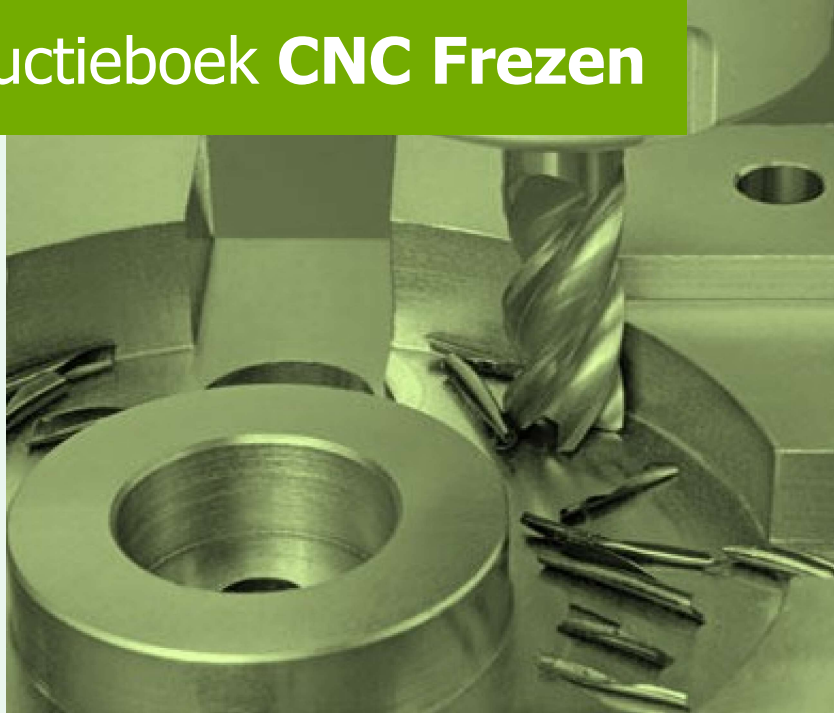
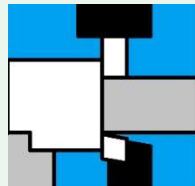


HEIDENHAIN Instructieboek CNC Frezen



ing. P.J.F. Schuurbiers

**Programmeren
3D Simuleren
Voorinstellen
Opspannen
Verspanen
Produceren
Automatiseren**



Dit instructieboek is bruikbaar voor oefening in de basis principes van:

TNC 320
TNC 426
TNC 530
TNC 620



Voorbehoud

Het Heidenhain Instructieboek CNC FREZEN, kan als een aanvulling dienen op de oorspronkelijke en origineel geleverde handleidingen van de fabrikant van uw machine, maar kan deze nimmer geheel of gedeeltelijk vervangen.

Productie methode

Een CNC-Freesmachine die veel voorkomt in de productietechniek, betreft de 3-assige verticale machine met automatische gereedschapswisselaar en Heidenhain-besturing. In de toeleveringsindustrie worden hierop heel veel hoogwaardige producten vervaardigd met verspaningstechnieken.



Door CNC-freesmachines uit te bouwen met meer bestuurd assen, kunnen geavanceerde producten worden gemaakt. Een CNC-opleiding en training op maat van vakpersoneel, is daarbij een belangrijke factor, om de mogelijkheden efficiënt en creatief te kunnen toepassen. Hieronder een aantal basis voorbeelden van 3-assig vervaardigde werkstukken, die u met de kennis uit dit instructieboek ook kunt programmeren.



Heidenhain Instructieboek CNC Frezen



*Eerste uitgave maart
Tiende uitgave bijgewerkt
Tiende uitgave bijgewerkt*

*2011 Print versie
2022 Digitale versie
2024 Digitale versie*

*(zwart-wit)
(monochroom)
(kleuren uitgave)*

Titel

HEIDENHAIN Instructieboek CNC FREZEN

ISBN

ISBN 978-94-90020-05-7 / NUR 171

Uitgever

CNC Instructie Buro

Website

www.cncinstructieburo.nl

Auteur

ing. P.J.F. Schuurbiers

Copyright tekst en afbeeldingen

De Auteur

Bestellen

Op de site van de uitgever

Contact

info@cncinstructieburo.nl

Andere boeken van de auteur vindt u **hier**

Fanuc Instructieboek CNC FREZEN

Fanuc Instructieboek CNC DRAAIEN

Fanuc CNC Guide FREZEN

Fanuc CNC Guide DRAAIEN

Auteursrecht

Auteursrecht voorbehouden. Behoudens uitzondering door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de auteur niets van dit boek worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door fotokopie, microfilm, opslag in computerbestanden, of op enige wijze in enige vorm, wat ook van toepassing is op gehele of gedeeltelijke bewerking.

De uitgever is met uitsluiting van ieder ander gerechtigd de door derden verschuldigde vergoedingen voor verveelvoudiging te innen en/of daartoe in en buiten rechte op te treden, voor zover deze bevoegdheid niet is overgedragen c.q. rechtens toekomt aan de Stichting Reprorecht.

Verspaningscursus

Wij adviseren u om elk jaar een verspaningscursus te volgen, omdat snijgereedschappen en machines constant in ontwikkeling zijn en nieuwe, concurrerende oplossingen mogelijk maken.

Bij een aantal marktpartijen kunt u zich inschrijven op training thema's zoals: frezen, boren, ruimen, kotteren, schroefdraadfrezen en multitasking bewerkingen.

Document versie v10.1

Bij deze uitgave.

Dit instructieboek vormt een handleiding bij CNC-freesmachines met HEIDENHAIN-besturing. Hieruit leert u de functies en mogelijkheden kennen, om de meeste verspaningen te kunnen programmeren en in te stellen.

De basis wordt uitgelegd aan de hand van een standaard 3-assig Verticaal of Horizontaal CNC bewerkingscentrum. Deze modellen komen we veel tegen bij toeleveringsbedrijven. Voor de CNC-machines, met 4e as (NC-draaitafels), worden de instructievoorbeelden uitgebreid. Deze kennis is dan ook weer toe te passen bij het werken op varianten van dergelijke machineconcepten.

Verder wordt het werken met diverse machine-uitbreidingen en opties in dit boek behandeld. Indien in onze uitleg vaktermen of begrippen nieuw voor u zijn, Google deze dan op YouTube voor een extra verheldering d.m.v. een videofilmje.

De CNC-scholingen met mijn oorspronkelijke dictaten, vormde al jarenlang de basis bij ingebruikname van nieuwe en bestaande CNC-machines, waarmee ik allerlei producten en toepassingen, als praktijkinstructeur mocht realiseren.

De instructie onderwerpen zijn zodanig beschreven, dat u hierop kunt selecteren als u daarover meer wilt weten, zonder dat alle voorgaande stof eerst moet zijn doorgewerkt.

Met de gegeven uitleg krijgt u snel een overzicht van de opzet, werkwijze en mogelijkheden van CNC-freesmachines en de programmering van een HEIDENHAIN-besturing. De verzamelde kennis in dit boek maakt het inwerken op deze besturingen een stuk gemakkelijker.

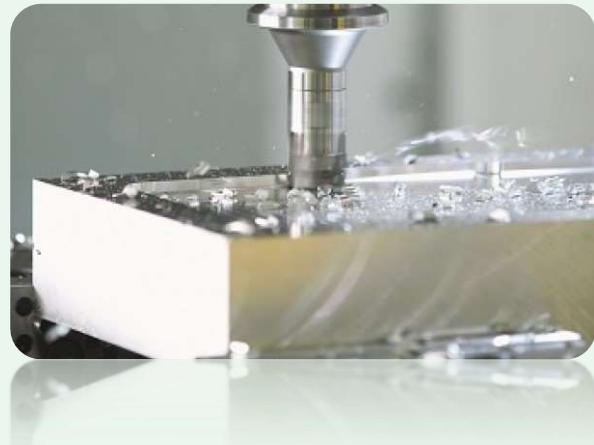
Dit instructieboek vormt ook het naslagwerk op de werkplek, bij alle bekende merken CNC-freesmachines, met hier en daar een aantekening over specifieke verschillen in bijvoorbeeld M-codes.

De praktische opzet, doormiddel van verklarende teksten met figuren en voorbeelden, biedt de basis aan om ook zelf te oefenen en zo met uw CNC machine te leren werken.

In deze uitgave zijn de illustraties en het kleur gebruik verbeterd. Ook kunt u op hyperlinks klikken om de video's te zien van de 3D virtuele CNC machine simulaties. Deze betreffen de geprogrammeerde freesbewerkingen aan alle praktijkwerkstukken. Klik [hier](#) voor een video impressie..

Ik wens u als CNC-frezer hiermee veel plezier.

Peter Schuurbijs



Handige computersoftware

Om uw programmeerwerk aan de machine te ondersteunen, bieden wij een aantal softwarepakketjes aan. Het gebruik is in de werkplaatspraktijk bewezen. Het zijn ook betaalbare oplossingen, die uw mogelijkheden sterk uitbreiden.

TNC PC-Simulator

Met dit softwareprogramma van Heidenhain, werkt u op de TNC-besturing van een machine. Hierop wordt de bewerkingsafloop, met het zelfgemaakte CNC-programma getoond. Eventuele fouten worden opgespoord in de 3D simulatie. Hiermee kan reële ervaring worden opgedaan met het programmeren en bedienen van de TNC-besturing.

Een compleet programmeerpakket voor CNC-freesmachines, als aanvulling op het "Heidenhain Instructieboek CNC FREZEN".

SimpleCAM Compleet

Voor heel veel dagelijks programmeerwerk, is Simple-CAM een uitstekende keuze. Lastige contouren supersnel programmeren en werken met tekeningen in o.a. DXF en STEP formaat. Versnelt de aanmaak van een te vervaardigen product en is heel bedieningsvriendelijk. Snelle en mooie grafische simulatie voor controle. Het is een eigentijds pakket voor het maken van uw freesprogramma's met een combinatie van een CAM en Dialoog programmeersysteem.

Meer instructiemateriaal op: www.cncinstructieburo.nl

CNC-Verspaning op freesmachines	3
Verantwoording	5
Inleiding	6
Software Tools.....	7
Inhoud	8
Scholingsprogramma	12
Machine Concept.....	14
Machine Voorstelling	15
Heidenhain	16
Werkvoorbereiding	17
Gereedschappenlijst	18
Gereedschap afbeeldingen	19
X-Y-Z Coördinaten	20
X-Y-Z Assenstelsel	21
Machinenulpunt	22
Werkstuknulpunt.....	23
Nulpuntverschuiving	24
Nulpunten Afstellen	25
Gereedschappen Definitie	28
Gereedschappen Tabel	29
Gereedschappen Afstellen.....	32
Gereedschappen Toolsetter	35
Oefening 1.....	36
Polaire Coördinaten	37
Oefening 2.....	38
A as Draaitafel	39
B as Draaitafel	40
Oefening 3.....	41
C as Draaitafel	42
A+C as Zwenktafel	43
5 Assige Machine	44
Absolute Programmering	45
Oefening 4.....	46
Incrementele Programmering.....	47
Oefening 5.....	48
Programma Blokvorm	49
Oefening 6.....	50
Oefening 7.....	51
Oefening 8.....	52
Oefening 9.....	53
Programma Naam	54
Programma Commentaar	55
Oefening 10.....	56
Programma Indeling.....	57
Oefening 11.....	63
Bedieningspaneel	64

Programma Opbouw	65
Programma Dialoog.....	67
Machine Softtoetsen.....	69
M-Code Functies	70
Gereedschap Wisselen.....	71
Pallet Wisselen.....	74
Elektronische meettaster (Heidenhain)	78
Gereedschap toolsetter (Heidenhain).....	88
Gereedschap toolsetter (Blum Laser).....	92
Gereedschap toolsetter (Renishaw)	97
Standtijdbewaking.....	98
Interpolatie functies	99
Baanfuncties	100
Lijn Frezen.....	101
Oefening 12.....	103
Oefening 13.....	104
Polair Lijn Frezen	105
Oefening 14.....	106
Radiuscorrectie	107
Oefening 15.....	118
Boog Frezen	119
Oefening 16.....	121
Oefening 17.....	122
Polair Boog Frezen	123
Oefening 18.....	124
Oefening 19.....	125
Afschuinen en Afronden.....	126
Oefening 20.....	128
CAD/DXF/CAM formaat.....	129
FK programmering	130
Oefening 21.....	133
Helix Frezen.....	134
Draadfrezen.....	135
Freeswerk Kwaliteit	140
Graveer Freeswerk	141
24/7.Productie	142
MultiTasking Machines.....	143
Cyclussen	145
Product voorbeeld	149
CYCL.DEF 1 Diepboren	150
Oefening 22.....	151
CYCL.DEF 200/203/205 Diepboren	152
Oefening 23.....	153
CYCL.DEF 2/206 Tapcyclus	154
Oefening 24.....	155
CYCL.DEF 17/207/209 Tapcyclus.....	156

Oefening 25.....	157
CYCL.DEF 262 - 267 Schroefdraad frezen	158
CYCL DEF 202 Finish kottercylus	159
CYCL.DEF 201 Ruim/Kottercylus.....	160
CYCL.DEF 204 Achterverzinken	161
Frees Cyclussen	162
CYCL.DEF 4/251/212 Rechte Kamerfrezen	163
CYCL.DEF 5/252/214 Ronde Kamerfrezen	164
CYCL.DEF 3/210/211/253 Sleuf frezen.....	165
Oefening 26.....	166
CYCL.DEF SL Uitkameren (Pocketing)	167
CYCL.DEF 14/27/28 Cilindermantel.....	169
Automatische Snijgegevens	172
Parameter Programmering	175
Oefening 27	181
Oefening 28.....	184
Positie Omrekening	185
CYCL.DEF 7 en 247 Nulpuntverschuiving	186
Oefening 29.....	187
Oefening 30.....	189
Oefening 31.....	190
CYCL.DEF 8 Spiegelen	191
Oefening 32.....	192
CYCL.DEF 11/26 Schaalfactor.....	193
Oefening 33.....	194
CYCL.DEF 10 Rotatie	195
Oefening 34.....	196
Bewerkingsvlak zwenken	197
Bewerkingsvlak zwenken	198
CYCL.DEF 19 Bewerkingsvlak zwenken	199
Zwenken met freeskop	203
5-Vlaks Programmeren	204
Oefening 35.....	214
5-Assig Simultaanfrezen	215
5-Assig Simultaanfrezen	216
5-Vlaks Controle Freesproef	217
DIN/ISO Formaat	221
Parameterinstelling.....	223
Communicatie	226
Logboek aanmaken	227
Keuze van snijgegevens	228
Vlakfrezen	230
Aanwijzingen voor het Vlakfrezen (1-3)	233
Instructie werkstukken	236
Virtuele CNC Machine simulaties	237

Praktijkoefening NC1	238
Praktijkoefening NC2	239
Praktijkoefening NC3	240
Praktijkoefening NC4	241
Praktijkoefening NC5	242
Praktijkoefening NC7	244
Praktijkoefening NC8	245
Praktijkoefening NC9	246
Praktijkoefening NC10	247
Praktijkoefening NC11	248
Praktijkoefening NC12	249
Bijlage A	250
Bijlage B	253
CNC-Programma's	258
Oplossingen oefeningen	259
Oplossing NC1 A	290
Oplossing NC1 B	291
Oplossing NC2 A	292
Oplossing NC2 B+C	293
Oplossing NC3 A	294
Oplossing NC3 B	295
Oplossing NC3 C	296
Oplossing NC4	297
Oplossing NC4	298
Oplossing NC5	299
Oplossing NC6	300
Oplossing NC7	301
Oplossing NC8	303
Oplossing NC9	304
Oplossing NC10	305
Oplossing NC11	306
Oplossing NC12	307
Voorbehoud	308
Aantekeningen	309

Advies

Stel een training samen met onderwerpen uit de volgende vijf (5) instructiemodules. Dit boek vormt daarbij de basis om deze scholingen te realiseren met hulp van een praktijkcoach binnen uw bedrijf of van uw machineleverancier. Het aantal vermelde dagen geldt als minimale richtlijn uit de praktijk voor frezers met werkplaats ervaring.

