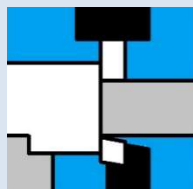


FANUC Instructieboek CNC Frezen



ing. P.J.F. Schuurbiers

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

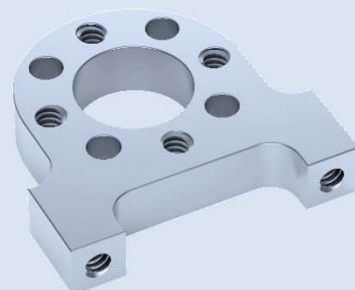
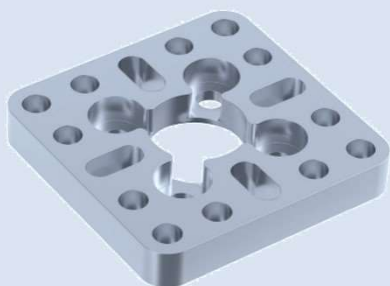


Productie methode

Een CNC-Freesmachine die veel voorkomt in de productietechniek, betreft de 3-assige verticale machine met automatische gereedschapswisselaar en Fanuc-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.



Fanuc Instructieboek CNC Frezen



*Eerste uitgave november
Tiende uitgave bijgewerkt
Tiende uitgave, bijgewerkt*

*2008 Print versie
2022 Digitale versie
2024 Digitale versie*

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

Titel

Fanuc Instructieboek CNC FREZEN

ISBN

ISBN 978-94-90020-01-9 / NUR 171

Uitgever

CNC Instructie Buro

Website

www.cncinstructieburo.nl

Auteur

ing. P.J.F. Schuurbijs

Copyright tekst en afbeeldingen

De Auteur

Nabestellen

Op de site van de uitgever

Contact

info@cncinstructieburo.nl

Andere boeken van de auteur vindt u [hier](#)

Fanuc Instructieboek CNC DRAAIEN

Fanuc CNC Guide FREZEN

Fanuc CNC Guide DRAAIEN

Heidenhain Instructieboek CNC FREZEN

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 FANUC-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 Verticale of Horizontale CNC-freesmachine. Dit noemen we ook wel een 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 dictaat, vormde al jarenlang de basis bij ingebruikname van nieuwe en bestaande CNC-machines, waarmee ik allerlei producten en toepassingen, als praktijkopleider 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 FANUC-besturing. Dit laatste geldt ook voor de vergelijkbare standaard ISO-code, zoals we die op diverse machinemerken tegenkomen. De verzamelde kennis in dit boek maakt het inwerken op de machines met deze besturingen een stuk gemakkelijker.

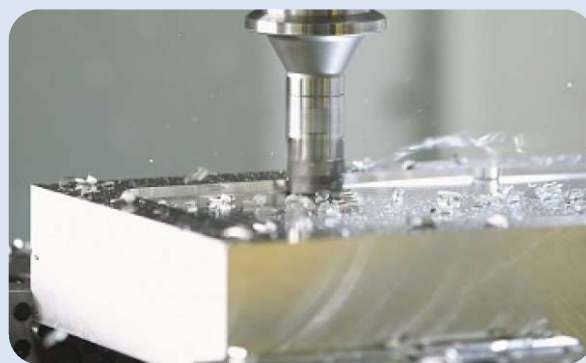
Dit instructieboek vormt ook het naslagwerk op de werkplek, bij alle bekende merken CNC-freesmachines, met hier en daar uw aantekening over specifieke verschillen in bijvoorbeeld M-codes. De aanduidingen van de behandelde bedieningstoetsen en schermtaal zijn door mij in het Engels vermeld om onduidelijkheden in verschillende vertalingen te voorkomen.

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 Schuurbiërs



Handige computersoftware

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

CNC Simulator Pro

Met dit softwareprogramma werkt u op een 3D Virtuele CNC freesbank. Hierop wordt de bewerkingafloop, met het zelfgemaakte CNC-programma getoond. Eventuele fouten worden opgespoord in de machine simulatie. Een machinecrash kan zo worden voorkomen. Hiermee kan reële ervaring worden opgedaan met het programmeren en werken op CNC-freesmachines. Ook uw **macroprogramma's** kunt u testen, wijzigen en grafisch controleren.

Een compleet programmeerpakket voor freesmachines als aanvulling op dit instructieboek met veel voorbeelden en simulaties van de praktijkwerkstukken uit dit boek.

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.

Macroprogramma's

Bewerkingmacro's zoals in dit boek beschreven, zijn kosteloos op te halen van de website www.cncinstructieburo.nl zonder enige verplichting en dienen als aanvulling op dit instructiemateriaal.

Ga naar de Download pagina en kies: FANUC Macro Constructies CNC Frezen.

Meer instructiemateriaal op: www.cncinstructieburo.nl

<i>Verantwoording</i>	5
<i>Inleiding</i>	6
<i>Software Tools</i>	7
<i>Scholingsprogramma</i>	12
<i>Machine Concept</i>	13
<i>Machine Voorstelling</i>	14
<i>Fanuc</i>	15
<i>Werkvoorbereiding</i>	16
<i>Gereedschappenlijst</i>	17
<i>Gereedschap afbeeldingen</i>	18
<i>X-Y-Z Coördinaten</i>	19
<i>X-Y-Z Assenstelsel</i>	20
<i>Machinenulpunt</i>	20
<i>Nulpunten G54 - G59</i>	22
<i>Gereedschap Instelgegevens</i>	23
<i>Gereedschap Afstellen</i>	24
<i>Elektronische Toolsetter</i>	26
<i>A as</i>	29
<i>B as</i>	30
<i>Oefening 1</i>	31
<i>A+C as Zwenktafel</i>	32
<i>5 Assige Machine</i>	33
<i>Absolute Programmering G90</i>	34
<i>Oefening 2</i>	35
<i>Incrementele Programmering G91</i>	36
<i>Oefening 3</i>	37
<i>Inch of MM</i>	38
<i>Programma Nummer en Tekst</i>	39
<i>Programma Indeling</i>	40
<i>Oefening 4</i>	41
<i>Programma Opbouw</i>	42
<i>Programma Formaat</i>	43
<i>Functie Modaal</i>	44
<i>G-Code Functies</i>	45
<i>M-Code Functies</i>	47
<i>Gereedschap Wisselen</i>	48
<i>Oefening 5</i>	49
<i>Pallet Wisselen</i>	50
<i>Bediening FANUC</i>	54
<i>Bediening Machine</i>	55
<i>Scherf Weergave</i>	56
<i>Edit Functies</i>	57
<i>Programma Ingeven</i>	58
<i>Oefening 6</i>	59
<i>Grafische Weergave</i>	60

<i>Elektronische meettaster (optie)</i>	61
<i>Nulpunten Afstellen</i>	63
<i>Standtijdbewaking</i>	68
<i>Grafische Weergave</i>	70
<i>Interpolatie functies</i>	71
<i>Baanfuncties</i>	72
<i>Lijn Frezen G0, G1</i>	73
<i>Oefening 7</i>	74
<i>Radiuscorrectie G41, G42</i>	75
<i>Oefening 8</i>	86
<i>Boog Frezen G2, G3</i>	87
<i>Rond Frezen G2, G3</i>	88
<i>Oefening 9</i>	89
<i>Afschuinen en afronden ,R en ,C</i>	90
<i>Oefening 10</i>	91
<i>CAD/DXF/STEP/CAM formaten</i>	92
<i>Helix Frezen</i>	93
<i>Draadfrezen</i>	94
<i>Cilindrisch Frezen G107</i>	99
<i>Freeswerk Kwaliteit</i>	102
<i>Graveer Freeswerk</i>	103
<i>24/7 Productie</i>	104
<i>Multi-Task Machines</i>	105
<i>Bewerkingscycli</i>	107
<i>G73 Boorcyclus</i>	112
<i>G81 Boor/Voorkottercyclus</i>	113
<i>G82 Boorcyclus</i>	114
<i>G83 Boorcyclus</i>	115
<i>Oefening 11</i>	116
<i>G74 Tapcyclus</i>	117
<i>G84 Tapcyclus</i>	118
<i>G74/G84 Rigid Tapcyclus</i>	119
<i>G85 Springkop Tapcyclus</i>	120
<i>Oefening 12</i>	121
<i>G76 Finish kottercyclus</i>	122
<i>G85 Ruim/Finish kottercyclus</i>	123
<i>G86 Finish Kottercyclus</i>	124
<i>G87 Achterverzinken</i>	125
<i>G88 Hand Kottercyclus</i>	126
<i>G89 Finish Kottercyclus</i>	127
<i>Macro Programmering</i>	128
<i>Oefening 13</i>	140
<i>Fanuc CNC Guide</i>	141
<i>Ruwdeelvorm (Guide)</i>	142

<i>Boren op coördinaten (Guide)</i>	143
<i>Boren op steekcirkel (Guide)</i>	144
<i>Freescyclus (Guide)</i>	145
<i>Kamer voorfrezen (Guide)</i>	146
<i>Kamer bodem nafrezen (Guide)</i>	147
<i>Kamer omtrek nafrezen (Guide)</i>	148
<i>Gat voorfrezen (Guide)</i>	149
<i>Gat bodem nafrezen (Guide)</i>	150
<i>Gat omtrek nafrezen (Guide)</i>	151
<i>Oefening (Guide)</i>	152
<i>Positie Omrekening</i>	153
<i>Spiegelen G50.1, G51.1</i>	154
<i>Schaalfactor G50, G51</i>	156
<i>Lokale Nulpuntverschuiving G52</i>	157
<i>Oefening 14</i>	159
<i>Rotatie G68, G69</i>	160
<i>Oefening 15</i>	161
<i>Bewerkingsvlak zwenken G68.2</i>	162
<i>Zwenken met freeskop</i>	166
<i>5-Vlaks bewerking</i>	167
<i>Oefening 16</i>	170
<i>4-Assig Simultaanfrezen</i>	171
<i>5-Assig Simultaanfrezen</i>	172
<i>5-Vlaks Controle Freesproef</i>	173
<i>Offsetdata Inlezen G10</i>	177
<i>Parameter Instelling</i>	178
<i>Communicatie</i>	181
<i>Keuze van snijgegevens</i>	183
<i>Vlakfrezen</i>	185
<i>Aanwijzingen voor het Vlakfrezen (1-3)</i>	188
<i>Instructie werkstukken</i>	191
<i>Virtuele CNC Machine simulaties</i>	192
<i>Praktijkoefening NC1</i>	193
<i>Praktijkoefening NC2</i>	194
<i>Praktijkoefening NC3</i>	195
<i>Praktijkoefening NC4</i>	196
<i>Praktijkoefening NC5</i>	197
<i>Praktijkoefening NC6</i>	198
<i>Praktijkoefening NC7</i>	199
<i>Praktijkoefening NC8</i>	200
<i>Praktijkoefening NC9</i>	201
<i>Praktijkoefening NC10</i>	202
<i>Praktijkoefening NC11</i>	203
<i>Praktijkoefening NC12</i>	204
<i>Bijlage A</i>	205
<i>Bijlage B</i>	208

<i>CNC-Programma's</i>	213
<i>Oplossingen oefeningen</i>	214
<i>Oplossing NC1</i>	230
<i>Oplossing NC2</i>	231
<i>Oplossing NC3</i>	232
<i>Oplossing NC4</i>	233
<i>Oplossing NC5</i>	234
<i>Oplossing NC6</i>	235
<i>Oplossing NC7</i>	236
<i>Oplossing NC8</i>	237
<i>Oplossing NC9</i>	238
<i>Oplossing NC10</i>	239
<i>Oplossing NC11</i>	240
<i>Oplossing NC12</i>	241
<i>Voorbehoud</i>	242

Advies

Stel een training samen met onderwerpen uit de volgende vijf (5) instructiemodules. Dit boek vormt daarbij de basis om deze scholing 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, absolute programmering, lineaire en circulaire interpolatie, gereedschapsgegevens, afronden, fasen, contourprogrammering, gereedschapscorrecties, contourfrezen, M- en S- functies, nulpuntverschuiving en programmeren met onderprogramma's.

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 als bijscholing, om met het personeel de eigen inzichten, kennis en ervaring op de praktijk af te stemmen. Hierbij worden praktische toepassingen geoefend inclusief de bewerkingstechnieken die daarbij met de besturing op de CNC-machines aanwezig zijn. 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, instellen en produceren met uw machine.

Deze cursus is bedoeld voor deelnemers die hun CNC machine 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.

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 bewerkingscentra, 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
- Macro programmering
- Draadfezen
- CNC (Manual) Guide Mill
- 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 programmeervoorbeelden, 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.

