G92 codes inzake offsets.Indien bij het uitvoeren van cirkels deze steeds niet op de display worden weergegeven dan is de *IJ Mode* niet compatiebel met het deelprogramma. Zulks wordt duidelijk bij die cirkels welke ofwel te groot zijn of te ver af liggen van het beginpunt. Een foutieve instelling van deze I/J Mode ligt meestal aan de basis van de meest gestelde vragen van gebruikers welke moeilijkheden ondervinden bij het werken met cirkels.

*Initilization Strings:* Hier worden G-codes ingegeven teneinde de gewenste beginstatus van Mach3 te bepalen wanneer Mach3 wordt opgestart. Wanneer *Use Init on ALL "resets"* is aangevinkt dan zullen de ingevulde G-codes worden toegepast niettegenstaande Mach3 werd gereset, bijvoorbeeld na een Estop-toestand.

#### Andere instellingen (Other check boxes)

*Persistant Jog Mode :* Indien het vakje werd aangevinkt wordt de "Jog Mode" er aan herinnerd dat de bediener van de machine gekozen heeft voor Mach3 Mill.

*Persistant offsets:* Indien het vakje aangevinkt is worden werk en offsets van het gereedschap bewaard in de permanente tabellen welke u gekozen hebt tijdens de keuze voor Mach3 Mill. Zie ook *Optional Offset Save*.

*Optional Offset Save:* Indien aangevinkt zal Mach3 onmiddellijk controleren of je momenteel wel degelijk zakenwenst op te slaan welke in *Persistant Offsets* werden ingesteld.

*Copy* **G54** *from* **G59.253** *on startup:* Indien aangevinkt zullen de waarden van de G54 offset van de waarden van de "work offset 253" opnieuw worden geinisialiseerd wanneer Mach3 wordt gestart. De code G54 is de werkoffset 1.Dit is duidelijk zichtbaar wanneer men naar het scherm "Offsets Alt5" gaat. Daar ziet men bovenaan in het midden van het scherm "Current Work Offset" =1 en daarnaast bij "Active Work Offset" = G54. Het is noodzakelijk wanneer je bij het opstarten de code G54 wil uitvoeren na te gaan of dit een vast coördinatensysteem is, namelijk het coördinatensysteem van de machine zelf, zelfs wanneer een andere gebruiker die mocht verander hebben en deze instellingen bewaard hebben als een set van niet standaardwaarden. Dit wordt nog uitvoerig behandeld in een later hoofdstuk 7.

*No FRO on Queue:* Wanneer dit is aangevinkt is zal de toepassing van het overschrijden van de voedingssnelheid worden uitgesteld tot de wachtrij van de uit te voeren commando's leeg is. Dit is somtijds noodzakelijk teneinde een overschrijden van de toegelaten snelheden of versnellingen te vermijden wanneer men de FRO zou opvoeren tot boven de 100%. *Home Sw Safety:* Indien aangevinkt zal dit een verplaatsing van een as onmogelijk maken tijdens het nullen indien de homeschakelaar reeds actief is. Dit is zeer nuttig teneinde mechanische schade aan een machine te vermijden, waarbij de eindschakelaars aan beide

uiteinden van de as in serie staan met een homeschakelaar.

*Shortest Rot:* Indien aangevinkt behandelt Mach3 de gegeven stand van om het even welke ronddraaiende als een hoekmodule van 360° en zal voor die as de kortste weg kiezen om naar een andere opgegeven positie te bewegen.

**Debug this run:** Indien aangevinkt worden aan de programmaontwerpers nog meer diagnoses (diagnostics Alt-7) ter beschikking gesteld. Men gebruikt dit enkel op speciaal verzoek van Artsoft.

*Use Watchdogs:* Indien aangevinkt schijnen triggers en Estops niet op een correcte manier te werken. Het zal nodig zijn het vinkje weg te nemen als men valse Estops krijgt. Dit gebeurt wel eens meer bij traaglopende computers tijdens de bewerkingen zoals "Loading Wizards". *Enhanced Pulsing:* Indien aangevinkt wordt de grootste nauwkeurigheid van de tijdspulsen verzekerd met als gevolg het zacht lopen van de stappendrivers, ten koste echter van bijkomende centrale processertijd. Men doet er best aan deze optie aan te vinken.

**Run Macropump:** Indien aangevinkt zal Mach3Mill bij het opstarten in de macromap zoeken naar een bestand "MacroPump.mls" en zal het bestand om de 200 milliseconden uitvoeren. *Auto Screen Enlarge:* Indien aangevinkt is het mogelijk om elk scherm van Mach3 te vergroten naar de grootte van een volledig scherm van de PC. De pixels worden automatisch aangepast en het volledige scherm wordt gevuld.

*Charge pump On in Estop:* Indien aangevinkt zal de uitgang voor de pomp in werking blijven zelfs al is er een EStop waargenomen. Dit is vereist voor de logica van sommige "break-out boards".

*Z* is 2.5D on output #6: Indien aangevinkt controleert Mach3 de uitgang op pin #6 van de Zas, afhankelijk van de huidige positie in het coördinatensysteem van het programma. Indien Z>0.0 dan zal de output #6 actief zijn. De Z-as moet dus geconfigureerd worden om deze mogelijkheid toe te kunnen passen. De Stap en Richtingsuitgangen (Step- and Direction Outputs) echter kunnen mogelijks geconfigureerd worden naar een niet bestaande pin, bijvoorbeeld Pin 0, Poort 0.

*Shuttle Accel:* Controleert in welke mate Mach3 reageert op MPG (Manual Puls Generator) wanneer die gebruikt wordt bij de manuele uitvoering van de lijnen van een G-code. *Lookahead:* Dit bepaalt het aantal lijnen van een G-code welke tegelijkertijd kunnen geïnterpreteerd (ingelezen) en opgeslagen worden voor uitvoering. Normaliter is hier geen aanpassing nodig.

*Jog Increments in Cycle Mode:* Zoals reeds eerder besproken (zie fig.3.4) kan de MPG steeds oproepen door de tabs te gebruiken van het toetsenbord. Door de knop "Cycle Jog Step" aan te klikken worden de ingevulde waarden uit de lijst "Jog Increments in Cycle Mode" van fig.5.21 geladen in de" Step DRO" in werking. Dit is meestal handiger dan telkenmale de speciale waarde van 999 te moeten intikken in de "Step DRO-code" om aldus over te schakelen naar de "Continu Jog Code".

*Reference Switch Loc:* Deze waarden bepalen de positie van de machinecoördinaten, waarop de machine is geposisioneerd na het uitvoeren van een referentie (Homing) en nadat op elke as de homeschakelaars (indien aanwezig) aangetikt werden. Deze waarden zijn absolute positiewaarden in de setup units.
#### 5.6.7 Configuratie van andere logische zaken (Configure other Logic Items)

Ga naar Config>Logic en er verschijnt een dialoogvenster afgebeeld in fig. 5.22; We zullen één na één alle punten uit dit dialoogvenster bespreken.

**G20/G21 Control:** Wanneer het vakje voor "Lock DRO's to setup units" zullen de DRO's van de verschillende assen steeds de ingestelde units van het systeem weergeven zelf al zullen de codes G20 en G21 de manier van de X, Y en Z-as wijzigen. Opgelet, het gaat dus hier wel degelijk om de om de units "Alt-U" (mm of inch) ingesteld in het setupvenster

"Settings Alt6" en niet om de units gekozen in het dialoogvenster van "Config>Select Nativ Units. Deze laatste worden namelijk gebruikt voor de tuning van de motor en niet om te wisselen tussen metrische en Engelse G-codes.

**Tool change:** Wanneer men niet over een gereedschapswissselaaar beschikt kan het vakje bij "Ignore Tool Change" onaangevinkt blijven. Een gevraagde gereedschapswissel d.m.v. een M6 code kan genegeerd worden



en gebruikt worden om een M6 macro op te roepen. Indien "Auto Tool Changer" is aangevinkt dan zullen de macro's zoals M6start en M6end opgeroepen worden maar de "Cycle Start-knop" hoeft niet telkenmale te worden aangeklikt. Wanneer "Stop Spindle. Wait for Cycle Start" is aangevinkt dan zal op het eind van de macro " M6-end" de spindel stoppen en zal pas terug beginnen draaien wanneer de knop "Cycle Start" werd aangeklikt. **Angular Properties**: Bij een draaiende as worden de hoekverplaatsingen steeds gemeten in graden. Dat houdt in dat de commando's G20/G21 zullen de interpretatie van de woorden A,B,C niet wijzigen.

**Program end or M30 or Rewind:** Hier worden de acties bepaald welke moeten uitgevoerd worden op het einde van een deelprogramma of bij het opnieuw uitvoeren van een deelprogramma. Vink hierbij de gewenste functies aan. **Opgepast:** Men dient uiterst voorzichtig te zijn bij het eventuele gebruik van de items zoals "Remove Tool Offsets" en "Perform G92.1". Je moet echt vertrouwd zijn met de werking van deze items zo niet zou het wel eens kunnen gebeuren dat de coördinaten van de huidige positie op het einde van een programma er helemaal anders gaan uitzien, met alle nare gevolgen van dien.

**Debounce Interval / Index Debounce:** De "Debounce Interval" is het aantal Mach2 pulsen gedurende dewelke een schakelaar stabiel moet zijn voor een signaal, teneinde beschouwd te kunnen worden als een bruikbare schakelaar. Zo zal als voorbeeld bij een systeem welke draait op een kloksnelheid van 35.000 Hz, het getal 100 ingevuld in het vakje van de "Debounce Interval" ongeveer een 3 milliseconde "debounce-tijd" voor de schakelaars betekenen. (100/35.000 = 0.0029 sec of 2.9 milliseconden, afgerond 3 milliseconden). De "Index Debounce" puls en de andere ingangen hebben afzonderlijke instellingen.

**Program Safety:** Wanneer het vakje bij "Program Safety Lockout" is aangevinkt wordt ingang #1 bestempeld als zijnde een veilige ingang om alles met elkaar te doen werken. Wanneer het vakje dus is aangevinkt dan wordt het inlezen van een programma uitgeschakeld op een ogenblik dat de uitwendige aktiveringsingang #1 aktief is.

**Editor**: De bestandsnaam van de executionfile (file met extentie .exe) van de editor moet benoemd worden met behulp van de "G-code edit" knop . Met de "Browse-knop" is het mogelijk om een bruikbaar bestand te vinden (vb: C:\windows\notepad.exe).

**Serial Output**: Hier wordt het nummer van de COM-poort (seriële poort) ingevuld in het daartoe voorziene vakje alsook de "Baudrate" van diens output. Deze poort kan met behulp van een speciale macro, gemaakt met de "VB scipt editor" van Mach3 gebruikt worden om

speciale functies van de machine aan te sturen zoals LCD-displays, gereedschapswisselaars, bevestigingsklemmen enz.Deze "VB scipt Editor" vindt men door in het scherm bovenaan te klikken op "Moderator" en dan in het uitrolmenu te kiezen voor "VB Sript Editor"

#### **Overige aanvinkvakjes (Other checkboxes)**

In het dialoogvenster van fig.5.22 zijn nog tal van andere instellingen mogelijk die tot op heden nog niet werden, besproken, zoals daar zijn:

*Persistent DRO's*: Indien het vakje is aangevinkt dan zullen de DRO's van de verschillende assen dezelfde waarden vertonen bij het opnieuw opstarten als deze op het ogenblik dat het programma Mach3 werd uitgeschakeld. Gelieve er echter nota van te willen nemen dat de werkelijke positie (Fysische positie) van de assen waarschijnlijk niet bewaard zal worden bij de heropstart van het programma, vooral wanneer de machine volledig werd stil gelegd en volledig uitgeschakeld werd. Dit is bij het gebruik van microstap-drivers meestal het geval. *Disable Gouge / Concavity checks*: Indien het vakje <u>niet</u> werd aangevinkt dan zal Mach3 tijdens het kotteren, bij uitvoeringen zoals de codes G41 en G42, nagaan of de diameter van het gereedschap te breed is om "inwendige hoeken" te kotteren teneinde gutsen te vermijden. Wanneer het vakje wordt aangevinkt dan zal Mach3 geen waarschuwing in dat verband meer geven.

*Plasma Mode*: Indien het vakje werd aangevinkt zal Mach3 er voor zorgen dat de beweging van de assen met een constante snelheid wordt uitgevoerd. Deze constante snelheid is een absolute vereiste bij een plasmasnijder.

*No Angular Discrimination*: Dit is ook een item welke alleen relevant is bij het werken met een constante snelheid. Wanneer het vakje niet werd aangevinkt dan zal Mach3,teneinde te grote afrondingen van scherpe hoeken te vermijden, de veranderingen van richting, waarvan de hoek groter is dan de waarde ingevuld voor "CV Angular Limit DRO" in het scherm "Settings Alt6" behandelen als een exacte stop, zelfs wanneer in het scherm "Settings Alt6" voor de "CV" (constant velocity) werd gekozen. Dit wordt verder nog uitvoerig besproken in hoofdstuk 10.

*Feed Overide Persist*: Indien het vakje werd aangevinkt zal de gekozen "Feed Override" in het scherm "Settings Alt6" behouden blijven na het beeindigen van een deelprogramma. *Allow Wave Files:* Indien het vakje aangevinkt is is het mogelijk om met behulp van Mach3 "WAV sound clips" te spelen. Dit kan wel eens nuttig zijn bij foutmeldingen of waarschuwingen op ogenblikken dat er speciale aandacht wordt vereist.

*Allow Speech:* Wanneer het vakje is aangevinkt is het mogelijk gebruik te maken van een mondelinge hulpassistent en van het oproepen van een helpdeskvenster door gebruik te maken van de rechter muisklik. Zie hiervoor de "Speech options" in het controlepaneel van Windows waar alle stem- en klankeigenschappen kunnen worden ingesteld.

*G04 Dwell param in Milliseconds:* Waneer het vakje bij "G04 Dwell in ms." werd aangevinkt dan zal het commando G4 5000 een "Dwell" geven van 5 seconden. Indien het vakje <u>niet</u> is aangevinkt dan is de "Dwell" 1 uur 23 min. 20 sec.

*Set charge pump to 5kHz for laser standy level:* Teneinde compatibel te zijn met sommige lasers, wordt met deze setting het uitganssignaal(en)van de "charge pump" ingesteld op 5kHz eerder dan het standaardsignaal van 12.5kHz.

*Use Safe\_Z:* Indien het vakje is aangevinkt zal Mach3 gebruik maken van de veilige gedefiniëerde Z positie. (Safe Z position).

*Nota:* Indien men een machine gebruikt welke bij het starten niet eerst wordt gereferensd (genuld), dan raden wij U aan om dit vakje als niet aangevinkt te laten gezien zonder nullen het coördinatensysteem van de machine willekeurig is.

*Tool Selection Persistant:* Indien het vakje is aangevinkt zal bij het volledig uitschakelen van Mach3, het geselecteerde gereedschap worden onthouden.

### **5.7.** Hoe wordt de informatie inzake het profiel opgeslagen (How the Profile information is stored)

Wanneer de executionfile "Mach3." wordt opgestart zal U onmiddellijk gevraagd worden om het profielbestand te gebruiken. Dit profielbestand zal zich over het algemeen in de Mach3-folder bevinden en heeft een extensie gelijk aan .XML. Men kan de inhoud van deze profilebestanden bekijken en afprinten met internet Explorer, gezien XML een gangbare taal is op veel webpagina's.

Bij het installeren van het programma worden snelkoppelingen gemaakt om het bestand Mach3.exe uit te voeren met de huidige profielen voor frezen (Mach3Mill) en voor draaien (Mach3Turn). Men kan gerust zijn eigen snelkoppelingen creëren met telkens een ander profiel. Zo is het mogelijk met één computer tal van verschillende types machines te besturen. Dit is zeer nuttig indien men meer dan één machine heeft met telkens andere instelwaarden voor het afregelen van de motor, of verschillende opstellingen bezitten inzake eind- en homeschakelaars.

Man kan ofwel de file" Mach3.exe" uitvoeren en kiezen uit de lijst van de beschikbare profielen zoals Mach3Mill, Mach3Turn, Laser enz., ofwel kan u bijkomende snelkoppelingen maken specifiek voor een nieuw te kiezen profiel.

In de snelkoppeling is het te laden profiel gegeven in het "/p" argument in het doel van de snelkoppelingseigenschappen. Laten we eens als voorbeeld de eigenschappen van de snelkoppeling Mach3Mill bekijken door een rechter muisklik op de snelkoppeling zelf. Een .XML-bestand voor een bepaald profiel kan gemaakt worden met eender welke editor maar we raden u ten zeerste aan dit niet te doen tenzij men werkelijk thuis bent in deze materie, end dat men weet wat elke input betekent. Sommige gebruikers welke niet volledig hiermede vertrouwd waren hebben in het verleden wel eens nare dingen meegemaakt met verkeerd geformateerde bestanden. Men moet er zich van bewust zijn dat sommige zaken in de schermlayout alleen gecreëerd kunnen worden wanneer bij het gebruik van de mach3menus, de huidige ingestelde waarden worden overschreden.

#### Daarom is het dus veel veiliger om de configuratiemenus van Mach3 zelf te gebruiken om de XML profilen te updaten.

Wanneer een nieuw profiel werd gemaakt, dan zal een andere map worden aangemaakt teneinde de macros daarin op te slaan en te bewaren. Indien je echter aan het "clonen" gaat van een profiel met typische macro's dan moet men er voor zorgen dat alle dergelijke macro's naar dat nieuwe profiel worden gecopiëerd.

# 6. Mach3 controles en het draaien van een deelprogramma. (Mach3 controls and running a part program)

Dit hoofdstuk is bedoeld als leidraad om alle schermcontroles van Mach3 inzake hun instellingen en het uitvoeren van een programma, uit te leggen. Dit hoofdstuk is dus relevant voor machinebedieners en programmeurs van deelprogramma's welke hun programma's, gebruik makend van Mach3, aan de werkelijkheid willen testen.

#### 6.1 Inleiding (introduction)

In dit hoofdstuk worden tal van details besproken. We raden u aan om eens vluchtig het hoofdstuk 6.2 te doorlopen en dan het hoofdstuk door te nemen waarin de invoer en het ontwerpen van de deelprogramma's wordt behandeld alvorens terug te keren naar de details van alle schermcontroles.

### **6.2** Hoe worden de controles in dit hoofdstuk besproken ? (How the controls are explained in this chapter.

Alhoewel het grote aantal toeters en bellen bij Mach3 u zou kunnen afschrikken, worden al deze mogelijkheden hierna netjes in een klein aantal logische groepen georganiseerd, zodat alles veel duidelijker en overzichtelijker wordt. Deze verschillende groepen van instellingen noemen we in de toekomst "Families". Bij wijze van uitleg wordt in de toekomst onder het woord "**Controle** "verstaan; zowel de knop op het scherm met de daaraan verbonden symbolen voor de klaviertoetsen om Mach3 te bedienen, **als** de informatie op de display van een DRO (Digital Read Out), labels of LED's (Light Emitting Diodes).

De elementen van elke familie worden gedefinieerd in dit hoofdstuk en worden behandeld in volgorde van hun belangrijkheid.

Men dient er echter aan toe te voegen dat de huidige schermen van uw Mach3-programma mogelijks niet alles controles binnen een bepaalde familie op het scherm worden afgebeeld. Dit om de overzichtelijkheid van een bepaald scherm te verhogen of om eventuele wijzigingen te vermijden in het deel van het programma welke machinaal in een productieproces moet worden uitgevoerd.

Hoger vernoemde families zijn terug te vinden op de tweede lijn bovenaan uw scherm. Daar staan zes keuzetoetsen met dewelke bij het aanklikken met de muis of het uitvoeren van de bijhorende code op het toetsenbord, tussen de verschillende families kunt wisselen. Zie afbeelding 6.1.

Met een Scherm "Designer"is het mogelijk controles te verwijderen of toe te voeren uit een bepaald scherm of verschillende schermen.

The Conflic View Workerds Operator Help	_
Program Run AR-1 MDI AH2 ToolPath AR4 Offsets AR5 Settings AR6 Diagnostics AR-7	

Men kan de layout van een scherm wijzigen of een scherm vanaf het begin zelf ontwerpen zodat men om het even welke controle kan toevoegen volgens de noden van een specifieke toepassing.Voor meer details hieromtrent verwijzen we graag naar "Mach3 Costomisation wiki". Sluit Mach3 af en ga naar volgende link op het net:

http://www.machsupport.com/MachCustomizeWiki/index.php?title=Main\_Page

#### 6.2.1 Controle voor het wisselen tussen schermen. (Screen switching controls)

Deze controles verschijnen op elk scherm en maken het mogelijk te wisselen tussen de verschillende schermen en waarbij men informatie krijgt van de huidige status van een systeem.

#### 6.2.1.1 Reset.

Op het eerste scherm (Program Run Alt-1) vindt men onderaan links de "Reset"knop. Met daarboven een led welke afwisselend flikkert tussen groen en rood. Klikt men de restetknop aan dan wordt het systeem gereset, de twee gele ledjes naast de resetknop verdwijnen en de langwerpige led bovenaan de resetknop gaat constant groen branden zonder knipperen.

#### 6.2.1.2 Labels.

Onderaan het scherm, onderaan de reset-knop vindt men het venster waar de de laatste foutmeldingen worden weergegeven, rechts onderaan is het venster waar de naam van het huidige "Profiel" staat vermeldt. Ongeveer midden in het scherm links staat het venster met het eventuele geladen bestand (file) van een deelprogramma indien er één is. Zo niet staat vermeld dat er geen file geladen is (No file loaded).

#### 6.2.1.3 Keuzedrukknoppen voor de verschillende schermen (Screen selection buttoms)

Bovenaan in het scherm vinden we de keuzedrukknoppen voor de verschillende schermen, zoals "ProgramRun Alt-1, MIDI Alt2, enz. Achter de naam van de drukknop staan de sneltoetsen voor het gebruik van het toetsenbord van de PC eerder dan gebruik te maken van een muisklik op de schermknop zelf. Het gebruik van de sneltoetsen is aangeraden boven het gebruik van de muis. Voor alle duidelijkheid, indien de sneltoetsen letters zijn dan staan deze bovenaan op de schermknop. Bij het intikken van de sneltoetsen dient u echter geen shift-toets te gebruiken.

#### 6.2.2 De familie van de ascontroles. (Axis Control Family)

Deze familie van controles is begaan met de huidige positie van het gereedschap of nog nader bepaald van het huidige punt van het gereedschap. Voor de verschillende assen bestaan volgende controles:

#### 6.2.2.1 De waarden van de coördinaten van de DRO (Coordinate value DRO)

Deze waarden zijn in de display afgebeeld in de huidige eenheden (G20 / G21) op voorwaarde dat in het General Logic Configuration-dialoogvenster, welke verschijnt na het aanklikken van "Config>logic", de waarden van deze coördinaten werden vastgepind aan de setupeenheden.Dus op voorwaarde dat in dat setup venster het vakje "Lock DRO's to setup units" niet werd aangevinkt. Deze waarde is de gecontroleerde coördinaat in de display van het coördinatenstelsel. Dit is meestal het coördinatensysteem van de huidige werk offset (beginnend met 1- G54) samen met enkele G92 offsets. (G92 staat voor "Offset coordinates and set up parameters". G code G54 staat voor "Use fixture ofsett 1 to 6".) Zie in dat verband ook hoofdstuk 5.6.7 inzake G20/G21 Control. Men kan ook overschakelen naar absolute machinecoördinaten.

Het is mogelijk elke andere waarde in het vak van de as-DRO in te tikken. Dit zal echter de huidige werk-offset wijzigen en deze nieuw ingetikte waarde gebruiken als de ingestelde waarde binnen het huidige coördinatenstelsel. Het is aangewezen om werk-offsets in te stellen door gebruik te maken van het offset- scherm (offsets Alt5) zolang men niet volledig vertrouwd is met de werking van deze verschillende coördinatenstelsels.

#### 6.2.2.2 Nullen (Referenced)

De vertikale groene leds wijzen er op dat de desbetreffende as werd genuld. Zie figuur 6.2. Dit wil zeggen dat het punt zich in een huidige gekende positie bevindt. Wanneer dit niet het geval is de kleur van deze leds rood. Alle assen kunnen samen genuld worden door gebruik te maken van de "Ref All Axes" knop. Elke as kan afzonderlijk genuld worden door gebruik te maken van het diagnosescherm (Diagnostics Alt7)

• Indien voor een as geen home/reference schakelaar werd gedefinieerd, zal de as niet bewegen, maar wanneer in de



Figure 6.2 - Axis control family

dialoogbox van Config>Referencinggekozen werd voor "Auto Zero DRO when homed" dan zullen de absolute machinecoördinaten van de huidige positie van een as, worden ingesteld op de waarden welke werden ingesteld in de tabel van de positie van de home/reference-schakelaars in het dialoogvenster van de Config>State. Dit is meestal nul.

- Indien er voor een as wel een home/reference-schakelaar werd gedefinieerd, en er is geen actieve input voorzien wanneer er om een Referencewordt gevraagd, dan zal de as zich bewegen in de richting bepaald in het Config>Reference tot op een ogenblik dat de input wel actief wordt. Daarna keert de as een heel klein beetje terug om de schakelaar vrij te maken en zodat de input niet meer actief is. Indien de input reeds actief was, dan zal de as alleen die kleine terugwaartse beweging maken naar een niet-actieve positie.
- Indien in het Config>Reference dialoogvenster gekozen werd voor "Auto Zero DRO when homed" dan zullen de absolute machinecoördinaten van de huidige positie van de as gesteld worden op de waarde van de positie van de assen in de tabel van de posities van de Home/Reference schakelaars binnen het dialoogvenster van Config>State.

De "De-Ref All"-knop doet de assen niet bewegen maar stopt de assen wanneer ze zich in de reference-positie bevinden.

#### 6.2.2.3 Machinecoördinaten (Machine cordinates)

Wanneer men in het scherm "Program Run Alt-1" de schermknop "Machine Coord's" aantikt dan licht de led boven deze knop rood op en dat betekent dat vanaf heden in de DRO-vensters de absolute coördinaten worden weergegeven.

#### 6.2.2.4 Schaal (Scale)

Naast de DRO-vensters zien we de vakjes voor de instelling van de schaalfactor. Schaalfactoren kunnen voor elke as afzonderlijk worden ingesteld met een commando G51 en kunnen verwijderd worden door het commando G50. Indien een schaalfactor (andere dan 1) wordt die toegepast op de coördinaten wanneer die verschijnen in de G-code (vb: een Xwoord, een Y woord enz.). Indien nodig vul de schaal in en druk op "Enter". Het ledje naast het woord "Scale" zal geel knipperen om u er aan te herinneren dat er vanaf nu een schaal voor die as wordt toegepast. De waarde welke door de code G51 werd gedefiniëerd zal verschijnen en kan ingevoerd worden in de DRO schaal. Negatieve waarden spiegelen de de coördinaten voor de desbetreffende as.

#### 6.2.2.5 Zachte Limieten (Soft Limits)

De "Soft Limits" schermknop laat u toe de waarden voor de "soft limits", vastgelegd in het dialoogvenster van het "Config>Homing/limits" toe te passen.

#### 6.2.2.6. Verifieer (Verify)

De knop "Verify" is alleen van toepassing wanneer er home-schakelaars aanwezig zijn. Bij het aanklikken van de knop zullen de assen bewegen naar de home-schakelaars toe teneinde na te gaan of er bepaalde eventuele stappen verloren zijn gegaan tijdens eerder uitgevoerde commando's.

#### 6.2.2.7 Diameter- / Straalcorrectie (Diameter/Radius correction)

De afmetingen van draaiende assen kunnen met benadering afgesteld worden op de afmetingen van het werkstuk, gebruik makend van de controlefamilie inzake de rationele diameter. Dit wordt gebruikt bij de complexe ingewikkelde berekeningen van de voedingssnelheden van een gecontroleerde beweging van een rationele as dient te maken.De led boven de knop duidt aan dat de ingestelde waarde niet gelijk is aan

0.

#### 6.2.3 "Ga Naar". (Move to controls-controls)



Er zijn veel controleknoppen op de verschillende schermen, bedoeld om een gereedschap (gecontroleerd punt) naar een wel bepaald punt,

zoals bijvoorbeeld de plaats van een gereedschap in de gereedschapswisselaar. Dergelijke knoppen zijn "Goto Zs" welke alle assen bewegen naar het nulpunt, "Goto Tool Change", "Goto Safe Z", Goto Home".

Daarenboven zal Mach3 twee verschillende instellingen van de coördinaten herinneren en deze toepassen wanneer daarom wordt gevraagd. Deze instellingen worden gecontroleerd door "Set Reference Point", "Goto Ref Point", "Set Variable Position" en "Goto Variable Position" van het scherm MDI Alt2. Zie figuur 6.4.

#### 6.2.4 MDI- en Oefen de controlefamilie (MDI and Teach control Family)

G-code lijnen (blocs) kunnen ingevoerd worden in de MDI-lijn van het scherm "MDI Alt2" voor onmiddellijke uitvoering. Zie figuur 6.5. Druk in het scherm "MDI Alt2" op de knop "input" en voer de commandolijn in. U zult zien dat de kleur van de inputlijn zal veranderen. In een uitrolvenster verschijnt een overzicht van de ingevoerde commandolijnen. Druk op enter en de ingevoerde commandolijn wordt uitgevoerd. Zie figuur 6.5. De pijltjestoetsen van



het klavier kunnen gebruikt worden om door de ingevoerde commandolijst te scrollen en een bepaalde invoerlijn terug uit te voeren. Door het indrukken van de entertoets voert MDI de huidige commandolijn uit en blijft daarenboven actief voor volgende commandolijnen. Druk op "Ecs" toets teneinde de

commandolijn te verwijderen. U moet er zich wel van bewust zijn dat eens de inputlijn gekozen werd alle invoeringen via het toetsenbord of emulator in de MIDI-lijn zullen verschijnen, eeder dan het programma Mach3 te sturen. Joggingtoetsen daarentegen zullen echter niet herkend worden . Na een commande in de MDI lijn te hebben ingevoerd moet men op de "Esc"-toets drukken.

Mach3 onthoudt alle ingevoerde MDI-lijnen gezien ze bij de uitvoering bij gebruik van de "Teach3"-mode in een bestand worden opgeslagen. Klik op de toets "Start Teach", enter de ingevoerde commandolijn en druk vervolgens op de "Stop Teach" knop. Na het drukken op de "Start Teach" gaat de led groen knipperen, om U eraan te herinneren dat u zich in de teach-mode bevindt. Na het drukken op de "Stop Teach"-knop wordt de commandolijn opgeslagen in een bestand met een zeer conventionele naam "C:/Mach3/Gcode/MDITeach.tap. Door nu op de knop Load/edit te drukken zal deze file in het programma Mach3 worden geladen waar het kan uitgevoerd worden op de gebruikelijke manier. Daarvoor moet je echter naar het "Program Run Alt-1"gaan en drukken op de groene knop "Cycle Start <Alt-R>". Indien men wenst een aantal bedachtte commando's te bewaren moeten deze met de editor warden aangemaakt en onder een specifieke naam bewaard te worden in een door U bepaalde folder van specifieke commando's. Daarna kunnen deze ingevoerd worden door in het "Program Run Alt1"-scherm te drukken op de knop "Recent File".

#### 6.2.5 De familie van de Jogging controllers (Jogging control family)

De "Jogging"-controllers zijn verzameld in een speciaal scherm welke men kan oproepen door op de Tabtoets van het klavier te tikken. Een tweede maal de Tabtoets aantikken en het scherm verdwijnt terug. Dit is afgebeeld in figuur 6.6.

Al naar gelang in het "Program Run Alt-1" scherm de groene ledjes groen knipperen naast de knop "Jog ON/OFF Ctrl-Alt-J" midden onderaan het scherm kunnen de assen gejogd worden door gebruik te maken van:

-a: de pijltoetsen op het toetsenbord. Dit kan ook gebeuren door gebruik te maken van een MPG gekoppeld via een emulator. De toetsen van het toetsenbord werden gedefinieerd in het het dialoogscherm van Config>System Hotkeys.

-b: Een MPG handwiel (s) verbonden met een encoder op de parallelpoort van de PC of van een Modbus.

-c: Een Joystick interface zoals een USB HID (Human Interface Devices) of een Windows compatibele analoge joystic.

Indien de groene ledjes aan weerszijden van de knop "Jog ON/OFF Ctrl-Alt-J" in het midden onderaan in het scherm "Program Run Alt-1" niet branden of de knop onveranderd op OFF staat, dan is joggen om veiligheidsredenen niet toegestaan.

### 6.2.5.1 Joggen met de sneltoetsen van het toetsenbord (Hotkey jogging)



Er zijn drie mogelijkheden voorzien : "Continuous", "Step"en "MPG" .Tussen de eerste twee mogelijkheden "Cont" en "Step" wordt gekozen

met de knop "Jog Mode". De respectievelijke gele leds duiden aan welke mode is ingesteld. Wil men voor MPG kiezen dan dienen we op de knop "Shuttle Mode" te drukken.

Met de "Continuous" mode kan men de as of assen laten bewegen, met de ingestelde trage snelheid, wanneer de respectievelijke toetsenbordknoppen (pijltjes) worden ingedrukt. Deze trage snelheid waarmede een as beweegt in de "Cont"-mode is ingesteld als een percentage van de maximumsnelheid. Dit percentage van de "Slow Jog Rate" kan manueel in de DRO worden ingevoerd. Men klikt hiertoe op het DRO-venster en vult via het toetsenbord de gewenste percentage in. Men kan ook met behulp van de rode (-) en groene (+) knop welke zich aan weerszijden van het DRO-venster bevindt, de ingestelde percentage verminderen of vermeerderen in stappen van 5%. Men kan in de DRO een waarde invoeren gelegen tussen 0.1% en 100%.

Deze ingestelde "Slow Jog Percentage" kan overschreden worden door de "Shift"-toest van het klavier ingedrukt te houden samen met de pijltjestoetsen. Een geel lidje naast de "Jog Mode" knop wijst er op dat de as(sen) zich verplaatsen aan de volle geselcteerde joggingsnelheid.

Druk op de knop "Jog Mode" tot het gele ledje boven "Step" oplicht. Dit betekent dat de stepmode actief is. De "Step" mode doet een as bewegen in stappen. De grootte van de cyclus bij elke druk op de knop is aangegeven in het venster onder "Step". De grootte van de stappen waarmede een as zal bewegen kan manueel met het toetsenbord worden ingegeven of kan ook ingegeven worden door de knop"Cycle Jog Step" aan te tikken. Men kan er kiezen tussen vooraf geprogrammeerde stappen tussen 1.0000 en .00001 stap. De gekozen cyclus wordt aldus ingesteld door p de "Cycle Jog Step"-knop aan te tikken.

Indien men de "Cont" mode tijdelijk wil inschakelen terwijl men zich in de "Step"-mode bevindt, dan dient men de Ctrl-knop van het toesenbord ingedrukt te houden .

#### 6.2.5.2 Parallelpoort of Modus MPG joggen (parallel port or Modus MPG jogging)

Tot drie quadrature encoders , vebonden met de parallelpoort(en) of Modbus kunnen als MPG's (Manuele Puls Generatoren) worden geconfigureerd voor het joggen, door met met de "Jog Mode" knop te kiezen voor "MPG Jog Mode".

De as welke door de MPG (Manuele Puls Generator) zal worden bewogen wordt aangeduid door een groene Led en de geinstalleede assen worden aangestuurd door de Alt-A knop voor MPG1, Alt-B voor MPG2 en Alt-C voor MPG3.

In verband met de MPG stick zijn een set van knoppen beschikbaar om de MPG-mode te

selecteren. Deze bevinden zich bovenaan in het scherm. Zie fig.6.6.



*"MPG velocity Mode"*: Wanneer de knop "Velocity Only" wordt aangeklikt gaat een groen ledje oplichten. Dit wijst er op dat de "MPG Velocity Mode" wordt toegepast, waarbij de verplaatsing van de as gekoppeld wordt aan de rationele snelheid van de MPG. Mach3 zorgt er aldus voor dat de versnelling en de maximum snelheid van de as worden gerespecteerd. Dergelijke manier van werken geeft de asbeweging een natuurlijk aspect.

*"MPG Step/Velocity":* Bij aanklikken van de knop "Step/velocity" gaat eveneens een groen ledje branden. Deze knop heeft voorlopig juist dezelfde werking als de knop "Velocity Mode" van hierboven.

*"MPG Single Step":* Bij het aanklikken van de schermknop "Single Step" gat eveneens een groen ledje branden. Dit wijst er op dat voor elke klik van de MPG- encoder er een incrementele stap wordt gevraagd. deze incrementele stap stemt overeen met een verplaatsing zoals destijds werd ingesteld in het dialoogvenster "System Hotkeys Setup". (Config>System Hotkeys). Er kan alleen één bewerking per keer worden uitgevoerd.met andere woorden, indien een as reeds aan het bewegen is dan zal een klik van de MPG worden genegeerd.

*"MPG Multi Step Mode":* Wanneer men daarentegen voor deze mode kiest i.p.v. de voorgaande, dan zullen de cliks worden geteld en in een wachtrij geplaatst voor uitvoering. Dat betekent dus dat voor grote stappen, een snelle beweging van het wiel van de MPG de as een zeer grote verplaatsing zal maken, zelfs lang nadat het draaien aan het wiel van de MPG reeds werd gestopt. Deze stappen worden uitgevoerd met een "feedrate" vermeld op het DRO venster eronder. Deze "step" modes worden vooral gebruikt bij zeer nauwkeurige asbewegingen bij het opstellen van het werkstuk op de machine. Wij raden U aan te starten met de "Velocity Mode" en de rest nog ietwat achterwege te laten tot men meer vertrouwd geraakt met al deze instellingen.

### 6.2.5.3 De familie van de controles van de spindelsnelheid. (Spindle Speed control familie)

Afhankelijk van de aard van uw machine, kan de spindelsnelheid op drie verschillende manieren worden gestuurd:

-a: De snelheid van de spindel is vast en wordt manueel ingesteld ( keuze uit verschillende riemschijven). De spindel wordt manueel aan- en uitgeschakeld.