Instructie 1 Basis CNC programmeren **Duur: 3 dagen**
Programmeren van eenvoudige producten.

Hierbij wordt de basis behandeld, zoals het assenstelsel, werkstuknulpunt, blokvorm, absolute programmering, lineaire en circulaire interpolatie, gereedschapsgegevens, afronden, fasen, contourprogrammering, gereedschapscorrecties, frees-, boor-, kotter- en tapcyclussen, M- en S- functies, nulpuntverschuiving en programmeren met labels.

Instructie 2 Basis CNC bedienen **Duur: 2 dagen**
Bedienen, inrichten en afstellen van uw machine.

Hierbij wordt de basis behandeld, zoals het inschakelen, referentiepunt lopen, handingave, handwiel, nulpunt uitrichten en vastleggen, bepalen van de gereedschapscorrecties, voorinstellen, programma invoer en editeren, uitvoeren van programma's, enkele verspaningen aan de hand van voorbeelden. In- en uitlezen van programma's met een laptop test aansluiting.

Instructie 3 Praktijk CNC programmeren **Duur: 2 dagen**
Werkplaats programmeren van eigen producten.

Deze cursus is bedoeld voor gevorderd personeel om een nieuw model Heidenhain besturing snel en gemakkelijk te doorlopen. Hierbij worden de mogelijkheden geoefend uit instructie 1, inclusief polaire maat en incrementele programmering, tangentieel in- en uitlopen, uitruim (pocketing) cyclus, spiegelen, roteren, schalen en onderprogramma techniek. Verder de bewerkingstechnieken die de besturing nog nieuw heeft te bieden. Er wordt extra geoefend met praktijkvoorbeelden die in deze cursus worden aangereikt.

Instructie 4 Praktijk CNC bedienen **Duur: 1-2 dag (of meer)**
Bedienen inrichten en afstellen van uw machine.

Deze cursus is bedoeld om in de eigen bedrijfssituatie het personeel nader vertrouwd te maken met de machine en hulpvaardig te zijn bij het door hen zelf voorbereiden van een opspanning van een eigen product en de automatische afloop hiervan op de machine.

Instructie 5 Werken op CNC-machines **Duur: 1-2 dag (of meer)**
Programmeren en bedienen van uw machine.

Deze cursus is bedoeld voor ervaren deelnemers die hun besturing al kennen, of eerder een basis of praktijkcursus hebben doorlopen. Hierbij wordt de kennis verdiept, met aandacht voor de juiste gereedschapskeuzes, opspanmiddelen en verspaningstoepassingen op de machine. Er is daarbij gelegenheid voor de uitwerking van toepassingen, die voor het bedrijf van belang zijn.

Checklists

In bijlage A treft u een checklist aan, voor het afvinken van de meest behandelde instructie onderwerpen tijdens een training aan de machine. Overleg intern het aantal scholingsdagen.

Extra scholingen

Stel een extra training samen met onderwerpen uit de volgende instructiemodules. Dit boek vormt daarbij de basis om deze scholingen te realiseren met hulp van een praktijkcoach binnen uw bedrijf of van uw machineleverancier. Het aantal vermelde dagen geldt als minimum richtlijn uit de praktijk voor frezers met Heidenhain ervaring

Instructie 6 Optiecursus parameter Q programmeren **Duur: 2 dagen**
Variabelenprogrammering voor specifieke toepassing.

Hierbij worden de principes en mogelijkheden van de variabelen programmering behandeld zoals, Q-parameterdefinities met rekenkundige en logische functies, voorbeelden van deze programmeertechniek voor een gatencirkel, ellips, 3D vorm en speciale bewerkingscyclus.

Instructie 7 Optiecursus produceren met uw machine **Duur: 2 dagen**
Het opstarten van een productbewerking op uw machine.

Deze cursus is bedoeld om in de eigen bedrijfssituatie het personeel te ondersteunen bij het zelf in productie brengen van de machine en het bewerken van een eerste serie producten die al eerder werden geprogrammeerd

Instructie 8 Optiecursus elektronische tastersystemen **Duur: 1 dag**
Het kalibreren en toepassen van tastersystemen (per systeem)

Hierbij worden de situaties voor het elektronisch uitrichten en compenseren met de spindel meettaster van HEIDENHAIN behandeld of de automatische afstelling van gereedschap met een toolsetter. De dialoog ondersteuning voor het gebruik van dit gereedschap worden met diverse voorbeelden in de praktijk gebracht

Instructie 9 Optiecursus FLEXX programmering **Duur: 2 dagen**
Het werken met de vrije contourprogrammering.

Hierbij worden de mogelijkheden van FLEXX in zijn geheel behandeld zodat gebruikers deze krachtige contour beschrijvingsmethode kunnen toepassen. De mogelijkheden van de dialoog ingaven worden met diverse voorbeelden in praktijk gebracht. Een aantal voorbeelden worden verder uitgewerkt om ook de specifieke mogelijkheden van de uitkamer cycli toe te kunnen passen (pocketing).

Instructie 10 Optiecursus 5-vlaks bewerken **Duur: 2 dagen**
Programmeren van producten in 5 assen.

In deze cursus wordt het systeem van het programmeren in 5 assen met CYCL DEF 19 behandeld. Speciaal de mogelijkheden voor de opzet van het programma en het beheer van nulpunten voor een modulair spansysteem krijgen de aandacht. Met de praktijkvoorbeelden kan men daarna zelf de programma's hiervoor aan de machine maken.

Constructie en uitvoering

In de praktijk werken we met verschillende CNC-freesmachine met automatische gereedschapswisselaar. Concepten die in constructie en uitvoering sterk kunnen verschillen. Zo onderscheiden we horizontale- en verticale- freesmachines, gecombineerde draai-freesmachines, kotterbanken, langbed bewerkingcentra, portaal freesmachines en MultiTasking machines.

Een standaard CNC-freesmachine kan uitgevoerd worden met bijvoorbeeld een spilvermogen van 10-50kW, een spil met een gereedschapsopname, volgens norm SK40 / SK50 / BT40 / BT50 / HSK63, spiltoerentallen van 10000-30000 omw/min., machinetafel belastbaarheid vanaf 500-6000kg en een 3, 4, tot 5-assige simultaan besturing, robot belading en geïntegreerde aan- en afvoersystemen.

De toepassing wordt bepaald door het fabricagepakket, eenvoudige- of complexe producten, de serie grootte en de gewenste automatisering van het productieproces.

Op basis van bewerkingstijden, gereedschaps-systeem en vereiste productkwaliteit, kiest u de machine-uitvoering en tooling waarmee de gunstigste productiekosten worden behaald. Daarbij is een rendabele uurprijs op jaarbasis bepalend om de machine economisch in stand te kunnen houden.

In het kader van dit instructieboek wordt uitleg gegeven over het werken met een CNC machine met 3-assen (XYZ), inclusief de uitbreidingen en opties die in de volgende hoofdstukken worden onderverdeeld:

- Pallet wisselaar
- Elektronische toolsetters
- Elektronische meettaster
- Standtijdbewaking
- Parameter Q programmering
- Draadfreesen
- FK-programmering
- 24/7 productie
- Bewerkingsvlak zwenken (4^e+5^e as)
- 5-Vlaks Controle freesproef
- Aanwijzingen voor het vlakfreesen

Doormiddel van verklarende teksten met figuren en programmeer voorbeelden, leert u deze mogelijkheden kennen en de meeste verspaningen te programmeren en in te stellen. Daarna kunt u de hoofdstukken selecteren en samenvoegen, die specifiek op uw eigen machine betrekking hebben.

Met de instructies in dit boek en uw praktische ervaring hiermee, scheidt u een basis om ook met meer geavanceerdere machines te leren werken, of de bestaande mogelijkheden verder toe te passen.



Schematisch

In de meeste instructie voorbeelden werken we op een verticale machine met een X-Y-Z-assenstelsel. Daarbij gaan we uit van een vlakke machinetafel met T-gleuven voor opspanning van een machineklem en het product.

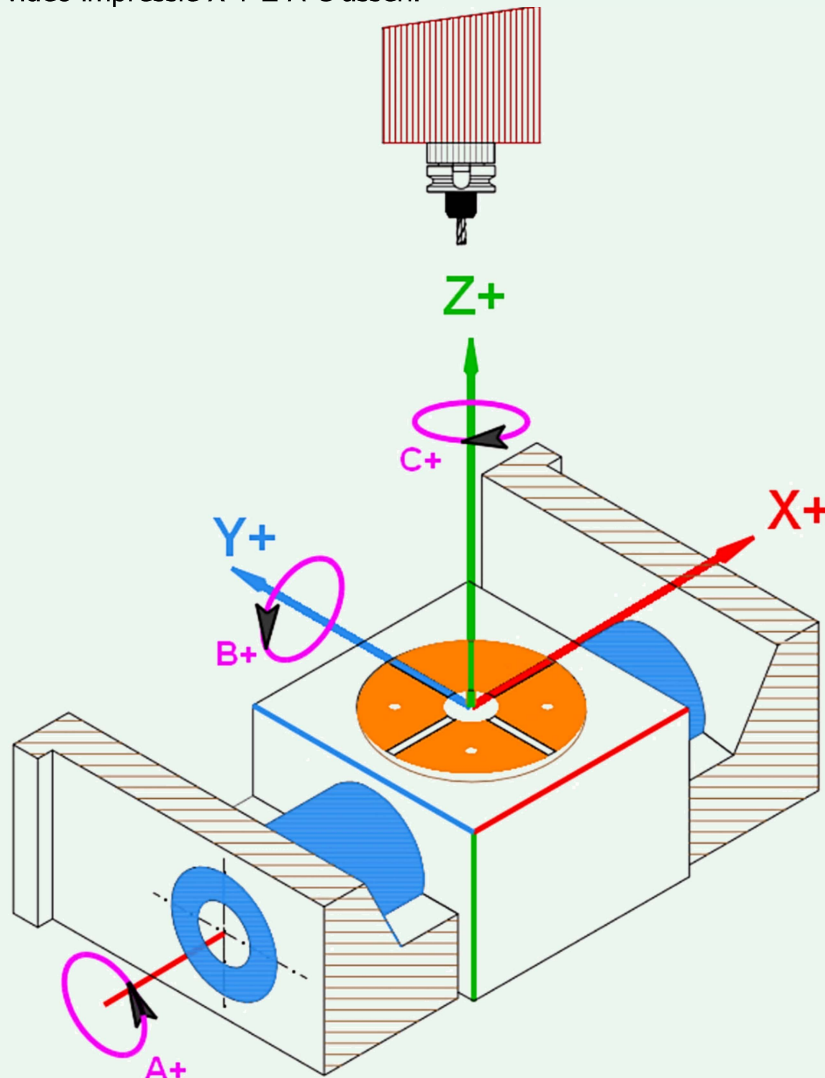
Het werken met opgebouwde of geïntegreerde draaitafels die als A, B of C-as worden bestuurd, komen daarbij ook voor.

In de figuur hieronder, is schematisch een compleet verticaal bewerkingscentrum voorgesteld. Hier zien we het assenstelsel X-Y-Z en de geïntegreerde draaitafel als C-as, die ook met de A-as zwenktafel kan worden geprogrammeerd.

In dit principe maakt de freesspil alle XYZ bewegingen en de tafelpartij is stationair in constructie van het machineframe opgenomen.

De B-as is hier niet van toepassing, maar zien we nog terug als draaitafel bij horizontale machines.

Klik [hier](#) voor een video impressie X-Y-Z-A-C assen.



Figuur: Schematische voorstelling 5-assig verticaal bewerkingscentrum (XYZAC)

Gereedschappen set

Wij hebben al een basis set gereedschappen samengesteld om uit te kiezen. Om de gegevens over al uw gereedschappen vast te leggen, bestaan verschillende mogelijkheden w.o. software programma's. De gegevens omvatten o.a. afbeeldingen, de machineopname, de voorraad in de werkplaats, leveranciers etc. Hier een voorbeeld van enige afbeeldingen die in gereedschapsbladen kunnen worden opgenomen.



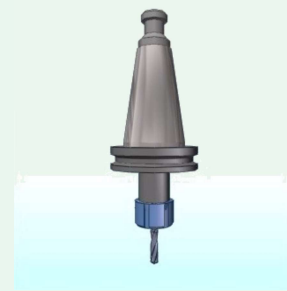
T1 Vlakfrees 63 mm
S 3000 omw/min
F 750 mm/min



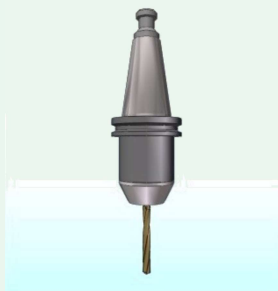
T2 Centerboor 12 mm
S 3000 omw/min
F 300 mm/min



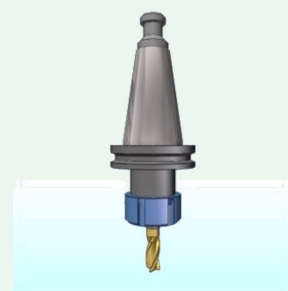
T10 Ruwfrees 16 mm
S 3000 omw/min
F 450 mm/min



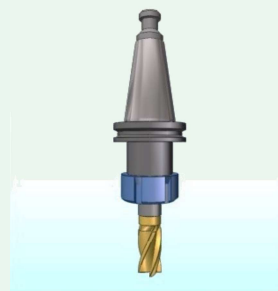
T5 Boor 5 mm
S 2500 omw/min
F 200 mm/min



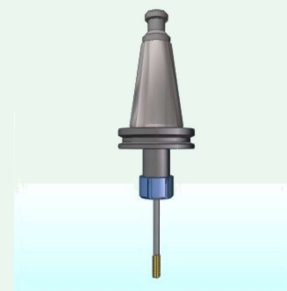
T6 Boor 6.6 mm
S 2500 omw/min
F 200 mm/min



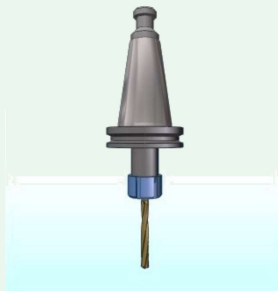
T9 Ruwfrees 10 mm
S 3750 omw/min
F 500 mm/min



T11 Finishfrees 16 mm
S 3500 omw/min
F 450 mm/min



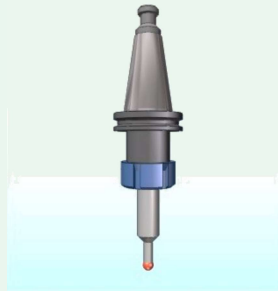
T15 Tap M6x1 mm
S 400 omw/min
F 400 mm/min



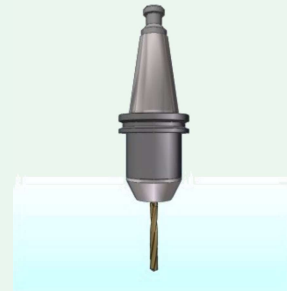
T18 Boor 6 mm
S 2500 omw/min
F 200 mm/min



T8 Finishfrees 8 mm
S 3750 omw/min
F 500 mm/min



T20 3D Taster 10 mm
S 0 omw/min
F Hand



T7 Boor 9 mm
S 2500 omw/min
F 200 mm/min

Natuurlijk kunt u beginnen om een gereedschapskast in te richten met een overzichtelijk assortiment en goed voorraadbeheer.