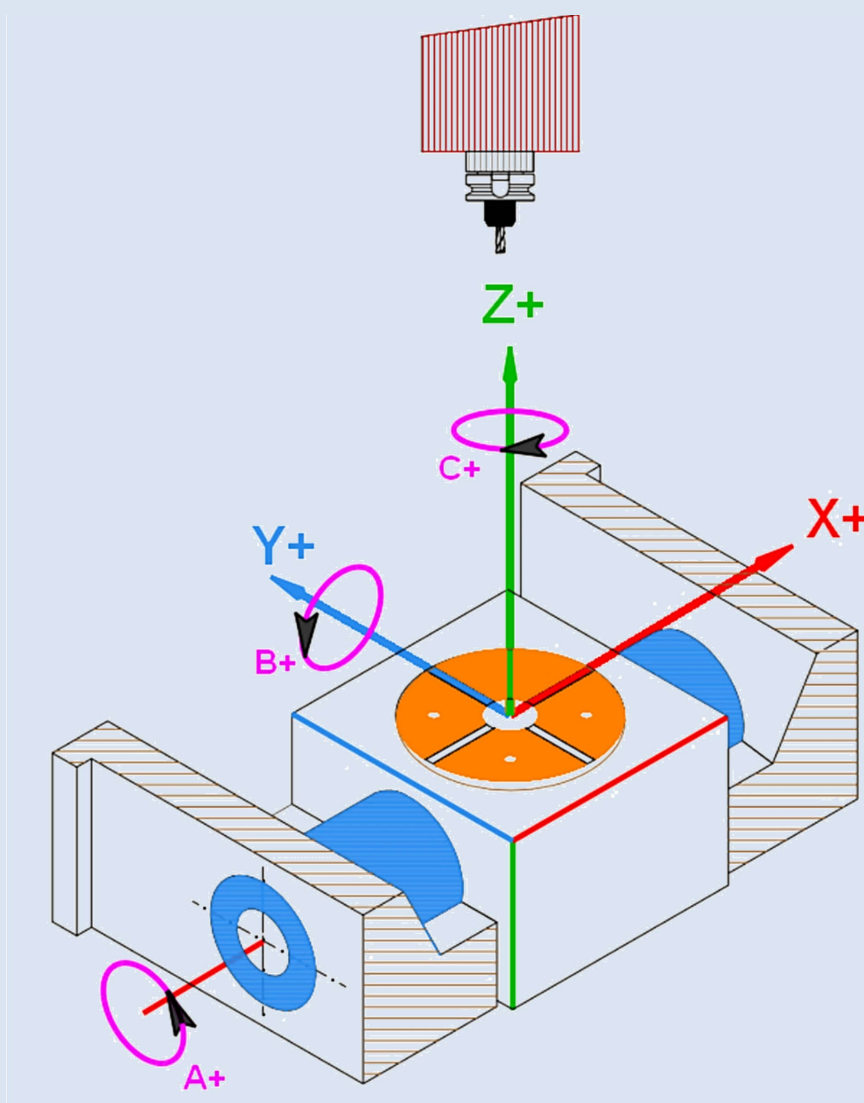
Het werken met opgebouwde of geïntegreerde draaitafels die als A, B of C-as worden bestuurd, komen daarbij ook voor.

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.

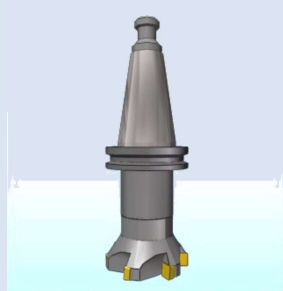


Figuur: Schematische voorstelling 5-assig verticaal bewerkingscentrum (XYZAC)

Gereedschappen set

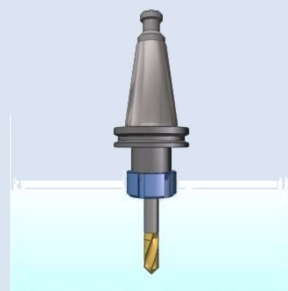
Wij hebben al een basis set gereedschappen samengesteld om uit te kiezen. Om de gegevens over al uw gereedschappen vast te leggen, bestaan verschillende mogelijkheden w.o. software programma's. De gegevens omvatten o.a. afbeeldingen, de machineopname, de voorraad in de werkplaats, leveranciers etc.

Hier een voorbeeld van enige afbeeldingen die in gereedschapsbladen kunnen worden opgenomen.



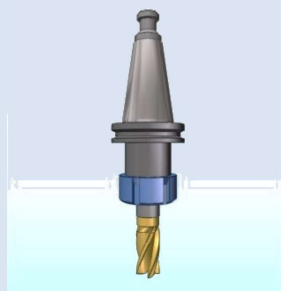
T1 Vlakfrees 63 mm

S 3000 omw/min
F 750 mm/min



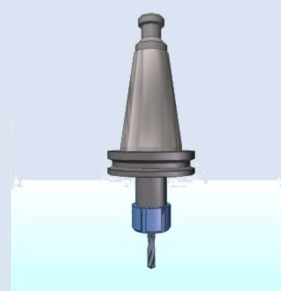
T2 Centerboor 12 mm

S 3000 omw/min
F 300 mm/min



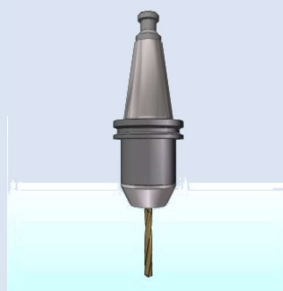
T10 Ruwfrees 16 mm

S 3000 omw/min
F 450 mm/min



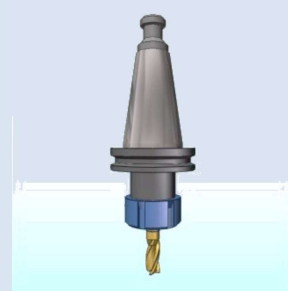
T5 Boor 5 mm

S 2500 omw/min
F 200 mm/min



T6 Boor 6.6 mm

S 2500 omw/min
F 200 mm/min



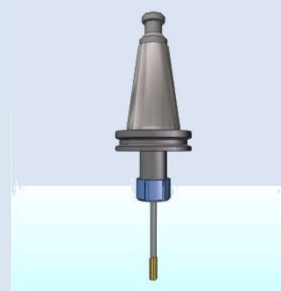
T9 Ruwfrees 10 mm

S 3750 omw/min
F 500 mm/min



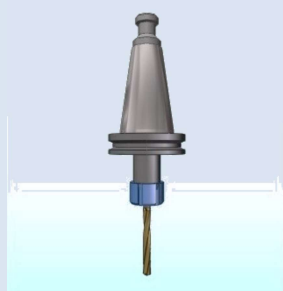
T11 Finishfrees 16 mm

S 3500 omw/min
F 450 mm/min



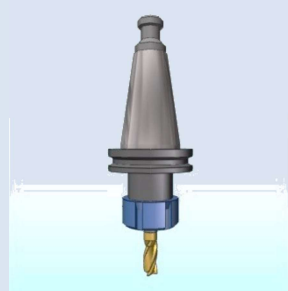
T15 Tap M6x1 mm

S 400 omw/min
F 400 mm/min



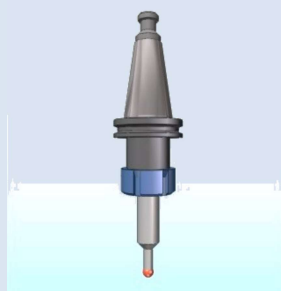
T18 Boor 6 mm

S 2500 omw/min
F 200 mm/min



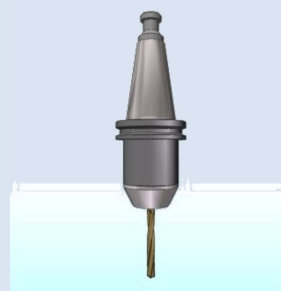
T8 Finishfrees 8 mm

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.

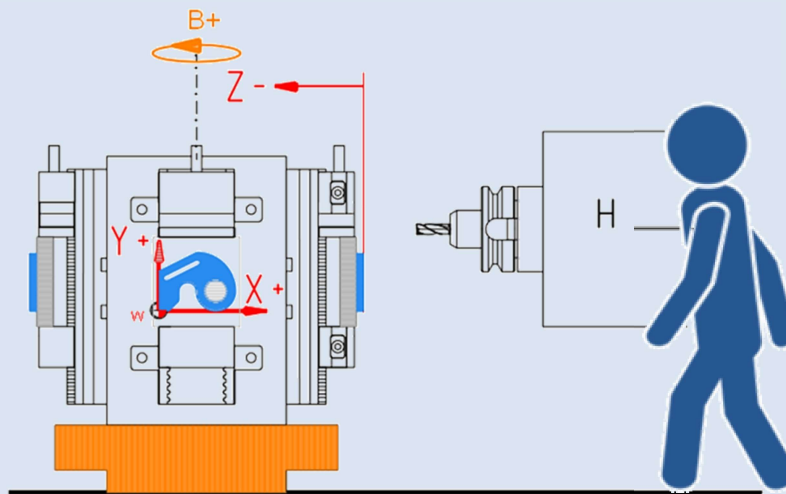
Nadat ook elke gereedschapslengte (onderling verschillend) op dit Z0 vlak is afgesteld (*Hoofdstuk: Gereedschap Afstellen*), programmeren we een frees over of langs de X-Y coördinaten.

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.

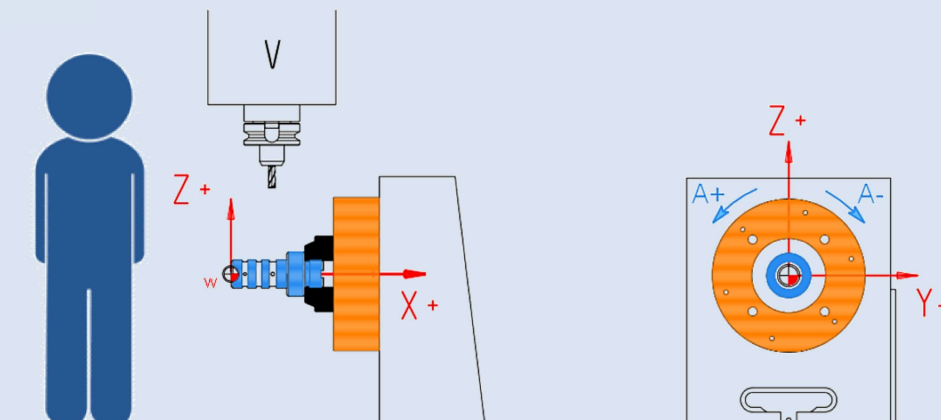
Als we een programma maken, dan gaan we uit van het werkstuknulpunt W op de tekening die voor ons ligt. We programmeren dan vanuit W de verplaatsingen van het gereedschap over de tekening naar een volgende positie in XY. Op een machine waar de tafel de XY beweging uitvoert, is dit in de tegenovergestelde richting van XY, dus niet redeneren vanuit de machine bewegingen.

Figuur 2

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 bediening



G54 - G59 (G54.1 P1 - G54.1 P48)

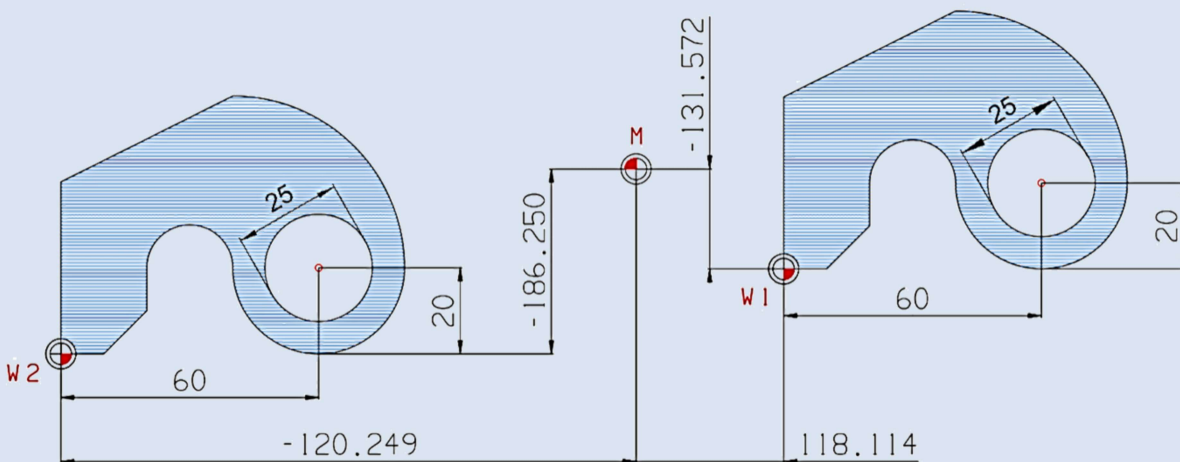
De afstelmaten van de werkstuknulpunten **W** kunnen worden bepaald t.o.v. het vaste machinenuipunt **M**. In de tabel met nulpuntverschuivingen kunnen we deze invoeren/opslaan. Bijvoorbeeld voor twee machineklemmen. U kunt dan vanuit het ingestelde werkstuknulpunt per klem programmeren (*Hoofdstuk: Nulpunten Afstellen*).

De tabel met nulpuntverschuivingen kunt u met de toets: **OFFSET** benaderen.

Voorbeeld: Nulpuntentabel

In het scherm: *Work Zero Offset*, lezen we de nulpunten No.01 en No.02 af.