-b:de spindelsnelheid is vast en wordt manueel ingesteld, maar het in- en uitschakelen gebeurt door M-codes via een uitwendige aktiveringsuitgang.

-c:De snelheid van de spindel wordt gestuurd door Mach3 d.m.v. PWM (Pulsbreedtemodulatie ) of door een stap en richtings driver.

We bespreken hier enkel de aansturing van de spindel voor het geval "c"

De "S-DRO" uit figuur 6.6. bevat een waarde wanneer in een deelprogramma een "S-woord" wordt gebruikt. Dit is dan de gewenste spindelsnelheid. Het kan ook manueel in de DRO worden ingetikt.

Mach3 zal niet toelaten dat een snelheid wordt ingevuld welke lager ligt dan de minimumsnelheid of groter is dan de maximum snelheid voor de gekozen riemschijf, ingesteld in het dialoogvenster van Config>Port&Pins>Spindle Setup. De aldus gekozen riemschijf wordt samen met de daarbij horende max. snelheid afgebeeld op het scherm "Settings Alt6".

Indien in het tabblad "Input Signals" van de instelling Config>Ports&Pins, de "Index" input werd geconfigureerd, en de sensor welke bij het draaien van de spindel pulsen genereert, aan de desbetreffende pinnen werd verbonden, dan zal de snelheid (tr/min) afgebeeld worden op de RPM DRO. (zie fig.6.6).Deze RPM- DRO kan niet door U worden ingesteld. Gebruik de S- DRO om de snelheid van de spindel te sturen.

#### 6.2.6 Familie van de controllers van de voedingssnelheid.(Feed Control Family)

#### 6.2.6.1 Voedingseenheden per minuut (Feed Units per minute)

In het venster "Program Run Alt-1" staat de "Feed Rate" afgebeeld. (Voedingssnelheid). Deze voedingssnelheid wordt gegeven in de gekozen eenheden (mm of inch /minuut). De waarde

ervan wordt ingesteld door een "S-woord" in een deelprogramma of door de waarde zelf in te tikken in de F(D)RO.(Zie fig. 6.7). Mach3 trachten deze snelheid te gebruiken als zijnde de actuele snelheid van een gecoördineerde beweging van het gereedschap door het materiaal. Wanneer deze snelheid niet mogelijk is omwille van de maximum snelheid van een bepaalde as, dan zal Mach3 opteren voor de hoogst mogelijke snelheid.



### 6.2.6.2 Voedingseenheden per omwenteling (Feed Units per revolution)

Gezien moderne frezen meestal worden gespecifieerd volgens de toegelaten snede per tand ("tip") van de frees, is het dus aangewezen om de voedingssnelheid per omwenteling te gaan definiëren. Dit is dus wel degelijk de totale voeding van de frees bestaande uit de toegelaten voeding per tand van de frees vermenigvuldigd met het aantal tanden van de frees. De "Prog Feed DRO" (FRO in figuur 6.7) geeft de grootte van de voeding aan per omwenteling van de spindel in huidige eenheden (mm of inch). Deze waarde wordt ingesteld door een "F-woord" in de G-code van een deelprogramma, of door het zelf in te tikken in de DRO zelf. Een omwenteling van de spindel kan bepaald worden, ofwel door een S-DRO of door het tellen van de indexpulsen van toerenteller. In het dialoogvenster "General Logic

Configuration" van Config>Logic kan er worden bepaald welke methode er door Mach3 zal toegepast worden.

Om voedingseenheden per omwenteling te gebruiken (Feed units/rev), moet Mach3 de waarde van gekozen maat van de spindelsnelheid kennen. Deze waarde werd bepaald door ofwel een "S-woord" ofwel door ingevoerde data in de S DRO van de spindelsnelheid ofwel door gemeten indexpulsen van de spindelsnelheid.

Gelieve te noteren dat de numerieke waarde erg zal verschillen wanneer de spindelsnelheid niet in de buurt ligt van 1rpm. Het is dus zo dat het gebruik van een waarde van een voeding per minuut met de voeding per omwenteling zal meestal leiden tot een desastreuse crach.

#### 6.2.6.3 Voedingsdisplay (Feed Display)

De huidige voeding, toegelaten voor een gecoördineerde beweging van elke as is afgebeeld in eenheden per minuut en eenheden per omwenteling. (Units/min en Units/rev). Indien de spindelsnelheid niet ingesteld is en de huidige spindelsnelheid is niet gemeten, dan is de voeding per omwenteling (Feed per rev) werkelijk zinloos.

#### 6.2.6.4 Overschrijden van de voeding (Feed override)

Behalve als M49 (Disable feedrate override) in gebruik is, kan de huidige voedingssnelheid overschreden worden tussen 20% en 299% door in de DRO deze percentage in te voeren. Zie Fig.6.7.Deze waarde kan verhoogd of verlaagd worden in stappen van 10% door te klikken op het + of – pijltje. Door drukken op de "reset"knop wordt de waarde terug op 100% ingesteld. Een horizontale rode knipperende led waarschuwt u wanneer een overschrijding gebeurt. De FRO DRO geeft het berekende resultaat weer van de toepassing van het percentage van de overschrijding op de voedingssnelheid.

### 6.2.7 Familie van de controles van de programmauitvoering (Program Running Control family)

Deze controles behandelen de uitvoering van een geladen deelprogramma of de uitvoering van een commando's van een MDI-lijn.

#### 6.2.7.1 Cyclus Start (Cycle Start Alt-R)

**Veiligheidsvoorschrift:**gelieve te noteren een druk op de "Cycle Start"-knop in het algemeen de spindel start samen met de verplaatsing van de as. Zorg er voor dat het dermate geconfigureerd werd zodat bij het bedienen van de machine men steeds twee handen nodig heeft en wanneer men sneltoetsen toewijst men erop moet toezien dat ook steeds twee knoppen van het toetsenbord dienen ingedrukt te worden. Zoals de sneltoets voor "Cycle Start" ook toegewezen werd aan "Alt-R". Bij gebruik van de sneltoets dient dus zowel de "Alt-toets" als de "R-toets" te worden ingedrukt. (Zie fig.6.8)

#### 6.2.7.2 Voeding stoppen (FeedHold)

De "FeedHold"-knop doet de uitvoering van een deelprogramma zo spoedig mogelijk stoppen maar dan wel op een manier zodat het programma terug kan worden opgestart door het aanklikken van de "Cycle-Start"-knop in te drukken. De spindel en het koelmiddel zullen aan blijven maar kunnen , indien nodig, manueel worden gestopt .



Wanneer men zich in een "FeedHold"-situatie bevindt, kan men een as verplaatsen (joggen) of kan men een eventueel gebroken gereedschap vervangen enz...Wanneer men echter ook de spindel en /of koelmiddel heeft uitgeschakeld dat moeten deze terug worden aangezet alvorens het programma verder te zetten door op de "Cycle)Start"-knop te tikken. Mach3 zal zich de positie van de assen herinneren op het ogenblik dat men in de "Feed Hold"- toestand ging, en zal de assen terugzetten op die positie alvorens het deelprogramma verder uit te voeren.

#### 6.2.7.3 Stop (Stop Alt-S)

De "Stop"-knop stopt zo spoedig mogelijk de beweging van de assen . Hierbij zouden stappen kunnen verloren gaan , vooral bij assen aangedreven door een stappenmotor; Herstarten zou hierbij dan ook niet geldig zijn.

#### 6.2.7.4 Herhalen (Rewind Ctrl-W)

Voert het huidige geladen deelprogramma opnieuw uit.

#### 6.2.7.5 Enkele lijn mode (Single BLK Alt-N)

De "Single BLK"-toets op het "Toolpath Alt4"-scherm is een wisseltoets met daarboven een geel knipperende ledindicator. Wanneer men zich in de "Single Blk"-mode bevint zal bij het starten van het programma (Cycle Start Alt-R) slechts de volgende lijn van het deelprogramma zal worden uitgevoerd en enter dan enter "Feedhold".

#### 6.2.7.6 Omgekeerde uitvoering (Revers Run)

"Reverse Run"-knop op het scherm "Toolpath Alt4"-scherm is een wisseltoets met daarboven een knipperende indicatorled. Deze knop dient gebruikt te worden na een "FeedHold" of een "Single BLK". Bij de volgende maal dat de "Cycle Start"-knop wordt aanageklikt zal het deelprogramma in omgekeerde richting worden uitgevoerd. Deze mogelijkheid is bijzonder nuttig bij het opnieuw vaststellen van een verloren positie bij het uitvoeren van een boog bij plasmasnijders of in het geval van een gebroken gereedschap.

#### 6.2.7.7 Lijnnummer (Line Number)

In de DRO van het lijnnummer (zie figuur 6.8)is het afgebeelde getal het rangnummer van de lijn in de G-Code actueel in uitvoering startend vanaf 0. In deze DRO kan men gewoonweg het nummer van de huidige lijn intikken. Gelieve te noteren dat dit getal niet verbonden is met het "N-woord" lijnnummer.

#### 6.2.7.8 Starten vanaf hier (Run from here)

Wanneer de knop "Run From Here" wordt aangeklikt dan wordt fictieve uitvoering van het deelprogramma gemaakt om vast te stellen wat de modale status (G20/G21, G90/G91)zou moeten zijn, en beweegt daarna onmiddellijk de as teneinde het gecontroleerde punt terug in de juiste positie te plaatsen voor de start van de lijn in "Line Number". Doe in ieder geval geen poging om een "Run From Here" uit te voeren in het midden van een subroutine.

#### 6.2.7.9 Volgende lijn (Set next line)

Deze knop heeft dezelfde uitwerking als "Run From Here" maar zonder de voorafgaandelijke instelling van de mode of van de beweging.

#### 6.2.7.10 Verwijder blok (Block Delete)

De "Block Delete" knop uit figuur 6.8 is de knop om bepaalde lijnen uit de G-code te verwijderen. Wanneer deze ingeschakeld is brandt er een groen ledje achter de knop. Op te merken valt dat, wanneer de knop is ingeschakeld, de lijnen uit de G-code welke beginnen met een "slash" (/) niet zullen uitgevoerd worden.

#### 6.2.7.11 Optionele Stop (M1Optonal Stop)

Deze "M1 Optional Stop"- knop kan aan- en uitgeschakeld worden door met de muis op knop te klikken maar dat kan ook met de "End"toets van het toetsenklavier. Wanneer de knop is ingeschakeld dan gaat er achter de knop een groen lichtje branden. Is deze knop ingeschakeld groene led brandt) dan zal het commando M1 worden behandeld als zijnde M00.

#### 6.2.8 Familie van de bestandencontrole (File Control Fanily)

Deze controles (fig.6.9) hebben betrekking op de bestanden van uw deelprogramma. Zij worden bij de uitvoering vanzelfsprekend.

#### 6.2.9 Gereedschapsgegevens (Tool Details)

In de groep van de gereedschapsgegevens (zie figuur 6.9) worden de verschillende controles van het huidige gereedschap weergegeven, zoals daar zijn, offsets voor de lengte en de diameter van het gebruikte gereedschap. Op systemen met gedigitaliseerde input is het

mogelijk om het gereedschap automatisch op 0 te plaatsen in het Z-vlak.

Wanneer de knop "IgnoreTool Change" niet werd aangevinkt in het scherm Confog>Logic, zal Mach3 bij het ontmoeten van een code M6, het gereedschap bewegen naar een veilige Z-positie en stoppen. Hierbij zal de led "Tool Change" flikkeren. Man kan, nadat men het gereedschap vervangen heeft, het programma verder uitvoeren door op de knop "Cycle Start" te klikken.



Tool Information

Dia. +0.0000

H +0.0000

0 Cheren

Tool

De verlopen tijd voor deze job is afgebeeld in uren, minuten en seconden.

### 6.2.10 Familie van de controles van de G-code en "Toolpath" (G-Code and Toolpath control family)

Het scherm "Toolpath Alt4" is afgebeeld in figuur 6.10. Het deelprogramma welke nu is geladen is afgebeeld in het venster van de G-code, links bovenaan; De huidige lijn is helder opgelicht en kan verwijderd worden door gebruik te maken van de sleeptoets aan de rechter zijde van dit G-Code scherm.

Op het "Toolpath"-display wordt de weg weergegeven welke het gecontroleerde punt zal afleggen in het X, Y en Z-vlak. Wanneer een deelprogramma wordt uitgevoerd zullen de lijnen van de afgelegde weg worden weergegeven in de kleuren welke in het dialoogscherm van" Config>Toolpath" werden ingesteld. Het gaat hier om de weergave van dynamische kleuren worden eventueel niet behouden wanneer tussen schermen wordt gewisseld of gekozen wordt voor een andere weergave van de afgelegde weg. (Toolpath).

Soms is het zelfs mogelijk dat de display niet exact de geplande afgelegde weg weergeeft. Dit kan veroorzaakt worden door verschillende redenen: Mach3 geeft namelijk de voorkeur aan de taken welke het aan het uitvoeren is. Het sturen van accurate stappulsen naar de machine is de hoofdprioriteit van Mach3. Het tekenen van de afgelegde weg (Toolpath) is van

ondergeschikte orde. Mach3 tekent punten op het scherm en verbindt al deze punten met een rechte lijn. Wanneer er echter weinig tijd is dan worden slechts enkele punten getekend zodat cirkels er bijvoorbeeld uitzien als veelhoeken, waarbij de rechte verbindingslijnen duidelijk zichtbaar zijn. Daarover hoeft men zich echt geen zorgen te maken.

Onder het G-code venster bevindt zich de knop "Simulate Program Run" (Fig. 6.10) et deze knop worden G-codes uitgevoerd zonder echter het gereedschap te bewegen. P dat ogenblik gaat een rode led naast de knop knipperen. Het geeft u de mogelijkheid om de tijd van een deelprogramma te evalueren.

De ingevulde waarden van de "Program limits" rechts bovenaan in het scherm van fig.6.10. bepalen de grenzen waarin het gecontrolleerde punt zich kan bewegen.

De momentopname van het scherm afgebeeld in figuur 6.10 vertonen naast de DRO's van de vershillende assen ook nog enkele knoppen welke eveneens voorkomen op het scherm "Program Run Alt-1".

Indien er "soft-limits" werden gedefinieerd in overeenstemming met de werktafel van de machine is het dikwijls aangewezen om de "Display Mode"-knop, uiterst rechts bovenaan in figuur 6.10, te gebruiken om te wisselen tussen programma en het werk op de tafel en



Figure 6.10 - Toolpath family

het "toolpath" te tonen in relatie met het werk op de tafel .Zie ook figuur 6.11. De display van de afgelegde weg van het gecontroleerde punt kan worden gedraaid worden



door in het scherm de muis te slepen in de display met een linker muisknop ingedrukt. De display kan vergroot en verkleind (gezoomd)worden door de shiftknop van het klavier in te drukken terwijl men de linker muisknop indrukt en sleept door de display. Men kan de display verplaatsen door de muis te slepen in het veld met de rechter muisknop ingedrukt.

Met de knop "Regenerate Toolpath" rechts bovenaan in figuur 6.10, wordt de" Toolpath Display" van de G-code met

de huidige instellingen en G92 offsets, geregenereerd. Nota:Het is ten zeerste aan te bevelen de display te regenereren naa veranderingen van de

waarden van de offsets. Niet zozeer om een juist visueel beeld te bekomen, maar omdat dit daarenboven door Mach3 gebruikt wordt om de berekeningen bij het gebruik van G42 en G43 codes inzake "Cutter"-compensaties, nog meer performant te maken.

#### 6.2.11 Familie van de controllers van de werk-offsets en van de gereedschapstafel. (Work offsets and tool table control family)

Offsets en gereedschapstabellen zijn meestal terug te vinden in de bedieningshandleiding en uiteraard ook binnen een deelprogramma, maar het dikwijls nuttig deze zaken te behandelen

vanuit deze familie van controllers. Hiervoor verwijzen we graag naar het hoofdstuk 7 waar meer details inzake tabellen en technieken zoals "aanraking" ("Touching") zullen besproken worden.

Omwille van de definities der onderliggende G-codes, werken Werkoffsets en gereedschapstabellen op een ietwat verschillende manier.

Waarschuwing: Het veranderen van de "Werk-" en "Gereedschaps" offsets welke momenteel in gebruik zijn, zal geen verplaatsing van het gereedschap met zich



mee brengen alhoewel de DRO - uitlezingen zullen veranderen. Alhoewel na het instellen van de nieuwe offsets zal een beweging van het gereedschap (zoals G0, G1 enz.) gebeuren binnen het nieuwe coördinatenstelsel. Men moet dus werkelijk vertrouwd zijn met die zaken wil men een desastreuse crach van de machine vermijden.

#### 6.2.11.1 Werkoffsets (Work Offsets

De ingestelde werkoffset van Mach3 is "Work Offset number 1". Zie figuur 6.12. Elk gekozen getal tussen 1 en 255, en ingebracht in het venster van de "Current Work Offset DRO" bovenaan in de figuur 6.12, zal door Mach3 beschouwd worden als zijnde de huidige Werk Offsets. Werk Offsets worden ook wel eens "Fixture Offsets" genoemd. Het invoeren van het getal in deze DRO is equivalent aan de uitvoering van de G-code G54 tot 59 of G58.1 tot G59.253.

Men kan ook de huidige Offsets instellen door gebruik te maken van de "Fixture buttoms", terug te vinden aan de rechter zijde van figuur 6.12. als deel van het "Offsets Alt5" –scherm.. De waarden van de offsets van het huidige offsetsysteem kunnen ingetikt worden in de DRO-vensters van de desbetreffende part-DRO's. "Part-Offset" is nog een andere benaming voor "Work Offset" of "Fixture Offset".

Deze waarden kunnen in deze DRO's ook ingesteld worden door de assen naar een gewenst punt te bewegen en dan deze waarden in te stellen door op de "Set"-knop te drukken. De X, Y en Z-as worden op een licht verschillende manier ingesteld. De instelling van de Z-as is het gemakkelijkst te begrijpen en daarom zullen we beginnen met de Z-as.

De Z-offset zal gebruikelijk worden ingesteld met een "Meestergereedschap" in de spindel (Master Tool). De Z voor andere gereedschappen zal dan aangepast worden met behulp van een gereedschapstabel. Een ijkblokje of zelfs een stukje folie of papier wordt tussen de top van het werkstuk(indien dat de Z=0.0 moet zijn) of de freestafel (indien de freestafel de Z=0 moet zijn)en de punt van het gereedschap geschoven. De Z-as wordt zeer traag naar beneden bewogen tot het ijkblokje net is aangeraakt. De gekende dikte van het ijkblokje wordt dan ingegeven in de DRO van de "Gage Block Height" en daarna drukt men op de "Set Z"-knop links bovenaan in figuur 6.12.

Deze werkwijze is voor de X en de Y-as gelijkaardig met dat verschil dat het aanraken van het werkstuk of freestafel met behulp van de "Master Tool" moet gebeuren voor elke zijde van het werkstuk en er moet rekening worden gehouden met de dikte van het gereedschap (vb: frees) of de probe waarmede het aanraken van het werkstuk gebeurt.

Wil men bv. de onderzijde van het werkstuk op Y=0.0 geplaatst zien en men wil de offset bepalen met behulp van een gereedschap of een probe met een diameter van 0.5" en een ijkblokje van 0.1", dan moet men in de "Edge Finder Dia DRO" het getal 0.7 invullen en daarna klikken op de omcirkelde "select-knop" van figuur 6.12. Het getal 0.7 is immers de waarde van de diameter van het gereedschap of de probe vermeerderd met twee maal de maat van het ijkblokje.

Afhankelijk van de instellingen van de "Persistent Offsets Save" in het scherm Config> State zullen de nieuwe waarden door Mach3 onthouden worden voor de achtereenvolgende bewerkingen.

#### 6.2.11.2 Gereedschappen (Tools)



Figure 6.13 - Tool Offset

De gereedschappen worden genummerd van 0 tot 255. Het gereedschapsnummer wordt gekozen door een "T-woord" bij de uitvoering van een deelprogramma of door intikking van het nummer van het gereedschap in het T DRO-venster. Deze offsets worden enkel toegepast wanneer ze ingeschakeld worden door het aanklikken van de knop "Tool Offset ON/OFF" uit figuur 6.13 ( equivalent aan een G43 of G49-code in een deelprogramma).

Bij Mach3 zijn alleen de Z offset en de diameter gebruikt voor het gereedschap. De diameter kan ingevuld worden in de diameter DRO (onderaan rechts in fig.6.13) en de Z-offset (zijnde bv. de compensatie van de lengte van het gereedschap) kan rechtsreeks worden ingevuld of bij middel van de aanraakprocedure. De knop "Set Tool Offset" werkt immers op dezelfde manier als de "SetZ"-knop bij de "Work Offsets" uit vorige paragraaf.

De data van de "Tool Offsets" worden voor de opeenvolgende bewerkingen op dezelfde manier permanent gemaakt, als bij de "Work Offset. Zie voorgaande paragraaf.

### 6.2.11.3 Onmiddellijke toegang tot de gereedschapstabellen. (Direct access to Offset Tables)

Deze tabellen kunnen geopend en gewijzigd worden door gebruik te maken van de gele drukknoppen ""Safe Work Offsets" en "Save Tool Offsets" onderaan rechts in het Offsets Alt5"-scherm-of via het menu "Operator>Fixtures" voor de Work Offsets en via het menu "Operator>Tooltable" voor de Tool Offsets.

### 6.2.12 De familie van de rationele diameter controlle (Rational Diameter control family)



Zoals reeds eerder vermeld in hoofdstuk 6.2.6 waar we het hadden

over de controle van de voedingssnelheid, is het dus mogelijk bij benadering de grootte van een ronddraaiend werkstuk te bepalen en kan de rationele snelheid van een as heel goed vervat worden in een gemengde voedingssnelheid. De familie van de ascontrollers heeft waarschuwingsleds om instellingen andere dan "non-zero" aan te duiden. Zie figuur 6.14.

Er dienen geen waarden te worden ingevuld als de ronddraaaiende beweging van het werkstuk niet moet worden gecoördineerd met een lineaire verplaatsing van een as. In dat geval zal een passend "F"-woord voor "Graden per minuut" of "Graden per omwenteling" moeten geprogrammeerd worden.

#### 6.2.13 Familie van de tangentiale controle (tangential control family)

Op machines voor het snijden van vinyl of dergelijke is hert zeer nuttig om gebruik te maken van ronddraaiende assen teneinde richting van het snijmes te controleren; De beste snijding zal gebeuren wanneer het mes zich tangentaal bevindt t.o.v. de richting in dewelke de X en de Y-as zich op ieder ogenblik bewegen.

Mach3 zal de A-as controleren zoals dit gebeurt voor een uitvoering van een G1-verplaasing. De punt van het snijmes zal dus steeds zo dicht mogelijk moeten zijn van de as rond dewelke het draait en deze as moet op zijn beurt evenwijdig zijn aan de Z-as van de machine.

Deze controle wordt ingeschakeld door de knop "Tangential Control" aan te klikken. Deze knop bevindt zich onderaan in het scherm "Settings Alt6". Een gele led wijst U er op dat deze instelling ingeschakeld is. Bij de meeste toepassingen is de hoekverdraaiing van het mes, terwijl het zich in het materiaal bevindt, beperkt. Bij een te grote hoekverdraaiing bestaat immers de kans dat het mes gaat breken of het te snijden materiaal wordt vervormd en men aldus geen zuivere snede bekomt. De grootst mogelijke hoekverdraaiing wordt ingevuld in het vakje van "Lift Angle". Bij het snijden van elke hoek waarbij een grotere hoekverdraaiing wordt vereist dan de waarde ingegeven voor "Lift Angle", dan zal de Z-as zich naar boven toe bewegen met een waarde welke is ingegeven in het vakje voor "Lift Z". Zie figuur 6.15. Na het tillen van de Z-as zal het snijmes verdraaien. Daarna zal de Z-as terug dalen en het snijmes zal opnieuw in het te snijden materiaal dringen maar dan met de aangepaste richting.

### 6.2.14 De familie van de controles der limieten en ander instellingen. (Limits and miscellaneous control familie)

#### 6.2.14.1 Het activeren van ingang 4. (Input activation 4)

"Settings Alt5" De activering van de het ingangssignaal 4 kan geconfigureerd worden om een hardwarematige enkele stapfunctie uit te voeren equivalent aan de "Single"knop bij de familie welke de controle over het draaien van het programma uitvoert. Hiertoe klikt men op de knop "Toggle" links bovenaan het scherm van "Setting Alt5". Zie eveneens figuur 6.16. Een gele knipperende led naast de knop verwittigt u dat deze functie is ingeschakeld.

#### 6.2.14.2 Overschrijden van de limieten (Override limits)

Mach3 is in staat door gebruik te maken van software om de limietschakelaars verbonden aan de ingangen te overschrijden. Dit kan automatisch gebeuren. Het joggen van een as uitgevoerd onmiddellijk na een reset zal niet als limiet aanzien worden zolang de as niet van de limietschakelaar weg wordt bewogen. Dit wordt gecontroleerd door de knop "Auto Limit Override"" uit het scherm "Settings Alt6" links bovenaan. Zie ook figuur 6.17. Een groene led licht op wanneer deze functie is ingeschakeld. Als een alternatief kunnen limieten ook uitgeschakeld worden en kunnen manueel overschreden worden door gebruik te maken van de knop "Override Limits" van hetzelfde





scherm als daarnet. Een rood knipperende licht wijst er op dat die functie is ingeschakeld. **Nota**: Te noteren valt dat deze controles niet worden toegepast indien de limietschakelaars hardwarematig werden verbonden met elektronica van de drivers teneinde een Estop te activeren. In dit geval is een externe bijkomende elektrische override-schakelaar nodig om de elektrische schakeling uit te schakelen terwijl men de as ervan weg beweegt.

#### 6.2.15 familie van de systeemcontroles (System Settings control family)

**Nota:** Deze controles zijn niet terug te vinden op één en hetzelfde scherm van Mach3. Men dient op zoek te gaan tussen de schermen zoals "Program Run Alt-1", "Settings Alt6", en "Diagnostics Alt-7".

#### 6.2.15.1 Eenheden (Units)

Deze controles zijn terug te vinden op het scherm "Program Run Alt-1". Deze knop "Units Alt-U" onderaan links op het scherm, voert de codes G20 en G21 uit teneinde aldus de huidige maateenheden te wijzigen (mm of inch). U wordt ten strengste aangeraden dit niet te doen behalve in kleine fragmenten van een deelprogramma op voorwaarde dat de "Work Offset" en "Tool Offset" van dit deelprogramma allemaal in dezelfde bepaalde eenheden werd ingesteld.

#### 6.2.15.2 Veilige Z (Safe Z)

Met deze controle, welke terug te vinden is onderaan rechts in het scherm "Settings Alt6" is het mogelijk een bepaalde veilige waarde voor de Z-as in te stellen. Door het instellen van deze veilige waarde wordt de Z-as steeds op een veilige afstand gehouden van bv. machineklemmen of dergelijke opspangereedschap. Het wordt vooral gebruikt bij het "Homen" of bij verandering van gereedschap.

#### 6.2.15.3 CV Mode / Hoekverdraaiingslimiet (CV Mode/Angular Limit)

In het scherm "Program Run Alt-1" vinden we onderaan links in het scherm de "CV-Mode". Een groene led wijst er u op dat in het systeem de CV-Mode wordt toegepast. "Constant velocity". Als deze mode is ingeschakeld dan draait de machine veel soepeler en de "Exact Stop" wordt sneller uitgevoerd, maar er kunnen bij het uitvoeren van scherpe hoeken een zekere afronding ontstaan afhankelijk van de driversnelheid van de assen. Zelfs wanneer het systeem werkt in de CV-mode, zal indien de richtingsverandering groter is dan de ingestelde waarde bij "Angular Limit DRO" onderaan in het scherm "Settings Alt6", de bewerking worden uitgevoerd als zou men geopteerd hebben voor een "Exact Stop". Dit zal nog uitvoerig worden besproken in het hoofdstuk 10, handelend over de "Constant velocity".

#### 6.2.15.4 Off line (Off Line)

De "Off-Line"-knop is terug te vinden bovenaan in het scherm "Program Run Alt-1"-scherm, of via Operator>Control Offline". Met deze knop schakelt men alle uitgangssignalen van Mach3 uit. Een knipperende gele led waarschuwt U dat de uitgangen zijn uitgeschakeld. Dit is een hulp bij het instellen en het testen van de machine. Wanneer deze knop echter gebruikt wordt tijdens de uitvoering van een deelprogramma zal dit echter allerhande positieproblemen met zich meebrengen.

#### 6.2.16 Familie van de encodercontroles (Encoder Control Fanily)



Deze controles worden weergegeven ongeveer in het midden van het

scherm "Setting Alt6". Zie ook figuur 6.18. Hierin worden de waarden van de encoders van de verschillende assen weergegeven. Het is ook mogelijk deze waarde van en naar de DRO's van de hoofdassen te verplaatsen in het scherm "Program Run –Alt1".

Met de knop "Zero" worden alle DRO-waarden terug op nul geplaatst.

De knoppen "To DRO" kopiëren de waarden naar de DRO's van de hoofdassen en deze waarden worden er uitgevoerd als zijnde een G92 offset.

Met de knoppen "Load DRO" worden de DRO-waarden van de corresponderende hoofdassen assen uit het scherm "Program Run–Alt1" overgenomen en ingesteld.

#### 6.2.17 Familie van de automatische Z-controle (Automatic Z control family)

Deze instellingen zijn terug te vinden rechts onderaan in het scherm "ProgramRun-Alt1".. Met deze instellingen is het mogelijk om lagere limieten in te stellen voor bewegingen van de Z-as. Zie hiervoor ook het dialoogvenster van Config>Logic voor de instelling van de statische waarden van deze geblokkeerde Z-as.

Het is ook mogelijk deze "inhibit Z"-waarde in te stellen tijdens de voorbereiding en vóór de uitvoering van een G-code programma. Dit is afgebeeld in figuur 6.19.

Deze instelling bestuurt het programma, welke meestal een DXF of een HPGL-inport is, zodat het een snede of een aantal snedes kan maken op de gewenste Zdiepte. ( als voorbeeld Z=-0.6 inde veronderstelling dat

Da Off	MultiPass L (Loop) +O Times on M30
Z Inhibit +0.000	Lower Z inhibit by <u>+0.0000</u> on each pass
	Figure 6.19 – Automatio Z control

de bovenzijde van het werkstuk gelijk is aan Z=0. Het laatste commando zal dan een M30 (Rewind) moeten zijn.

Door gebruik te maken van deze automatische Z-controle wordt:

-a: de waarde van Z-inhibit gebruikt voor de Z-waarde van de diepte van de eerste ruwgangsnede ingesteld (bv: Z=-0.05)

-b: de waarde van de "Lower Z-inhibit" voor de opeenvolgende snijdieptes ingesteld.(We zouden bv. kunnen stellen 0.1 aangezien de zijwaartse ondersteuning van de as. Om de ganse bewerking uit te voeren zullen er dus 7 gangen nodig zijn om Z= -0.6.

-c: Vul dus het getal 7 in bij L(loop)

Wanneer we nu op de groene knop "Cycle Start" in het scherm "Run Program –Alt1" drukken zal de machine een reeks van sneden maken (in dit geval 7) en bij elke opeenvolgende snede de Z-as verlagen. Hierbij zullen de DRO's de opeenvolgende bewerkingen volgen. Indien in een deelprogramma, na het uitvoeren van het opgegeven aantal gangen (L) de gewenste diepte van Z niet wordt bereikt, dan kan de waarde van L worden aangepast en het deelprogramma opnieuw worden opgestart.

### 6.2.18 Familie ter controle van de uitgangen van de Laser Trigger (Laser Trigger output family)

Deze instellingen vindt men terug bovenaan in het scherm "Settings Alt6". Een afbeelding van deze instellingen ziet men in figuur 6.20 Mach3 levert een puls op de uitgangspin van de digitale trigger (indien deze ingesteld is) op het ogenblik dat de X en de Y-as voorbij de triggerpunten komen.



De groep van de Lasercontroles laten u toe de roosterpunten (grid points) te bepalen in de huidige eenheden en relatief tot een willekeurige datum.

Klik op de knop "Laser Grid Zero" wanneer het gecontroleerde punt, zijnde die van het gereedschap, zich op de gewenste "grid" bevindt. Deze "grid" noemt men dan de "grid origin". Definieer de positie van de grid-lijnen op de X en de Y-as en druk op de knop "Toggle" teneinde de uitgang van de pulsen toe te laten telkens een as een grid-lijn kruist. Dit deel van het programma bevindt zich nog in een ontwikkelingsfase en zal het voorwerp uitmaken voor latere eventuele aanpassingen van het programma ter zake.

#### 6.2.19 Familie van de specifieke aangepaste controles (Custom controls families)

Mach3 biedt de mogelijkheid aan de machinebouwer, zij het nu Uzelf of Uw leverancier, om een hele boel mogelijkheden toe te voegen aan het programma door het toevoegen van specifieke schermen. Hieraan kunnen andere DRO's en bijkomende knoppen worden toegevoegd welke gebruikt worden door "VB Script"-programma's. Deze zijn soms verbonden ofwel aan de knoppen zelf of worden gebruikt om macro's uit te voeren. Voorbeelden hiervan zijn terug te vinden de handleiding "Mach3 Customisation". Hierin worden enkele voorbeelden getoond hoe een scherm voor typische doeleinden kan worden aangepast.

Op internet via <u>http://www.machsupport.com/screens.php</u> zijn enkele van deze specifieke schermen te zien en te downloaden.

#### 6.3 Gebruik makend van uitgewerkte voorbeelden. (Using Wizards)

Er bestaan bij Mach3 een aantal uitgewerkte voorbeelden, waarbij het mogelijk is bepaalde bewerkingen met de machine uit te voeren door gebruik te maken van één of meerdere speciale schermen wanneer men een keuze heeft gemaakt, zal er een G-cod aangemaakt worden om de gekozen bewerking uit te voeren. Bij deze uitgewerkte voorbeelden is er een voorbeeld welke u in staat stelt een cirkelvormige uitholling (cirkelvormige kamer) te maken, een reeks van gaten te boren en bv. een tekst te graveren.



Bij het gebruik van de knop "Load Wizards" verschijnt er een tabel op uw systeem van opgeslagen en uitgewerkte voorbeelden. Maak een keuze uit de lijst en klik op "Run". Het "Wizard"-scherm (of in sommige gevallen meerder schermen) wordt welke behoort bij de gemaakte keuze verschijnt; hoofdstuk 3 bevat een voorbeeld om een kamer te frezen. Er werden reeds verschillende typische wizards gepubliceerd en hun bedieningsknoppen verschillen nauwelijks. Elk uitgewerkt voorbeeld (Wizard) heeft zijn eigen manier om een G-

code naar Mach3 te sturen en om eventueel terug te keren naar het hoofdscherm van Mach3. De meeste "Wizards" laten toe de instellingen op te slaan, zodat bij een volgend gebruik van deze "Wizard", dezelfde reeds eerder ingestelde waarden, in de DRO's verschijnen.

Figuur 6.23 geeft een deel van een "Toolpath"-scherm nadat de "Write"knop van figuur 6.22 werd ingedrukt. Met de "Last Wizard"-knoppen voert men de wizard uit welke men recent hebt gebruikt zonder dat je deze terug uit de lijst moet selecteren.

Met de "Conversational"-knop voert men een reeks van wizards uit, welke ontworpen werden door "Newfangled Solutions". Deze worden weliswaar meegeleverd met Mach3 maar vergen een afzonderlijke gebruikerslicentie wanneer men G-codes wil produceren.

Marchol Dire Construct Appellications				A
WRITE				Ver4
Xo Star +3.0000 Direction			F Height	+0.000
Yo Star +3.0000	A	BC	+10,0000	+0.000
	Yo)	Rauld, Lun on	-	Z +0.170
FeedRat 3,00	% Separat	on Height   +0.05	Z Top	Matter Cost
RPM 0.0	Standard For Solut	180% Lise Dis. Depth	0.0000	L.Chauge
Example text?				
				- Party
Propraction A&A BELARS Transformer (Woods ABS) Series	the RES Chaptery	41.44Z	68-1015 G17 D48 0	021 GR0 GR4 G64 G43 D99 (
-	X	+0.0000	Program	n Limita
G00 G49 G40 G17 G80 G50 G90 - G21	Y	+0.0000	X Range +1	104253
M04 S0.01 G00 20.3	Z	-0.5620	Z Range 141	1258 48.3008 19484
G00 G90 X3Y3	4	+0.0000	4 Range +1)	Accelerated
G00 Z0.3	-		Permit	Local Contractor
G00 X9.467 Y11.463 G00 Z0.125	Teel2 Jo	b Display		
Estimated Program Rue Time 00:00:00				
Cycle Start Bewind Single BLK				
(Alt-R) (Crtt:W) (Az-N)		Exam	ple-ter	c17
Feed Hold Stop Ruverse Run				
	1			
Reset		22.000 		

#### 6.4 Het laden van de G-code van een deelprogramma.(Loading a G-code part program)

Wanneer men een manueel geschreven, of een met een CAD/CAM programma, een deelprogramma heeft gemaakt, kan men dit deelprogramma in Mach3 inladen door gebruik te maken van de "Load G-Code"-knop. Kies via Windows het desbetreffende bestand. Anderzijds is het ook mogelijk een keuze te maken uit een lijst van recent uitgevoerde bestanden. Dergelijke lijst kan worden opgeroepen door gebruik te maken van de "Recent Files"-knop op het scherm. Wanneer het bestand werd gekozen zal Mach3 de G-



code ervan laden en analiseren. Hiervoor zal het programma een gereedschapspad uitstippelen ("Toolpath") en het zal weergegeven worden in het "Toolpath-venster" rechts in het scherm, en de limieten van het programma zullen worden vastgelegd.

De geladen G-code van het programma zal eveneens afgebeeld worden in het venster van de G-code, links op het scherm. Men kan doorheen deze G-codelijst scrollen en de huidige opgelichte codelijn aanwijzen.

#### 6.5 Maken van een deelprogramma (Editing a part program)

Indien de keuze van het programma voor de G-code editor werd door terzake een keuze in het dialoogvenster van Config>logic (rechts in het dialoogvenster) kan er een code gemaakt

worden door op de "Edit"-knop te klikken. De gekozen editor zal een nieuw venster openen met de daarin opgeladen code.

