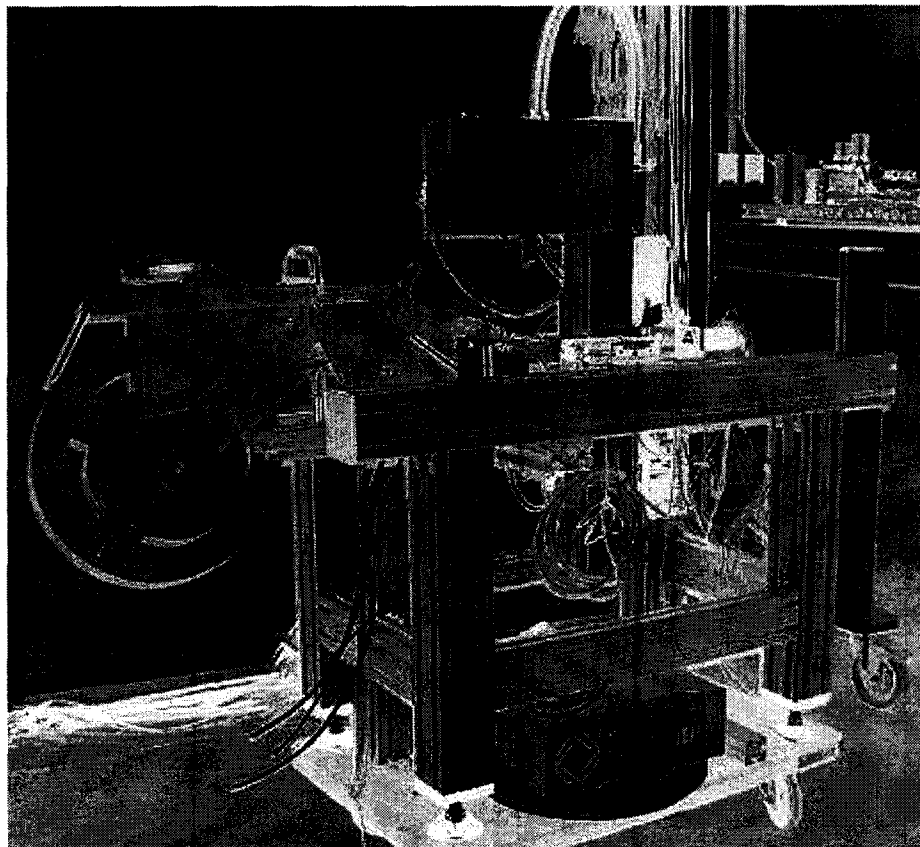


Hogeschool van Utrecht
Festo Nederland b.v.
IOP project

De Vulrobot



Delft, mei 2005

Afstudeeropdracht studierichting Fijnmechanische Techniek

Afstudeerders:

P. Raedts

M. van Hooijdonk

Begeleider Festo:

Dhr. J. Koudijzer

Begeleider HvU:

Dhr. J. Trentelman

Mediatheek HvU



01 Voorwoord

02 Samenvatting

In het kader van het IOP project “Geavanceerde assemblagesystemen voor microcomponenten” moet een manier gevonden worden om het bestucen van printplaten te versnellen. De plaatsingsmachine dient een factor 2 tot 5 sneller gemaakt worden. Nu pakt een Pick & Place robot nog componenten uit aanvoerbakken en plaatst ze vervolgens op een printplaat. Deze robot is echter 70% van zijn tijd bezig met het heen en weer bewegen tussen de aanvoerbakjes en de printplaat.

Om een hogere output van de plaatsingsmachine te realiseren terwijl de kosten laag blijven, is een concept ontwikkeld. Het concept is het toevoegen van een tweede, goedkope robot in de plaatsingsmachine. Deze tweede robot gaat componenten van de aanvoerbakken op dienbladen zetten, Shuttles genaamd. De Shuttles volgen de Pick & Place robot naar de printplaat, die de componenten daar snel af kan halen. Deze Shuttles moeten sneller gevuld worden dan de Pick & Place robot van de FCM machine ze kan legen. Binnen dit project wordt er een mechanisme ontworpen en gebouwd dat deze shuttles binnen een bepaalde tijd vult. Dit mechanisme mag qua kosten niet boven de €1000,- uitkomen. Aangezien de robot snel en goedkoop moet zijn, wordt er een concessie gedaan op de nauwkeurigheid.

Als mechanisme is de Vulrobot ontwikkeld. Dit mechanisme kan 6 componenten pakken en plaatsen binnen 1 seconde. Tevens kan de Vulrobot 2 Shuttles vullen die naast elkaar bewegen. Deze Vulrobot wordt gebouwd en gedemonstreerd om aan te tonen dat het concept werkelijk een snelheidsverhoging tot stand brengt.

03 Begrippenlijst

Picking	-	Het oppakken van componenten van een vaste plaats met behulp van een manipulator.
Placing	-	Het neerzetten van componenten op een vaste plaats met behulp van een manipulator.
Vulrobot	-	De manipulator die de componenten van de feeders op de shuttle plaatst. Zie hfst. 06.
Pick & Place robot	-	De manipulator die de componenten van de shuttle op het print circuit board plaatst. Zie hfst. 06.
Feeder	-	De aanvoer units van de FCM die 1 voor 1 bepaalde componenten aanvoeren. Zie hfst. 06.
Shuttle	-	Een soort van dienblad dat fungeert als pendelaar voor componenten tussen de feeders en de pick & place robot. Zie hfst. 06.
Nozzle	-	Onderdeel van de robot dat doormiddel van vacuüm een component kan oppakken en manipuleren. Er zijn verschillende types nozzle's naar gelang de verschillende vormen componenten.
Multi Pick	-	Het 1 voor 1 pakken van componenten uit de feeders door een robot en het vervolgens 1 voor 1 plaatsen van deze componenten op een printplaat of shuttle.
Gang Pick	-	Het tegelijkertijd oppakken van componenten uit alle feeders (6 in ons geval) en het tegelijkertijd neerzetten van deze componenten op een shuttle.
Indexering	-	Het geïndexeerd 1 voor 1 aanleveren van componenten door de feeders.
Resetten	-	Het op de beginpositie terugbrengen van de pinnen op de shuttle zodat er vacuüm op komt te staan en deze componenten kunnen ontvangen.
Bestucen	-	Het plaatsen van componenten op een printplaat door de Pick & Place robot.

04 Inhoudsopgave

5	Inleiding	6
6	Opdrachtoomschrijving.....	7
7	Probleemanalyse	8
8	Pakket van Eisen	12
9	Concepten Spreidingsmechanisme	14
10	Steekvertaler	18
10.1	Inleiding	19
10.1.1	Wisseling tussen de twee shuttles	21
10.1.2	Steekvertaling	22
10.2	Componenten	23
10.2.1	Inleiding	23
10.2.2	Nozzlehouders.....	24
10.2.3	Afstandspennen.....	32
10.2.4	Eindplaten	34
10.2.5	Cilinderverbinding	34
10.2.6	Geleidestangen.....	35
10.2.7	Frame	36
11	Concepten Overzetmechanisme.....	37
12	Reset en Indexeringsmechanisme	38
13	De Demo-opstelling	41
14	Conclusie.....	44
15	Bijlagen	45
	1. Plan van Aanpak	
	2. Tijdtabel	
	3. Functiemodel	
	4. Morfologische Matrix	
	5. Concepten Spreidmechanisme	
	6. Concepten Overzetmechanisme	
	7. Beoordelingsmatrix	
	8. De HSP module	
	9. Berekeningen	
	10. Schranken	
	11. Werktekeningen Steekvertaler	
	12. Werktekeningen Resetmechanisme	
	13. Werktekeningen Indexeringsmechanisme	
	14. Werktekeningen Feederhouder	

5 Inleiding

Twee promovendi, Paul Goede en Paul Versteegen, hebben als promotieopdracht om een snellere manier te bedenken om microcomponenten sneller te kunnen handelen. Om een goede basis voor de opdracht te hebben, is een plaatsingsmachine voor elektronische componenten op printplaten gebruikt. En dan met name de machine die op dat moment de snelste was, de FCM (Fast Component Mounter) van Assembléon. De doelstelling van de opdracht is om deze 2 tot 5 keer sneller te maken.

De plaatsingskop van deze machine besteedt ongeveer 70% van de werktijd aan het heen en weer bewegen tussen de printplaat en de aanvoerpunten van de componenten. Het idee is opgevat om de componenten op een dienblaadje aan te bieden, vlakbij het werkgebied van de plaatsingskop. Deze zogenaamde shuttles zijn in tweevoud uitgevoerd. Terwijl de ene wordt leeggemaakt door de plaatsingskop, wordt de andere gevuld door een aparte vulrobot. Dit vullen moet sneller gebeuren dan de plaatsingsrobot de shuttle leeg kan krijgen. De plaatsingskop mag nooit op een shuttle moeten wachten en de reistijd van de shuttle gaat ook nog van de beschikbare vultijd af. Op deze manier is er de eis gesteld van 5 componenten per seconde.

Omdat deze toepassing om de machine een twee maal sneller te maken, goedkoper moet zijn dan het in tweevoud uitvoeren van de plaatsingskop, geldt voor de vulrobot de maximale prijs op 1000€. Voor het prototype is een bedrag van maximaal 3000€ beschikbaar. In samenwerking met het bedrijf Festo in Delft hebben twee afstudeerders van de Hogeschool van Utrecht een vulrobot ontwikkeld welke in dit verslag behandeld wordt.

6 Opdrachtomschrijving

Dit is de opdrachtomschrijving van de afstudeeropdracht zoals ontvangen van de heer P. Goede, promovendus en opdrachtgever voor dit afstudeerproject.

Afstudeeropdracht

In het kader van het IOP project nr. ITP 02313

Titel IOP project:

Onderzoek naar geavanceerde assemblagesystemen (concepten) voor miniatuurcomponenten[#]

Opdrachtformulering:

Ontwerp van een (goedkope) robot die minimaal 6 miniatuurcomponenten per seconde uit de feeders op een drager kan plaatsen met een onnauwkeurigheid kleiner dan 100 μm .

Opdrachtomschrijving:

Het plaatsen van (elektronische)componenten op een printplaat moet steeds sneller. Om dit te realiseren is een concept ontwikkeld, dat gebruik maakt van een Shuttle. De Shuttle bevat minimaal 20 componenten en volgt de plaatsingskop. Het toevoegen van de Shuttle verkleint de af te leggen weg en leidt tot output verhoging.

Er wordt gewerkt met 2 Shuttles naast elkaar. Elk met een eigen aandrijving en geleiding. Het bouwvolume van elke Shuttle is 10x50x50 mm (h x l x b) en bevat 36 posities(rooster van 6 bij 6).

Voor het beladen van de Shuttle is een aparte robot nodig die sneller dan de plaatsingsrobot is. Dit houdt in: plaatsen van minimaal 6 componenten per seconde uit de feeders op de Shuttle. De plaatsonnauwkeurigheid op de Shuttle moet kleiner zijn dan 100 μm . Fixatie van de componenten moet met vacuüm worden gerealiseerd. Tevens moet de belader de Shuttle kunnen 'resetten'.

Doelstelling:

Prototype Vulrobot realiseren met behulp van 'standaard' FESTO onderdelen. Kosten in serie productie minder dan €1000,-.

7 Probleemanalyse

Inleiding

Dit hoofdstuk behandelt de randvoorwaarden van het project. Het ontwerp van de Vulrobot moet met een aantal zaken rekening houden. De componenten worden aangeboden door Feeders, en dienen geplaatst te worden op Shuttles. De onderdelen worden hier benoemd, en hun werking

Het Shuttle concept

Het concept een hogere output van de plaatsingsmachine te realiseren is om de chips in twee stappen te verplaatsen, met behulp van een soort van dienblad, shuttle genaamd. De functie van de shuttle is het tijdelijk opslaan van de benodigde componenten, en deze zo dicht mogelijk bij de P&P robot aan te bieden. De achterliggende gedachte hierbij is dat zo de P&P robot slechts een kleine afstand hoeft te overbruggen om de componenten te pakken en te plaatsen. Zo is de dure unit meer met zijn uiteindelijke taak bezig; het met grote precisie plaatsen van componenten op de PCB.

Om het systeem efficiënt te laten werken, moeten er twee shuttles komen; een gevulde Shuttle gaat de machine in, een lege Shuttle wordt gevuld door de Vulrobot. In Fig. 1 is te zien hoe het concept eruit ziet.

Belangrijk hierbij is dat de Shuttles sneller gevuld worden dan dat ze leeggehaald worden door P&P robot.

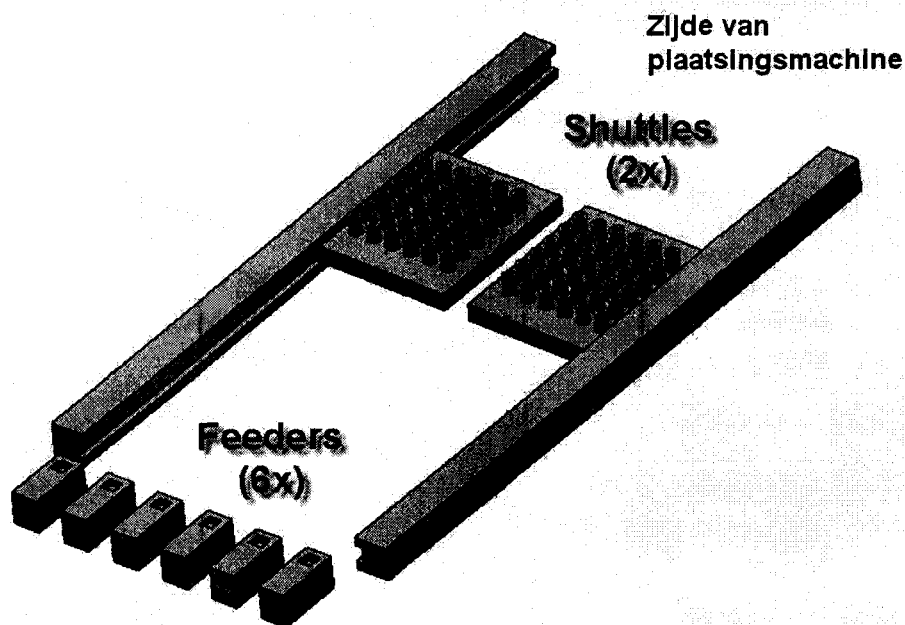


Fig. 1 Shuttle concept

De twee shuttles bewegen langs elkaar heen en worden aangedreven door een lineaire rechtgeleiding aan de zijkant. De zes Feeders bevinden zich aan één kant van de rechtgeleiding, de P&P Unit aan de andere zijde. De rechtgeleiding hangt gedeeltelijk over de PCB heen. Zo kan een volle shuttle de P&P Unit dichtbij volgen, en dus meebewegen over de PCB.

De andere shuttle wordt ondertussen bijgevuld door de Vulrobot.

De shuttles

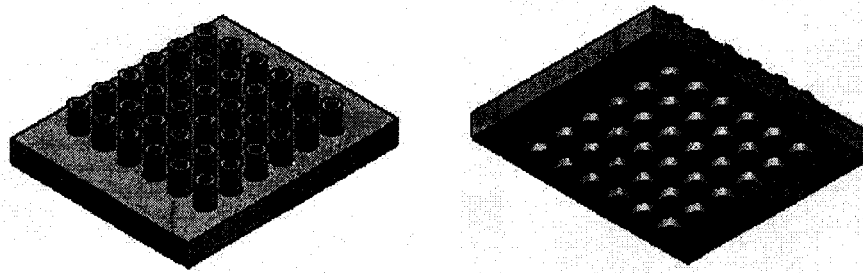


Fig. 2 De Shuttle

De shuttles zijn de 'dienbladen' die pendelen tussen de feeders en de P&P Unit. Om de componenten onbeschadigd te kunnen vervoeren, heeft de shuttle 36 pinnen geordend in een rooster van 6 x 6. Via een systeem in de shuttle zelf kan er vacuüm op de holle pinnen worden geschakeld. De pinnen kunnen bewegen in verticale richting. In de uiterste bovenste stand staat er vacuüm op de pinnen. Worden de pinnen naar beneden gedrukt, dan wordt het vacuüm afgeschakeld.

Resetmechanisme

Als een lege Shuttle uit de plaatsingsmachine komt, zijn alle pinnen in ingedrukte toestand en is er atmosferische druk op geschakeld. Voordat de Vulrobot nieuwe componenten op de Shuttle kan plaatsen, moeten de pinnen omhoog gedrukt worden, en in deze stand ondersteund worden totdat de Vulrobot klaar is. Er moet dus een voorziening getroffen worden die de Shuttles 'reset'.

De Feeders

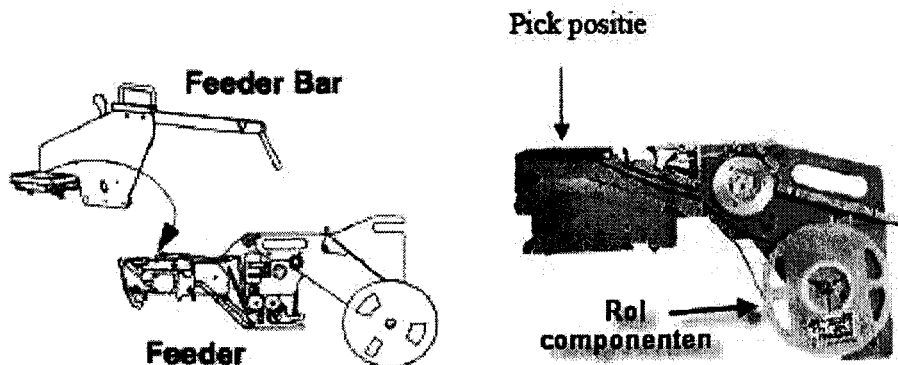


Fig. 3 De Feeder

De componenten worden aangevoerd door zogenaamde Feeders. Hierboven is een Feeder te zien. De componenten die op een PCB geplaatst moeten, worden aangeleverd in linten met folie gewikkeld op een rol. Een dergelijke rol componenten wordt door de Feeder afgewikkeld en de folie wordt er af getrokken. Op de Feeder zit een hefboom die zorgt voor de indexering van het componentenlint. Op deze manier biedt de Feeder één componentje tegelijk aan.

De Feeders zijn gemonteerd in een Feeder Bar. De Feeder Bar kan 6 Feeders bevatten. Op deze manier kan de Vulrobot 6 componenten in één slag oppakken.

Festo componenten

Een laatste gegeven bij dit project zijn de Festo onderdelen. We gebruiken de expertise en producten die Festo in haar programma heeft.

Om de afstand te overbruggen tussen de Shuttles en de Feeders, moet gebruik gemaakt worden van de HSP module (Figuur 4).

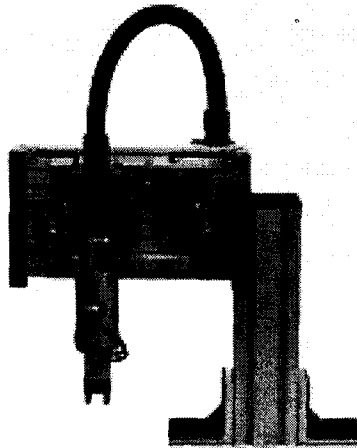


Fig. 4

Informatie over de HSP is te vinden in Bijlage 8, De HSP module.

Situatieschets

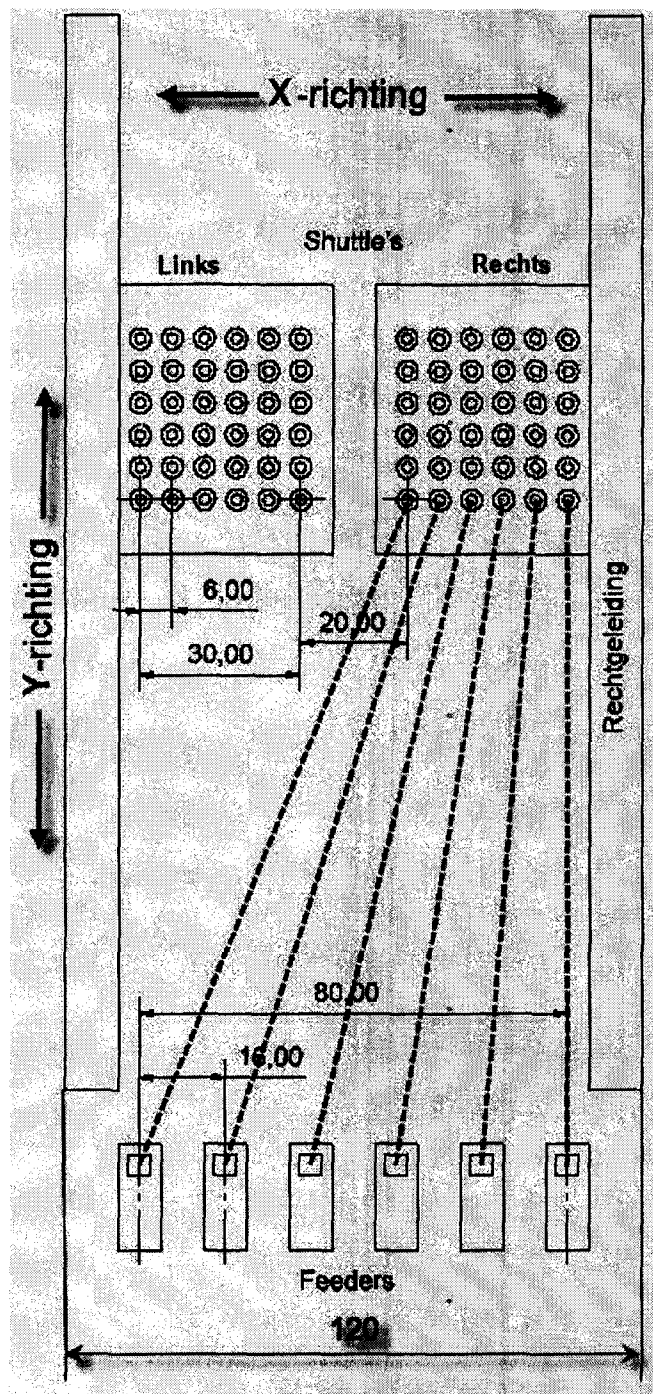


Fig. 5 maten in mm

Figuur 5 is een situatieschets van de Shuttles en Feeders. Tevens staan hier de maten waar het ontwerp van de Vulrobot zich aan moet houden. Uit deze Figuur blijkt dat de Vulrobot een verkleiningsslag moet maken bij het pakken en plaatsen van componenten. De tussenafstand van de Feeders is namelijk 16 mm, die van de pinnen op de Shuttles 6 mm. Ook blijkt dat de Vulrobot moet kunnen wisselen tussen de linker en de rechter Shuttle. Er moet dus een mechanisme ontworpen worden dat de spreidbeweging mogelijk maakt.

8 Pakket van Eisen

Aan de hand van de opdrachtomschrijving en de probleemanalyse is een pakket van eisen opgesteld.

1. Cyclustijd

6 componenten per seconde (~150 ms per component).

2. Nauwkeurigheid

De pak en plaatsnauwkeurigheid is 100 µm.

3. Pick methode

Gang Pick; 6 componenten tegelijk pakken en plaatsen

4. Vrijheidsgraden

Voor een definitie van de X, Y en Z richting, zie Figuur 1 in hoofdstuk 06.

De vrijheidsgraden;

Y-richting; 2 vaste posities: 1: Shuttles en 2: Feeders

Z-richting; variërend afhankelijk van componentdikte

X-richting; 3 vaste posities: 1: Feeders, 2: Shuttle-links en 3: Shuttle-rechts

5. De plaatsafstand

2 vaste punten op Y-as.

Minimale afstand over Y-as: 50mm.

Minimale afstand over Z-as: 10mm.

Slag over X-as: 50mm.

Zie Fig. 1 in hoofdstuk 06. voor definitie coördinatenassen.

6. Bouwruimte

X-richting; max. 120mm

Y-richting; alleen uit de machine

Z-richting; vrij

7. Fixatie componenten

Standaard Nozzle's met vacuüm van 0,7 bar.

8. Aantal componenten

36 componenten op de Shuttle

9. Aanvoer componenten

Aanvoer componenten met behulp van Feeders.

6 Feeders op rij.

10. De componenten

Kleinste componenten: 0,5 x 0,25 mm.

Grootste componenten: 6 x 6 mm en 4 mm hoog.

Maximale drukkracht voor componenten 2 N.

11. Bedrijfsuren

In ontwerp rekening houden met met 24 uur per dag, 365 dagen per jaar
volcontinu bedrijf.

Voor het project moet de Vulrobot werken voor de duur van de demonstratie.

12. Plaatsing

Vulrobot op proefopstelling van aluminium profielen plaatsen.

De montagepunten zelf te bepalen.

13. Aandrijving

Geen voorkeuren wat betreft elektriek of pneumatiek.

9 Concepten Spreidingsmechanisme

Inleiding

De componenten worden middels de Gang Pick methode verplaatst. Dit houdt in dat er 6 componenten tegelijk opgepakt worden uit de feeders, en geplaatst op de shuttle. Dit wordt gedaan door een vulrobot.

Uit de probleemanalyse (hoofdstuk 06) is gebleken dat het mechanisme dat componenten verplaatst moet kunnen wisselen tussen een steek van 16 mm en een steek van 6 mm. Tevens moet dit mechanisme een linker en een rechter Shuttle kunnen vullen.

Om deze steekverkleining te bewerkstelligen zijn een aantal concepten voor een spreidingsmechanisme bedacht. In Bijlage 5 worden de concepten toegelicht inclusief een afweging van de voor- en nadelen.

De concepten zijn met behulp van een Beoordelingsmatrix (Bijlage 7) getoetst op een aantal eisen. Uit deze afwegingen zijn 3 concepten naar voren gekomen die de meeste potentie hebben.

A - Concept 1: De passieve geleiders

B - Concept 6 in combinatie met 7: De blokjes met luchtcilinders en afstandpennen

C - Concept 11: De trommel met geleidebanen

Op de volgende pagina's worden deze 3 concepten verder toegelicht.

A: De passieve geleiders

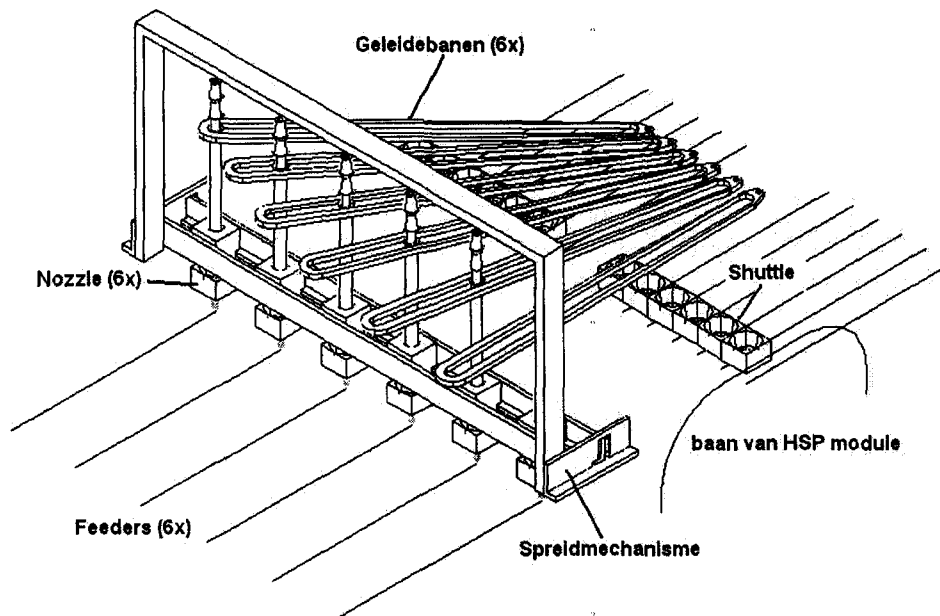


Fig. 1

Werking

Dit mechanisme werkt met vaste punten bij de Feeders en de Shuttles. Als de HSP van de Feeders naar de Shuttles beweegt, zorgen de geleidebanen voor de steekverkleining. Deze geleidebanen kunnen wisselen tussen de linker en rechter Shuttle.