WORK ZERO OFFSET		O7001 N00000	
Current offset: G54			
No.00 (COMMON)	No.01 (G54)	No.02 (G55)	enz. tot No. 48
X 0	X +118.114	X -120.249	
Y 0	Y -131.572	Y -186.250	
Z 0	Z 0.000	Z 0.000	
B 0	B 0.000	B 0.000	



Figuur 3 Afstelmaten voor W 1 en W 2 op een machine (M ligt hier fictief in het midden van het bereik)

De eerste zes werkstuknulpunten No.01 - 06, worden geprogrammeerd met de code G54 - G59 of met G54.1 P1 - G54.1 P48, voor 1-48 nulpunten (optie). Als we het 1^e werkstuknulpunt activeren met G54, dan worden daarna alle verplaatsingen van hieruit ingesteld. Het nulpunt No.00 verschuift het machinenuipunt (keuze code G53), wat u niet zomaar moet toepassen, omdat dit gevaarlijk kan zijn omdat alle bestaande nulpunten mee verschuiven. Dus zet in de registers een 0

Voorbeeld: G54

N32 G0 **G54** X60 Y20

In deze programmaregel wordt naar de positie: X60 Y20, van het rechter werkstuk (t.o.v. W1) geprogrammeerd. Vervang je G54 door G55 dan wordt dit het linker werkstuk (t.o.v. W2).

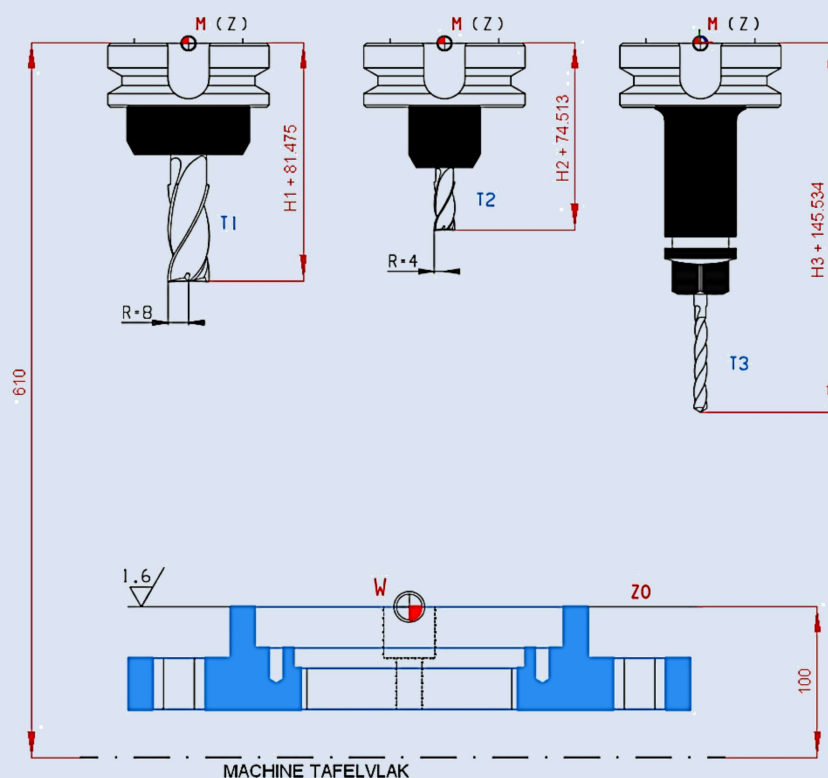
Voorinstel methode

Met een voorinstelapparaat, meten we nu buiten de machine, eerst de werkelijke uitsteek-lengte en de radius van alle gereedschappen op. De lengte meten we op vanuit het referentiepunt op de gereedschapshouder. Na opname hiervan in de spilneus, komt dit overeen met M. De gemeten instelwaarden kunnen nu direct (of online) in de gereedschappentabel worden overgenomen.

In dit systeem werken we met een **positieve** lengtewaarde, om de punt van het snijgereedschap boven op het afstelvlak Z0, dus ook op het nulpunt W in Z as te programmeren.

Hiervoor moet in de Z-as vóóraf het machinenulpunt M naar het afstelvlak ($W=Z_0$) worden verlegd. In dit voorbeeld door bijv. **G54** waarin de verschuiving met $Z-610+100=Z-510$ mm is ingegeven. Op de machine bepalen we deze verschuiving eenvoudig met een meettaster. In de eerste Z-as beweging van het gereedschap, na de geactiveerde nulpuntverschuiving G54, wordt ook de positieve lengtecorrectie geprogrammeerd (bijv. G0 **G43 H01 Z3**). Dit moet dus na elkaar gebeuren als de tool wordt opgestart d.w.z. G54 moet al actief zijn in het programma.

Tijdens programma-afloop wordt ter informatie in het beeldscherm de actuele **H**-code aangegeven.



Figuur 5 Gereedschapslengte in het voorinstelsysteem

Theoretisch verlegt de besturing door G54 het machinenulpunt M in Z as met -510 mm (volgens de nulpuntentabel), tot op het werkstukoppervlak ($W=Z_0$). In de eerste Z-as beweging van de tool erna, met G43 H01 Z3, wordt de tool gelijktijdig teruggetrokken met de eigen lengtemaat, zodat deze precies op de geprogrammeerde Z positie komt te staan ($T1: -510+81.476+3=Z+3$).

Informeer bij uw leverancier naar de aanschaf van een gereedschap voorinstelapparaat.

Toolsetter (optie)

De gereedschapslengte wordt bepaald met de toolsetter. Hiervoor starten we een automatische afstelcyclus, welke als macroprogramma (bijv. O9010) in de besturing is terug te vinden. Deze afstelcyclus roepen we op met een programma of in handingave (MDI).

Voorbeeld 1: Gereedschapslengtemeting

In dit voorbeeld wordt na de meting van de gereedschapslengte de uitkomst automatisch in de offsettabel geschreven (H9).

```
N2 T9 (FREES 10 MM)
N3 M6
N4 S300 M4
N7 G65 P9010 H9
N8 G0 Z150.
```

Voorbeeld 2: Gereedschapslengtecontrole

In dit voorbeeld wordt met een controlemeting van de gereedschapslengte, de uitkomst automatisch vergeleken met de waarde in de offsettabel (H9). Indien de nu werkelijk gemeten lengte H9 met meer dan 0.1 mm (Q) afwijkt, wordt het gereedschap geparkeerd en volgt een alarm: GEBROKEN-TOOL.

```
N2 T9 (FREES 10 MM)
N3 M6
N4 S300 M4
N7 G65 P9010 H9 Q0.1 S10
N8 G0 Z150.
```

Betekenis:

G65 = Macroprogramma oproepen
P9010 = Macroprogramma nummer

Argumenten:

H9 = Gereedschapslengte offsetnummer
Q0.1 = Gereedschapslijtage criterium in mm
S10 = Gereedschapsdiameter frees in mm (boor=0)

Let op:

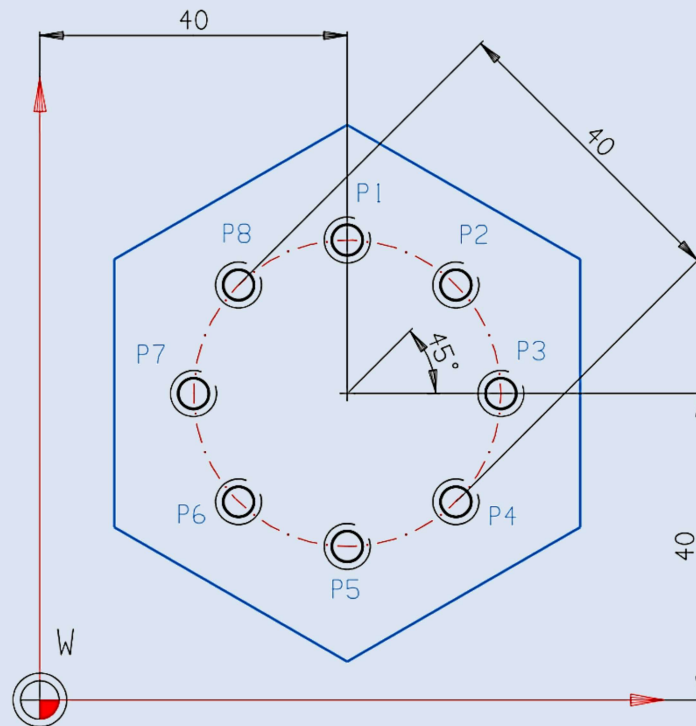
Fabrikanten van toolsettersystemen kunnen u verder documenteren over de volledige mogelijkheden. Daarbij hoort een pakket macroprogramma's die voor de betreffende besturing zijn ontwikkeld. Ook is de ondersteuning met bedieningsvriendelijke functies om de taster te kalibreren en te gebruiken te installeren. De toolsetterprogramma's werken met macrovariabelen #500 tot #510 om de instelling van de tasterstift te waarborgen of meetgegevens veilig op te slaan.

(Hoofdstuk Macroprogramming:

De common variabelen niet in uw macroprogramma's toepassen, bijvoorbeeld: #500-#510).

Steekcirkel programmeren (absoluut)

Noteer alle posities P1 tot en met P8 in absolute coördinaten.



	W	X0	Y0	Z3
G90	P1			
	P2			
	P3			
	P4			
	P5			
	P6			
	P7			
	P8			

Hoofd- en Onderprogramma

Soms is een korter CNC-programma mogelijk, als we bewerkingen in een **onderprogramma** opnemen. Deze kunnen in het **hoofdprogramma** meerdere keren worden herhaald of in andere hoofdprogramma's nog van pas komen. Bijvoorbeeld als we op hetzelfde gatenpatroon moeten centreren, boren en of tappen (onderprogramma met de coördinaten). Of als een contour voor en na moet worden gefreesd (onderprogramma met de contourbeschrijving). Ook als bewerkingen op meerdere machineklemmen moeten worden herhaald past men onderprogramma's toe. Ook het onderprogramma kan zichzelf herhalen door het aantal doorlopen (L) te programmeren.

Voorbeeld: *Hoofd en onderprogramma*

N1 **O11 (HOOFD PGM 11)**
 N2 G21
 N3 T1 M6 (FREES 10)
 N4 G0 G54 G90 X0 Y0 S1500 M3
 N5 G0 G43 H1 Z3. M8
 N6 **M98 P22 L1**
 N7 G0 X80 Y0
 N8 **M98 P22 L1**
 N9 M6
 N10 **M30**

N101 **O22 (ONDER PGM 22)**
 N102 G1 Z-5. F250.
 N103 G1 G91 X20. F500.
 N104 G1 Y20.
 N105 G0 G90 Z3
 N106 **M99**

Betekenis:

N6	M98	= Onderprogramma oproepen	
N6	P22	= OnderProgramma nummer: 22	(Kies: 1 - 9999)
N6	L1	= Aantal keer doorlopen: 1	(Kies: 1 - 99)
N10	M30	= Einde hoofdprogramma	
N106	M99	= Einde onderprogramma	

Op de betekenis van de overige coderingen in dit programma komen we nog terug.

Eerst wordt het hoofd- en daarna het onderprogramma ingegeven. Je kunt verschillende onderprogramma's in hetzelfde hoofdprogramma opgeroepen. Tot maximaal 5 keer kun je vanuit een onderprogramma weer naar een nieuw onderprogramma gaan (nesting). Onderprogramma's kunnen soms ook in andere hoofdprogramma's van pas komen.

Zorg ervoor dat bij programma-opslag, het juiste hoofd- en bijbehorende onderprogramma later zijn terug te vinden. Je kunt ook een bestand opslaan, waarin zowel het hoofd- en onderprogramma staat, met het % teken aan het begin en eind van dit bestand.

Fanuc kent geen LABEL techniek zoals we deze kennen op sommige andere besturingen.

M codetabel (1-1)

M Code systeem:

Fanuc kent standaard M codes en uw machine specifieke M codes. Noteer in de M kolom uw eigen machinecode met de zelfde betekenis.

Modaal:

Functie blijft werkzaam in het programma totdat deze wordt overschreven, in dezelfde betekenis. *Meerdere M codes gelijktijdig in dezelfde regel ingeven niet aanbevolen of mogelijk.*

(1) Dit betreft opties in de machine uitvoering.

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

(3) Extra machinecode

De werkelijke lijst bij uw machine is uitgebreider en afhankelijk van de machine configuratie.