Wanneer men gedaan heeft met het maken van de code, zal men het bestand moeten opslaan en uit de Editor stappen. De gemakkelijkste manier om dat te doen is de "Close-box" te gebruiken en in het dialoogvenster te antwoorden met "Yes" op de gestelde vraag "Do You want to save the changes?".

Wanneer men bezig is een deelprogramma te maken (editten) dan wordt Mach3 tijdelijk opgeschort. Wanneer je in het venster van Mach3 klikt dan schijnt het alsof het programma geblokkeerd is. Men kan dit natuurlijk verhelpen door naar de "editor" terug te keren en deze te sluiten.

Na het maken van een vernieuwde code zal mach3 deze nieuwe code terug analiseren, gebruiken om het gereedschapspad vast te leggen en om de uiterste grenzen vast te leggen. Men kan het toolpath ten allen tijde regenereren door gebruik te maken van de "generate"-knop.

### 6.6 handmatige voorbereiding en het uitvoeren van een deelprogramma; (manual preparation and running a part program)

### 6.6.1 Invoeren van een hangeschreven programma; (Inputting an hand-written program)

Indien men een programma wil maken vanaf nul dan kan men dit op twee manieren doen. Ofwel door gebruik te maken van een editor buiten het programma van Mach3en het gemaakte bestand op te slaan, ofwel door gebruik te maken van de "Edit"knop waneer geen deelprogramma geladen is. In dat laatste geval zal men het volledige bestand moeten" opslaan als" en daarna verlaat men de editor. In beide gevallen zal men via "File>Load G-code" het gemaakte programma in mach3 moeten laden. Waarschuwing: Foutieve G-code lijnen worden over het algemeen opzij

Program Run Alt.1	MDI Alt2	ToolPath Alt	1 Offsets Alt	Settings Abs	Diagnostics Alt-7	1
					COMP. T	
	. Da	drummer tap -	Notepad			+(
	Ele E	dit Forniat y	ew Halp			
	GD XI	0.000000 v	0.000000 20	.200000	3	+
	500.1	000000				
	G4 3H3	5 	0.000000.70	200800		-1
	G0 X	1,179950 Y	4.004260 20	200000		
	- GX	L.179950 Y	4.004260 Z- 4.004260 Z-	-0.100000		- 14
••••••••	G X	1.179950 Y.	3.980210 Z- 3.980210 Z-	-0.100000		
	E E X	175140 Y	4.004260 Z-	-0.100000		-
	. G0 X	137080 Y	3.324440 Z	200000	סדכ	z
		L.137080 Y.	3.324440 Z· 3.324440 Z·	-0.100000		2
-		.187870 Y	3.347020 Z- 3.369600 Z-	-0.100000	-	Loa
File: No File L	cac Gi X	.340240 Y	3.397620 Z	0.100000		Com
		1.419250 Y	3.426030 Z· 3.454280 Z·	0.100000		
	EGLX	588550 Y	3.471220 Z-	0.100000	hat	ion
Cycle Start	I GI X	.644990 Y	3.482510 Z-	0.100000		hanue
SHIC IN	a a x	1.701420 Y	s.482510 Z- 3.482510 Z-	-8.108000		Ical
Feed Hold	Laix	.797360 Y	3.488150 Z-	0.100000	boo	1001
«Spc»	GI X	.887650 Y	3.505080 z-	0.100000	100	24
	St G1 >0	.932800 Y	5. 516370 Z-	0.100000	FUU	

gelaten en niet uitgevoerd. Men mag zich daarop niet vertrouwen en men moet zeker een goede controle uitvoeren op de juistheid van de afzonderlijke G-code-lijnen.

#### 6.6.2 Vooralleer een deelprogramma uit te voeren. (Before you run a part program)

Het is een goede gewoonte een grondige controle uit te voeren op de goede werking van de machine, vooraleer een deelprogramma uit te voeren , eerder dan klakkeloos aannemen dat de machine nog in goede staat is. Dergelijk grondige controle kan uitgevoerd worden door op de machine de volgende G-codes te testen: G17/G18/G19, G20/G21, G40, G49, G61/G62, G90/G91,G93/G94.

Men zal er zich van vergewissen dat de assen zich op een gekende referentie-positie bevinden. Dit zal hoogstwaarschijnlijk gebeuren door gebruik te maken van de "Ref. All"-knop. Men zal ook op voorhand moeten bepalen of men het programma laat beginnen met een Swoord, of dat men de spindelsnelheid manueel zal instellen, ofwel door het invoeren van een bepaalde waarde in de S-DRO. Men zal ook zeker moeten zijn van het feit dat de voedingssnelheid (feedrate) is ingesteld vooraleer één van de commando's G01/G02/G03 wordtuitgevoerd. Dit kan gebeuren door een F-woord ofwel door invoering van data in de F-DRO.

Vervolgens dient men een gereedschap en/of Werk-offset te selecteren.

En tot slot, behalve in h geval het programma werd getest en goed bevonden werd, zal er een "dry run" worden uitgevoerd ( ook wel eens "cutting air" genoemd), om na te gaan of er geen fouten optreden en er niets ernstigs gebeurt.

#### 6.6.3 Het draaien van het programma (Running your program)

De eerste proef met het nieuwe programma zal met de meeste zorg en nauwlettendheid worden uitgevoerd. Het zou kunnen zijn dat je van mening bent de voedingssnelheid te moeten wijzigen, of misschien de spindelsnelheid, teneinde het klapperen van de machine tot een minimum te herleiden of in het ander geval om eentueel de productie te optimaliseren.

### 6.7 Het opbouwen van een G-code door het importeren van andere bestanden. (Building G-code by importing other files)

Mach3 converteert bestanden met de extentie DXF, HPGL of JPEG, in een G-code en deze G-codes dan ook uitvoeren. Dit gebeurt via het "File>Import>DXF" menu. Eenmaal het type bestand gekozen zal men het ganse originele bestand moeten laden. Men zal u onmiddellijk vragen om de parameters in te stellen inzake de conversie, de voeding en de koeling, om die dan te kunnen inlassen in het deelprogramma. Daarna importeer je de



data.mach3 moet dan een werkend ".TAP"-bestand aanmaken in dewelke het de gegenereerde code zal bewaren. Men zal u bij middel van een "Save File"-dialoog dan ook vragen onder welke naam het bestand dient bewaard te worden en onder welke map. Eens dat gebeurd is, is het .TAP-bestand in Mach3 geladen, en kan het gedraaid worden zoals elk ander deelprogramma.

Voor alle details inzake conversieprocessen en hun parameters,verwijzen we graag naar een latere hoofdstuk 8

## 7. Coördinatenstelsels, gereedschapstabellen en bepalingen (Coordinate systems, tool table and fixtures)

In dit hoofdstuk wordt u uitgelegd hoe Mach3 omgaat met de bevelen wanneer U het programma vraagt een gereedschap te bewegen naar een welbepaalde positie. Het behandelt het coördinatenstelsel in het algemeen alsook de bepaling van het machinecoördinatenstelsel. Hierin leert U ook hoe de lengte van elk gereedschap kan bepaald worden alsook de vastlegging van de positie van een werkstuk, en indien nodig, de manier om uw eigen variabele offsets er aan toe te voegen.

U zult het beslist wel allemaal ingewikkeld vinden bij de eerste kennismaking van deze theorie. We raden U echter aan stap voor stap de aangeleerde technieken uit te testen op uw eigen machine. Dit zal in den beginnen niet gemakkelijk zijn. De eerste vereiste is vooral te begrijpen waar het gereedschap zich exact bevindt en een basiskennis van enkele eenvoudige G-code commando's zoals G00 en G01 is hierbij dan ook noodzakelijk.

Men kan het programma Mach3 weliswaar gebruiken zonder in detail alles uit dit hoofdstuk te kennen, maar bij het instellen van het programma teneinde een bepaald werk uit te voeren , zal snel duidelijk worden dat zulks veel vlotter verloopt en de instelling veel betrouwbaarder is.

#### 7.1 Machinecoördinatenstelsel (Machine coordinate system)

U hebt alvast reeds opgemerkt dat de meeste schermen van het Mach3 programma bepaalde DRO's bevatten i.v.m. zoals "X- Axis", "Y-Axis" enz. Indien men bepaalde delen van het programma wil instellen en de kans op een crash van de machine te minimaliseren, moet men bij het instellen van deze waarden of bij het draaien van een deelprogramma echter perfect op de hoogte zijn van de betekenis ervan.

De manier om dit uit te leggen gebeurt het best terwijl men voor de machine staat en men naar de machine toekijkt. We hebben in ons voorbeeld gekozen voor een denkbeeldige machine zoals afgebeeld in figuur 7.1. Op die manier is het gemakkelijkst om de werking van een coördinatenstelsel uit te leggen; In dit geval is het een machine om tekeningen te



maken met een balpen of een viltstift op papier of karton. De machine bestaat uit een vaste tafel en een cilindervormige penhouder welke naar links en rechts kan bewegen (X richting), naar voor en naar achteren (Y richting) en op en neer (Z richting).In figuur 7.1 is een vierkant te zien welke net op het papier werd getekend.

In figuur 7.2 wordt het coördinatenstelsel van de machine afgebeeld. De metingen in dit coördinatenstelsel gebeuren dus vanaf linker benedenhoek van de tafel van de machine. Zoals je kunt zien zijn de coördinaten van de linker benedenhoek van het papier gelegen is op X=2,

Y=1, en Z=0 .Hierbij werd geen rekening gehouden met de dikte van het papier. De coördinaten van de punt van de pen zouden op deze machine nu in de "Home"-positie (referenced position) moeten staan. Deze positie wordt meestal bepaald door de plaats waar de Home-schakelaars zijn opgesteld, tot welke positie de machine zich beweegt en waar ze deze home-schakelaars inschakelt .De nulpositie van dit



coördinatenstelsel wordt de "Absolute Machine Zero" genoemd of "het absolute machinenulpunt". Waar de homepositie op een echte machine mag en kan geplaatst worden zullen wij in een later hoofdstuk nog uitvoerig behandelen.

De punt van de pen net als het uiteinde van het snijgereedschap is de plaats waar de bewerkingen echt worden uitgevoerd en wordt daarom het gecontroleerde punt genoemd.("Controlled Point"). Bij Mach3 geven de DRO's van de verschillende assen steeds de relatieve coördinaten weer tot een coördinatenstelsel. De reden waarom het juist interessant is om dit hoofdstuk te lezen is het feit dat het niet altijd aangewezen is om de nulpunten (Zeros) van het machine coördinatenstelsel niet steeds op dezelfde plaats te hebben zoals in ons geval,de hoek van de freestafel.

Het volgende eenvoudige voorbeeld zal alles duidelijker maken.

Het volgende deelprogramma lijkt op het eerste zicht te kunnen gebruikt worden om een vierkant met een zijde van 1 inch te tekenen (Zie fig. 7.1)

N10 G20 F10 G90 (set up imperial units, a slow feed rate etc.)
N20 G0 Z2.0 (lift pen)
N30 G0 X0.8 Y0.3 (rapid to bottom left of square)
N40 G1 Z0.0 (pen down)
N50 Y1.3 (we can leave out the G1 as we have just done one)
N60 X1.8
N70 Y0.3 (going clockwise round shape)
N80 X0.8
N90 G0 X0.0 Y0.0 Z2.0 (move pen out of the way and lift it)
N100 M30 (end program)

Zelfs al kan men op dit ogenblik nog niet alle codes volgen is het toch al overduidelijk wat er gebeurt. Op lijn N30 wordt de machine duidelijk gemaakt dat het gecontroleerde punt (Punt van het gereedschap) dient verplaatst te worden naar het punt met coôrdinaten X=0.8, Y=0.3. Op lijn N60 zal het punt zich op X=1.8 en Y =1.3 en de DRO's zullen het volgende weergeven:

X Axis 1.8000 Y Axis 1.3000 Z Axis 0.0000

Het probleem hier is echter het feit dat het vierkant niet op het papier werd getekend zoals weergegeven in figuur 7.1 maar wel op de freestafel dicht bij de hoek van de freestafel. De schrijver van het deelprogramma heeft gerekend vanaf de linker benedenhoek van het papier terwijl de machine daarentegen gerekend heeft vanaf de linker benedenhoek van de freestafel zijnde de zero-positie van de machine.

#### 7.2 Werkoffsets (Work Offsets)

Net zoals alle andere besturingsprogramma's bestaat er bij Mach3 de mogelijkheid om het nulpunt van het coördinatenstelsel van de machine te verplaatsen. Met andere woorden kan Mach3 aan de machine duidelijk maken vanaf welk punt er moet gemeten worden. Dat noemt men het "Offsetten" (Offsetting) van het coördinatensysteem. In figuur 7.3 wordt

duidelijk gemaakt wat er zou gebeuren moest men het nulpunt van het huidige coördinatenstelsel verplaatsen tot op de hoek van het papier. Wees echter steeds goed indachtig dat G-codes steeds het gecontroleerde punt verplaatsen naar getallen gemeten in het huidige coördinatenstelsel.

Er is gewoonlijk wel een manier om de vellen papier, één na één vast te maken op de afgebeelde positie zoals in figuur



Figure 7.3 - Coordinate system origin offset to corner of paper

7.3. Dergelijke offset wordt "Werk Offset" (Work Offset) genoemd en het punt met coördinaten 0,0,0 is het nulpunt van dit coördinatenstelsel.

Deze "offsetting" is zeer nuttig en er zijn verschillende manieren zijn om dat binnen Mach3 te doen b.m.v. Offset-schermen (Offset Screens). We verwijzen hier graag naar Appendix 1 voor een "screenshot".

### 7.2.1 Het beginpunt (nulpunt) van het werk naar een gegeven punt verplaatsen (Setting Work origin to a given point)

De meest klaarblijkelijke manier om zulks te doen bestaat uit twee stappen:

1.Ga naar het scherm "Offsets Alt5". Beweeg het gecontroleerde punt (punt van de pen of stift) naar de plaats waar je het nieuwe nulpunt wil hebben . Dit kan gebeuren door de assen te joggen, ofwel indien je echter kunt berekenen hoever de assen dienen te bewegen vanaf de huidige positie, dan kan men via een code G0 met manuele data-invoer in het scherm "MDI Alt2".

2. Klik op de "Touch" knop naast elk van de assen in het vak "Current Work Ooffset" bovenaan in het scherm "Offset Alt5). Bij de eerste druk op de knop zal men bemerken dat de huidige coördinaat van de aangeklikte as in de "part Offset" DRO wordt geplaatst en dat deze DRO nul aanduidt. Bij de volgende aanklik op de andere assen wordt de huidige coördinaat gecopiëerd naar de offset en de DRO wordt op nul geplaatst.

Indien u zich afvraagt wat er in feite is gebeurd kan misschien het volgende helpen. De waarden van de "Work Offset" worden steeds opgeteld bij de waarden in de DRO (dit zijn de huidige coördinaten van het gecontroleerde punt) om de absolute machinecoördinaten van het gecontroleerde punt weer te geven. Mach3 zal de absolute coördinaten van het gecontroleerde punt weergeven wanneer men klikt op de knop "Machine Coord's" rechts bovenaan in het scherm. De rood knipperende led boven de knop herinnert er u nogmaals aan dat de daarboven aangegeven coördinaten de absolute coördinaten zijn.

Er is nog een andere manier om de offsets in te stellen; deze manier kan dan gebruikt worden om de positie te kennen van waar je het nieuwe nulpunt van het coördinatenstelsel wil hebben.

De hoek van het vel papier is op zicht ongeveer 2.6" rechts en 1.4" boven het home/referentiepunt op de linker benedenhoek van de freestafel. Laten we aannemen dat deze cijfers de juiste zijn en we gaan als volgt tewerk.

1. Typ 2.6 en 1.4 in de X en de Y offset DRO's. De X-as DRO zal veranderen door het feit dat deze offsets van hen worden afgetrokken. Herinner u dat u de huidige positie van het gecontroleerde punt niet hebt verplaatst zodat de coördinaten moeten veranderen wanneer je het nulpunt van het coördinatenstelsel verandert.

2. Indien u er zich van wilt vergewissen of alles goed is dan kan u dat doen door manueel in de MIDI-lijn van het scherm "MIDI Alt2" volgende codelijn in te voeren: G00 X0 Y0 Z0. De pen zou zich moeten bewegen naar de hoek van het vel papier en daar de freestafel raken. Daarnet hebben we het gebruik van "Work Offset" nr1 besproken. Dit is het cijfers welke zich bovenaan in het scherm "Offsets Alt5" bevindt naast "Current Work Offset". Men kan er kiezen tussen 1 en 255. Er kan echter steeds maar één offsetnummer gekozen worden, door deze in de DRO in te tikken of door gebruik te maken van de G-codes G54 tot G59 P253 in een deelprogramma.

De laatste manier om een "Work Offset" in te stellen gebeurt door gewoonweg de nieuwe waarde in de DRO van de betrokkene as in te tikken. De huidige "work offset" zal een update krijgen en verwezen worden naar de nieuw ingetikte waarde in DRO van de desbetreffende as. Bemerk dat de assen van de machine zich niet verplaatsen. Het is enkel het nulpunt van het coördinatenstelsel die werd verplaatst. De knoppen "Zero-X, Zero-Y enz gebruikt om de DRO op nul te stellen. De assen kunnen dus ook op een gelijkaardige manier op nul worden gezet door het cijfer 0 in de DRO van de desbetreffende as in te tikken.

We reden U echter aan deze laatste methode niet te gebruiken tot dat u volledig vertrouwd bent met het gebruik van de "Work Offsets" in het "Offset Alt5"-scherm. Samengevat kunnen we stellen dat door het ofsetten van de huidige coördinaten (current Offsets) b.m.v. de "Work Offstes", we in staat zijn een vierkant te tekenen op de gewenste plaats op het papier, zelfs daar waar we het vel papier op de tafel hebben geplaatst.

#### 7.2.2 "Home" bij een praktische machine (Home in practical machine)

Zoals reeds eerder vermeld is het toch geen goed idee om de home-positie van de Z-as te plaatsen op het oppervlak van de tafel. Mach3 heeft rechts boven in het scherm "Settings Alt5" een knop "Ref All Home" waarmee alle assen kunnen worden genuld. Men kan ze uiteraard ook allemaal afzonderlijk nullen. Voor een machine waarop home-schakelaars zijn gemonteerd, zal elke lineaire as (of één enkele gekozen as) bewegen tot een dergelijke homeschakelaar wordt geraakt en daarna lichtjes terugkeren weg van de schakelaar. Het nulpunt van het absolute machinecoördinatenstelsel ("Machine Zero") is dan geplaatst op de gegeven waarden voor X,Y en Z. zijnde meestal 0.0. Men kan eigenlijk een niet zero waarde toekennen aan homeschakelaars indien je deze wenst te negeren.

De homepositie van de Z-as is meestal gelegen op de hoogst mogelijke positie boven de werktafel. Indien we dus aan deze hoogste positie de machinecoördinaten Z=0.0 toekennen dan zullen de machinecoördinaten van alle andere werkingsposities negatief zijn. Moest dit nu nog niet helemaal duidelijk zijn dan hoef je je echt geen zorgen te maken. Het is zeer handig dat het gecontroleerde punt, in ons geval de punt van het potlood of de viltstift, uit de weg te hebben wanneer we de machine nullen, en het is aldus gemakkelijk de "Workoffset" te gebruiken om een aangepast coördinatenstelsel in te stellen voor het werkstuk op de freestafel.

### 7.3 Wat met de verschillende lengtes van gereedschappen? (What about different lengths of tool?)

Nu je stilaan vertrouwd geraakt met al deze zaken wordt het stilaan tijd om een ander praktisch probleem op te lossen.

Veronderstel dat we aan rechthoek van de eerste tekening nog een ander rode vierkant willen toevoegen. Zie figuur 7.4. Hiertoe joggen we de Z-as naar omhoog en plaatsen de rode pen in de houder in de plaats van de blauwe pen waarmede we de eerste rechthoek hebben getekend. Jammer genoeg is de lengte van de rode pen langer dan de blauwe pen en wanneer we naar het beginpunt van het huidige coördinatenstelsel (Current Coordinate Sytem) willen gaan zien we dat de rode pen dieper gaat dan de blauwe pen en op de tafel stuk geduwd wordt. Zie figuur 7.5.

Mach3, net zoals andere CNC controllers, heeft de mogelijkheid om informatie inzake de verschillende gereedschappen te bewaren, in ons geval pennen. Deze gereedschapstabel (Tool table). In deze gereedschapstabel kan informatie worden opgeslagen van 256 verschillende gereedschappen. Op het scherm "Offsets Alt5" is er onderaan rechts ruimte voorzien om een nummer van het gereedschap in te vullen (naast het woord "Tool"). Dit nummer is dan verbonden aan de opgeslagen informatie van het gereedschap welke dat nummer draagt. De DRO's zijn aangeduid met "Z-offset", "Diameter" en "T". Vergeet voorlopig de DRO van "Touch Correction" en de daarmede verbonden drukknop aangeduid met "ON/OFF". In de DRO van





Figure 7.6 - Disaster at 0,0,0!



Figure 7.6 - Endmill in a presettable holde

"Tool" staat momenteel het cijfer 0 maar de offset behorend bij 0 is momenteel uitgeschakeld. Informatie betreffende de diameter van het gereedschap wordt ook gebruikt bij "Cutter Compensation".

#### 7.3.1 Vooraf ingesteld gereedschap (Presettable tools)

Hierbij nemen we aan dat de machine een penhouder bevat warbij het mogelijk is steeds opnieuw de pennen op dezelfde plaats in de houder vast te maken. Dit kan een hele boel gereedschapshouders inhouden of een automatische slotbevestiging. (zie figuren 7.10 en 7.11) Indien de positie van het gereedschap verschillend is bij elke wissel dan moet bij elke wissel de offset opnieuw worden ingesteld. We komen hier later uitgebreid op terug. Bij onze tekenmachine bestaat de penhouder uit een blind gat met een diepte van 1". De rode

pen is 4.2" lang en de blauwe is 3.7" lang.

1. Veronderstellen we dat de machine net werd genuld (referenced/homed) en er een "Work Offset" werd ingesteld voor de linker beneden hoek van het vel papier met Z=0.0, zijnde de tafel, gebruik makend van de onderzijde van de lege penhouder. Hiertoe beweeg je de Z-as naar boven, zeg maar voor ongeveer 5", en de blauwe pen wordt geplaatst. Tik in het scherm "Offsets Alt5" rechts onderaan,het cijfer "1" in de DRO van de "Tool" nummer. Tik echter niet op de knop daarboven (Offset ON/OFF). Indien je dat wel zou doen dan zul je bemerken dat het ingetikte cijfer "1" verdwijnt en terug het cijfer "0" verschijnt. Daarentegen jog je de Z-as naar beneden het je het papier raakt. Op de Z-as zal op dat ogenblik het getal 2.7 verschijnen gezien de pen 2.7" uit de houder steekt. Daarna klikt men op de knop bij de "Z offset". Hierdoor zal de waarde 2.7 geladen worden in de Z-offset van het gereedschap met het nummer 1. Wanneer men nu op de knop "Offset ON/OFF" drukken dan zien we de led oplichten en de offset van het gereedschap wordt toegepast en de DRO van de Z-as zal aldus 0.0 aanduiden. Nu kan men het vierkant tekenen gebruik makend van het voorbeeld van het deelprogramma van daarnet (uitgelegd in hoofdstuk 7.1)

2.Om nu de rode pen te gebruiken moet de Z-as naar boven worden gejogd, (zeggen we bv. tot de coördinaat Z=0) om de blauwe pen te kunnen verwijderen en de rode pen in de houder te plaatsen. Het verwisselen van de pennen doet de DRO van de assen niet veranderen. Nu moet men de "Tool Offset" uitschakelen. De led dooft en opteer voor gereedschap #2. Beweeg de Z-as naar beneden tot je de linker benedenhoek van het papier raakt. Dit zal de Z-offset van het gereedschap #2 op 3.2 instellen. Bij het terug inschakelen van de offset voor het gereedschap #2 zal op de DRO van de Z-as terug Z=0.0 verschijnen en het deelprogramma zou op die manier een rood vierkant tekenen boven het blauwe.

**3.**Nu beide gereedschappen (1en 2) ingesteld zijn kan men beide gereedschappen zo dikwijls wisselen al men wil en zal men telkens het huidige juiste coördinatenstelsel (Current Coordinate system)bekomen , wanneer men kiest voor een bepaald gereedschapsnummer en zijn offsets inschakelt. De keuze van het gereedschap en het in- en uitschakelen van de offsets kan ook gebeuren vanuit een deelprogramma (T-woord, M6, G43 en G49). Midden onderaan in het scherm "Program Run Alt-1" zijn in het vak van de "Tool information"ook DRO's in dat verband terug te vinden.

#### 7.3.2 Niet vooraf ingesteld gereedschap (Non-presettable tools)

Bij sommige houders is het niet mogelijk om het gereedschap bij ieder wissel op exact dezelfde plaats te houden. Bijvoorbeeld gebeurt het dikwijls dat de houder bij een rooter te diep geboord is zodat het te plaatsen gereedschap de bodem van het boorgat niet raakt.n dat geval is het nodig de offset van het gereedschap (bv. met gereedschapsnummer #1) bij iedere wissel van gereedschap opnieuw uit te voeren. Indien men dat op die manier doet dan kan men gebruik maken van meer dan een werk offset (zie 2 en 3 pen bevestiging zoals uitgelgd in hoofdstuk 7.5). Het is echter steeds mogelijk , bij elke wissel, opnieuw de Z coördinaat van de werk offset te herdefiniëren.

#### 7.4 Hoe worden de Offset-waarden opgeslagen. (How the offset values are stored.)

De 254 werk-offsets worden bij Mach3 opgeslagen in één en dezelfde tabel. De 255 gereedschap-offsets alsook de diameters van de gereedschappen zijn opgeslagen in een andere tabel. Deze tabellen kunnen worden geraadpleegd door rechts onderaan in het scherm "Offsets Alt5" respectievelijk op de gele knoppen "Save Work Offsets" en "Save Tool Offsets" te drukken. In deze tabellen is er daarenboven ook nog plaats voorzien voor bijkomende informatie welke echter voor het ogenblik door Mach3 nog niet van toepassing is. Mach3 zal dus in het algemeen alle waarden inzake werk- en gereedschapsoffstes te onthouden bij overschakeling van het ene naar het andere programma . Daarenboven zal Mach3bij het uitschakelen van het programma vragen of U de eventueel gewijzigde waarden terzake wil bewaren. In het "Initial State Settings" dialoogvenster, welke men bekomt via Config>State , is er een aanvinkvakje voorzien bij "Optional Offset Save"teneinde de offsetwaarden al dan niet automatisch op te slaan.

Alhoewel de optie van het automatisch bewaren van de offsetwaarden zo wie zo geprogrammeerd werd kan nog altijd gebruik gemaakt worden van de "Save"-knop op de dialoogvensters van de gereedschapstabellen om een bepaalde waarde op te slaan.

#### 7.5 Verscheidene copies maken van een tekening- Bevestigingen (Drawing lots of copies-Fixtures)

Veronderstellen we nu dat we dezelfde tekening willen tekenen op verschillende vellen papier, m.a.w. wij willen meerdere kopieën maken van onze tekening. Het zal moeilijk worden om de verschillende vellen papier op de exact dezelfde plaats op de tafel vast te maken, zodat we telkens weer opnieuw verplicht zijn om een werk-offset uit te voeren. Veel beter ware het om een plaat te gebruiken waarop uitstekende pinnen staan waarop we de geperforeerde vellen papier gewoon kunnen vastmaken. Zie figuur 7.7. Dergelijke manier van bevestigen laat U toe telkens weer opnieuw het vel papier op exact dezelfde plaats te bevestigen.

We zouden nu kunnen het huidige coördinatenstelsel verplaatsen naar de hoek van het papier welke op die manier op de tafel werd bevestigd, door gebruik te maken van de werkoffset #1.

Wanneer we nu het voorbeeldprogramma uitvoeren dan zal er een vierkant op het papier worden getekend zoals voorheen. Afhankelijk van de dikte van de bevestigingsplaat, zal er op die manier wel rekening moeten worden gehouden met de verschillende waarden van de Z-as. We kunnen dus steeds maar bijkomende vellen papier op de pinnen bevestigen en het vierkant op dezelfde plaats op het papier tekenen zonder telkens weer opnieuw een werk-offset te moeten uitvoeren.



We zouden ook een andere bevestiging kunnen gebruiken zoals afgebeeld in figuur 7.8. Een bevestiging dus met drie pinnen i.p.v. twee. Men zou dan kunnen wisselen tussen bevestiging met twee pinnen en deze met drie pinnen. Zo zou voor de linker benedenhoek van het vel

papier, bevestigd op de bevestiging met drie pinnen, een werk-offset kunnen worden gemaakt en gedefinieerd worden als zijnde werk-offset #2. Men kan natuurlijk eender welk punt op het bevestigingssysteem kiezen als het nulpunt van het offset-coördinatensysteem. Voor onze tekenmachine zouden we kunnen de linker benedenhoek van het papier kiezen al zijnde X=0 en Y=0 en de bovenzijde van het bevestigingssysteem Z=0.



Het is wel gebruikelijk dat een bevestigingssysteem gebruikt worden voor het uitvoeren van meerdere opdrachten. In figuur 7.9 wordt een combinatie getoond van onze twee- en de driepuntsbevestiging. Men zou eventueel kunnen werken met twee ingangen welke overeenstemmen met deze van de twee verschillende bevestigingssystemen. In figuur 7.9 is het huidige coördinatenstelsel afgebeeld voor het

gebruik van de twee-pinsbevestiging.

### 7.6 De praktijk van het "aftasten" (Practicalities of "Touching"

#### 7.6.1 Eindfrezen (End Mills)

Op een handmatig bediende machine is het gemakkelijk om ,gebruik makend van de hendels, aan te voelen

wanneer een frees het werkstuk raakt. Het is echter bij precieser werk gebruik te maken van een aftaster . Deze aftaster kan zowel een stukje papier zijn of een stukje metaal van een gekende dikte. Op die manier kan men gemakkelijk voelen wanneer dit tussen frees en werkstuk wordt geklemd. Zie afbelding 7.10.

Op het Offset-scherm kan men dan de gekende dikte van het stukje papier of van het metalen plaatje ingeven in de DRO naast "Set Tool Offset". Zie figuur 7.11.

Laten we het volgende voorbeeld nemen: Veronderstel dat de DRO van de Z-as -3.158 aanduidt op het ogenblik dat een 0.1002" dikke aftaster lichtjes geklemd tussen frees en werkstuk aanvoelt. Kies voor het gereedschap "3 door in de gereedschaps-DRO (Tool) het cijfer 3 in te tikken. Tik links boven 0.1002 in de DRO van de aftaster (Gage Block Height-DRO) en klik op de knop "Set Tool Offset". Na het aanklikken van deze knop duidt de DRO van de Z-as Z= 0.1002 aan. Het gecontroleerde punt is dus 0.1002) en de Z-offset van het gereedschap 3 is -0.1002. In figuur 7.11 wordt de toestand afgebeeld net voor het klikken op de knop "Set Tool Offset".

> Indien men kan gebruik maken van een cylindrische aftaster en er is een behoorlijk plat vlak aan de bovenzijde van het werkstuk dan kan men als volgt te werk gaan. Deze methode is nog nauwkeuriger is dan gebruik te maken van de hierboven besproken voelstrookjes. Hierbij gaat men als volgt tewerk. Men beweegt de Z-as naar omlaag zodat het aftastrolletje niet meer tussen frees en werkstuk kan worden gerold. Dan beweeg je zeer voorzichtig de Z-as naar omhoog tot het ogenblik dat je het aftastrolletje onder het gereedschap kan rollen.Druk daarna op de knop "Set Tool Offset".Het is dus duidelijk

dat een beetje te veel naar boven toe de as bewegen helemaal geen kwaad kan. Je hoeft enkel en alleen opnieuw de procedure te herhalen. Het rechtsreeks naar beneden toe bewegen van de as tot op de aftaster kan eventueel het gereedschap beschadigen (vb. Hoeken van een frees).



Figure 7.6 - Endmill in a precettable holder

#### 7.6.2 Aftasten van de zijkant (Edge Finding)

Het is, als gevolg van slingerend gereedschap, zeer moeilijk om een freesmachine nauwkeurig af te stellen in de X- en de Yrichting. Een speciaal gereedschap kan hierbij helpen. In de afbeelding 7.12 wordt getoond hoe men met een aftaster de -X



Figure 7.12 - Edge-finder in use on a mill



Figure 7.9 - A double fixtur

zijde van een werkstuk kan instellen. Hierbij kan ook gebruik worden gemaakt van een ""Touch Correction" .In alle gevallen dient de diameter van de aftastprobe of de dikte van de gebruikte metalen aftaststrookjes nauwkeurig gekend te zijn.

#### 7.7 G52 en G92 offsets

Er zijn nog twee andere mogelijkheden om een gecontroleerd punt te offsetten . Dit kan gebeuren door gebruik te maken van de G-codes G52 en G92.

Door gebruik te maken van G52 wordt Mach3 duidelijk gemaakt dat elke waarde van het gecontroleerde punt (vb: X=0, Y=0) de offset is van de huidige machinepositie door toevoeging van de de gegeven waarden van X,Y en/of Z.

Wanneer men echter gebruik maakt van G92 dan wordt Mach3 duidelijk gemaakt dat de coördinaten van het huidige gecontroleerde punt e gegeven waarden voor X,Y en Z zijn. Noch G52 noch G92 bewegen het gereedschap. Ze voegen enkel andere offsets toe aan het nulpunt van het huidige coördinatensysteem.

#### 7.7.1 Gebruik maken van G52 (Using G52)

Hierbij geven we u een eenvoudig voorbeeld van het gebruik van de code G52. Dit voorbeeld zou kunnen dienen wanneer men op het werkstuk (in ons geval papier) twee gelijke zaken zou willen tekenen op verschillende plaatsen. De code gelijkt op de eerdere tekeningen van een vierkant met zijnde van 1" met coördinaten van de linker benedenhoek van het vierkant op het punt X=0.8, Y=0.3.

G20 F10 G90 (set up imperial units, a slow feed rate etc.)
G0 Z2.0 (lift pen)
G0 X0.8 Y0.3 (rapid to bottom left of square)
G1 Z0.0 (pen down)
Y1.3 (we can leave out the G1 as we have just done one)
X1.8
Y0.3 (going clockwise round shape)
X0.8
G0 X0.0 Y0.0 Z2.0 (move pen out of the way and lift it)

Indien we een tweede vierkant tekenen maar dan met de linker benedenhoek op X=3 en Y=2.3, dan kan de bovenstaande code tweemaal worden gebruikt maar dan gebruik makend van de code G52 teneinde de offset voor de tweede tekening toe te passen.

G20 F10 G90 (set up imperial units, a slow feed rate etc.)

G0 Z2.0 (lift pen) GO X0.8 Y0.3 (rapid to bottom left of square) G1 Z0.0 (pen down) Y1.3 (we can leave out the G1 as we have just done one) X1.8 Y0.3 (going clockwise round shape) X0.8 GO Z2.0 (lift pen) G52 X2.2 Y2 (temporary offset for second square) GO X0.8 Y0.3 (rapid to bottom left of square) G1 Z0.0 (pen down) Y1.3 (we can leave out the G1 as we have just done one) X1.8 Y0.3 (going clockwise round shape) X0.8 G52 X0 Y0 (Get rid of temporary offsets) GO X0.0 Y0.0 Z2.0 (move pen out of the way and lift it) Het copiêren van de code is niet zo elegant maar men kan hierbij gebruik maken van een "subroutine G-code" (zie de codes M98 en M99). Hierbij hoeft de gemeenschappelijke code slechts één maal geschreven worden en zoveel malen opgeroepen worden als nodig –(in dit geval hier twee maal)

De versie van de subroutine is hieronder weergegeven; De commando "Pen Up/Down". werden er aan toegevoegd en deze subroutine tekent op 0,0 gebruik makend van G52 als setting van de linker benedenhoek van beide vierkanten.

G20 F10 G90 (set up imperial units, a slow feed rate etc.) G52 X0.8 Y0.3 (start of first square) (call subroutine for square in first position) M98 P1234 G52 X3 Y2.3 (start of second square) M98 P1234 (call subroutine for square in second position) G52 X0 Y0 {IMPORTANT - get rid of G52 offsets) M30 (rewind at end of program) 01234 (Start of subroutine 1234) GO XO YO (rapid to bottom left of square) G1 Z0.0 (pen down) Y1 (we can leave out the G1 as we have just done one) X1 Y0 (going clockwise round shape) X0 GO Z2.0 (lift pen) M99 (return from subroutine)

Gelieve indachtig te zijn dat elke toegepaste code G52 een <u>nieuwe set</u> van Offsets toepast zonder rekening te houden met eerdere gemaakte G52-offsets.

#### 7.7.2 Gebruik makend van G92 (Using G92)

De eenvoudigste manier van het gebruik van G92, is de X en Y-waarde voor een gegeven punt op nul te zetten. Maar kan ook op om het even welke waarde worden ingesteld. De gemakkelijkste manier om een commando G92 te niet te doen kan men een G92.1 code invoeren in de MIDI-lijn van het scherm "MIDI Alt2"-scherm en uitvoeren.

#### 7.7.3 Wees voorzichtig bij het gebruik van G52 en G92 (Take care with G52 en G92)

Men kan voor zoveel assen offsets specifiëren als men maar wil door de waarde toe te voegen aan de letter van de as. Indien de naam van de desbetreffende as niet gekend is dan blkijft zijn offset onveranderd.

Mach3 gebruikt zowel voor G52 als voor G92 offsets dezelfde inwendige mechanismen;Het maakt alleen verschillende berekeningen de X,Y en Z-woorden. Indien men G52 en G92 samen gebruikt zal er bij Mach3 een grote verwarring ontstaan en is een catastrofe onvermijdelijk. Indien men echt wil nagaan of men de werking van deze G-codes onder de knie heeft, maak enkele offsets en beweeg het gecontroleerde punt naar de coördinaten, laat zeggen X=2.3 en Y=4.5. Voorspel de absolute machinecoördinaten welke men hierbij zou moeten hebben en controleer of ze overeenstemmen met de waarden in de DRO van de machinecoördinaten.