Voordelen

- Vaste steek door geleidebanen.
- Weinig bewegende massa.
- Omschakeling tussen links en rechts binnen korte tijd mogelijk.

Nadelen

- Veel bewegende delen en daardoor veel slijtagepunten.
- Constructieve problemen bij het draaimechanisme van de geleidebanen.
- Grote wrijving door veel draaipunten en geleidingen.

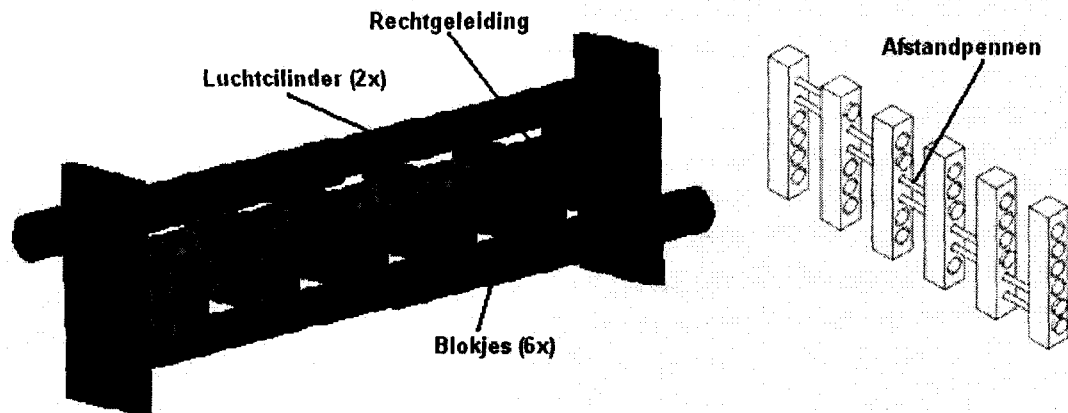
B: De blokjes met luchtcilinders en afstandpennen.

Fig. 2

Werking

De verandering van steek wordt gedaan door 2 actuatoren, in dit geval luchtcilinders. De nozzle's worden gemonteerd in de blokjes. Om in uitgespreide toestand de afstand van 16 mm tussen de blokjes te verkrijgen, wordt gebruik gemaakt van afstandpennen.

Voordelen

- Eenvoudige constructie.
- Luchtcilinders als actuatoren kunnen hoge snelheden halen.
- Mechanisme is compact in omvang.
- Weinig slijtage delen

Nadelen

- Meebewegende luchtcilinders zorgen voor extra massa.
- Meerdere blokjes op één rechtgeleiding vergt goede instelling.
- Grote inbouwmaat door luchtcilinders.

C: De trommel met geleidebanen.

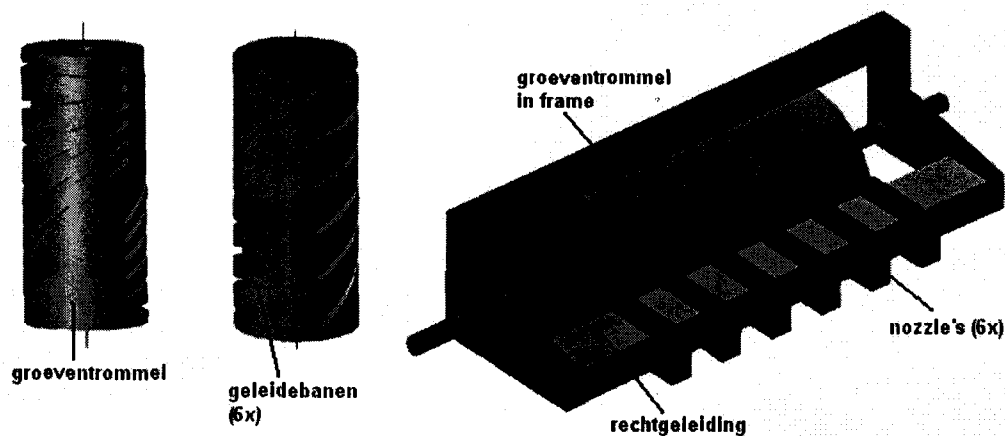


Fig. 3

Werking

Dit mechanisme werkt met gedwongen geleidebanen. De geleidebanen zijn de groeven in de trommel. De blokjes met nozzle's bewegen op een geleiding, en zijn verbonden met elk een groef. Gaat de trommel roteren, dan verandert de steek tussen de blokjes. Linksom of rechtsom roteren zorgt voor de richting links of rechts van de nozzle's ten behoeve van linker of rechter Shuttle.

Voordelen

- Nozzle's kunnen snel links en rechts schakelen
- Vastgelegde steekafstand.
- Relatief weinig component.

Nadelen

- Grote massa van de trommel.
- Grote afmetingen van de trommel.
- Slijtagepunten bij pinnen en geleidegroeven.
- Grote optredende krachten en koppels door gedwongen beweging.
- Groot bouwvolume om onder de HSP te hangen.

Gekozen ontwerp

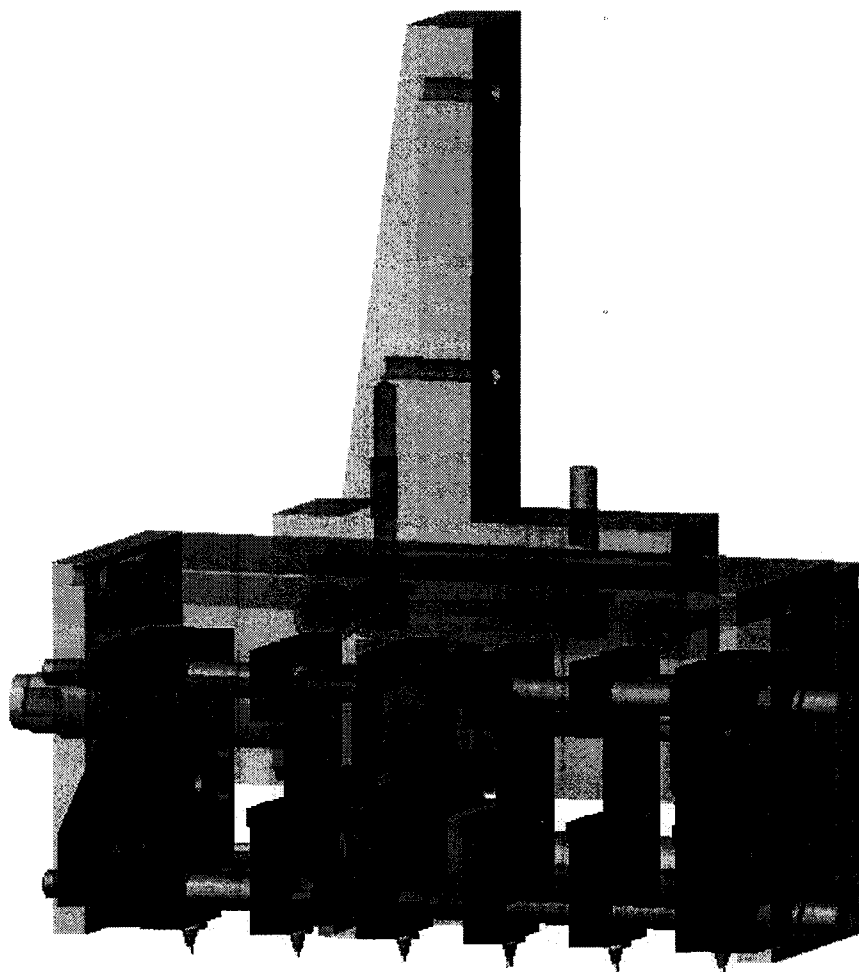
Het uiteindelijk gekozen ontwerp is concept B: De blokjes met luchtcilinders en afstandspennen.

De argumenten om voor dit ontwerp te kiezen zijn;

- Dit concept is het minst ingewikkelde ontwerp.
- Hoge stijfheid in trekrichting door afstandspennen.
- Duidelijk ontwerp dat op voorhand lijkt te werken.

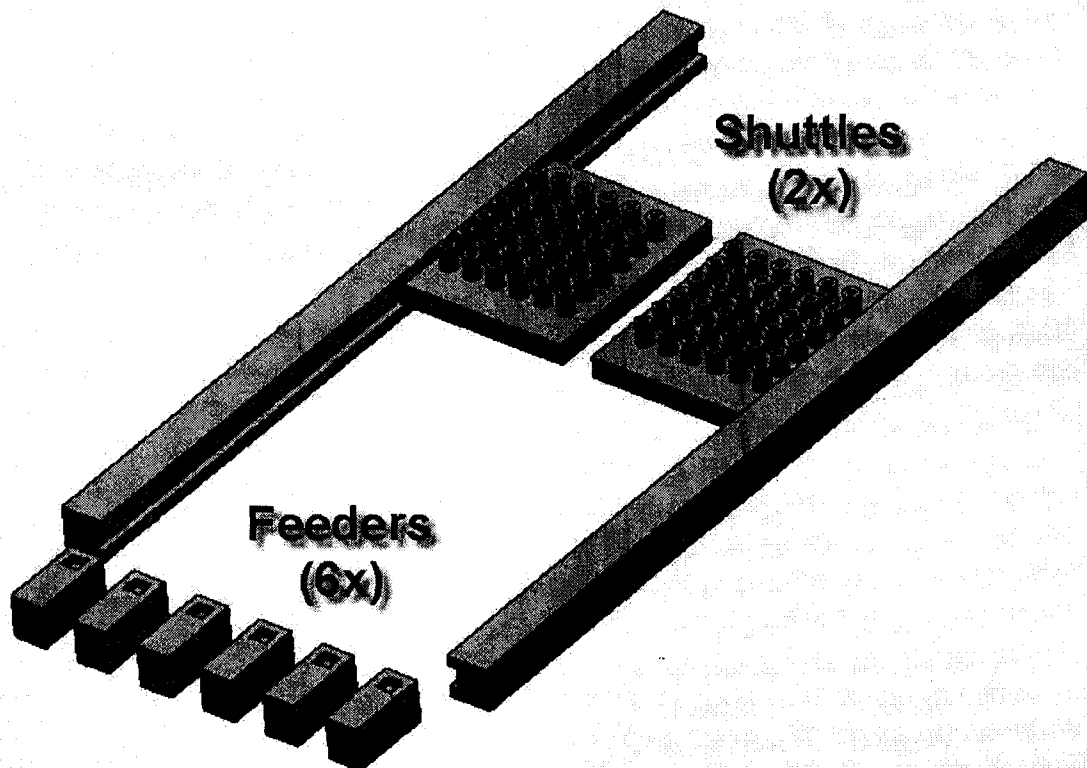
Een uitgebreide uitwerking en uitleg van dit ontwerp staat in hoofdstuk 09.

10 Steekvertaler

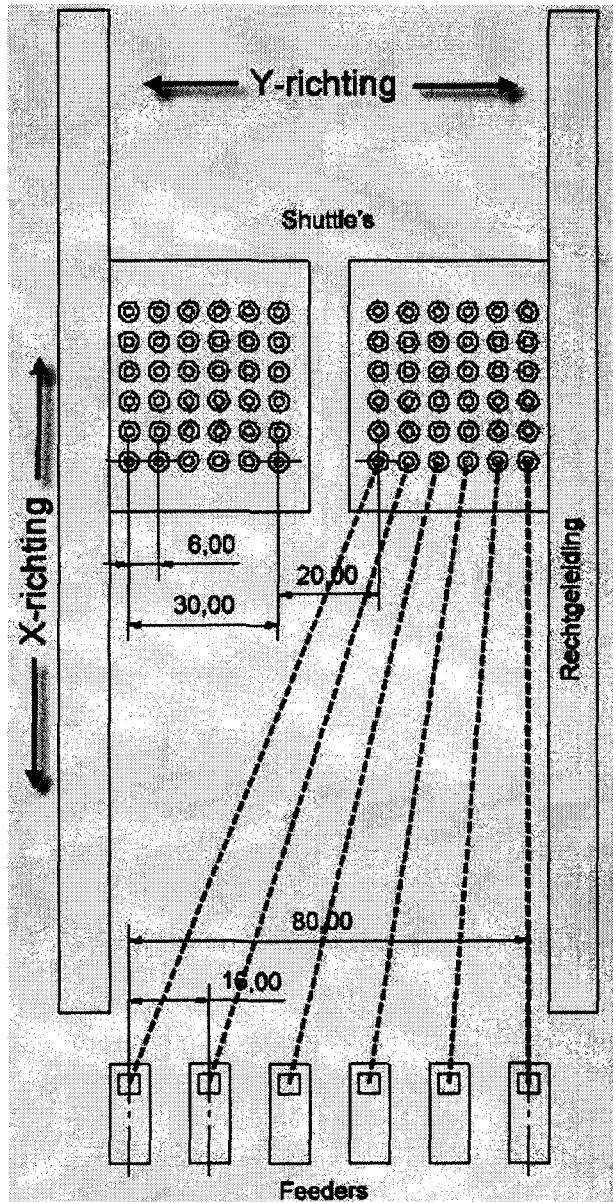


10.1 Inleiding

Hieronder staat een schematische tekening van het werkgebied van de steekvertaler. Aan de ene kant zijn er de feeders, met een onderlinge steek van 16 mm. Hier worden de componenten opgepikt en dit is het beginpunt van de beweging. Aan de overzijde zijn daar de shuttles, waarvan de steek van de pennen 6 mm is. Op deze pennen moeten de componenten geplaatst worden. Er is dus een verschil in steek, maar ook een verschil in eindbestemming. Namelijk, als de linkse shuttle geleegd wordt, wordt de rechtse gevuld en andersom. Het mechanisme kan van steek veranderen, maar kan ook wisselen tussen de twee shuttles.



Werkgebied in de machine

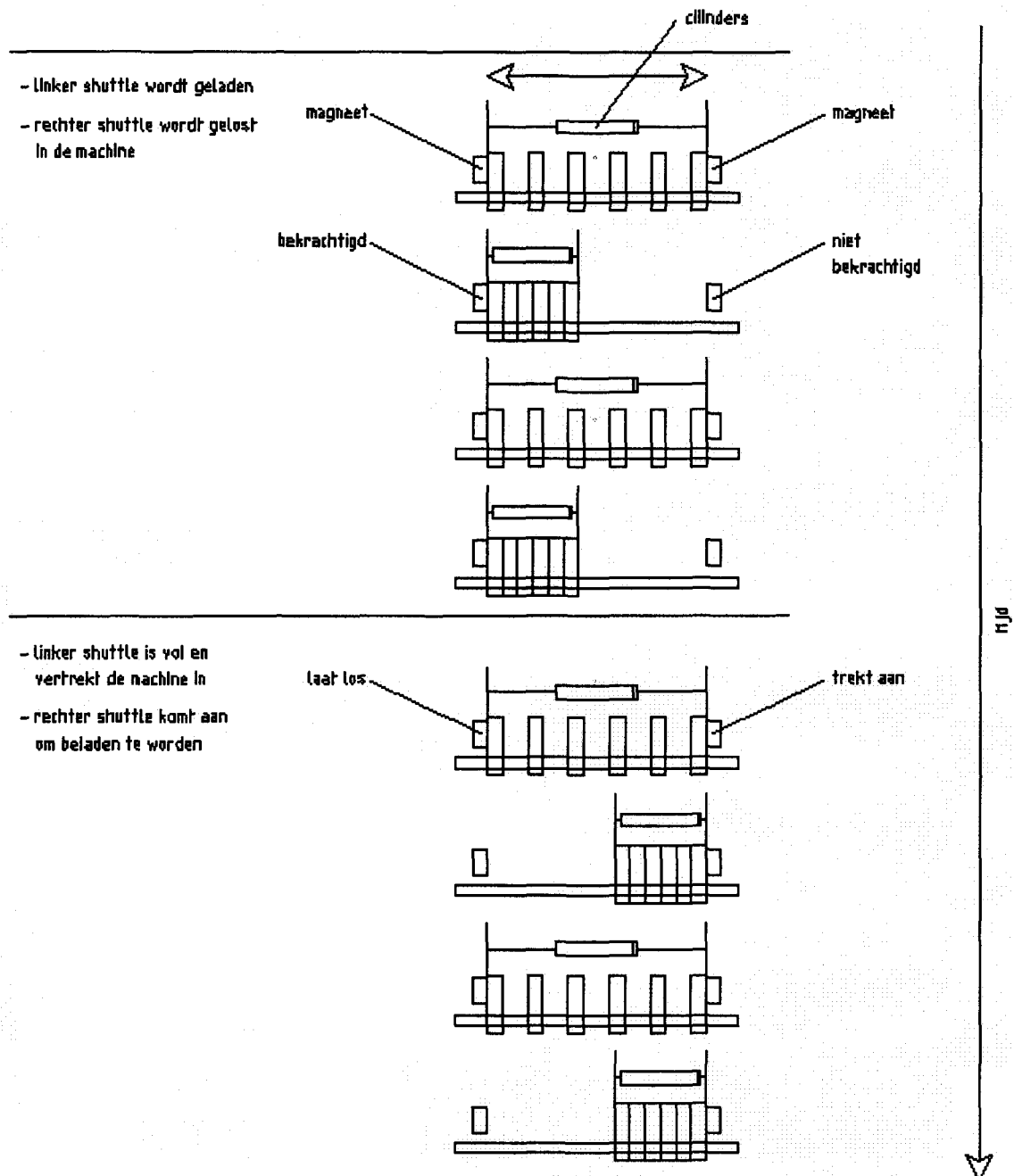


Schematische weergave van de vereiste beweging

In figuur 0-2 is heel duidelijk situatie te zien, met de steekverdichting (beweging in Y-richting) die vereist is, wanneer de componenten onderweg zijn naar de shuttles. Duidelijk is ook te zien dat de buitenste nozzle niet hoeft te verplaatsen. Daardoor kan deze tegen een aanslag aanlopen en deze kan vastgehouden worden om te kunnen wisselen tussen de shuttles. Door de linkse of de rechtse vast te houden, wordt de te bedienen shuttle gekozen. De robot zorgt voor de X-beweging en de (niet zichtbare) Z-beweging.

10.1.1 Wisseling tussen de twee shuttles

Zoals te zien is op afbeelding ?? moet het mechanisme kunnen schakelen tussen de twee shuttles. Op onderstaande afbeelding is te zien hoe dat is opgelost. Door of de linkse of de rechtse magneet te bekrachtigen, wordt met het ingaan van de cilinders het geheel naar de linker- of naar de rechterzijde getrokken. Oftewel, naar de linker of de rechter shuttle.

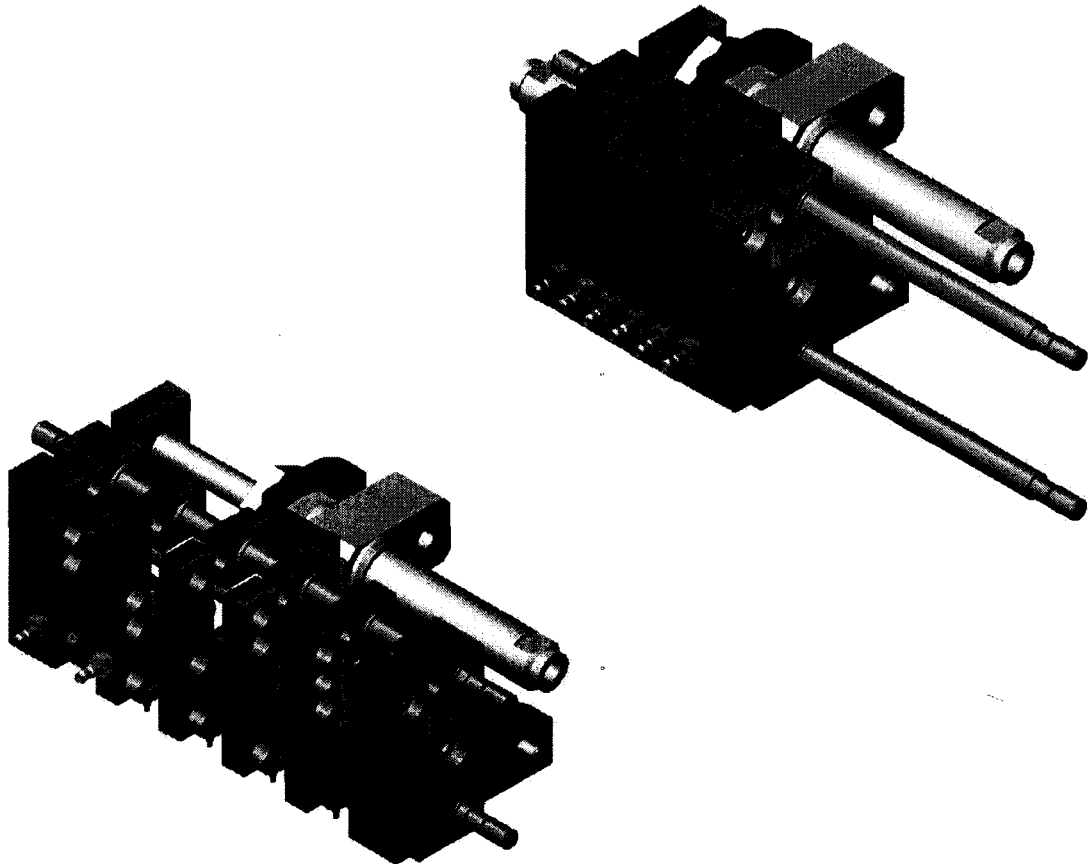


Werking mechanisme in de tijd

10.1.2 Steekvertaling

De componenten worden opgepikt van de feeders. De feeders hebben een onderlinge afstand (steek) van 16 mm. De componenten worden geplaatst op pennen op de shuttles. Deze pennen staan op een onderlinge afstand van 6 mm.

Deze beweging is een lineaire beweging in het horizontale vlak. De nozzles die de componenten met vacuüm vastpakken, zijn gevat in kleine houders. Deze houders hebben een dikte van 6 mm. De nozzles zijn met zeer lage toleranties in het midden van deze houders aangebracht. Door de blokjes tegen elkaar aan te schuiven, komen de nozzles op precies 6 mm van elkaar te liggen. Hiermee is de verdichting al ondervangen.

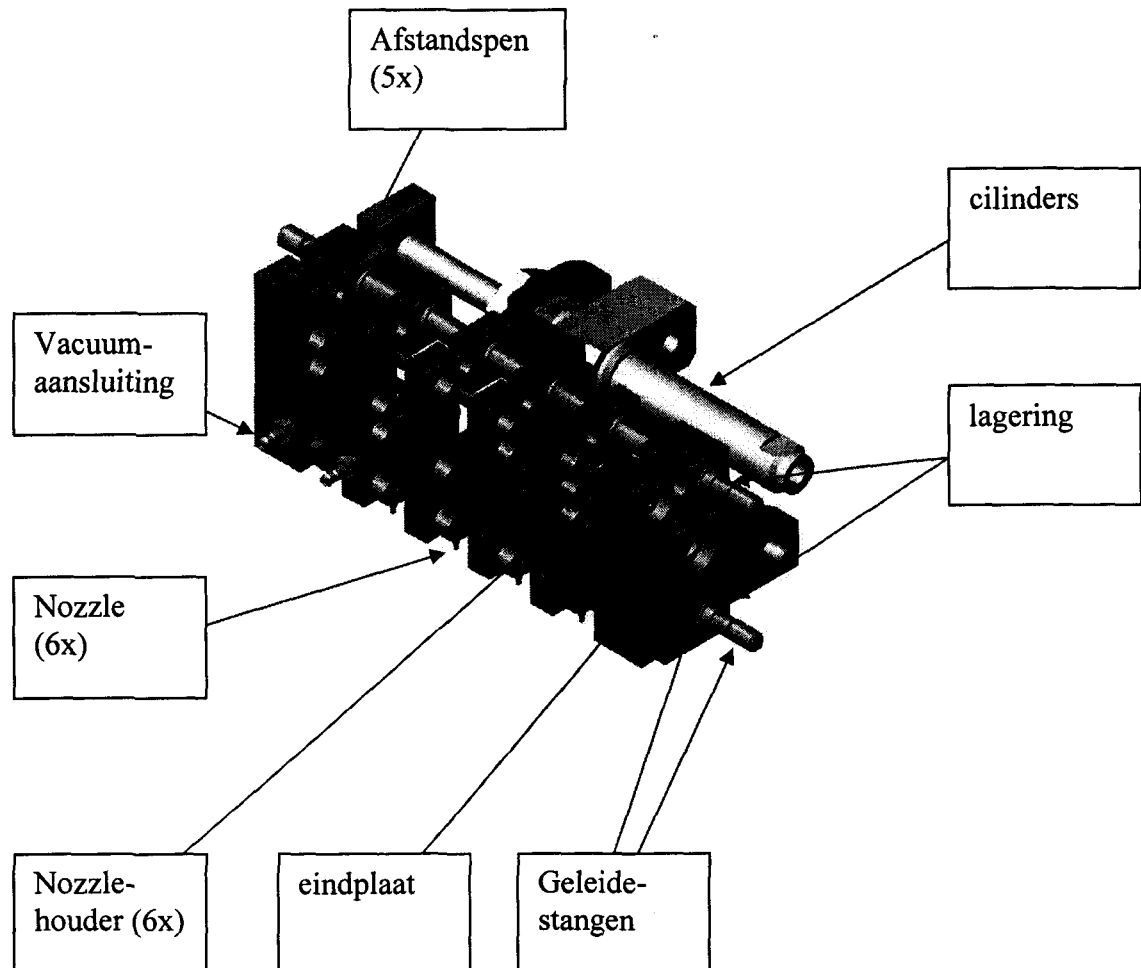


Het openen en verdichten van het mechanisme

De uitgaande beweging is omvangrijker. Het is erg belangrijk dat de nozzles nauwkeurig op de 16mm van elkaar komen te zitten. Elke nozzlehouder moet ten opzichte van het naastgelegen houdertje een afstand van 10 mm afleggen.

10.2 Componenten

10.2.1 Inleiding



De nozzles zijn opgenomen in de nozzlehouders. Deze bewegen door middel van glijlagers over twee geleidestangen. Twee cilinders, die tussen de eindplaten zijn gemonteerd, zorgen voor de horizontale beweging. Voor het vacuüm bij de nozzles zijn er aan de zijkant van de houders aansluiting aangebracht. De lucht vanuit de nozzle kan via een kanaal in de houder de aansluiting bereiken.