X-, Y- en Z-as richting

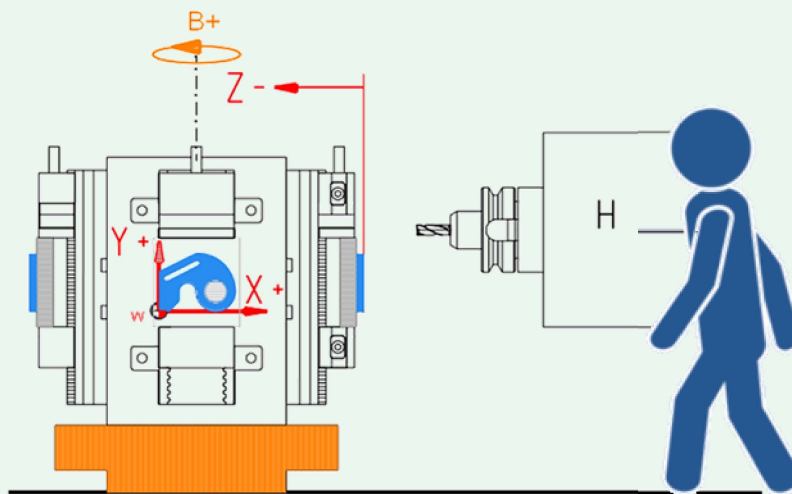
Het werkstuknulpunt (W) wordt door een afstelprocedure (uitklokken) op de machine exact bepaald en vastgelegd. De plaats hiervan, dus de positie X0 en Y0 is afhankelijk van onze keuze voor het te bewerken product, maar positie Z0 ligt altijd op het (hoogste) vlak van het tekening aanzicht. Dit is het vlak waar het gereedschap in de spil loodrecht op staat.

Nadat ook elke gereedschapslengte (onderling verschillend) op dit Z0 vlak is afgesteld (*Hoofdstuk: Gereedschap Afstellen*), programmeren we een frees over of langs de X-Y-Z coördinaten.

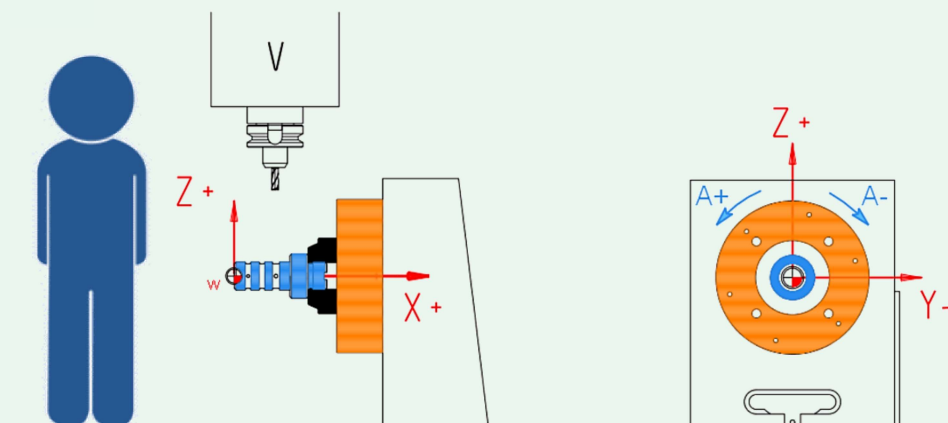
In X+ richting komen we zo op een spilpositie rechts van W en in Y+ richting boven/achter het nulpunt W. In Z- richting kiezen we de diepte om een verspaning in het X-Y vlak uit te voeren.

Als we een programma maken, dan gaan we uit van het werkstuknulpunt W op de tekening die voor ons ligt. We programmeren dan vanuit W de verplaatsingen van het gereedschap over de tekening naar een volgende positie in XY. Op een machine kan de tafel de XY beweging uitvoeren en is dit in de tegenovergestelde richting van XY. Met alle verplaatsingen in de spilkop komt het weer overeen met de gereedschap bewegingen. Bij het programmeren dus niet redeneren vanuit de machine bewegingen.

Hier zien we de werkelijke ligging van het assenstelsel bij een horizontale machine met een opspantoren met 4-zijden (B-as) en daaronder een verticale machine met een draaitafel (A-as).




Figuur 2 Assenstelsels horizontale (H) en verticale (V) machines gezien vanuit staanplaats bediener





CYCL DEF 7 en CYCL DEF 247

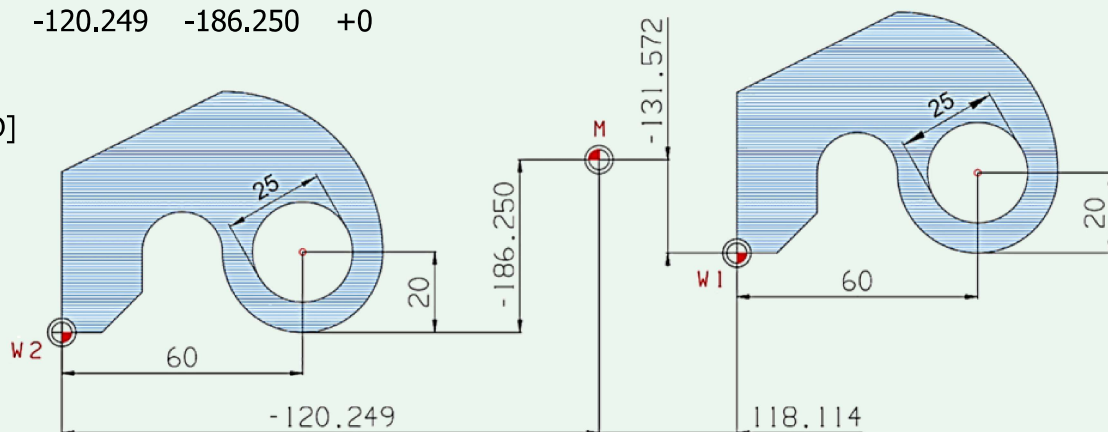
De afstelmaten van de werkstuknulpunten W worden bij voorkeur bepaald t.o.v. het vaste machinenuipunt **M**. In de tabel met nulpuntverschuivingen kunnen we deze invoeren/opslaan. Bijvoorbeeld voor twee machineklemmen. U kunt dan vanuit het werkstuknulpunt **#1** of **#2** per klem programmeren. Het voordeel is dat het CNC-programma niet afhankelijk is van de opgebouwde opspanning of plaats van de machineklem op de machine. Dit is wel het geval, als de afstanden in X, Y en Z maten, direct in de CYCL DEF 7.0 NULPUNT worden geprogrammeerd. Met CYCL DEF 247 (TNC-versie verschil) kan het originele machinenuipunt M ook zelf weer worden verlegd, met XYZ verschuivingen uit de nulpunten presettabel: PRESET.PR Hierop kan dan met CYCL DEF 7 een absolute XYZ nulpuntverschuiving, direct of uit de tabel NULPUNT.D worden gebruikt en zo gericht worden toegepast op het betreffende product zelf. (t.o.v. het werkstuknulpunt als machineparameter 7475 is ingesteld op 0.)

De tabel: NULPUNT.D (of naam met extensie *.D) kunt u met de toets:  benaderen.

Voorbeeld Nulpuntentabel NULPUNT.D (3 assen)

In deze tabel lezen we nulpuntverschuivingen No. **01** en No. **02** af.

```
BEGIN NULPUNT.D MM
Nr  X      Y      Z
0   +0     +0     +0
1 +118.114 -131.572 +0
2 -120.249 -186.250 +0
..
10
[END]
```



Figuur 4 Afstelmaten werkstuk W1 en W2 t.o.v. M (principe voorstelling)

Voorbeeld 1:

```
32 CYCL DEF 7.0 NULPUNT
33 CYCL DEF 7.1 #1
34 L X60 Y20
```

Voorbeeld 2:

```
42 CYCL DEF 7.0 NULPUNT
43 CYCL DEF 7.1 X+0
44 CYCL DEF 7.2 Y+0
45 CYCL DEF 7.3 Z+0
```

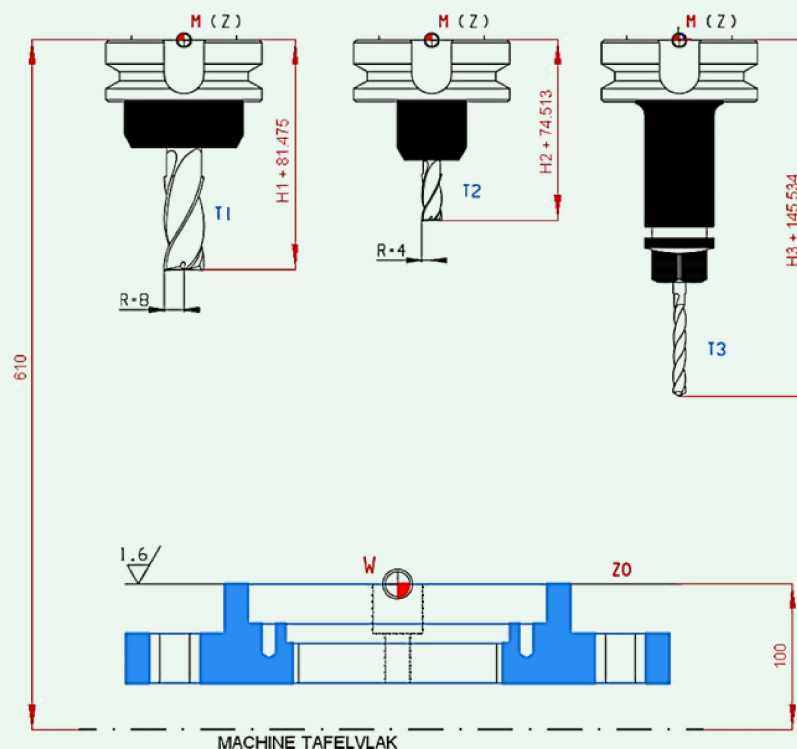
In programmaregel **34** wordt naar de boring op positie: X60 Y20, van het rechter werkstuk geprogrammeerd. Vervang je #1 door #2 dan wordt dit de boring in het linker werkstuk. Met het nulpunt **#0** schuift **hier** het werkstuknulpunt (W) terug op het machinenuipunt (M). Het zelfde geldt voor het annuleren van de nulpuntverschuiving zoals in voorbeeld 2. Hierna moet altijd weer de keuze volgen van het volgende nulpunt.

Voorinstellen (3-3)

Met een voorinstelapparaat, meten we nu buiten de machine, vóóraf eerst de werkelijke uitsteeklengte en de radius van alle gereedschappen op. Deze waarden kunnen nu direct /of online, in de gereedschapstabel worden ingegeven/ingelezen (in het bestand: TOOL.T). Dit systeem verdient de voorkeur, omdat deze minder machinetijd kost (jaarbasis), dan het afstellen van de gereedschappen op het product.

De voorinstellengte is nu de maat vanaf de voorzijde van de spilconus (punt M) tot het snijpunt van het gereedschap. Elke spilconus heeft een eigen referentiepunt M waarop de geslepen gereedschapsconus precies aanligt. Het afstelapparaat kent dit machinepunt na ijking en slaat dit op als het referentiepunt voor het voorinstellen. In dit systeem wordt met een **positieve** lengtecompensatie, de punt van het snijgereedschap denkbeeldig op Z0 gepositioneerd. Daarbij verrekent de besturing feitelijk de positie van het conuspunt M zodanig, dat dit met de geactiveerde gereedschapslengte, automatisch boven dit werkstuknulpunt (vlak) wordt ingesteld. Het werkstuknulpunt zelf wordt in een Z-as nulpuntverschuiving vastgelegd. Feitelijk zal het originele en vaste machinenulpunt (M) naar het afstelvlak (Z0) worden verlegd of afgesteld. In dit voorbeeld met een afstand van -510 mm. Zonder gereedschap (L=0) komt de spilneus M, in theorie op Z0 van het afstelvlak uit.

In de eerste Z-as beweging, ná de geactiveerde gereedschapslengte (TOOL CALL) én de nulpuntverschuiving (CYCL DEF 7), toont de positie uitlezing direct de werkelijke positie van de gereedschapspunt t.o.v. het werkstukoppervlak W. (Voorbeeld startpositie T1 is Z+428.524)



Figuur 10 Gereedschapslengte in het voorinstelsysteem

Toolsetter (optie)

Dit elektronische afstelapparaat wordt op de machinetafel gemonteerd en verbonden met de interface van de besturing. De aanraking van de toolsettermeetstift, levert een zogenaamd "skip" signaal op. Treedt dit op door het contactmoment met het gereedschap, dan kan de lengte van het gereedschap elektronisch worden bepaald. Het is ook mogelijk dat het apparaat met een laserstraalmeting functioneert en dit apparaat op de machinetafel of in het machineframe is ingebouwd.

Vooraf is, door middel van een calibratieprogramma, de montageplaats van de mechanische tafeltoolsetter/laserbundel in X-, Y- en Z-as, in parameters vastgelegd, zodat deze positie vast ligt t.o.v. het vaste machinenulpunt (*bijv. in Z as de afstand M tot op stift = 530.312*).

De gereedschapslengte wordt gemeten als afstelweg vanuit het machinenulpunt ($M=Z_0$), tot op de toolsetter (stift/laser) of de herleiding hiervan als de voorinstellengte (*Bijv. $530.312 - 455.799 = L+74.513$*)

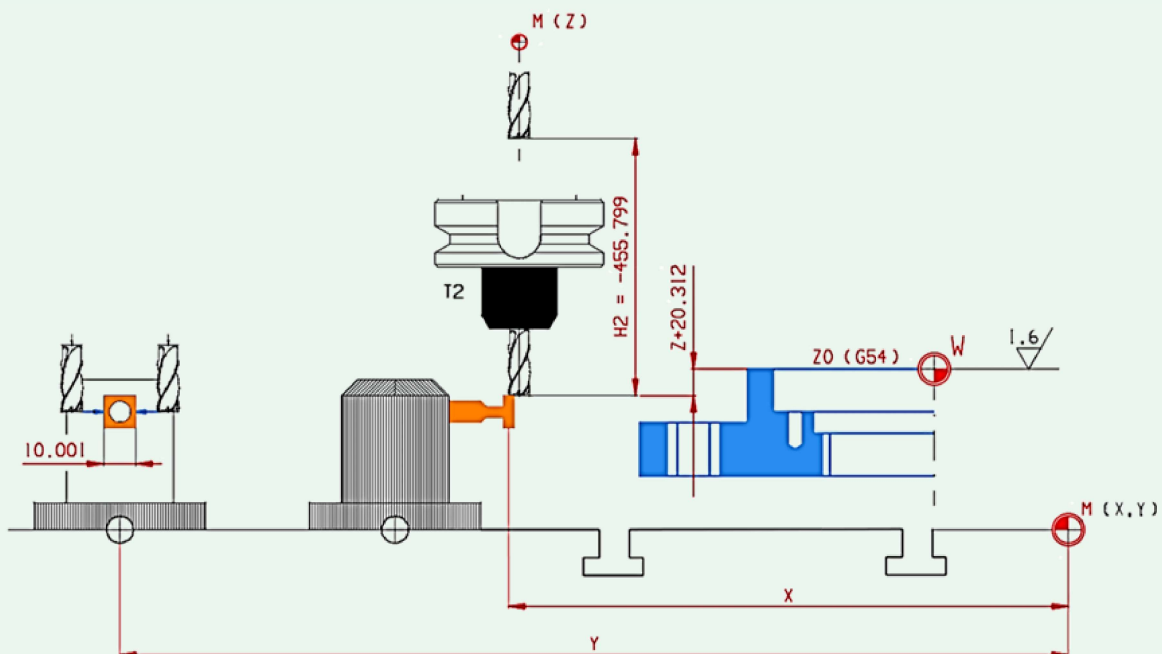
Deze cyclus voeren we dus op de machine één keer per nieuw gereedschap uit. We moeten erop letten dat, voorafgaande aan de meting, eerst de globale gereedschapslengte en radius (op ca.: +/-1mm) in de gereedschapstabel is ingegeven. Dit om veilig met de gereedschapspunt naar de toolsetter/laserstraal te kunnen positioneren.

Het is ook mogelijk om met de toolsetter de radius van een frees te bepalen, door twee metingen op de meetstift, in tegenovergestelde as richting. Het verschil in beide posities, na aftrek van de tasterstiftmaat (10.001mm) levert de freesdiameter op.

In het bewerkingsprogramma voor ons product, kan de toolsetter ook dienstdoen om een breukcontrole uit te voeren op de snijkanten of van elke snijkant de slijtage te meten en reservegereedschap in te zetten, na het bereiken van het slijtage/breuk criterium.

(Zie Hoofdstuk: Gereedschap toolsetter Heidenhain).