Vergeet niet na gebruik de offsets te wissen (clear).

**Waarschuwing:** Bijna alles wat kan gedaan worden met G92-offsets kan in feite beter gedaan worden met werk-offsets of misschien G52 offsets. Omdat G92 steunt op het feit waar het gecontroleerde punt zich bevindt alsook op het "as-woord" wanneer de code G92 wordt uitgevoerd, kunnen veranderingen in het programma ernstige fouten optreden welke meestal leiden tot een catastrofe.

Veel operators vinden het zeer moeilijk om alles in goede banente leiden bij gebruik van drie sets van offsets zoals Werk- Gereedschaps- en G52/G92 offstes. Elke verwarring hieromtrent zal ofwel een breuk van het gereedschap of in het ergste geval een breuk van de machine zelf veroorzaken.

#### 7.8 Diameter van het gereedschap (Tool diameter)

Veronderstel dat het blauw getekende vierkant de buitenlijn is van een opening waarin een kubus zou moeten passen. Herinner u dat de G-codes het gecontroleerde punt verplaatsen. In ons voorbeeld werd met behulp van een



Figure 7.13 - Using a large diameter tool (felt pen)

deelprogramma een vierkant met zijde van 1" getekend. Indien het gereedschap een dikke viltstift is dan zal het gat beduidend kleiner zijn dan het vierkant met een zijde van 1". Zie figuur 7.13. Hetzelfde probleem stelt zich wanneer een blinde opening wordt gemaakt met behulp van een eindfrees of een boor. Bij het frezen van een blinde gleuf of het achterlaten van een eiland vereist verschillende compensaties. Dit klinkt allemaal gemakkelijk om uit te voeren maar zoals het spreekwoord zegt zit het venijn meestal in de staart. De meeste moeilijkheden doen zich voor bij het begin en op het einde van een bewerking. Meestal wordt in uw CAD/CAM systeem gebruik gemaakt van vooraf ingestelde hulpjes (Wizards) om gemakkelijker met al deze problemen om te springen. Het programma Mach3 echter maakt echter gebruik van een deelprogramma teneinde de compensaties voor een gereedschap met een bepaalde diameter uit te voeren.

Dergelijke mogelijkheid is zeer belangrijk voor de maker van het deelprogramma, vooral wanneer hij de juiste diameter van het gereedschap dat zal gebruikt worden, niet kent. Er moet ook rekening gehouden worden dat de diameter van een gereedschap door herhaaldelijk bijslijpen ook kleiner kan worden dan zijn nominale waarde. Ook in dat geval dienen de compensatie aangepast te worden. In de gereedschapstabellen kan men de diameter van het gereedschap opgeven en in sommige gevallen kan men zelfs het verschil tussen de nominale waarde en de huidige waarde van de diameter van het gebruikte gereedschap opgeven. Hierbij verwijzen we graag naar het hoofdstuk 9 waarin de compensaties voor het snijgereedschap (Cutter Compensation) uitvoerig zullen behandeld worden.

# 8. Importeren van DXF, PGL en beeldbestanden (DXF, HPGL and Image file import)

Dit hoofdstuk handelt over de invoer van bestanden binnen Mach3 en de covertering ervan naar deelprogramma's. hier is echter wel een sumiere kennis van de functie van de G-codes vereist.

#### 8.1 Inleiding (Introduction)

We hebben reeds gezien dat Mach3Mill gebruik maakt van deelprogramma's om de beweging van het gereedschap te controleren en te sturen. Dergelijke deelprogramma's kunnen met de hand geschreven worden ("Spiral.txt" is zo'n dergelijk handgeschreven deelprogramma ) of deelprogramma's kunnen ook worden gegenereerd door gebruik te maken van een CAD/CAM- systeem (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) Het importeren van bestanden welke grafische zaken bevatten in DXF, HPGL, BMP of JPEG formaat voorzien en een tussentijds niveau bij het programmeren. Dergelijke import van bestanden is veel gemakkelijker dan het maken van een handmatige code maar het verschaft veel minder controle aan de machine dan een programma gemaakt met een CAD/CAM pakket.

De mogelijkheid om bv. op die manier de Z-as automatisch te controleren en herhaaldelijk de waarde van de "Inhibit-Z" (onderaan in het scherm "Program Run Alt-1") in stappen te verminderen, is een zeer goede hulp bij het maken van herhaalde afruwbewerkingen, gebaseerd op de invoer van DXF- en HPGL bestanden.

#### 8.2 DXF-bestanden Importeren. (DXF import)

De meeste CAD tekenprogramma's hebben de mogelijkheid een bestand te maken in DXFformaat zelfs al heeft het tekenprogramma geen CAM mogelijkheid. Dergelijk bestand bevat gegevens van de start en het einde van de lijnen en de bogen van de tekening samen met de gegevens inzake de laag (layer) waarop deze lijnen getekend werden. Mach3 zal dergelijk bestand importeren en zal u toelaten een specifiek gereedschap toe te wijzen, de voedingsnelheid te bepalen alsook de snijdiepte van iedere laag te bepalen. Het DXF-bestand <u>mag niet binair zijn</u> maar wel in txt-formaat opgemaakt zijn en Mach3 zal enkel **lijnen**, **polylijnen**, cirkels en bogen (geen text) importeren.

#### Bij het importeren kan men:

-De uitvoeringsvolgorde van de lijnen optimaliseren teneinde de niet productieve bewegingen van het gereedschap te beperken.

-De huidige coördinaten van de tekening gebruiken of een offset maken van de tekening zodat de coördinaten van het meest linkse onderste punt gelijk is aan 0,0.

-Gebruik maken van de optie om codes tussen te lassen teneinde de vlamboog van bv.een plasma/laser snijmachine te sturen.

- gebruik maken van de mogelijkheid om het vlak waarin de tekening werd getekend te interpreteren als zijnde het Z/X-vlak. Dit is het geval bij CNC bewerkingen op de draaibank. De DXF-import bevindt zich in het file-menu van het programma die men bekomt via "File>Import DXF's". het dialoogvenster is afgebeeld in figuur 8.1.



Figure 8.1 - DXF Import dialog

#### 8.2.1 Laden van het bestand. (File Loading)

In dit dialoogvenster zijn de 4 stadia van het importeren van de file vermeld. Stap1 dient op het bestad te laden. Wanneer men op de knop "Load File" klikt dan verschijnt er een open

dialoogvenster voor dit bestand. In figuur 8.2 werdt een dergelijk bestand afgebeeld bestaande uit twee rechthoeken en één cirkel.

# **8.2.2 Instellen van de acties voor de verschillende lagen. (Deining action for layers)**

In datzelfde dialoogvenster vinden we onder nummer 2 de instellingen hoe de lijnen van de tekening dienen behandeld te worden. Klik op

de knop "Layer Control" teneinde het dialoogvenster terzake op te roepen. Dat dialoogvenster ziet er uit zoals figuur 8.3. Maak de "layers" actief (plaatsen van een groen vinkje) welke lijnen bevatten die je wenst te snijden. Kies een gereedschap en vul het nummer van het gereedschap in. Stel vervolgens de diepte van de snede door deze in te vullen in de colom "Cut Z Coord." Vul de gewenste voedingssnelheid in ("Feed rate") zo ook de snelheid waarmede het gereedschap dient in te dringen in het werkstuk ("Plunge Rate") en stel daarna de spindelsnelheid in. Dit is



Figure 8.2 - a drawing of eight lines and one circle

-	T	~	-12	- 11	Load We.	La	inz it	
/ .	-	)		21	Layer Canitol	Entite	n Mair	3
	ł			э	Factors Ø filstowice	(4) Mrs	AL INST	
etrol								
Lover Bane	0n(Off	Tool#	Cat I Caned	Peed Rake	Phange Robe	Scindle Speed	Cutting Decker	
LAVERI	🖌 (a	0	+1.0000	+1.00	+6.00	1.000	1	1
TENRLATE	¥ 08*	E'911	EMPTY	EMPTY	EMPTY	EMPTY	2	1
LAYERS	<b>4</b> 08	0	+8.8080	+1.80	+10.00	1000	3	E
LAYERS	🖬 De	D.	+8.8080	+1.80	+6.80	1000	4	B
		0	19.8080	0.8000 Min	0.9000   Min	0.05%	8	1
		0	+8.8080	0.8000   Min	0. 8000   Min	<b>GIRPH</b>	3	1
		0	+8.8080	0.8000 Min	0.8000 Min	0.RPM	1	1
		0	+8.8080	0.8000   Ma	0, 8000   Min	0.RPM	1	1
		D	+0.0000	0.800D   Mn	0.8000   Min	<b>O RPM</b>	1	1
		0	+8.8080	0.1000   Mit	0.1000   Min	ORPM	1.	

enkel van toepassing wanneer de spindel gestuurd wordt door een stap/richting- controller of een PWM- controller. Vul tenslotte het volgnummer in waarbij elke laag zal worden uitgevoerd. Gelieve te noteren dat waarde voor de diepte van de snede ("Depth of cut")een negatief getal zal zijn wanneer we aannemen dat de bovenzijde van het werkstuk gelegen is op Z=0.

#### 8.2.3 Conversiemogelijkheden (Conversion Options)

Vervolgens kiest men in het dialoogvenster van figuur 8.2 voor nummer 3, namelijk het kader waar vermeld stat "Factors"

Rechts in het dialoogvenster zien we "DXF-information"

**DXF information:** Hier worden over het algemeen de details van het geïmporteerde bestand weergegeven. Deze gegevens zijn bedoeld om een juiste diagnose te kunnen stellen. **Optimise:** Bij punt 3 zien we een aanvinkvakje "Optimise".Wanneer dit vakje <u>niet</u> is aangevinkt dan zullen de entiteiten, zoals in ons geval lijnen en cirkels,worden uitgevoerd in de volgorde waarmede ze in het DXF-bestand voorkomen.Indien het vakje <u>wel</u> is aangevinkt dan zullen alle entiteiten opnieuw geordend worden op een zodanige wijze dat het aantal snelle onproductieve verplaatsingen van de ene entiteit naar de andere tot een minimum worden herleid. Gelieve te noteren dat alle dat alle snedes altijd worden geoptimaliseerd, zelf

als het vakje "Optimise" niet is aangevinkt, teneinde het aantal nodige gereedschapswissels tot een minimum te beperken.

**As Drawn:** indien het vakje "As drawn" niet werd aangevinkt dan zullen de zero-coördinaten van de G-code de linker benedenhoek van de tekening zijn. Indien het vakje wel is aangevinkt dan zullen de coördinaten van de tekening, de coördinaten zijn welke geproduceerd worden door de G-code.

**Plasma Mode:**Indien het bijhorende vakje is aangevinkt dan zullen M3 en M5 codes worden geproduceerd teneinde de laser aan en uit te schakelen tussen twee opeenvolgende snedes. In dien het vakje niet is aangevinkt dan zal de spindel worden gestart bij het begin van het deelprogramma, en worden gestopt voor gereedschapswissels om dan uiteindelijk gestopt te worden aan het einde van het deelprogramma.

**Connection Tol:** Twee lijnen op dezelfde laag zullen beschouwd worden als zijnde verbonden indien de afstand tussen hun uiteinden kleiner is dan de ingestelde waarde voor deze controle. Dit brengt met zich mee dat beide lijnen na elkaar zullen afgewerkt worden zonder dat er een snelle beweging wordt uitgevoerd tussen de twee lijnen. Indien de tekening echter getekend werd terwijl er in het tekenprogramma gebruik gemaakt werd van de "Snap"-mode, dan zal een aanvinken van deze instelling hoogstwaarschijnlijk niet nodig zijn. **Rapid Plane:** Deze instelling bepaalt de Z-waarde welke wordt aangenomen gedurende de snelle bewegingen tussen het uitvoeren van de verschillende entiteiten in de tekening. **Lathe Mode:**Indien het vakje werd aangevinkt zal de horizontale (+X) richting van de tekening , als code Z worden gecodeerd in de G-code en de verticale richting (+Y) gecodeerd worden in de G-code als zijnde –X, zodat een deel van de buitenlijn van de tekening met de horizontale as van de tekening als centerlijn afgebeeld wordt en op de juiste manier verwerkt wordt in Mach3Turn.

#### 8.2.4 Genereren van G-codes (Generation of G-codes)

De laatste stap is nummer 4 "Generate G-codes". Het is conventioneel bepaald dat bestanden van gegenereerde G-codes de extentie ".TAP" hebben. Dit is echter niet vereist en Mach3 zal dehalve deze extensie dan ook niet automatisch invoegen.

Men kan de stappen 2 tot 4 of inderdaad ook 1 tot 4 herhalen en indien alles naar behoren is ingesteld dan klik je rechts onderaan op de knop "Done".

Mach3 zal het laatst gegenereerde G-code-bestand. Let op de gegevens van dergelijk bestand, zoals de bestandsnaam zelf en de datum waarop het bestand werd gegenereerd. **Nota's:** 

◆ Gegenereerde G-codes hebben voedingssnelheden welke afhankelijk zijn van de geïmporteerde layers. Behalve wanneer uw spindel gestuurd wordt door een S-woord, zal men de spindelsnelheid manueel moeten instellen en deze snelheden wijzigen bij een gereedschapswissel.

◆ DXF-import is goed voor eenvoudige vormen gezien enkel eenvoudige CAD-programma's nodig zijn om het te importeren bestand te maken. Het is meestal voldoende om de tekening met grote nauwkeurigheid af te werken.

• DXF is goed voor het definiëren van tekeningen bestemd voor Laser of plasmasnijders, waar de diameter van het gereedschap derhalve zeer klein is.

◆ Bij het frezen zult U zelf een lijst moeten maken van toegestane freesdiameters. De DXFlijnen zullen representatief zijn voor het midden van de frees. Dit niet zo aangewezen bij het frezen van ingewikkelde vormen.

◆ Het programma welke gegenereerd werd door een DXF-bestand heeft geen verschillende passen om bv. een deel af te ruwen of om het centrum van een uitgefreesde holte af te werken. Wil men zulks automatisch laten gebeuren dan zal men gebruik moeten maken van een CAM-programma.

◆Indien het DXF-bestand "text" bevat dan kan dat in twee mogelijke vormen zijn weergegeven afhankelijk van het programma waarmede het werd gegenereerd. De letters

kunnen een serie van lijnen zijn. Deze zullen in Mach3 worden ingeladen. De letters kunnen ook DXF tekstobjecten zijn. In dat geval zullen ze door het programma Mach3 worden genegeerd. Geen van beide voornoemde gevallen zullen G-codes verschaffen waarbij letters worden gegraveerd in het lettertype als deze gebruikt in de originele tekening alhoewel het frezen van de buitenlijnen van een letter wel voldoening zal wanneer men bij het frezen een puntige graveerfrees gebruikt. Een plasma of een lasersnijder zal bij het uitbranden van de buitenlijnen van een letter wel een voldoende smalle snede kunnen maken en op die manier de letters kunnen uitsnijden. Hierbij moet men echter zeker zijn dat de binnenkant van de letters "o" en "a" eerst worden uitgesneden vooraleer men aan het uitsnijden van de buitenlijnen begint.

#### 8.3 Importeren van HPGL (HPGL Import)

HPGL-bestanden bevatten lijnen welke met meerdere pennen werden getekend. Mach3 zal echter voor alle pennen dezelfde sneden maken. HPGL-bestanden kunnen met de meeste gangbare CAD-programma's worden gemaakt en bevatten meestal de extensie . HPL of .PLT.



#### 8.3.1 HPGL (About HPGL)

De objecten afgebeeld in een HPGL-bestand zijn van een lagere nauwkeurigheid dan DXF en HPGL gebruikt rechte lijnsegmenten om bogen voor te stellen, zelfs als het cirkels zijn. Het importeren van HPGL-bestanden gebeurt op een gelijkaardige manier als deze voor het importeren van DXF-bestanden. Er wordt bij het importeren van HPGL-bestanden ook een bestand aangemaakt met de existentie .TAP welke de G-code bevat die door HPGL werd geproduceerd.

#### 8.3.2 het kiezen van het te importeren bestand (Choosing file to import)

Via File>Import HPGL/BMP/JPG verschijnt er een dialoogvenster waarin we de keuze moeten maken welk soort bestand we willen uitvoeren Wanneer we in dat venster een keuze hebben gemaakt verschijnt er een ander dialoogvenster zoals afgebeeld in figuur 8.4. Eerst wordt de schaal gekozen in dewelke het HPGL-bestand werd gemaakt. Meestal is dat 40 HPGL eenheden per mm. of 1016 eenheden per inch. Zie het venster van de "Scale –Factor" in het dialoogvenster. Men kan deze schaal wijzigen om deze te laten overeenstemmen met de verschillende HPGL-formaten of om het G-code-bestand te verschalen. Als voorbeeld: Wanneer we kiezen voor 20, eerder dan voor 40 HPGL eenheden per mm., dan wordt de grootte van de gedefiniëerde objecten.

Voer nu via de "Browse"-knop het bestand in welke de HPGL-data bevat. De "Browse"-knop is ingesteld om te kiezen tussen bestanden met de extensie .PLT. Het is dus aangewezen dat u aan de gemaakte bestanden de extensie .PLT toevoegt.
### 8.3.3 Importeerparameters (Import Parameters)

De "Pen Up" waarde is de Z-waarde welke gebruikt wordt bij het maken van de bewegingen. Deze waarde is weergegeven in de huidige eenheden waarin Mach3 momenteel werkt. Typisch voor "Pen Up" is dat hierbij het gereedschap gepositioneerd wordt net boven het werkstuk.

Verschillende snijdieptes en voedingssnelheden kunnen worden ingesteld voor elke van de gebruikte pennen teneinde welke nodig zijn om de tekening uit te voeren. Men kan ook de volgorde bepalen waarin de sndes dienen uitgevoerd te worden. Op die manier is het mogelijk het uitsnijden van de binnenzijde van een object eerst te laten uitvoeren.

Indien het vakje bij "Laser Mode" werd aangevinkt zal de G-code een M3-commando bevatten (spindel start in uurwijzerzin) vooralleer te bewegen naar de ingestelde waarde van "Z Depth". De G-code zal daarenboven ook nog een M5-comando (spindel Stop) uitvoeren vooralleer het gereedschap te bewegen naar de ingestelde Z-waarde van "Pen Up". deze commando's worden bij een lasersnijder gebruikt om deze bv. aan en uit te schakelen.

### 8.3.4 Zelf een G-code bestand schrijven (Writing the G-code file)

Wanneer men het te laden bestand gekozen heeft klikt men via File>import DXF's op de knop "Load File". Op dat ogenblik worden de data ingeladen in Mach3Mill. Er zal u onmiddellijk gevraagd worden onder welke naar u het bestand welke de G-code genereert,wil bewaren. U zult moeten de volledige naam alsook de extensie intikken van het bestand welke u wenst te gebruiken of om een bestaande bestand te overschrijven. Conventioneel werd deze extensie vastgelegd als zijnde een .TAP extensie.

Nadat U de naam van het bestand hebt ingetikt enop de knop "OK" hebt gedrukt om terug te keren naar het programma Mach3 wordt Uw G-code-bestand geladen.

Nota's:

♦ Wanneer het filterprogramma voor het importeren van het bestand wordt ingeschakeld wordt het programma Mach3 tijdelijk stilgelegd. Moest men bv. per ongeluk op de knop hebben gedrukt om naar het programma Mach3 terug te keren dan zal blijken dat het programma geblokkeerd is. Men kan echter gemakkelijk met het programma verder werken door gebruik te maken van de Windows "taakbalk om terug te keren naar het filterprogramma en importeringsproces te vervoleindigen. Hetzelfde gebeurt wanneer de "Editor" voor een deelprogramma in werking is.

♦ Wanneer het .TAP-bestand reeds bestaat en in Mach3 werd geopend, dan zal de importfilter niet in staat zijn om het naar mach3 te sturen. Veronderstel dat men een bepaalde import getest heeft en daarna wijzigingen aan het bestand wil aanbrengen en daarna het bestand opnieuw in Mach3 wil invoeren, dan moet men het eerste .TAP-bestand in Mach3Mill sluiten alvorens de gewijzigde versie van het bestand terug te importeren.

♦ Het is bij het importeren van HPGL- bestanden over het algemeen veel gemakkelijker te werken met metrische eenheden.

◆Indien er werd gekozen voor de optie "lasertafel" met laser- of plasmasnijders moet men er zeker van zijn dat de volgorde van de commando's M3/M5 en de daaraan verbonden bewegingen van de Z-as juist is en dat de beginsnede en de eindsnede juist werden uitgevoerd.

◆Bij het frezen zal men moeten een eigen lijst maken van de toegelaten diameters van het te gebruiken gereedschap. Bij HPGL zal het pad van de lijn deze zijn van de centerlijn van het gereedschap. Deze toegelaten diameters zijn niet vanzelfsprekend wanneer men complexe vormen wil frezen.

◆ Het door het HPGL-bestand gemaakte programma heeft geen verschillende passen heeft om een stuk eerst af te ruwen of bv. om een het midden van uitgefreesde holte af te werken. Wil je dergelijke bewerkingen automatisch laten uitvoeren dan zal men moeten gebruik maken van een CAM-programma.

## 8.4 Bitmap Import. (BMP & JPEG)

Deze optie stelt U in staat om een foto te importeren en van de foto een G-code te genereren welke aan de verschillende grijswaarden van de foto een verschillende snijdiepte zal worden toegekend. Op die manier verkrijgt men een realistische weergave van de foto.

### 8.4.1 Het kiezen van het te importeren bestand. (Choosing file to import)

Men bekomt het dialoogvenster voor dergelijk import via File>Import HPGL/BMP/JPG en daarna door een druk op e knop JPG/BMP.

Men moet eerst het bestand kiezen welke men wil laden door te drukken op "Load Image File". Wanneer het bestand geladen is wordt u via een dialoogvenster gevraagd de ruimte te bepalen waarbinnen het geïmporteerde bestand moet worden geplaatst. Men kan gebruik maken van zowel inches als metrische eenheden afhankelijk van de G20/21- mode binnen dewelke u het gegenereerde deelprogramma wil uitvoeren. Dit dialoogvenster wordt

weergegeven in figuur 8.5. Wanneer het aankruisvakje bij "Maintain Perspective" is angevinkt dan wordt de Y-as automatisch berekend bij een gekende waarde van de X-as en omgekeerd teneinde aldus vervormingen van de originele foto te vermijden. Wanneer het gaat om het importeren van een kleurenfoto dan zal deze bij het importeren eerst omgezet worden in een monochrome zwart-wit foto en dan pas worden aan alle grijswaarden verschillende snijdieptes toegekend.



## **8.4.2** De keuze van het soort "Rendering" (Choose type of rendering)

Nu zullen we de methode van de "rendering" bepalen. Met andere woorden zullen we het pad van het gereedschap bepalen binnen de gerasterde foto. Wanneer we kiezen voor "Raster X/Y" dan wordt er volgens de X-as gesneden terwijl de Y-as beweegt bij het einde van elke X-lijn. Wanneer we kiezen voor "raster Y/X" dan worden de rasterlijnen gemaakt in de Y-richting met een tussenwaarde van X. wanneer we "Spirals" aanklikken dan start de spiraal aan de buitenzijde en beweegt naar het center toe. Elke rasterlijn is samengesteld uit een reeks rechte lijnstukken, met een hoogte, zijnde de Z-waarde aan de uiteinden van ieder lijnstuk. Deze Z-waarde is afhankelijk van de grijswaarde van het desbetreffende deel van de foto waarbinnen dat lijnstuk gelegen is.

## 8.4.3 Raster en spiraalrendering (Raster and Spiral rendering)

Wanneer men kiest voor één van voorgaande rastermethodes wordt men in een dialoogvenster gevraagd de "Step Over" waarde te bepalen. Zie figuur 8.6. Deze waarde bepaalt de afstand tussen twee rasterlijnen alsook de lengte van de korte segmenten waaruit een rasterlijn is samengesteld. Het totaal aantal bewegingen wordt bepaald door volgende berekening:

 $(XSize \div X-Step Over) x$  (YSize÷ Y-StepOver) Hieruit blijkt duidelijk dat het aantal bewegingen zeer snel verhoogt naarmate de foto groter wordt en het omgekeerde kwadraat van de StepOver groter wordt. Het is aangeraden te starten met een beperkte



resolutie teneinde onmogelijke grote bestanden en zeer lange uitvoeringstijden te vermijden.

## 8.4.4. Dot-diffusie bij rendering (Dot diffusion rendering)

Wanneer men binnnen het dialoogvenster van figuur 8.6 kiest voor rendering via "Dot Diffusion" dan zal je heel wat bijkomende details moeten instellen. Bij de methode "Dot diffusion" worden een aantal punten ("Dots") geboord in het werkstuk volgens een welbepaald raster. Hiertoe gebruikt men meestal puntige, inV-vorm geslepen, frezen of "Bull-

nose"-frezen. De diepte van de boring wordt bepaald door de grijswaarde van het overeenstemmende punt op de foto. Het aantal "dots" wordt door de computer berekend afhankelijk van de vorm van de gebruikte frees en van de gekozen dieptes van de boringen (reliëf). In figuur 9.7 zijn al deze gevraagde data afgebeeld. Elke "dot" bestaat uit een beweging naar de plaats van de "dot", een Z-beweging tot de gewenste diepte en een beweging van de Z-as terug naar boven toe. Eerst moet men de foto bewerken met een passende foto-editor teneinde een voldoende aantal pixels te bekomen om de computer toe te laten het aantal dots te berekenen. Door op de knop "Check Stats" te drukken zult u een idee krijgen van

× 139	Statistics
nge Size V 1143 Pieds	Max Radius: 0
. P.W.	Nin Radius: 0
Note: a depth of 1 is a Z of -1	Dats in X: 0
de of V-Bit: 50 degrees	Dats in V: 0
ack Depth: 0.01 in default units (Inch or mm/s)	Quality & 0
hile Depth: 0.5 in datault units (Inch or minits)	Check Stats
koundiyk 5	
utput Size X: 120 units	
appending to a protocol (	
	23

hoe gevoelig en hoe goed de keuze van de verschillende parameters is geweest. Nu we de techniek van het renderen behandeld hebben moet de "Safe Z" (zie fig.8.6) nog worden bepaald. Dit is de veilige afstand waarmede het gereedschap beweegt boven het werkstuk en er dient ook nog worden bepaald of de wit-waarde ofwel de zwart-waarde moet overeenstemmen met de diepste snede.

## 8.4.5 Het schrijven van het G-code bestand (Writing the G-code file)

Druk op de knop "Convert" in het dialoogvenster "Load Fotograf file...BMP/JPG ".Dit dialoogvenster bekomt men via File>Import HPGL/BMP/JPG>Mach1Files. In een dialoogvenster zal U onmiddellijk gevraagd worden de naam van het bestand op te geven waarin de gegenereerde code zal worden opgeslagen.Men moet de volledige naam van het bestand alsook de extensie opgeven wanneer je dat bestand wilt gebruiken of een reeds bestaande bestand te overschrijven. Er werd conventioneel bepaald dat de extensie van dergelijk bestand ".TAP" is.

#### Nota's:

• Wanneer het filterprogramma voor het importeren van het bestand wordt ingeschakeld wordt het programma Mach3 tijdelijk stilgelegd. Moest men bv. per ongeluk op de knop hebben gedrukt om naar het programma Mach3 terug te keren dan zal blijken dat het programma geblokkeerd is. Men kan echter gemakkelijk met het programma verder werken door gebruik te maken van de Windows "taakbalk" om terug te keren naar het filterprogramma en importeringsproces te vervoleindigen. Hetzelfde gebeurt wanneer de "Editor" voor een deelprogramma in werking is.

♦ Wanneer het .TAP-bestand reeds bestaat en in Mach3 werd geopend, dan zal de importfilter niet in staat zijn om het naar mach3 te sturen. Veronderstel dat men een bepaalde import getest heeft en daarna wijzigingen aan het bestand wil aanbrengen en daarna het bestand opnieuw in Mach3 wil invoeren, dan moet men het eerste .TAP-bestand in Mach3Mill sluiten alvorens de gewijzigde versie van het bestand terug te importeren.

• Men zal darenboven ook nog de voedingssnelheid (feedrate) moeten bepalen door gebruik te maken van de MDI-lijn of door het deelprogramma te editten vooraleer het uit te voeren.

◆ "Dot Diffusion"- methode vereist een krachtige, performante Z-as. De " Safe Z-as" moet zo laag mogelijk worden ingesteld teneinde de afgelegde weg van de Z-as te minimaliseren.

Dit vereist op zijn beurt een zeer goede afstelling van de aandrijfmotor van de Z-as. Eventuele verloren stappen onderweg zullen het ganse werk vernietigen.

## 9. Compensatie van het gereedschap. (Cutter compensation)

Cutter compensatie is één van de vele mogelijkheden van Mach3 maar welke U bijna nooit zult moeten gebruiken. De meeste CAD/CAM-programmas kunnen met deze gegevens overweg en zullen zelf deelprogramma's produceren welke de diameter van het gereedschap zullen bepalen en de manier waarop een buitenlijn van werkstuk of een holte in het werkstuk zal worden uitgefreesd. Wanneer het bv. gaat om gutsen te vermijden in scherpe binnenhoeken zal het CAD/CAM-programma betere resultaten geven dan Mach3, gezien het CAD/CAM-programma een veel beter overzicht heeft van de vorm van het af te werken werkstuk.

De uitvoering van compensaties bij Mach3 laten U toe:

-a: een ander gereedschap te gebruiken dan het gereedschap welke in het programma werd ingegeven (bv. omdat het eventueel bijgeslepen werd)

-b: gebruik te maken van en deelprogramma welke de gewenste buitenlijn beschrijft eerder dan de normale centerlijn van het gereedschap; (Misschien een deelprogramma welke handmatig werd gemaakt)

Hoe dan ook, **gezien dergelijke compensaties niet alledaags zijn**, werden ze in dit hoofdstuk behandeld indien moest blijken dat men ze toch moet gebruiken.

Deze mogelijkheid van Mach3 bevindt zich nog steeds in de ontwikkelingsfase en er kunnen aldus in de iteindelijke versie van Mach3 nog heel wat zaken worden gewijzigd.

### 9.1 Introductie (Introduction to compensation)

Zoals we reeds eerder hebben gezien controleert Mach3 de beweging van het "gecontroleerde punt". In de praktijk heeft bijna geen enkele frees, behalve dan misschien de in "V"- geslepen frees gebruikt voor het "engraven", aan het uiteinde een punt. Dus de snedes zullen uitgevoerd worden op een andere plaats dan deze van het gecontroleerde punt, afhankelijk van de diameter van de frees. De gemakkelijkste manier om zaken zoals de afwerking van de buitenlijnen van een werkstuk of de afwerking van een holte in het werkstuk uit te voeren, is echter gebruik te maken van een CAD/CAM programma.

Mach3 ondersteunt echter wel de berekeningen om de diameter of de straal van het gereedschap (frees) te compenseren. Bij industriële toepassingen worden dergelijke compensaties toegepast wanneer het gaat om het gebruik van kleinere diameter van de frees dan de nominale waarde ingegeven in het destijds opgemaakte deelprogramma. Dit is meestal het geval om herslepen gereedschap opnieuw te kunnen gebruiken. Het toepassen van dergelijke compensaties kunnen door de bediener van de machine in- of uitgeschakeld worden, eerder dan telkenmale opnieuw een nieuw deelprogramma te moeten schrijven. Schijnbaar is deze probleemstelling gemakkelijk op te lossen. Alles wat men hoeft te doen is een offset te maken van het gecontroleerde punt met een passende X en Y- waarde gelijk aan de straal van het gebruikte gereedschap. Met eenvoudige driehoeksmeting kan men de afstanden bepalen tot de assen, rekening houdend met de hoek en de richting van de snede.



In de praktijk is het echter toch niet zo eenvoudig. Er zijn meerdere moeilijkheden. Zo is de belangrijkste het feit dat de Z-positie van de machine dient te worden ingesteld alvorens de machine begint te frezen en op dat ogenblik weet de machine nog niet in welke richting het gereedschap zal bewegen. Dit probleem kan opgelost worden door voorafgaandelijke proeven te doen in het deel van het werkstuk welke later toch zal worden weggefreesd. Dergelijke

proeven noemt men "Preëntry moves". Op die manier kan men nagaan of de berekeningen van de compensatie op een correcte manier werden uitgevoerd . Zachtlopende snedes (niet te diep) verhogen meestal de afwerking van de zijden van een werkstuk. Een eindbeweging wordt dikwijls herhaald teneinde aan het einde van de snede dezelfde graad van afwerking te bekomen.

### 9.2 Twee soorten omtrekken (Two kinds of Contour)

Mach3 ondersteunt de compensaties voor twee soorten omtrekken:

◆De omtrek bepaald door de G-code van een deelprogramma, waarbij de hoek van het materiaal niet mag worden weggefreesd. Deze werkwijze wordt het Type A genoemd (**material edge contour**). Dit is de soort van G-code welke handmatig zou kunnen geschreven worden.

♦ de omtrek bepaald door de NC-code is het pad dat zal gevolgd worden door het gereedschap met exact de juiste opgegeven straal. We noemen zulks een "Tool path contour". Dit is de soort code welke een CAD/CAM- programma zou kunnen produceren op het ogenblik dat het op de hoogte is van de gebruikte diameter van het gereedschap. Teneinde dat te interpreteren zijn er geen instellingen nodig om te bepalen welke soort van "contour" wordt gebruikt. De numerieke beschrijving van de omtrek zal natuurlijk (voor de zelfde geometrische vorm) verschillend zijn voor de twee types van contouren zoals beschreven hierboven. De waarden voor de diameters zullen in de gereedschapstabellen dus ook verschillend zijn voor de twee types van contouren.

#### 9.2.1 Omtrek van rand van het materiaal (Material Edge Contour)

Wanneer de omtrek gelijk is aan de rand van het materiaal, dan is de buitenlijn van deze rand beschreven in een deelprogramma. Bij een "Material Edge Contour" is de waarde van de diameter van het gereedschap vermeld in de gereedschapstabel, gelijk aan de waarde van het gebruikte gereedschap. Dit moet een positieve waarde zijn. De NC-code voor een "material Edge Contour" is dezelfde als de diameter van het, onafgezien van het feit of deze diameter nu de actuele diameter is of de gewenste diameter van het gereedschap is.

#### Voorbeeld:

Hierna volgt een NC-programma waarmede het materaal weggefreesd wordt van de buitenzijde van een driehoek getekend in figuur 10.1.In dit voorbeeld is de snijcompensatie deze van de radius van het gereedschap welke gebruikt wordt, dewelke gelijk is aan 0.5. de waarde voor de diameter in de gereedschapstabel is dus twee maal de straal =1.0.

```
N0010 G41 G1 X2 Y2 (turn compensation on and make entry move)
N0020 Y-1 (follow right side of triangle)
N0030 X-2 (follow bottom side of triangle)
N0040 X2 Y2 (follow hypotenuse of triangle)
N0050 G40 (turn compensation off)
```

Dit zal resulteren in de uitvoering van een gereedschapspad bestaande uit een aanloopbeweging en een pad welke in wijzerzin rond de driehoek loopt. Gelieve te noteren dat de coördinaten van de driehoek van het materiaal in de NC-code zijn opgenomen. Gelieve tevens op te merken dat het "tool path" drie bogen (op de hoeken van de driehoek) bevat dewelke niet expliciet werden geprogrammeerd maar automatisch gegenereerd werden.

#### 9.2.2 Omtrek van het gereedschapspad (Tool Path Contour)

Bij het geval van en "Tool Path Contour" wordt het pad gevolgd door het gereedschap beschreven in een deelprogramma. Hierbij wordt verwacht dat het pad (uitgenomen voor de beginbeweging) bedoeld is om dezelfde geometrische vorm te maken. Het pad kan handmatig worden gemaakt of door middel van een CAD/CAM-programma. Wanneer we werken met Mach3 zal het pad van het gereedschap van die aard moeten zijn dat het gereedschap steeds in contact blijft met de zijde van het werkstuk zoals afgebeeld in figuur 10.1. Wanneer we echter de methode gebruiken rechts in figuur 10.1 waarbij het gereedschap niet altijd in contact is met de rand van de geometrische vorm , zal het zeer moeilijk zijn om de juiste compensatie uit te voeren wanneer ondermaats gereedschap wordt gebruikt.

Bij een "Tool Path Contour" zal de waarde van de diameter van het gereedschap in de gereedschapstabel een klein positief getal zijn wanneer het desbetreffende gereedschap lichtjes "oversized" (groter dan de nominale waarde)is en een klein negatief getal voor een gereedschap welke lichtjes "undersized" is (kleiner dan de nominale waarde). Wanneer de waarde van de diameter van het gebruikte gereedschap in de gereedschapstabel negatief is, dan wordt er gecompenseerd aan de andere zijde van de geprogrammeerde contour en zal de absolute waarde van de gegeven diameter gebruikt worden. Indien het gebruikte gereedschap de exacte maat bezit dan zal de waarde in de gereedscapstabel gelijk zijn aan nul.

#### Voorbeeld van een "Tool Path Contour"

Veronderstellen we dat de diameter van het huidige gereedschap in de spindel gelijk is aan 0.97, en de opgegeven diameter in het programma om de "tool path" te berekenen gelijk was aan 1.0. De waarde in de gereedschapstabel zal dus voor dit gereedschap gelijk zijn aan -0.03. Hierna volgt dan een NC-programma waarbij het materiaal wordt weg gefreest vanaf de buitenzijde van de driehoek afgebeeld in figuur 9.1.