10.2.2 Nozzlehouders

10.2.2.1 algemeen

In het mechanisme is een zestal nozzles aanwezig. Elk van deze nozzles is gevat in een apart blokje, een zogenaamde nozzlehouder. Omdat hier de nozzle in is opgenomen, bepaalt de nauwkeurigheid van deze houder ook de nauwkeurigheid waarmee de nozzle gepositioneerd kan worden. Ook de werking van de constructie hangt van deze houders af. Om een goede werking te realiseren, is aandacht besteed aan:

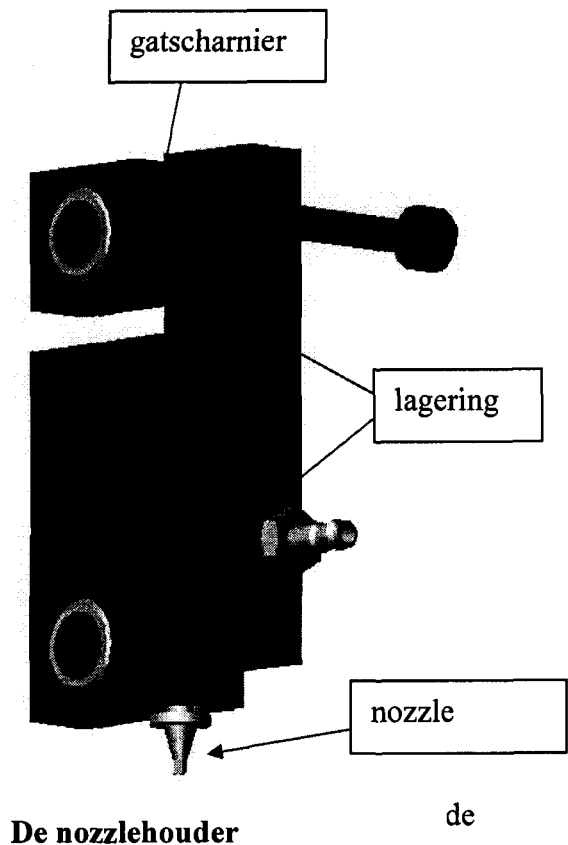
- lagering
- geleiding
- op elkaar aanslaan van de houders
- opname van de nozzles in de houder

Dit wordt in dit hoofdstuk behandeld.

10.2.2.2 lagering

De lagers die hier in zitten, zijn sinterbronzen droogloplagers, met olie geïmpregneerd en getolereerde binnen- en buitenmaten. De werking en de nauwkeurigheid van de constructie hangt af van de speling van de lagers op de as. Hierop is speciaal gelet bij de keuze van de lagers.

De speling doet rechtstreeks afbreuk aan de nauwkeurigheid. Maar deze kan niet tot nul gereduceerd worden, omdat anders de constructie niet meer kan bewegen. Teveel spel nauwkeurigheid weg is en kans is op schrank.



Voor een verklaring van het begrip schrank, zie de bijlage 10.

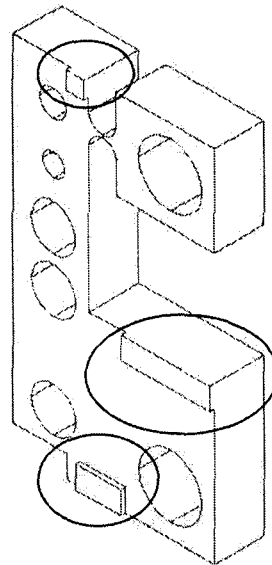
10.2.2.3 aanslagnokjes

Om de nauwkeurigheid te kunnen halen, is het belangrijk dat de blokjes goed tegen elkaar aan slaan. Hiervoor is een nauwkeurige vlakheid nodig. Om niet het hele vlak onder deze lage tolerantie te hoeven maken, zitten er een drietal nokjes.

Er is bewust voor gekozen geen nokje aan te brengen bij het bovenste lagerpunt. Mocht deze door maatafwijkingen altijd als eerste aanslaan, dan zou het gatscharnier onnodig zwaar belast worden.

Opmerking:

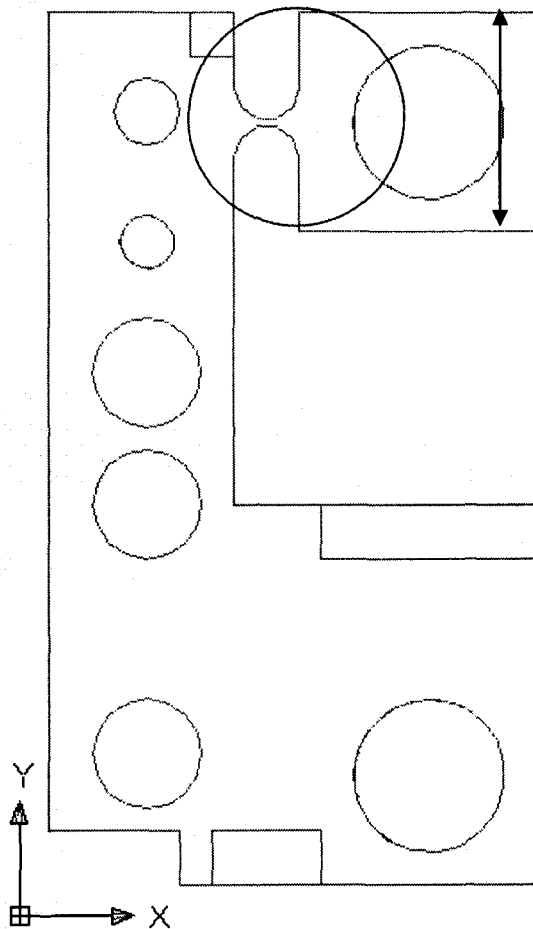
Voor de optimale werking van de nokjes, hadden de krachten die ontstaan op het houdertje aan moeten grijpen binnen de driehoek die de nokjes beschrijven. Nu zitten deze krachten hier volledig buiten. De oplossing is de nokjes meer naar de uithoeken te brengen.



De aanslagnokjes

10.2.2.4 Gatscharnier

De nozzlehouder is aan twee geleidstangen opgehangen. Dit is echter een statisch overbepaalde oplossing. De onderste stang legt de beweging in X en Y richting vast. De beweging in Z wordt juist vrijgelaten. De rotatie om de X en Y as wordt ook als vastgelegd aangenomen. Om de rotatie om de Z as vast te leggen, is de bovenste geleidestang nodig. Maar deze stang legt ook de beweging in de Y richting opnieuw vast. In deze richting is de constructie overbepaald.



Het gatscharnier

Deze overbepaaldheid is op twee manieren op te lossen.

1. De bovenste geleidestang kan in Y richting vrij bewegen ten opzichte van de onderste geleider.
2. De bovenste geleidestang kan in Y richting vrij bewegen ten opzichte van het blokje.

Oplossing 1 lijkt eenvoudig te realiseren, omdat dan maar twee bewegende ophangingen nodig zijn, namelijk die waarmee de geleider in het frame hangt. Alle 6 andere ophangingen, namelijk die in de houdertjes, moeten echter wel op exact dezelfde afstand liggen, omdat door maatafwijkingen hierin de blokjes alsnog op de geleiding kunnen gaan klemmen.

De oplossing is om een lagerpunt vast en het andere lagerpunt in verticale richting beweegbaar te maken ten opzichte van de nozzlehouder. Omdat het onderste lager het dichtst bij het punt ligt waar de nauwkeurigheid gehaald moet worden, namelijk de nozzle, is dit lager als vast lager gekozen.

Aan het beweegbaar maken van het lager zijn de randvoorwaarden gesteld:

- kleine beweging maar nodig
- eenvoudig maakbaar
- geen extra onderdelen

Opties zijn:

1. geleidestang met een sleufgat door het houdertje laten lopen
2. lager met een bladveer ophangen
3. lager met een gatscharnier

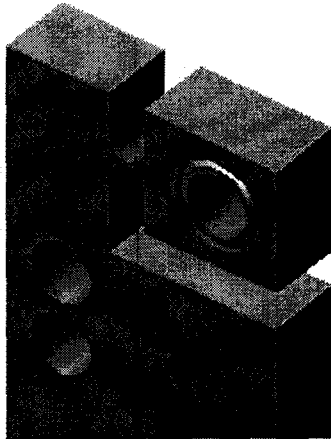
Optie 1 is slijtagegevoelig en kan geen standaard lager toegepast worden. Tevens is dit een optie die de rotatie om de X-as minder vast legt dan wanneer een lagering wordt toegepast welke de bovenste geleider zowel aan de onder als de bovenkant geheel omsluit.

Optie 2 kan wel uitgevoerd worden met een normaal glijlager, welke ook de geleidestang geheel omsluit. Een bladveer levert echter extra onderdelen op en hiermee ook extra verbindingen.

Optie 3 is uiteindelijk gekozen, omdat er een standaard lager gebruikt kan worden. Dit resulteert in een oplossing met een minimale slijtage welke de geleidestang geheel omsluit, waardoor de rotatie om de X-as wordt geminimaliseerd. Tevens bestaat deze oplossing uit slechts 1 onderdeel en is eenvoudig te maken.

10.2.2.4.1 Berekeningen

Voor de berekeningen gelden de volgende randvoorwaarden:



Materiaal: aluminium

Min. dikte houdertje (lengte scharnier): 5.5 mm

Maximale belasting:

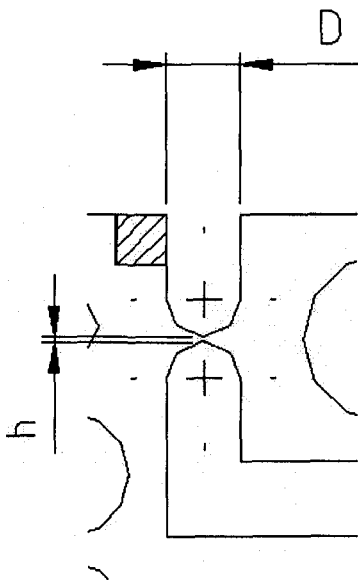
x-richting: obstructie, anders reactiekracht voor vastleggen van de rotatie om de z-as van de houder.

y-richting: obstructie bij transport of montage. Tijdens gebruik wordt deze vrijheidsgraad vrijgegeven.

z-richting: is de kracht van de cilinder indien schrank optreedt en het lager vastklemt op de as. De cilinder kan een kracht van 17 N leveren.

Het gatscharnier

D zo klein mogelijk voor een compacte bouw van de houder. In overleg met LIS is deze op 3 mm gesteld, omdat dit de maakbaarheid ten goede kwam.



Stijfheid in X richting:

Aangenomen is dat bij een belasting van 10 N het gatscharnier in X-richting de nozzle 100 µm mag verschuiven.

Aanname: ideale verhouding $\sqrt{\frac{D}{h}} = 0.35$

$D = 3 \text{ mm}$.

$h = 0.4 \text{ mm}$

$A = 0.4 \times 5.5 = 2.2 \text{ mm}^2$

De maatvoering van het gatscharnier

Trekspanning:

$$\sigma_x = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_x = \frac{10}{2.2} = 4.45 \text{ N/mm}^2$$

Afschuifspanning:

$$\sigma_y = \frac{D}{A}$$

$$\sigma_y = \frac{17}{2.2} = 7.7 \text{ N/mm}^2$$

Gezien deze waarden is het gatscharnier sterk genoeg. Het probleem is echter dat de krachten welke optreden als de lagers klemmen niet bekend is. Wanneer het systeem in volle vaart is en er treedt opeens schrank op, staat het geheel in een keer stil.

Dan geldt de formule: $F = m \cdot a$

Omdat de vertraging op het moment van schrank niet bekend is, is de F niet uit te rekenen. Aangenomen is wel dat deze kracht de kracht van de cilinders ver kan overschrijden.

Stijfheden:

Trekstijfheid:

$$c_{zz} = 0.56 \cdot \sqrt{\frac{h}{D}} \cdot E \cdot t \cdot \left(1.2 + \frac{D}{h}\right)^{-1}$$

$$c_{zz} = 0.56 \cdot 0.35 \cdot 70 \cdot 10^3 \cdot 5.5 \cdot 10^{-3} \cdot \left(1.2 + \frac{3}{0.3675}\right)^{-1}$$

$$c_{zz} = 8.7 \text{ Nmm}$$

Afschuifstijfheid:

$$c_{xx} = 0.48 \cdot \sqrt{\frac{h}{D}} \cdot E \cdot t$$

$$c_{xx} = 0.48 \cdot 0.35 \cdot 70 \cdot 10^3 \cdot 5.5 \cdot 10^{-3}$$

$$c_{xx} = 65 \text{ Nmm}$$

Rotatiestijfheid:

$$k_{\psi\psi} = 0.093 \cdot \sqrt{\frac{h}{D}} \cdot E \cdot t \cdot h^2$$

$$k_{\psi\psi} = 0.093 \cdot 0.35 \cdot 70 \cdot 10^3 \cdot 5.5 \cdot 10^{-3} \cdot (0.3675 \cdot 10^{-3})^2$$

$$k_{\psi\psi} = 1.7 \cdot 10^{-6} \text{ Nmm}$$

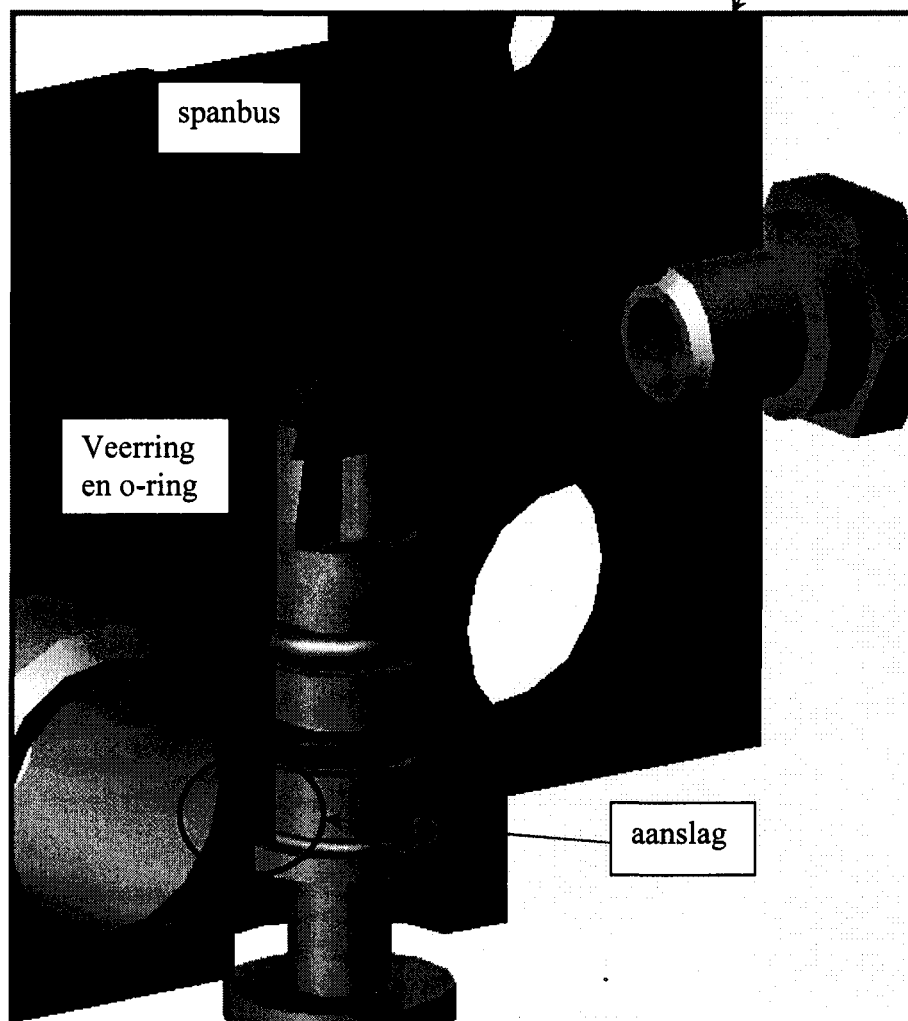
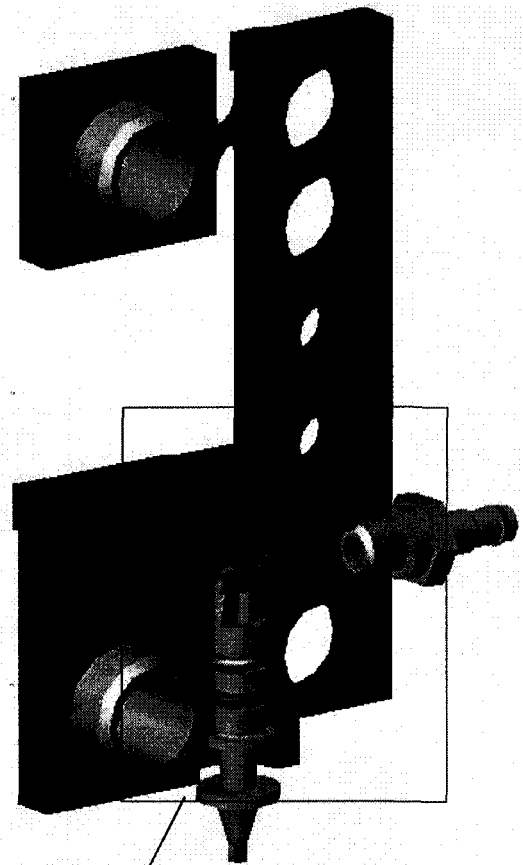
Uit deze waarden valt te concluderen dat de rotatiestijfheid zeer laag is, waardoor het scharnier makkelijk beweegt.

De trekstijfheid dusdanig hoog, dat het scharnier afdoende sterk is tegen het uitrekken als gevolg van een obstructie, als bijvoorbeeld de tijdens de neergaande beweging van de robot iets geraakt wordt.

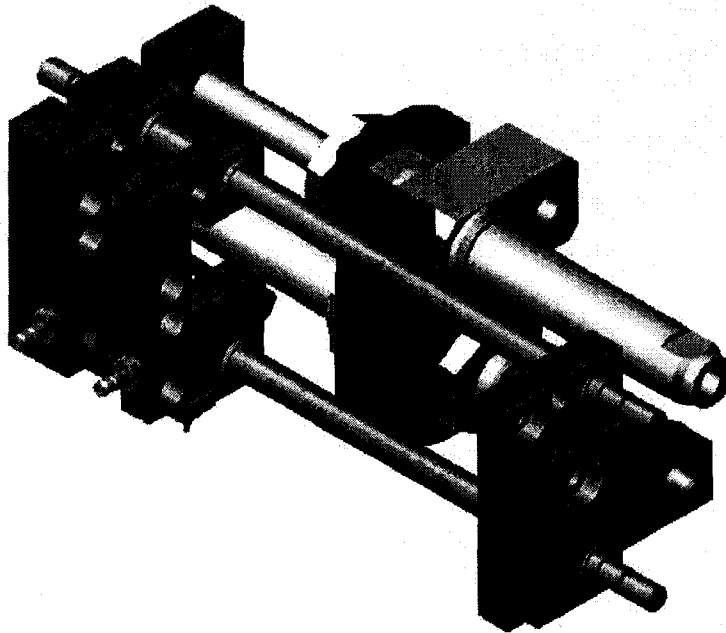
De afschuifstijfheid is ook hoog, waardoor het scharnier goed bestand is tegen een vastlopend lager, als gevolg van bijvoorbeeld schrank of een obstructie anderzijds.

Opname van de nozzle

De nozzle is opgenomen in een gat onderin de nozzlehouder. De nozzle heeft een kraag, welke tegen een aanslag in het gat aanligt. Hiermee is de verticale positie bepaald. De veer- en o-ringen van de nozzle voorkomen samen met het boven de nozzle aanwezige vacuüm dat de nozzle uit het gat valt. De nozzle is tegen draaien geborgd door een spanbus. Hierin zit een zaagsnede waarin de twee pootjes vallen die bovenop de nozzle zitten. Doordat de spanbus hol is, kan deze in het gat van de vacuümaansluiting geplaatst worden.



10.2.3 Afstandspennen

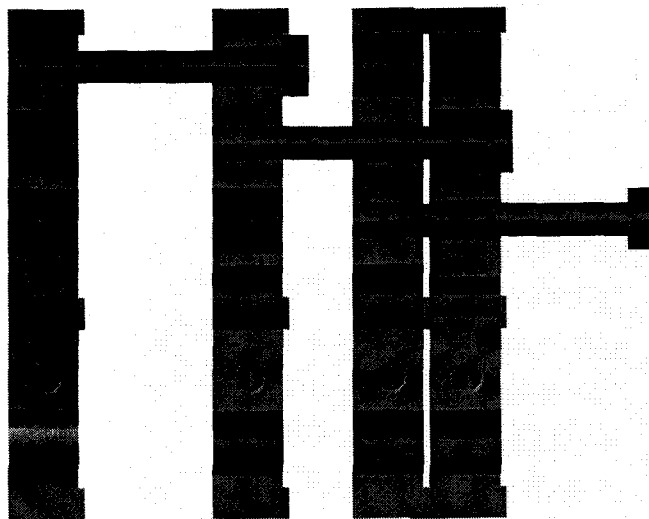


De eindplaten worden door de cilinders op de afgestelde afstand gezet. Alleen het is erg belangrijk dat de tussenliggende blokjes op de juiste afstand van elkaar gepositioneerd worden. Hiervoor zijn pennen toegepast die in het blokje geperst zijn en in het volgende blokje haken. Om ze kwijt te kunnen raken, is in het daarop volgende blokje een grote uitsparing gemaakt waar het kopje doorheen kan. De pennen hebben een dikte van 2,5 mm en een kopje van 4,8 mm.

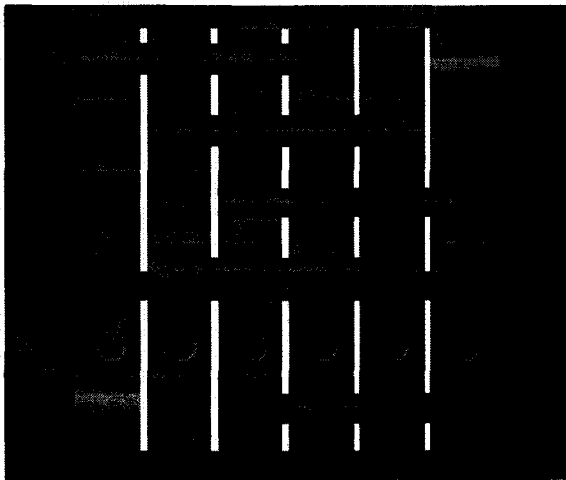
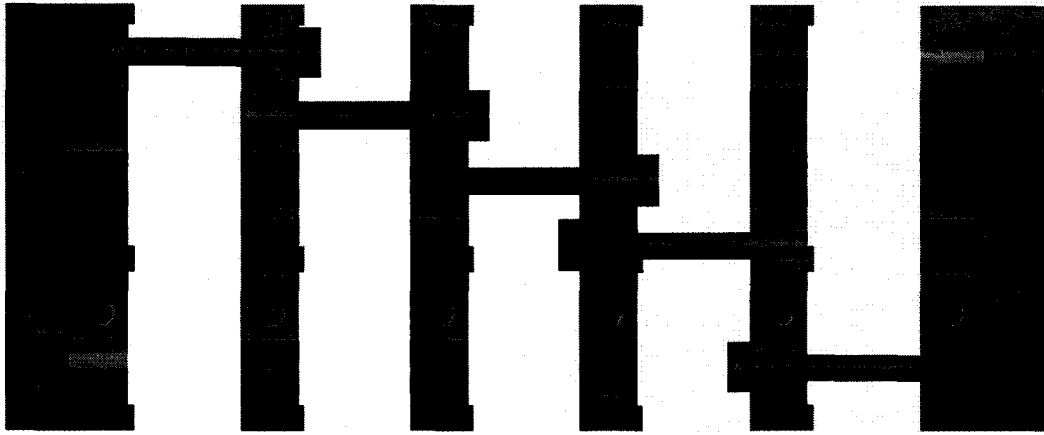
De pennen zitten met een perspassing in de houdertjes geperst.

Opmerking:

Het gat waar het kopje in wegschuift, heeft een maat van een 5 mm. Het kopje van het pennetje is 4,8 mm. Deze speling is te krap. Door de speling in de lagers, kunnen de kop en het gat elkaar raken en daardoor zwaar gaan lopen.



Werking van de afstandspennen



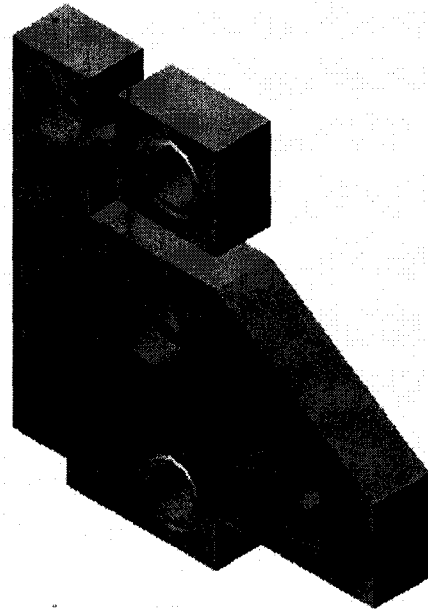
De pennen zijn dusdanig geplaatst dat deze bij inschuiven geheel binnen de constructie blijven

10.2.4 Eindplaten

De cilinders hebben veel inbouwruimte nodig, waardoor het aangrijpingspunt van de kracht ver buiten de geleiders komt te liggen. Hierdoor is er een hele grote kans op schrank. Een grotere lagerlengte gaat dit tegen, maar hier was geen plaats voor in de nozzlehouders. Daarvoor zijn er aparte eindplaten aangebracht.

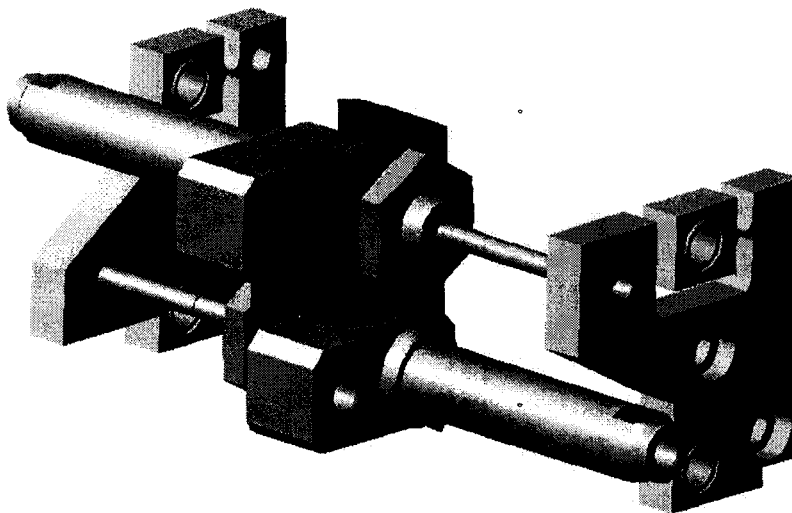
Door de eindplaten aan de buitenste nozzlehouders te schroeven, is er meteen een metaal aanwezig wat magnetisch aangetrokken kan worden voor de wisseling tussen de twee shuttles.