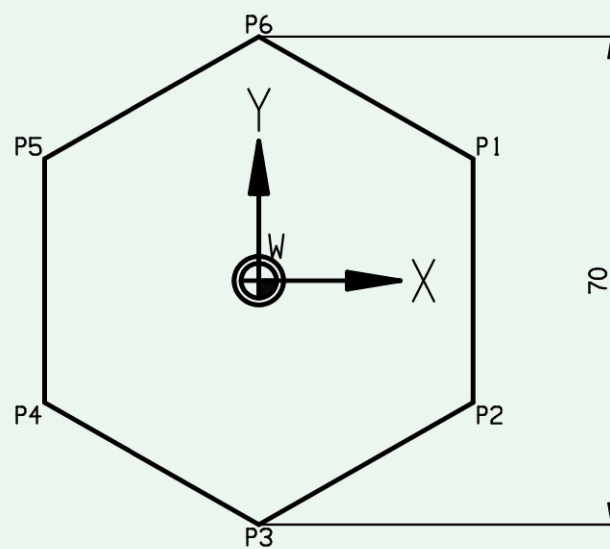
Zoals we hiervoor al hebben gezien, wordt de nulpuntverschuiving in Z as weer bepaald door de afstand M tot W voor elk nieuw af te stellen product, echter de gereedschappen blijven met de voorinstellengte toepasbaar voor elk werkstuk.



Figuur 11 Toolsettermeting van de gereedschapslengte en radius (Renishaw)

Coördinatentabel

We zullen nu eerst een oefening uitwerken, als aanloop naar ons eerste CNC Programma. Hiervoor bepalen we de posities P1 tot en met P6 in rechthoekige coördinaten voor dit zeskant (Zie Hoofdstuk: X-Y-Z Coördinaten).



Figuur 12 Werkstuknulpunt en de posities 1-6.

Coördinatentabel

POSITIE	X	Y
P1		
P2		
P3		
P4		
P5		
P6		

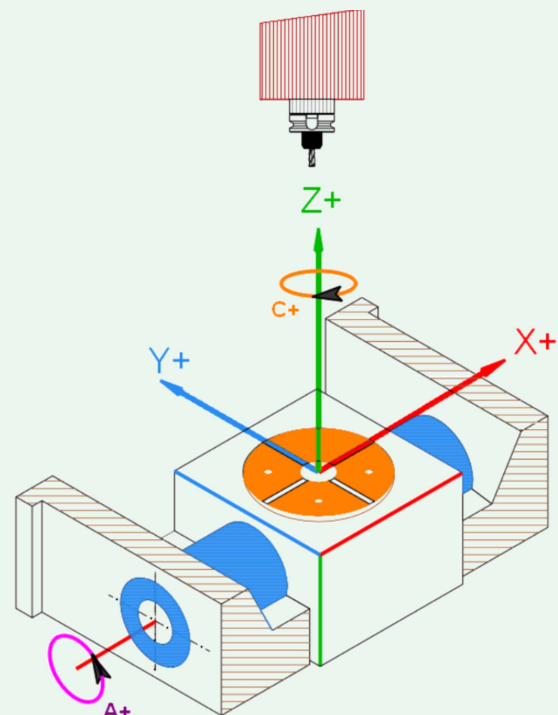
IV V X, Y, Z, A en C (4e + 5e as optie)

Op een machine kan men de lineaire X, Y, en Z assen ook combineren met twee rotatie-assen. In de praktijk bestaan enkele concepten die machinefabrikanten hiermee hebben gerealiseerd. Daarbij onderscheiden we machines volgens het ontwerp met de rotatie in de freeskop, of in de machinetafel of in een combinatie hiervan. Bij een 5-assige machine kunnen we bijvoorbeeld met de spilkop de freesbewegingen in 3-assen (XYZ) uitvoeren (portaal concept) en een werkstuk in 2 rotatie-assen (A+C) onder de spil zwenken. Dit biedt de mogelijkheid om een product meerzijdig (5-vlaks) of 5-assig simultaan te bewerken. Het laatste komen we tegen bij waaier-, schoepen- en matrijzenfabrikanten en bij onderdelen voor de lucht- en ruimtevaart.

Een mooi concept is de machinetafel die als zogenaamde zwenktafel worden uitgevoerd (Engels: Tilting table). Bewerkingscentra combineren dan een **A as** zwenktafel met een geïntegreerde **C as** draaitafel. Met de zwenktafel kunnen we het werkstuk vóór en achterover kiepen en dan op elke positie indexeren. Het zwenkbereik bedraagt bijvoorbeeld A+20 tot A-90 graden of A+30 tot A-120 graden, afhankelijk van de machine bouwwijze en ronddraaitafel afmeting. Er bestaan ook A+C as opbouw tafels, voor horizontale en verticale machines, die met de originele machine uitvoering (moeten) worden besteld.

Bij het werken met een zwenktafel, moet je extra goed opletten met positioneren, bijvoorbeeld omdat de spil vanaf de wisselpositie, botsingsvrij naar het werk toe komt. Sta je voor de machine, dan heb je met een A- positie, soms minder zicht op de verspaning (op een verticale machine kijk je dan tegen de achterkant van de zwenktafel aan). Soms wordt een gereedschapswissel cyclus vertraagd, omdat de tafel eerst terug moet zwenken van A-(90) naar bijvoorbeeld A-45/A0, om ruimte te maken voor een veilige gereedschapswisseling (machine versie verschil).

We kunnen de spilkop dan eerst met M91 in Z-as, zover mogelijk van het product af programmeren. Hierdoor bestaat er meer veiligheid om botsingsvrij te positioneren. Met het in dit boek behandelde systeem, worden de zwenkassen vooraf, met stilstaand gereedschap, eerst gepositioneerd om het gewenste vlak daadwerkelijk onder/voor de spil te zwenken. Daarna volgt het bijbehorende assenstelsel, door **CYCL DEF 19** of **PLANE SPATIAL** te activeren en zo de relatie met het nulpunt te herstellen/behouden (Zie Hoofdstuk: *Bewerkingsvlak zwenken*).



Figuur 19 Verticale machine met een zwenktafel (A as) met geïntegreerde draaitafel (C as).

Hoofd- en Label- programma (2-6)

Een korter CNC-programma is ook mogelijk, als we een label kenmerk toepassen. Het label markeert de regels in het programmadeel, dat later nog eens kan worden herhaald. Het aardige van labels is, dat deze in hetzelfde hoofdprogramma staan en hierin direct kunnen worden gewijzigd. Opslaan van slechts één hoofdprogramma is ook een bijkomstig voordeel.

Labels kunnen in het hoofdprogramma of er achter (na M30/M2) worden geprogrammeerd.

Voorbeeld Structuur van labels in het bewerkingsprogramma

```
0 BEGIN PGM 11 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X-50 Y-50 Z-10
2 BLK FORM 0.2 X+50 Y+50 Z+0
3 TOOL CALL 1 Z S100 F300
4 L X+0 Y+0 R0 F MAX M3
5 LBL 1 ;CENTEREN
6 L Z+3 R0 F MAX M3
7 L Z-5 F AUTO
8 L Z+3 F MAX
9 LBL 0
10 L X+10 F MAX
11 CALL LBL 1
12 L X+20 F MAX
13 CALL LBL 1
14 L Z+100 R0 F MAX
15 L M30
16 END PGM 11 MM
```

In dit voorbeeld betekend:

Regel 5	LBL1	= Label nummer: 1, openen	(nr. 1 - 254)
Regel 9	LBL0	= Label nummer: 1, afsluiten	(nr. altijd 0)
Regel 11	CALL LBL 1	= Label nummer: 1, doorlopen	(d.i. de 2 ^e x)
Regel 13	CALL LBL 1	= Label nummer: 1, doorlopen	(d.i. de 3 ^e x)
Regel 15	M30	= Einde bewerkingsprogramma	(kan ook met code M2)

Het label 1 wordt eerst één keer zelf doorlopen (regel 5 t/m 9). Als u de eerste keer CALL LBL 1 programmeert (regel 11), dan wordt het label 1 dus hier voor de tweede keer doorlopen.

In labels kunnen ook andere labels worden opgeroepen (nesting max. 4). In labels kunnen ook onderprogramma's worden opgeroepen!

Werkstanden

Voor het bedienen van de besturing onderscheiden we softtoetsen in combinatie met een aantal werkstanden (schermen).

Om een CNC-programma in te geven of te wijzigen (editeren), gaan we naar de werkstand:



Programmeren en bewerken.

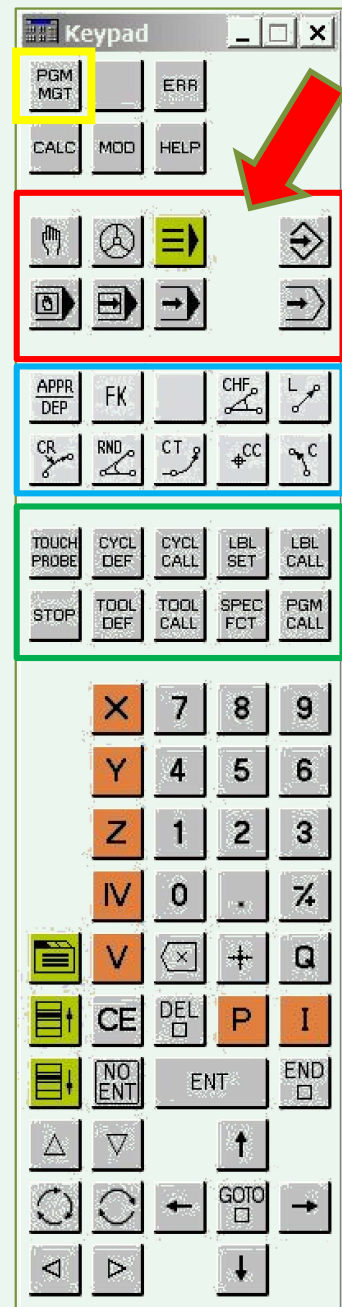
De benaming van deze werkstand, wordt als tekst in de kopregel van het beeldscherm zichtbaar.

De andere werkstanden zijn:

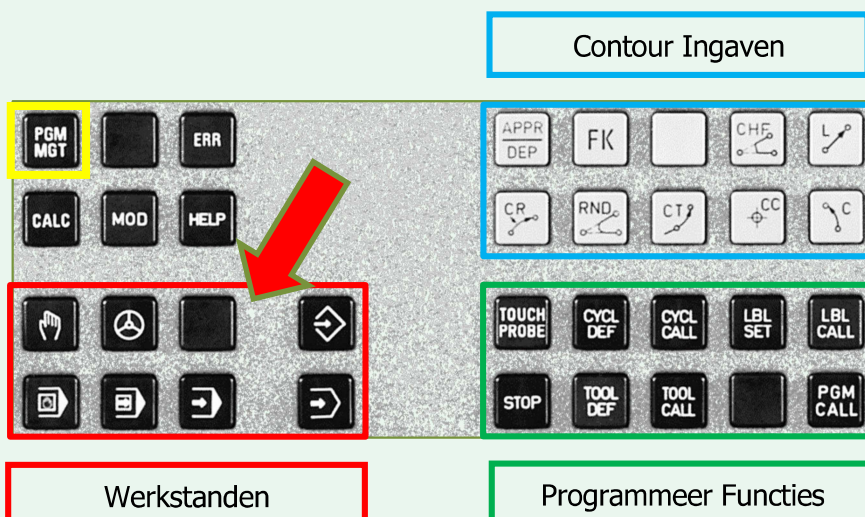
TNC Besturing

Werkstand	
	Handbediening
	Elektronisch Handwiel
	Positioneren met Handingave
	Programmeren en Bewerken (Edit)
	Programma Test
	Programma Afloop Regel voor Regel
	Programma Afloop Automatisch

TNC Simulator



Op het toetsenbord zijn deze functietoetsen als groep ingedeeld.



M codetabel

Een M code is een hulpfunctie om een schakeling te programmeren tijdens afloop van een bewerking. Meestal wordt de M code actief vanaf het moment dat deze in het programma voorkomt. De werking kan worden overgenomen door de volgende M code: bijv. M10 door M11

M Code systeem:

Heidenhain kent standaard M codes en uw machine specifieke M codes.

Noteer in de M kolom uw eigen machinecode met dezelfde betekenis.

Modaal:

Functie blijft werkzaam in het programma totdat deze wordt overschreven, in dezelfde betekenis.

Meerdere M codes gelijktijdig in de zelfde regel ingeven niet aanbevolen of mogelijk (max 2).

(1) Dit betreft opties in de machine uitvoering.

(2) De M code kan in uw machine- uitvoering afwijken.

(3) Uw machinecode (aanvulling)










De volledige betekenis van de diverse M codes wordt in de originele machinedocumentatie omschreven.

M Code	M	Modaal	Betekenis
M0			Vaste programma stop
M2			Einde programma afloop als M30
M3		X	Spilstart rechtsom
M4		X	Spilstart linksom
M5		X	Spil stop
M6			Hand gereedschapswissel (2)
M8		X	Vloeistof koeling aan
M9		X	Koeling uit
M13		X	Spilstart rechtsom en M8 aan (1)
M14		X	Spilstart linksom en M8 aan (1)
M10/12/26		X	A/B/C as klemming vast (1, 2)
M11/13/25		X	A/B/C as klemming los (1, 2)
M30			Einde programma afloop als M2
M31			Cabine vergrendeling los (1, 2)
M78		X	Temperatuur compensatie aan (1, 2)
M89		X	Cyclus modaal uitvoeren (zie M99)
M90			Frezen micro afronding op hoeken
M91			Positioneren in REF systeem
M92			Wisselpositie (XYZ parameter)
M94			Weergave as rotatie tussen 0-360 gr.
M97			Frees hoekt om buitenhoeken
M98			Contour lijn volledig afwerken
M99			Cyclus uitvoeren (= CYCL CALL)
M103		X	F insteken reduceren: M103 F %
M109		X	Const. F op binnen+buitenhoeken
M110		X	Const. F op binnenhoeken
M111		X	Const. F op freeshart; reset M109M110
M114			3D Correctie XYZ indexeren zwenkkop
M115			Annuleren M114
M116		X	F in mm/min i.p.v. gr/min bij A/B/C as
M117			Annuleren M116 (standaard)
M120		X	Look Ahead M120 LA10
M126		X	Rotatie assen volgens kortste weg (2)
M128			3D Corr. XYZ met zwenken TCPM (1)
M129			Annuleren M128
M130			Positioneren t.o.v. niet gezwenkte W

In bovenstaande lijst staan de meeste M codes vermeld uit de programmeer praktijk.

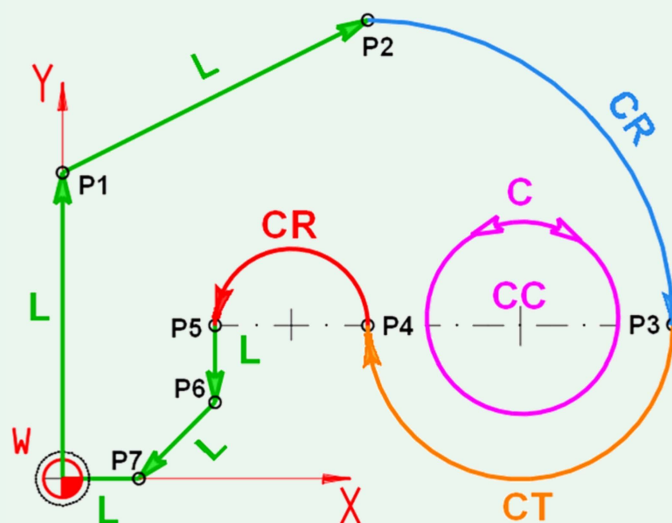
Lijn of cirkel (boog)

Met **baanfuncties** kunnen we een frees over of langs een LIJN en/of CIRKELBOOG verplaatsen. Denkbeeldig wordt een gereedschapsverplaatsing over onze tekening geprogrammeerd, alsof het gereedschap zich verplaatst en het werkstuk stilstaat (dus niet in slede verplaatsingen denken). Voor het programmeren van deze verplaatsingen kiezen we de volgende functie toetsen:

Toets	Functie	Verplaatsing
	Rechte lijn	Lineair naar x-y-z eindpunt
 P	Rechte lijn	Lineair Polair naar PR-PA eindpunt
	Cirkelboog	Circulair naar x-y eindpunt met radius R
	Cirkelcenter	Cirkel Center in x-y als rekenpunt
	Cirkelboog	Circulair naar x-y eindpunt om CC punt
 P	Cirkelboog	Circulair Polair naar PR-PA om CC punt
	Cirkelboog	Circulair en Tangentieel vertrek naar x-y
	Afkanting	Afkanting (fase) tussen twee rechten L
	Afronding	Afronding tussen twee lijnen L en of C

De baanfuncties LP en CP maken gebruik van contourpunten in polaire coördinaten. Druk hiervoor na elkaar de toets: L of C in en dan op de oranje toets: P.