N0010 G1 X1 Y4.5 (make alignment move) N0020 G41 G1 Y3.5 (turn compensation on and make first entry move) N0030 G3 X2 Y2.5 I1 (make second entry move) N0040 G2 X2.5 Y2 J-0.5 (cut along arc at top of tool path) N0050 G1 Y-1 (cut along right side of tool path) N0060 G2 X2 Y-1.5 I-0.5 (cut along arc at bottom right of tool path) N0070 G1 X-2 (cut along bottom side of tool path) N0080 G2 X-2.3 Y-0.6 J0.5 (cut along arc at bottom left of tool path) N0090 G1 X1.7 Y2.4 (cut along hypotenuse of tool path) N0100 G2 X2 Y2.5 I0.3 J-0.4 (cut along arc at top of tool path) N0110 G40 (turn compensation off)

Dit zal resulteren in een pad bestaande uit een oplijnbeweging en twee aanloopbewegingen en daarna zal het gereedschap het pad volgen welke licht aan de binnenzijde ligt van het pad links afgebeeld in figuur 9.1. terwijl in wijzerzin de driehoek wordt afgelopen. Dit pad is rechts gelegen van het geprogrammeerde pad, zelfs wanneer de code G41 moest geprogrammeerd zijn, gezien de waarde van de diameter in de gereedschapstabel negatief is.

#### 9.2.3 Programmeren van aanloopbewegingen (Programming Entry Moves)

In het algemeen zijn een oplijn-beweging en een aanloop-beweging van doen vooraleer de compensatie uit te voeren. Het gereedschap in de spindel zou dus moeten op zijn minst op een afstand, gelijk aan de diameter van het gereedschap, van de eindsnede verwijderd zijn, alvorens de aanloop-beweging uit te voeren.

# <u>10. Referenties inzake G- en M-codes (Mach2 G- en M-code language reference)</u>

In dit hoofdstuk wordt de taal besproken, inzake G-codes, welke Mach3 begrijpt en interpreteert.

Bepaalde functies welke bestemd zijn voor machines zoals NIST, MMC (controllers van de nieuwe generatie) welke niet in het programma Mch3 werden toegepast worden afgebeeld in grijswaarden zoals deze hier.

Moest één van dergelijke functies voor uw toepassing belangrijk zijn, gelieve dan contact op te nemen met "Artsoft Corporation". Teneinde aan uw noden te voldoen, zullen wij dan dergelijke , voor u belangrijke functies, in de volgende versies van Mach3 opnemen.

## **10.1 Enkele definities (Some Definitions)**

## 10.1.1 Lineaire assen (Linear Axes

De X, Y en Z-s vormen samen een standaard- rechtshandig- coördinatenstelsel van ortogonale lineaire assen.

## 10.1.2 Roterende assen (Rotational Axis)

Bij roterende assen wordt er gemeten in graden. De richting van de positieve omwentelingen gebeurt in wijzerzin gezien vanuit het positieve einde van de desbetreffende X, Y of Z-as. Dergelijke assen worden ook wel eens ingepakte lineaire assen genoemd "Wrapped linear axis" . Onder "Wrapped Linear Axis" wordt verstaan, een as bij dewelke de positie van de hoek vergroot zonder grenzen en de as aldus beweegt naar de positieve (plus) richting. De as verplaatst zich dus naar oneindig plus. Wanneer de as in tegenwijzerzin draait en aldus de hoekpositie vermindert zonder grenzen, (gaat naar oneindig negatief) terwijl de as in wijzerzin draait.

Wijzerzin en tegenwijzerzin wordt steeds gezien vanuit het standpunt vaan het werkstuk. Wanneer het werkstuk is vastgemaakt op een roterende tafel welke draait op een ronddraaiende as, wordt een verdraaiing in tegenwijzerzin , gezien vanuit het werkstuk, tot stand gebracht, door de ronddraaiende tafel in de richting te draaien welke door iemand welke naast de machiene staat wordt ervaren als zijnde een verdraaiing in wijzerzin. Dit is de gebruikelijke configuratie bij de meeste machines.

## 10.1.3 Verschaling van de assen (Scaling Input)

Men kan voor iedere as een bepaalde schaalfactor vastleggen. Deze schaalfaactoren worden toegepast op de waarden van X,Y,Z,A,B,C, I, J en R-woorden telkens als deze woorden worden ingegeven. Hiermede kunnen de maten van een werkstuk worden veranderd en zullen ook gebruikt worden bij het creëren van spiegelbeelden wanneer gebruik wordt gemaakt van negatieve schaalfactoren.

De verschaling van de waarden wordt in de eerste plaats uitgevoerd en dingen zoals voedingssnelheid (feedrate) zijn steeds op die verschaalde waarden gebaseerd. De offsets welke opgeslagen werden in de gereedschap- en bevestigingstabellen (fixtures)´worden niet verschaald vóór gebruik. Verschaling zou echter reeds kunnen toegepast zijn op het ogenblik dat deze waarden weden ingevoerd. (Zie het gebruik van de code G10).

## 10.1.4 Gecontroleerde punt (Controlled Point)

Het gecontroleerde punt is het punt van dewelke de positie en de verplaatsingssnelheid wordt gecontroleerd. Wanneer de offset van een gereedschap gelijk is aan nul ( the default value) is dit het punt op de spindelas (Dikwijls het "gauge"-punt genoemd) welke op een welbepaalde afstand onder het einde van de spindel ligt. Meestal dicht bij het einde van een gereedschapshouder welke in de spindel pas. De plaats van het gecontroleerde punt kan verplaatst worden op de spindelas (Z-as) bij het toekennen van positieve waarden voor de offsets van de gereedschapslengte. Deze offsets zijn over het algemeen gelijk aan de lengte van het gebruikte snijgereedschap. Het gecontroleerde punt bevindt zich derhalve op het einde van dit snijgereedschap.

### 10.1.5 Gecontroleerde lineaire beweging (Co-ordinated Linear Motion)

Teneinde een gereedschap een welbepaald pad te laten volgen, zal een machinesysteem de bewegingen van verschillende assen dienen te coördineren. We gebruiken de term gecoördineerde lineaire beweging" (Co-ordinated linear motion) om de nominale toestand te beschrijven binnen dewelke alle assen bewegen met een constante snelheid en wanneer daarbij alle assen bewegen vanuit hun startpositie naar hun eindpositie. Wanneer enkel de X,Y en Z-as, of enkel één of twee van hen) bewegen, resulteert zulks in een rechtlijnige beweging van het gecontroleerde punt. Vandaar het woord "Linear". Een beweging van een as aan een constante snelheid is meestal niet mogelijk omwille van de versnelling en de vertraging aan respectievelijk het begin of het einde van een beweging. Het is echter wel mogelijk een as dermate te sturen zodat de as hetzelfde deel van zijn beweging aflegt als de andere as. Hierdoor beweegt het gereedschap langs hetzelfde pad. Dergelijke soort van verplaatsing noemt men een gecoördineerde lineaire beweging. (co-ordinated linear motion) Dergelijke gecoördineerde lineaire beweging kan uitgevoerd worden aan de huidige voedingssnelheid of met een snelle transversale snelheid. Indien fysische grenzen van een asbeweging het onmogelijk maken om een gewenste snelheid te bereiken, wordt de verplaatsingssnelheid van alle assen vertraagd teneinde toch het gecontroleerde punt het gewenste pad te laten volgen.

## 10.1.6 Voedingssnelheid (Feed Rate)

De' snelheid waarmede een gecontroleerd punt of een as beweegt is een nominale vaste waarde welke kan worden ingesteld door de bediener van de machine. De" interpreter" de voedingssnelheid als volgt interpreteert, uitgenomen in het geval gewerkt wordt met geinverteerde voedingssnelheid door gebruik te maken van de G93-mode :

• Voor bewegingen waarbij één of meer van de lineaire assen betrokken zijn, zoal de assen X, Y, Z en optioneel A,B, of C, zonder simultane rationele bewegingen van de as, betekent de voedingssnelheid de verplaatsing in lengte-eenheden per minuut langs het geprogrammeerde linaire pad van de assenX,Y,Z (A,B,C)

• Voor bewegingen waarbij één of meer van de lineaire assen betrokken zijn, zoal de assen X, Y, Z en optioneel A,B, of C, met simultane rationele bewegingen van de as, betekent de voedingssnelheid de verplaatsing in lengte-eenheden per minuut langs het geprogrammeerde lineaire pad van de assen X,Y,Z (A,B,C) gecombineerd met de snelheid van de hoekverplaatsing van de roterende as vermenigvuldigd met de gepaste correctie van de diameter en op zijn beurt vermenigvuldigd met het getal pi ( $\pi = 3.14152...$ ) (Dit is de omtrek) • Voor de beweging van één enkele ronddraaiende as terwijl X, Y en Z-as stilstaan, betekent

voor de serveging van een endere rondaraaiende as terwijn, i en Z as substaal, setenent de voedingssnelheid in dit geval de hoekverdraaiing in graden per minuut van de draaiende as.
Voor bewegingen van twee of drie roterende assen met stilstaande assen X,Y en Z wordt de snelheid als volgt toegepast. Nemen we aan dat dA, dB en dC staan voor de hoeken

uitgedrukt in graden voor dewelke de A, B en C- assen respectievelijk moeten bewegen. Stel dat D= vierkantswordtel vant  $(dA^2 + dB^2 + dC^2)$ .

Begripsmatig is D de maat van de totale hoekverdraaiing gebruik makend van de gewone Euclidische meetkunde. Stellen we bv. T gelijk aan de tijd welke nodig is om de as te verdraaien tot D-graden aan de huidige voedingssnelheid in graden per minuut. De ronddraaiende assen zullen moeten verplaatst worden in een gecoördineerde beweging zodat de verlopen tijd van de beweging vanaf de start tot het einde gelijk is aan T verhjoogd met de tijd nodig voor de versnelling en de vertraging;

Voor de geïnteresseerden kan hier bij het begrip "afstand in de Euclidische meetkunde" nog het volgende worden gezegd:

Afstand in de gewone meetkunde

In de gewone Euclidische meetkunde is de kortste verbindingsweg een rechte lijn en kan de afstand worden berekend als de wortel uit de som van de kwadraten van de verschillen tussen de coördinaten, volgens de stelling van Pythagoras.

In een tweedimensionale ruimte betekent dat voor de afstand *d* tussen de punten  $p_1 = (x_1, y_1)$ en  $p_2 = (x_2, y_2)$ 

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}.$$

In drie dimensies geldt analoog

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}.$$

Zijn de punten  $p_1 = (x_1, y_1, z_1)$  en  $p_2 = (x_2, y_2, z_2)$  in de tweedimensionale ruimte gegeven in genormaliseerde barycentrische coördinaten, dan is, gebruikmakend van Conway-driehoeknotatie de afstand gegeven door de formule.

$$d = \sqrt{S_A \cdot (x_1 - x_2)^2 + S_B \cdot (y_1 - y_2)^2 + S_C \cdot (z_1 - z_2)^2}.$$

#### **10.1.7 Boog beweging (Arc Motion)**

Elk paar assen (XY,YZ,XZ) kunnen zo gestuurd worden zodat het gecontroleerde punt een circulaire boog beschrijft in het vlak van het desbetreffende paar assen. Wanneer dat gebeurt kan een derde lineaire as en eventueeel de ronddraaiende assen aangestuurd worden zodat ze tegelijk bewegen aan een effectieve en constante snelheid. Zoals bij gecoördineerde rechtlijnige beweging, kunnen de bewegingen zo gecoördineerd worden zodat de versnelling en de vertraging geen invloed hebben op het gevolgde pad.

Indien de ronddraaiende assen niet bewegen, maar de derde lineaire as beweegt wel, dan is het traject van het gecontroleerde punt gelijk aan een ovaal.

De voedingssnelheid tijdens dergelijke boogbewegingen werd reeds besproken in het hoofdstuk 10.1.6 waar de voedingssnelheid uitvoerig werd behandeld. Bij zulke helico<sup>•</sup> dale bewegingen wordt de voedingssnelheid toegepast op de ganse spiraal. Wees voorzichtig hiermede want er worden hieromtrent soms nog andere interpretaties gebruikt op andere systemen.

## 10.1.8 Koelmiddel (Coolant)

De koelvloeistof of de nevelkoeling kunnen beide, onafhankelijk van elkaar, worden aangevoerd. Ze worden echter wel gezamenlijk uitgeschakeld.

## 10.1.9 Dwell

Een machinesysteem kan dermate gestuurd worden zodat alle assen van het systeem voor een welbepaalde tijd stilstaan. Dat noemt men "Dwell". Het meest wordt gebruik gemaakt van deze "Dwell" bij bv. de tijd om een spindel op snelheid te laten komen. De "Dwell" wordt uitgedrukt in seconden of milliseconden afhankelijk van de instellingen " in het dialoogscherm "General Logic Configuration" welke men bekomt via Config>Logic .Zie het aanvinkvakje bij de rubriek "G04 Dwell in ms".

## 10.1.10 Eenheden (Units)

De gebruikte eenheden bij verplaatsingen langs de X,Y en Z-as kunnen millimeters of inches zijn. Eenheden voor alle andere zaken betrokken bij de aansturing van een machine kunnen niet worden veranderd. Voor verschillende zaken worden dan ook specifieke eenheden gebruikt, zoals de spindelsnelheid welke wordt uitgedrukt in toeren per minuut. De stand van ronddraaiende assen wordt uitgedrukt in graden. De voedingssnelheid bijvoorbeeld wordt uitgedrukt in huidige lengte-eenheden per minuut of graden per minuut, zoals hierboven vermeld.

**Opgelet:**We raden u ten zeerste aan nauwkeurig de reacties van de machine na te gaan wanneer men eenheden verandert terwijl gereedschap en offsets opgeslagen werden in de tabellen, terwijl die offsets actief zijn of gedurende de uitvoering van een deelprogramma.

## **10.1.11 Huidige positie (Current Position)**

Het gecontroleerde punt bevindt zich steeds op een bepaalde plaats welke men de "Huidige Positie" noemt, en het programma mach3 weet ten allen tijde waar dat is. De getallen welke representatief zijn voor de huidige positie worden gewijzigd terwijl geen enkele as beweegt tijdens het uitvoeren van een van de volgende zaken.

-De lengte eenheden werden gewijzigd (Zie de nota "Opgelet" hierboven)

-De offset van de gereedschapslengte werd gewijzigd.

-De offsets van het coördinatensysteem werden gewijzigd.

## 10.1.12 Geselecteerde vlak (Selected Plane)

Er wordt steeds een vlak van een machinesysteem gekozen zoals daar zijn, het X-Y-vlak, Y-Z-vlak of hetX-Z-vlak. De Z-as is natuurlijk loodrecht op het X-Y-vlak, de X-as loodrecht op het Y-Z-vlak en de Y-as loodrecht op het X-Z-vlak.

## 10.1.13 Gereedschapstafel (Tool Table)

Geen enkele of slechts één gereedschap is toegewezen aan één bepaald slot in de gereedschapstafel.

## 10.1.14 Gereedschapswissel (Tool Change)

Het programma Mach3 laat u toe om de procedure voor een automatische gereedschapswissel uit te voeren door gebruik te maken van macro's of door deze handmatig te wisselen wanneer nodig.

## 10.1.15 Pallet Shuttle

Bij Mach3 is het ook mogelijk om gebruik makend van macro's aan "Pallet Shuttle" te doen.

## 10.1.16 Verschillende wijzen inzake padcontrole (Path Control Modes)

De padcontrole van een machinesysteem kan op twee verschillende manieren worden ingesteld: (1) ofwel de exacte stop mode of (2) de constante snelheidsmode. Wanneer de Exacte Stop mode wordt gebruikt, zal de machine onmiddellijk stoppen aan het einde van elke geprogrammeerde beweging. Bij de constante snelheidsmode (constant velocity mode) zullen scherpe hoeken in het pad lichtjes afgerond worden zodat dezelfde voedingssnelheid kan aangehouden blijven. Deze methodes worden toegepast teneinde de operator van de machine toe te laten een compromis te zoeken bij het maken van hoeken. Men moet namelijk rekening houden met het feit dat een welbepaalde machine een eindige versnelling heeft te wijten aan de inertie van het mechanisme.

*Exact Stop:* doet zoals de mode zegt. De machine zal stoppen bij elke verandering van richting en het gereedschap zal dientengevolge netjes het gecommandeerde pas volgen. *Constant Velocity:* zal de versnelling overlappen in de nieuwe richting door te vertragen in de huidige richting teneinde de ingestelde voedingssnelheid aan te houden. Dit brengt een afronding van alle hoeken met zich mee, maar de machine loopt in dat geval veel zachter. Dit is bijzonder belangrijk bij rooters en plasmasnijders.

Hoe lager de versnelling van de assen van de machine, des te grote de straal van de afronding der hoeken.

Wanneer men in het dialoogvenster bij Config>Logic gekozen heeft voor "Plasma Mode" tracht de plasmasnijder de beweging rond de hoeken te optimaliseren, door gebruik te maken van een speciaal algoritme.

Het is ook mogelijk om de grootte van de hoek te bepalen, waarbij de verandering van richting van het gereedschap bij een grotere hoek , steeds zal behandeld worden in de "Exact Stop"-mode, zelfs wanneer bij de instellingen gekozen werd voor een "Constant Velocity"-mode. Dit brengt een soepeler werking van de machine met zich mee maar vermijdt buitengewoon grote afronding van scherpe hoeken zelfs op machines met een lage versnelling van één van de assen. De "plasma mode" kan in- en uitgeschakeld worden in het dialoogvenster van Config>Logic en de grenswaarde van de hoek wordt ingesteld in de DRO. Dergelijke instelling zal wellicht nodig zijn , afhankelijk van de karakteristieken van de machine en misschien ook van het pad van het gereedschap bij de uitvoering van een speciale opdracht.

## **10.2** Tussenkomst van de interpretor met zijn controles (Interpreter interaction with controls)

## 10.2.1 Controles inzake de voeding en de snelheid (Feed and Speed Override controls)

De commando's M48 (enable) en M49 (disable) regelen het overschrijden van de voeding en de snelheid. (feed and speed override). Het is voor bepaalde machinebewerkingen zeer nuttig deze schakelaars te kunnen overschrijden. Het is zo dat dergelijke instellingen in het programma werden ingebouwd en de bediener van de machine hoeft ze zeker niet te veranderen.

## 10.2.2 De controle "Block Delete" (Block Delete control)

In de linker onderheft van het scherm "Program Run Alt-1"-scherm is de knop "Block Delete" terug te vinden. Een groene led ernaast wijst er op of deze mode al dan niet ingeschakeld is. Indien de "Block Delete"-controle ingeschakeld is zullen G-code lijnen welke beginnen met een slash (/) niet worden uitgevoerd. Men noemt het slach-teken het "Block-delete "teken. (the Block delete character). Wanneer de schakelaar is uitgeschakeld (groene led is gedoofd) dan worden dergelijke lijnen echter wel uitgevoerd.

## 10.2.3 Optionele controle voor Stop Programma (Optional Program Stop control)

Onder de voorgaande knop vinden we de knop "M1 Optional Stop" met terug een groene led ernaast welke aanduidt of deze al dan niet is ingeschakeld. Deze instelling is ook terug te vinden onderaan links in het dialoogvenster van Config>logic. Onder "M01 control' vindt men de instelling "Stop on M1 command"; Gelieve te noteren dat de instellingen op beide schermen aan elkaar zijn gekoppeld. Wijzigt men de instelling het eene scherm dan zal deze in het andere scherm ook worden gewijzigd.

Deze controle werkt als volgt: Indien de controle is ingeschakeld en er is een inputlijn welke een M1 commando bevat, zal op het einde van die lijn de uitvoering van het programma worden gestopt, tot we terug op de "Cycle Start"-knop in het "Program Run Alt-1" scherm hebben gedrukt.

## **10.3 Gereedschapsbestand (Tool File)**

Mach3 slaat voor elk van de 254 mogelijk te gebruiken gereedschappen de gegevens op in een gereedschapsbestand. Elke datalijn van dit bestand bevat de gegevens voor één enkel gereedschap.Deze laten U toe en bepaald gereedschap aan te wijzen,de lengte (Z)van het gereedschap, de diameter van het gereedschap (voornamelijkvan belang bij het frezen)en de vorm van de punt van het gereedschap (voornamelijk van belang bij het draaien)

### 10.4 De taal van deelprogramma's (The language of part programs)

## 10.4.1 Overzicht (Overview)

Deze taal is gebaseerd op codelijnen. Elke lijn wordt een "Blok" genoemd (Block). Elke lijn kan commando's bevatten om de machine iets te laten uitvoeren. Dergelijke codelijnen kunnen verzameld worden in één bestand teneinde daarmee een programma te maken. Een typische codelijn kan optioneel een codelijnnummer bevatten aan het begin van de lijn gevolgd door één of meerdere woorden. Een woord bestaat uit een letter gevolgd door een nummer (of iets dat naar een nummer verwijst). Een woord kan ofwel een commando geven ofwel een argument voorzien voor een commando. Bijvoorbeeld: "G1 X3" is een geldige codelijn met twee woorden. "G1 een commando welke het volgende betekent "beweeg in een rechte lijn aan de ingestelde voedingssnelheid" en "X3" levert het waardeargument en betekent dan de waarde van X moet gelijk zijn aan 3 op het einde van de beweging. De meeste commandos starten echter ofwel met G of M. De letters G en M staan respectievelijk voor "General" en "Miscalaneous". De woorden voor deze commando's worden "G codes" en "M codes" genoemd.

De taal bevat twee commando's (M2 of M30) bij dewelke een programma wordt gestopt.Een programma kan namelijk gestopt worden nog vóór het einde van een bestand. De lijnen van een bestand welke voorkomen na het einde van een programma worden niet uitgevoerd in een normaal proces en zullen eerder delen zijn van een subroutine.

## 10.4.2 Parameters (parameters)

Een machinesysteem welke werkt met Mach3 handhaaft een reeks van 10.320 numerieke parameters. Veel van deze parameters worden voor specifieke doeleinden gebruikt. De parameters welke verbonden zijn met werk- offsets zijn altijd van blijvende aard. Andere

parameters echter niet gedefinieerd zijn bij h et laden van het programma Mach3. Een Machinesysteem welke werkt met Mach3. De parameters worden bewaard zelfs na een reset van de interpretor. De verschillende parameters en hun betekenis wordt weergegeven in de tabel van de figuur 10.1 hieronder

Parameter number	Meaning	Parameter number	Meaning
5161	G28 home X	5261	Work offset 3 X
5162	G28 home Y	5262	Work offset 3 Y
5163	G28 home Z	5263	Work offset 3 Z
5164	G28 home A	5264	Work offset 3 A
5165	G28 home B	5265	Work offset 3 B
5166	G28 home C	5266	Work offset 3 C
5181	G30 home X	5281	Work offset 4 X
5182	G30 home Y	5282	Work offset 4 Y
5183	G30 home Z	5283	Work offset 4 Z
5184	G30 home A	5284	Work offset 4 A
5185	G30 home B	5285	Work offset 4 B
5186	G30 home C	5286	Work offset 4 C
5191	Scale X	5301	Work offset 5 X
5192	Scale Y	5302	Work offset 5 Y
5193	Scale Z	5303	Work offset 5 Z
5194	Scale A	5304	Work offset 5 A
5195	Scale B	5305	Work offset 5 B
5196	Scale C	5306	Work offset 5 C
5211	G92 offset X	5321	Work offset 6 X
5212	G92 offset Y	5322	Work offset 6 Y
5213	G92 offset Z	5323	Work offset 6 Z
5214	G92 offset A	5324	Work offset 6 A
5215	G92 offset B	5325	Work offset 6 B
5216	G92 offset C	5326	Work offset 6 C
5220	Current Work offset		2002 0002
5221	number		And so on every 20
5222	Work offset 1 X		values until
5223	Work offset 1 Y		0.00020004-000200
5224	Work offset 1 Z	10281	Work offset 254 X
5225	Work offset 1 A	10282	Work offset 254 Y
5226	Work offset 1 B	10283	Work offset 254 Z
5241	Work offset 1 C	10284	Work offset 254 A
5242	Work offset 2 X	10285	Work offset 254 B
5243	Work offset 2 Y	10286	Work offset 254 C
5244	Work offset 2 Z	10301	Work offset 255 X
5245	Work offset 2 A	10302	Work offset 255 Y
5246	Work offset 2 B	10303	Work offset 255 Z
	Work offset 2 C	10304	Work offset 255 A
	9-00-09969-0959-695-99-00-16	10305	Work offset 255 B
		10306	Work offset 255 C

Figure 10.1 - System defined parameters

#### 10.4.3 Coördinatensysteem (Coordinate System)

Het machinesysteem heeft een absoluut coördinatensysteem en een 254 werk-offsets (fixtures) systeem.

Men kan de offsets van een gereedschap instellen door bv: "G10 L1 P~ X~ Z~". Het woord "P" bepaalt het offsetnummer van het gereedschap.

Men kan de werk-offstes instellen gebruik makend van de volgende commandolijn: "G10 L2 P~ X~ Y~ Z~ A~ B~ C~". Het woord "P" bepaalt de instelling van de werk-offset; De woorden X,Y en Z enz. zijn de begincoördinaten van de assen in het absolute coördinatenstelsel.

Men kan kiezen tussen de eerste zeven werk-offsets door gebruik te maken van de codes G54,G55,G56,G57,G58 en G59. Elk van de 255 werk-offsets kunnen geselecteerd worden als

volgt: G59 P~. (voorbeeld: Met G59 P23, zou men bv. de werkoffset nummer 23selecteren). Het absolute coördinatensysteem kan gekozen worden door gebruik te maken van G59 P0.

Men kan het huidige coördinatensysteem offsetten door gebruik te maken van G92 of G92.3 .Deze offset zal dan toegepast worden boven op het coördinatenstelsel van de werk-offset. Deze offset kan dan teniet worden gedaan door de code G92.1 of G92.2.

Men kan rechtlijnige bewegingen maken binnen het machinecoördinatenstelsel door gebruik te maken van ofwel de code G0 of G1.

Hieronder volgt dan de tabel met de betekenis van de mogelijke gebruikte woorden binnen de toegepaste codes. Hiervan werd geen vertaling in het Nederlands gemaakt gezien de uitleg in het Engels vanzelfsprekend en overduidelijk is.

Letter	Meaning	
A	A-axis of machine	
B	B-axis of machine	
n) 27	C-axis of machine	
0	tool radius compensation number	
	feedrate	
G	general function (see Table 5)	
Н	tool length offset index	
1	X-axis offset for arcs	
	X offset in G87 canned cycle	
E.	Y-axis offset for arcs	
	Y offset in G87 canned cycle	
K	Z-axis offset for arcs	
	Z offset in G87 canned cycle	
	number of repetitions in canned	
	cycles/subroutines	
	key used with G10	
М	miscellaneous function (see Table 7)	
N	line number	
2	Subcoutine label number	
P	dwell time in canned cycles	
	dwell time with G4	
	key used with G10	
Q	feed increment in G83 canned cycle	
	repetitions of subroutine call	
R.	arc radius	
	canned cycle retract level	
8	spindle speed	
r.	tool selection	
J	Syncerymous with A	
V	Synonymous with B	
W	Synonymous with C	
x	X-axis of machine	
Y	Y-axis of machine	
z	Z-axis of machine	
20 20	Floure 10.2 - Word Initial latters	

## 10.5 Formaat van een lijn (Format of a line)

Een toegelaten codelijn is samengesteld uit het volgende, rekening houdend met de huidige beperking van een maximum van 256 nummers of letters:

- ♦ Het optionele teken teneinde een blik (lijn) te verwijderen. Dit is het slash-teken "/".
- ◆ Een lijnnummer aan het begin van de lijn.
- Een aantal woorden inzake parameterinstellingen en commentaren.
- Een merkteken voor het einde van de lijn aan te geven(bv: Het terugkeren naar een vorige lijn of het overschakelen op de volgende lijn of beiden.

Elke data-input welke niet expliciet is toegelaten, zal als ongeldig aan zien worden en de interpretor zal ofwel een foutsignaal produceren ofwel de betrokken lijn negeren.

Lege ruimtes en tabinstellingen zijn op elke plaats in de lijn toegelaten en zal geen effect hebben op de uitvoering van de lijn, uitgenomen wanneer die ruimtes en de tabinstellingen binnen de eventuele commentaren vallen. Zo kunnen ongeldig lijkende lijnen dan toch geldige lijnen zijn zoals in volgend voorbeeld duidelijk wordt gemaakt:

 $g_{0x}$  +0. 12 34y 7 is net hetzelfde als de lijn  $g_{0x}$  +0.1234 y7 of G0 X+0.1234 Y7 Lege of blanco inputlijnen zijn toegelaten, maar zullen worden genegeerd.

Volgende inputs zijn ongevoelig in volgende gevallen, behalve wanneer ze binnen de commentaren vallen. Zo zal elke letter welke buiten de commentaar voorkomt in hoger of lager geval de bedoeling van een codelijn niet wijzigen.

## 10.5.1 Rangnummer van een lijn (Line Number)

Een rangnummer van een lijn is samengesteld uit de letter N gevolgd door een natuurlijk getal (geen tekens) tussen O en 99999. Het getal mag niet meer dan vijf cijfers bevatten. Zo is 000009 niet toegelaten. Rangnummers van lijnen kunnen herhaald worden en niet in volgorde toegepast worden. Het is echter ten zeerste afgeraden dergelijke werkwijze toe te passen. Een rangnummer is dus in feite niet noodzakelijk maar als men er één gebruikt, dan dient dit rangnummer op de juiste plaats te staan.

## 10.5.2 Benamingen van een subroutine (Subroutine labels)

De benaming vaan een subroutine is samengesteld uit de letter O gevolgd door een natuurlijk getal zonder tekens liggende tussen 0 en 99999. Dit getal mag niet meer dan 5 cijfers te bevatten. Zo is het getal 000009 niet toegelaten. De benamingen van subroutines kunnen in eender welke volgorde voorkomen maar ze moeten uniek zijn. Dat wil zeggen dat er geen twee dezelfde benamingen in een programma mogen voorkomen. Moest zulks echter wel het geval zijn dan zal zulks resulteren in een foutmelding. Enkel en alleen commentaar mag op dezelfde lijn, achter de benaming (label) van een subroutine voorkomen.

## 10.5.3 Woord (Word)

Men noemt een "Woord" een letter, andere dan N en O, gevolgd door een reële waarde. (Real value). Een "woord" mag dus beginnen met eender welke letter uit de tabel van figuur 10.2. Op te merken valt dat ter vervollediging van deze lijst, de letters N en O er ook aan toegevoegd werden, niettegenstaande, zoals hierboven vermeld, rangnummers van lijnen geen "woorden" zijn. Menige letters uit de lijst, zoals daar zijn I,J,K,L,P,R kunnen meerdere betekenissen hebben in verschillende contexten.

Een reële waarde kan een expliciet getal zijn zoals bv. 341 of -0.8807, kan een waarde van een parameter zijn, een uitdrukking of een waarde voor een uitvoering. Dergelijke definities volgen onmiddellijk na de letters welke verband houden met de uitvoering; Dit getal wordt ook de "evaluatie" (evaluation) genoemd. Een expliciet getal die zichzelf evalueert.

## 10.5.3.1 Nummer (Number)

De volgende regels worden gebruikt voor de (expliciete) nummers. Bij deze regels noemt men een "digit" een cijfer tussen 0 en 9.

◆Een nummer bestaat dus uit (1) een eventueel plus- of minteken, gevolgd door (2) geen of vele "digits", eventueel gevolgd door (3) een decimaal punt, gevolgd (4) geen of veel digits, op voorwaarde echter dat minstens één "digit" ergens in het nummer voorkomt.

◆Er zijn twee soorten van nummers: gehele en decimale. Een geheel getal bevat geen decimaal punt. Een decimaal nummer bevat echter wel een decimaal punt.

◆Nummers kunnen meerdere "digits" bevatten welke het voorwerp uitmaken inzake de begrenzing van de lengte van een lijnstuk. Ongeveer een zeventien beduidende cijfers zullen voor dat doel weerhouden worden, zeker genoeg voor alle gekende toepassingen.

◆Elk nummer welke niet gelijk is aan 0, met geen teken als eerste letter, zal als positief worden beschouwd.

Gelieve te noteren dat initieel alle nullen ,vóór het decimale punt en de eerste "digit" niet gelijk aan 0, en voor wat daarop volgt, na het decimale punt en de laatste "digit" welke niet gelijk is aan 0, toegelaten zijn maar niet verplicht. Een nummer geschreven met voorafgaande nullen vóór het decimale punt of navolgende nullen na het decimale punt, zal dezelfde waarde hebben als zouden deze extra nullen er niet zijn geweest.

Nummers welke bij Mach3 gebruikt worden voor specifieke doeleinden, zijn dikwijls gereserveerd voor beperkte instellingen van waarden .In veel gevallen moeten decimale getallen dicht bij de gehele getallen liggen. Dit brengt met zich mee dat de indexwaarden voor parameters en bijvoorbeeld, M-codes en G-codes dienen vermenigvuldigd te worden met de factor 10.een decimaal getal wordt aanzien als zijnde dicht genoeg bij een geheel getal wanneer het minder dan 0.0001 verschilt van dat geheel getal.

## 10.5.3.2 Parameterwaarde (Parameter Value)

Parameterwaarde is een "Hekje" (#) gevolgd door een reële waarde. Deze reële waarde moet gelijk zijn aan een geheel getal gelegen tussen1 en 10320. Dit geheel getal is de parametergetal en de waarde van deze parameter is om het even welk getal dat opgeslagen isin de desbetreffende genummerde parameter.

Het hekje (#) heeft voorrang op de uitvoeringen. Zo wordt bv. bij #1+2 met het getal 3, bekomen door het cijfer 2 toe te voegen aan de parameter1, zeker niet de waarde van de parameter 3 bedoeld. Daarentegen wordt met #[1+2] wel de waarde gevonden in de parameter 3 bedoeld. Het teken #kan worden herhaald zoals ##2. Dit betekent de waarde van de parameter wiens index gelijk is aan de (gehele) waarde van parameter 2.

#### 10.5.3.3 Uitdrukkingen en binaire bewerkingen (Expressions and Binary Operations)

Een uitdrukking is een verzameling van tekens beginnend aan de linker zijde met een recht haakje (left bracket) en eindigend met een recht haakje. Ussen deze twee rechte haakjes bevinden er zich getallen, parameterwaarden, wiskundige bewerkingen en andere uitdrukkingen. Een uitdrukking kan uiteindelijk leiden tot een getal. De uitdrukkingen op een lijn worden geëvalueerd bij het lezen van die lijn, nog voor er ook maar iets van de lijn werd uitgevoerd; Hierna volgt en voorbeeld van dergelijke uitfrukking:

#### [1+acos[à] – [#3\*\* [4.0/2]]]

Binaire bewerkingen komen enkel voor binnen een "uitdrukking"; Er zijn negen binaire bewerkingen gedefiniëerd. Er zijn namelijk vier wiskundige basisbewerkingen, zoals optelling (+), aftrekking (-), vermenigvuldiging (\*) en de deling (/). Daarnaast zijn er drie logische bewerkingen, zoals daar zijn; niet-exclusief of (**OR**), exclusief of (**XOR**) en de logische "en" of (**AND**). De achtste bewerking is de Modulusbewerking of (**MOD**) en de negende bewerking is de machtsbewerking (\*\*) om een getal te verhogen op de linker zijde van de bewerking tot die op de rechterzijde.

De binaire bewerkingen zijn verdeeld in drie groepen

De eerste groep is de : macht. De tweede groep is de vermenigvuldiging, deling en modulus. De derde groep is de optelling, aftrekking, logische OR, logische XOR en de logische AND. Indien bewerkingen worden samengevoegd zoals bv. [2.0/3\*1.5-5/11.0] dienen bewerkingen van de eerste groep uitgevoerd te worden voor de bewerkingen van de tweede groep en bewerkingen van de tweede groep moeten voor deze van de derde groep worden uitgevoerd. Indien in een uitdrukking meer dan één bewerking uit eenzelfde groep bevat (in ons voorbeeld de deling / en de vermenigvuldiging\*) dient de bewerking die het meest links staat eerst te worden uitgevoerd. In ons voorbeeld dient men dus eerst de deling uit te voeren en daarna de vermenigvuldiging. Deze regel volgend is het gegeven voorbeeld is dus equivalent aan:

Vereenvoudigd wordt dat: [1.0 - 0.5]. Het resultaat is dus 0.5.

De logische bewerkingen en, de Modulus moeten uitgevoerd worden op elk reëel getal en niet enkel op gehele getallen. Het nummer 0 is equivalent met de logische "niet waar" en elk nummer welke niet gelijk is aan 0, is equivalent met een logische "waar".

## 10.5.3.4 Werken met functies met één variabele (Unary Operation Value)

In de wiskunde noemt men een "Unary Operation" een bewerking met één operant. Dit is een functie met één enkele input of met andere woorden een functie met één variabele. Een variabele is in de wiskunde de aanduiding voor een willekeurig element van een verzameling. Men zegt wel dat een variabele de verzameling doorloopt, of dat die varabele waarden aanneemt in die verzameling. Een variabele wordt meestal voorgesteld door één , maar soms door meer dan één letter uit het alfabet: ook letters uit andere alfabetten worden soms gebruikt.

Nemen we volgende voorbeeld: In de definitie van de functie $f : \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ , met f(x) = 3x, is x de onafhankelijke variabele die de reële getallen doorloopt. Definiëren we f(x) niet als 3x, maar als ax voor zeker getal a, dan is a geen variabele, maar een constante. Wel kunnen we voor a elke waarde kiezen, maar eens gekozen is de waarde voor a voor deze functie f onveranderlijk.

De waarde in een functie met één variabele (Unary Operation) is hier ofwel "ATAN" (boogtangens) gevolgd door een uitdrukking, gedeeld door een andere uitdrukking (vb: ATAN [2] / [1+3]) of de naam van elke andere naam van een functie met één variabele (Unary Operation) gevolgd door een uitdrukking (bv. SIN [90]). De gebruikte functies zijn: EXP (e verheven tot een bepaalde macht; e- exponent),FIX (afgerond naar beneden toe), FUP (afgerond naar boven toe), LN (natuurlijke logaritme) ROUND ( rond het dichtste gehele getal), SIN (Sinus), SQRT (vierkantswortel) en TAN (Tangens). De argumenten voor de functies inzake hoekmetingen (COS, SIN en TAN) zijn opgegeven in graden. De waarden bekomen bij deze functies inzake hoekmetingen (ACOS, ASIN en ATAN) zijn eveneens in graden.