Door cilinderkopschroeven te gebruiken, is een goede uitlijning mogelijk met de eerste nozzlehouder.



De eindplaat

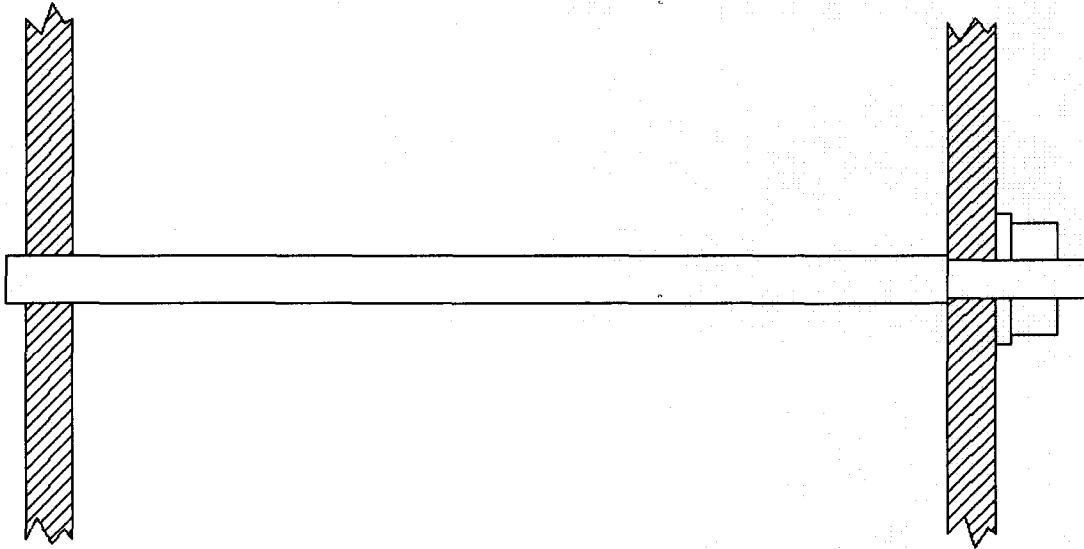
10.2.5 Cilinderverbinding



De cilinders onderling verbonden

Voor de beweging is een slag van 50 millimeter nodig. Het is nodig om hierbij twee cilinders te gebruiken, omdat de inbouwruimte beperkt is. Deze cilinders zijn onderling aan elkaar verbonden door middel van een blokje. De cilinders hangen aan de zuigerstangen.

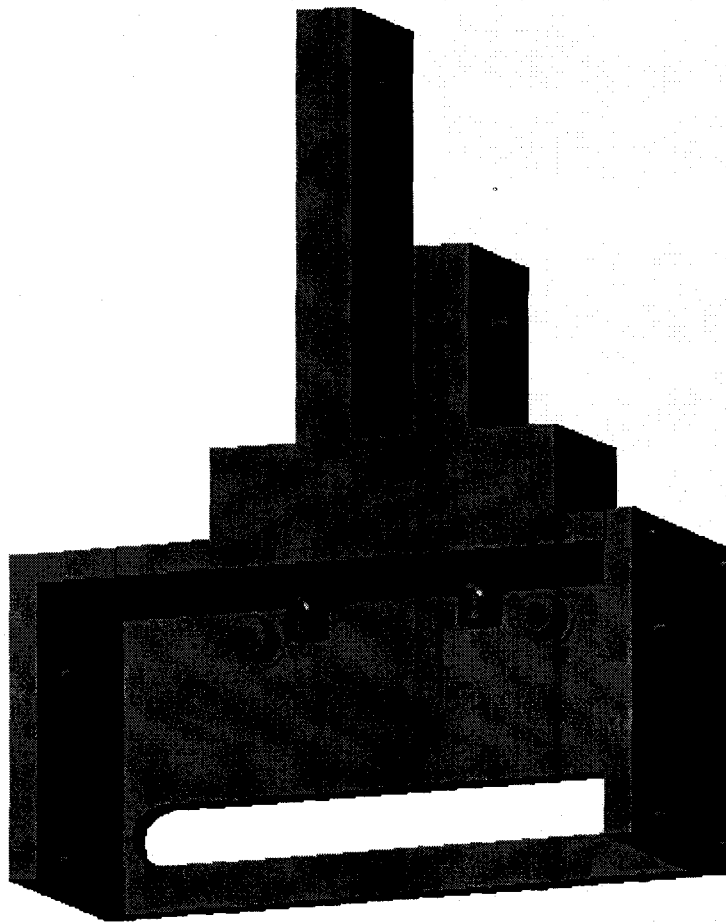
10.2.6 Geleidestangen



Opname en fixatie geleidestang in het frame

De geleidestangen zijn oppervlaktegehard en voldoen aan de toleranties die zijn opgegeven door de fabrikant van de glijlagers. Door middel van een borst en een moer worden de geleidestangen in het frame gefixeerd.

10.2.7 Frame



Het frame

In het frame is een doosconstructie nagestreefd, omdat dit een grote stijfheid geeft. Als materiaal was staal en aluminium mogelijk. De stijfheid en het gewicht voor beide materialen nagenoeg gelijk. Om de onderdelen aan elkaar te kunnen schroeven, had een dik materiaal de voorkeur om vlees te hebben voor de schroefdraad. Hierdoor is aluminium gekozen.

11 Concepten Overzetmechanisme

Inleiding

Zoals bleek uit de probleemanalyse (hoofdstuk 06) moet het Spreidmechanisme bewogen worden tussen 2 vaste punten. Aangezien een cyclus van pakken en plaatsen niet langer mag duren dan 1 seconde, moet het mechanisme binnen 400 msec van de Feeders naar de Shuttle kunnen bewegen. Zie hiervoor de tijdtabel in Bijlage 2.

Er is al vastgesteld dat we voor deze taak de HSP module gaan gebruiken. De HSP is echter te duur voor het vastgestelde maximum bedrag van €1000,-. Er is dus nagedacht over alternatieven voor de HSP.

Hier zijn een aantal mogelijkheden voor. In Bijlage 6 staan een aantal concepten voor het Overzetmechanisme.

Er is bij elk concept een referentie aan de morfologische matrix vermeld. De morfologische matrix is te vinden in bijlage 4.

In de morfologische matrix wordt gesproken over de Z-beweging en de Y-beweging. Zoals in onderstaande figuur te zien is wordt met de Z-beweging de hoogte bedoeld en met de Y-beweging de afstand van de feeders naar de shuttle.

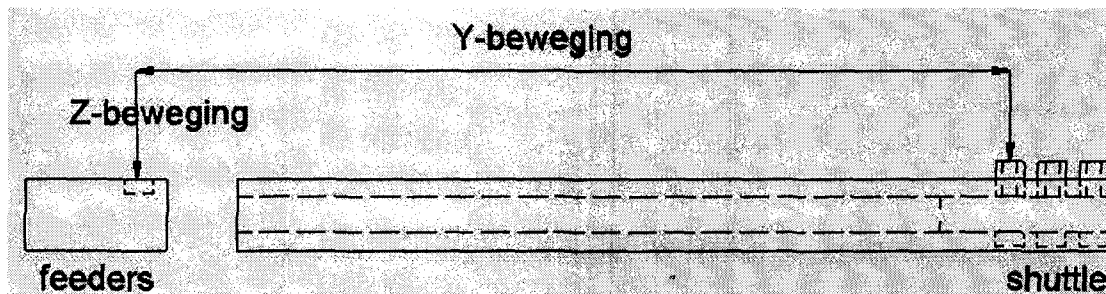


Fig. 1

In Figuur 1 is te zien dat de Y-beweging een vaste afstand is. De Z-beweging kan variëren om de verschillende diktes te compenseren van de componenten. Het overzetmechanisme beweegt zich dus tussen 2 vaste punten op de Y-as. De shuttle schuift vervolgens telkens een stapje van 6mm door.

Vanwege de lengte van de Shuttle is de minimum afstand die het Overzetmechanisme moet afleggen 50 mm.

12 Reset en Indexeringsmechanisme

In hoofdstuk 06 is het shuttle concept behandeld. Zo is uitgelegd dat de shuttle holle pinnen bevat waar vacuüm op gezet kan worden. Als de pinnen in hun bovenste stand staan, staat er vacuüm op. Worden de pinnen ingedrukt, dan wordt er atmosferische druk op de pinnen geschakeld.

Het Resetmechanisme

Bij aanvang van een nieuwe vulcyclus komt een lege Shuttle de machine uit.

Voordat de Vulrobot de shuttle opnieuw kan vullen, moeten de pinnen in hun oorspronkelijke stand teruggezet worden.

Hiervoor moeten de pinnen weer omhoog gedrukt worden.

Voor deze taak is het Resetmechanisme ontwikkeld. Dit mechanisme moet de pinnetjes in hun bovenste stand teruggedrukken, en tegelijkertijd deze pinnen ondersteunen zodat wanneer de Vulrobot de componenten plaatst deze niet ingedrukt worden.

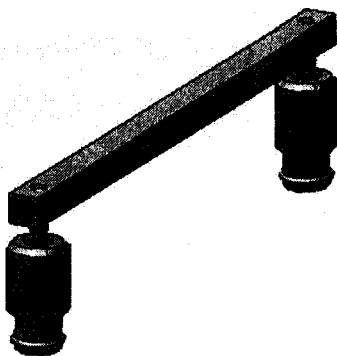


Fig. 1

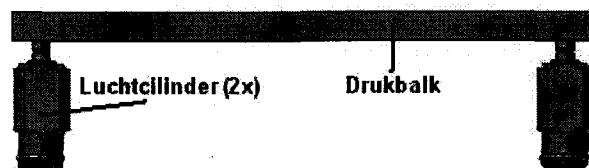


Fig. 2

Voor deze functie is bovenstaand mechanisme bedacht. Het bestaat uit 2 monostabiele cilinders met een veerretour. Deze cilinders zijn bevestigd aan een balkje. Dit balkje beslaat de breedte van 2 shuttles. Bij het vullen van de Shuttle drukt het balkje de pinnen omhoog en ondersteunt deze. De cilinder kan 14 N kracht leveren. Dit is meer dan voldoende om het aluminium balkje op te lichten en de pinnen in te drukken.

Het Indexeringsmechanisme

Voor de opstelling waar de Vulrobot getest wordt, worden standaard Feeders gebruikt die komen van de FCM machine van Assembléon. De Feeders moeten elke keer dat de Vulrobot komt een nieuwe chip aanbieden. Dit wordt Indexeren genoemd.

Hiervoor zit een hefboom op de Feeders. Elke keer als er een nieuwe chip moet worden aangeboden, moet de hefboom ingedrukt worden.

Normaliter wordt dit gedaan door de Pick & Place robot. Omdat op de demostelling geen P&P robot aanwezig is, zullen we een voorziening moeten treffen om de indexering van de Feeders te realiseren.

De hefboomen waarmee de Feeders geïndexeerd worden, zijn met veertjes op spanning gebracht. Dit betekent dat een indexeringsmechanisme die veerkracht moet overwinnen, en dat binnen 350 msec moet kunnen (zie Bijlage 2, Tijdtabel).

Na een test is geconstateerd dat één hefboom bij een gewicht van 3 kg gemakkelijk wordt ingedrukt. De benodigde kracht per hefboom wordt dus gesteld op 30 N. Bij in totaal zes hefboomen is de totale benodigde kracht dus; $6 \cdot 30 = 180$ N.

Het resetmechanisme moet gemonteerd worden op de Feederhouder (zie Bijlage 14). Aangezien het een simpel en eenvoudig te fabriceren ontwerp moest worden, is besloten 2 luchtcilinders te gebruiken die zowel als actuator en als geleiding moet dienen. Gekozen is 2 standaard Festo cilinders te gebruiken met een slag van 25mm en een cilinder diameter van 16mm. Deze kunnen per stuk 120 N genereren. In Fig. 3 is het ontwerp gemonteerd op de Feederhouder te zien.

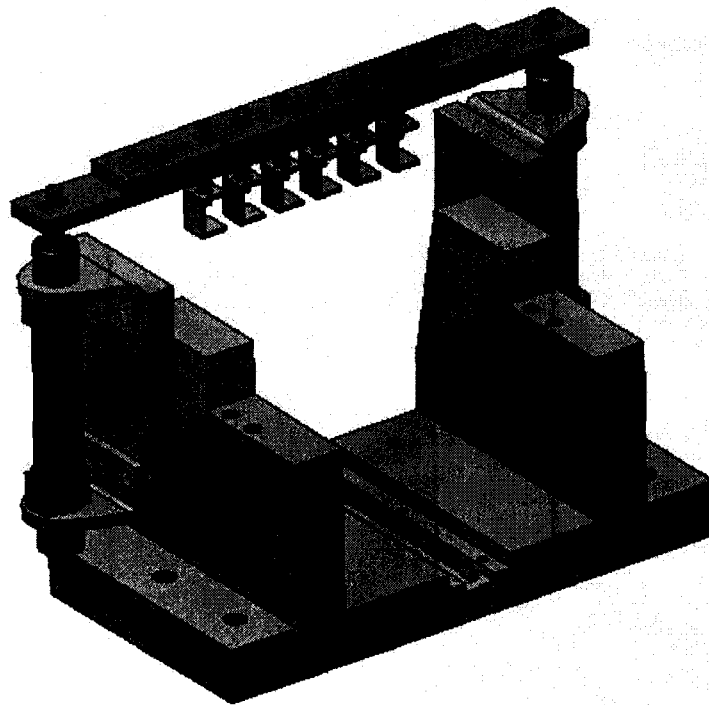


Fig. 3

De hefboomen kunnen op 2 manieren bediend worden; er kan op gedrukt worden, en aan de andere kant van het scharnierpunt kan er aan getrokken worden. Er is gekozen om de hefboomen te bekrachtigen door er aan te trekken. De reden is dat zo de Vulrobot ruimte genoeg heeft en niet in botsing kan komen met het Indexeringsmechanisme.

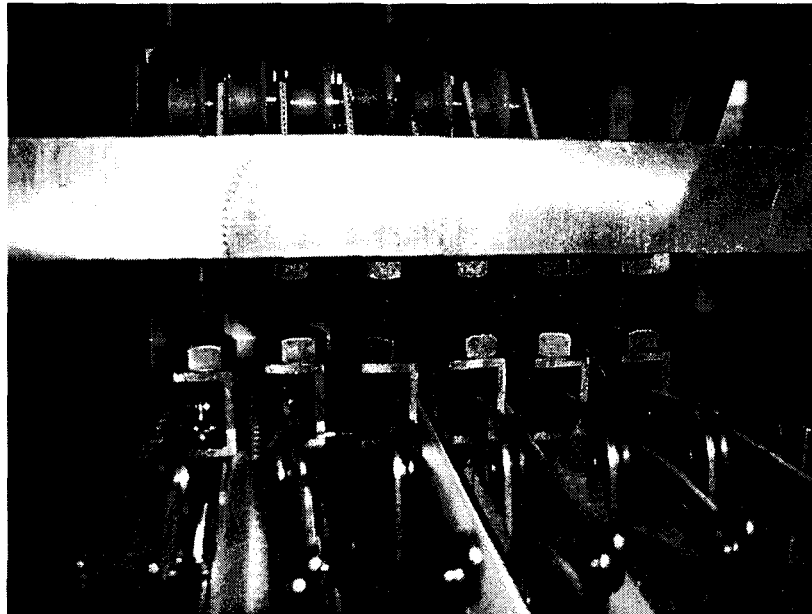


Fig. 4

Aangezien de cilinders binnen de 350 msec een in- en uitgaande beweging moet maken, moet worden gekeken of de cilinders in staat zijn deze tijd te halen. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van het simulatieprogramma 'ProPneu' van Festo. Na het invullen van de parameters is in een grafiek af te lezen of de cilinder binnen de gestelde tijd zijn slag kan maken.

De parameters zijn; een belasting van 18 kg, een slag van 20mm, 2 cilinders parallel en een luchtdruk van 6 bar.

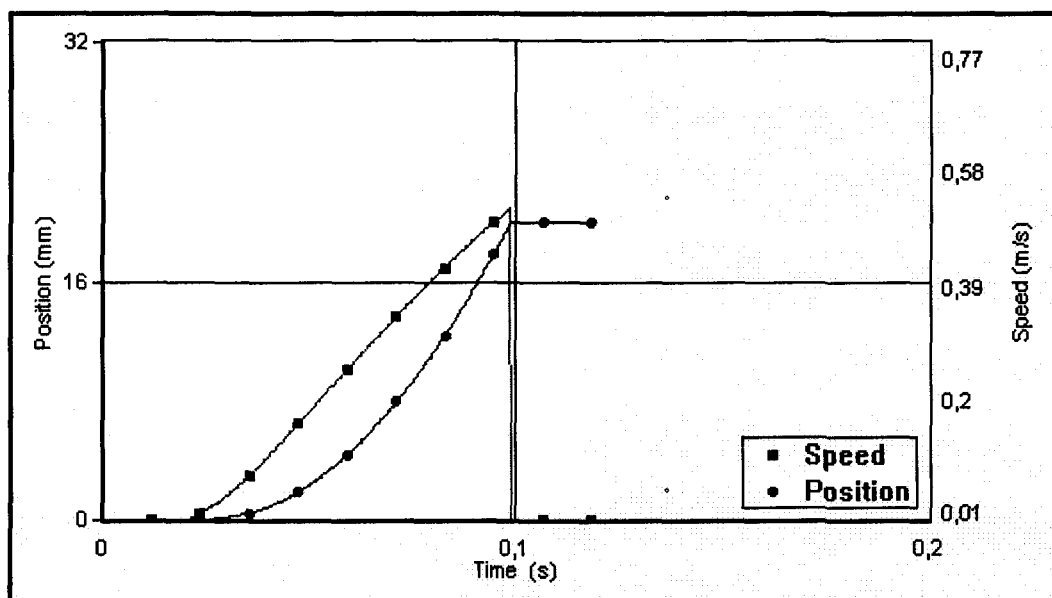


Fig. 5

In de grafiek van Figuur 5 is te zien dat de cilinder binnen de 100 msec zijn eindpositie van 20 mm haalt. Daar komt nog 100 msec bij van de ingaande slag, dan wordt het totaal 200 msec. Dit is dus ruim binnen de benodigde tijd.

13 De Demo-opstelling

Het concept van snelheidsverhoging voor de Assembléon FCM machine moet ook bewezen worden dat het werkt. Hiervoor wordt een demonstratie opstelling gemaakt. Het is de bedoeling van deze demo-opstelling dat aangetoond wordt of aannemelijk gemaakt dat het concept met de shuttles en de Vulrobot werkelijk een snelheids- en capaciteitsverhoging tot gevolg heeft.

De opstelling wordt gebouwd op een tafel samengesteld van aluminium profielen (zie Fig. 1).

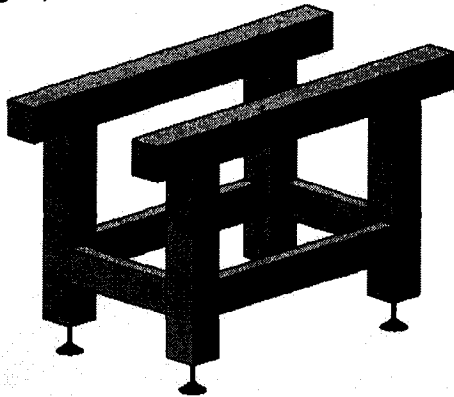


Fig. 1

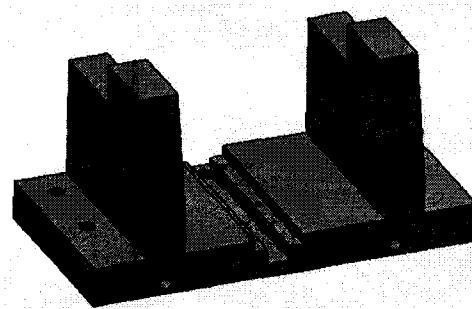


Fig. 2

De onderdelen die de Demotafel moet bevatten zijn;

- 6 Feeders
- De Vulrobot
- Een overzetmodule
- Een shuttle met geleiding
- Ventielen voor de pneumatica
- Een PLC ter aansturing van de pneumatiek, de electronica en sensoren.

Op de Demotafel moet een Feeder bar met 6 Feeders worden geplaatst. Hiervoor is een zogenaamde Feederhouder ontwikkeld. In Figuur 2 is te zien hoe deze eruit ziet. De werktekeningen zijn te vinden in Bijlage 14. De Feeder bar kan in de Feederhouder geschoven worden, en daarmee zijn de Feeders gelijk op de goede positie gefixeerd. De Feederhouder kan op standaard profielen gemonteerd worden.

Om het steekvertaler-mechanisme te testen moet er een mechanisme komen dat een heen-en-weer gaande beweging maakt tussen de Feeders en de Shuttle. Zoals te lezen in hfstk. 06 is gekozen voor de HSP module (zie Figuur 3).

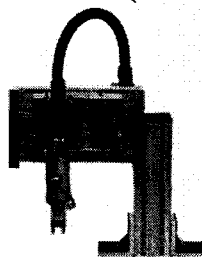


Fig. 3

De HSP kan direct op de aluminium profielen van de stelling gemonteerd worden. Onder de HSP wordt het steekvertaler-mechanisme gehangen (zie Fig. 4).

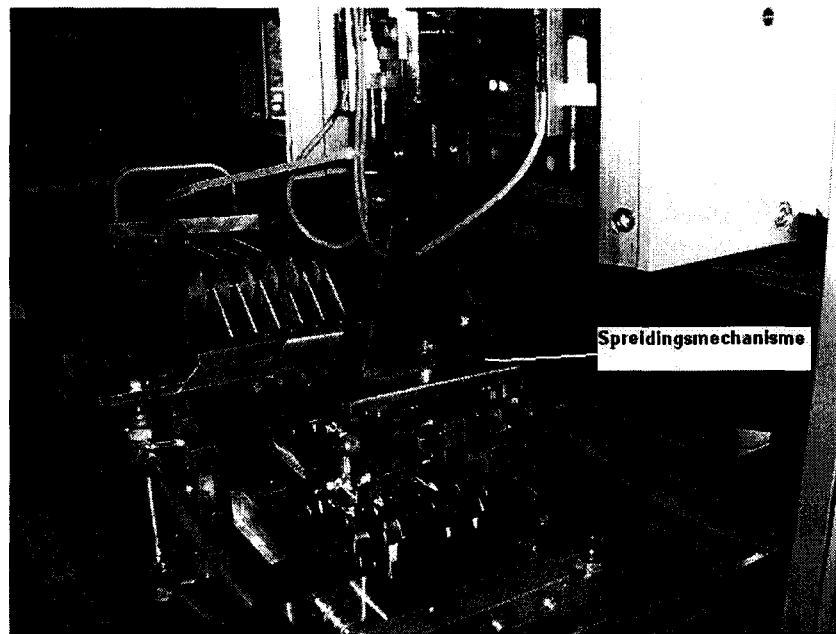


Fig. 4

Vervolgens moeten de Shuttles nog worden gesimuleerd. Hiervoor komen 2 rechtgeleidingen ter beschikking die aangedreven worden door een elektromotor en schroefspindel. Om de positie van de shuttle te bepalen maken we gebruik van 2 benaderingssensoren.

De Shuttle wordt vervolgens gemonteerd op het wagentje van de rechtgeleiding door middel van een montagehouder. Het geheel ziet er dan uit als in Figuur 5.

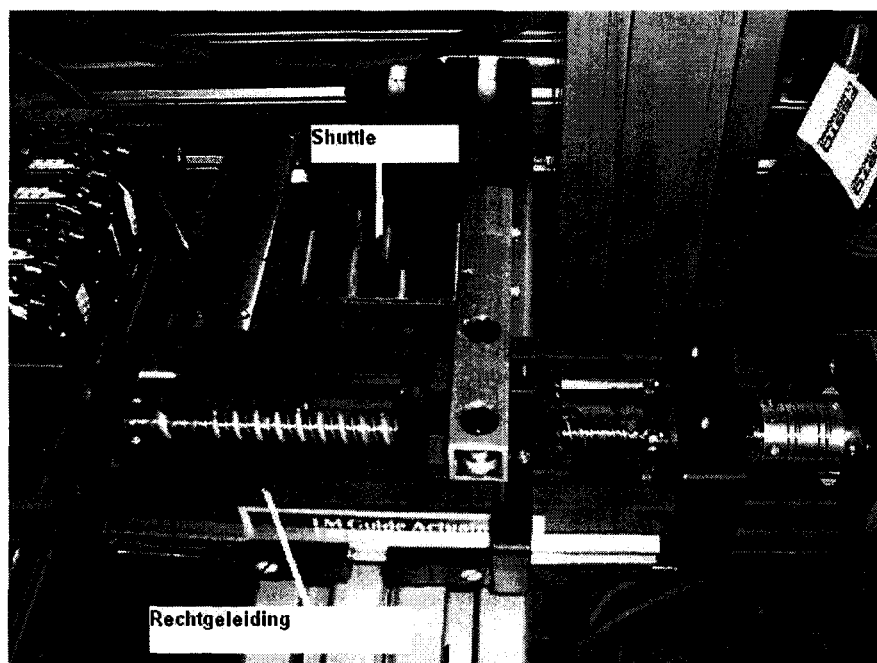


Fig. 5

Verder komt er nog een ventieleneiland ter aansturing van de pneumatiek. De onderdelen die gebruik maken van luchtcilinders zijn;

- De steekvertaler
- De HSP module
- Het indexeringsmechanisme
- Het resetmechanisme
- De venturi ventielen

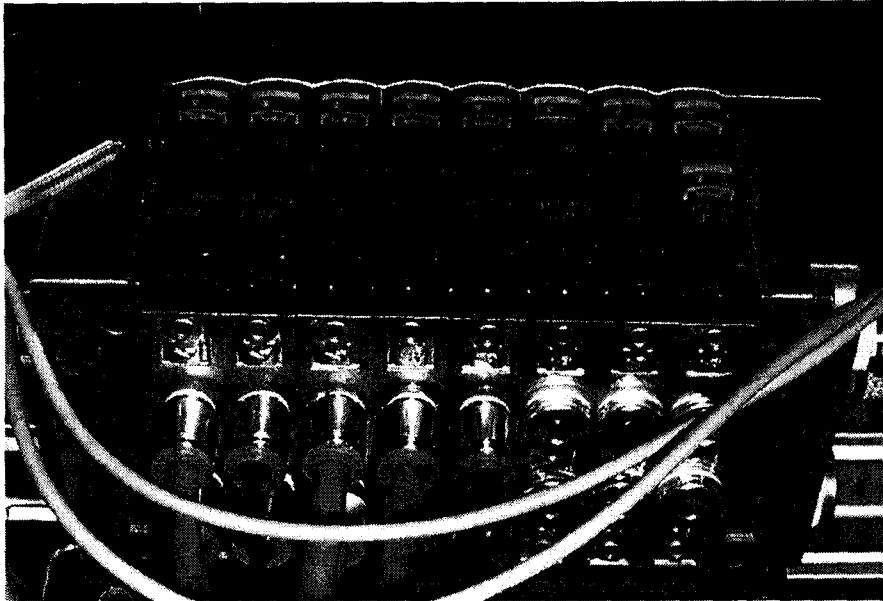


Fig. 6

Tenslotte komt er nog een PLC. Deze computer stuurt het ventieleneiland en de electromotoren aan. Tevens stuurt deze de magneten aan in het steekvertaler-mechanisme. Verder krijgt de PLC informatie van sensoren op de HSP en op de rechtgeleiding. Voor de PLC is een programma geschreven die de demo-opstelling moet aansturen.