Voorbeeld

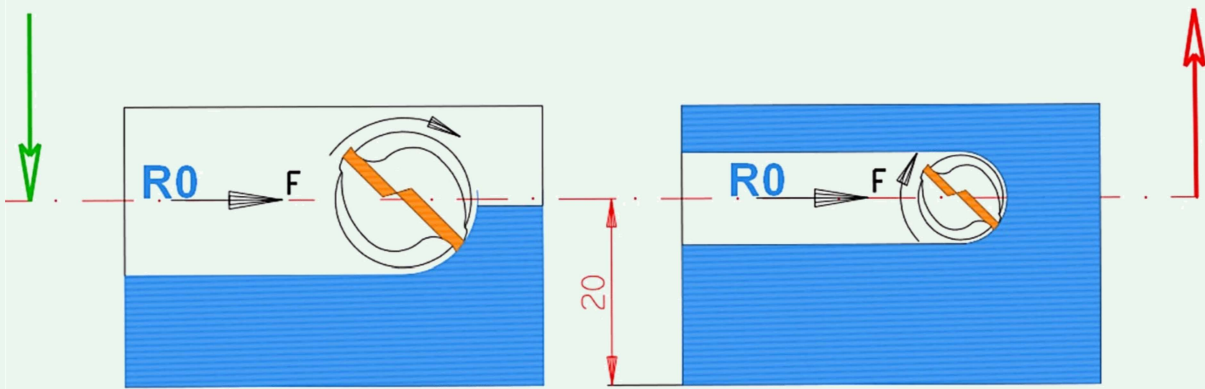


Figuur 31 Contouromtrek (W - P1 - P7 - W) verdeelt in baanfuncties L, CR, CT

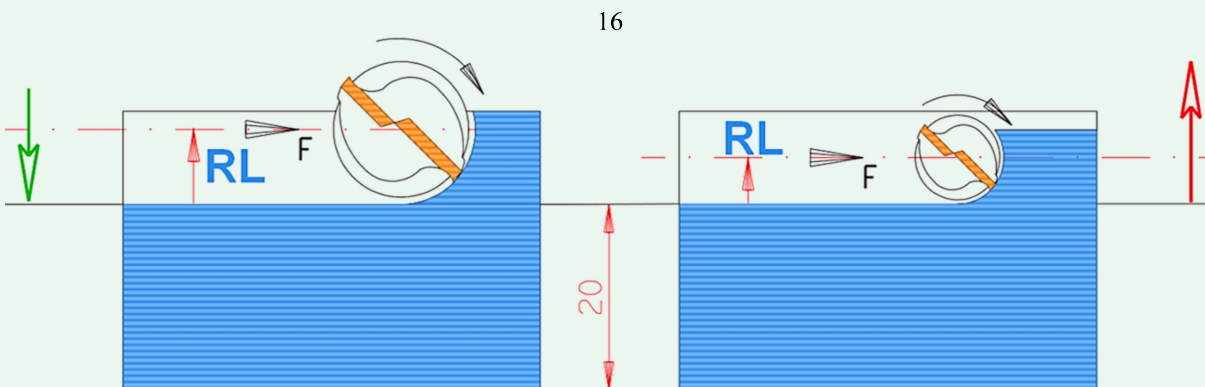
Links en rechts kiezen

De radiuscorrectie wordt met RL: links, of met RR: rechts, langs de contour ingeschakeld. (in de standaard DIN/ISO programmering de code G41=RL en G42=RR of G40=R0). Deze richting moet u dus zelf kiezen en daarmee bepaalt u ook de mee- of tegenloop freesmethode.

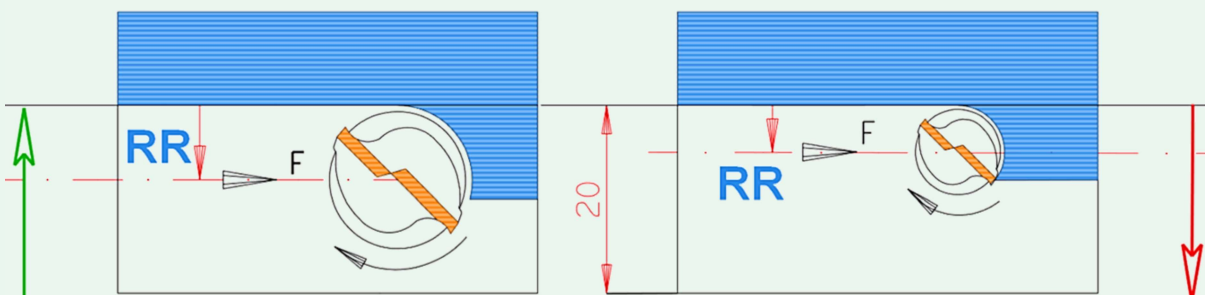
De radiuscorrectie blijft actief langs de geprogrammeerde contour, totdat we deze weer uitschakelen met R0. Hieronder worden deze situaties weergegeven voor een contourlijn die met de tekeningmaat op 20 mm werd geprogrammeerd.



Figuur 37 **Geen correctie: R0** = De frees beweegt **OVER** de contourlijn



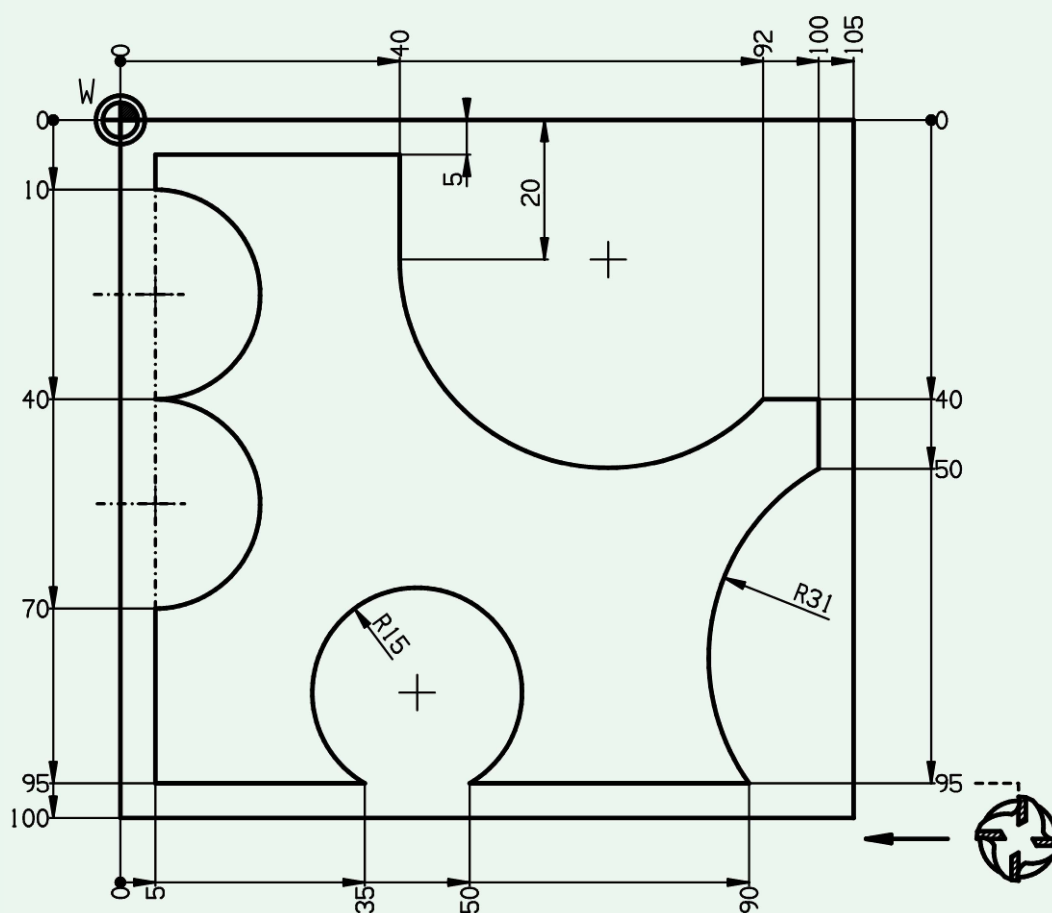
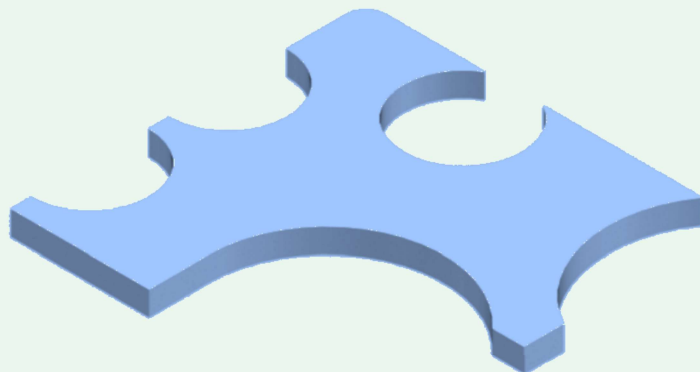
Figuur 38 **Meeloopfrezen: RL** = De frees beweegt **LINKS** van de contourlijn



Figuur 39 **Tegenloopfrezen: RR** = De frees beweegt **RECHTS** van de contourlijn

Contourfrezin

Programmeer het omtrekfrezin. Het startpunt ligt op X+120. Y-120. Z-10.

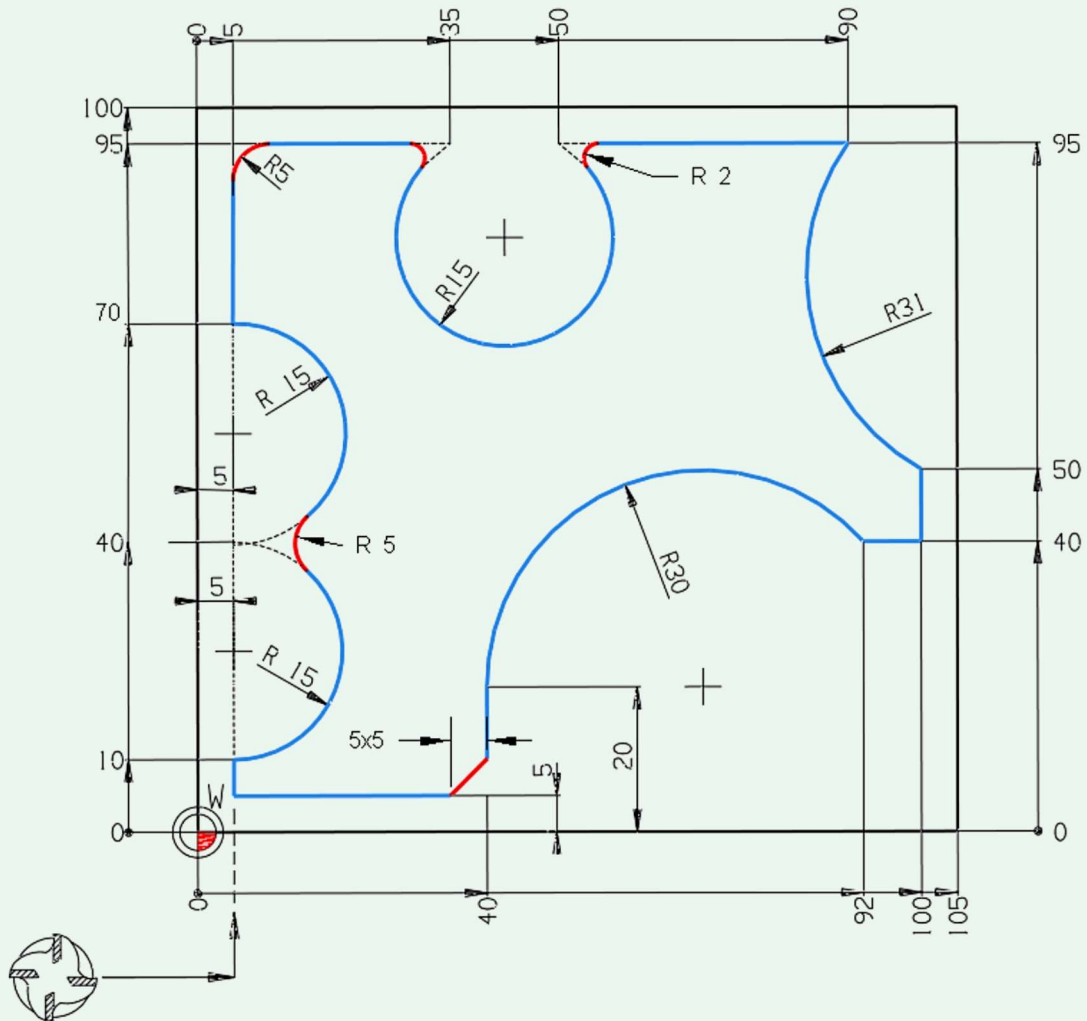


Figuur 57 Programmeren van een contourfreesbewerking.

FK

Programmeren

Programmeer **geheel in FK** de product omtrek. Begin op startpunt: L X+110 Y+110. Frees LINKSOM (TEGENLOOP frezen).



Figuur 67 Oefening met FK-programmering.

In deze oefening past u FK toe voor de omtrek beschrijving met frees aanloop en uitloop.

Schroeflijn

Een freesbewerking kan volgens een **Helix of Schroeflijn** worden geprogrammeerd. In elke volle rondfreesbeweging (CP IPA+360) wordt dan gelijktijdig een Z verplaatsing opgegeven, welke overeenkomt met de spoed. Naast schroefdraadfrezen is het boorfrezen van gaten hiervan ook een goede toepassing of naar een diepte frezen in vol materiaal.

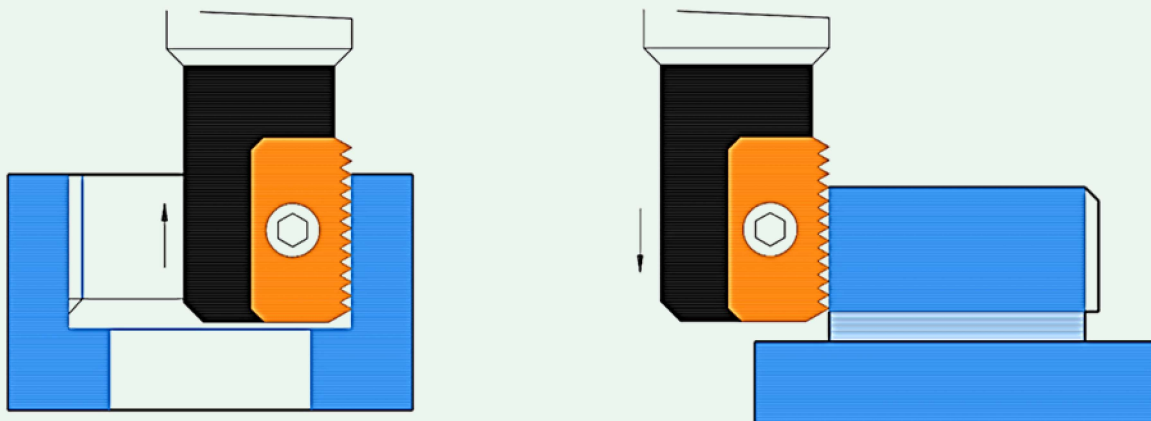
Als theorie geven we hier meer inzicht in de toepassing van draadfrezen met de helix programmering. De TNC-besturing kent natuurlijk wel een aantal standaard cyclussen hiervoor.