Bij de functie FIX wordt er, op een getallenlijn, naar <u>links</u> afgerond, dat wil zeggen minder positief eb meer negatief. Zo is bv. FIX[2.8] = 2 en FIX[-2.8] = -3. De functie FUP rond op een getallenlijn, naar <u>rechts</u> af, dat wil zeggen meer positief en minder negatief. Zo is bv: FUP[2.8] = 3 en is FUP[-2.8] = -2.

#### 10.5.4 Instellingen van de parameters (Parameter Setting)

Een instelling van en parameter bestaat uit vier zaken, de één volgend op de andere, in de volgorde zoals hierna opgegeven.

- ♦ Het teken # (hekje)
- ◆ Een reële waarde , gelijk aan een geheel getal gelegen tussen 1 en 10320.
- Het gelijkheidsteken = (AND)
- ♦ Een reële waarde.

Zo is "#3=15" een instelling van een parameter wat betekent "Stel parameter 3 gelijk aan 15" Een instelling van een parameter zal geen effect hebben op de uitvoering, zolang niet alle parameterwaarden, voorkomend op dezelfde lijn,gevonden zijn. Bij voorbeeld, indien de parameter 3 voorafgaandelijk werd gesteld op 15 en daarna wordt de volgende lijn gelezen welke het volgende bevat: #3=6 G1 x#3. Er zal een rechtlijnige beweging worden uitgevoerd naar het punt waar X gelijk is aan 15 en de waarde van de parameter 3 zal gelijk zijn aan 6.

## 10.5.5 Commentaren en berichten (Comments and Messages)

Een lijn welke begint met het procent-teken (%) wordt behandeld als een commentaar en op geen enkele manier geïnterpreteerd.

Drukletters en witte ruimtes tussen haakjes is een commentaar. Het linker haakje luidt steeds een commentaar is. Deze commentaar eindigt bij het eerste rechtse haakje welke daarna wordt ontmoet. Eénmaal men een linker haakje op een lijn heeft geplaatst, moet er derhalve een rechter haakje worden geplaatst vóór het einde van diezelfde lijn. Commentaren mogen niet ingenesteld zijn. Dat wil zeggen dat wanneer er een bijkomend haakje wordt ontmoet binnen in het commentaar, dus na het linker haakje en vóór het rechtse haakje, er een foutmelding zal gegeven worden. Hierna volgt een voorbeeld van een lijn welke commentaar bevat: G80 M5 (stop motion).

Een lijn (met ingekapselde commentaren) is verboden: G80 M5 (Stop (eerste) motion) Een andere vorm van commentaren is het gebruik maken van twee slashen: //. Op die manier wordt de rest van de lijn behandeld als een commentaar.

De commentaren hebben geen effect op de uitvoering. Dat wil zeggen dat commentaren <u>geen</u> <u>enkel</u> bevel doorsturen naar de machine teneinde iets uit te voeren.

Een commentaar welke tussen haakjes werd geplaatst bevat de melding MSG (Message).De malding MSG staat na het eerste haakje nog voor elk ander teken of letter. Varianten op MSG, welke witte ruimtes en leestekens van de lagere klasse zijn toegelaten. Gelieve echter te noteren dat de comma noodzakelijk is. De rest van de tekens welke vóór het rechtse haakje staan worden aanzien als een commentaar en als bericht naar de bediener van de machine toe. De commentaren worden op het scherm afgebeeld in het intelligente "Error"-kader. ("Error" intelligent label)

## 10.5.6 Herhalingen (Item Repeats)

Een lijn kan een onbeperkt aantal G-woorden bevatten. Twee G-woorden uit dezelfde modale groep mogen echter <u>niet</u> op dezelfde lijn voorkomen.

Een lijn mag tot vier M-woorden bevatten. Het is ook toegelaten dat er geen enkel M-woord op een lijn voorkomt. Twee M-woorden uit dezelfde modale groep zijn op één en dezelfde lijn <u>niet</u> toegelaten.

Voor alle andere toegelaten letters, mag er slechts één woord voorkomen beginnend met dezelfde letter.

Indien een parameterinstelling van dezelfde parameter op een lijn wordt herhaald, zoals bv. #3=15 #3=6, zal alleen de laatste instelling worden uitgevoerd. Het is eigenlijk zinloos, maar niet verboden, om dezelfde parameter twee maal in te stellen op één en dezelfde lijn. Indien er meer dan één commentaar voorkomt op dezelfde lijn, zal alleen het laatste commentaar worden gebruikt. Elke van de overige commentaren zullen wel gelezen worden en het formaat zal gecheckt worden, maar zal daarna worden genegeerd. Het vermelden van meer dan één commentaar op één en dezelfde lijn is echter uiterst zeldzaam.

## 10.5.7 Rangorde der bevelen (Item order)

Zoals reeds vermeld werd in het begin van dit hoofdstuk zijn de drie soorten bevelen welke op een lijn kunnen voorkomen, het "woord", de "Parameterinstrelling" en het "Commentaar". Deze drie soorten zijn verdeeld in drie groepen:

De eerste groep "het woord" mag worden herhaald op gelijk welke manier zonder afbreuk te doen van datgene wat er in die lijn wordt bedoeld. Wanneer bij de tweede groep, namelijk de "parameterinstelling", wordt herhaald, zal er geen verandering optreden in de betekenis van de lijn, behalve wanneer dezelfde parameter meer dan één maal in de lijn voorkomt. Indien zulks het geval is dan zal er enkel rekening worden gehouden met de laatst vermelde parametersetting. Nemen we als voorbeeld het volgende geval: Nadat bv. de lijn #3=15 #3=6 werd gelezen en geïnterpreteerd zal de waarde van de arameter 3 gelijk zijn aan 6. Indien de lijn zou omgekeerd zijn bv. #3=6 #3=15 wordt na interpretatie van de lijn, de waarde van de parameter 3 gelijk aan 15.

Indien bij de derde groep,namelijk de "commentaren", meer dan één commentaar in één lijn voorkomt wordt bij het opnieuw lezen van deze lijn, slechts de laatste commentaar gebruikt. Indien elke groep van toepassing is of opnieuw wordt opgeroepen zonder de betekenis van de lijn te veranderen, mogen de drie groepen dus op eender welke manier onder elkaar van plaats verwisseld worden, zonder hierbij aan de echte betekenis van de lijn maar iets te veranderen. Hierbij een voorbeeld: De lijn g40 g1 #3=15 (so there!) #4= -7.0 bevat vijf items en betekent exact hetzelfde in de 120 mogelijke rangordes zoals daar één van is #4= -7.0 g1 #3=15 g40 (so there!). Het getal 120 is namelijk de faculteit van 5 zijnde 1\*2\*3\*4\*5=120.

#### 10.5.8 Commando's en Machinemodes (Commands and Machine Modes)

Het programma Mach3 heeft verschillende commando's waarmee van de een mode naar de andere mode kan worden overgeschakeld en deze mode blijft dan van kracht zolang er niet met een ander commendo het bevel wordt gegeven van mode te veranderen. Zulk een commando heet men een "modaal commando". We geven hierbij een voorbeeld. Bv. de koelvloeistof werd aangeschakeld. Deze toestand blijft onverminderd zo tot er expliciet een ander commando het bevel geeft om die koelvloeistof uit te schakelen. De commando's van de G-codes zijn ook van het modale type. Indien in een lijn een commando G1 (rechtlijnige verplaatsing) wordt gegeven , zal het terug op de volgende lijn worden uitgevoerd indien één of meerdere as-woorden (X,Y,Z) beschikbaar zijn op deze lijn, tot er expliciet een commando wordt gegeven op die volgende lijn door gebruik te maken van een nieuw as-woord of door een commando waardoor exlpiciet deze beweging wordt teniet gedaan.

"Niet Modale" codes hebben enkel invloed op die lijn waarin ze voorkomen. Bv: het commando G4 (dwell) is een niet modaal commando.

#### **10.6 Modale groepen (Modal Groups)**

Modale commando's werden gerangschikt in groepen en men noemt die groepen de "Modale groepen".Slechts één commando uit dezelfde modale groep mag aan zet zijn. Over het algemeen bevat een modale groep, commando's voor dewelke het logisch gezien onmogelijk is om twee commando's uit diezelfde groep, op hetzelfde ogenblik actief te laten zijn. Bekijken we maar eens het voorbeeld waarbij men de keuze heeft metingen uit te voeren in mm of in inches. Beide soorten metingen op hetzelfde moment uitvoeren is onmogelijk. Een machinesysteem kan op hetzelfde ogenblik in verschillende modes aan het werken zijn maar dan enkel met één mode uit elke modale groep. De verschillende soorten modale groepen worden weergegeven in de tabel van fig.10.3



Wanneer de machine klaar is om commando's te ontvangen, moet er voor verschillende modale groepen steeds één commando uit die groep actief zijn. Voor deze modale groepen bestaan er standaardinstellingen. Wanneer een machinesysteem uitgeschakeld wordt of gereset dan keert het systeem altijd automatisch terug naar deze standaardinstellingen. Groep1, namelijk de eerste groep in de tabel, is de groep van de G-codes bestemd voor de bewegingen. Eén uit deze groep is steeds actief. Die wordt de "Huidige beweginsmode" genoemd (Current Motion Code).

Het is niet toegestaan om een G-code uit groep 1, en een G-code uit groep 0 op dezelfde lijn te plaatsen wanneer beiden "as-woorden" gebruiken. Indien een as-woord gebruik maakt van een G-code uit groep 1 heef dat as-woord impliciet invloed op de lijn door het feit dat het eventueel op een eerdere lijn werd geactiveerd. Anderzijds wanneer G-codes uit de groep 0 voorkomen in de lijn, zal de activiteit van de G-codes uit groep 1, voor die lijn worden opgeschort.

De G-codes uit de groep 0 bestemd voor een "as-woord" zijn G10, G28, G30 en G92. Bij Mach3 geeft steeds bovenaan in ieder scherm de huidige bewegingsmode aan. (Current Mode)

## 10.7 G-codes (G Codes)

De commando's van de G-codes en hun details worden beschreven in tabel van figuur10.4.In de prototype-commando's is de betekenis van het wisselteken (~)een "reële waarde". Zoals reeds eerder beschreven is een reële waarde ofwel (1) een expliciet getal bv.4.4, ofwel (2) een uitdrukking zoals [2+2.4], ofwel (3) een parameterwaarde zoals #88, ofwel (4) de veranderlijke van een functie zoals ACOS[0] (boogcosinus van 0°).

Om het even welk van de as-woorden (X~, Y~, Z~, A~, B~, C~, U~, V~, W~) specifiëren een bestemmingspunt. De as-nummers zijn gesteund op het huidige actieve coördinatenstelsel tenzij er expliciet beschreven staat dat ze gerelateerd zijn aan het absolute coördinatenstelsel. Wanneer het gaat om een optioneel as-woord, zal elke toegelaten as zijn huidige waarde hebben. Ieder item in U, V en W zijn synoniemen voor A,B en C. Men kan dus de letter A gebruiken samen met U, de letter B met V enz. Deze manier van werken is echter uit den boze en leidt zeker tot verwarring. Verwijzen we maar naar wat er gebeurt als wij tweemaal de letter A op één en dezelfde lijn zouden plaatsen. Bij de gedetailleerde beschrijving van de codes U,V en W wordt zulks niet steeds expliciet vermeld maar zijn stilzwijgend aangenomen door A,B of C.

	Summary of G-codes
GO	Rapid positioning
GI	Linear interpolation
G2	Clockwise circular/belical interpolation
G3	Counterclockwise circular/Helical interpolation
G4	Dwell
G10	Coordinate system origin setting
G12	Clockwise circular pocket
G13	Counterclockwise circular pocket
G15/G16	Polar Coordinate moves in G0 and G1
G17	XY Plane select
G18	XZ plane select
G19	YZ plane select
G20/G21	Inch/Millimetre unit
G28	Return home
G28.1	Reference axes
G30	Return home
G31	Straight probe
G40	Cancel cutter radius compensation
G41/G42	Start cutter radius compensation left/right
G43	Apply tool length offset (plus)
G49	Cancel tool length offset
G50	Reset all scale factors to 1.0
G51	Set axis data input scale factors
G52	Temporary coordinate system offsets
G53	Move in absolute machine coordinate system
G54	Use fixture offset 1
G55	Use fixture offset 2
G56	Use fixture offset 3
G57	Use fixture offset 4
G58	Use fixture offset 5
G59	Use fixture offset 6 / use general fixture number
G61/G64	Exact stop/Constant Velocity mode
G68/G69	Rotate program coordinate system
G70/G71	Inch/Millimetre unit
G73	Canned cycle - peck drilling
G80	Cancel motion mode (including canned cycles)
G\$1	Canned cycle - drilling
G82	Canned cycle - drilling with dwell
G83	Canned cycle - peck drilling
G84	Canned cycle - right hand rigid tapping
G85/G86/G 88/G89	Canned cycle - boring
G90	Absolute distance mode
G91	Incremental distance mode
G92	Offset coordinates and set parameters
G92.x	Cancel G92 etc.
G93	Inverse time feed mode
G94	Feed per minute mode
G91	Feed per ret: mode
G98	Initial level return after canned cycles
G99	R-noint level return after canned evelet
	Figure 46.4. Table of O andre

Bij de prototypes zijn de waarden volgend op een letter nogal dikwijls expliciete getallen. Tenzij anders vermeld kunnen deze getallen reële waarden zijn.. Bij voorbeeld, G10 L2 zou evengoed kunnen geschreven, worden op de volgende manier; G[2\*5] L[1+1]. Indien nu als voorbeeld, de waarde van de parameter 100 gelijk zou zijn aan2, dan zou G10 L#100 identiek hetzelfde betekenen als de twee voorgaande lijnen. Het is echter zo dat het gebruik van reële waarden welke niet expliciet getallen zijn zoals hierboven beschreven is zeer zeldzaam en van geen nut.

Indien L~ geschreven is in een prototype dan zal de "~" dikwijls beschouwd worden als het "L-nummer". Gelijkaardig daarmee kan de "~" in H~ het "H-nummer" worden genoemd. Dergelijke werkwijze kan voor iedere andere letter worden toegepast.

Wanneer een schaalfactor werd toegepast op eender welke as dan zal dit toegepast worden op de waarde van de corresponderende as X,Y,Z,A/U,B/V of C/W-woord en op de relevante woorden voor I,J,Kof R, wanneer deze assen in gebruik zijn.

### 10.7.1 Snelle lineaire beweging –G0 (Rapid Linear Motion –G0)

-(a) Voor een snelle lineaire beweging programmeer G0 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ , waarbij alle as-woorden optioneel zijn, uitgenomen dat op zijn minst één in gebruik moet zijn. De G0 is optioneel indien de huidige bewegingsmode (current motion mode) inderdaad G0 is. Dit zal een gecoördineerde beweging veroorzaken naar het punt van bestemming aan de huidige traverseerwaarde of trager indien de machine deze snelle beweging niet aankan. Het is zo dat het gereedschap niet snijdt of freest wanneer een G0 commando wordt uitgevoerd. -(b)Indien een G16 code werd uitgevoerd om bijvoorbeeld een polair nulpunt in te stellen, dan kan voor een snelle lineaire beweging tot een bepaald punt, punt welke werd bepaald door een straal en een hoek, de codelijn G0 X~ Y~ worden gebruikt. Hierin is X~de straal van de lijn van het G16 polair nulpunt en Y~ is de hoek, gemeten in graden met toenemende waarden in de tegenwijzerzin ,vertrekkend vanaf het cijfer 3 van een uurwerk. Dergelijke werkwijze is bij conventie vastgelegd, en is steeds van toepassing wanneer gewerkt wordt met kwadranten. De coördinaten van het huidige punt zijn, gedurende de uitvoering de code G16, de polaire coördinaten.

Er zal een foutmelding worden zijn wanneer alle as-woorden achterwege werden gelaten. Wanneer de compensatie van de straal van het gereedschap wordt toegepast en actief is zal de beweging verschillen van deze beschreven hierboven. Hiervoor verwijzen we naar hoofdstuk 10.7.13 waar dit onderwerp uitvoerig zal besproken worden. Indien de code G53 geprogrammeerd werd op dezelfde lijn, zal de gemaakte beweging van het gereedschap ook anders zijn . Hiervoor verwijzen we dan weer naar hoofdstuk 10.7.17 waar we uitvoerig zullen hebben over de bewegingen bij gebruik van absolute coördinaten .

### 10.7.2 Lineaire beweging aan voedingssnelheid –G1 (Linear Motion at Feed Rate –G1)

-(a) Voor een lineaire beweging aan voedingssnelheid,programmeer G1 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ , waarbij alle as-woorden optioneel zijn, uitgenomen dat op zijn minst één in gebruik moet zijn. De G1 is optioneel indien de huidige bewegingsmode (current motion mode) inderdaad G1 is. Dit zal een gecoördineerde beweging veroorzaken naar het punt van bestemming aan de huidige voedingssnelheid of trager indien de machine de snelheid van deze beweging niet aankan.

-(b)Indien een G16 code werd uitgevoerd om bijvoorbeeld een polair nulpunt in te stellen, dan kan voor een lineaire beweging aan voedingssnelheid tot een bepaald punt, punt welke werd bepaald door een straal en een hoek, de codelijn G0 X~ Y~ worden gebruikt. Hierin is X~de straal van de lijn van het G16 polair nulpunt en Y~ is de hoek, gemeten in graden met toenemende waarden in de tegenwijzerzin ,vertrekkend vanaf het cijfer 3 van een uurwerk. Dergelijke werkwijze is bij conventie vastgelegd, en is steeds van toepassing wanneer gewerkt wordt met kwadranten.

De coördinaten van het huidige punt zijn, gedurende de uitvoering de code G16, de polaire coördinaten.

Er zal een foutmelding worden zijn wanneer alle as-woorden achterwege werden gelaten. Wanneer de compensatie van de straal van het gereedschap wordt toegepast en actief is zal de beweging verschillen van deze beschreven hierboven. Hiervoor verwijzen we naar hoofdstuk 10.7.13 waar dit onderwerp uitvoerig zal besproken worden. Indien de code G53 geprogrammeerd werd op dezelfde lijn, zal de gemaakte beweging van het gereedschap ook anders zijn . Hiervoor verwijzen we dan weer naar hoofdstuk 10.7.17 waar we uitvoerig zullen hebben over de bewegingen bij gebruik van absolute coördinaten .

## 10.7.3 Boog en waarde van de voeding (Arc and Feed Rate -G2 and G3)

Een cirkelvormige of een spiraalvormige boog wordt gespecifiëerd door gebruik te maken ,ofwel van het commando G2 voor een boog in wijzerzin of van een commando G3 wanneer het gaat om een boog in tegenwijzerzin. De as van de cirkel of de spiraal moet evenwijdig zijn met de X, Y of Z-as van het coördinatensysteem van de machine. De as, of equivalent daarmee, het vlak welke loodrecht staat op de as, wordt gekozen door het commando G17 (voor Z-as, XY- vlak), door G18 (voor Y-as, XZ-vlak) en door G19 (X-as, YZ-vlak). Indien de boog cirkelvormig is, ligt deze boog in een vlak welke evenwijdig is aan het geselecteerde vlak.

Indien een codelijn om een boog te maken, en die lijn bevat daarenboven nog ronddraaiende asbewegingen, dan draaien die assen aan een constante snelheid en starten en stoppen op hetzelfde ogenblik waarop de bewegingen van de assen XYen Z starten of stoppen. Dergelijke commandolijnen zijn echter zeer moeilijk te programmeren.

Indien de "cutter compensatie" actief is, zal de beweging van het gereedschap verschillen van de hierboven beschreven beweging. Zie hierover meer uitleg in het hoofdstuk 10.7.13 waar de "Cutter Compensation" uitvoerig wordt besproken.

Er zijn twee toegelaten "formaten" om een boog te specifiëren: we noemen deze beide formaten, het center-formaat (Center Format) en het straal-formaat (Radius Format). De commando's G2 of G3 zijn in de huidige bewegingsmode (current motion mode) optioneel.

## 10.7.3.1 Boog in Straal-formaat (Radius Format Arc)

Bij een boog in Straal-formaat worden de coördinaten van het eindpunt van de boog in het geslecteerde vlak bepaald samen met de straal van de boog. Het programma daartoe is G2 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ (gebruik eerder G3 in plaats van G2). Hier is R gelijk aan de straal. De as-woorden zijn allen optioneel op voorwaarde dat minstens één van de twee as-woorden in het geselecteerde vlak worden gebruikt. Het R- nummer is de straal. Een positieve waarde voor de straal betekent dat het gaat om een boog welke draait van 0 tot 180 graden. Een negatieve waarde wijst er op dat de boog draait van 180° naar 359,999. Indien de boog een spiraal is dan wordt de waarde van het eindpunt van de boog eveneens bepaald., op de coördinatenas evenwijdig aan de as van de spiraal .

Er ontstaat een fout wanneer:

- Beide as-woorden voor de as van het geselecteerde vlak niet aanwezig zijn.
- ♦ Het eindpunt van de boog hetzelfde is als het huidige punt.

In de praktijk is het af te raden bogen te programmeren in straal-formaat wanneer het gaat om bogen welke een volle cirkel of een halve cirkel bijna benaderen, gezien een geringe wijziging in de positie van het eindpunt van de boog, een veel grotere verandering van de positie van het middelpunt van deze cirkel zal veroorzaken. Dergelijke effectsvergroting is van die aard dat ze een rondingsfout veroorzaken en een werkstuk zou gemaakt worden welke aldus buiten de toegelaten toleranties valt en derhalve waardeloos is. Bijna volle cirkels zijn uitermate slecht en halve cirkels zijn zeer slecht. Andere bogen kleiner dan 165° of bogen tussen 195° en 345° zijn OK.

Hier volgt een voorbeeld van een commandolijn voor het frezen van een boog in Straalformaat: G17 G2 X10 Y15 R20 Z5

Deze lijn betekent het volgende: Maak een cirkelvormige of spiraalboog in wijzerzin (gezien vanaf de positieve kant van de Z-as)waarvan de as van de boog evenwijdig is met de Z-as en eindigt op het punt X=10, Y=15 met een straal van 20. Wanneer Z-waarde van het startpunt gelijk is aan 5. Dit is een boog of een cirkel evenwijdig aan het XY-vlak, m.a.w. het gaat hier om een spiraalvormige boog.

## 10.7.3.2 Boog in center-formaat ( Center Format Arc )

Bij een boog in center-formaat worden de coördinaten van het eindpunt van de boog in het geselecteerd vlak, gespecifiëerd samen met de offsets van het center van de boog van de huidige positie. Bij dit boogformaat is het echter, in tegenstelling met hierboven, wel Ok wanneer het eindpunt van de boog dezelfde is als het huidige punt

Er ontstaat een fout wanneer:

◆ De boog wordt geprojecteerd op het geselecteerde vlak en de afstand van het huidige punt tot het middelpunt verschilt van de afstand van het eindpunt tot het middelpunt, met meer dan 0.0002 inch wanneer de inch-eenheden worden gebruikt en meer dan 0.002 mm wanneer metrische eenheden worden gebruikt.

Het middelpunt wordt bepaald door gebruik te maken van de woorden I en J. Er bestaan twee manieren om deze woorden te interpreteren. Bij de meest gebruikelijke manier is I en J de middelpunten zijn relatief tot het huidige punt aan het begin van de boog. Dit noemt men soms de "Incrementele I J mode" (Incremental I J mode). Bij de tweede manier van interpreteren,is het zo dat de woorden I en J het middelpunt specifiëren als huidige coördinaten in het huidige systeem. Het wordt eerder mislijdend genoemd de "Absolute I J mode" (Absolute I J Mode); De instellingen voor deze I J mode gebeuren in het dialoogvenster "Initial State settings" welke men bekomt via Config.>State. De keuze van deze twee formaten hangt af van de aard van de gebruikte commerciële controller. U zult misschien de "Incrementele" methode de beste. In de "Absolute" mode zal het natuurlijk noodzakelijk zijn om beide woorden I en J te gebruiken behalve wanneer de centers van de bogen gelegen zijn op het nulpunt van het coördinatenstelsel. Zulks zal echter zeer zeldzaam zijn.

Wanneer men heeft gekozen voor het vlak XY, programmeer dan het volgende; G2 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ I~ J~ of gebruik eerder G3 dan G2. De as-woorden zijn optioneel behalvein het geval er op zijn minst één van de X- of Y-woorden gebruikt zijn. I en J zijn de offsets van de huidige locatie of coördinaten –afhankelijk van de I J mode (respectievelijk X en Yrichting) van het middelpunt van de cirkel; I en J zijn optioneel behalve waanneer op zijn minst één van de twee woorden werden gebruikt.

Er ontstaat een fout wanneer:

◆ Zowel X als Y zijn weggelaten

◆ Zowel I en J zijn weggelaten.

Wanneer men heeft gekozen voor het vlak XZ, programmeer dan het volgende; G2 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ I~ K~ of gebruik eerder G3 dan G2. De as-woorden zijn optioneel behalvein het geval er op zijn minst één van de X- of Z-woorden gebruikt zijn. I en K zijn de offsets van de huidige locatie of coördinaten –afhankelijk van de I J mode (respectievelijk X en Zrichting) van het middelpunt van de cirkel; I en K zijn optioneel behalve waanneer op zijn minst één van de twee woorden werden gebruikt.

Er ontstaat een fout wanneer:

◆ Zowel X als Z zijn weggelaten.

◆ Zowel I en K zijn weggelaten.

Wanneer men heeft gekozen voor het vlak YZ, programmeer dan het volgende; G2 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ J~ K~ of gebruik eerder G3 dan G2. De as-woorden zijn optioneel behalvein het geval er op zijn minst één van de Y- of Z-woorden gebruikt zijn.J en K zijn de offsets van de huidige locatie of coördinaten –afhankelijk van de I J mode (respectievelijk X en Zrichting) van het middelpunt van de cirkel; J en K zijn optioneel behalve waanneer op zijn minst één van de twee woorden werden gebruikt.

Er ontstaat een fout wanneer:

- ◆ Zowel Y als Z zijn weggelaten.
- ◆ Zowel J en K zijn weggelaten.

Hierna volgt een voorbeeld van een center-formaat commando om een boog te frezen in de incrementele IJ -mode: G17 G2 X10 Y16 I3 J4 Z9

Deze lijn betekent het volgende: Maak een cirkelvormige of spiraalboog in wijzerzin (gezien vanaf de positieve kant van de Z-as)waarvan de as van de boog evenwijdig is met de Z-as en eindigt op het punt X=10, Y=16 en Z=9 met zijn center-offset in de X-richting op 3 eenheden van de huidige X-locatie, en de offset in de Y-richting op 4 eenheden van de huidige Y-locatie. Wanneer de startwaarde van Z gelijk is aan 9 is dit een cirkelvormige boog. Anders is het een spiraalvormige boog. De straal van deze boog zou moeten gelijk zijn aan 5

De commandolijn voor het geval gebruik gemaakt wordt van de "Absolute IJ mode" zou dan gelijk zijn aan: G17 G2 X10 Y16 I10 J11 Z9

Bij het center-formaat is de straal van de boog niet gespecifiëerd, maar het zou gemakkelijk kunnen geïnterpreteerd worden als de afstand van het center van de cirkel tot ofwel het huidige punt of tot het eindpunt van de boog.

## 10.7.4 Dwel-G4 (Dwell-G4)

Voor de uitvoering van "Dwel" programmeer t men G4 P~. Dit houdt de assen van de machine onbeweeglijk gedurende enkele seconden of milliseconden gespecifieerd in het P-getal. De daartoe gebruikte tijdseenheden worden bepaald in het dialoogvenster van het scherm Config>Logic. Bv: Met een instelling in seconden zullen bij de lijn G4 P0.5 de assen van de machine gedurende een 0.5 seconde worden stilgehouden. Er zal een fout optreden wanneer:  $\blacklozenge$  Het P-getal negatief is.

## 10.7.5 Instelling van het cördinatensysteem, datatabellen van gereedschaps- en werkoffstes –G10 (Set Coordinate System Data Tool and work offset tables –G10)

Zie hiervoor de details inzake gereedschaps- en werkoffsets in coördinatensystemen in de later hoofdstukken 10.7.14 en 10.7.16.

Om de waarde van de offset van een gereedschap in te stellen, programmeer: G L P~ X~ Z~ A~, waarin het P-getal moet zijn gelegen tussen 0 en 255 –het gereedschapsnummer- Offsets van het gereedschap gespecifiëerd in het P-getal zijn teruggezet naar de huidige. Het A-getal zal de straal van de top van het gereedschap resetten. Alleen die waarden, waarvoor een as-woord is vermeld in de lijn, zullen worden gereset. De diameter van het gereedschap kan op die manier niet worden ingesteld.

Om de coördinaten van het nulpunt van een bevestigings-coördinatensstelsel dient men het volgende te programmeren: G10 L2 P~ X~ Y~ Z~ A~ B~ C~, waarbij het P-getal moet gelijk zijn aaan een geheel getal tussen 1 en 255 –het bevestigingsnummer-(Waarden tussen 1 en 6 overeenstemmend met de codes G54 tot G59). Alle as-woorden zijn optioneel. De coördinaten van het nulpunt gespecifiëerd door het P-getal worden gereset tot de huidige waarden van het coördinatenstelsel (in termen van het huidige coördinatenstelsel); allen die coördinaten waarvoor een as-woord voorkomt in de lijn, zullen worden gereset. Er ontstaat en fout wanneer:

♦ het P-getal geen geheel getal is tussen 0 en 255.

Indien de offsets van het nulpunt (gemaakt door de codes G92 en G92.3) waren van toepassing vooralleer het commando G10 werd gebruikt. Zij zullen daarna ook nog van toepassing blijven.

Het coördinatensysteem waarvan het nulpunt werd ingesteld door een G10-commando kan actief of niet actief zijn gedurende de tijd dat G10 wordt uitgevoerd. De ingestelde waarde zullen niet "persistent" zijn, tenzij het gereedschap of de bevestigingstabel opgeslagen werd door gebruik te maken van de knoppen in het scherm van de tabellen. Hierna volgt een voorbeeld: G10 L2 P1 X3.5 Y17.2. In dit geval wordt het nulpunt van het eerste coördinatenstelsel (dit is het coördinatenstelsel welke geselecteerd werd door het commando G54) geplaatst op een punt met absolute coördinaten X=3.5 en Y=17.2. De Z-coördinaat van het beginpunt ( en de coördinaten van om het even welke ronddraaiende as) heeft hoe dan ook de waarden van de coördinaten van datzelfde nulpunt vóór de uitvoering van deze lijn.

## 10.7.6 Cirkelvormige uithollingen in wijzerzin en in tegenwijzerzin-G12 en G13 (Clockwise/counterclockwise circular pocket -G12 en G13)

De commando's terzake zijn een soort van ingekapselde cylussen welke kunnen gebruikt worden om in het werkstuk een cirkelvormige uitholling te maken, waarvan de diameter groter is dan de diameter van het gebruikte gereedschap, of om met een aangepast gereedschap inwendige groeven te maken voor bv.het plaatsen van O-ringen enz Het programma hiervoor isn G12 I~ voor bewerkingen in wijzerzin en G13 I~ voor bewerkingen in tegenwijzerzin.

Het gereedschap wordt bewogen in de X-richting met de waardevan I. Er wordt in de aangeduide richting een cirkel beschreven met de oorspronkelijke X en Y-coördinaten als middelpunt. Het gereedschap is teruggekeerd naar het middelpunt.

Het effect van dergelijke commando's is niet gedefiniëerd, indien het huidige vlak niet gelijk is aan XY.

## 10.7.7 Aan- en uitschakelen van de polaire mode –G15 en G16. (Exit and Enter Polar mode –G15 and G16)

Het is mogelijk om voor G0 en G1 bewegingen, en dit <u>enkel</u> in het X/Y vlak, om de coördinaten te specifiëren als straal en hoek , relatief tot een tijdelijk centerpunt. Programmeer dan G16 om deze mode in te schakelen. De huidige coördinaten van het gecontroleerde punt zijn deze van het tijdelijk middelpunt.

Programmeer G15 om naar de normale Cartesiaanse coördinaten terug te keren.

```
GO X10 Y10 // normal GO move to 10,10
G16 //start of polar mode.
G10X10Y45
( this will move to X 17.xxx, Y 17.xxx which is a
spot on a circle) (of radius 10 at 45 degrees from
the initial coordinates of 10,10.)
```

Dit kan zeer nuttig zijn bij het boren van verschillende gaten op een cirkel; De hiernavolgende code beweegt het gereedschap op de cirkel en boort elke 10 graden een gat op de cirkel waarvan de straal gelijk is aan 50 mm en het center de volgende coördinaten heeft X=10, Y=5.5. De punt van de boor zal een diepte bereiken van Z=-0.6.(peck drill)

```
G21 // metric
G0 X10Y5.5
G16
G1 X50 Y0 //polar move to a radius of 50 angle 0deg
G83 Z-0.6 // peck drill
G1 Y10 // ten degrees from original center...
G83 Z-0.6
G1 Y20 // 20 degrees...etc...
```

G1 Y30

Nota's:

- (1) Wanneer G16 actief is dienen de bewegingen voor X en Y, steeds uitgevoerd worden met de commando's G0 en G1. Geen enkel ander commando mag gebruikt worden.
- (2) Het commando G16 verschilt met een Fanuc-toepassing in die zin dat het huidige punt gebruikt wordt als polair center

## 10.7.8 Keuze van het vlak -G17, G18 en G19 (Plane Selection -G17-G18 and G19)

Om het vlak XY te kiezen maakt men gebruik van het commando G17. Met G18 kiest men het vlak XZ en met G19 kiest men het vlak YZ. De gevolgen welke een keuzen van een bepaald vlak met zich meebrengt, wordt behandeld bij de commando's G2/3 en de ingekapselde cyclussen later in deze handleiding.

## 10.7.9 Lengte-eenheden -G20 en G21 (Lenght Units -G20 and G21)

Met het commando G20 kiest men voor eenheden in inches. Met G21 kiest men voor mm. Het is ten zeerste aangeraden deze keuze te maken aan het begin van een programma, nog vóór er enige beweging van de assen plaatsgreep, eerder dan ergens in het midden van een programma. Het is de volle verantwoordelijkheid van de bediener van de machine zich ervan te vergewissen dat alle getallen in het programma worden toegepast met de gekozen lengte eenheden. Zie ook de gelijkaardige commando's G70/G71uit het hoofdstuk 10.7.21.

## 10.7.10 Terug naar de Home-positie-G28 en G30 (Return to Home-G28 and G30)

Een home-positie wordt bepaald door de parameters 5161-5166. De waarden van de parameters zijn termen van het absolute coördinatenstelsel maar zijn ongespecifiëerde lengte eenheden.

Om naar een home-positie terug te keren, via een vooraf ingestelde positie, maakt men gebruik van volgende commando:

G28 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ (of gebruik G30). Alle as-woorden zijn optioneel. Het pad wordt gemaakt door een snelle oversteekbeweging vanaf de huidige positie naar de vooraf geprogrammeerde positie, gevolgd door een snelle overstekbeweging naar de home-positie. Indien er geen as-woorden geprogrammeerd werden, is het tussenpunt het huidige punt zodat er in dat geval slechts één beweging wordt uitgevoerd.

## 10.7.11 Het nullen van de assenG28.1 (reference axes G28.1)

Programmeer G28.1 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ om de gegeven assen te nullen. De assen zullen met de huidige voedingssnelheid bewegen naar de homeschakelaar(s) zoals werd gedefinieerd bij de configuratie van Mach3. Wanneer de absolute machinecoördinaten de waarde van een gegeven as-woord bereiken, dan wordt de voedingssnelheid zoals ingesteld op het configuratiescherm "Settings Alt6". Op voorwaarde dat de huidige absolute positie bij benadering correct is, zal er een zachte stop worden uitgevoerd op de referentieschakelaars (Homeschakelaars).

## 10.7.12 rechte Probe –G31 (Straight Probe – G31)

## 10.7.12.1 Het rechte Probecommando ( The straight Probe Command )

Programmeer G31 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ bij gebruik van een rechte probe. De woorden van de ronddraaiende assen zijn toegelaten maar er wordt aangeraden deze weg te laten. Indien toch een woord van een ronddraaiende as wordt gebruikt, zullen hun nummers dezelfde moeten zijn als de nummers van de huidige positie, zodat die as niet beweegt. De woorden van de lineaire assen zijn optioneel op voorwaarde dat op zijn minst één van hen wordt gebruikt. Het gereedschap in de spindel wordt bij deze bewerkingen uiteraard vervangen door een probe.

Er ontstaat een fout wanneer:

◆ Het huidige punt minder dan 0.254 millimeter of 0.01 inch verwijderd wordt van het geprogrammeerde punt.

- ♦ G31 wordt gebruikt bij de omgekeerde voedingssnelheids-mode.
- Om het even welke ronddraaiende as wordt bevolen om te bewegen.
- ♦ Geen X, Y, of Z-as werd gebruikt.

Tengevolge van dit commando, beweegt de machine het gecontroleerde punt (welke zich uiteraard bevindt aan de punt van de probe) in een rechte lijn en dat aan de huidige voedingssnelheid, naar het geprogrammeerde punt toe. Indien de probe het geprogrammeerde punt raakt dan trekt het zich, op het einde van de uitvoering van het commando, lichtjes terug van het geprogrammeerde punt weg. Indien de probe het gecontroleerde punt lichtjes voorbijzou gaan zonder aanraking, dan ontstaat er een foutmelding.

Na succesvol de probe te hebben gebruikt zullen de parameters 2000 tot 2005 ingesteld worden als zijnde de coördinaten van de positie van het gecontroleerde punt op het ogenblik dat de probe contac maakt en deze coôrdinaten voor X,Y en Z op het ogenblik van de aanraking zullen bewaard worden in een "triplet-bestand" als zou het geopend zijn door een M40 macrofunctie "/OpenDigFile ()".

## 10.7.12.2 Het gebruik van commando van de rechte probe (Using the Straight Probe Commando)

Door gebruik te maken van het commando van een rechte probe, wanneer de schacht van de probe ingeklemd is evenwijdig aan de Z-as (elke ronddraaiende as bevindt zich op nul), en er wordt gebruik gemaakt van de offset inzake de lengte van de probe, zodat het gecontroleerde punt zich bevindt aan de top van de probe zelf, kan:

◆ zonder bijkomende kennis van de probe zelf, de evenwijdigheid van een zijde van de probe ten overstaan van het XY-vlak worden gevonden.