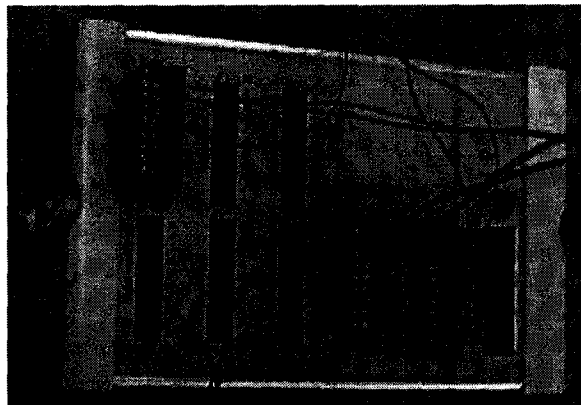


Fig. 7

14 Conclusie

Doelstelling

De projectdoelstelling is:

Het ontwikkelen van een Vulrobot die componenten van een Feeder op een Shuttle plaatst en snel en goedkoop is.

Die doelstelling is slechts gedeeltelijk gehaald.

Er is een Vulrobot ontwikkeld en gebouwd, ook is een demonstratie stelling ontwikkeld gebouwd.

De Vulrobot werkte echter niet goed, en hierdoor is er ook geen tijd meer geweest om het prototype van de Vulrobot te testen op de demonstratie stelling.

Er zijn verschillende redenen waarom het prototype van de Vulrobot niet werkte.

Ten eerste zijn er dingen misgegaan bij de fabricage.

Zo zijn de gatscharnieren kleiner gefreesd dan op de werktekeningen is aangegeven.

Hierdoor scheurde de dammetjes van de gatscharnieren snel in en braken af.

Verder waren er enkele gaten voor de afstandpennen verkeerd geboord. Tenslotte hadden de (bestelde) glijlagers een te grote speling, waardoor de plaatsnauwkeurigheid van de blokjes minder werd.

Een tweede reden van het niet werken van het prototype zijn enkele ontwerpfouten.

Zo hadden de gaten waar de afstandpennen doorheen horen te lopen een te kleine tolerantie. Hierdoor liepen de afstandpennen vast in deze gaten, terwijl ze er doorheen hadden moeten lopen.

Verder waren de luchtcilinders ver van de geleidingsassen geplaatst. Hierdoor ontstond er kans op schrank. Meer informatie over schrank is te vinden in Bijlage ■.

Ten gevolge van de tijdsdruk die op het project stond, is er geen tijd meer geweest een tweede prototype met aangebrachte verbeteringen te laten maken.

Aanbevelingen

Met de kennis vergaard in dit project, kunnen er aanbevelingen gedaan worden voor een eventueel vervolgproject.

De demonstratie opstelling is gemonteerd en klaar voor gebruik. Er moet alleen een Spreidingsmechanisme aan gemonteerd worden, en een PLC moet geprogrammeerd worden om de verschillende onderdelen aan te sturen.

Het spreidingsmechanisme kan in een vervolgproject verbeterd worden. Zo kan gekeken worden naar een ontwerp waar het schranken van de blokjes tegen gegaan wordt. Eventueel kan gekeken worden naar een manier om de gatscharnieren te vervangen of te verbeteren, dit is een zwak punt in de huidige constructie.

15 Bijlagen

Bijlage 1 Plan van aanpak

Project Vulrobot

Organisatie:
Hogeschool van Utrecht
Festo B.V.

Opdrachtgever:
Paul Goede

Datum:
04-02-2005, Delft

Opdrachtnemers:
Marten van Hooidonk
Peter Raedts

Inhoudsopgave

1. Achtergronden.....	3
2. De doelstelling	4
3. De projectopdracht.....	5
Probleem	5
Oplossing	5
Betrokken partijen.....	5
Opdracht.....	6
Eisen.....	6
Beperkingen	6
Knelpunten	6
Basisopdracht.....	7
4. Projectactiviteiten	8
5. Projectgrenzen.....	9
Verwachte doelstelling.....	9
Bij te weinig tijd.....	9
Bij te veel tijd.....	9
6. Wat buiten dit project valt.....	10
7. De producten	11
8. Kwaliteit.....	12
Bijlagen	13

1. Achtergronden

De organisatie

Het bedrijf speelt zich af binnen het bedrijf Festo B.V. Festo is een van oorsprong Duits bedrijf dat groot is geworden in de pneumatische technologie. Het bedrijf heeft een zeer uitgebreid assortiment pneumatische cilinders, regelkleppen, geleidingen en al het andere dat daarbij komt kijken.

De vestiging aan de Schieweg in Delft is vooral een ontwikkelingsafdeling. Hier wordt in samenspraak met de klant een volledig systeem ontwikkelt op basis van de klantenwensen. Eventueel kunnen er bijzondere producten in de eigen werkplaats gefabriceerd worden. Het eventuele onderhoud van een geleverd systeem kan ook verzorgd worden.

De afdeling Systems, waar het project zal plaatsvinden, worden vooral klantspecifieke oplossingen bedacht met alle bijkomende zaken, zoals tekeningen en offertes.

De geschiedenis

Het innovatiegericht onderzoeksprogramma (IOP) is een samenwerkingsverband tussen het hoger onderwijs en onderzoeksinstellingen. Dit programma krijgt subsidie van de overheid. Doel van dit programma is het stimuleren van contacten tussen de onderzoekswereld, de scholen en het bedrijfsleven. Zo wordt gestimuleerd dat onderzoeksbehoeften van het bedrijfsleven worden ondergebracht bij de onderwijsinstellingen.

Dit project van het IOP komt van het bedrijf Assembléon. Dit bedrijf maakt machines waarmee componenten op een Printed Circuit Board (PCB) worden geplaatst. Zij zoeken naar een manier om de output van hun machines te verhogen. De opdracht werd aangenomen door een samenwerkingsverband van; de Hogeschool van Utrecht, de Fontys Hogeschool en de Leidse Instrumentmakers School.

Onderdeel van het verhogen van de outputsnelheid is het verbeteren van het aanvoeren van componenten in de machine. Dit wordt gedaan door een plaatsingsrobot. Daar richten wij ons op in dit project 'Vulrobot'.

Andere projecten

Het project Vulrobot is onderdeel van een groter project van het IOP. Met het project vulrobot moet dus in grote mate rekening gehouden worden met het project waar het binnenvalt.

Het overkoepelende project heeft als doel het verhogen van de output van de assembléon PCB-montage machine. Eén stap in dit proces is het gebruik van shuttles. Deze shuttles moeten beladen worden. Dit wordt gedaan door de vulrobot.

2. De doelstelling

De projectdoelstelling

Het ontwikkelen van een Vulrobot die componenten van een Feeder op een Shuttle plaatst en snel en goedkoop is.

Subdoelstelling

Het ontwikkelen van een werkend prototype van een vulrobot die 6 componenten per seconde van positie A naar positie B kan overzetten met een nauwkeurigheid van 100 μm . Het prototype moet bewijzen dat het haalbaar is een 'goedkope' robot te ontwikkelen die met deze snelheid componenten kan verplaatsen. De kosten van de Vulrobot mogen niet hoger uitkomen dan €1000,-.

Vulrobot

Er moet een Vulrobot ontwikkeld worden om te laten zien dat het mogelijk is een snelheidsverhoging te realiseren met het concept van de 2 shuttles.

De kosten moeten laag blijven omdat het totale concept van de Shuttles en de Vulrobot niet duurder mag uitvallen dan een P&P robot unit.

3. De projectopdracht

Probleem

Het probleem is dat de output van de plaatsingsrobot met een factor 2, of liefst meer omhoog moet, met een kostentoeename die minder is dan de outputverhoging. Oftewel, de robot moet meer componenten kunnen plaatsen, maar mag ook niet te duur worden.

Oplossing

Omdat de dure plaatsingskop het grootste deel van de tijd (ca. 70%) aan het heen en weer fietsen was tussen de feeders en de PCB, lag het voor de hand om als eerste te proberen deze tijd te verkorten. Dit ten eerste om de cyclustijd omlaag te krijgen, maar ook om deze eenvoudige taak niet aan zo een dure robot toe te schrijven.

In het idee om een soort dienblad op te stellen bij de plaatsingskop, van waar deze de componenten kan halen, is het meest belovende concept voor de oplossing van het probleem. Deze dienblaadjes, in de rest van het project shuttles genoemd, worden in tweevoud uitgevoerd. Wanneer de ene shuttle door de plaatsingskop geleegd wordt, wordt de andere geladen en andersom. Het laden van deze shuttles, vanuit de feeders, kan door een relatief simpele robot gedaan worden. Relatief is in dit geval inderdaad relatief, maar goedkoop moet het in ieder geval.

Betrokken partijen

Opdrachtgevende organisatie:	Kennisinstituut 700
Opdrachtgever:	Paul Goede (HvU)
Opdrachtnemende organisatie:	Festo bv
Opdrachtnemende persoon:	Marten van Hooidonk (HvU)
	Peter Raedts (HvU)
	Jan van de Zaan (Festo)
	Jan Koudijzer (Festo)

Opdracht

De opdracht beslaat het ontwerpen van een zo goedkoop mogelijk systeem, welke de componenten van de feeders opneemt en op de shuttles plaatst. De aandrijving dient met lucht te gebeuren met zoveel mogelijk gebruik van standaardcomponenten. De exacte opdrachtschrijving is in de bijlagen opgenomen. Het is zaak een werkend model te maken om te bewijzen dat het principe werkt. Daarom wordt in eerste instantie met de meest eenvoudige eisen gewerkt, wat in geval van voldoende tijd nog verder uitgebreid kan worden.

Eisen

Dit plaatsen moet gebeuren met een cyclustijd van maximaal 0.2 seconden per component. Waarschijnlijker is het pakken van de zes componenten in één keer, dus met een cyclustijd van 1,2 sec. In verband met marges houden we een cyclustijd van maximaal 1 seconde op het oog. De componenten zijn in de feeders geplaatst met een plaatsnauwkeurigheid van 60 μm . De nauwkeurigheid waarmee de componenten op de shuttles geplaatst moeten worden, is gesteld op 30 μm . Deze eisen worden nog in grote mate versoepeld.

Beperkingen

De inbouwruimte is beperkt. De machine in, naar beneden en naar de beide zijkanten is er geen ruimte. Naar boven en de machine uit, is de ruimte, binnen alle redelijkheid, onbeperkt.

Knelpunten

Er zijn al een aantal knelpunten in het ontwerp bekend.

1. De snelheid.

Deze is met een single-pick methode niet te bewerkstelligen. Gekozen moet worden voor een meervoudige pick en plaats beweging per cyclus, of met andere woorden, er moeten meerdere componenten per cyclus meegenomen worden. Deze componenten kunnen per stuk (multipick) opgepakt en geplaatst worden, of allemaal tegelijk (gangpick). De eerste heeft de voorkeur, daar het de flexibiliteit van het systeem verhoogt.

2. Relatieve x beweging

Oftewel, de beweging van 6 feeders naar 2 shuttles. Hierbij moet de steek tussen de feeders van 16 millimeter verkleind worden naar de steek van de pennen op de shuttles, te weten 6 millimeter. Deze fan-in / fan-out beweging dient ook nog een gespiegeld te worden, teneinde een bedieningswisseling tussen de twee shuttles te kunnen maken.

3. Resetten shuttle

Dit is ook een taak van de vulrobot. Of deze applicatie direct op de vulrobot geplaatst wordt, of er een activeringsmogelijkheid op de kop geplaatst wordt om een externe reset eenheid aan te sturen, moet nog blijken verderop in het proces. In principe is een externe unit interessanter, daar de bewegende massa zo laag mogelijk gehouden dient te worden.

Ook de manier van resetten moet nog bestudeerd worden. Met het oog op lekkage als er een pen geactiveerd wordt, terwijl er nog geen component op geplaatst is, kan er gekozen moeten worden voor enkelvoudige resetten van de pennen. Een alternatief is het in een beweging resetten van een complete rij, maar dan bestaat de mogelijkheid van problemen door deze plotselinge en grote 'drukval'.

4. Verscheidenheid aan componenten

De verschillende componenten, maar ook vooral de verschillende hoeveelheden zijn een punt om over na te denken. Dit punt staat onderaan de lijst, omdat er voor het bewijzen van de haalbaarheid van het systeem in eerste instantie van een volledige vulling van de shuttle met een zestal verschillende componenten uitgegaan wordt.

Basisopdracht

In de basisoplossing worden de meest eenvoudige principes gebruikt, namelijk:

1. gangpick in plaats van multipick

Met gangpick worden de componenten in een keer allemaal tegelijk gepakt. Met multipick vind dit oppakken tragsgewijs. Dat laatste is flexibeler in de toepassing. Er kan wel in het ontwerp rekening mee gehouden worden, mits er genoeg tijd is, maar het is geen eis voor het slagen van dit project.

2. volledige shuttlevulling

Dus geen logistieke problemen op te lossen van wanneer de shuttle niet geheel gevuld moet worden. Ook hier geldt dat er over nagedacht kan worden, mits er genoeg tijd is.

4. Projectactiviteiten

Opstellen plan van aanpak project vulrobot:

- Verzamelen informatie
- Maken concept plan van aanpak
- Bespreking plan van aanpak met opdrachtgever
- Maken definitief plan van aanpak

Concepten bedenken

- Schetsen van ideeën
- Goede ideeën uitwerken

Uitwerken concept

- Schetsen maken
- Dynamisch gedrag berekenen
- Detail tekeningen maken
- Productietekeningen maken die naar de werkplaats kunnen.

Testen proefopstelling

- Proefopstelling bouwen
- Testen
- Problemen signaleren en terugkoppelen
- Verbeteringen testen

5. Projectgrenzen

Verwachte doelstelling

De doelstelling is reeds onomwonden vastgesteld in de projectopdracht. Er moet voor de gestelde deadline een werkend model van de vulrobot aanwezig zijn. Deze moet binnen de gestelde tijd de volledige shuttle kunnen vullen. In principe wordt er van het meest eenvoudige werkbare model uitgegaan.

Bij te weinig tijd

Mocht blijken dat het project niet binnen de gestelde tijd afgerond kan worden, ontstaat er toch wel een zeker probleem. Mocht het voor wat betreft het werk niet haalbaar zijn, is er niet tijdig aan de bel getrokken. Als er een verkeerd concept gekozen zijn, treft er in principe niemand blaam. Indien het hele idee niet haalbaar blijkt, moet er een onderbouwde analyse komen van de punten waarop het mis is gegaan. In principe moet het redelijkerwijs mogelijk zijn de gestelde opdracht binnen de tijd af te ronden, maar onverwachte dingen zijn altijd mogelijk. Belangrijk is wel dat de planning en daarmee de algehele voortgang van het project in de gaten wordt gehouden.

Bij te veel tijd

Als er tijd over is, kan de opdracht nog op verschillende manieren uitgebreid worden. Het is gewenst dat er van meet af aan wel met de volgende eisen rekening gehouden wordt, maar het is geen eis voor het goed afronden van dit project.

Deze eisen zijn:

1. multipick, is toch door de klant gewenst vanwege de grotere flexibiliteit
2. slimme oplossing voor half gevulde shuttles
3. eventueel nadenken over oplossingen waarbij de shuttle niet overdwaars, maar overlangs gevuld wordt. Dit veroorzaakt wel een noodzakelijke wijziging van de feeder.

6. Wat buiten dit project valt

In principe valt onder dit project alleen de vulrobot. De aanverwante zaken, zoals de feeders en de shuttles, vallen hier in principe niet onder.

Feeders

De feeders blijven gedurende het gehele project ongewijzigd. In het uiterste geval zal er een uitspraak worden gedaan over een mogelijke wijziging van het ontwerp.

Shuttles

Dat de shuttles in het geheel niet onder dit project vallen, is niet helemaal juist. Mocht het project niet haalbaar zijn, of dermate ingewikkeld worden door het huidige ontwerp van de shuttles, of er komt een andere slimme oplossing uit voort, zal dit ontwerp gewijzigd worden. Deze wijziging valt niet onder dit project, maar het komt er wel uit voort. Vanuit dit project zal er in dat geval een uitspraak worden gedaan over de wijziging van het ontwerp van de shuttles als het mogelijk is met zo een verandering het project van de vulrobot toch te laten slagen. Deze uitspraak omvat het wijzigen van de afmetingen of het wijzigen van het gehele concept van de shuttles.

7. De producten

De projectproducten zijn:

1. Plan van Aanpak
2. Concept Vulrobot
3. Tussenrapportage
4. Definitief ontwerp Vulrobot
5. Demonstratie opstelling
6. Vulrobot op demo-opstelling
7. Rapport testresultaten
8. Afstudeerverslag

8. Kwaliteit

Controle

Om de kwaliteit van de producten uit vorig hoofdstuk te waarborgen, moeten deze onderworpen worden aan controles.

De controles worden uitgevoerd door de opdrachtgever en de begeleiders.

Bij het ontwerp van de vulrobot kan men de werking hiervan controleren door deze te bouwen op een testopstelling. Hierna kan men kijken of de vereiste snelheid wordt gehaald en of dat de nauwkeurigheid en de werking goed is. Deze test kan dan beoordeeld worden door de opdrachtgever.

Terugkoppelen

Het terugkoppelen van het plan van aanpak, concepten, ontwerpen en berekeningen kan gebeuren tijdens de 2 wekelijkse ontmoetingen die plaatsvinden tussen de opdrachtnemers; Peter Raedts en Marten van Hooidonk, de opdrachtgever; Paul Goede en de projectbegeleiders; Jules Trentelman en Jan van der Zaan.

Bijlagen

Afstudeeropdracht

In het kader van het IOP project nr. ITP 02313

Titel IOP project:

Onderzoek naar geavanceerde assemblagesystemen (concepten) voor miniatuurcomponenten*

Opleiding HBO:

- o Afstuderen (85 werkdagen)

Start:

- o Februari 2005

Studierichting(en):

- o Fijnmechanische Techniek
- o Regeltechniek
- o Elektrotechniek

Opmerkingen: Mechatronica project

Afdelingsomschrijving:

Op de Hogeschool van Utrecht is de onderzoeksinstituting K700 gevestigd. Hier wordt voor bedrijven en instellingen onderzoek verricht op het gebied van Micro Systeem Technologie. Hierbij richt K700 zich met name op de productietechnologie van microcomponenten en -systemen.

In samenwerking met het IOP is een onderzoeksproject gestart naar concepten voor geavanceerde plaatsingsmachines voor miniatuurcomponenten. Dit project is 1 mei 2003 gestart en loopt tot eind april 2007.

Opdrachtformulering:

Ontwerp van een (goedkope) robot die minimaal 6 miniatuurcomponenten per seconde uit de feeders op een drager kan plaatsen met een onnauwkeurigheid kleiner dan 100 μm .

Opdrachtoomschrijving:

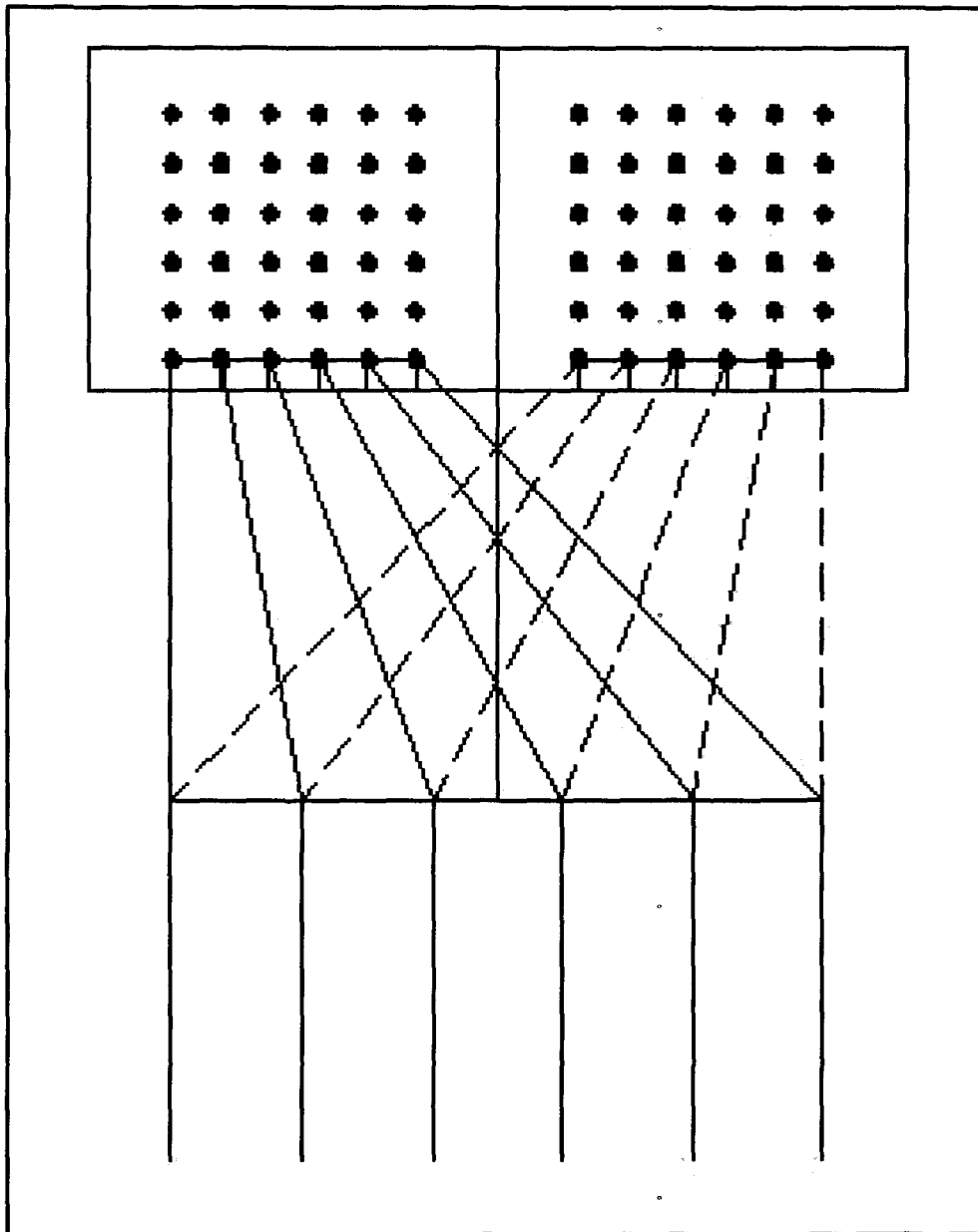
Het plaatsen van (elektronische)componenten op een printplaat moet steeds sneller. Om dit te realiseren is een concept ontwikkeld, dat gebruik maakt van een Shuttle. De Shuttle bevat minimaal 20 componenten en volgt de plaatsingskop. Het toevoegen van de Shuttle verkleint de af te leggen weg en leidt tot output verhoging.

Er wordt gewerkt met 2 Shuttles naast elkaar. Elk met een eigen aandrijving en geleiding. Het bouwvolume van elke Shuttle is 10x50x50 mm (h x l x b) en bevat 36 posities(rooster van 6 bij 6).

Voor het beladen van de Shuttle is een aparte robot nodig die sneller dan de plaatsingsrobot is. Dit houdt in: plaatsen van minimaal 6 componenten per seconde uit de feeders op de Shuttle. De plaatsonnauwkeurigheid op de Shuttle moet kleiner zijn dan 100 μm . Fixatie van de componenten moet met vacuüm worden gerealiseerd. Tevens moet de belader de Shuttle kunnen 'resetten'.

Doelstelling:

Prototype Vulrobot realiseren met behulp van 'standaard' FESTO onderdelen. Kosten in serie productie minder dan €1000,-.

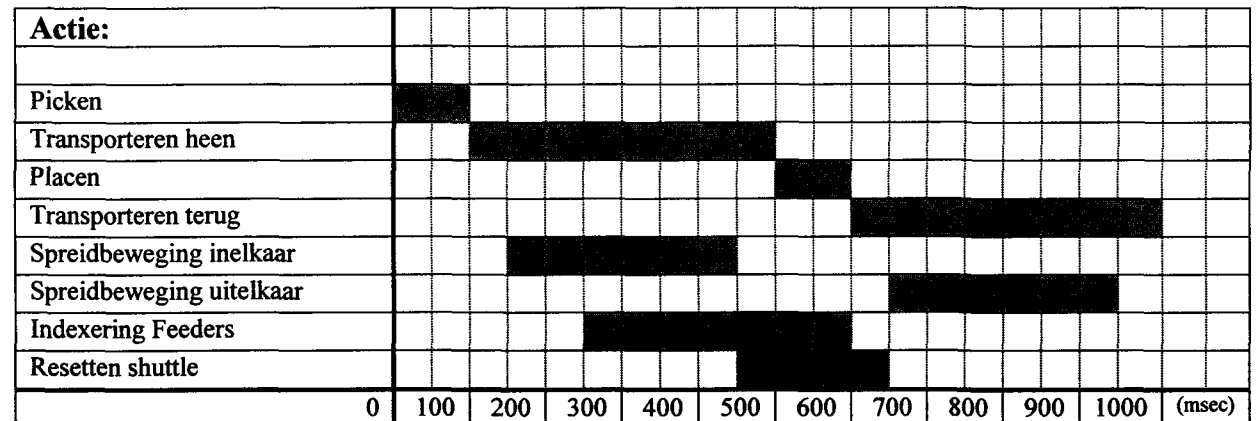
Beweging uitgebeeld

Bijlage 2 Tijdtabel Pick & Place Vulrobot

In het pakket van eisen staat dat de Vulrobot 6 componenten per seconde moet kunnen verplaatsen.