Code	M	Modaal	Betekenis
M0			Vaste programmastop
M1			Keuze programmastop (Knop aan)
M3		X	Spilstart rechtsom
M4		X	Spilstart linksom
M5		X	Spilstop
M6			Gereedschapswisselen
M7		X	Mistkoeling aan (1) (2)
M8		X	Vloeistofkoeling aan
M			(3)
M9		X	Koeling uit
M10		X	B-as klemming vast (M12 A/C-as) (2)
M			(3)
M11		X	B-as klemming los (M13 A/C-as) (2)
M			(3)
M19			Spil oriëntatiestop
M30			Einde hoofdprogramma
M32			Breukcontroleschakelaar (1)
M36		X	F %- en S %-knop aan
M37		X	F %- en S %-knop uit
M50		X	Koeling door connector aan (1) (2)
M51		X	Koeling door spil aan (1) (2)
M61		X	Luchtkoeling aan (1) (2)
M68			Pallet naar binnen (2)
M			(3)
M69			Pallet naar buiten (2)
M			(3)
M90			Externe programma keuze (1)
M98			Onderprogramma starten
M99			Einde onderprogramma

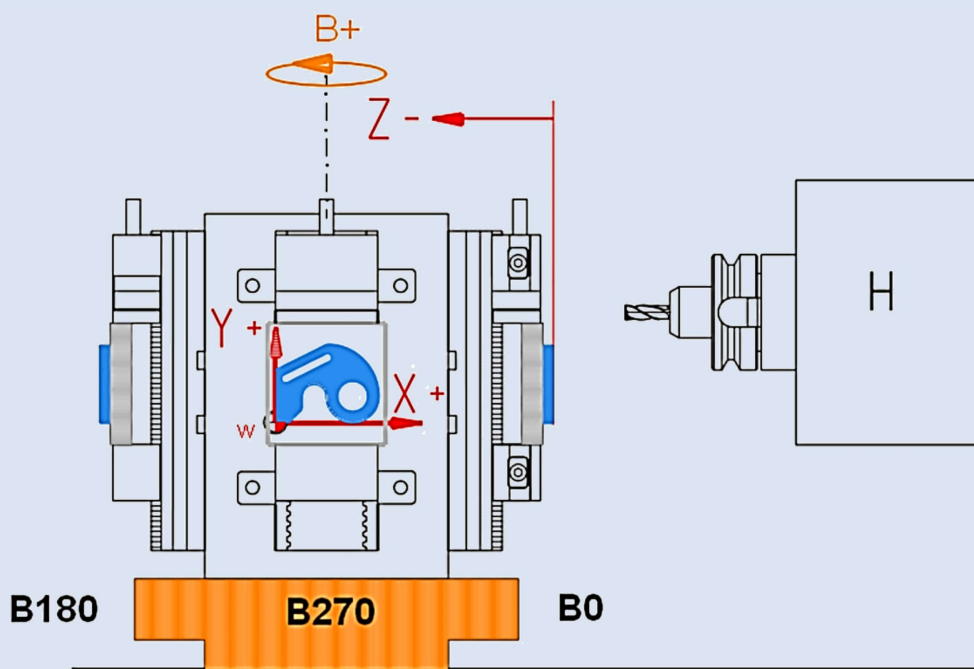
Meervoudige opspanning programmeren

Programmeer (zonder cyclus) met G0 en G1 het voorbereiden van gat 25 ± 0.1 mm (20 mm diep doorlopend) op positie X60. Y20. Er zijn vier (4) werkstukken op de zuil opgespannen (werkstuk afmetingen volgens Figuur 1 op blz.19).

Pas aparte onderprogramma's toe voor het vlakfrezen (T1) en boren (T2). Hierin staan de bewegingen met G0 (ijlgang) en G1 (voeding) voor de verplaatsingen van het gereedschap. Neem bij het boren tot een diepte van 5 mm de voeding 60% en erna 100% tot 30 mm diep. Het ruwe materiaal is 100 x 80 x 20 mm.

Als werkstuknulpunten zijn afgesteld:

W1	=	G55	op	B0	(of G54.1 P1)
W2	=	G56	op	B90	(of G54.1 P2)
W3	=	G57	op	B180	(of G54.1 P3)
W4	=	G58	op	B270	(of G54.1 P4)



Figuur 14 Pallet met opspantoren met 4-klemmen op een horizontale machine

Nieuw programma

Om de **EDIT**-functies te leren kennen, geven we nu de programmaregels in van het programma **7001**, uit oefening 4, blz.41. Toegang tot het programma geheugen is alleen mogelijk in de werkstand: EDIT en als het contactsleuteltje in het veiligheidsslot zit (stand open).

De programmawoorden kun je invoeren en wijzigen met de toetsen:

ALTER (wijzig) **INSERT** (enter) **DELETE** (wissen)

In plaats van deze tekst komen ook symbolen voor met dezelfde betekenis.



We drukken nu op de toets: **PROG.**

Op de hulpregel, onder in het scherm, typen we nu eerst het programmanummer in:

O7001 of **:7001**

Neem dit over in het EDIT-schermboven met: **INSERT**

Toets nu apart het einde van het regelteken in (End Of Block): **;**

Toets: **EOB/;**

Neem dit teken over in het EDIT-schermboven met: **INSERT**

Ga nu eerst met de cursor op het programmanummer staan, en type de naam in.

(PART No. 2250-001/23)

Neem dit over achter het programmanummer: **INSERT**

Elke volgende regel moet met het **EOB** teken worden afgesloten.

Betekenis eerste programma regel:

O7001 (PART NO. 2250-001/23);

%	= Door besturing zelf aangegeven teken (geheugen open)
O7001	= Programmanummer: 7001
(PART NO.)	= Programmanaam: PART NO. 2250-001/23
;	= Einde regel teken EOB: ;
%	= Door besturing zelf aangegeven teken (geheugen sluiten)

Maak de oefening op de volgende pagina om het gehele programma in te voeren.

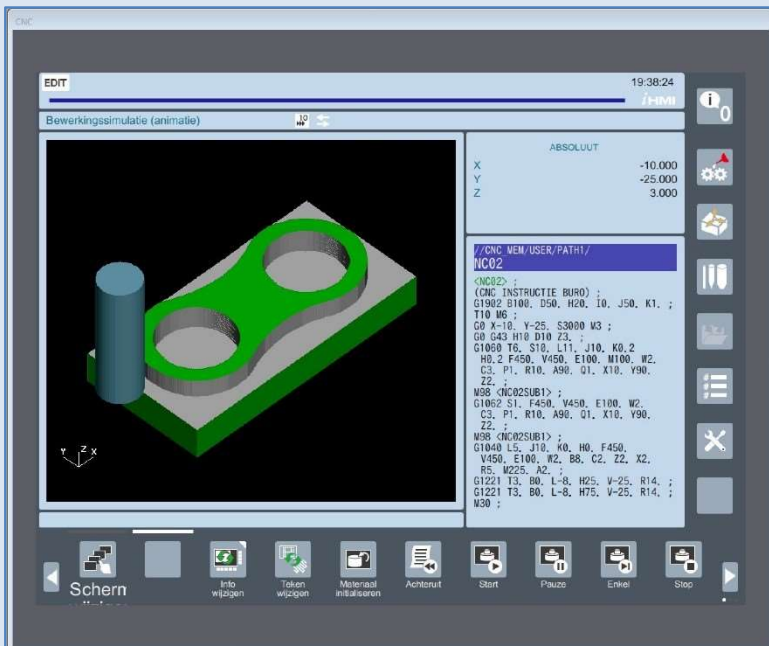
Stippelgrafiek 2D (optie)

Gegevens voor de grafische weergave van de werkstukbewerking kunnen worden ingevoerd in het scherm met de GRAPH-parameters. Verplaatsingen in ijlgang zien we dan als stippelijnen en voeding als constructielijnen. Deze grafische weergave is de oude werkwijze voor controle tijdens programma-afloop (type A) of vooraf (type B). Product afmetingen worden in 1/1000 mm eenheden in het instelscherm bepaald (versie verschil).

Volumegrafiek 3D (optie)

De ingave van ruwe materiaalafmetingen kunnen worden geprogrammeerd voor een 3D volume grafiek, in de huidige weergave van CNC Guide (optie). Daarbij is ook de weergave van het gereedschap **type** mogelijk gemaakt (*Hoofdstuk: CNC Guide*).

Fanuc CNC Guide simulatie

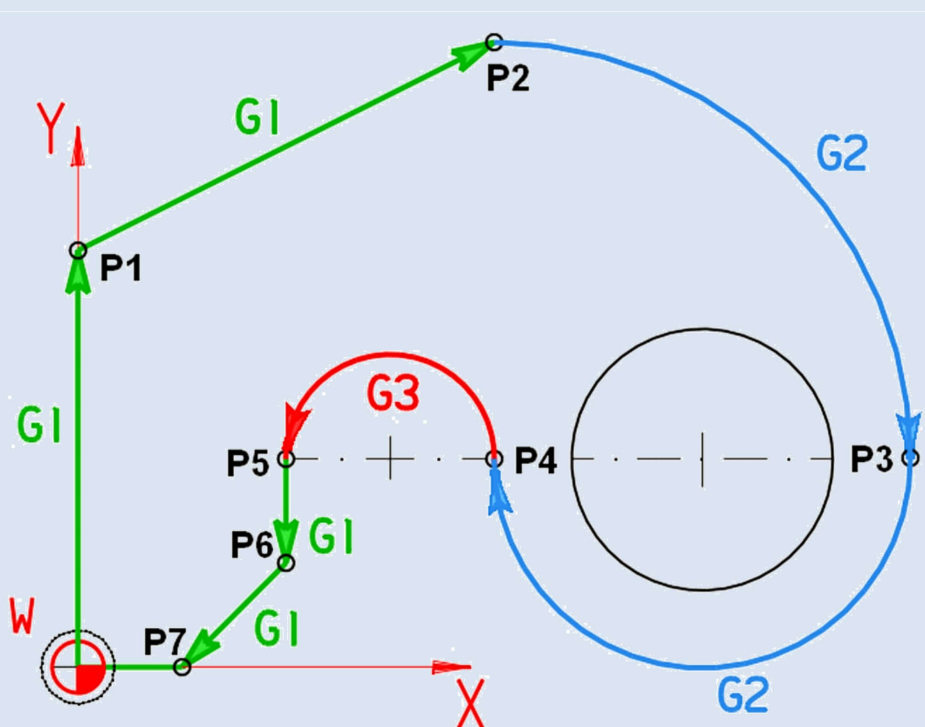


Lijn of cirkel (boog)

Met **baanfuncties** kunnen we een frees over een LIJN en/of CIRKELBOOG verplaatsen. Voor het programmeren van deze verplaatsingen kiezen we de volgende G-code functies:

Code	Baanfunctie	Verplaatsing
G0	Lijn	Naar een XYZ positie in ijlgang
G1	Lijn	Naar een XYZ positie in voeding (F code opgeven)
G2	Cirkel/Boog	Naar een XY cirkel/boog eindpunt rechtsonder
G3	Cirkel/Boog	Naar een XY cirkel/boog eindpunt linksom

Voorbeeld:



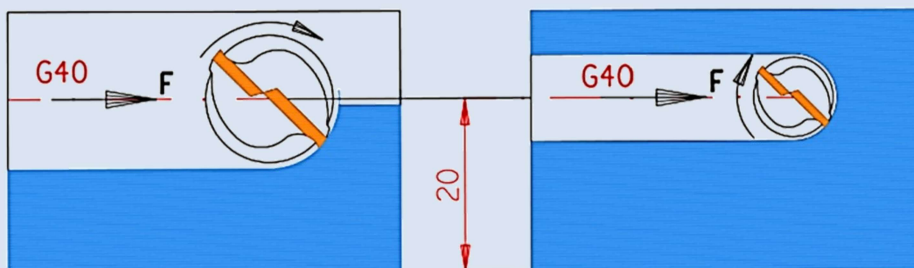
Figuur 18 Contouromtrek (W - P1 - P7 - W) verdeelt in baanfuncties

De benaming voor het frezen met G1 noemen we **LINEAIR** frezen van punt naar punt. Het frezen met G2 of G3 noemen we **CIRCULAIR** frezen over een boogradius.

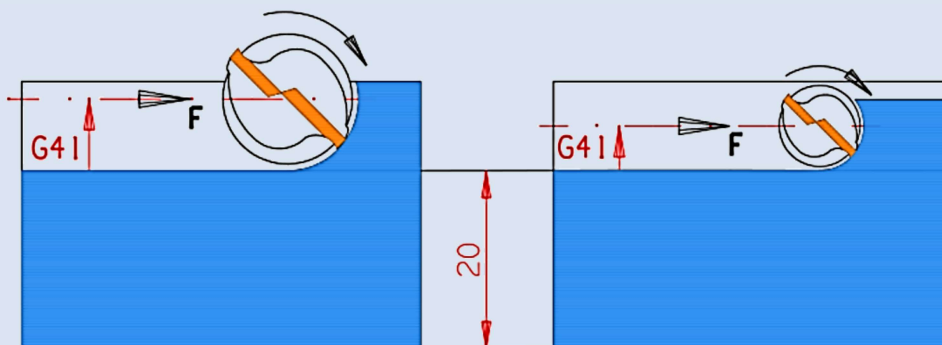
Radiuscorrectie links en rechts kiezen

De radiuscorrectie wordt met G41 links, of met G42 rechts, langs de contour ingeschakeld. Deze richting moet u dus zelf kiezen en daarmee bepaalt u ook de mee- of tegenloop freemethode. De radiuscorrectie blijft actief langs de geprogrammeerde contour, totdat we deze weer wordt uitgeschakeld met G40.

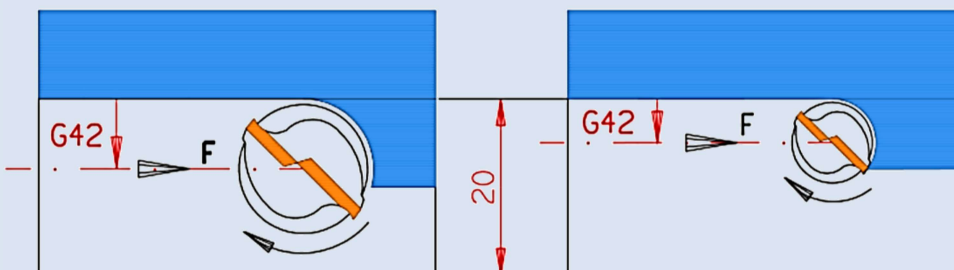
Hieronder worden deze situaties weergegeven voor een geprogrammeerde X as beweging op Y20 mm.