◆Indien de straal van de punt van de probe bij benadering gekend is, kan de evenwijdigheid van een zijde van de probe ten overstaan van het YZ- of het XZ-vlak worden gevonden.

◆Indien de schacht van de probe wel degelijk goed, en evenwijdig met de Z-as is ingeklemd, en men kent b ij benadering de straal van de top van de probe, dan kan bij voorbeeld het middelpunt van een cirkelvormig gat worden gevonden.

◆Indien de schacht van de probe evenwijdig met de Z-as is ingeklemd, en men kent precies de straal van de tip van de probe, kan men daarenboven, door gebruik te maken van het commando van de rechte probe, de diameter van een cirkelvormig gat bepalen.
Indien de rechtheid van de schacht van de probe niet uiterste nauwkeurig is, dan is het wenselijk de verschillende stralen te kennen, op zijn minst in de richtingen +X,-X en +Y en − Y. Deze gegevens kunnen opgeslagen worden bij de parameters ofwel door deze in het parameterbestand op te slaan, ofwel door ze rechtsreeks in te stellen in het programma van Mach3.

Het gebruik van een probe bij ronddraaiende assen welke niet ingesteld zijn op 0 is ook mogelijk. Dergelijke manier van werken is echter veel complexer dan in het geval dergelijke assen wel op 0 zijn ingesteld. Omwille van zijn zeer ingewikkelde karakter, zal in deze handleiding hier niet verder worden op ingegaan.

#### 10.7.12.3 Voorbeeld Code (Example Code)

In figuur 10.5 wordt een voorbeeld gegeven van een bruikbare code om het middelpunt en de diameter van een cirkelvormig gat te kennen. Om met dergelijke methode accurate resultaten te bekomen moet :

-de schacht van de probe echt evenwijdig te zijn met de Z-as

-de doorsnede van de top van de probe dient op zijn breedste punt netjes cirkelvormig te zijn -de straal van de top van de probe moet zeer nauwkeurig gekend zijn. Met de straal wordt hier bedoeld de straal van de cirkelvormige doorsnede.

Indien de straal van de top van de probe enkel bij benadering gekend is, maar de andere bovenstaande voorwaarden wel vervuld zijn, dan zal men nog wel het middelpint van het cirkelvormig gat nauwkeurig kunnen bepalen, maar de diameter van het gat niet meer. Hierna volgt dan een voorbeeld van een bruikbare code:

N010 (probe to find center and diameter of circular hole) M020 (This program will not run as given here. You have to) N030 (insert numbers in place of <description of number>.) M040 (Delete lines N020, N030, and N040 when you do that.) M050 G0 I (I-value of retracted position> P (feed rate> M060 #1001=<nominal X-value of hole center> N070 #1002=<nominal T-value of hole center> NOSO #1003=<some Z-value inside the hole> N090 #1004-cprobe tip radius> M100 #1005=[<nominal hole diameter>/2.0 = #1004] N110 GO X#1001 T#1002 (nove above nominal hole center) M120 G0 I#1003 (move into hole - to be cautious, substitute G1 for G0 here) M130 G31 X[#1001 + #1005] (probe +X side of hole) N140 #1011-#2000 (save results) M150 GO X#1001 Y#1002 (back to center of hole) M160 G31 X[#1001 - #1005] (probe -X side of hole) N170 #1021=[[#1011 + #2000] / 2.0] (find pretty good X-value of hole center) M180 GO X#1021 Y#1002 (back to center of hole) M190 G31 Y[#1002 + #1005] (probe +Y side of hole) N200 #1012-#2001 (save results) M210 GO X#1021 Y#1002 (back to center of hole) M220 G31 Y[#1002 - #1005] (probe -Y side of hole) M230 #1022=[[#1012 + #2001] / 2.0] (find very good Y-value of hole center) M240 #1014-[#1012 - #2001 + [2 \* #1004]) (find hole diameter in Y-direction) M250 GO X#1021 Y#1022 (back to center of hole) M260 G31 X[#1021 + #1005] (probe +X side of hole) N270 #1031-#2000 (save results) M280 GO X#1021 Y#1022 (back to center of hole) M290 G31 X[#1021 - #1005] (probe -X side of hole) N300 #1041=[[#1031 + #2000] / 2.0] (find very good X-value of hole center) N310 #1024-[#1031 - #2000 + [2 \* #1004]) (find hole diameter in X-direction) M320 #1034-[[#1014 + #1024] / 2.0] (find average hole diameter) N330 #1035+[#1024 - #1014] (find difference in hole diameters) M340 G0 X#1041 Y#1022 (back to center of hole) N350 M2 (that's all, folks)

#### Figure 10.6 - Code to Probe Hole

Wanneer in de code van bovenstaande figuur10.5 een melding voorkomt onder de vorm van < een beschrijving van een zeker getal> betekent zulks dat de beschrijving dient vervangen te worden door het getal welke overeenstemt met die beschrijving. Zo zal op lijn N060 in de plaats van de nominale X-waarde van het center ,de parameter 1041 meten worden ingevuld. Op de volgende lijn zal i.p.v de nominale Y-waarde van het center, de parameter 1022 moeten worden ingevuld. Op lijn N100 zal men de beschrijving < nominal hole diameter> moeten vervangen door de parameter 1034. Bijkomend, voor de diameter evenwijdig met de X-as dient parameter 1024 te worden ingevuld, voor de diameter evenwijdig met de Y-as de parameter 1014 en voor de afwijking in de cirkelvormigheid dient de parameter 1035 te worden ingevuld. De tip van de probe zal zich op het XY-center van het gat bevinden.

Ons voorbeeld bevat geen gereedschapswissel teneinde de probe automatisch in de spindel te plaatsen. Indien men wenst een code voor de gereedschapswissel aan huidig programma toe te voegen dan dient deze code in begin te staan.

## 10.7.13 Compensatie van de straal van het snijgereedschap – G40, G41 en G42 (Cutter radius Compensation – G40, G41 and G42 )

Om de compensatie van de straal van het snijgereedschap uit te schakelen dient men gebruik te maken van de code G40. Het kan geen kwaad deze code nogmaals uit te schakelen, zelfs wanneer de compensatie reeds uitgeschakeld was. Deze cutter-compensatie kan alleen toegepast worden wanneer het vlak X-Y actief is.

Om de cutter-compensatie in te schakelen naar links (dit is het geval wanneer het snijgereedschap zich <u>links</u> van het geprogrammeerde pad bevindt en de straal van het gereedschap positief is) maak dan gebruik van de code G41 D~.

Om de cutter-compensatie naar rechts in te schakelen (dit is het geval wanneer het snijgereedschap zich <u>rechts</u> van het geprogrammeerde pad bevindt en de straal van het gereedschap positief is) maak dan gebruik van de code G42 D~.

Het D-woord is optioneel; Indien er geen D-woord bestaat, zal de straal van het gereedschap welke zich momenteel in de spindel bevindt zal gebruikt worden. Indien er echter wel een Dwoord wordt gebruikt dan zal het D-getal normaal het slotnummer van het gereedschap in de spindel moeten zijn, alhoewel niet noodzakelijk. Men mag ook voor een D-getal de waarde 0 gebruiken. De waarde van een straal gelijk aan 0 zal dan worden toegepast.

De codes G41 en G42 kunnen ook nog gekwalificeerd worden door een P-woord. Door dat Pwoord zal de waarde van de diameter van het gereedschap, indien het op de gereedschapstabel voorkomt , worden overschreven.

Er ontstaat een fout wanneer:

 $\blacklozenge$  Het D-getal geen geheel getal is, negatief is of groter dan het aantal slots in de gereedschapswisselaar.

♦ Het X-Y vlak niet actief is.

◆ Men de cutter-compensatie wil inschakelen op een ogenblik dat die reeds ingeschakeld was. Men kan en mag de cutter-compensatie geen twee maal na elkaar inschakelen. Twee maal na elkaar uitschakelen mag echter wel.

Hoe een machine zich gedraagt wanneer cutter-compensatie wordt toegepast, wordt besproken in een apart hoofdstuk terzake.

## 10.7.14 Offsets van de gereedschapslengte- G43,G44 en G49 ( Tool length Offsets – G43,G44 and G49 )

Om de offset van de lengte van een gereedschap te gebruiken dient men G43 H~ te programmeren. Hierin is het H-getal de gewenste index in de gereedschapstabel. Er wordt verwacht dat alle ingegeven getallen positief zijn. Het H-getal is meetsal, maar niet noodzakelijk, gelijk aan het slotnummer van het huidige gereedschap in de spindel. Het getal mag eventueel ook gelijk zijn aan 0. In dergelijk geval wordt een offsetwaarde toegepast van 0. Het weglaten van H heeft hetzelfde effect als een 0-waarde.

Omwille van de compabiliteit is er ook een commando G44 voorzien . Dit commando wordt alleen gebruikt wanneer er in de tabel negatieve offsets voorkomen.

Er ontstaat een fout wanneer:

◆Het H-getal geengeheel getal is, negatief is of groter dan het aantal slots in de gereedschapswisselaar.

Om de offset van de lengte van een gereedschap te gebruiken, programmeer dan G49. Er is niets aan de hand wanneer men een offset programmeert wanneer die al in gebruik is. Het is ook toegelaten om te programmeren dat er geen offset van de gereedschapslengte dient gebruikt te worden, indien er op dat ogenblik geen enkele offset in gebruik is.

### 10.7.15 Schaalfactoren G50 en G51 (Scale factors G50 and G51)

Teneinde een schaalfactor te defeniëren welke men wenst toe te passen in een X,Y,Z,A,B,C,I en J-woord alvorens de schaalfactor wordt toegepast, dient men het volgende te programmeren: G51 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~, waarin de woorden voor X,Y, Z enz. de schaalfactoren zijn voor de desbetreffende as. Deze waarden kunnen natuurlijk in zichzelf nooit verschaalde waarden zijn.

Het is niet toegelaten ongelijke schaalfactoren te gebruiken om elliptische bogen te produceren met de commando's G2 of G3.

Om de schaalfactoren van alle assen terug te brengen op de waarde 1(betekent geen gebruik van een schaalfactor) dan moet men de code G50 gebruiken.

## 10.7.16 De offset van een tijdelijk coördinatenstelsel –G52. (Temporary Coordinate system offset – G52)

Om een offset te maken van het huidige punt op een gegeven positie of een negatieve afstand (zonder beweging) programmeer dan : G52 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ waarbij de as-woorden de offsets bevatten welke je wenst te bereiken. Alle as-woorden zijn optioneel op voorwaarde dat er minstens één wordt gebruikt. Indien een as-woord voor een bepaalde as niet wordt gebruikt dan zullen de coördinaten van het huidige punt op die as niet gewijzigd worden. Er ontstaat een fout wanneer:

◆ Alle as-woorden werden weggelaten.

G52 en G92 gebruiken gemeenschappelijke internationale mechanismen binnen Mach3 en mogen daarom niet samen worden gebruikt.

Wanneer het commando G52 wordt uitgevoerd, wordt het nulpunt van het huidige actieve coördinatenstelsel verplaatst met de opgegeven waarde.

Het eefect van het commando G52 wordt teniet gedaan door het programma G52 X0 Y0 enz. Hierna volgt een voorbeeld: Veronderstellen we dat het huidige punt in het huidige gespecifiëerde coördinatenstelsel gelegen is op X=4.dan wordt door het programma G52 X7 van dat punt een offset gemaakt naar 7, met als gevolg daarvan dat de X-coördinaat van dat punt gelijk wordt aan -3.

De offset van een as wordt steeds gebruikt wanneer de beweging op die as gebeurt in de absolute afstandsmode door gebruik te maken van één van de bevestigings coördinatensysteem. Dus G52 heeft effect op alle bevestigings-coördinatensystemen .

## 10.7.17 Beweging in absolute coördinaten -G53 (Move in Absolute Coordinates -G53)

Voor een lineaire beweging naar een punt , bepaald door absolute coördinaten, programmeer dan G1 G53 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ ( of gelijkaardig daaraan, met het commando G0 in plaats van G1). Hierin zijn alle as-woorden optioneel, op voorwaarde dat op zijn minst één moet gebruikt zijn. De G0 of G1 is optioneel als het in de huidige bewegingsmode is (current motion mode). Het commando G53 moet geprogrammeerd worden op elke lijn waarvan het de bedoeling is dat G53 er van toepassing is. Dit alles zal een gecoördineerde lineaire bewegingnaar het geprogrammeerde punt tot gevolg hebben. Wanneer het commando G1 actief is dan zal de snelheid van de beweging gelijk zijn aan de huidige voedingssnelheid of een lagere snelheid indien de machine, omwille van bv. inertieproblemen, deze snelheid niet aankan. Indien G0 actief is dan zal de snelheid waarmede de beweging wordt uitgevoerd gelijk zijn aan de huidige dwarssnelheid of een tragere snelheid indien de machine dergelijke hoge snelheid niet aankan.

Er ontstaat een fout wanneer:

♦ G53 wordt gebruikt op een ogenblik dat G0 of G1 actief is.

• G53 wordt gebruikt wanneer compensatie van de straal van het gereedschap ingeschakeld is. (cutter radius compensation)

## 10.7.18 keuze van een werk-offset Coördinatenstelsel-G54 to G59 en G59 P~ (Select Work Offset Coordinate System – G54 to G59 & G59 P~)

Om de werk-offset #1 te selecteren, programmeer dan G54 en zo ook voor de eerste zes offsets. De paren bestaande uit het Systeemnummer en de G-code zijn: (1-G54), (2-G55), (3-G56), (4-G57), (5-G58), (6-G59)

Om toegang te krijgen tot één van de 254 werk-offstes (1-254) programmeer dan G59 P~ waarbij het woord P het gewenste offsetnummer weergeeft. Het commando G59 P5 heeft dus net hetzelfde effect als het commando G58.

Er ontstaat een fout wanneer:

• Eén van deze bovenstaande G-codes gebruikt wordt op een ogenblik dat compensatie van de straal van het gereedschap wordt toegepast. (radius cutter compensation)

## 10.7.19 Instelling van de Padcontrole-G61 en G64 (Set Path Control Mode-G61 and G64)

Maak gebruik van het commando G61 om de machine in de "Exact stop mode te plaatsen" en gebruik het comando G64 voor de mode van de constante snelheid (constant velocity mode). Het kan geen kwaad nogmaals een mode in te stellen wanneer diezelkfde mode reeds actief was. Deze modes werden reeds eerder uitvoerig besproken.

## 10.7.20 Roteren van het coördinatenstelsel –G68 en G69 (Rotate coordinate system-G68 en G69)

Programmeer G68 A~ B~ I~ R~ om het coördinatenstelsel van het programma te roteren. A~is de X-coördinaat en B~is de Y-coördinaat vanhet punt waarrond het huidig coördinatenstelsel wordt gedraaid, met inbegrip van alle gereedschapsoffsets en G52/G92 offsets.

R~ is de rotatiehoek uitgedrukt in graden. Hierbij is CCW (counter clockwise) positief gezien vanuit de positieve Z-richting)

I~ is optioneel en de waarde wordt niet gebruikt. Indien I~toch gebruikt wordt, dan zal de gegeven R-waarde toegevoegd worden aan elke bestaande rotatie, veroorzaakt door een commando G68.

Voorbeeld: G68 A12 B25 R45 doet het coördinatenstelsel 45° draaien rond een punt met coördinaten X=12 en Y=25. Gelijkaardig daarmee verlaat men met het programma G68 A12 B35 I1 R40 het coördinatenstelsel welke over 85° gedraaid werd rond een punt met coördinaten X=12, Y=25

Maak gebruik van het commando G69 om de rotatie teniet te doen. Nota's:

• Deze code laat enkel en alleen rotaties toe wanneer het huidige vlak X-Y is.

♦ Het I-woord kan gebruikt worden zelf sindien het centerpunt verschilt van het centerpunt welke men eerder gebruikte, alhoewel in dit geval dienen de resultaten zeer nauwkeurig gepland te worden. Het is aangewezen in dat geval simulaties van de rotatie uit te voeren alvorens ze definitief toe te passen.

## 10.7.21 Lengte-eenheden G70 en G71 (Lenght Units – G70 and G71)

Gebruik het commando G70 voor lengteeenheden in inches en G71 voor lengteeenheden in mm. Het is aangewezen de commando's G70 en G71 te plaatsen in het begin van een

programma nog vòòr elke eventuele beweging, en <u>zeker niet</u> te gebruiken op eender welke andere plaats in het programma.

De verantwoordelijkheid ligt volledig bij de gebruiker van de machine. Hij is het die er zich moet van vergewissen dat alle huidige waarden opgegeven worden in de juiste lengteeenheden. Zie in dat verband ook de commando's G20/G21 welke te verkiezen zijn boven de commando's G70 en G71.

## 10.7.22 "Canned"cyclussen – Boren aan hoge snelheid en "Peck Drill" - G73 (Canned Cycle –High Speed Peck Drill G73)

Wat is een "Canned Cycle" ?Hieronder verstaat men een reeks van machinebewerkingen welke worden ingeleid door een eenvoudige G-code en waarbij de "Canned Cycles" werken als "shortcuts" (een snellere manier van werken) en die op hun beurt een programma sterk vereenvoudigen.

Wat betekent nu "Peck drilling"? Dit is het uitvoeren van een boring waarbij het gereedschap op regelmatige tijdstippen uit het boorgat wordt teruggetrokken teneinde de boorkrullen uit het gat te verwijderen en de koelvloeistof in het gat toe te laten.

De G73-cyclus is bedoeld voor het boren of frezen van diepe gaten met breking van de boorof freeskrullen. Zie ook de code G83 in hoofdstuk 10.7.24.4. Het terugtrekken van het gereedschap in deze cyclus breekt de boor- of freeskrullen maar het gereedschap wordt niet helemaal uit het gat getrokken. Deze cyclus is zeer handig bij het werken met gereedschap met groeven met grote spoed (langwerpige groeven). Deze zullen de gebroken boor- of freeskrullen uit het gat verwijderd worden. In het programma staat een Q-getal welke een "delta" vermeerdering langs de Z-as voorstelt. Het programma ziet er als volgt uit:

G73 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ L~ Q~

◆Hierbij is de inleidende beweging veroorzaakt door de "Canned Cycles" G81 tot G89. (zie de definitie van "Canned Cycle" hierboven.

•Beweeg de Z-as allen aan de huidige voedingssnelheid naar beneden met de waarde "delta" of naar de Z- positie welke minder diep is.

◆ Trek snel terug uit over een afstand, bepaald in de code G73 (Pullback DRO) en terug te vinden rechts onderaan van het instellingsscherm. "Settings Alt6" van Mach3.

◆ Snel terug naar beneden tot de bodem van het gat; en keer daarna een heel klein beetje terug

♦ Herhaal de stappen 1,2en 3 tot wanneer de Z-positie van stap 1 is bereikt.

◆Trek de Z-as terug aan "traverse snelheid" teneinde het gat (Z) vrij te maken.

Er ontstaat een fout wanneer:

♦ Het Q-getal negatief is of gelijk is aan 0.

## 10.7.23 Het kanselen van Modale bewegingen-G80 (Cancel Modal motion - G80)

Om zeker te zijn dat er geen enkele as beweegt, programmeer G80. Er ontstaat een fout wanneer:

De as-woorden werden geprogrammeerd wanneer G80 actief was, tenzij een modale groep 0G-code geprogrammeerd werd welke gebruikt maakt van as-woorden.

## 10.7.24 "Canned Cyclussen- G81 tot G89 (Canned cycles - G81 to G89)

De "canned cycles" G81 tot G89 worden toegepast zoals beschreven in dit hoofdstuk. Hierna worden twee voorbeelden gegeven, met de beschrijving van G81.

Alle "canned cycles" worden uitgevoerd ten overstaan van het huidige geselecteerde vlak. Men kan kiezen tussen de drie vlakken XY,YZ,ZX. In de hiernavolgende beschrijving gaan we ervan uit dat voor .het vlak XY werd gekozen. Het gedrag van de machine is steeds analoog bij de keuze van een ander vlak YZ of XZ. Del woorden behorend bij ronddraaiende assen zijn bij "Canned Cycles" toegelaten, maar het is toch beter van die weg te laten. Indien men bij ronddraaiende assen toch gebruik maakt van as-woorden, dan moet het getal hetzelfde zijn als het huidig positiegetal, zodat de ronddraaiende as niet beweegt.

Alle "Canned Cycles" maken gebruik van X,Y,R en Z-getallen in de NC-mode. Deze getallen worden gebruikt om de X,Y,R en Z-posities te bepalen. De letter "R" duidt op terugtrekken ("Retract"); De R-positie bevindt zich op de as welke loodrecht staat op het huidige gekozen vlak. (Z-as voor XY-vlak, X-as voor YZ-vlak en Y-as voor XZ-vlak); Sommige "canned cycles" maken ook nog gebruik van bijkomende argumenten.

Bij "Canned Cycles" noemt men een getal "Sticky" wanneer dezelfde cyclus gebruikt wordt op verschillende opeenvolgende codelijnen. In dat geval moet het getal slechts de eerste maal worden gebruikt, maar moet niet noodzakelijk herhaald worden op de volgende lijnen. "Sticky"-getallen behouden hun waarde ook op de rest van de lijnen indien ze niet expliciet werden geprogrammeerd anders te zijn dan in de voorgaande lijnen. Het R-getal is altijd "Sticky".

Bij toenemende afstandsmode (Incremental Distance Mode): wanneer het vlak XY werd geselecteerd en de R-getallen worden behandeld als zijnde vermeerderingen tot de huidige positie en Z als een vermeerdering van de Z-positie, nog voor de beweging langs de betrokken Z-as . Wanneer het YZ- of het XZ-vlak werd gekozen dan gebeurt de behandeling van de as-woorden op een analoge manier. In de absolute afstandsmode (absolute distance mode) zijn de X,Y,R en Z-getallen de absolute posities in het huidige coördinatenstelsel. Het "L"-getal is optioneel en geeft het aantal herhalingen van de cyclus weer. L=0 is niet toegetsaan. Indien herhalingen worden toegepast, worden deze in incrementele afstandsmode toegepast. Dan worden de reeks van bewegingen herhaald op verscheidene, op gelijke afstand van elkaar liggende plaatsen, langs een rechte lijn.In de absolute afstandsmode , betekent L>1 dat dezelfde cyclus verschillende malen zal worden herhaald <u>op dezelfde plaats</u>. Het weglaten van het L-woord is gelijk aan stellen dat L=1. Gelieve te noteren dat het L-getal niet "Sticky"is.

Wanneer L>1 in de incrementele mode met het XY-vlak als geselecteerde vlak, worden de posities van X en Y bepaald door toevoeging van de gegeven X en Y getallen, ofwel aan de huidige X en Y-posities (bij de eerste rondgang) ofwel aan de X en de Y-posities aan het einde van de voorzien volgende rondgangen (bij de herhalingen). De R en Z-posities veranderen niet gedurende de herhalingen.

De hoogte van de terugtrekkingsbeweging aan het einde van elke herhalingscyclus (men noemt dat in de beschrijving hieronder "Clear Z") wordt bepaald door de "retract mode" (rechts onderaan in het instellingsscherm "Settings Alt6" van Mach3) in te stellen ofwel voor de Z-positie (indien deze gelegen is boven de R-positie en de "retract mode" G98 is), of anderzijds voor de R-positie.

Er treedt een fout op wanneer:

- ◆ X, Y en Z-woorden ontbreken gedurende de "Canned Cycle"
- Wanneer een P-nummer nodig is en men gebruikt een negatief P-getal
- $\blacklozenge$  Als L-nummer <u>geen</u> positief geheel getal wordt gebruikt
- Er een rondraaiende as-beweging wordt gebruikt in de "Canned Cycle"
- ◆ Wanneer "Inverse Time Feed Rate" actief is gedurende de "anned Cyclus"
- De compensatie van de straal van het gereedschap (cutter radius compensation) actief is gedurende de "Canned Cycle".
- Wanneer het XY-vlak actief is, is het Z-getal "Sticky" en er ontstaat een fout wanneer:
- ♦ Het Z-getal ontbreekt en dezelfde "Canned Cycle" was nog niet actief.
- ◆ Het R-getal is kleiner dan het Z-getal.
- Wanneer het XZ-vlak actief is, is het Y-getal "Sticky" en er ontstaat een fout wanneer:
- ◆ Het Y-getal ontbreekt en dezelfde "Canned Cycle" was nog niet actief.
- ◆ Het R-getal is kleiner dan het Y-getal.

Wanneer het YZ-vlak actief is, is het X-getal "Sticky" en er ontstaat een fout wanneer:

♦ Het X-getal ontbreekt en dezelfde "Canned Cycle" was nog niet actief.

• Het R-getal is kleiner dan het X-getal.

## 10.7.24.1 Preliminaire en tussentijdse bewegingen (Preliminary and in-Between Motion)

Helemaal bij het begin van elke uitvoering van een "Canned Cycl" bij de keuze van het XYvlak en op voor waarde dat de Z-positie lager is dan de R-positie, dan dwarst de Z-as naar de R-positie. Dit gebeurt slechts één maal onafgezien van de waarde van L.

Daarbij komt nog dat één van de volgende twee bewegingen wordt gemaakt aan het begin van de eerste cyclus en bij elke herhaling:

• Een rechte dwarsbeweging, evenwijdig met het XY-vlak naar de gegeven XY-positie.

◆ Een rechte dwarsbeweging van de Z-as alleen naar de R-positie, indien de Z-as zich nog niet op de R-positie bevond.

Indien het XZ- of het YZ-vlak actief is, zijn de preliminaire en de tussentijdse bewegingen hieraan analoog.

## 10.7.24.2 Cyclus G81 (G81 Cycle)

De G81-cyclus is bedoeld om te boren.

Het programma hiertoe is G81 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ L~

- Preliminaire beweging zoals hierboven beschreven
- beweeg de Z-as enkel aan de huidige voedingssnelheid naar de Z-positie.
- ♦ trek de Z-as terug aan dwarssnelheid tot "Clear Z"

### Voorbeeld 1:

Veronderstellen we dat de huidige positie gelijk is aan (1,2,3) en we selecteren het XY-vlak en de volgende lijn van de NC-code wordt geïnterpreteerd.

G90 G81 G98 X4 Y5 Z1.5 R2.8

In deze code roept men de absolute afstandsmode op (G90), de oude "Z" terugtrekkingsmode (G98) en de boorcyclus (G81). Het X-getal en de X-positie zijn gelijk aan 4. Het Y-getal en de Y-positie zijn gelijk aan 5.Het Z-getal en de Z-positie zijn gelijk aan 1.5. het R-getal en de "Clear Z" zijn gelijk aan 2.8. De volgende bewegingen zullen worden uitgevoerd:

- ◆ Een snelle dwarsbeweging naar het punt (4,5,3) evenwijdig aan het XY-vlak
- Een snelle dwarsbeweging evenwijdig met de Z-as naar het punt (4,5,2.8)
- $\blacklozenge$  een voeding evenwijdig aan de Z-as naar het punt (4,5,1.5)
- Een snelle dwarsbeweging evenwijdig aan de Z-as naar het punt (4,5,3)

## Voorbeeld 2:

Veronderstellen we dat de huidige positie gelijk is aan (1,2,3) en we selecteren het XY-vlak en de volgende lijn van de NC-code wordt geïnterpreteerd.

G91 G81 G98 X4 Y5 Z-0.6 R1.8 L3

In deze code roept men de incrementele afstandsmode op (G91), de "Old Z" terugtrekkingsmode (G98) en om de boorcyclus (G81) drie maal te herhalen (L3). Het X-getal is gelijk aan 4, het Y-getal is 5, het Z-getal is -0.6 en het R-getal is 1.8. De beginpositie van X is 5 zijnde (=1+4), de beginpositie van Y is 7 zijnde (=2+5) en de "Clear Z"-positie is 4.8 zijnde (=1.8+3) en de Z-positie is 4.2 zijnde (=4.8-0.6). De "Old Z" is gelijk aan 3.0. De eerste beweging is snelle dwarsbeweging langs de Z-as naar het punt (1,2,4,8) aangezien "Old Z" < "Clear Z".

De herhalingscyclus bestaat uit drie bewegingen:

- $\blacklozenge$  een eerste snelle dwarsbeweging evenwijdig met het XY-vlak naar het punt (5,7,4,8)
- een voeding evenwijdig aan de Z-as naar het punt (5,7,4,2)
- $\blacklozenge$  een snelle dwarsbeweging evenwijdig met de Z-as naar het punt (5,7,4,8)

De tweede herhalingscyclus bestaat eveneens uit drie bewegingen. De X-positie is

teruggeplaatst naar 9 zijnde (=5+4) en de Y-positie naar 12 zijnde (=7+5)
- $\blacklozenge$  een snelle dwarsbeweging evenwijdig met het XY-vlak naar het punt (9,12,4,8))
- een voeding evenwijdig aan de Z-as naar het punt (9,12,4.2)
- $\blacklozenge$  een snelle dwarsbeweging evenwijdig met de Z-as naar het punt (9,12,4.8)

De derde herhalingscyclus bestaat eveneens uit 3 bewegingen. De X-positie is teruggeplaatst naar 13 zijnde (=9+4) en de Y-positie naar 17 zijnde (=12+5)

- een snelle dwarsbeweging evenwijdig met het XY-vlak naar het punt (13,17,4,8))
- een voeding evenwijdig aan de Z-as naar het punt (13,17,4.2)
- ♦ een snelle dwarsbeweging evenwijdig met de Z-as naar het punt (13,17,4.8)

# 10.7.24.3 Cyclus G82 (G82 Cycle)

De G82 cycllus wordt gebruikt bij het boren. Het programma ziet er als volgt uit:

- G82 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ L~ P~
- ◆ Preliminaire beweging zoals beschreven hierboven.
- Beweeg de Z-as naar de Z positie enkel en alleen aan de huidige voedingssnelheid.
- ◆"Dwell" ingevolge het P-getal uitgedrukt in seconden.
- ♦ trek de Z-as terug tot "Clear Z" aan dwarssnelheid.

# 10.7.24.4 Cyclus G83 (G83 Cycle)

De cyclus G83 (somtijds ook "Peck Drilling" genoemd ) wordt gebruikt bij het boren of het frezen van diepe gaten waarbij de boor of freeskrullen worden gebroken. Zie ook de voorgaande cyclus G73 in dat verband. De terugtrekkingsbewegingen in deze cyclus maken het boorgat vrij van boorschilfers of lange boorkrullen zoals dat wel eens meer voorkomt bij het boren in aluminium. Deze cyclus bevat een Q-getal, welke staat voor "delta" of de stap van de opeenvolgende vooruitgangen langs de Z-as. Het programma ziet er als volgt uit:

- G83 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ L~ Q~
- Preliminaire beweging zoals beschreven hierboven.

• Beweeg de Z-as naar beneden, alleen aan de huidige voedingssnelheid, over een afstand gelijk aan "delta", naar de Z-positie, welke ook minder diep is.

◆ Snelle terugtrekking tot aan "Clear Z"

• Snelle neerwaartse beweging tot aan de huidige bodem van het boorgat en keer daarna een heel klein beetje terug naar boven toe.

- ♦ Herhaal de stappen 1,2 en 3 tot de Z-positie van stap1 is bereikt.
- ◆ Trek de Z-as terug met snelle beweging tot "Clear Z"
- Er ontstaat een fout wanneer:
- ◆ Het Q-getal een negatief getal is of gelijk is aan nul.

# 10.7.24.5 Cyclus G84 (G84 Cycle)

De cyclus G84 is bedoeld voor het tappen van gaten met een "right-hand" gereedschap (rechtse schroefdraad).Het programma ziet er als volgt uit

- Preliminaire beweging zoals beschreven hierboven
- ◆ start de sybchronisatie tussen snelheid en voeding
- Beweeg de Z-as, enkel aan de huidige voedingssnelheid, naar de Z-positie.
- ◆ Stop de spindel
- Start de spindel in tegenwijzerzin.
- trek de Z-as terug aan huidige voedingssnelheid tot op het punt "ClearZ"
- ◆ Stop indien de synchronisatie tussen sneheid en voeding niet was ingeschakeld vóór de
- cyclus werd gestart.
- Stop de spindel
- Start de spindel in wijzerzin.

De spindel moet in wijzerzin draaien vooraleer de cyclus wordt gestart.

Er ontstaat een fout wanneer:

• Wanneer de spindel niet draait in wijzerzin, vooraleer de cyclus wordt uitgevoerd. Bij deze cyclus moet de programmeur er zeker van zijn dat de snelheid en de voeding in de juiste verhouding werd ingesteld teneinde overeenstemming te bereiken met de spoed van de schroefdraad welke men wil maken. De relatie tussen deze zaken bestaat er in dat de spindelsnelheid moet gelijk zijn aan de voedingssnelheid vermenigvuldigd met de spoed (aantal gangen per lengte-eenheid). Voorbeeld: Indien de spoed gelijk is aan 2 gangen per millimeter en de actieve lengte-eenheden zijn gegeven in mm. en de voedingssnelheid werd ingesteld met behulp van het commando F150, dan zal de snelheid moeten ingesteld zijn met het commando S300 gezien 150 x 2 =300.

Indien de schakelaars voor het overschrijden van de voeding en de snelheid actief zijn en niet op 100% zijn ingesteld, zal enkel met deze met de laagst ingestelde waarde rekening worden gehouden. De snelheid en de voedingssnelheid zal steeds gesynchroniseerd blijven.

# 10.7.24.6 Cyclus G85 (G85 Cycle)

De cyclus G85 wordt gebruikt bij het ruimen en boren,maar kan ook gebruikt worden bij het boren en het frezen. Het programma ziet er als volgt uit:

G85 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ L~

- Preliminaire beweging zoals hierboven beschreven.
- Beweeg de Z-as enkel aan huidige voedingssnelheid naar de Z-positie.
- ◆ Trek de Z-as terug aan de huidige voedingssnelheid tot "Clear Z"

# 10.7.24.7 Cyclus G86 (G86 Cycle)

De cyclus G86 wordt gebruikt bij het boren. Deze cyclus maakt gebruik van een P-getal. Dit getal geeft de tijd van de "Dwell" aan in seconden. Het programma ziet er las volgt uit:

G86 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ L~ P~

- Preliminaire beweging zoals hierboven beschreven.
- Beweeg de Z-as enkel aan huidige voedingssnelheid naar de Z-positie.
- "Dwell" voor de tijd van het P-getal in seconden.
- Stop de spindel
- ◆ trek de Z-as terug aan dwarssnelheid tot op "Clear Z"
- Start de spindel in dezelfde richting als daarnet

De spindel moet steeds uitgeschakeld zijn vooralleer de cyclus te starten.

Er ontstaat een fout wanneer:

De spindel niet draait voor de cyclus wordt gestart.

# 10.7.24.8 Cyclus G87 (G87 Cycle)

De cyclus G87 wordt gebruikt bij het boren aan de achterzijde van het werkstuk. Het programma ziet er als volgt uit:

C86 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ L~ I~ J~ K~



De figuur 10.6 spreekt voor zich; men heeft bv. een gat geboord dwars door het werkstuk heen en men wil dat gat aan de achterzijde van het werkstuk over een bepaalde diepte vergroten, zonder het werkstuk uit de machineklem te verwijderen en te draaien. Om dit te doen moet men een gereedschap gebruiken in L-vorm met de snijkant aan het uiteinde en de bovenzijde van het korte horizontale deel van het gereedschap. Zonder dat het gereedschap niet draait steekt men het voorzichtig door het gat. Eens het gereedschap door het gat, beweegt men deze zo dat de schacht van het gereedschap zich in het midden van het gat bevindt. Daarna start men de spindel en we voeden de spindel in opwaartse richting om de groter boring aan de andere zijde van het werkstuk uit te voeren. Stop de spindel en haal het gereedschap terug uit het werkstuk. Daarna kan de cyclus worden hervat.

Deze cyclus maakt gebruik van I en J-getallen om de positie van het gereedschap aan te duiden bij het indalen van het gat en het terug verwijderen er van. I en J zullen steeds worden weergegeven in stapjes van de Y positie en van de Y positie, onafgezien van de instelling van de afstandsmode. Deze code maakt ook gebruik gemaakt van een K-getal om de positie langs de Z-as te definiëren van het gecontroleerde punt vaan de top van het gereedschap. Het Kgetal is een Z-waarde in het huidige coördinatenstelsel in de absolute afstandsmode, en een stapje van de Z-positie in de incrementele afstandsmode.

• Preliminaire beweging, zoals beschreven hierboven.

Beweeg aan dwarssnelheid, evenwijdig aan het XY-vlak tot het punt aangeduid door I en J.

• Stop de spindel in een welbepaalde richting.

• Beweeg de Z-as, alleen aan dwarssnelheid, naar beneden naar de positie Z.

• Beweeg aan dwarssnelheid, evenwijdig met het XY-vlak tot de X, Y locatie.

• Start de spindel in de richting van daarnet.

• beweeg de Z-as, alleen aan de gegeven voedingssnelheid, naar boven toe tot aan de positie aangeduid door het getal K.

• Beweeg de Z-as, aan de gegeven voedingssnelheid, terug naar beneden tot de Z-positie.

• Stop de spindel in dezelfde oriëntatie als voorheen.

• Beweeg aan dwarssnelheid en evenwijdig aan het vlak XY, tot aan het punt aangeduid door de getallen I en J.

• Beweeg de Z-as aan dwarssnelheid tot "Clear Z"

• Beweeg aan dwarssnelheid en evenwijdig aan het vlak XY naar de gespecifiëerde locatie X,Y.

• Start de spindel opnieuw in de richting als daarnet.

Bij gebruik van deze cyclus, moet men ervoor zorgen dat de I en J-getallen zodanig gekozen zijn, zodat het gereedschap (wanneer het gereedschap gestopt werd in een welbepaalde oriëntatie) gemakkelijk door het gat kan geschoven worden. Gezien er zeer veel modellen bestaan bij dergelijk speciaal gereedschap, zal het wel enige analiseren en experimenteren vergen om juiste waarden voor I en J te kunnen bepalen.