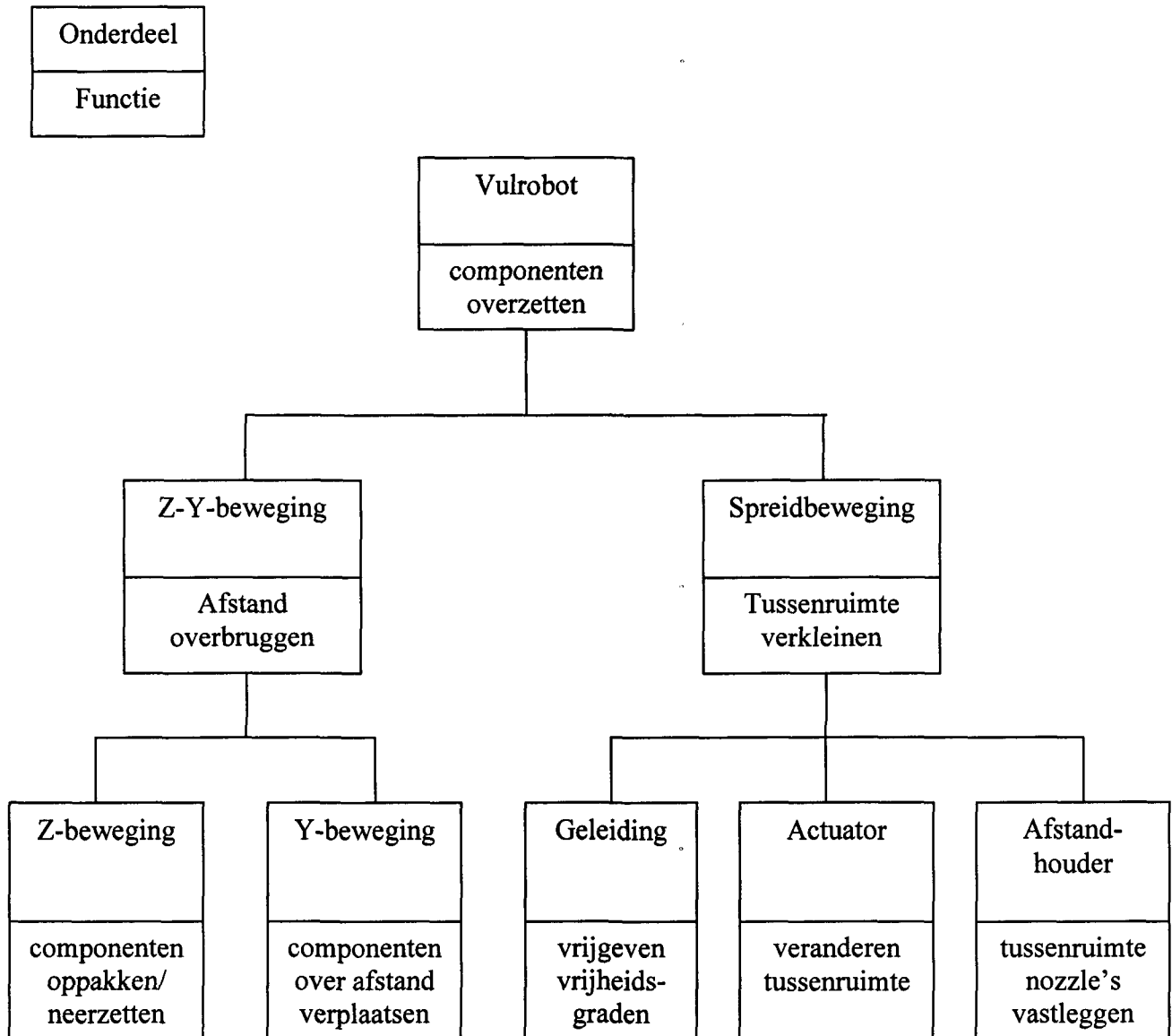
De Vulrobot mag er dus 150 msec. per component over doen. Aangezien de robot 6 componenten tegelijkertijd pakt en plaatst, mag hij 1 seconde doen over een slag heen en weer.

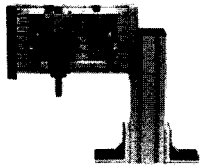
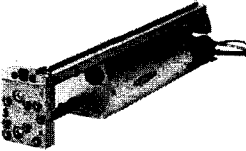
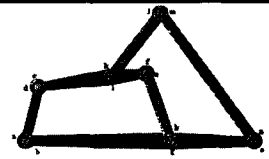
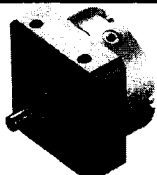
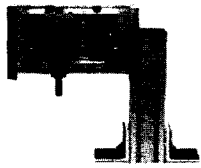
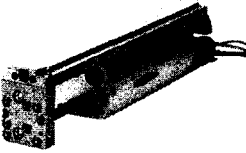
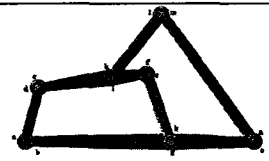
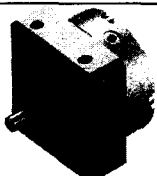
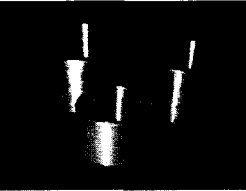
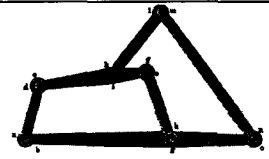
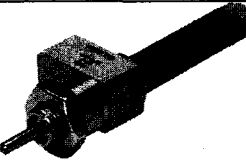
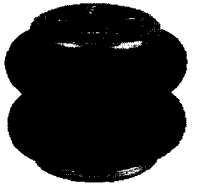
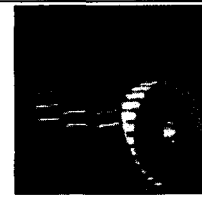
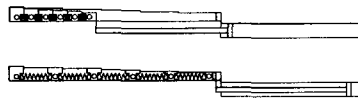
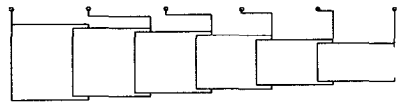
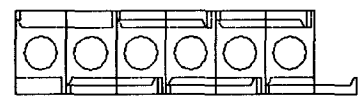
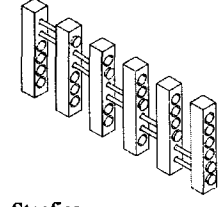
In de tabel hiernaast staat aangegeven op welk moment een actie begint en afloopt. De tabel daaronder geeft aan hoeveel tijd elke actie in beslag neemt.

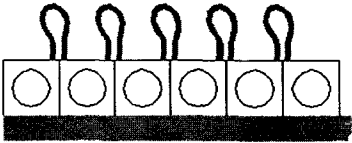
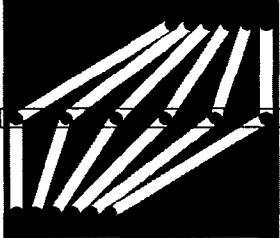
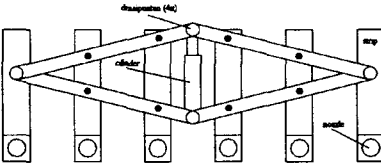
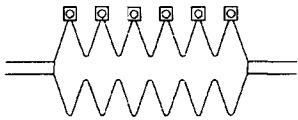


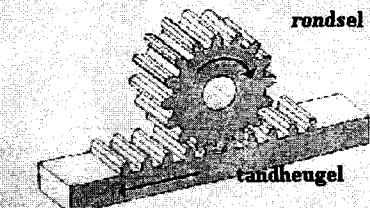
Actie	Tijd (msec)	
Picken	100	
Transporteren heen	400	
Placen	100	
Transporteren terug	400	
Spreadbeweging inelkaar	300	
Spreadbeweging uitelkaar	300	
Indexering Feeders	350	
Resetten shuttle	200	

Bijlage 3 Functiemodel Vulrobot



	Oplossingen:				
Deel-functies:	A	B	C	D	E
1. Z- beweging	 HSP module	 Linear module	 Electromotor	 Stangenmechanisme	 Swivel module
2. Y- beweging	 HSP module	 Linear module	 Electromotor	 Stangenmechanisme	 Swivel module
3. Geleiding	 Glijlager	 Kogellager	 Rechtgeleiding	 Stangenmechanisme	
4. Actuator	 Luchtcilinder	 Luchtbalg	 Electromotor	 Tandriem	
5. Afstand- houder	 Trapsgewijs	 Telescoop cilinder	 Haken	 Staaftjes	 Haakjes van verenstaal

	Oplossingen:				
Deel-functies:	F	G	H	I	J
1.					
2.					
3.					
4.					
5. Afstand- houder	 Staal draadjes	 Gedwongen geleidebanen	 Groeventrommel	 Stangenmechanisme	 Luchtbalg

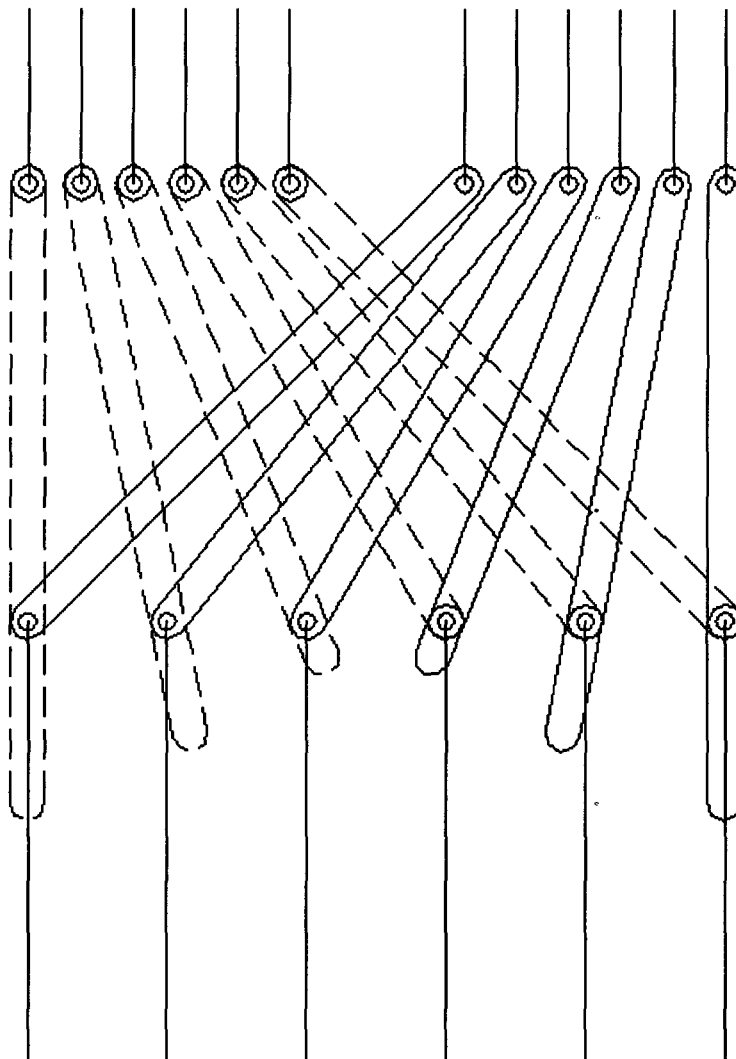
	Oplossingen:				
Deel-functies:	K	L	M		
5. Afstand- houder	 Tandheugel				

Bijlage 5 Concepten Spreidmechanisme

Concept 1: Passief Geleiders

Samenstelling morfologische matrix;

C3 - Rechtgeleiding, A4 – Luchtcilinder, G5 – Gedwongen geleidebanen



Denkwegen:

1. robot lineaire beweging laten maken.
2. Nozzles beweegbaar maken in dwarsrichting
3. gedwongen steekverandering door geleidingen

Voordelen

1. snel
2. zo min mogelijk gewicht bevestigd aan bewegende kop
3. minder complexe constructie
4. weinig bewegende delen
5. weinig speling
6. flexibel

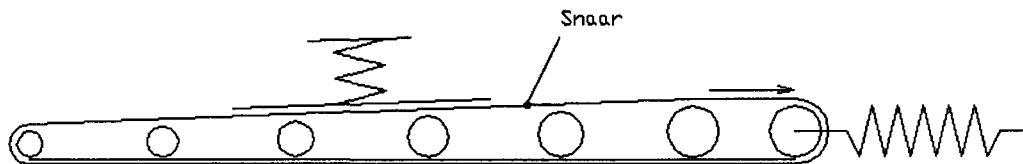
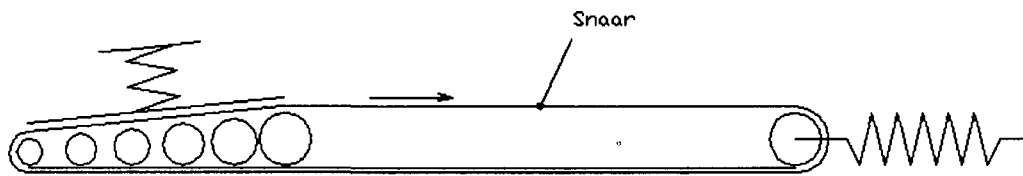
Nadelen:

1. duur door geharde delen

Concept 2: Snaaraandrijving met getande riem

Samenstelling morfologische matrix;

C3 – Rechtgeleiding, D4 – Tandriem, K5 - Tandheugel



Denkwegen:

1. door variatie in wieldoorsnede bij gelijke omwentelingen verschillende afgelegde afstanden
2. wielen lopen aan de onderzijde over een tandheugel

Voordelen

1. eenvoudig
2. eenvoudige aandrijving
3. snel

Nadelen:

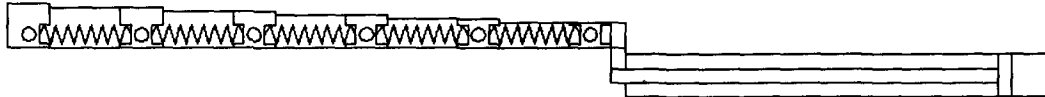
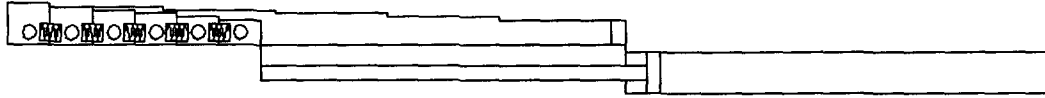
1. heel moeilijk juiste steek te vinden
2. verandering in de tijd door uittrekken snaar
3. moeilijk om slip te voorkomen
4. draai-inrichting nodig voor wisselen tussen shuttles

Concept 3: Trapsgewijs

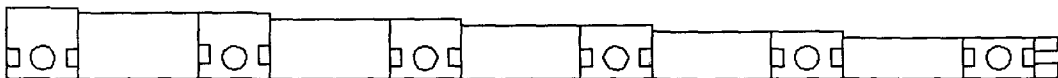
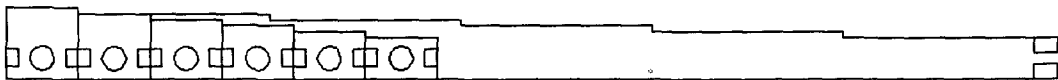
Samenstelling morfologische matrix;

A3 – Glijlager, A4 – Luchtcilinder, A5 - Trapsgewijs

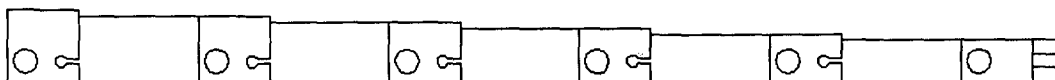
veerretour



magnetisch



druk / vacuüm



Denkwegen:

1. vanuit vast punt rest van de blokjes netjes verdelen met gewenste steek voor de feeders
2. in ingeklapte vorm steek goed voor shuttles
3. vaste harde aanslagen

Voordelen:

- algemeen
 - snel
 - nauwkeurig
 - hoge herhaalnauwkeurigheid
- veerkracht
 - goedkoop door eenvoudige componenten en minder eisen aan precisie
- magnetisch
 - snel en discreet
 - eenvoudige constructie
 - weinig faalmogelijkheden
- druk / vacuüm
 - snel en discreet

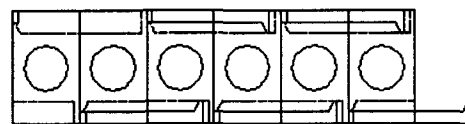
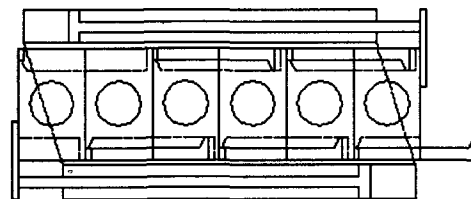
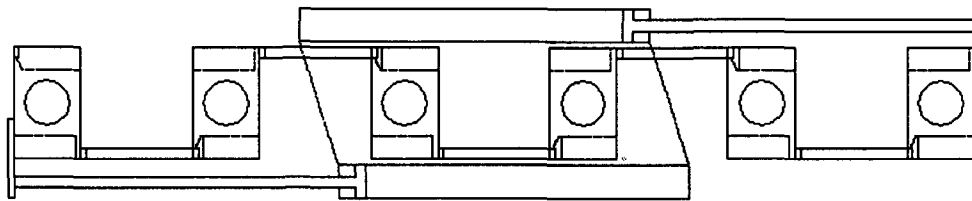
Nadelen:

- algemeen
 - draai-inrichting nodig
 - moeilijk te maken
- veerkracht
 - overgeleverd aan de grillen van de veer
 - relatief storingsgevoelig door veel bewegende delen
- magnetisch
 - introductie magnetische velden
 - keuze tussen sleepcontacten en draadjes, allebei kelote
- druk / vacuüm
 - ingewikkelde afdichtingen welke ook nog tegen een rand kunnen stoten. Is met tapse vorm wel op te vangen, maar dat is weer duur
 - relatief dure oplossing
 - tussen blokjes moet ook afdichting zijn voor onderling aantrekken met vacuüm.

Concept 4: Blokjesstructuur met twee cilinders

Samenstelling morfologische matrix;

C3 – Rechtgeleiding, A4 – Luchtcilinder, C5 - Haken



Denkwegen:

1. buitenste blokjes uit elkaar trekken en de binnenste blokjes netjes verdelen
2. wisselend een van de buitenste blokjes vasthouden om te wisselen tussen de shuttles
3. uniformiteit in de blokjes brengen om productie te vereenvoudigen / zo goedkoop mogelijk te houden.
4. ruimte houden voor doorvoer nozzles in het midden van de blokjes om plaatsfout door spelingen minimaal te houden (abba-effect?)

Voordelen:

1. geen draai-inrichting nodig
2. eenvoudig concept
3. weinig gewicht

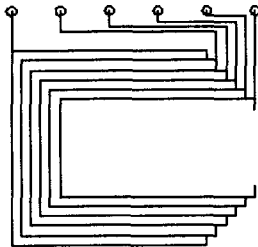
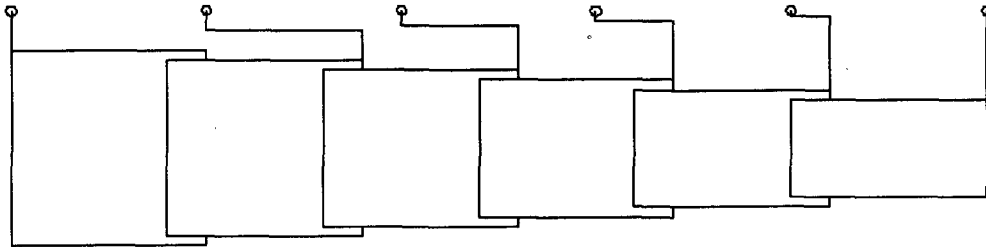
Nadelen:

1. kleine onderdelen met dunne staafjes
2. relatief erg zware boom voor enkel opvangen trekkrachten
3. toch redelijk moeilijk te maken
4. rare draaibewegingen die door geringe afmetingen grote fout veroorzaken en moeilijk zijn op te vangen.
5. cilinders koppelen moet buitenom, doordat nozzles in de weg zitten
6. nauwkeurige geleiding nodig die door geringe afmetingen zeer hoge precisie moet hebben

Concept 5: Telescoopcilinder

Samenstelling morfologische matrix;

A3 – Glijlager, A4 – Luchtcilinder, B5 – Telescoop cilinder



Denkwegen:

1. steekvertaling door toepassen van seriegeschakelde cilinders
2. cilinder kan tevens als geleiding dienen, mits verdraaiing wordt verhinderd

Voordelen:

1. weinig onderdelen
2. geen geleiding nodig
3. geen draai-inrichting nodig

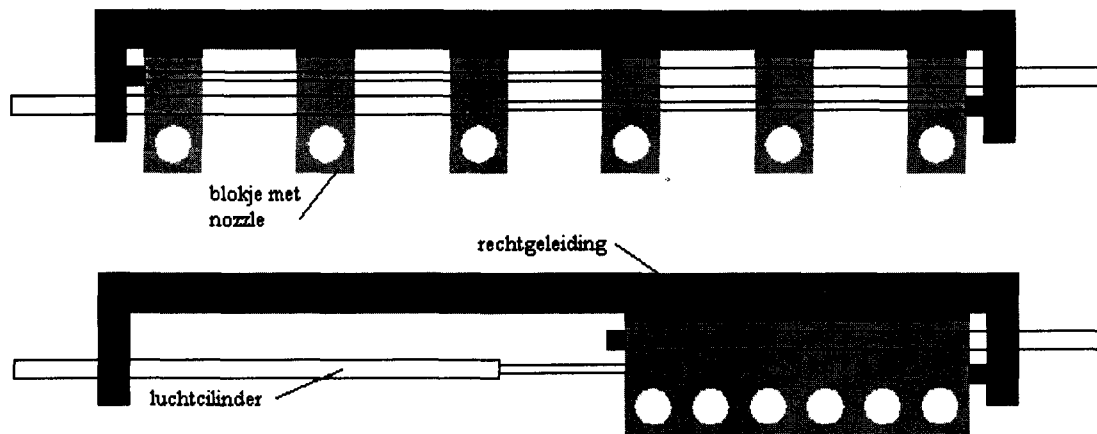
Nadelen:

1. effect zijdelings krachten op de lange duur zal bekeken moeten worden
2. duur?

Concept 6: Blokjes met luchtcilinders als actuators

Samenstelling morfologische matrix;

C3 – Rechtgeleiding, A4 – Luchtcilinder, (afstandhouder nog opengelaten, zie volgende concepten)



Werking

Dit concept bewerkstelligt een steekverandering tussen de nozzle's met behulp van luchtcilinders. Ieder blokje-met-gat in bovenstaande figuur bevat zo'n nozzle. Deze blokjes zijn gemonteerd op een rechtgeleiding. In uitgestrekte toestand zijn alle 2 de cilinders uitgeschoven. Moeten de nozzle's naar de linkershuttle dan trekt alleen de linker cilinder zich in. Door deze beweging komen alle blokjes bij elkaar. Moeten de nozzle's naar de rechterkant, dan activeert de rechtercilinder zich.

Voordelen

- Simpele constructie.
- Luchtcilinders zorgen voor snelle bewegingen.
- Grotendeels standaard onderdelen (rechtgeleiding, luchtcilinders).
- Links - rechts beweging gemakkelijk gerealiseerd.

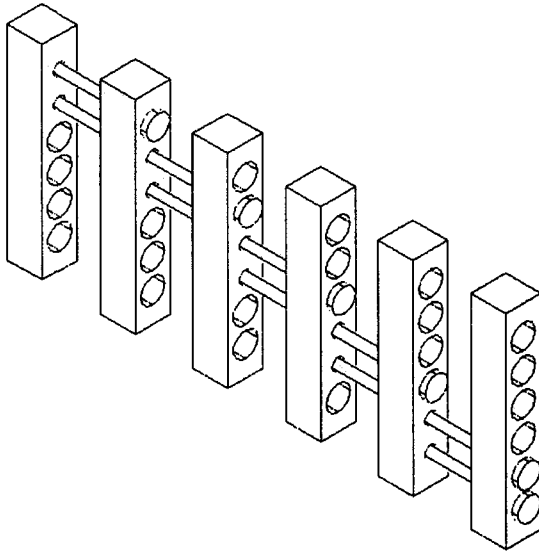
Nadelen

- De steekafstand in uitgerekte toestand ligt niet vast.
- Meerdere blokjes op één rechtgeleiding vergt goede instelling
- Luchtcilinders zorgen voor grote massa en groot bouwvolume.

Concept 7: Staafjes

Samenstelling morfologische matrix;

A3 – Glijlager, A4 – Luchtcilinder, D5 – Staafjes



Werking

Dit is een methode om de blokjes van concept 6 op de juiste afstand van elkaar te houden. De blokjes waar de nozzle's aan bevestigd zijn, bevatten 6 gaten. Door de gaten vallen pennen met aan weerszijde een brede kop. In ingetrokken toestand schuiven de pennen met kop en al door de gaten. In uitgetrokken toestand zorgt de kop voor een aanslag zodat de blokken precies op de voorgeschreven afstand van elkaar blijven steken.

Voordelen

- Snelle omschakeling mogelijk
- Links/Rechts mechanisme
- Eenvoudige constructie
- Veel standaard onderdelen

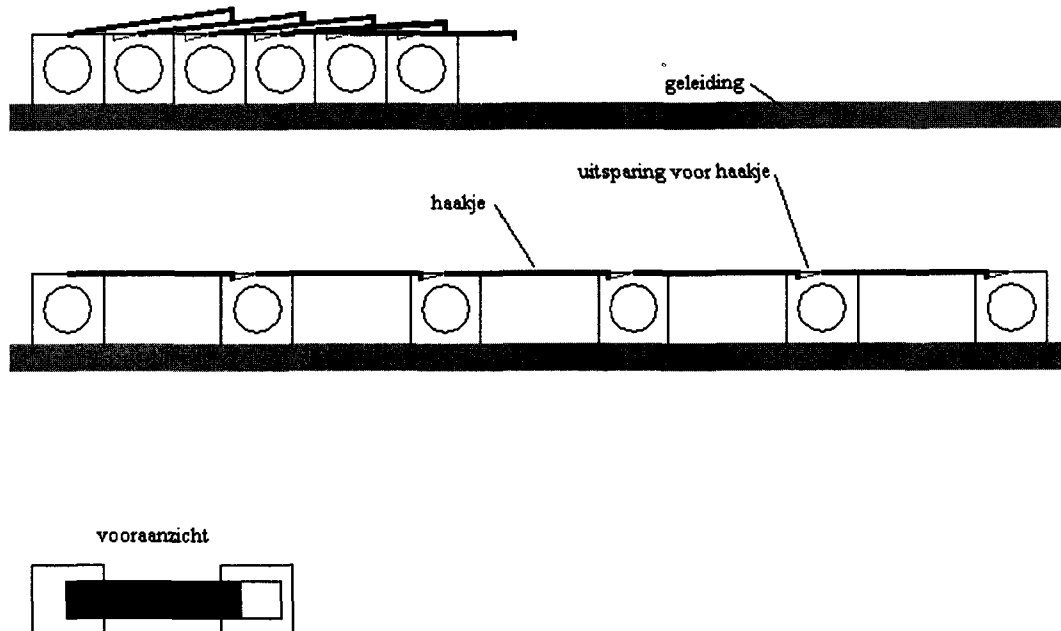
Nadelen

- Extra rechtgeleiding noodzakelijk om de plaatsnauwkeurigheid te garanderen.
- Brede constructie doordat pennen naast elkaar liggen.
- Constructie met veel losse onderdelen (pennen)

Concept 8: haakjes van verenstaal

Samenstelling morfologische matrix;

C3 – Rechtgeleiding, A4 – Luchtcilinder, E5 – Haakjes van verenstaal



Werking

Dit concept is een voorborduursel van het vorige concept. De afstand tussen de blokjes wordt hier gerealiseerd doormiddel van verenstalen haakjes. Op ieder blokje is zo'n haakje gemonteerd, en is een uitsparing met schuine kant gemaakt.

In uitgetrokken toestand haken de haakjes in het blokje. Wanneer nu de blokjes in elkaar schuiven, worden de haakjes omhoog geforceerd door de schuin uitlopende uitsparing. Op deze manier komen alle haakjes boven elkaar te zitten zoals in bovenstaande afbeelding.