Figuur 21 Geen correctie: G40 = De frees beweegt OVER de contourlijn



*Figuur 22 Meeloopfrezen: G41 = De frees beweegt LINKS * langs de contourlijn*



*Figuur 23 Tegenloopfrezen: G42 = De frees beweegt RECHTS * langs de contourlijn*

* Bepaald in de freesrichting F

G2 en G3 met I en K programmering

Bij het **volledig rondfrezen** in een gat of om een ronde vorm heen, liggen begin- en eindpunten op elkaar en werkt de programmering met de boogradius (R) niet. De frees blijft op het startpunt staan. We moeten nu de ligging van het **cirkelmiddelpunt met afstanden I en/of J** programmeren. Deze I en J waarden worden incrementeel bepaald, vanuit het startpunt op de cirkel/boog en gezien als parallele afstanden langs de X en Y as naar het cirkelmiddelpunt toe.

Middelpuntgegevens:

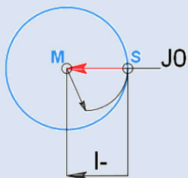
I+ = incrementele afstand vanuit het startpunt S tot middelpunt M op X as in X+ richting.

I- = incrementele afstand vanuit het startpunt S tot middelpunt M op X as in X- richting.

J+ = incrementele afstand vanuit het startpunt S tot middelpunt M op Y as in Y+ richting.

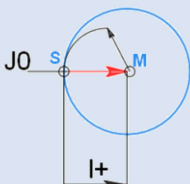
J- = incrementele afstand vanuit het startpunt S tot middelpunt M op Y as in Y- richting.

Voorbeeld 1 : Frees start in punt S op X as rechts van M



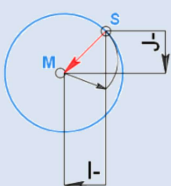
```
.. G1 G40 X60 Y20
N5 G1 G41 D9 X63.75 Y11.25 F900
N6 G3 X72.5 Y20 R8.75 F720 (Radiale aanloop)
N7 G3 I-12.5 J0 F720 (Rondloop)
N8 G0 G40 X60 Y20
```

Voorbeeld 2 : Frees start in punt S op X as links van M

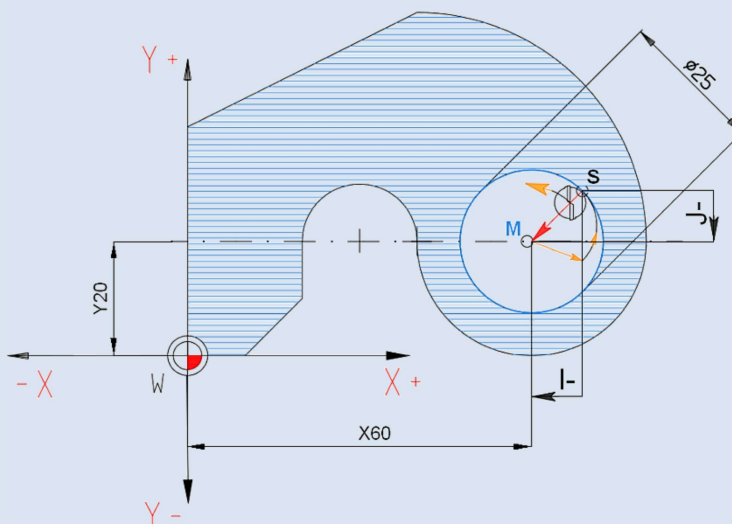


```
.. G1 G40 X60 Y20
N5 G1 G41 D9 X56.25 Y25.75 F900
N6 G3 X47.5 Y20 R8.75 F720 (Radiale aanloop)
N7 G3 I+12.5 J0 F720 (Rondloop)
N8 G0 G40 X60 Y20
```

Voorbeeld 3 : Frees start in punt S op 45 graden uit de X as rechts van M



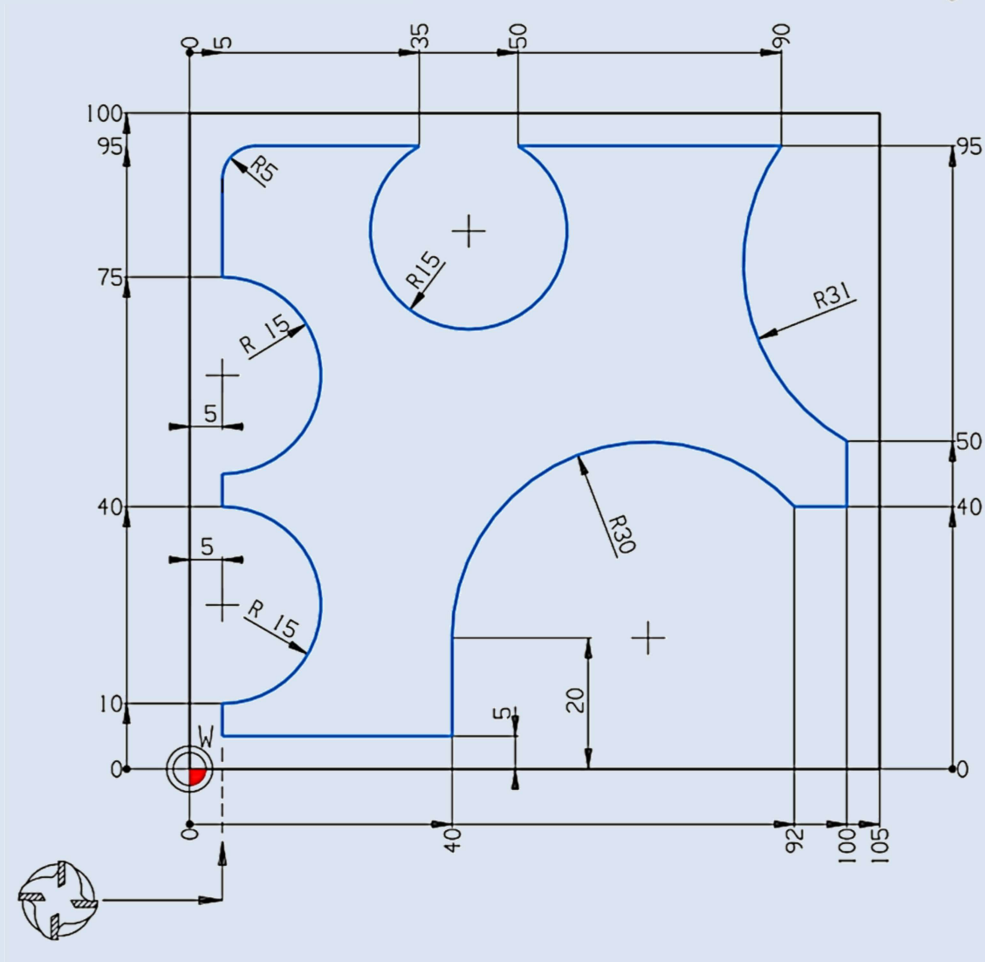
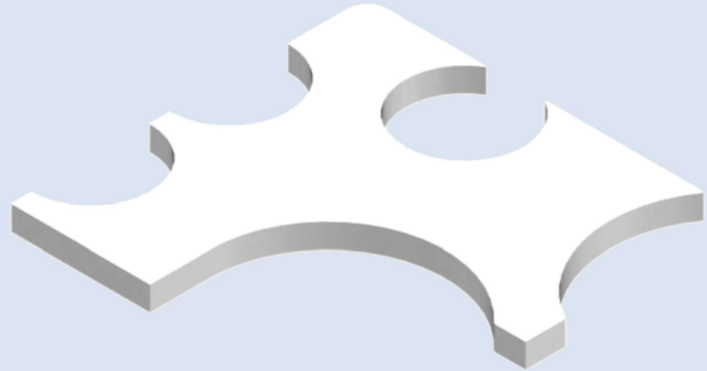
```
.. G1 G40 X60 Y20
N5 G1 G41 X68.84 Y16.46 F900
N6 G3 X68.84 Y+28.84 R8.75 F720 (Radiale aanloop)
N7 G3 I-8.84 J-8.84 F720 (Rondloop)
N8 G0 G40 X60 Y20
```



Figuur 38 Voorbeeld 3 met I en J programmering op het startpunt onder 45 gr.

Contour uitwendig programmeren

Programmeer het omtrekfreesen. Het startpunt ligt op X-20. Y-20. Z-6.



Figuur 39 Programmeren van een contourfreesbewerking.

Schroeflijn

Het uitfrezen van een gat kan volgens een **Schroeflijn** beweging worden geprogrammeerd. Dit noemen we ook wel **Helix** frezen. In elke volle rondfrees beweging (G2/G3) wordt dan gelijktijdig een Z-as verplaatsing opgegeven (spoed). Het boorfreen van gaten is een goede toepassing en natuurlijk schroefdraadfrezen of naar een diepte frezen in vol materiaal bij bijv. het starten van een kamerfreescyclus.

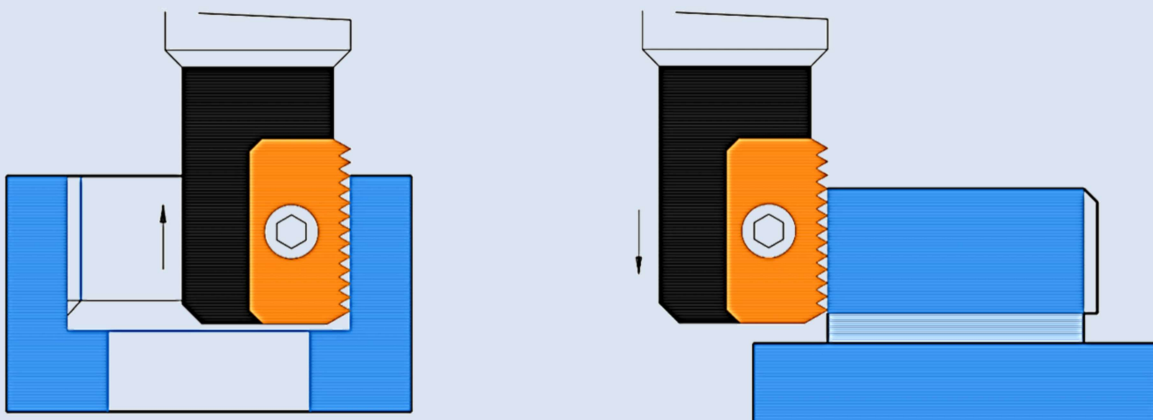
Als theorie geven we hier meer inzicht in de toepassing van draadfrezen met de helix programmering.

Rechtse buitendraad wordt verkregen door in meelooprichting rond te frezen en tegelijkertijd de spoed in Z- richting te programmeren. **Rechtse binnendraad** frezen we vanuit de bodem van het gat met de spoedgang in Z+ richting.

Hierbij worden speciale draadfrezen met één of meer draadtanden toegepast en varianten als gecombineerde boor en verzink gereedschap.

Een draadfrees wordt bij binnendraad met een aanloopradius en in de helling van de spoedhoek (Z verschil), op draaddiepte geprogrammeerd. Dit voorkomt een markering door spoed verschil. Een uitloopradius is niet nodig voor een draadfrees met één draadtand, als deze boven het gat eindigt. Als in de draadgang moet worden opgehouden, zoals met de afgebeelde wisselplaat in figuur 44, is wel een uitloop met een boogradius in de hellingshoek nodig (Z verschil).

Een draadfrees kan op buitendraad tangentieel op de kerndiameter worden aan- en uitgelopen d.w.z. zonder aan- of uitloopradius.



Figuur 44 Inwendig 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 Multi-Task 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 Multi-Task 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 Multi-Task produceren rendabel kunnen maken.

Figuur Multi-Task 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 aanschaf.

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.

Cycluskeuze

Voor de bewerkingen boren, ruimen, kotten en tappen biedt Fanuc toereikende bewerkingscycli aan. Met het betreffende cyclusnummer wordt de keuze van de bewerkingsmethode bepaald.

De standaardcycli om gaten of boringen voor- en/of na te bewerken zijn:

Bewerking	Cyclusnummer
Boren	G81
Centerboren, verzinken	G82
Diepboren (met spanen breken)	G73
Diepboren (met spanen lossen)	G83
Ruimen	G85
Kotteren (en op einddiepte na vrij trekken eruit)	G76
Kotteren (en op einddiepte met voeding eruit)	G85
Kotteren (en op einddiepte met spilstop eruit)	G86
Kotteren (en op einddiepte na uitveertijd eruit)	G89
Kotteren (en op einddiepte met handwiel eruit)	G88
Achterverzinken, trekfrezen	G87
Tappen linkse draad	G74
Tappen rechtse draad	G84
Tappen met synchronisatie	M29 G84
Tappen met springkop	G85

Deze cycli worden in de praktijk in absolute maatvoering (G90) geprogrammeerd en hier ook zo beschreven.

Uitgebreide cycli voor freesbewerkingen ontbreken, tenzij u over goede macroprogramma's beschikt of "Fanuc CNC Guide" op uw besturing is geïnstalleerd.