# 10.7.24.9 Cyclus G88 (G88 Cycle)

De cyclus G88 wordt gebruikt bij het boren. Deze cyclus maakt gebruik van een P-woord waarbij het P-getal bepalend is voor de toegepaste "Dwell" in seconden. Het programma ziet er als volgt uit: G88 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ ~ L~ P~ .

- Preliminaire beweging zoals hierboven beschreven
- Beweeg de Z-as, alleen aan huidige voedingssnelheid, naar de Z-positie
- "Dwell" zoals aangeduid in het P-getal, uitgedrukt in seconden.
- Stop de spindel
- Stop de spindel zodat de bediener van de machine de spindel manueel kan terugtrekken.
- Start de spindel opnieuw op in de draairichting van daarnet.

# 10.7.24.10 Cyclus G89 (G89 Cycle

De cyclus G8ç wordt gebruikt bij het boren. Deze cyclus maakt gebruik van een P-getal waarbij P bepalend is voor het aantal seconden van de toe te passen "Dwell". Het programma ziet er als volgt uit: G89 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~ R~ ~ L~ P~ .

- Preliminaire beweging zoals hierboven beschreven
- Beweeg de Z-as, alleen aan huidige voedingssnelheid, naar de Z-positie
- "Dwell" zoals aangeduid in het P-getal, uitgedrukt in seconden.
- ◆ Trek de Z-as terug, aan de huidige voedingssnelheid, tot "Clear Z"

# 10.7.25 Instelling van de afstands-mode – G90 en G91 (Set Distance Mode-G90 and G91)

Het programma Mach3 interpreteert de codes op één of tweeafstandsmodes ("Distance Mode), namelijk de absolute mode en de incrementele mode.

Om naar de absolute afstandsmode (absolute distance mode) te gaan dient men G90. De asgetallen (X,Y,Z,A,B,C) in de absolute mode, geven de posities weer in het huidige actieve absolute coördinatenstelsel. Enkele uitzonderingen op deze regel worden expliciet behandeld in het hoofdstuk van de G-codes zelf.

Om naar de incrementele afstandsmode te gaan dient men G91 te programmeren. De asgetallen (X,Y,Z,A,B,C) geven fracties weer (increments) van de huidige waarde van de getallen.

I en J-getallen geven altijd fracties weer, onafgezien welke afstandsmode werd geselecteerd. Ook de K-getallen geven ook altijd fracties (increments)weer uitgenomen in, één enkelgeval, namelijk bij de boorcyclus G87, waar de betekenis verandert met de afstandsmode.

#### 10.7.26 Instelling van de I J-mode –G90.1 en G91.1 (Set IJ Mode – G90.1 and G91.1)

De interpretatie van de IJK-waarden bij de codes G02 en G03 kunnen op twee verschillende afstandsmodes (Distance Modes) gebeuren; namelijk in de absolute ofwel in de incrementele mode.

Om naar de absolute IJ-mode te gaan dient men G90.1 te programmeren. In de absolute afstandsmode, geven de getallen voor I en J de absolute posities weer in het huidige actieve coördinatenstelsel.

Om naar de incrementele IJ-mode te gaan dient men G91.1 te programmeren. In de incrementele afstandsmode, geven de getallen voor I en J fracties (increments) van het huidige gecontroleerde punt weer.

Onjuiste instellingen van deze mode zullen over het algemeen resulteren in grote slecht georiënteerde bogen in de display van het pad van het gereedschap (Toolpath).

#### 10.7.27 Offsets G92-G92.1-G92.2- G92.3

Voor alle details hieromtrent verwijzen we naar het hoofdstuk waar de coördinatenstelsels werden behandeld. Er wordt ten zeerste aanbevolen deze functies op geen enkele as toe te passen waar er reeds een andere offset werd toegepast.

Teneinde het huidige, <u>niet bewegende</u>, punt de coördinaten te geven die men wenst, programmeer dan G92 X~ Y~ Z~ A~ B~ C~, waarbij de as-woorden de as-getallen bevatten die men wenst. Alle as-woorden zijn optioneel, op voorwaarde dat op zijn minst één wordt gebruikt. Indien voor een bepaalde as, geen as-woord wordt gebruikt worden de coördinaten van het huidige punt op deze as, niet gewijzigd.

Er ontstaat een fout wanneer:

◆ Alle as-woorden weggelaten werden.

De commando's G52 en G92 gebruiken gemeenschappelijk interne mechanismen binnen Mach3 en mogen derhalve nooit samen gebruikt worden.

Wanneer het commando G92 wordt uitgevoerd wordt het begin (nulpunt) van het huidige actieve coördinatenstelsel verplaatst. Hiertoe worden de offsets van het nulpunt dermate berekend, zodat de coördinaten van het huidige punt ten opzichte van het verplaatste nulpunt zijn, zoals ze gespecifiëerd zijn op een lijn waar G92 voorkomt . Aanvullend worden parameters 5211 tot 5216 toegevoegd aan de offsets voor de assen X,Y,Z,A,B,en C. De offset van een as is de maat waarmee het nulpunt dient verplaatst te worden, zodat de coördinaten van het gecontroleerde punt op deze as de gewenste waarde heeft.

Hierna volgt een voorbeeld: Veronderstellen we dat het huidige punt gelegen is op X=4 binnen het huidige gespecifiëerde coördinatenstelsel, en de huidige offset van deze X-as is nul, dan zal door het uitvoeren van een commando zoals G92 X7 de offset van de X-as ingesteld worden op -3 (4-7), de parameter 5211 ingesteld worden op -3, en de X-coördinaat van het huidige punt wordt 7.

De as-offsets worden altijd gebruikt wanneer de beweging gespecifiëerd is in de absolute afstandsmode, wanneer één van de bevestigings-coördinatenstelsels wordt gebruikt. Het is dus zo dat alle bevestigings-coördinatenstelsels door het commando G92 worden beïnvloed. Wanneer men zich in de incrementele afstandsmode bevindt dan heeft het commando G92 geen enkel effect.

Offsets welke niet gelijk zijn aan 0 kunnen al in voege zijn op een ogenblik dat een G92commando wordt opgeroepen. Zij worden terzijde gelegd alvorens de nieuwe waarde wordt toegepast. De nieuwe waarde van elke offset is zuiver mathematisch gezien gelijk aan A+B, waarbij A gelijk is aan datgene wat de offset zou moeten zijn indien de oude offset gelijk was aan nul, en waarbij B de oude offset is. Bijvoorbeeld: In het voorgaande voorbeeld is de Xwaarde van het huidige punt gelijk aan 7. Wanneer men nu G92 X9 zou programmeren, dan zou de nieuwe offset van de X-as gelijk zijn aan -5. Dit wordt als volgt berekend: [[7-9] + -3]. Zo zal het commando G92 X9 eveneens dezelfde offset leveren, wat de vorige G92 offset ook was.

Teneinde de offsets van de assen terug te resetten tot 0, dient men G92.1 of G92.1 te programmeren. Hierdoor worden de parameters 5211 tot 5216 op nul gezet, daar waar bij het gebruik van het commando G92.2 alleen hun waarden worden genegeerd.

Om de waarde van de offsets van de assen in te stellen op de gegeven waarden in de parameters 5211 tot 5216, dient men gebruik te maken van het commando G92.3.

Offsets van assen kunnen ingesteld worden in één bepaald programma terwijl diezelfde offsets ook kunnen gebruikt worden in een ander programma. Programmeer G92 in het eerste programma. Hierdoor worden de parameters 5211 en 5216 ingesteld. Maak zeker geen gebruik van het commando G92.1 in de rest van het eerste programma. De waarden van de parameters zullen worden opgeslagen wanneer men het eerste programma verlaat en worden terug hersteld wanneer men het tweede programma opstart. Gebruik het commando G92.3 in het begin van het tweede programma. Dat zal namelijk de opgeslagen offsets uit het eerste programma, terugzetten in het tweede programma.

# 10.7.28 Instelling van de voedingssnelheids-mode G93,G94 en G95 (Set Feed Rate Mode -G93, G94 and G95)

Er zijn drie verschillende modes inzake voedingssnelheid, namelijk, de omgekeerde tijd (inverse time), eenheden per minuut en eenheden per omwenteling van de spindel. De methode van de omgekeerde tijd (inverse time) wordt zeer, maar dan ook zeer uitzonderlijk gebruikt. Om de methode van de omgekeerde tijd te gebruken, In de "feedrate" mode in omgekeerde tijd betekent een F-woord dat de beweging moet uitgevoerd worden in minuten. Het F-getal hierbij is de deler voor het bepalen van de tijd. Voorbeeld: In het geval het F-getal gelijk is aan F2.0 betekent zulks dat de beweging moet uitgevoerd worden in <sup>1</sup>/<sub>2</sub> minuut.

In de "feedrate" mode in eenheden per minuut, betekent de interpretatie van een F-woord in de commandolijn, dat het gecontroleerde punt zich moet verplaatsen, ofwel aan een zekere aantal inches per minuut, een aantal mm per minuut of een aantal graden per minuut , afhankelijk van de op dat ogenblik gebruikte lengte-eenheden en welke as of assen in beweging zijn.

In de "feedrate" mode in eenheden per omwenteling, betekent de interpretatie van een Fwoord in de commandolijn, dat het gecontroleerde punt zich moet verplaatsen, ofwel met een zeker aantal inches per omwenteling van de spindel ,een aantal mm per spindelomwenteling, of een aantal graden per omwenteling van de spindel, afhankelijk van de op dat ogenblik gebruikte lengte-eenheden en welke as of assen in beweging zijn.

Wanneer de "feedrate" mode in omgekeerde tijd actief is, zal er een F-woord moeten geplaats worden op iedere lijn welke G1,G2 of G3-bewegingen voorkomen. Een F-woord op een lijn waar geen G1,G2 en G3 commando's voorkomen wordt genegeerd. Wanneer men zich in de "feedrate" mode in omgekeerde tijd bevindt zal een F-woord geen effect hebben op de bewegingen G0 (snelle dwarsbeweging).

Er ontstaat een fout wanneer:

◆ Men zich in de "feedrate" mode bevindt en de lijnen, waar de commando's G1,G2 of G3 expliciet of impliciet in voorkomen, bevatten geen F-woord .

# 10.7.29 Instelling van de herhalingscyclus en herhalingsniveau –G98 en G99. (Set Canned Cycle return level –G98 en G99)

Wanneer de spindel wordt teruggetrokken bij herhalingscyclussen, kan men instellen hoever de spindel dient teruggetrokken te worden:

- 1. Men kan de spindel vertikaal terugtrekken t.o.v. het gekozen vlak, naar een positie welke door het R-woord werd bepaald, ofwel;
- Men kan de spindel vertikaal terugtrekken t.o.v. het gekozen vlak, naar de positie waarin de betrokken as zich bevond net vóór de herhalingscyclus werd gestart, tenzij deze positie lager is dan de positie bepaald door het R-woord. In dat geval wordt gekozen voor de positie bepaald door het R-woord.

Wanneer men kiest voor het eerste geval dan dient men gebruik te maken van het commando G99. Bij de tweede optie programmeert men G98. Vergeet niet dat een R-woord verschillende betekenissen heeft, al naargelang dat R-woord gebruikt wordt in de absolute afstandsmode dan wel in de incrementele afstandsmode .

# 10.8 Ingebouwde M-Codes (Built-in M Codes)

M-codes welke rechtsreeks door het programma Mach3 worden geïnterpreteerd, zijn weergegeven in de onderstaande figuur 10.7.

M-code	Meaning
M0	Program stop
Ml	Optional program stop
M2	Program end
M3/4	Rotate spindle clockwise/counterclckwise
M5	Stop spindle rotation
M6	Tool change (by two macros)
M7	Mist coolant on
MS	Flood coolant on
M9	All coolant off
M30	Program end and Rewind
M47	Repeat program from first line
M48	Enable speed and feed override
M49	Disable speed and feed override
M98	Call subroutine
M99	Return from subroutine/repeat

Figure 10.7 - Built in M-codes

# 10.8.1 Het programma stoppen en beëindigen –M0,M1,M2,M30 (Program Stopping and Endin- M0,M1,M2, M30 )

Om een lopend programma tijdelijk te stoppen (onafgezien van de instelling van de eventuele stopschakelaars) dient men gebruik te maken van het commando M0.

Om een lopend programma tijdelijk te stoppen (maar dan alleen als de eventuele stopschakelaar is ingeschakeld) dient men gebruik te maken van het commando M1. Men kan de commando's M0 en M1 programmeren in de MDI-mode, maar het effect zal bijna niet merkbaar zijn, gezien men bij de invoer in de MDI-mode toch na elke ingevoerde lijn dient te stoppen.

Nadat een programma werd gestopt door een M0, M1 commando, kan men door een druk op de knop "Cycle Start in het schem "Program Run Alt-1", het programma heropstarten op de volgende lijn.

Om een lopend programma te beëindigen dient men gebruik te maken van de commando's M2 of M30. Het commando M2 zal de volgende, als M2 uit te voeren, lijn overslaan. Het commando M30 keert terug naar het G-code bestand. Deze commando's hebben volgend effect, afhankelijk van de gekozen instelling in het dialoogvenster van Config>Logic:

◆ De offsets van de assen zijn op 0 gezet (zoals bij G92.2) en de offset van het nulpunt wordt verplaatst naar het huidige nulpunt (zoals bijG54)

- Het geselecteerde vlak is gezet op XY (zoals bij G17)
- De afstandsmode werd ingesteld op de absolute afstandsmode (zoals bij G90)
- De "feed Rate"-mode werd ingesteld op eenheden per minuut (zoals bij G94)
- De voedings en snelheidsoverschreiding is op ON geplaatst (zoals bij M48)
- De "Cutter"-compensatie werd uitgeschakeled (zoals bij G40)
- De spindel werd gestopt (zoals bij M5)
- De huidige bewegingsmode werd ingesteld op G1 (zoals bij G1)
- De koeling is uitgeschakeld (zoals bij M9)

Er zullen geen codelijnen meer uitgevoerd worden nadat de commando's M2 of M30 werden uitgevoerd. Het drukken op de knop "Cycle Start" in het scherm "Program Run Alt-1" betekent hetzelfde als het commando M2 of gelijk aan het heropstarten van het programma op het begin van het bestand (M30).

# 10.8.2 Regelen van de spindel – M3,M4,M5 (Spindle Control –M3,M4,M5)

Om de spindel te starten en te doen draaien in wijzerzin, aan de huidige geprogrammeerde snelheid, dient men M3 te programmeren.

Om de spindel te starten en te doen draaien in tegenwijzerzin, aan de huidige geprogrammeerde snelheid, dient men M4 te programmeren.

Bij een PWM (modulatie van de pulsbreedte van het signaal) of een spindel gestuurd door een Step/Dir signaal ( stap/richting-signaal) wordt de snelheid geprogrammeerd door een S-woord. Voor een aan en uitschakelen van de spindel zal gebruik moeten gemaakt worden van de mechanische overbrenging (gearing/pulleys) van de machine.

Om het draaien van de spindel te stoppen, programmeert men M5.

Men mag de commando's M3 en M4 wel degelijk gebruiken wanneer de spindelsnelheid ingesteld werd op 0. In het geval de spindelsnelheid werd ingesteld op 0(of in het geval de schakelaar voor het overschrijden van de snelheid is ingeschakeld en ingesteld is op 0) zal de spindel niet beginnen draaien. Indien in een later stadium de spindelsnelheid wordt ingesteld op een waarde groter dan 0 (of de schakelaar voor het overschrijden van de snelheid wordt ingeschakeld) zal de spindel beginnen draaien. Het is toegelaten de commando's M3 en M4 te gebruiken op het ogenblik dat de spindel reeds draait. Het is eveneens toegelaten het commando M5 te gebruiken wanneer de spindel reeds werd gestopt. In ieder geval dient rekening gehouden te worden met de veiligheidsvoorschriften terzake. Hiervoor verwijzen we naar de configuratie voor het toepassen van een omkering van de draairichting van een draaiende spindel.

# 10.8.3 Gereedschapswissel-M6 (Tool Change - M6)

Wanneer in het dialoogvenster "General Logic Configuration" van Confog>Logic in het vak "Tool Change" de rubriek "Ignore Tool Change" <u>niet</u> werd aangestipt zal mach3 bij ontmoeten van een "M6Start" commando een macro oproepen. Het programma zal wachten tot er op de knop "Cycle Start" wordt gedrukt. Daarna zal de macro "M6End" worden uitgevoerd en daarna het deelprogramma verder uitvoeren. Men kan in de uit te voeren macro's "Visual Basic"- codes inbrengen om uw eigen specifieke gereedschapswisselaar te laten functioneren op een correcte manier, en de assen te laten bewegen naar de juiste plaats om een gereedschap te wisselen.

Wanneer in het dialoogvenster "General Logic Configuration" van Confog>Logic in het vak "Tool Change" de rubriek "Ignore Tool Change" <u>wel</u> werd aangestipt, dan zal het commando M6 geen enkel effect hebben.

#### 10.8.4 Regeling van de koeling -M7,M8,M9 (Coolant Control-M7,M8,M9)

Om de koelvloeistof aan te voeren , programmeer dan M7.

Om de mistkoeling (soms ook "nevelkoeling" genoemd) toe te passen, programmeer dan M8. Om éénder welke koeling uit te schakelen, programmeer dan M9.

Het is steeds toegelaten één van deze commando's te gebruiken, onafgezien van het feit welke soort koeling in- of uitgeschakeld is.

# 10.8.5 Opnieuw uitvoeren vanaf de eerste lijn -M47 (Re-run from first line -M47)

Wanneer een M47-code wordt ontmoet, zal het deelprogramma steeds blijven draaien vanaf de eerste lijn.

Er ontstaat een fout wanneer:

• Een M47-commando wordt uitgevoerd binnen een subroutine.

Het programma kan gestopt worden met behulp van de "Pause" of "Stop"-knoppen.

Hierbij verwijzen we graag naar het gebruik van het commando M99 buiten een subroutine, waarmee hetzelfde effect kan bereikt worden.

# 10.8.6 Controle van het "Overschrijden"- M48 en M49 (Override Control-M48, M49)

Om het overschrijden van d snelheid en de voeding in te schakelen, dient men gebruik te maken van code M48. Om <u>beide</u> uit te schakelen maakt men gebruik van M49. Het toegelaten de schakelaars in of uit te schakelen daar waar ze reeds eerder in- of uitgeschakeld waren.

# 10.8.7 Oproepen van een subroutine -M98 (Call subroutine -M98)

Hier zijn twee formaten mogelijk:

- (a) Om een subroutine-programma op te roepen binnen het huidige deelprogramma gebruikt men ofwel het programma M98 P~ L~ ofwel M98 P~ Q~ . het programma moet een "O"-lijn bevatten met het getal gegeven in het woord van de oproeplijn. Deze "O"-lijn is een soort "label" welke de start van de subroutine aangeeft. Deze "O"-lijn mag aan het begin geen lijnnummer N-woord) bevatten. Deze, en normaal gezien ook de volgende code, wordt meestal geschreven samen met andere subroutines en zal eerder de codes M2,M30 of M99 volgen zodat het niet rechtsreeks bereikt wordt door het verloop van het programma.
- (b) Het oproepen van een subroutine met behulp van een afzonderlijke bestandscode zoals M98 (*filename*) L~. Voorbeeld: M98 (Test.tap).

Voor beide formaten geldt het volgende:

Het L-woord (of optioneel het Q-woord) vermeldt het aantal maal dat een subroutine moet worden opgeroepen, vooraleer verder te gaan met de codelijn volgend op het M98commando.Indien het L- woord (of Q-woord) wordt weggelaten dan is de huidige waarde hiervoor gelijk aan 1. Dat wil zeggen dat de subroutine slechts één maal zal worden opgeroepen.

Bij gebruik van parameterwaarden of incrementele bewegingen, kunnen met het gebruik van een subroutine, meerdere ruwgangen worden uitgevoerd binnen een complex pad of meerdere identieke voorwerpen worden verwijderd bij één werkstuk.

Subroutines kunnen ingekapseld zijn ("Nested"). Dit wil zeggen dat een subroutine op zijn beurt een commando M98 kan bevatten teneinde nog een andere subroutine op te roepen. Indien binnen een subroutine geen voorwaardelijke vertakking toegelaten is, is het natuurlijk zinloos om die bepaalde subroutine zichzelf herhaaldelijk te laten oproepen.

# 10.8.8 Uit een subroutine stappen (Return from subroutine)

Om uit een subroutine te stappen dient men gebruik te maken van het commando M99. De uitvoering zal verder gezet worden na het commando M98 waarmede deze routine werd opgeroepen.

Indien het commando M99 geschreven werd in een hoofdprogramma (niet in een subroutine) dan zal het programma terug worden uitgevoerd vanaf de eerste lijn. Zie ook het commando M47 waarmede hetzelfde resultaat wordt bereikt.

# 10.9 Maco M-codes

# 10.9.1 Overzicht van de macro's (Macro overview)

Wanneer een M code gebruikt wordt welke niet in de lijst van de ingebouwde codes van hoofdstuk 10.7.29 voorkomt, dan zal Mach3 in de macrofolder een bestand zoals "Mxx.M1S" zoeken. Indien Mach3 het bestand vindt dan zal het programma opgemaakt in VB (viual Basic) binnen dit bestand worden uitgevoerd.

De Operator > macro –menu geeft in een dialoogvenster alle geïnstalleerde macro's weer, de macro's die kunnen geladen worden ,en de te maken macro's en het opslaan ervan of het opslaan enkel als tekst. Dit dialoogvenster bevat ook een helpfunctie welke alle VB-functies (functies inzake Visual Basic) weergeeft die kunnen opgeroepen worden om Mach3 te sturen. Men kan bijvoorbeeld de positie van een as bevragen, een as bewegen, alsook de ingang- en de uitgangssignalen controleren.

Nieuwe macro's kunnen geschreven worden met een afzonderlijk editor-programma zoals "Notepad" en opgeslagen worden in de Macrofolder. Men kan ook een bestaande macro laden binnen in Mach3, ofwel deze totaal herschrijven en die op te slaan onder een andere bestandsnaam.

# 10.10 Nog meer Inputcodes (Other Input Codes)

# 10.10.1 Instelling van de voedingssnelheid-F (Set Feed Rate - F)

Om de voedingssnelheid in te stellen programmeert men F~ . Afhankelijk van de instellingen welke men gemaakt heeft op het scherm "Program Run Alt-1" inzake de mode van de voedingssnelheid, wordt die voedingssnelheid uitgedrukt in eenheden per minuut of eenheden per omwenteling van de spindel. De eenheden zijn deze welke bepaald worden door de G20/G21 commando's .

Afhankelijk van de settings in het dialoogvenster van Config>Logic kan een omwenteling van de spindel gedefinieerd worden als een puls welke verschijnt op de Index-input of kan afgeleid worden van de gewenste voedingssnelheid door een S-woord of via de "Set Spindel DRO" van het "Program Run Alt-1" venster.

De voedingssnelheid kan ook soms overschreden worden. Hierbij verwijzen we naar de reeds eerder beschreven commando's M48 en M49.

#### 10.10.2 Instellen van de spindelsnelheid –S (Set Spindel Speed-S)

Om de spindelsnelheid in te stellen in omwentelingen per minuut (rpm) dan dient men S~ te programmeren. De spindel zal draaien aan de snelheid waarmede het bij de start van het draaien werd geprogrammeerd . Het is toegelaten om een S woord te gebruiken onafgezien of de spindel nu al dan niet draait. Wanneer de schakelaar inzake het overschrijden van de snelheid aangeschakeld is, en niet op 100% werd ingesteld, zal de snelheid van de spindel verschillen met de snelheid welke werd geprogrammeerd. Zie het scherm "Program Run Alt-1" in het vak van de "Feed Rate". Het is toegelaten om als S woord S0 te gebruiken. In dat geval zal de spindel niet draaien.

Er ontstaat een fout wanneer:

 $\blacklozenge$  het S-getal een negatief getal is.

Wanneer een "G84 Canned Cycle" (bv. bij het tappen) actief is en de

overschrijdingsschakelaars inzake voeding en snelheid zijn ingeschakeld, enkel die instelling met de laagste instelling zal in aanmerking worden genomen. De snelheid en de voedingssnelheid zullen steeds gesynchroniseerd worden. In dat geval kan de snelheid verschillen van de snelheid welke geprogrammeerd werd, zelfs indien de overschrijdingsschakelaar ingesteld werd op 100%.

# 10.10.3 Keuze van het gereedschap (Select Tool – T)

Om een gereedschap e kiezen dient men T~te programmeren. Het T-getal is het slotnummer van de gereedschapswisselaar (natuurlijk hier nog een gereedschapsrek voor manuele wissel van het gereedschap).Zelfs al bezit men een automatische gereedschapswisselaar dan nog wordt het gereedschap niet automatisch gewisseld door het T-woord. Daarvoor moet men het commando M06 gebruiken.Een T-woord laat alleen de wisselaar toe, het gereedschap te halen.

Het commando M06 (afhankelijk van de instellingen in Config>Logic) schakelt de gereedschapswisselaar in of stopt de uitvoering van het deelprogramma. Zo kan men gerust het gereedschap handmatig verwijderen en wisselen. Een gedetailleerde uitvoering van deze wissels is ingesteld in de macro's zoals "M6Start" en "M6End". Indien men een speciale uitvoering van deze macro's wenst, dan zal men die moeten aanpassen naar eigen wensen. Er wordt geen enkele offset toegepast door het T-woord zelf. Om dit te doen moet men gebruik maken van de commando's G43 of G44. Het H-woord in de commando's G43 en G44 bepaalt namelijk welke entry van de gereedschapstabel moet gebruikt worden op de toe te passen gereedschapsoffsets op te halen. Gelieve te noteren dat deze manier van werken verschilt van de manier waarbij men het nummer van een gereedschapsslot zou intikken in de T-DRO. In dat geval is een G43 commando daarin begrepen zodat de offset van de lengte van het gereedschap zal toegepast worden, in de veronderstelling dat het slotnummer en het nummer van de entry in de gereedschapstabel dezelfde is.

Het is toegelaten, maar normaal gezien niet nuttig, indien het T-woord voorkomt op twee of meer lijnen met geen gereedschapswissel. Het is ook toegelaten het programma T0 te gebruiken. Hierbij wordt geen enkel gereedschap geselecteerd.Dit kan nuttig zijn voor het geval men zou wensen dat er zich geen gereedschap in de spindel bevindt; Er ontstaat een fout wanneer:

Een negatief T-getal wordt gebruikt, of een T-getal groter dan 255 wordt gebruikt

#### 10.11 Behandeling van de foutmeldingen (Error handling)

In dit hoofdstuk wordt de behandeling van foutmeldingen binnen Mach3 besproken. Indien een commando niet werkt zoals verwacht of helemaal niet doet, ga in de eerste plaats na of het commando op een correcte manier werd geschreven. Veel voorkomende fouten zijn het schrijven van de letter "O" daar waar een nul "O"wordt bedoeld. Er komen ook nogal veel te veel decimale punten in de getallen voor. Mach3 voert geen controles uit inzake overschrijden van een as tenzij softwarematige limieten in gebruik zijn. Het voert ook geen controles uit naar uitermate hoge voeding of snelheden. Mach3 detecteert ook geen situaties waarbij tengevolge van een legaal commando ongewenste bewerkingen worden uitgevoerd, zoals bv. het frezen of boren in machineklampen.

#### 10.12 Uitvoeringsvolgorde (Order of execution)

De volgorde van de uitvoering van zaken zoals commando's en dergelijke is wel degelijk kritisch wil men een veilige en effectieve werking van de machine verzekeren. De zaken voorkomend op één en dezelfde commandolijn worden uitgevoerd in de volgorde zoals weergegeven in onderstaande tabel van figuur 10.9.

Order	Item					
1	Comment (including message)					
2	Set feed rate mode (G93, G94, G95)					
3	Set feed rate (F)					
4	Set spindle speed (S)					
5	Select tool					
6	Tool change (M6) and Execute M-code macros					
7	Spindle On/Off (M3, M4, M5)					
8	Coolant On/Off (M7, M8, M9)					
9	Enable/disable overrides (M48, M49)					
10	Dwell (G4)					
11	Set active plane (G17, G18, G18)					
12	Set length units (G20, G21)					
13	Cutter radius compensation On/Off (G40, G41, G42)					
14	Tool table offset On/Off (G43, G49)					
15	Fixture table select (G54 - G58 & G59 P~)					
16	Set path control mode (G61, G61.1, G64)					
17	Set distance mode (G90, G91)					
18	Set canned cycle return level mode (G98, G99)					
19	Home, or change coordinate system data (G10), or set offsets (G92, G94)					
20	Perform motion (G0 to G3, G12, G13, G80 to G89 as modified by G53					
21	Stop or repeat (M0, M1, M2, M30, M47, M99)					

Table 10.8 - Order of execution on a line

# **<u>11. Bijlage 1. Afbeeldingen van Mach3-schermen (Mach3 screenshot</u> <u>pullout)</u>**



Mill Program Run screen





Mill Offsets screen



gram Run Alt-1 MDI Alt2 ToolPat	h AR4 Offsets AR5	Settings All6	Diagnostics AR	7	MIII->G15	G80 G17 G4	0 G20 G90 G94 004 549
Zero All			ToolPath on of		EJogX+	EJogY+	EJogZ+ EJogA+
X Pos +0.0000 X-V	/el 0.00	Zero X	X Referenced	Ref X	EJogX-	EJOGY-	EJogZ- EJogA-
Y Pos +0.0000 Y-V	/el 0.00	Zero Y	Y Referenced	RefY	Input 2	M2 ++Lirr	M2-Limit M2Home
ZPos +0.0000 Z-V	<sup>/el</sup> 0.00	Zero Z	Z Referenced	RefZ	Input 3	M3++Lim	M3-Limit M3Home
A Pos +0.0000 A-V	/el 0.00	Zere A	A Referenced	RefA	Digitize	M5++Lim	M5-Limit M5Home
B Pos +0.0000 B-V	/el 0.00	Zere B	B Referenced	Ref B	Index	M6++Lim	M6-Limit M6Home
C Pos +0.0000 C-V	/el 0.00	Zero C	C Referenced	_Ref C	Emergency		
Edit	lended Time in	Int.	Program E	Extrema	OutBut	Enable 1 Enable 4	Enable 2 Enable 3
	0.00 +3	.7 X Range	+0.0000	+7.7282		Output 1	Output 2 Output 3
	Castleb	YRange	+0.0000	+6.3797	Worst Case	Output 4	Output 5 Output 6
	Metric	ZRange	-0.1000	+0.2000	OverRide	Buffer Load	Queue Depth +0
0.000000	Idle	A Range	+0.0000	+0.0000	00 %	0 %	Time Scale 1.0000
0 X0.000000 Y0.000000 Z0.20 3	Pause	B Range	+0.0000	+0.0000	-1( Rst -11	3-Ts +0	
50.000000	Tool Requ	uest C Range	+0.0000	+0.0000	PWM Base	+5	Curle he Stee An L
	Cycle Start	Spindle Toggie	Origin Offset X	+0.0000	Axis Offset X	+0.0000	Cycle Jog Step - AR J
Solo Job Display	Feedfield	Flood Tonale	Origin Offset Y	+0.0000	Axis Offset Y	+0.0000	0.0010 Step
	Rewind	Mist Togala	Origin Offset Z	+0.0000	Axis Offset Z	+0.0000	Jog Mode Ctrl-J
	Stop -	Dwell Active	e Origin Offset A	+0.0000	Axis Offset A	+0.0000	Cont. MPG
	Single	FeedRate	setup curx	+0.0000	traj_curx	+0.0000	MPG Axis X Y
1	-	6.00	_setup_cury	+0.0000	traj_cury	+0.0000	
		cental CPU	Sneed 2211 000		Pulse Freque	DCV	Slow Jog Rate
ogen Jog Pollow Display	L to increm	include of or other			22667		Ja 50.0 % Up
Screen Rev1.00					23007	Reduced	LookAhead 20
				C	bl Pise3		- Diagnostics
Reset							Diagnostics
1024-B.set	M-Codes						
History Clear					Marcha		
					Macha		

# 12. Bijlage 2. Voorbeeldschema's (Sample schematic diagrams)

12.1 gebruik van relais bij EStop- en limietschakelaars (EStop and Limits using relays)





#### Nota's:

1.Dit schema wordt enkel als voorbeeld gegeven als één van de mogelijkheden inzake de bedrading van limietschakelaars. Indien reference-schakelaars (Homeschakelaars) worden gebruikt dienen deze afzonderlijk verbonden te worden met de Mach3-inputs.

**2**.De contacten van de relais zijn weergegeven in de bekrachtigde positie. De limietschakelaars en drukknoppen zijn op het schema afgebeeld in rusttoestand.

**3**.Wanneer de drukknop "Interface Reset" wordt ingedrukt zal het mogelijk zijn met behulp van de "Mach3 Reset"-knop de assen te joggen, weg van de limietschakelaars.

**4**.Het relais A dient een NO (Normally Open) contact te hebben. Het relais moet een spoel hebben van 5V met minstens 150 ohm en dientengevolge een stroomverbruik heeft van niet meer dan 33 mA. Een relais van het merk Omron type G6H-2100-5 met contacten die een stroom van Amp bij 30V kan verwerken.

**5**.Het relais B dient een NC (Normally Closed) contact te hebben. De spanning van de spoel is afhankelijk van de beschikbare voeding. We dienen te vermijden dat de nullijn van de gebruikte voeding dezelfde is als de nullijn van de PC, dit teneinde lange bedrading van de

limietschakelaars en EStop-schakelaars welke ruis veroorzaken, te vermijden. Het relais van het merk Omron van de MY4-serie is hiertoe heel geschikt. De contacten van het relais kunnen 5Amp verwerken bij een spanning van 220 volt AC.

**6**.De leds zijn optioneel, maar zijn heel handig als een aanduiding van wat aan het gebeuren is. De stroombegrenzende weerstand voor de "Interface OK"-led moet gelijk zijn aan 1.8K wanneer gebruik gemaakt wordt van een voeding van 24 Volt. In ieder geval dient men steeds beneden de toegelaten stroom van de gebruikte led te blijven.

7.Indien de spanningen voor de spoel geschikt zijn kan men bij contactoren de "Control" positief en de negatief van de voeding gebruiken.

8.De opstelling van de contactoren of de spoelen, afgebeeld onderaan in figuur 12.1

C1,C2,C3, hangt af van de gebruikte voeding voor de motordrivers en van de bedrading van de motoren op de machine. De DC-voeding naar de stappenmotoren of servomotoren dient na de afvlakcondensator te worden aan- en uitgeschakeld om een onmiddellijke stop mogelijk te maken. Het is absoluut noodzakelijk dat de motoren van de spindel of van de

koelvloeistoftoevoer aan- en uitgeschakeld worden <u>na</u> de hoofdcontactoren van de machine zelf. Eén en dezelfde contactor mag niet gebruikt worden om naast de wisselspanning ook nog de gelijkspanningsvoeding van de stappen- of servomotoren te schakelen. Dergelijke manier van werken vergroot immers het risico op kortsluiting tussen beide zaken. Vraag zeker advies wanneer je onzeker bent hieromtrent, vooral wanneer men gaat werken met driefasige 220/380 V- spanning.

**9**.De diodes parallel op de relais en op de spoelen van de contactoren zijn nodig teneinde het effect van de optredende emk te absorberen bij het uitschakelen van de stroom naar de spoelen. Sommige contactoren hebben in dat verband reeds ingebouwde voorzieningen.

# **13. Bijlage 3 – Registratie van de gebruikte configuratie.**

#### Bewaar steeds een kopie van de door U gebruikte instelling van Mach3.

Een volledige configuratie van Mach3 bevat tal van gedetailleerde gegevens. Het is dus zeker geen pretje om stap voor stap het ganse proces van de configuratie te moeten herhalen wanneer bv. een update van uw computer werd uitgevoerd.

Dergelijke Mach3-profielen zijn bestanden met als extentie .XML. Deze hebt U waarschijnlijk bewaard in de map van Mach3 zelf. Maak dan gebruik van Windows Explorer om deze bestanden op te zoeken en ze te kopieren naar een andere map.

Hiertoe dient U de Ctrl-knop ingedrukt te houden. Men kan natuurlijk, indien men dat wenst, elke andere manier van kopieren en verplaatsen naar een andere folder gebruiken.Door dubbel te klikken op de bestandsnaam zal uw web-browser (waarschijnlijk Internet Explorer) het bestand .xml openen en afgebeeld worden op uw scherm.

Het.XML XMLbestand kan ook gemaakt worden met een texteditor zoals "Notepad" maar dit wordt ten zeerste afgeraden.Dergelijk profielbestand kan ook handig zijn, om als bijvoegsel van een email te gebruiken, bij het eventueel vragen van bijstand aan ArtSoft Corp

e <u>E</u> dit <u>View</u> Favorites <u>T</u> ools <u>H</u> elp				
	-	-	-	0
🚽 Back 🔹 🥥 🔛 🔛 Sea	rch K Pavor	ites 🥶	Media	- 23
dress 😭 C:\Mach2\Mach2Mill.xml	💌 🛃 Go	Links 30	Norton Antil	Virus 🛃
<profile></profile>				
- <preferences></preferences>				
<pulsespeed>0</pulsespeed>				
<lavout>1024Doc.set</lavout>				
<profile>Mach2Mill</profile>				
<xrefhome>Q</xrefhome>				
<yrefhome>O</yrefhome>				
<arefhome>0</arefhome>				
<brefhome>0</brefhome>				
<crefhome>0</crefhome>				
<blstate0>1</blstate0>				
<blstate1>1</blstate1>				
<blstate2>0</blstate2>				
<blstate3>O</blstate3>				
<blstate4>0</blstate4>				
<blstate5>0</blstate5>				
<xstart>2000</xstart>				
<ystart>0</ystart>				
<zstart>-400</zstart>				
<astart>0</astart>				
<bstart>0</bstart>				
<cstart>0</cstart>				
<baudrate>9600</baudrate>				
<comport>1</comport>				
<feedmode>0</feedmode>				
<aangular>1</aangular>				
<bangular>1</bangular>				
<cangular>1</cangular>				
<backlashon>0</backlashon>				
<pathmode>2</pathmode>				
<throttlefunc>2</throttlefunc>				
<joyon>0</joyon>				
<pwmbase>5000</pwmbase>				
Done			My Computer	,