Voordelen

- simpele constructie
- makkelijk te fabriceren

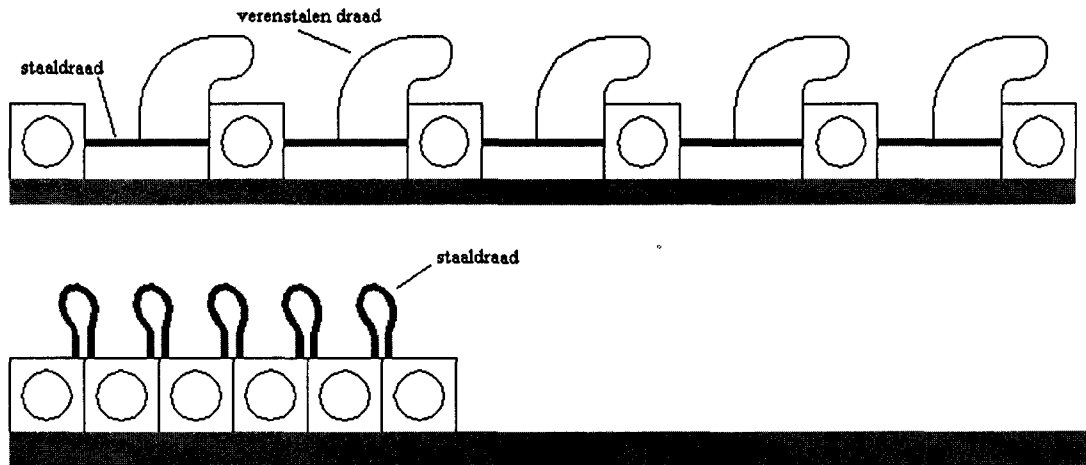
Nadelen

- bij te hoge snelheden en te slappe verenhaakjes kan een haakje losschieten.
- maatonnauwkeurigheid bij vervormen van haakje.
- slijtage door het over elkaar heen schuiven van haakjes.
- haakjes moeten voldoende buigzaam zijn, maar toch stijf genoeg zodat ze niet vervormen onder trekkrachten.
- hysteresis in de aanslagen door wrijving

Concept 9: staaldraadje met veertje

Samenstelling morfologische matrix;

C3 – Rechtgeleiding, A4 – Luchtcilinder, F5 - Staaldraadjes



Werking

Bij dit concept wordt de afstand van de blokjes gerealiseerd d.m.v. een flexibel staaldraadje. Bij uitgerekte toestand spant het draadje strak. Bij ingetrokken toestand vouwt het draadje op. Om te zorgen dat het draadje niet klem komt te zitten tussen de blokjes, is een verenstalen draadje aan het staaldraadje gemonteerd. Wanneer de spanning de staaldraad gaat, trekt de verenstalen draad deze omhoog.

Voordelen

- lichte constructie
- weinig onderdelen

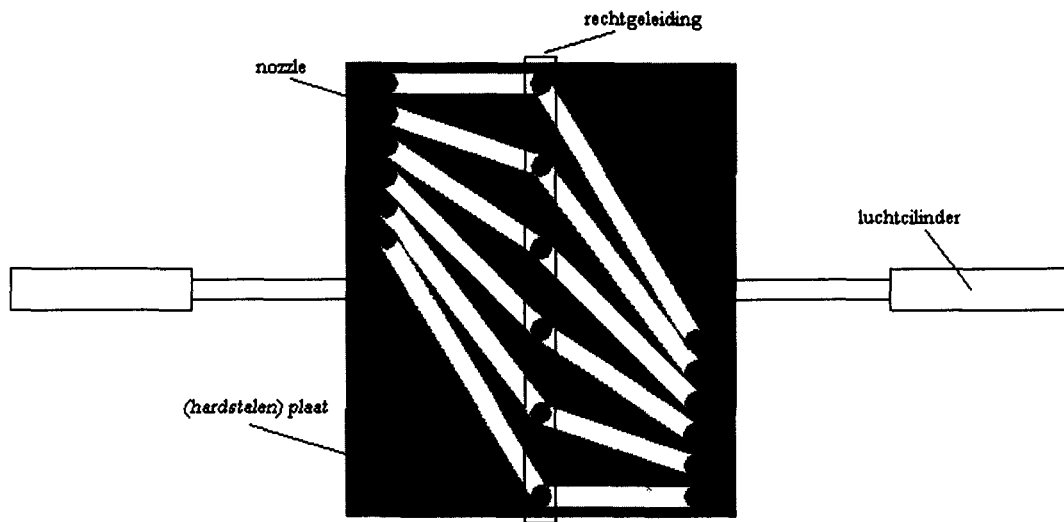
Nadelen

- bevestiging van staaldraadje, alles is klein en toch moet de bevestiging voldoende sterk zijn
- bij het snel spannen van de draad kan deze gaan trillen, dit geeft een ongewenste onnauwkeurigheid.
- ingewikkelde constructie noodzakelijk om te vermijden dat de draad tussen de blokjes terechtkomt bij ingetrokken toestand
- om te kunnen buigen moet de draad schanieren bij zijn bevestigingspunt, dit zorgt voor een ingewikkelde constructie.

Concept 10: gedwongen geleidebanen

Samenstelling morfologische matrix;

C3 – Rechtgeleiding, A4 – Luchtcilinder, G5 – Gedwongen geleidebanen



Werking

Dit concept bestaat uit een plaat met sleuven erin gemaakt. De sleuven beschrijven de verkleiningsslag van de steek tussen de nozzle's. Elke nozzle wordt gemonteerd aan een pin die weer in een sleuf steekt.

Door nu de plaat naar links of naar rechts te bewegen, worden de nozzle's in de juiste positie gedwongen.

Voordelen

- Steek tussen de nozzle's vastgelegd.
- Nauwkeurige verplaatsing.
- Snelle omschakeling tussen links en rechts mogelijk.
- Versnelling en vertraging van de nozzle's te manipuleren door geleidebanen een specifieke baan te geven (sinusvorm).

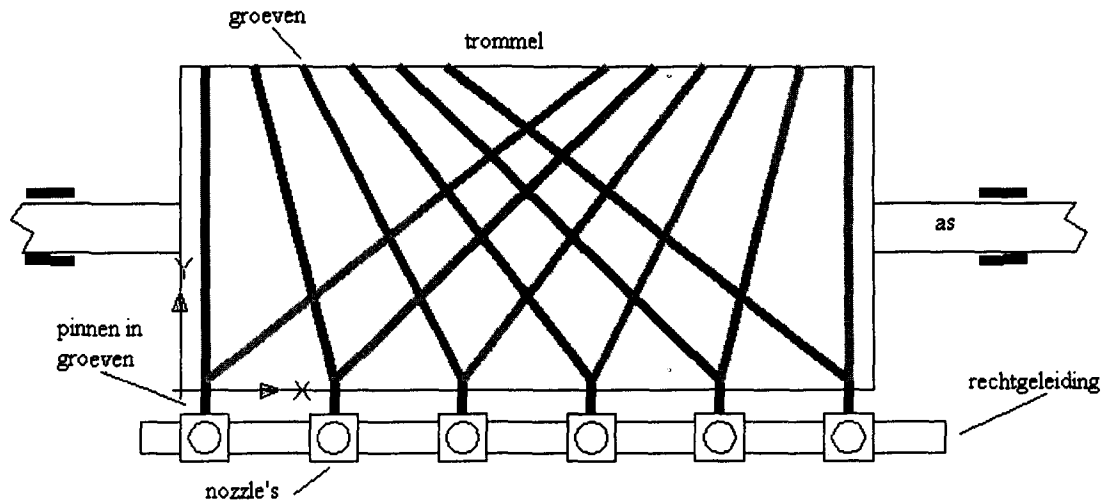
Nadelen

- Constructie met groot bouwvolume.
- Constructie met grote massa.
- Dure maakdelen door geharde componenten.
- Door gedwongen beweging in geleidebanen veel slijtagepunten.
- Hoge eisen aan nauwkeurigheid van de geleideplaat.

Concept 11: Trommel met geleidebanen

Samenstelling morfologische matrix;

A3 – Glijlager, C4 – Electromotor, H5 – Groeventrommel



Werking

Op een trommel of cilinder zijn aan de buitendiameter groeven gefreesd. In de tekening hierboven zijn de zichtbare groeven aan de voorzijde donker, en de onzichtbare groeven aan de achterzijde licht.

Op een rechtgeleiding zijn de nozzle's gemonteerd. Elke nozzle is met een pinnetje verbonden met een groef op de trommel. Gaat de trommel nu draaien, dan zal de nozzle een gedwongen baan afleggen. De richting van de nozzle's, links of rechts, kan bepaald worden d.m.v. het linksom of rechtsom draaien van de trommel.

Verder kan een nozzle nog een voorbeschreven versnelling en/of vertraging ondergaan door de groef in een bepaalde boog te frezen.

Voordelen

- Nozzle beweging snelt te wisselen.
- steekafstand is vastgelegd
- links/rechts beweging is snel uit te voeren d.m.v. omdraaien draairichting van trommel
- relatief weinig componenten.

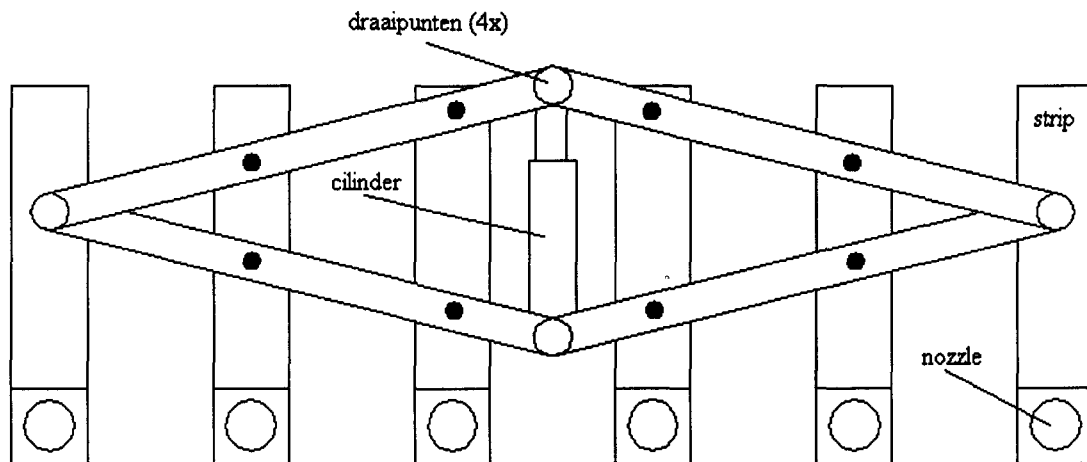
Nadelen

- Trommel heeft een groot volume en grote massa.
- Trommel vergt hoge eisen aan lagering.
- Slijtage van pinnen en groeven.
- Grote optredende krachten en koppels door gedwongen beweging.
- Het complete mechanisme heeft een groot bouwvolume.

Concept 12: Stangenmechanisme

Samenstelling morfologische matrix;

D3 – Stangenmechanisme, A4 – Luchtcilinder, I5 - Stangenmechanisme



Werking

De nozzle's zijn verbonden met strippen. Aan de 2 buitenste tripfen zijn draaipunten bevestigd voor de 4 stangen. De 4 middelste strippen bevatten spiegleuven welke in verbinding staan met pinnen in de stangen.

Als nu de cilinder geactiveerd wordt, drukt deze de stangen uit elkaar. Hierdoor worden de nozzle's naar elkaar toe gedwongen.

Voordelen

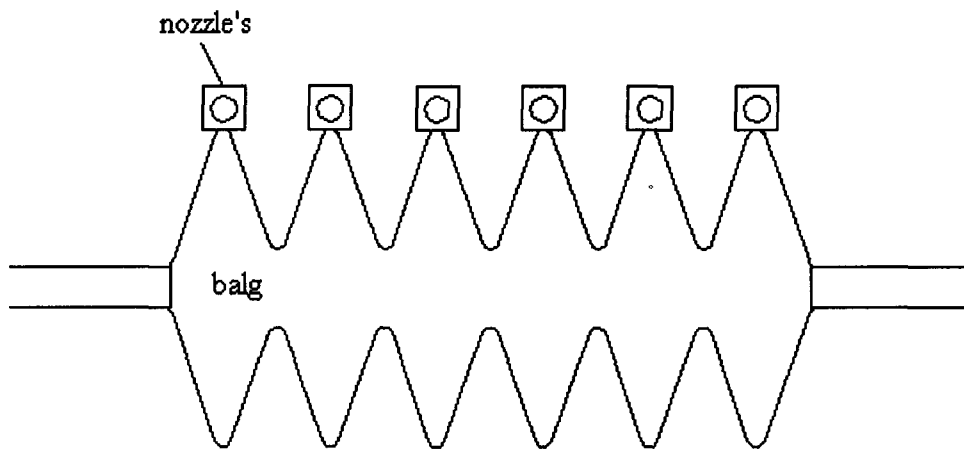
- relatief simpele constructie
- steek tussen de nozzle's is vastgelegd
- geen extra rechtgeleiding nodig
- slechts 1 cilinder activeert het systeem

Nadelen

- veel speling in draaiende onderdelen en spiegleuven
- grote constructie
- er is nog niet voorzien in de links/rechts beweging van de nozzle's
- zware constructie door stangensysteem

Concept 13: Luchtbalg

Samenstelling morfologische matrix;
B4 – Luchtbalg, J5 - Luchtbalg



Werking

Dit concept is afgeleid van een stofbalg om assen te beschermen. Het is een rubberen of kunststof product met 6 'ribbels'. Op elke ribbel is een nozzle bevestigd. Door de luchtdruk te variëren, verandert de steek tussen de nozzle's.

Voordelen

- Weinig onderdelen.
- Snelle steekverandering.
- Geen slijtende onderdelen.

Nadelen

- Rubber is flexibel, dus lastig voor de maatnauwkeurigheid.
- Moeilijk te fabriceren.
- Vervorming van rubber na verloop van tijd.
- De nozzle's kunnen ten opzichte van elkaar bewegen in alle vrijheidsgraden.

Bijlage 6 Concepten Overzetmechanisme

Concept 1: De HSP module

Samenstelling morfologische matrix;
A1 – HSP module, A2 – HSP module

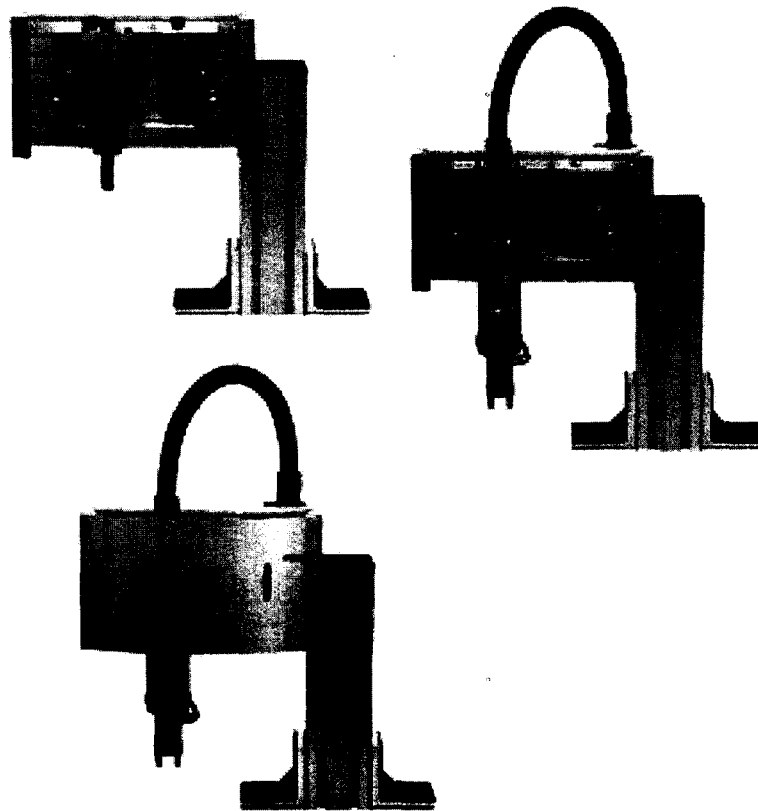


Fig. 2

Werking

De HSP (High-Speed Pick & Place) is een standaard Handling module uit het assortiment van Festo. De werking is als volgt;
Achter op de module is een draaimodule bevestigd die 180° heen en weer kan draaien. Deze drijft door middel van een arm 2 aan elkaar gekoppelde geleidingen aan. Met een verstelbare spiebaan is de hoogte en de lengte van de Z- en de Y-beweging te realiseren.

Voordelen

- beproefde techniek
- dynamisch gedrag en cyclustijden bekend en gedocumenteerd
- kant en klare oplossing

Nadelen

- dure unit
- groot apparaat, neemt veel ruimte in beslag
- apparaat voor algemeen gebruik, dus onnodig groot
- door standaard oplossing is het apparaat moeilijk aan te passen voor specifieke applicaties

Concept 2: Lineaire module

Samenstelling morfologische matrix;

B1 – Linear module, B2 – Linear module

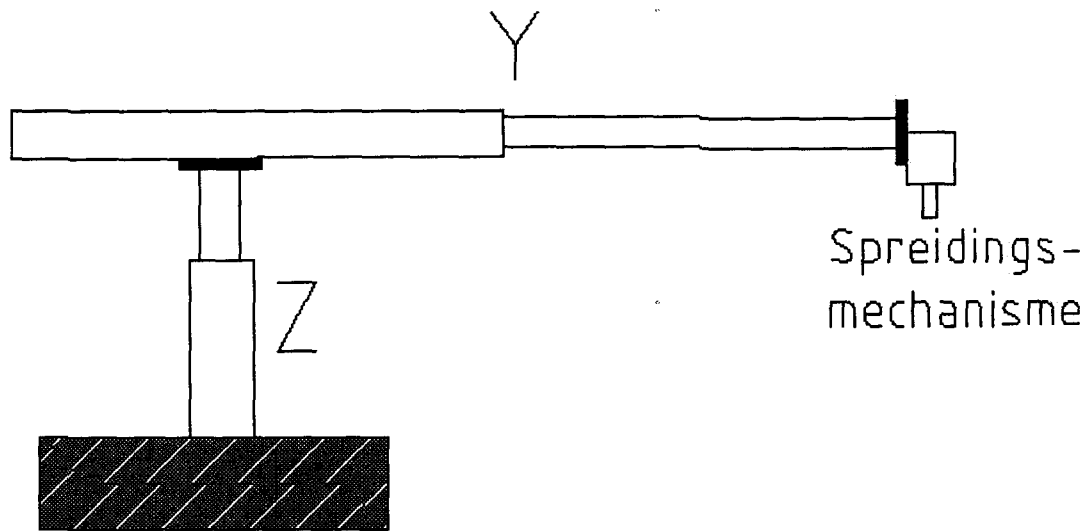


Fig. 3

Werking

Dit is een eenvoudige oplossing voor het overzet probleem. De verticale Z-beweging wordt gedaan met een lineaire standaard cilinder met eventueel een lineaire geleiding. Op deze cilinder is een tweede cilinder gemonteerd met de bewegingsrichting horizontaal. Deze cilinder verzorgt de Y-beweging.

De Z-cilinder met korte slag zorgt ervoor dat de componenten worden opgepakt en neergezet. De Y-cilinder met lange slag zorgt voor de overbrugging van de afstand van de feeders naar de shuttle.

Voordelen

- Zeer eenvoudige constructie
- Standaard onderdelen
- Relatief goedkope oplossing

Nadelen

- Constructie neemt veel ruimte in beslag
- Gevaar voor instabiliteit/trillingen; constructie moet stevig zijn
- Optredende botskrachten in de cilinders

Concept 3: Rotatiemechanisme

Samenstelling morfologische matrix;

C1 – Electromotor of E1 – Swivel module, D2 – Stangenmechanisme



Fig. 4

Werking

Dit mechanisme maakt gebruik van rotatie. Eén van de twee armen wordt aangestuurd door een electromotor of een pneumatisch aangedreven Swivel module (draaimodule). Deze zorgen ervoor dat de kop, met daaraan het spreidingsmechanisme, heen en weer wordt geklapt. De dubbele armen zorgen ervoor dat het mechanisme horizontaal blijft. Met de rotatiebeweging wordt tegelijkertijd de Y-beweging en de Z-beweging bewerkstelligd.

Voordelen

- Compact ontwerp
- Slechts één actuator nodig voor 2 bewegingsassen
- Stabiel ontwerp, ook bij hoge snelheden

Nadelen

- Relatief veel (slijtende) draaionderdelen
- Weinig standaard onderdelen
- Asymmetrische constructie, instabiel

Bijlage 7 Beoordelingsmatrix Concepten

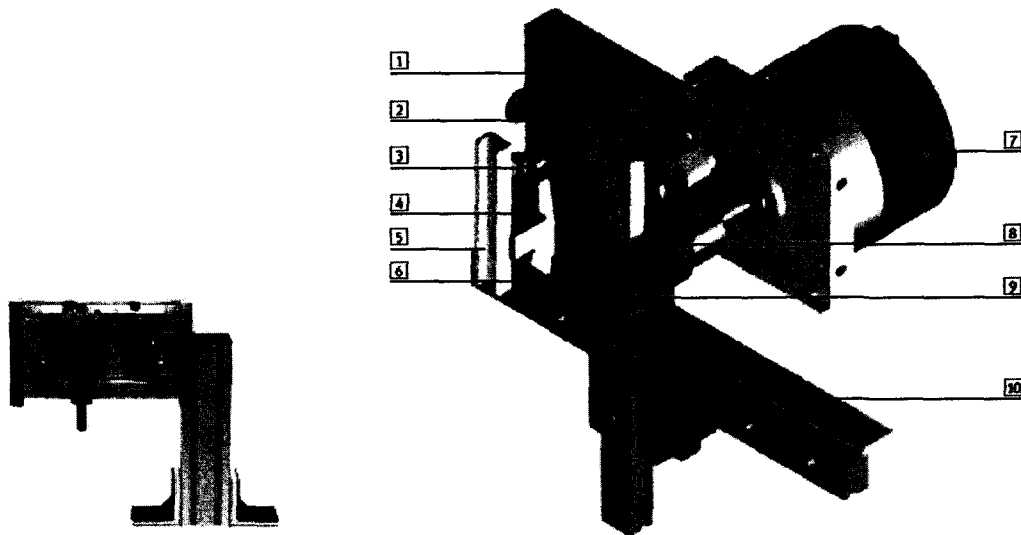
Variable eisen	Passief geleiders	Snaaraan-Drijving	Trapsge-wijs	Blokjesstruc-tuur 2cilinder	Telescoop-Cylinder	Blokjes met hoekelinks	Staatje	Haakjes van verenstaal	Staaldraadje met veertje	Gedwongen geleidebanen	Hoekelinks geleiders	Stangenmech-anisme	Luchtbalg
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Massa	2	2	3	3	4	4	4	4	4	1	2	2	4
Betrouwbaarheid	4	3	4	4	2	4	4	1	2	3	4	4	3
Bestand tegen trillingen	4	4	3	3	2	3	4	2	1	4	4	4	2
Links/rechts mechanisme	4	1	1	2	1	2	4	4	4	4	4	1	1
Snelheid steekverandering	4	3	4	3	2	4	4	4	4	3	4	1	4
Maakbaarheid	2	2	2	2	1	4	4	3	2	3	3	3	1
Maatvastheid (speling)	3	3	4	4	3	4	3	2	2	3	2	2	1
Maatvastheid steekverandering	4	3	4	4	3	3	3	3	2	3	4	1	1
Bestandheid tegen rotatie/verdraaiing van componenten	3	1	4	4	1	4	4	4	4	4	3	4	4
Totaal:	30	22	29	29	19			27	25	28		22	21
Wensen	Passief geleiders	Snaaraan-Drijving	Trapsge-wijs	Blokjesstruc-tuur 2cilinder	Telescoop-Cylinder	Blokjes met hoekelinks	Staatje	Haakjes van verenstaal	Staaldraadje met veertje	Gedwongen geleidebanen	Hoekelinks geleiders	Stangenmech-anisme	Luchtbalg
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Minimale hoeveelheid onderdelen	2	2	3	3	4	4	3	4	3	3	2	3	4
Compacte afmetingen	1	1	3	4	4	4	4	4	4	1	2	3	4
Standaard Festo onderdelen te gebruiken	1	1	1	3	1	3	2	2	1	2	4	2	1
Passief systeem	4	1	1	1	1	2	4	2	2	4	3	1	4
Hoeveelheid geproduceerde herrie	2	4	2	2	2	3	2	3	4	2	4	4	4
Totaal:	10	9	10	13	12	16	15	15	14	12	12	13	17

De verschillende punten zijn beoordeeld op een schaal van 1 tot 4 met 1 als laagste en 4 als hoogste waardering.

Bijlage 8 De High-Speed Pick & Place Module

Dit is een onderzoek naar de High-Speed Pick & Place unit van Festo, hierna genoemd de HSP. Gekeken wordt naar in hoeverre deze standaard unit van Festo bruikbaar is als robot om de componenten van de feeders op de shuttle te plaatsen.

1. De onderdelen

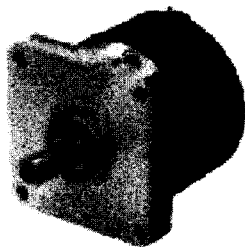


De standaard module omvat de zogenaamde Handling module HSP. Deze bestaat grofweg uit;

- Een montageplaat met T-gleuven.
- 2 rechtgeleidingen voor de Y en de Z slag.
- Een verstelbare geleideplaat met gleuf.
- Een as verbonden aan de Z-geleiding.

Deze standaard kit kan worden uitgebreid met de volgende accessoires:

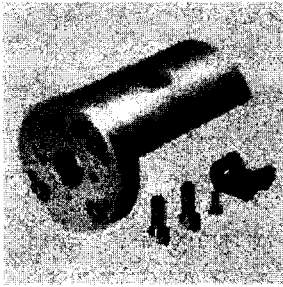
Swivel module



Om de gripper aan te drijven moet een pneumatische motor worden gemonteerd. Dit is de zogenaamde Swivel module.

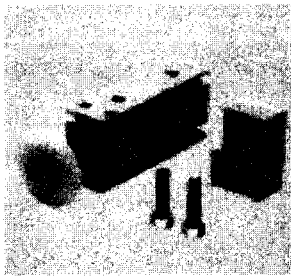
Deze motor maakt een vooraf ingestelde heen-en-weer gaande slag.

Adapter kit



Om een gripper aan de HSP te kunnen monteren, is een adapter kit nodig. Deze monteert men op de Z-slag geleiding

Rest position



Het volgende onderdeel is optioneel. Als men om wat voor reden ook een vertraging in de Z-slag wil maken, kan men deze Rest positions gebruiken. Dit is een luchtcilinder waar de aanslag van de HSP komt te rusten. Door de cilinder vervolgens vertraagd in- of uit te trekken, is een gecontroleerde Z beweging mogelijk.

2. De specificaties en afmetingen

HSP-12-AP

Er zijn 3 uitvoeringen van de HSP met ieder zijn eigen afmetingen en prestaties. Meest bruikbaar voor de vulrobot is de kleinste uitvoering, de HSP-12-AP. Dit is namelijk de lichtste en goedkoopste versie en heeft een werkslag in de Y richting van 52 tot 68 mm en in de Z richting van 20 tot 30 mm. Deze slagen zijn gemakkelijk aan te passen. De cyclustijd is 600 ms, dat is dus van de ene eindpositie naar de andere én weer terug.

De repeteernauwkeurigheid is 10 μ m.