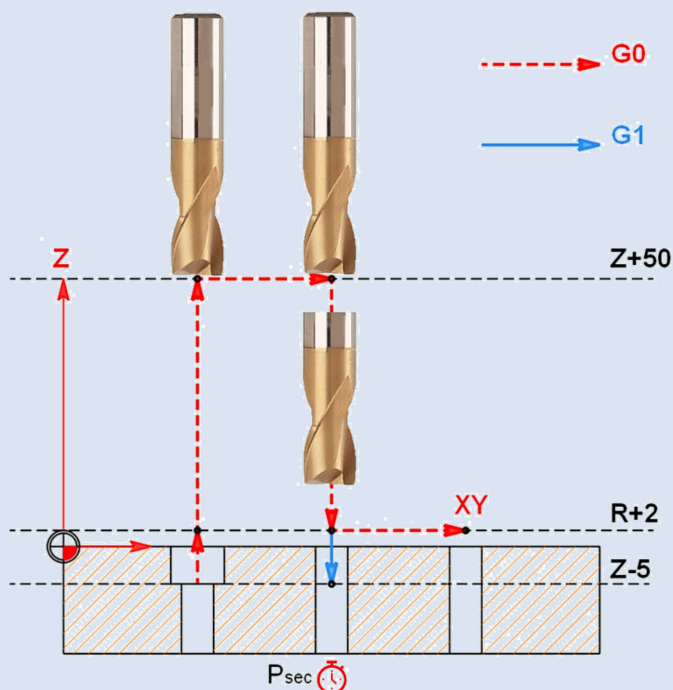
(Hoofdstukken: Macro programming en Manual Guide Mill).

Het werken met een CAM-systeem biedt meer mogelijkheden om, naast de programmering aan de machine, uw verspaningen te realiseren.

Cyclusafloop

De boor-, tap- of kottercyclus bepaalt hoe het gereedschap op diepte komt en weer uit het gat wordt getrokken (G0/G1). Het formaat van de verschillende cycli is voorgeschreven om de automatische werking te kunnen uitoefenen. Deze werkt direct op de positie waar de cyclus wordt gelezen en op de volgende coördinaten, totdat deze wordt uitgeschakeld (geannuleerd) met G80.

Indien K0/L0 (versie verschil) achter de cyclusregel wordt ingegeven, dan wordt de werking van de cyclus pas in de volgende regel actief. Deze K/L code is niet modaal en onderdrukt alleen de uitvoering van de cyclus in de regel waarin deze is opgegeven.



Voorbeeld:

G83 Vlakverzinken

Hier worden een aantal gaten verzonken geboord.

Huidige positie: X.. Y.. Z+50.

Centerboren : **G82 R+2. Z-5. F300. P2000 K0**

Volgende pos : X.. Y..

Volgende pos : X.. Y..

Volgende pos : X.. Y..

Uitschakelen : **G80**

Betekenis:

G82 = Het cyclusnummer waarmee de gatbewerking ook direct wordt ingeschakeld.

X.. Y.. = Coördinaat waarop in ijlgang met een frees wordt gepositioneerd en het vlakverzinken volgt, of in het geval van **K0** pas op de volgende positie.

R+2. = Veiligheidsafstand van 2 mm boven het coördinaten oppervlak (als Z+2.)
Het gereedschap wordt met G0 in ijlgang op deze hoogte gepositioneerd na het bereiken van de X.. Y.. positie.

Z-5. = Einddiepte van 5 mm.

Met G1 start de voeding op R+2. totdat de diepte van Z-5. is bereikt.

Daarna wordt de frees met G0 in ijlgang weer terug getrokken op R+2 of de kikkerhoogte Z+50 (Hoofdstuk: G98/G99).

F300. = Werkvoeding in de Spil as (Z) van 200 mm/min.

P2000. = Uitveertijd van 2 sec. op einddiepte Z-5 om spanen los te snijden.

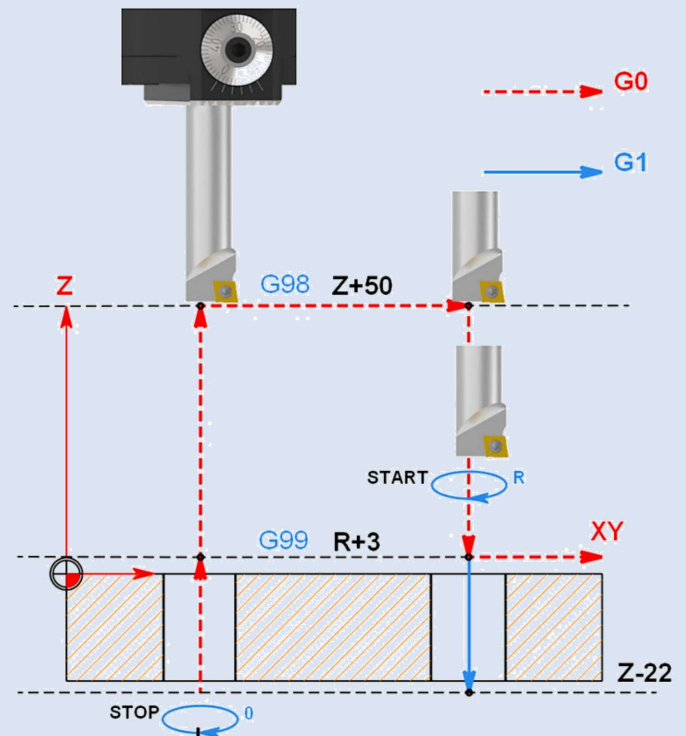
K0 = Onderdrukt de cyclus in dezelfde regel (of L0 versie).

G80 = De bewerkingscyclus uitschakelen.

Nadat de cyclus op alle opgegeven X-Y coördinaten erna heeft gewerkt, **moet** deze worden geannuleerd met G80 in een extra laatste regel.

Kotteren met G86

Bij het toepassen van **G86** wordt een gat in voeding op maat gekotterd. Op einddiepte volgt een spilstop. Hierna wordt de kotterbaar in ijlgang teruggetrokken. In de wand van de boring wordt door de snijkant meestal een rechte kras ingesneden, als gevolg van de uitvering van de kotterbaar tijdens het terugtrekken



Voorbeeld: *Kotteren van 10H7*

N30 T19 (KOTTERBAAR)
 N31 M6
 N32 G0 G40 G55 G80 G90 X-45. Y-42. B0 S3000 M3
 N33 G0 G43 Z50. H19 M8
N34 G86 G99 R3. Z-22. F300.
 N35 Y42.
 N36 X45.
 N37 Y-42.
 N38 G0 G80 Z3. M9

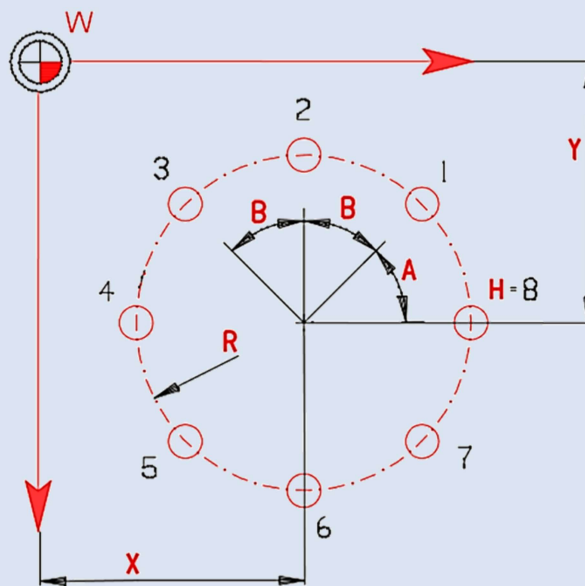
1e gat
 2e gat
 3e gat
 4e gat

Betekenis:

G98 = Terugtrekken op kikkerhoogte (Z+50.)
 G99 = Terugtrekken op veiligheidsafstand (R3)
 R3. = Veiligheidsafstand 3 mm (Z+3.)
 Z-22. = Kotterdiepte
 F300. = Kottervoeding mm/min.
 G80 = Annuleren cyclus

Macro Instructie

Macro's zijn bedoeld voor het slim uitvoeren van machineopdrachten waarvoor de besturing zelf geen cycli kent. Voor de macrogebruiker kiezen we een macro-instructie (macro call) met enkele in te geven letter coderingen met een waarde (argumenten) in een voorgeschreven formaat. Het toepassen van een macro kan worden vergeleken met het oproepen van een onderprogramma. We moeten er nu echter een beschrijving bij doen, over de betekenis van de coderingen en hoe je de macro veilig kunt gebruiken.



Figuur 56 Illustratie van de macrosteekcirkel

Voorbeeld: **Macro 9601 steekcirkel**

G65 P9601 X40 Y-40 R20 A45 B45 H8

Betekenis:

G65 = Macro oproepen
P9601 = Macronummer (het onderprogramma)

Argumenten:

X40 = Cirkelmiddelpunt op 40 mm in X-as (absoluut)
Y-40 = Cirkelmiddelpunt op - 40 mm in Y-as (absoluut)
R20 = Steekcirkelradius 20 mm. (Dia=40.)
A45 = Starthoek 1^e gat op 45 graden uit de X-as
B45 = Hoeksteek van 45 graden
H8 = Aantal gaten op de steekcirkel/boog

Alle argumenten moeten in de gegeven volgorde (zonder afwijking) worden geprogrammeerd. Met het opgeven van deze argumenten kan elke steekcirkel (of boog) op elke positie worden geprogrammeerd.

Macro Body

Het macro-onderprogramma (macrobody) wordt permanent in de besturing opgeslagen. In dit programma werken we met verschillende variabele typen. De geprogrammeerde macro-argumenten (bijv. X40 Y-40 R20 A45 B45 H8) dragen hun getalswaarden over, aan de overeenkomstige variabelen, die daarna in de macrobody worden verwerkt. Anderen waarden komen soms uit het systeem zelf, als we ze willen toepassen. Om erin te slagen macro's zelf te maken, wordt verondersteld dat u de basis wiskunde beheerst. Ook is enige aanleg nodig om het macro dialect vlot te kunnen interpreteren.

Voorbeeld: Macro body 9601 steekcirkel

O9601(MACRO STEEKCIRKEL)

```
#3=#4003
IF [#3 EQ 90] GOTO1
#24=#5001+#24
#25=#5002+#25
N1 WHILE [#11 GT 0] DO1
G90 X[#24+#18*COS[#1]] Y[#25+#18*SIN[#1]]
#1=#1+#2
#11=#11-1
END1
G#3
M99
```

In deze macro body werken we met verschillende variabele typen (#24, #5001 etc.), rekenkundige bewerkingen (+, -, COS, SIN) en uitdrukkingen (IF, WHILE, GOTO, DO).

In de macroprogrammeertaal zijn aan de letters van de argumenten (R, A, B, H) specifieke lokale variabelen nummers gekoppeld. Deze nummers komen deels overeen met de plaatst in het alfabet. Fanuc maakt echter nog een onderscheidt in het argumenttype (specificatie I of II).

De volledige lijst van de hier toegepaste argument specificatie I, ziet er als volgt uit:

A #1, B #2, C #3, D #7, E #8, F #9, H #11, I #4, J #5, K #6, M #13, Q #17,
R #18, S #19, T #20, U #21, V #22, W #23, X #24, Y #25, Z #26

De macro-argumenten dragen altijd aan deze variabelen de getalswaarden over.

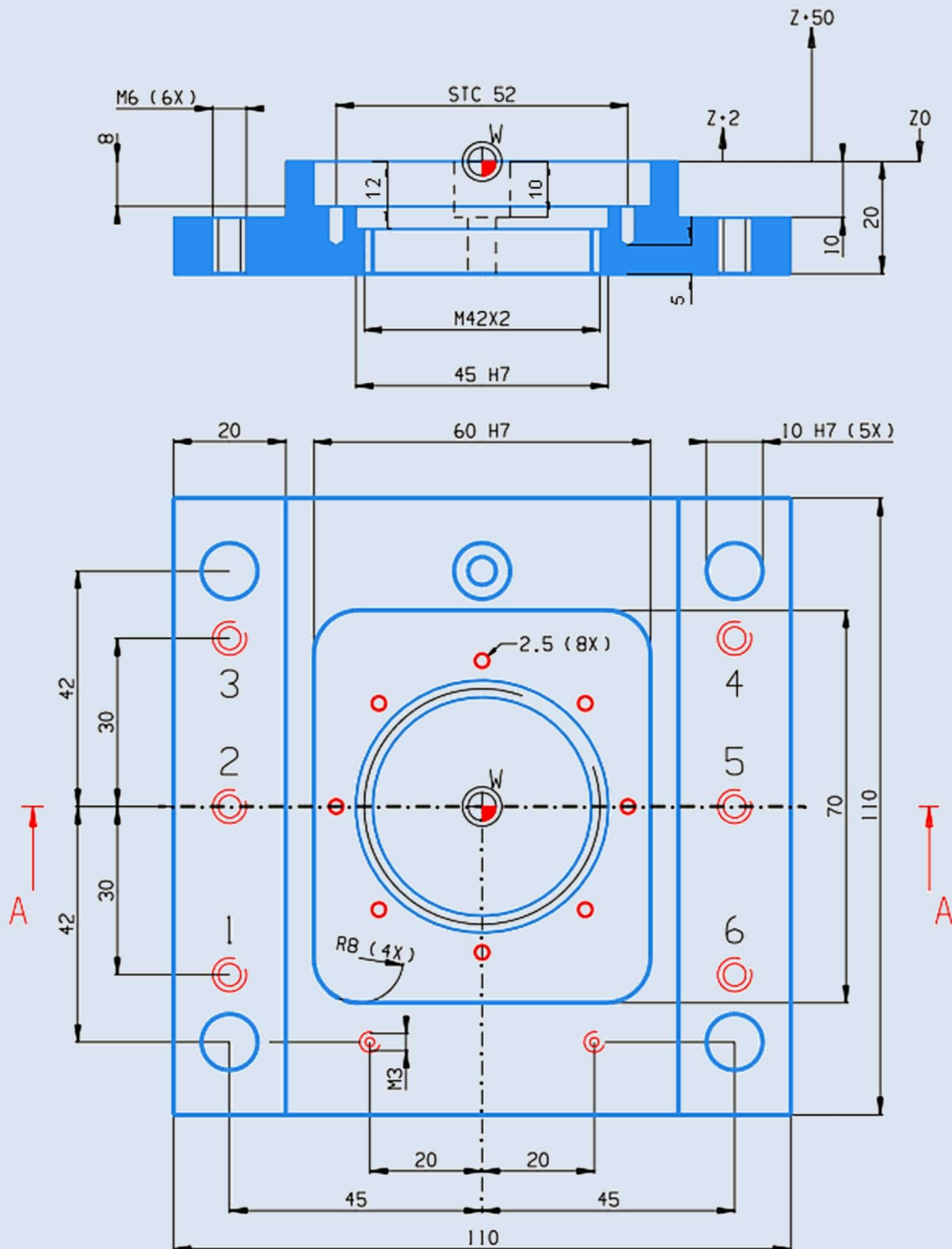
Voorbeeld: Macrovariabelen voor steekcirkel G65 P9601 X40 Y-40 R20 A45 B45 H8

Argument	Variabele	Waarde
X	#24	40
Y	#25	-40
R	#18	20
A	#1	45
B	#2	45
H	#11	8

(Raadpleeg uw machine Fanuc handleiding voor de volledige lijst I en II).