Rechtse *buitendraad* wordt verkregen door in meelooprichting, de spoed in Z- en *binnendraad* vanuit het gat in Z+ richting te frezen (*Figuur 68*). Hierbij worden speciale draadfrezen met één of meer draadtanden toegepast.

Een draadfrees wordt bij binnendraad met een aanloopradius en in de helling van de spoedhoek, op draaddiepte geprogrammeerd. Dit voorkomt een markering door spoed -verschil. Zo uitlopen is niet nodig voor een draadfrees met één draadtand als deze boven het gat uitloopt, wel als in een draadgang moet worden opgehouden, zoals met de afgebeelde wisselplaat hieronder.

Een draadfrees kan op buitendraad tangentieel op de kerndiameter worden aangelopen en aan het einde er radiaal weer worden uitgetrokken.

Vanaf de Heidenhain softwareversie 280 476-xx en 280 477-xx kennen we hiervoor ook draadfreescycli (*Zie Hoofdstuk: CYCL DEF 262-267 Schroefdraadfrezen*).



Figuur 68 In- en uitwendig schroefdraad frezen.

Automatiseren van het bewerkingsproces

Het 24 uur per dag in bedrijf houden van uw productie gedurende 7 dagen in de week, omschrijft men als het 24/7 automatiseringsconcept. Om dit met uw CNC-bewerkingscentrum te bereiken moet het nodige worden aangepast in de machine uitvoering, de programmering en de bedrijfsorganisatie.

Het eerste streven is om, met hetzelfde personeel in dagdienst, elke nacht onbemand door te produceren. Om dit proces in praktijk te brengen, wordt in het begin een hoge vakbekwaamheid van de CNC-frezers gevraagd. Zij zullen ook meer kennis moeten hebben van de Fanuc programmering, de verspaningstechniek, robots en de totale procesbeheersing. Daarbij moet men in een weekend dienstrooster een "Call Out" instellen, dus oproepbaar/beschikbaar zijn, voor materiaal aanvulling of storingen op zaterdag en zondag. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de inspanningen hiervoor enkel lonen, als flinke series kunnen worden geproduceerd en kleinere aantallen enkel als repeat-orders (herhalingsopdrachten).

Bovenal moet het bewerkingsproces betrouwbaar functioneren en zal een investering in een modern nieuw CNC-bewerkingscentrum met robot belading, aan de orde moeten worden gesteld. Het is ook gebleken dat verspaningstijden soms minder snel uitpakken, om de voorspelbaarheid van de bewerkingen te verzekeren. Men streeft dan naar langere standtijden, betere spaanbeheersing en maatvastheid. In de uitvoering van het bewerkingscentrum en besturing is een systeem voor standtijdbewaking noodzakelijk. Ook een breukdetectiesysteem, om de snijkanten te bewaken, door middel van een teach-in kracht/koppel instelling per tool, afgeleid van een meting in de spil en of X/Z assen aandrijving. Daarbij hebben machinefabrikanten nog eigen versies van deze systemen ontwikkeld en is enkel kennis van de Fanuc omgeving alleen niet voldoende.

Het werken met dit soort systemen heeft invloed op een goede bediening van de machines. Bij inbedrijfstelling dient dus ruim aandacht te zijn voor instructies op dit gebied aan het personeel. Verder worden de CNC-programma's complexer voor (4/5-assige) toepassingen, om de nodige veiligheden in te bouwen. Dit eindigt bij een heel betrouwbaar programma welke rekening houdt met afwijkingen in de status van de machine bij het opstarten en na onderbreken van de productie. Het instappen of vervolgen van de productie na onderbreking of storing moet eenvoudig zijn voor het bedienend personeel.

Daarnaast is voor de aanschaf van het werkstukmateriaal, het gereedschap en wisselplaten, een leveranciersgarantie nodig, om te kunnen vertrouwen op consistente kwaliteit hiervan. Het automatische en onbemande bewerkingsproces kan anders ernstig worden verstoord. Denk aan bijvoorbeeld verschillen in hardmetaal/coating en afwijking in verspaanbaarheid van materialen.

Meer nog dan in normale situaties, is een garantie nodig van uw machineleverancier, om ingeval van een machine storing, alert te reageren en indien nodig, binnen een afgesproken aantal uren, een monteur in te zetten om het probleem te verhelpen. Hierbij moet ook aandacht zijn voor de organisatie van de reservedelen leveringen binnen een redelijke termijn. Belangrijk is ook dat u de kwalificaties kent van storingsmonteurs of hun ervaring met uw type machine zodat goed werk kan worden geleverd.

Het slagen van een 24/7 productie vraagt ook om beheersing van de vele details in de voortgang van het productieproces. Het is te overwegen om met uw bestaande machines eerst ervaring op te doen in een 12/5 productieproces, waarvan minimaal 4 uren onbemand. Alle afwijkingen dienen in een logboek opgenomen te worden voor werkoverleg.

Indien men zich 100% inzet, is uiteindelijk een bezettingsgraad van uw machine(s) tot boven de 90% mogelijk.

Frees-Draai en Draai-Frees machines

Op MultiTasking machines zijn dus vele bewerkingen mogelijk in dezelfde product opspanning. Dit levert een doorlooptijdverkorting op en betere nauwkeurigheden van het product.

Als verspaningstechniek is ook het draaifrezen mogelijk. In plaats van voordraaien, frezen we hierbij assen op kleinere diameter, tijdens een C-as rotatie van het product. Langspanig materiaal en ongelijkvormige producten zijn dan beter bewerkbaar. Er zijn ook mogelijkheden om speciale machine opties te kiezen, waarbij producten aansluitend worden gehard (inductie) en of een slijpbewerking ondergaan.

De aanschaf van een MultiTasking machine is globaal hetzelfde of duurder, als een klein vijfassig CNC-bewerkingscentrum en een CNC-draaibank met aangedreven gereedschap samen. De kwalificatie van een CNC verspaner zal ook op een hoger plan moeten liggen om dit soort machines



te kunnen bedienen. Het machine-uurtarief is dan ook hoger dan voor CNC draai- en freesmachines afzonderlijk. Een Multi-Task machine kent echter een efficiëntere productietijd omdat er geen verlies optreedt met de product doorloop op afzonderlijke draai- en freesmachines. Het is goed om vergelijkende calculaties te maken op basis van serie aantallen en het soort pakket aan producten met een complexiteit die MultiTask produceren rendabel kunnen maken.

MultiTasking Draai-freesmachine

Daarnaast is de CNC-programmering op deze machines inspannender en vraagt om meer vakmanschap. De benodigde programmeertijd bepaald deels de stuksprijs van het product. Bij kleine series moet men dit niet onderschatten. Meestal is een CAM-pakket de enige optie, zeker als men ook 5-assig moet frezen. U kunt de programmering van complexe 3D details ook uitbesteden aan een CAM-specialist en het resultaat als onderprogramma opnemen in uw hoofdprogramma. Het zelf aanschaffen van een CAM pakket is niet eenvoudig en u moet er nog mee leren werken. Om het programma vooraf te kunnen controleren is een 3D Virtuele machine simulatie mogelijk met de echte Fanuc CNC-code output. Met deze controle zijn botsingen in de afloop van de bewerkingen te voorkomen. Het is overbodig te vermelden dat de service van de CAM-leverancier en garantie op de kwaliteit van de postprocessor een must voor u is, voordat u het pakket aanschaft.

Ten slotte is het van belang dat de onderhoudsdienst of de servicemonteurs van uw leverancier zich terdege bewust zijn van de complexiteit van een MultiTasking machine en vooral als het de machine nauwkeurigheid betreft. De eisen ten aanzien van de geometrische nauwkeurigheden in het stelsel van assen is aanzienlijk lastiger dan van de klassieke machines tot 3/4 assen. Ook de bewerkingsnauwkeurigheid is moeilijker te definiëren door het samenspel van factoren. Het is een praktisch advies om een proefproduct te vervaardigen volgens een erkende norm in de machinebouw, waarmee de nauwkeurigheid eenvoudig en periodiek kan worden gecontroleerd. Hiermee hebt u een controlemiddel om de prestatie van uw machine te meten bij afname en na vervanging van mechanische en elektronische onderdelen naar aanleiding van een storing. Het proefproduct is als het ware de Fingerprint van uw machine kwaliteit

(Hoofdstuk: 5-Vlaks controle product).

Cycluskeuze

Voor de bewerkingen frezen, boren, ruimen, kotten en tappen biedt Heidenhain mooie cyclussen aan. Met het *cyclusnummer* bepalen we de bewerking die we willen uitvoeren.

Bewerking	Cyclusnummer (versie verschil)
Centerboren	(240)
Diepboren	(<i>1</i> , 200, 203, 205, 241)
Ruimen	(201)
Kotteren	(202, 204)
Schroefdraad tappen	(<i>2</i> , 206)
Schroefdraad tappen met synchronisatie	(<i>17, 18</i> , 207, 209)
Schroefdraad frezen	(262, 263, 264, 265, 267)
Boorfrezen	(208)
Buitenom frezen recht en rond	(<i>213, 215</i> , 256, 257)
Sleuffrezen	(<i>3, 28, 210, 211</i> , 253, 254, 275)
Kamerfrezen	(<i>4, 212</i> , 251)
Vlakfrezen (affrezen)	(230, 232)
Steekfrezen (over schuinvlak)	(231)
Rondkamerfrezen	(<i>5, 214</i> , 252)
Puntenpatroon cirkel, matrix	(220, 221)
Pocketing met overstap over eilanden heen (oud)	(SL: 14, 15, 6, 16)
Pocketing met zijdelings om eilanden heen (nieuw)	(SL: 14, 20, 21, 22, 23, 24)
Opencontour bewerken (van start tot eind positie)	(14, 25, 2D: 270, 3D: 276)
Cilindrisch frezen (over mantel oppervlak)	(27, 28, 29, 39)
Graveren ABC	(225)

Het cursieve nummer is een oude cyclus



toets

Kies uit de werkbalk het menu (boren, frezen..) en vervolgens het cyclusnummer volgens het pictogram hiervan. Kent u het nummer al, dan gaat het sneller met toets: **GOTO <nr.>**. Vervolgens vult u de cyclus gegevens in. Een getoonde illustratie geeft de bedoeling aan.



toets

Na het commando CYCL CALL M.. in het programma, wordt de laatst ingegeven cyclus één maal uitgevoerd, op de vooraf geprogrammeerde positie van het gereedschap. Cyclussen 220, 221, 14, 20, 32 en de coördinaten omrekening 7,8,10, werken direct in het programma.

M99, M89

Code M99 werkt hetzelfde als CYCL CALL, dus voert de laatst geprogrammeerde cyclus één maal uit. Met M89 blijft de cyclus ook daarna actief, totdat M99 op de laatste positie weer wordt geprogrammeerd. Dit wordt toegepast als een serie coördinaten in het programma moet worden afgewerkt (zie ook CYCL CALL PAT hieronder).

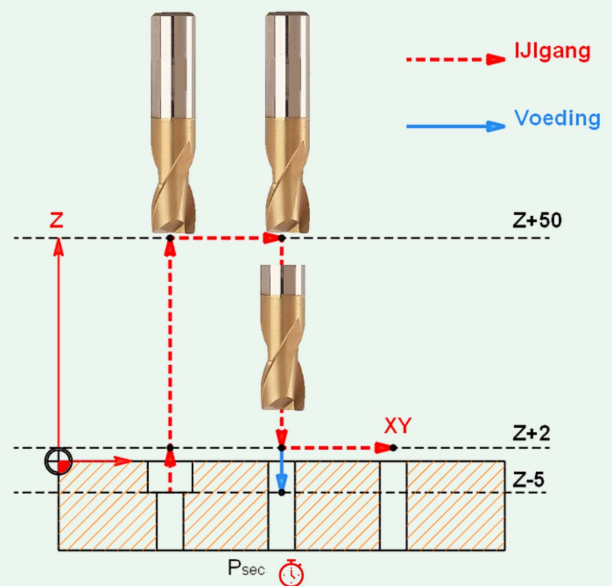


PAT softkey

Het is ook mogelijk een lijst met willekeurige coördinaten op te slaan (TABEL.PNT) en deze te activeren. De diverse cyclussen werken na het commando: **CYCL CALL PAT** deze lijst dan af. Voor puntenpatronen op een steekcirkel of raster, kiezen we de CYCL DEF 220/221.

Cyclus afloop

Een frees-, boor-, tap- of kottercyclus bepaalt hoe het gereedschap op diepte komt en of dit in ijlgang, in voeding, of in ijlgang na een uitveertijd of na spil oriëntatie en vrij snijden, weer uit de kamer of het gat wordt getrokken. Het formaat van de verschillende cycli is voorgeschreven om de automatische werking te kunnen uitoefenen. De cyclus bewerking start op de actuele gereedschapspositie, wanneer deze wordt aangezet met: CYCL CALL of M89 en M99.



Voorbeeld 1 *CYCL DEF 1 uitvoeren met CYCL CALL*

```

7 TOOL CALL 4 Z S5000 F300
8 CYCL DEF 1.0 DIEPBOREN
9 CYCL DEF 1.1 AFST -2
10 CYCL DEF 1.2 DIEPTE -5
11 CYCL DEF 1.3 VERPL. -1
12 CYCL DEF 1.4 STTIJD 0
13 CYCL DEF 1.5 F300
Startpositie XY (1e) 14 L X-20 Y-42 R0 FMAX M13
Startpositie Z+2    15 L Z+2 FMAX
Cyclus 1x uitvoeren 16 CYCL CALL
Volgende positie (2e) 17 L X+20 FMAX
Cyclus 1x uitvoeren 18 CYCL CALL
Volgende positie    19 ..
Enz..                21 CYCL CALL

```

Voorbeeld 2 *CYCL DEF 1 uitvoeren met M89 en M99*

```

7 TOOL CALL 4 Z S5000 F300
8 CYCL DEF 1.0 DIEPBOREN
9 CYCL DEF 1.1 AFST +2
10 CYCL DEF 1.2 DIEPTE -5
11 CYCL DEF 1.3 VERPL. +1
12 CYCL DEF 1.4 STTIJD 0
13 CYCL DEF 1.5 F300
Startpositie XY (1e) 14 L X-20 Y-42 R0 FMAX M13
Cyclusstart op Z+2  15 L Z+2 FMAX M89
Volgende positie (2e) 16 L X+20 FMAX
Volgende posities    17 ..
                    18 ..
Enz..                20 ..
Laatste positie      21 L M99

```

In het gebruik van het +/- teken voor AFST en VERPL. bestaan versie verschillen.

Kotteren met CYCL DEF 202

Bij het toepassen van CYCL DEF 202 oriënteert de spil op einddiepte. Daarna wordt het wisselplaatje vrij van de wand van het gat gepositioneerd en daarna in iJlgang terug getrokken. Er vindt geen nasnijden plaats als gevolg van uitvering tijdens het terugtrekken.

Heidenhain noemt dit een cyclus: Uitdraaien.

Voorbeeld *Kotteren van 4x10H7*

12 TOOL CALL 21 Z S3750 F500 ;HM KOTTERBAAR
10H7

13 CYCL DEF 202 UITDRAAIEN

Q200 = 2 ;VEILIGHEIDSAFST.
Q201 = -22 ;DIEPTE
Q206 = 500 ;AANZET DIEPTEVERPL.
Q211 = 0.5 ;STILSTANDSTIJD ONDER
Q208 = 7500 ;AANZET TERUGTREKKEN
Q203 = +0 ;COÖR. OPPERVLAK
Q204 = 50 ;2e VEILIGHEIDSAFST.
Q214 = 1 ;VRIJMAAKRICHTING
Q336 = 0 ;HOEK SPIL

14 CALL LBL1

15 L Z+200 R0 FMAX

16 L M30

17 LBL 1

18 L X-45 Y-42 R0 FMAX M13

19 L Z+2 FMAX M89

20 L Y+42 FMAX

21 L X+45 FMAX

24 L Y-42 FMAX M99

25 LBL 0

Controleer vooraf de spil hoek (Q336) van de georiënteerde kotterbaar en de vrijtrekrichting van het kottermes (Q214) die uw machine kiest. Deze moeten op elkaar zijn ingesteld en uw machine moet deze functie natuurlijk ondersteunen.