CNC-Guide Mill programmering

Na het doorwerken van het extra instructieboek: [FANUC CNC Guide FREZEN](#), is het uitvoeren van een aantal bewerkingen aan dit product een goede oefening.



Figuur 64 Producttekening voor een oefening programmeren

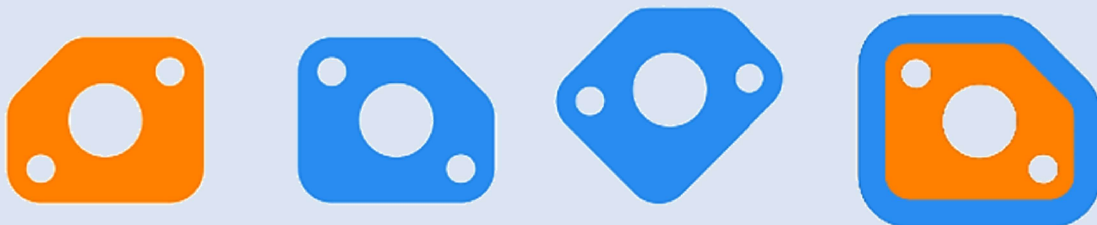
G50, G50.1, G51, G51.1, G52, G68, G69

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

Omrekening	Cyclusnummer
Spiegelen aan	G51.1
Spiegelen uit	G50.1
Schaalfactor aan	G51
Schaalfactor uit	G50
Lokale nulpuntverschuiving	G52
Rotatie aan	G68
Rotatie uit	G69

Vanaf het geprogrammeerde cyclusnummer is de omrekening direct actief totdat deze weer wordt geannuleerd. Tussen het in- en uitschakelen van de omrekening volgt de te programmeren bewerking, met eventueel de toepassing van radiuscorrectie G41/G42.

De omrekenfuncties werken ook gecombineerd, echter door parameterinstellingen kan de uitwerking specifiek worden bepaald.

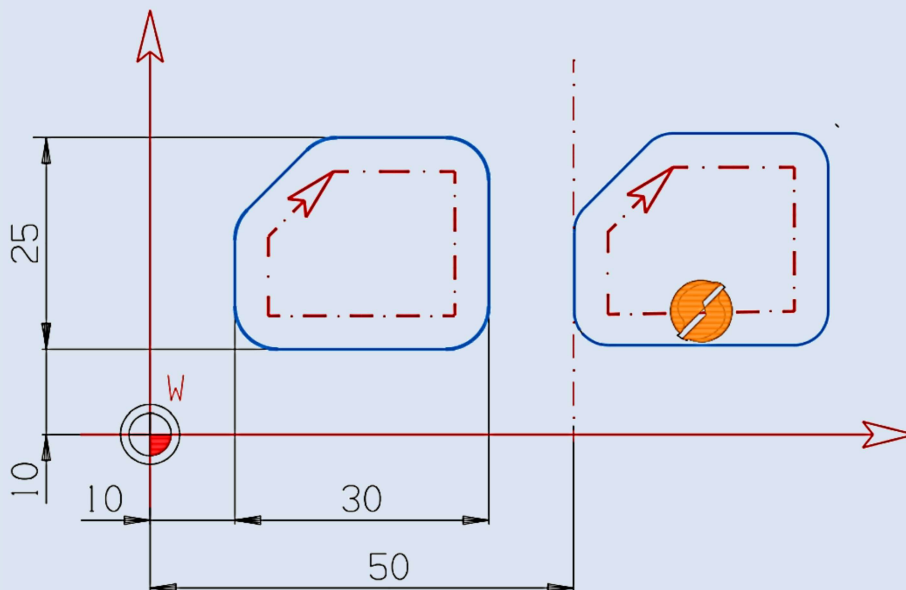


Figuur 65 Voorbeelden spiegelen, roteren, nulpuntverschuiving, (op)schalen

G52

Een freesbewerking kan met een lokale nulpuntverschuiving op een andere positie worden uitgevoerd of herhaald. Met de **G52** code programmeren we hiervoor de tijdelijke XYZ-verschuiving van het afgestelde werkstuknulpunt.

In het werkstukprogramma kun je ook eerst een verschuiving kiezen en daarna coördinaten vanuit dit lokale nulpunt programmeren. Met **G52 X0 Y0 Z0** schakelen we deze functie uit, zodat we weer vanuit het oorspronkelijk afgestelde werkstuknulpunt programmeren.



Figuur 68 Lokale nulpuntverschuiving X40

Voorbeeld:

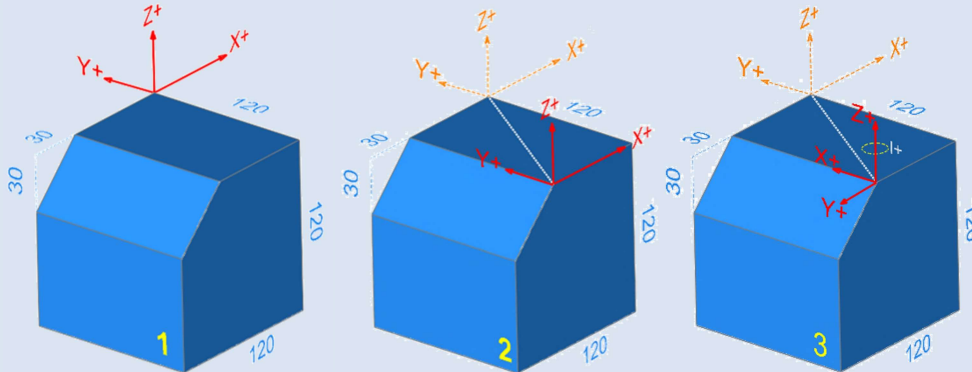
O105 (ONDER PGM)
 N40 G0 X25 Y22.5 Z2
 N41 G1 Z-10 F200
 N42 G42 Y10 F500
 N43 X10
 N44 Y25
 N45 X20 Y35
 N46 X40
 N47 Y10
 N48 X24
 N49 G40 X25 Y22.5
 N50 G0 Z3.

N51 M99
 O104 (HOOFD PGM)
 N30 T8 (TWEESNIJDER 8 MM)
 N31 M6
 N32 G0 G40 G55 G80 G90 X0. Y0. B0 S4500 M3
 N33 G0 G43 Z3 D8 H8 M8
 N34 M98 **P105**
N34 G52 X40 Y0 (NULPUNT OFFSET X-AS)
 N35 M98 **P105**
N36 G52 X0 Y0 (ANNULEREN G52)
 N37 G0 Z150. M9
 N38 M30

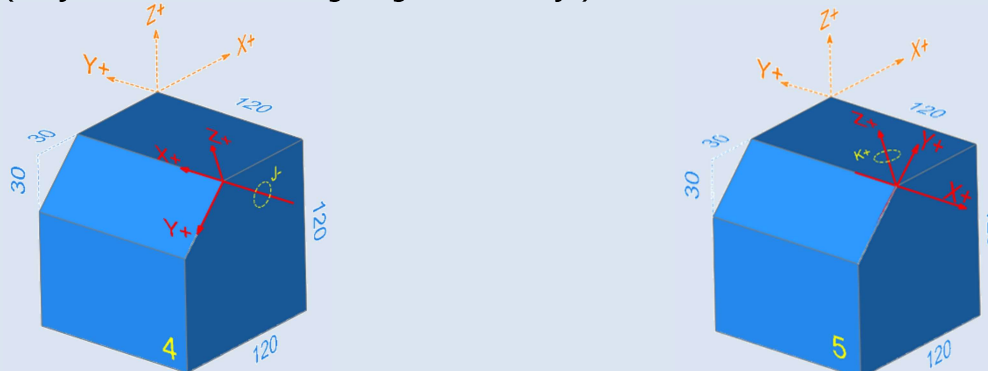
Voorbeeld G68.2 Zwenken volgens EULER

In dit voorbeeld verplaatsen we het assenstelsel naar het te bewerken schuine vlak.

(1-->2) **Originele nulpunt (W) verschuiven:** G68.2 X-90 Y-120 Z0 I0 J0 K0
(naar de hoek op de breeklijn met het 45° vlak)



(2-->3) **Originele assenstelsel roteren om Z:** G68.2 X-90 Y-120 Z0 I+90 J0 K0
(uitlijnen X+ in de richting langs de breeklijn)



(3-->4) **Nieuwe assenstelsel roteren om X:** G68.2 X-90 Y-120 Z0 I+90 J-45 K0
(spilas loodrecht op het schuine vlak zetten)

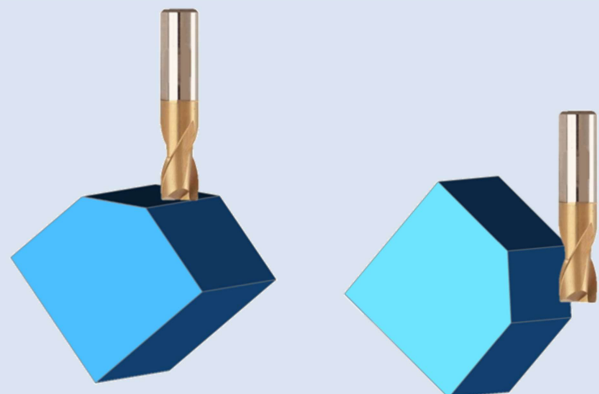
Doordat A-as en C-as mee indexeren met de nieuwe oriëntatie van het assenstelsel, ligt dit gelijk met de oorspronkelijke richtingen vanuit W.

Optie

(4-->5) **Nieuwe assenstelsel roteren om Z:**
G68.2 X-90 Y-120 Z0 I+90 J-45 K+180

Het assenstelsel kan ook nog om de Z as worden verdraaid (K), om de gewenste uitlijning van de X as richting + te bereiken.

De rotaties met adressen I en J moeten niet als hetzelfde worden opgevat als die met de C en A as tafel rotaties.