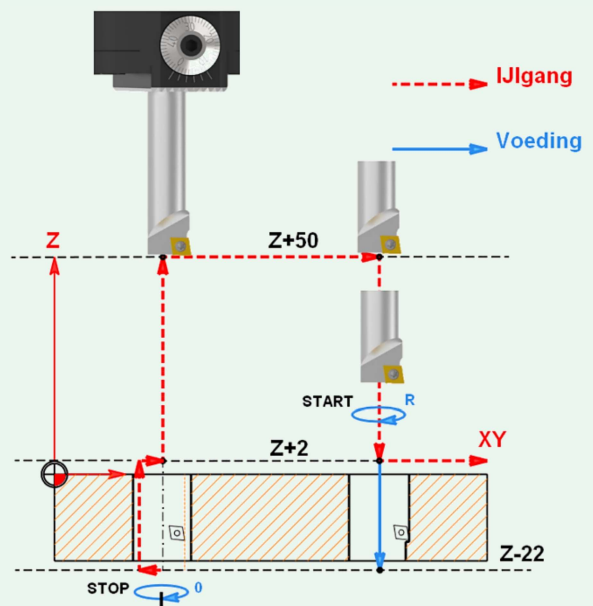
Q214 = 0 Niet vrij trekken (tweesnijders)

Q214 = 1 X- vrij trekken

Q214 = 2 Y- vrij trekken

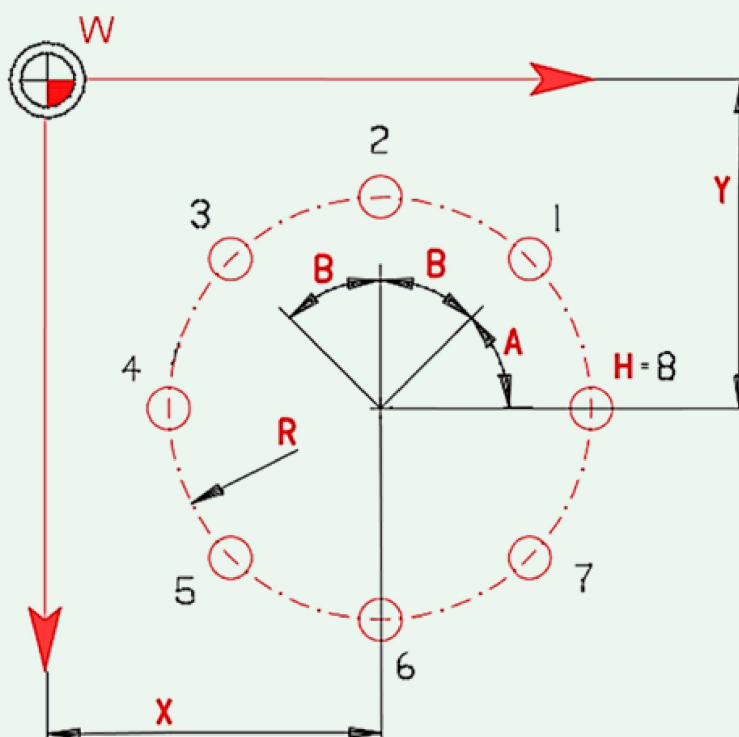
Q214 = 3 X+ vrij trekken

Q214 = 4 X- vrij trekken



Q Parameters

Parameter programma's zijn ook bedoeld voor het slim uitvoeren van machineopdrachten waarvoor de besturing zelf geen eigen cyclussen kent. We moeten er dan zelf een beschrijving bij doen, over hoe je veilig kunt werken met deze programma's.



Figuur 83 Illustratie van de steekcirkel variabelen

Om het vorige parameter programma te kunnen aanpassen voor een andere steekcirkel-afmeting, moeten we dit illustreren met Figuur 83 en de ingaven verduidelijken.

Programma ingaven:

X	=	CC: Cirkelmiddelpunt in X-as (regel 15)
Y	=	CC: Cirkelmiddelpunt in Y-as (regel 15)
R+	=	PR: Steekcirkelradius (regel 16)

Parameters toekennen:

Q1	=	H: Aantal gaten op de steekcirkel
Q2	=	A: Starthoek 1 ^e gat vanuit de X+as

Betekenis parameters:

Q0	=	Telt het aantal gaten vanaf 0
Q3	=	B: Hoeksteek 360/H

Met het toekennen van de waarden voor parameters Q1 en Q2, kan een steekcirkel op elke positie worden geprogrammeerd met een gelijk verdeeld aantal gaten.



Parameter groepen

De toegekende waarde aan een Q-parameter kan worden bewerkt in een wiskundige formule of vergelijking. Een machinestatus (zoals Q113=MM/INCH) of een tabelwaarde (zoals Q108=Gereedschapsradius) kan uit het systeem worden opgehaald en in het parameter programma worden verwerkt. Q-parameters zijn in 4 (vier) groepen ingedeeld:

Q-parameter	Type	Functie
Q1 – Q59	Gloobaal	Werkzaam voor alle programma's van gebruikers
Q60 – Q99	Gloobaal/MP7251	Werkzaam voor fabrikanten cyclussen (/Lokaal)
Q100 – Q199	Gloobaal	Werkzaam voor speciaal systeem functies
Q200 – Q399	Gloobaal	Werkzaam voor alle besturing cyclussen

Het type Q-parameter bepaald of de werking enkel binnen een cyclus plaats vindt of zijn waarde behoud in het gehele programma. Na M30/END PGM krijgt Q1-Q110 de waarde 0. De parameters Q60-Q99, stellen machinefabrikanten in staat om het maatwerk te realiseren met specifieke programma toepassingen. Tijdens de programma afloop of test kunt u op de toets: Q drukken en het nummer ingeven van de parameter waarvan u de waarde tussentijds wilt controleren.

Voorbeeld De systeemvariabelen die speciale functies weergeven

Systeem variabele	Functie
Q100-Q107	Voor overname van PLC waarden in NC progr.
Q108	Actuele gereedschapsradius incl. opmaat DR
Q109	Actuele spilas 0=X, 1=Y, 2=Z
Q110	Actuele M-code 0=M3, 1=M4, 2/3=M5
Q111	Actuele koelmiddelschakeling 0=M8, 1=M9
Q112 (MP7430)	Actuele overlappingsfactor freescyclussen
Q113	Actuele maatstelsel 0=MM, 1=INCH
Q114	Actuele gereedschapslengte incl. opmaat DL
Q115=Q119	Actuele meetposities elektronische 3D taster
Q120-Q122	Actuele posities rotatie assen A-B-C uit CYCL 19
Q150-Q199	Actuele meetresultaten van tastercyclussen

In parameter programma's kunnen foutmeldingen worden ingebouwd, waarop het programma stopt en opnieuw moet worden gestart. Deze meldingen verschijnen bij Heidenhain cyclussen, programmatuur van de machinefabrikant, of vanuit het systeem zelf.

Voorbeeld Systeem foutmeldingen 1000-1077

Programma code	Melding tekst
FN14: ERROR = 1003	GEREEDSCHAPSRADIUS TE GROOT
FN14: ERROR = 1023	AFRONDINGSRADIUS TE GROOT

Op het scherm verschijnt de melding tekst bij een opgetreden fout in ons programma. In het systeem zijn tabellen opgeslagen met de verwijzing naar deze tekst via het toegewezen nummer. Raadpleeg uw machine en Heidenhain documentatie voor het overzicht van alle foutmeldingen.

Coördinaten omrekenen

Het is handig om posities of nulpunten te laten omrekenen door de besturing. Dit kan op verschillende manieren, met als doel het programmeerwerk te vereenvoudigen.

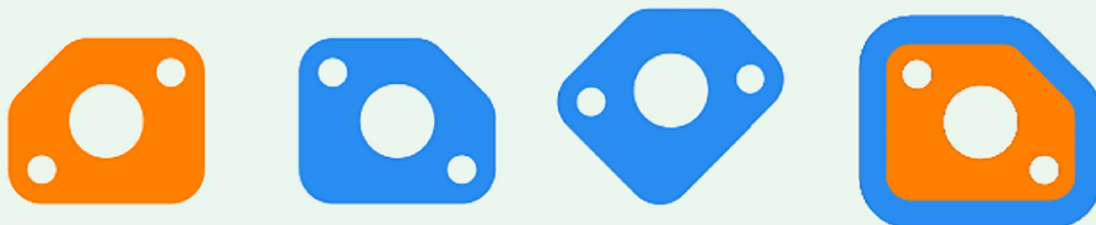
Met het [cyclusnummer](#) wordt de keuze gemaakt, om een bepaalde omrekening uit te voeren. Een bewerking kan dan op verschillende plaatsen aan het werkstuk of in een ruimtelijke positie (5 vlaks), door omrekening worden uitgevoerd.

Bewerking	Cyclusnummer
Nulpuntverschuiving (lineair)	(7)
Spiegelen	(8)
Roteren	(10)
Schaalfactor	(11)
Schaalfactor per as	(26)
Bewerkingsvlak zwenken (3D nulpunt rotatie)	(19)
Machinenulpuntverschuiving (tijdelijk)	(247)

Vanaf het geprogrammeerde cyclusnummer is de omrekening direct actief totdat deze weer wordt geannuleerd met dezelfde cyclus. Tussen dit in- en uitschakelen van de omrekening volgt de geprogrammeerde bewerking, met eventueel toepassing van radiuscorrectie RL/RR.

Het is handig om de bewerking volgens de tekeningmaten, eerst in een label op te nemen en na ingaven van de omrekencyclus, het label/bewerking uit te voeren.

De omrekenfuncties werken ook gecombineerd, echter door parameterinstellingen kan de uitwerking van CYCL DEF 19 specifiek worden bepaald. Met CYCL DEF 247 kan het machinenulpunt tijdelijk worden verlegd, waarop de nulpuntverschuiving CYCL DEF 7 werkt.



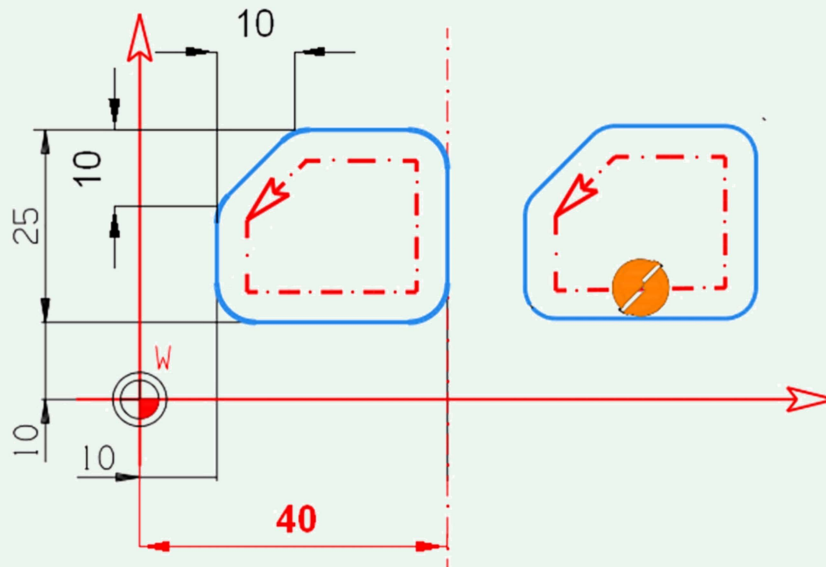
Figuur 85 Voorbeelden spiegelen, nulpuntverschuiving, roteren en schalen

Nulpuntverschuiving CYCL DEF 7 (I)

Met de lokale nulpuntverschuiving: CYCL DEF 7 NULPUNT, kan elke freesbewerking op een andere positie worden uitgevoerd of herhaald.

We programmeren hieronder de X verschuiving t.o.v. het afgestelde actuele nulpunt W.

In het voorbeeld volgt daarna de bewerking met instelling van de coördinaten vanuit dit nieuwe nulpunt. De verschuiving annuleren we erna met X0 in CYCL DEF 7.



Figuur 86 Nulpuntverschuiving X40

Voorbeeld Frezen van twee uitsparingen op steek 40 mm

```

OBEGIN PGM 100 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+70 Y+45 Z+0
3 TOOL CALL 8 Z S3750 F500 DL+0 DR+0
4 L X+25 Y+22.5 R0 FMAX M03
5 L Z+2 FMAX M08
6 ;TWEESNIJDER 8 MM
7 CALL LBL 1
8 CYCL DEF 7.0 NULPUNT
9 CYCL DEF 7.1 X+40
10 CYCL DEF 7.2 Y+0
11 CALL LBL1
12 CYCL DEF 7.0 NULPUNT
13 CYCL DEF 7.1 X+0
14 CYCL DEF 7.2 Y+0
15 L Z+150 FMAX M9
16 L M30
17 LBL1
18 L X+25 Y+22.5 Z2 FMAX
19 L Z-10 F200
20 L Y+10 RL F500
21 L X+40
22 L Y+35
23 L X+20
24 L X+10 Y+25
25 L Y+10
26 L X+26
27 L X+25 Y+22.5 R0
28 L Z+2 FMAX
29 LBL0
30 END PGM 100 MM

```

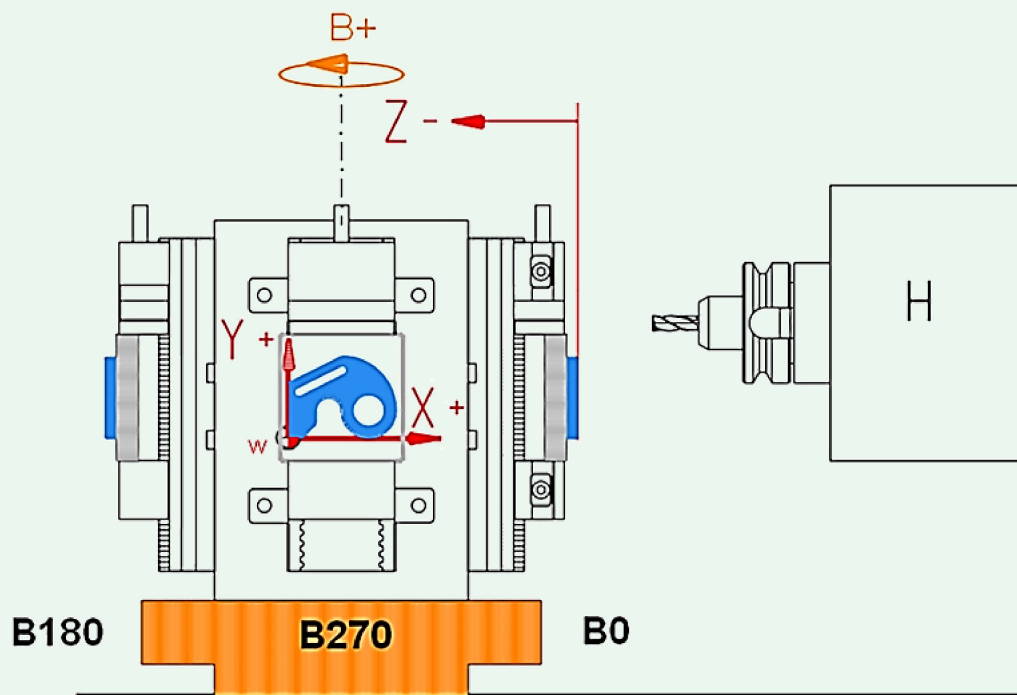
Programmeren op spantoren

Programmeer (zonder cyclus) het voorbereiden van gat 25 ± 0.1 mm op positie X60. Y20. (20 mm diep doorlopend). Er zijn vier (4) werkstukken op de zuil opgespannen (1/kant).

Pas labels toe voor het vlakfrezet (T1) en boren (T2). De bewegingen hierin stelt u simpel op met: L (ijlgang en voeding). Neem bij het boren tot een diepte van 5 mm de voeding 60% en daarna 100% tot 30 mm diep. Het ruwe materiaal is $100 \times 80 \times 20$ mm.

Als werkstuknulpunten (#) zijn afgesteld:

W1	=	#55	op	B0
W2	=	#56	op	B90
W3	=	#57	op	B180
W4	=	#58	op	B270



Figuur 88 Pallet met opspantoren met 4-klemmen op een horizontale machine

Opzet controle product

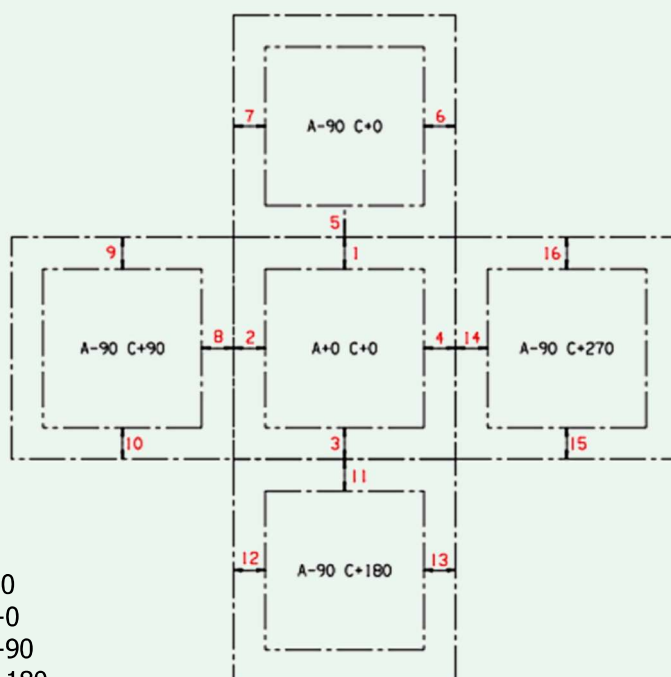
Als informatie geven we hier een eenvoudige methode, om de conditie van de machine-nauwkeurigheid te controleren, met een 5-vlaks bewerking.

Voorbeeld Zwenk-Draaitafel A en C-as. Voor een video impressie:

Voorbeeld 5-Vlaks Controle Freesproef

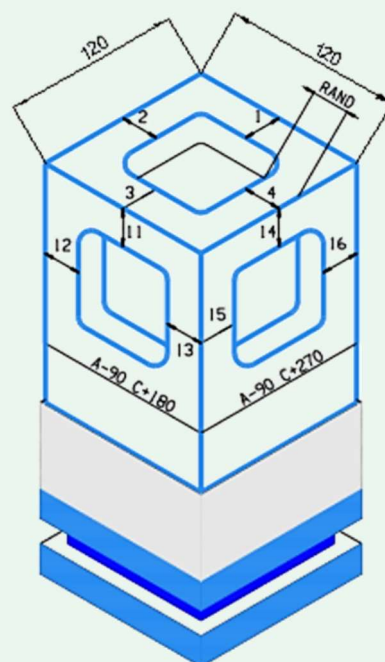
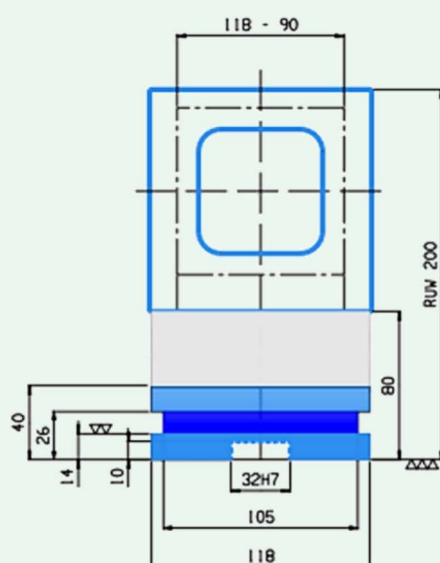
Hiervoor wordt het controle product van $\square 120 \times 200$ in het hart van de draaitafel opgespannen. (op bijv. een 32H7 pen).

De bewerkingen programmeren we in de omtrekvlakken met de zwenktafel op A-90°



Bewerkingsvolgde:

Bovenkant	A+0 C+0
Achterkant	A-90 C+0
Linkerkant	A-90 C+90
Voorkant	A-90 C+180
Rechterkant	A-90 C+270



Figuur 103 Controle werkstuk

Vlakfrez met een spaanvolume

Verspanen we een product met een ingestelde voeding V_f dan verwijderen we materiaal. Het volume hiervan is de hoeveelheid metaal dat per minuut wordt afgevoerd. Dit is een belangrijk gegeven, om te beoordelen hoe productief de freesbewerking wordt gerealiseerd.

In een formule wordt dit volume bepaald door de snede-diepte, snede-breedte en voeding:

$$Q = \frac{a_p \times a_e \times V_f}{1000} \text{ cm}^3/\text{min}$$

Q = spaanvolume in cm^3/min

a_p = snede-diepte in mm

a_e = snede-breedte of freesbaan mm

V_f = freesvoeding in mm/min

Voorbeeld

a_p = 3 mm

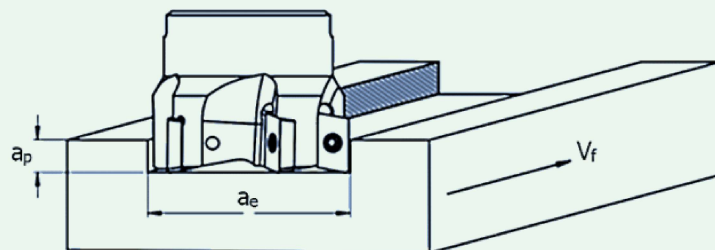
a_e = 45 mm

V_f = 1200 mm/min

$$Q = \frac{a_p \times a_e \times V_f}{1000}$$

$$Q = \frac{3 \times 45 \times 1200}{1000}$$

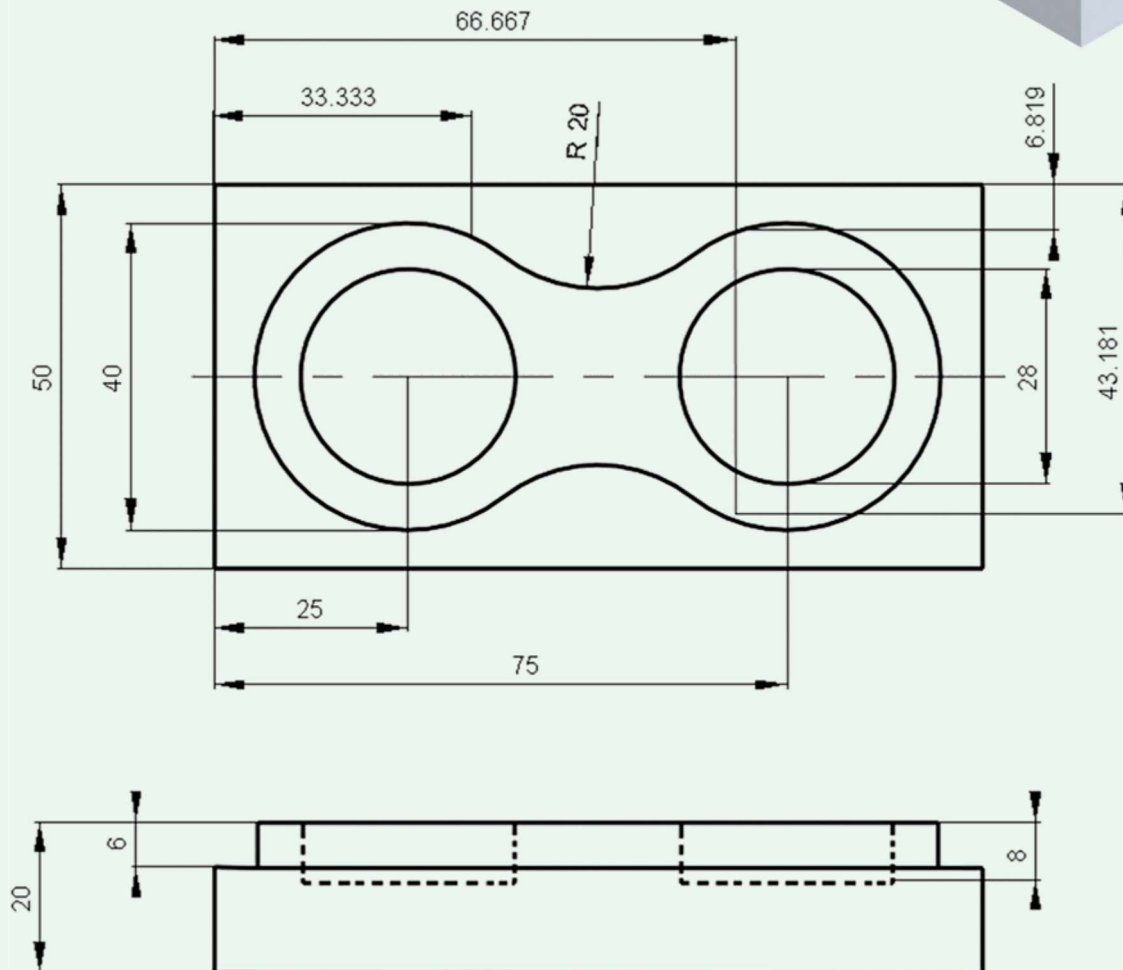
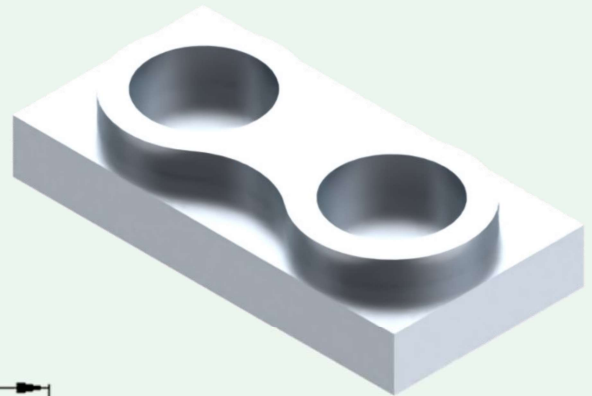
$$Q = 162 \text{ cm}^3/\text{min}$$



Kiest u alternatieven om een bewerking te realiseren, dan is de maatstaf het hoogst haalbare metaal volume dat kan worden verspaand.

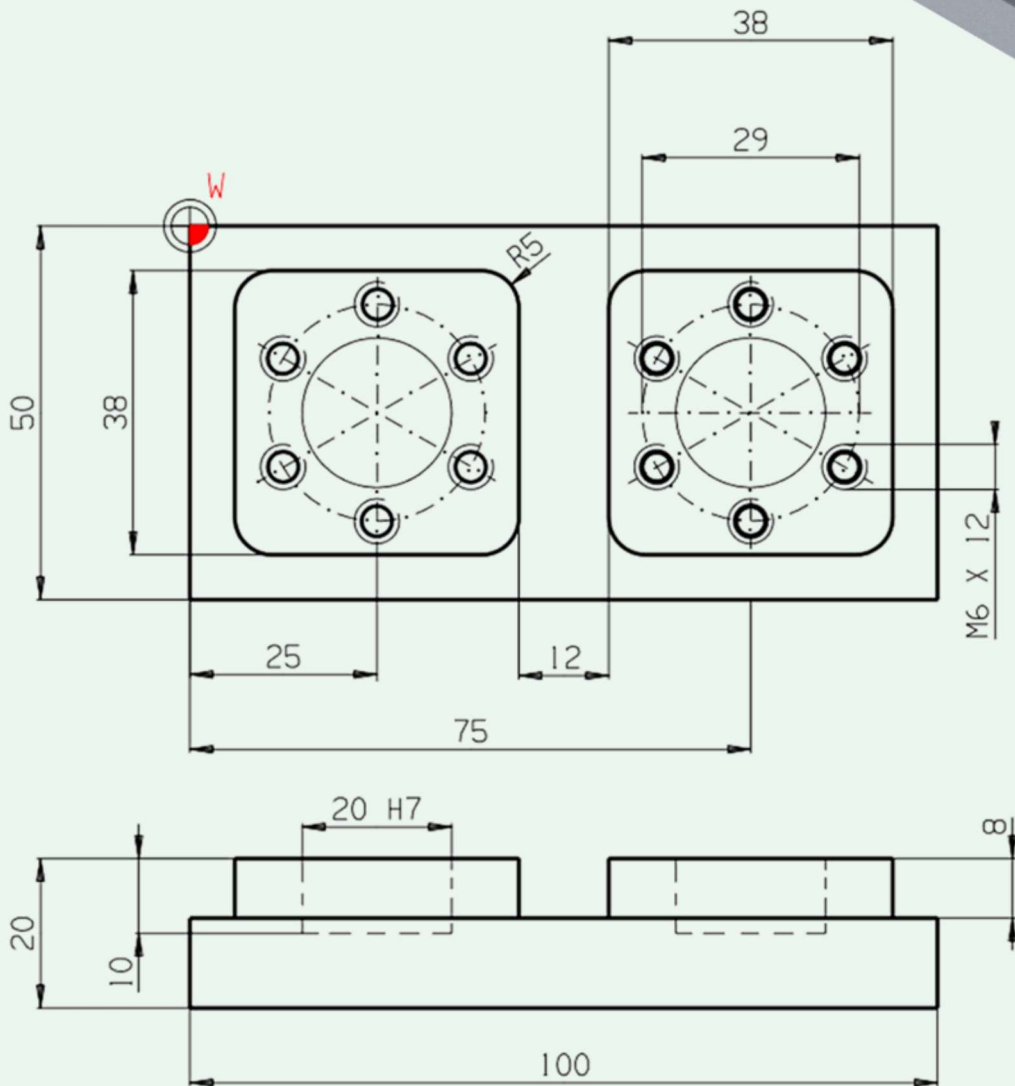
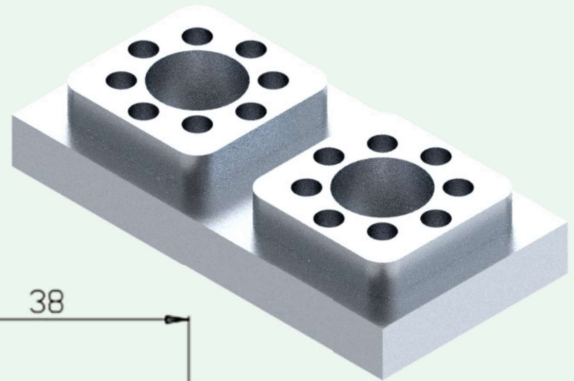
Maatvoering NC2

Vervaardig op uw machine dit werkstuk.
Bepaal zelf de boring en diepte toleranties.
Kies nulpunt op de hoek linksboven.



Maatvoering NC8

Vervaardig op uw machine dit werkstuk.





HEIDENHAIN Instructieboek CNC Frezen

Dit instructieboek vormt een handleiding bij CNC-freesmachines met HEIDENHAIN-besturing. Hieruit leert u de functies en mogelijkheden kennen, om de meeste verspaningen te kunnen programmeren en in te stellen.

De CNC-scholingen met het oorspronkelijke dictaat van de auteur, vormde al jarenlang de basis bij ingebruikname van nieuwe en bestaande CNC-freesmachines met allerlei producten en toepassingen, die hij als praktijkinstructeur in de industrie heeft mogen realiseren.

Met de gegeven uitleg krijgt u snel een overzicht van de opzet, werkwijze en mogelijkheden van machines met HEIDENHAIN-besturing. De verzamelde kennis in dit boek maakt het inwerken op deze besturing een stuk gemakkelijker.

Het "Verspanersforum" initieerde het idee, om dit instructiemateriaal in deze vorm aan te bieden en zo kennis en ervaring te bundelen voor de toekomstige CNC verspaners.

Dit instructieboek kan ook dienen als basisnaslagwerk op de werkplek, bij alle bekende merken CNC-freesmachines en bewerkingscentra, met hier en daar een aantekening over specifieke verschillen.

De praktische opzet, doormiddel van verklarende teksten met figuren en reële voorbeelden, biedt de basis aan, om ook zelf te oefenen en zo met een CNC-freesmachine te leren werken.

De auteur heeft veel van zijn ervaring met diverse machines en gereedschappen verwerkt.

Uitgever: CNC Instructie Buro, Schuurbiërs



ISBN 978-94-90020-05-7