Voorbeeld: Frees oplossingen voor situatie 4 of 5

G68.2 X-90 Y-120 Z0 I+90 J-45 K0

G68.2 X-90 Y-120 Z0 I -90 J-45 K+180

Opzet controle product

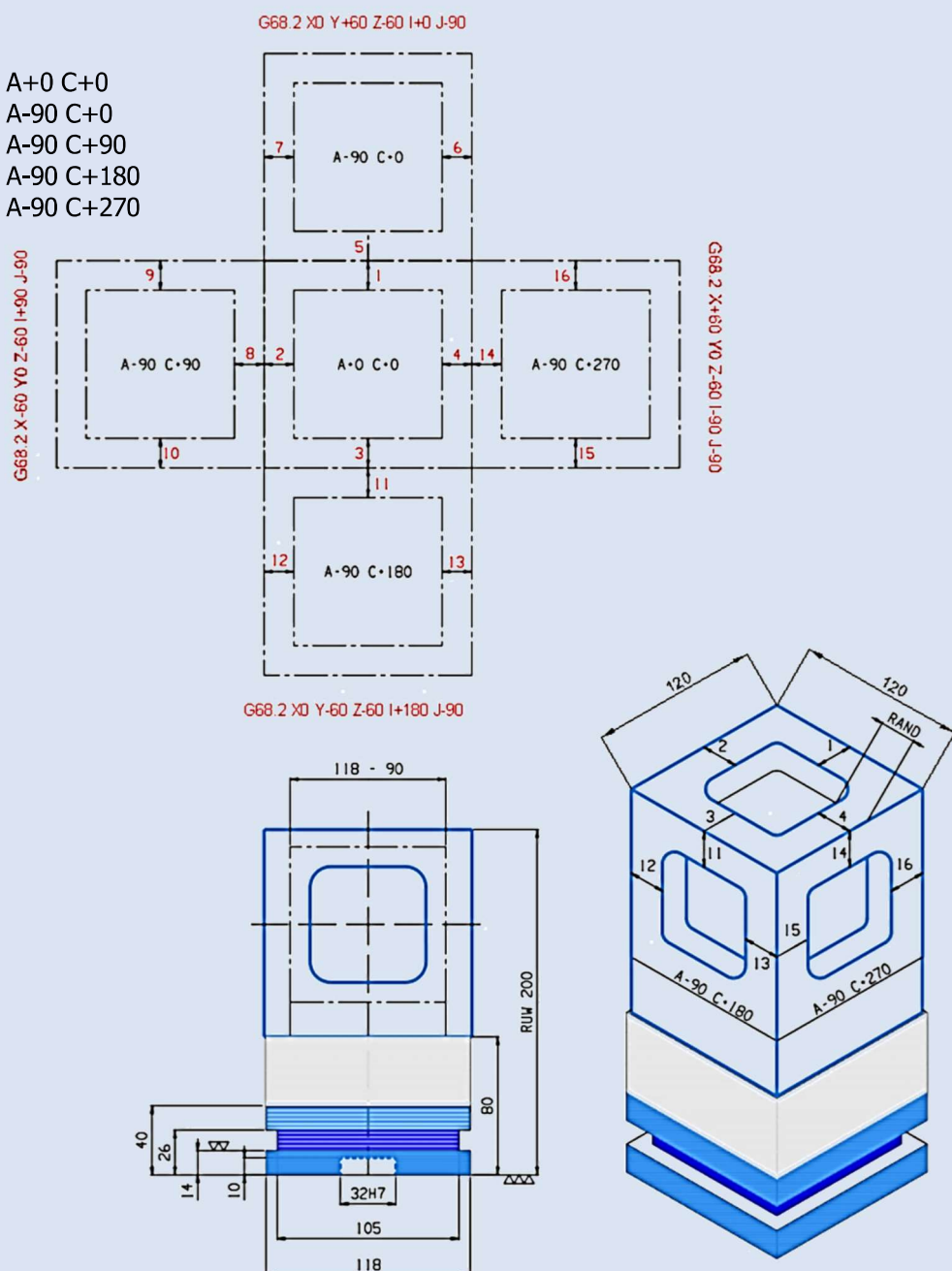
Als informatie geven we hier een eenvoudige methode, om de conditie van de machine-nauwkeurigheid te controleren, met een 5-vlaks bewerking
Voorbeeld: Zwenk-Draaitafel A en C-as. Voor een video impressie: [Klik hier.](#)

Hiervoor wordt het onderstaande controle product van $\square 120 \times 200$ mm in het hart van de draaitafel opgespannen (bijvoorbeeld op een astap/pen van rond 32H7).

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

Bewerkingsvolgde:

- | | |
|----------------|------------|
| 1. Bovenkant | A+0 C+0 |
| 2. Achterkant | A-90 C+0 |
| 3. Linkerkant | A-90 C+90 |
| 4. Voorkant | A-90 C+180 |
| 5. Rechterkant | A-90 C+270 |



Figuur 79 Werkstuk controle freesproef

Vlakfrezen 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

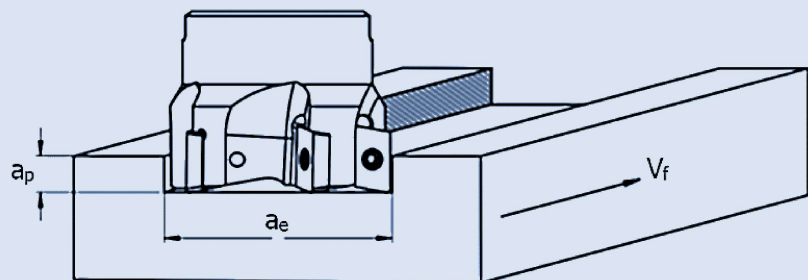
a_e = 45 mm

V_f = 1200 mm/min

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

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

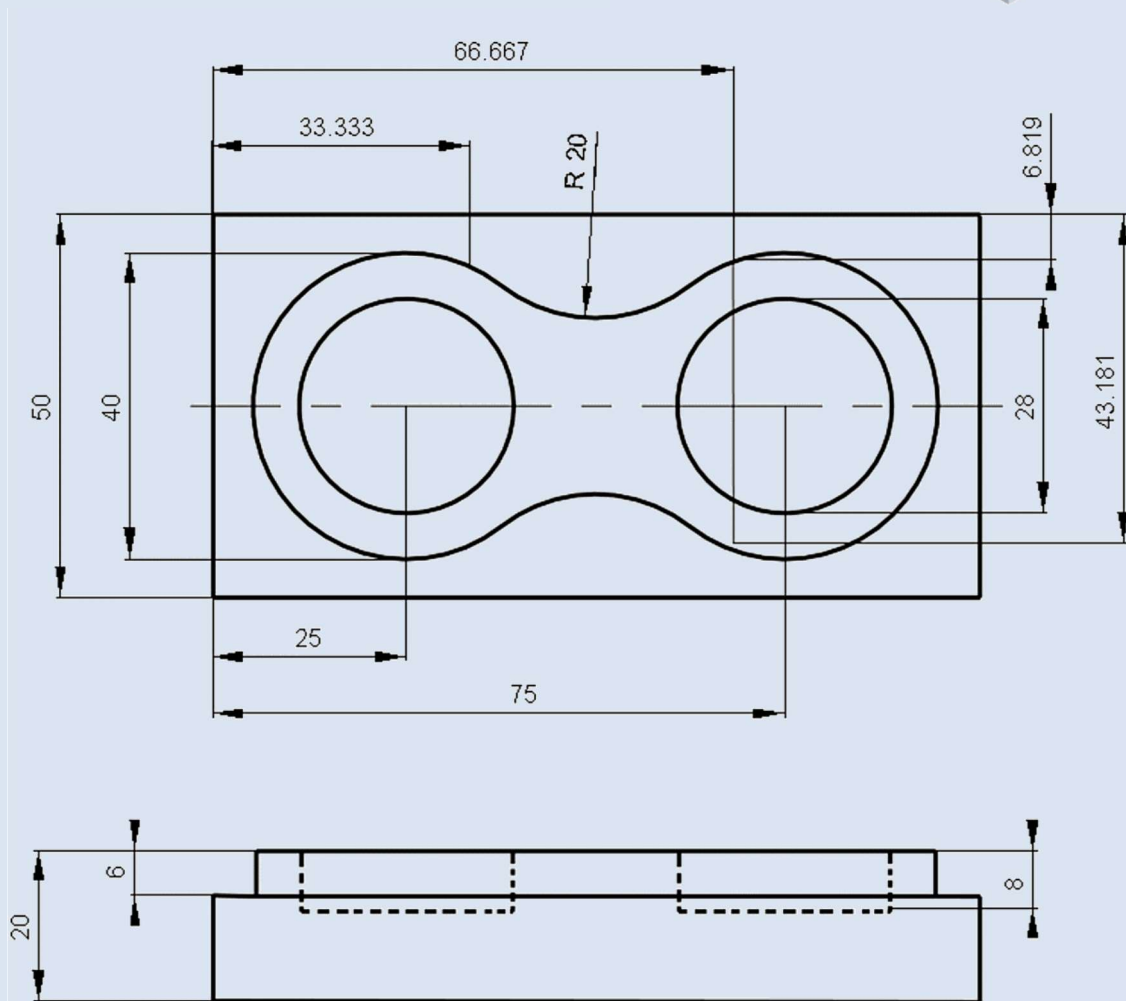
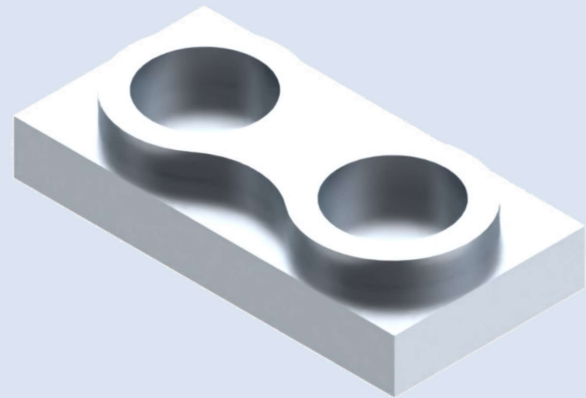
$$Q = 162 \text{ cm}^3/\text{min}$$



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

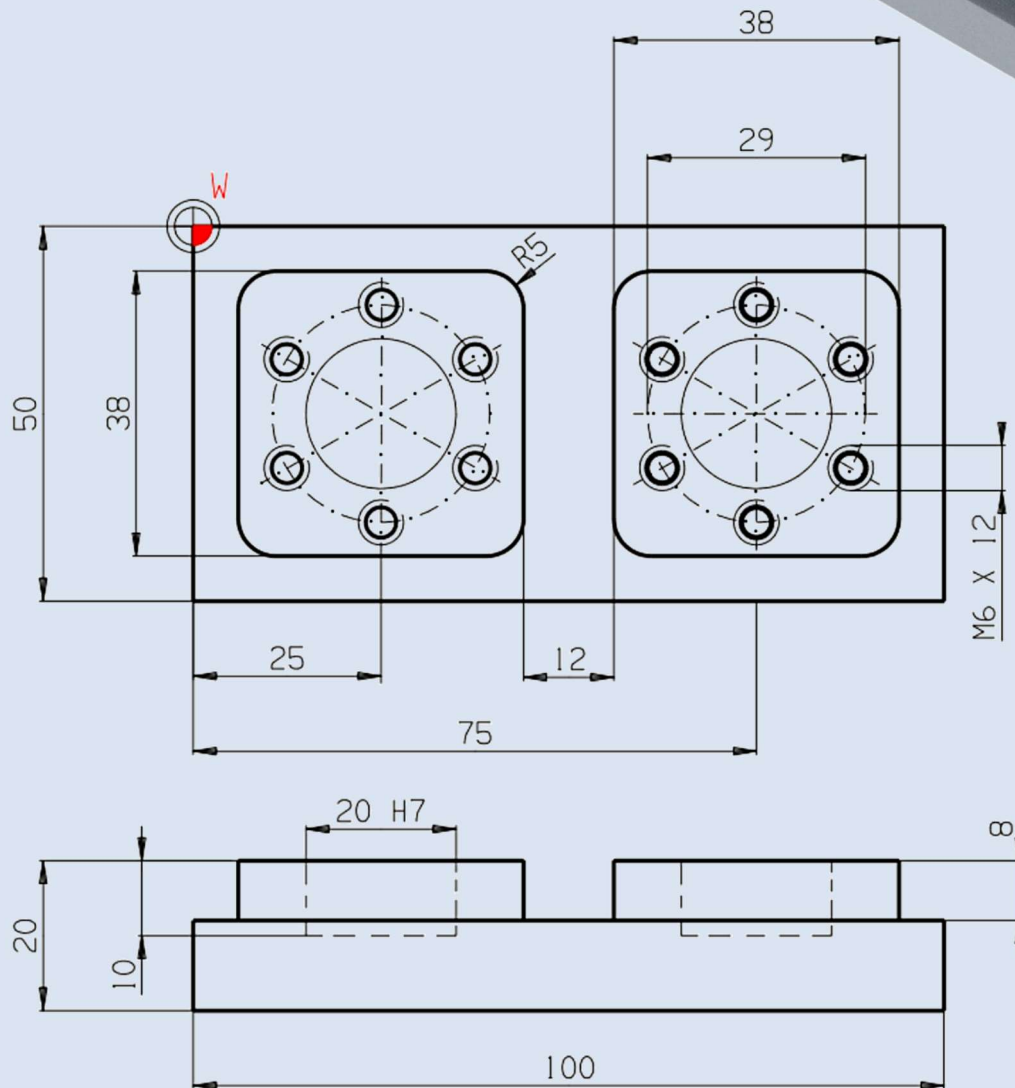
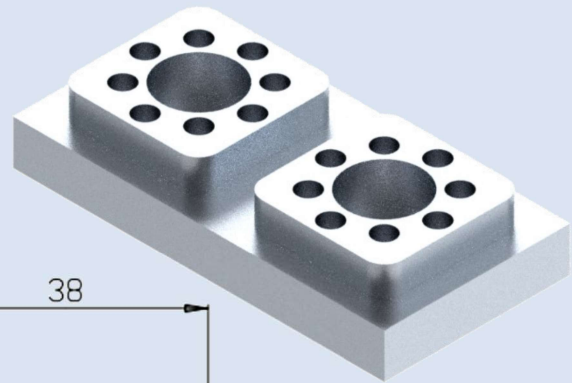
Maatvoering NC2

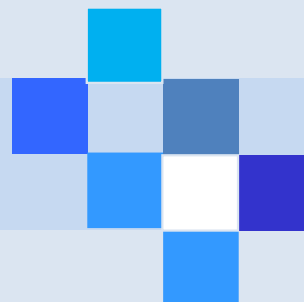
Vervaardig op uw machine dit werkstuk.
Bepaal zelf de boring en diepte toleranties.
Kies nulpunt op de hoek linksboven.



Maatvoering NC8

Vervaardig op uw machine dit werkstuk.





FANUC Instructieboek CNC Frezen

Dit instructieboek vormt een handleiding bij CNC-freesmachines met FANUC-besturingsformaat. 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 praktijkopleider in de industrie heeft mogen realiseren.

Met de gegeven uitleg krijgt u snel een overzicht van de opzet, werkwijze en mogelijkheden van machines met FANUC-besturing. De verzamelde kennis in dit boek maakt het inwerken op de FANUC-besturing in ieder geval 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 toekomstige CNC verspaners.

Dit instructieboek kan daarom ook dienen als basisnaslagwerk op de werkplek, bij alle bekende merken CNC-freesmachines, 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 978-94-90020-01-9