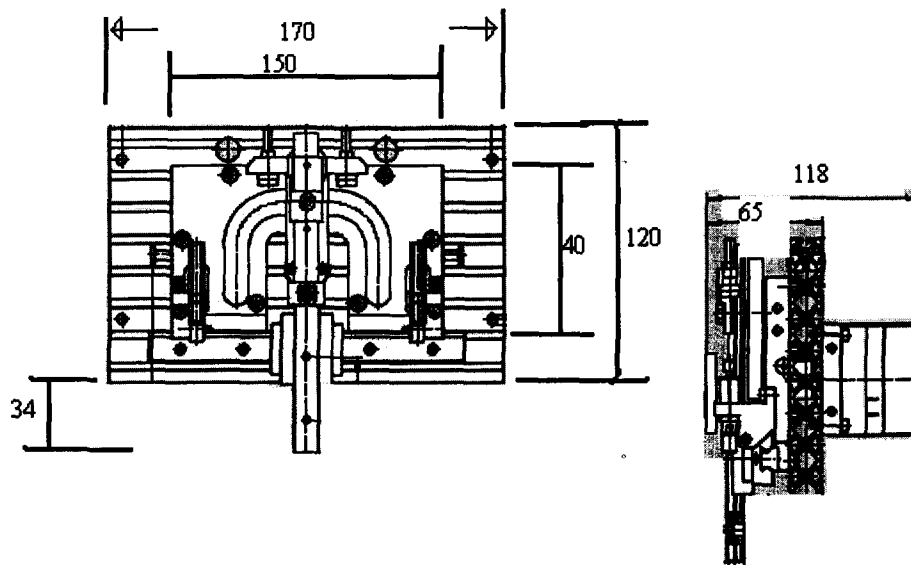
Gewicht

Het gewicht van de module mét aandrijving is 1900 gram. Als er met behulp van een rest position een vertraging in de HSP wordt gebouwd, moet er per vertrager 75 gram worden opgeteld.

De adapter kit weegt 75 gram. Om de cyclustijd van 600 ms te kunnen halen, mag er maximaal 600 gram aan de Z geleiding worden gehangen. Dus het gewicht dat de gripper met vacuüm nozzles maximaal mag hebben is $600-75=525$ gram.

Overigens is het maximum gewicht dat de gripper mag hebben 1600 gram.

Afmetingen



Hierboven de maten in mm van de HSP. Deze tekening is de module zonder adapter.
Met de adapter gemonteerd komt er nog 12mm bij de hoogte.

Bijlage 9 Berekeningen

Berekening doorbuiging geleideas spreidingsmechanisme

Om te kijken of de assen die we willen gebruiken voor het spreidingsmechanisme voldoende stijf zijn om de krachten op te vangen, hebben we een berekening gemaakt.

De as is 0,15m lang en heeft een straal van 0,0025m. Hij is gemaakt van gehard staal.

$$E = 190 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$$

Massaberekening van de as;

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h = \pi \cdot 0,0025^2 \cdot 0,15 = 3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$m = \rho \cdot V = 7850 \text{ kg/m}^3 \cdot 3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 0,024 \text{ kg} \quad [8]$$

De traagheidsstraal;

$$I = \frac{1}{12} \cdot m(3r^2 + h^2) = \frac{1}{12} \cdot 0,024 \text{ kg}(3 \cdot 0,0025^2 \text{ m} + 0,15^2 \text{ m}) = 45 \cdot 10^{-6} \quad [5]$$

De doorbuiging;

$$c = 48 \cdot \frac{E \cdot I}{l^3} = 48 \cdot \frac{190 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2 \cdot 45 \cdot 10^{-6}}{0,15^3} = 1,216 \cdot 10^{11}$$

$$\Delta y = \frac{F}{C} = \frac{1 \text{ N}}{1,216 \cdot 10^{11}} = 8,22 \cdot 10^{-12} \text{ m} \quad [7]$$

De doorbuiging van de as bij een belasting van 1N bedraagt dus $8,22 \cdot 10^{-3}$ nanometer. Deze doorbuiging ligt ruim binnen de toleranties.

Botskracht berekeningen van blokjes spreidingsmechanisme

Hier berekenen we de krachten die optreden bij botsing als het spreidmechanisme in elkaar wordt getrokken. Omdat het mechanisme straks op hoge snelheid gaat werken, is het belangrijk te kijken of de botskrachten niet te hoog worden.

Ik ben uitgegaan van massieve aluminium blokjes met de afmetingen; 22,5*40*6 mm
In de realiteit zitten er nog veel gaten in de blokjes, wat ze lichter maakt dan deze berekening.

$$c = \frac{E \cdot A}{l} \quad \text{Bron [2] blz. 121}$$

$$A = 22,5 \cdot 40 = 900 \text{ mm}^2 \quad l = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad E = 72 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$$

De volgende formules komen van de stencils van Mikroniek, 'Stootgedrag nader bekeken' [1].

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{10,8 \cdot 10^9 \text{ N/m}}{0,015 \text{ kg}}} = 848528 \text{ rad/s}$$

$$\sqrt{2} \cdot \omega_1 \cdot t = \pi \quad \text{dus } t = 3,0 \cdot 10^{-6} \text{ sec.}$$

$$\alpha_{\max} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{v_2}{\omega_1} \quad v_2 : 50 \text{ mm in } 0,3 \text{ sec dus } 0,20 \text{ m/s}$$

$$\alpha_{\max} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{0,2 \text{ m/s}}{848528 \text{ rad/s}} = 1,67 \cdot 10^{-7} \text{ mm}$$

$$K_{\text{stoot}} = K \cdot \alpha_{\max} = 10,8 \cdot 10^9 \text{ N/m} \cdot 1,67 \cdot 10^{-7} \text{ mm} = 1803,6 \text{ N}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{K_{\text{stoot}}}{A} = \frac{1803,6 \text{ N}}{0,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} = 2 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

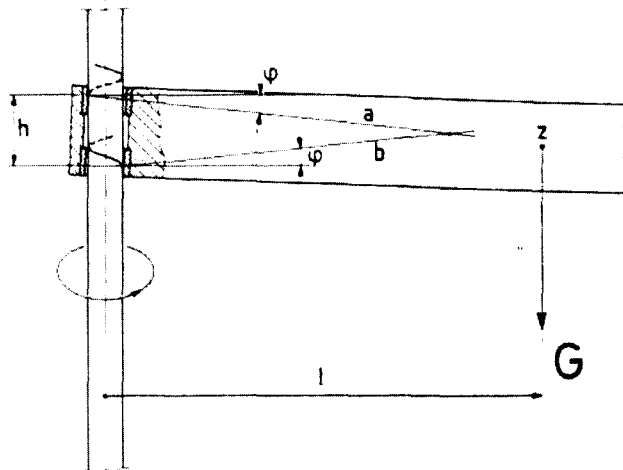
Formule voor mate van indrukking uit 'Werktuigkundige systemen', Jan C. Cool [7].

$$\Delta l = \frac{F}{E \cdot A} \cdot L_0 = \frac{1804 \text{ N}}{72 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} \cdot 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

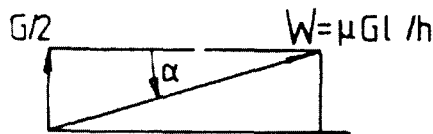
$$\Delta l = 1,67 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

De conclusie is dat de mate van indrukking tijdens de botsing binnen acceptabele grenzen ligt. Er hoeft dus geen voorziening worden getroffen voor demping van de botskrachten. Dit is voordelig, want een demper zou weer extra cyclus tijd vergen.

Bijlage 10 Schranken



Figuur i7.16*



Figuur i7.17

Fig. 1

Een van de redenen van het niet optimaal werken van het Spreidingsmechanisme, is een fenomeen dat schranken wordt genoemd.

Schranken is het scheefzakken of scheef getrokken worden van in ons geval een glijlager over een as. Om dit tegen te gaan is er een algemene stelregel die zegt dat de breedte van het glijlager 1,5 keer zo groot moet zijn dan de diameter van de glijas.

De breedte van de glijlagers in het Spreidingsmechanisme is 6 mm. De diameter van de glijassen is 3 mm. Aan deze eis is dus volstaan.

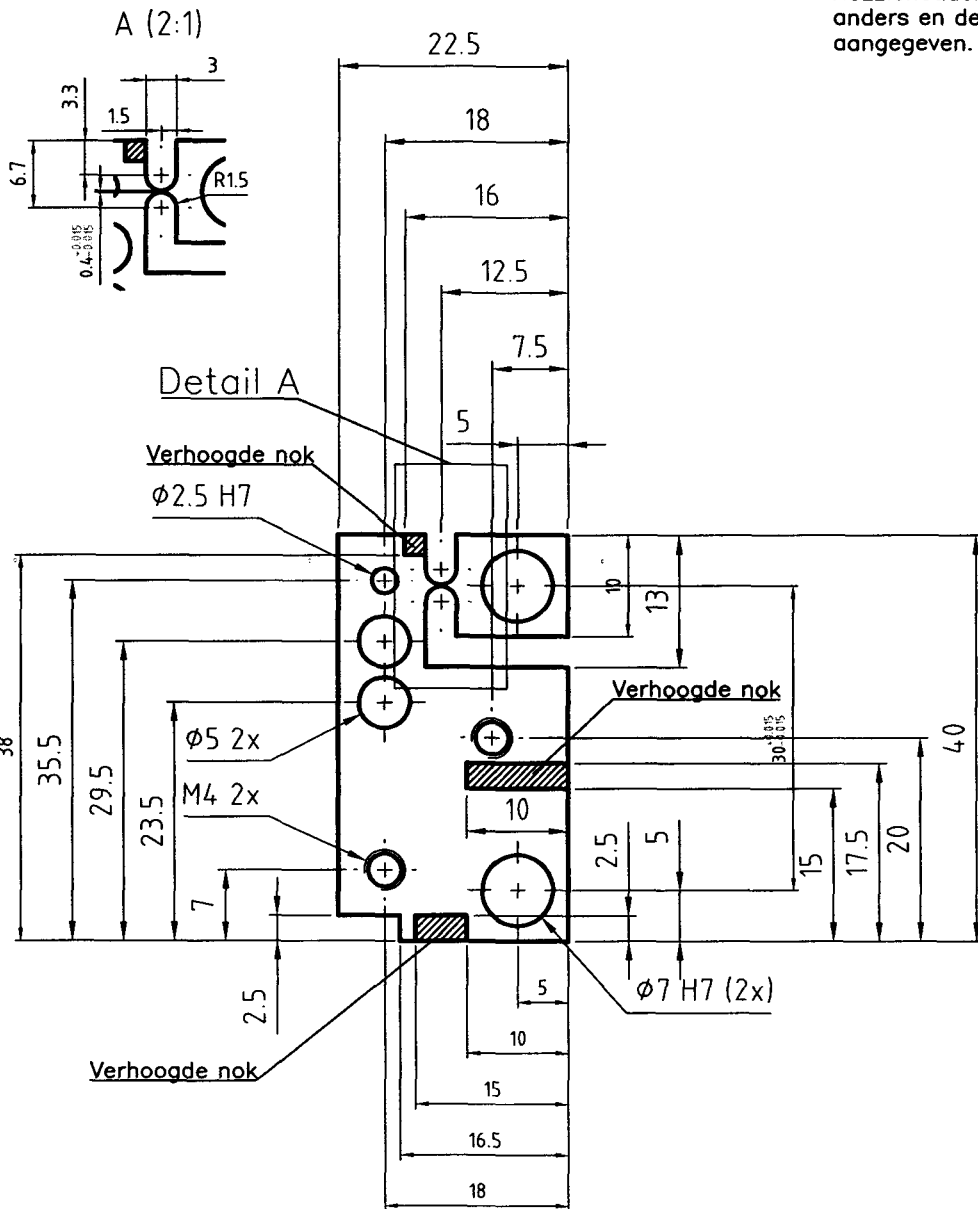
Er is dus een andere reden voor het schranken van het Spreidingsmechanisme. Die reden wordt geïllustreerd in Figuur 1. G is het aangrijpingspunt waar de luchtcilinders aan gemonteerd zijn. Dit aangrijpingspunt ligt buiten het snijpunt van de constructielijnen a en b . De lijnen a en b geven de wrijvingshoeken aan, getrokken vanuit de lagers. Aangezien punt G daarbuiten ligt, is het blokje zelfremmend.

Om dit probleem op te lossen kan men de as laten roteren. Zo wordt de wrijving een heel stuk minder.

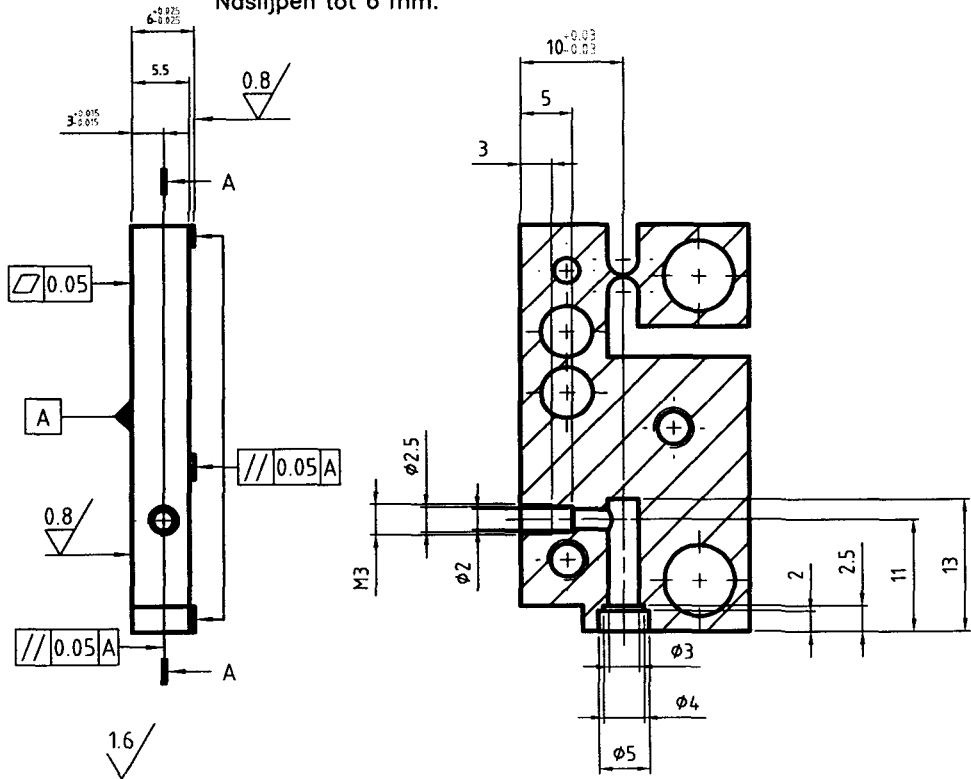
Handiger en constructief makkelijk is het echter om de het aangrijpingspunt van de luchtcilinder te verplaatsen naar een punt dicht bij de assen, zodat het blokje niet meer zelfremmend is.

Bijlage 11 Werktekeningen Steekvertaler

Nozzlehouder 6 is voor wat maatvoering betreft identiek. Enkel diameters van de gaten zijn anders en de plaats van de schroefgaten. Verschillen zijn in de tekening van Nozzlehouder 6 aangegeven.

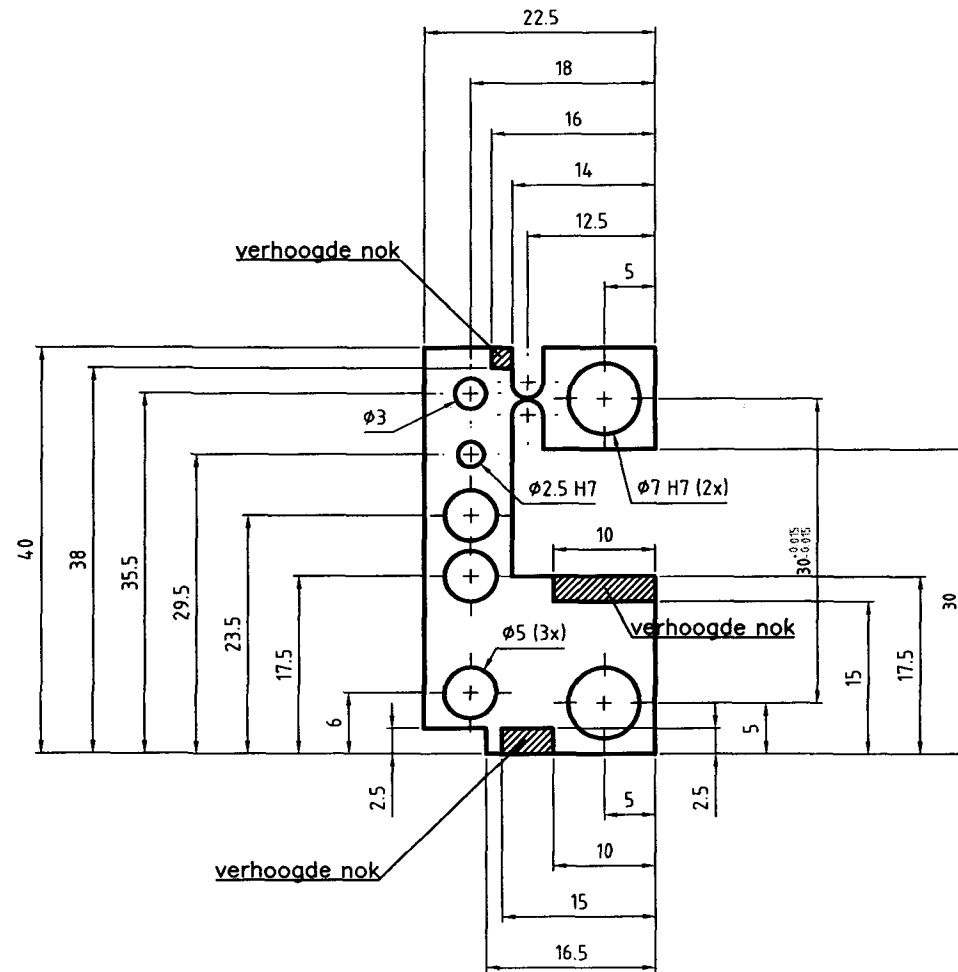


frezen op 6,5 mm.
Naslijpen tot 6 mm.

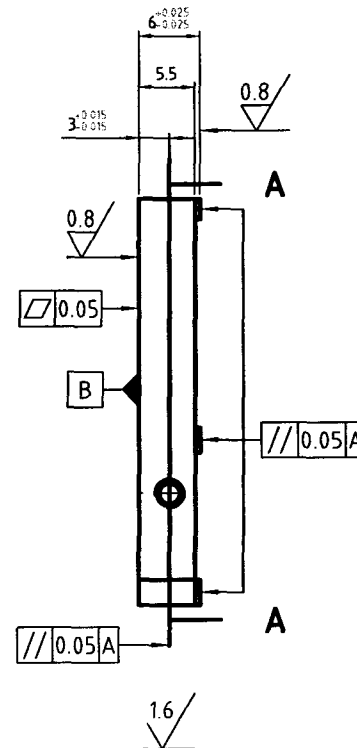


(Verwendungsbereich)				(Zul. Abw.)		(Oberfl.)		Maßstab 2:1		(Gewicht)	
								(Werkstoff, Halbzeug) (Rohteil-Nr) (Modell- oder Gesenk-Nr)			
					Datum	Name		Nozzlehouder 1			
				Bearb.	00.00.00	XXX					
				Gepr.	00.00.00	XXX					
				Norm							
								01		Blatt	
										Blätter	
Zust.		Änderung		Datum	Name	Ursprung		Ersatz für:		Ersatz durch:	

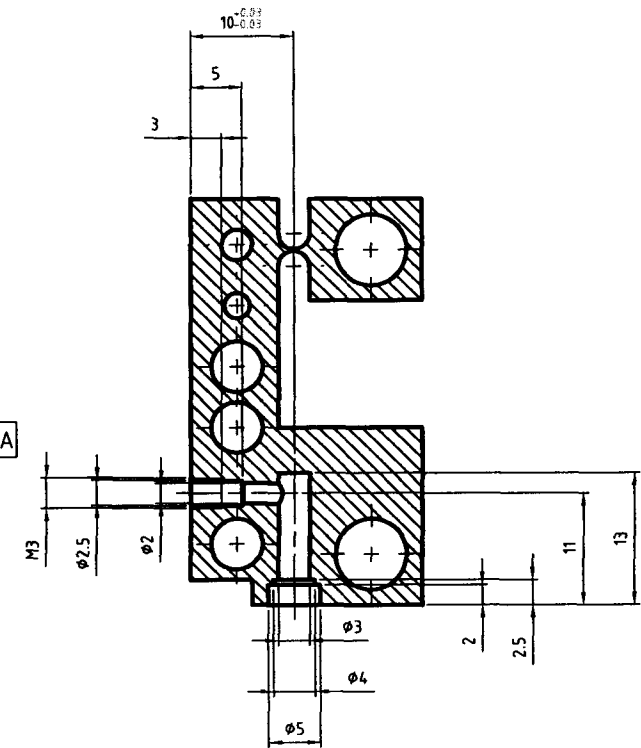
Nozzlehouders 3,4 en 5 zijn voor wat maatvoering betreft identiek. Enkel diameters van gaten zijn anders. Verschillen zijn in de tekeningen van Nozzlehouders 3,4 en 5 aangegeven.



frezen op 6,5 mm.
naslijpen tot 6 mm.



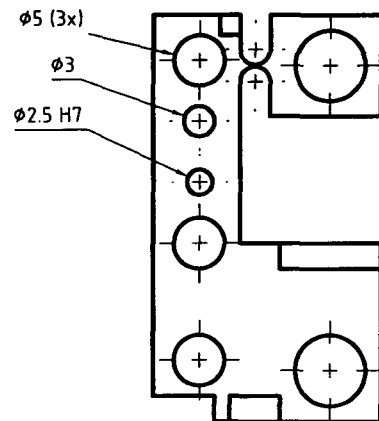
A-A



(Verwendungsbereich)			(Zul. Abw.)	(Oberfl.)	Maßstab 2:1	(Gewicht)
					(Werkstoff, Halbzeug) (Rohteil-Nr) (Modell- oder Gesenk-Nr)	
			Datum	Name	Nozzlehouder 2	
			Bearb. 00.00.00	XXX		
			Gepr. 00.00.00	XXX		
			Norm			
					02	
Zust	Anderung	Datum	Name	Ursprung	Ersatz für:	Blatt Blätter Ersatz durch:

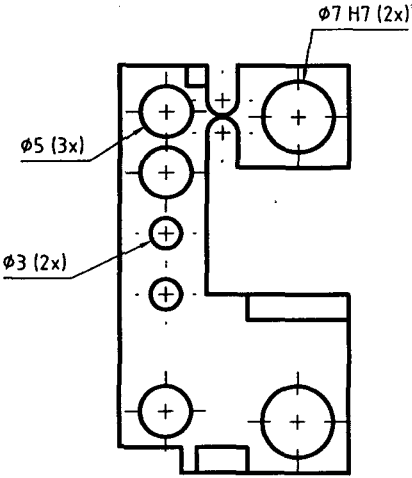
Maatvoering is identiek aan Nozzlehouder 2. Enkel de verschillen zijn aangegeven. Dit omvat enkel de gatdiameters. Plaats van de gaten is gelijk.

Maten zelfde als 'blokje 2'
belangrijke maten of verschillen zijn aangegeven



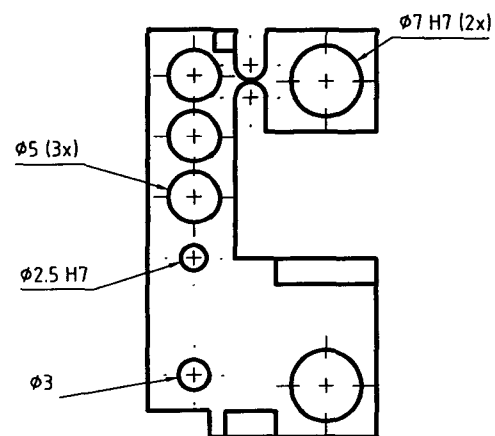
(Verwendungsbereich)				(Zul. Abw.)		(Oberfl.)		Maßstab 2:1		(Gewicht)	
								(Werkstoff, Halbzeug) (Rohteil-Nr) (Modell- oder Gesenk-Nr)			
					Datum	Name		nozzlehouder 3			
				Bearb.	00.00.00	XXX					
				Gepr.	00.00.00	XXX					
				Norm							
								03			
								Blatt			
								Blätter			
Zust	Änderung	Datum	Name	Ursprung				Ersatz für:		Ersatz durch:	

Maatvoering is identiek aan Nozzlehouder 2. Enkel de verschillen zijn
aangegeven. Dit omvat enkel de gatdiameters. Plaats van de gaten is gelijk.



[Verwendungsbereich]				[Zul. Abw.]		[Oberfl.]	Maßstab 2:1		[Gewicht]
							(Werkstoff, Halbzeug)		
							(Rohteil-Nr)		
							(Modell- oder Gesenk-Nr)		
					Datum	Name	Nozzlehouder 4		
				Bearb.	00.00.00	XXX			
				Gepr.	00.00.00	XXX			
				Norm					
							04		
Zust.	Anderung	Datum	Name	Ursprung	Ersatz für:			Ersatz durch:	

Maatvoering is identiek aan Nozzlehouder 2.
Enkel de verschillen zijn aangegeven. Dit omvat
enkel de gatdiameters. Plaats van de gaten is
gelijk.

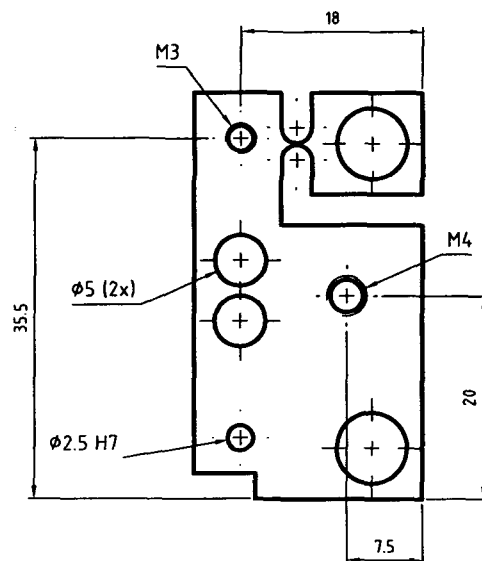


(Verwendungsbereich)				(Zul. Abw.)		(Oberfl.)	Maßstab 2:1		(Gewicht)
							(Werkstoff, Halbzeug)		
							(Rohteil-Nr)		
							(Modell- oder Gesenk-Nr)		
					Datum	Name	Nozzlehouder 5		
				Bearb.	00.00.00	XXX			
				Gepr.	00.00.00	XXX			
				Norm					
							05		Blatt
									Blätter
Zust	Aenderung	Datum	Name	Ursprung	Ersatz für:			Ersatz durch:	

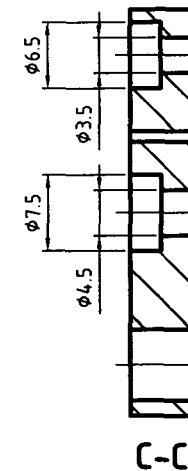
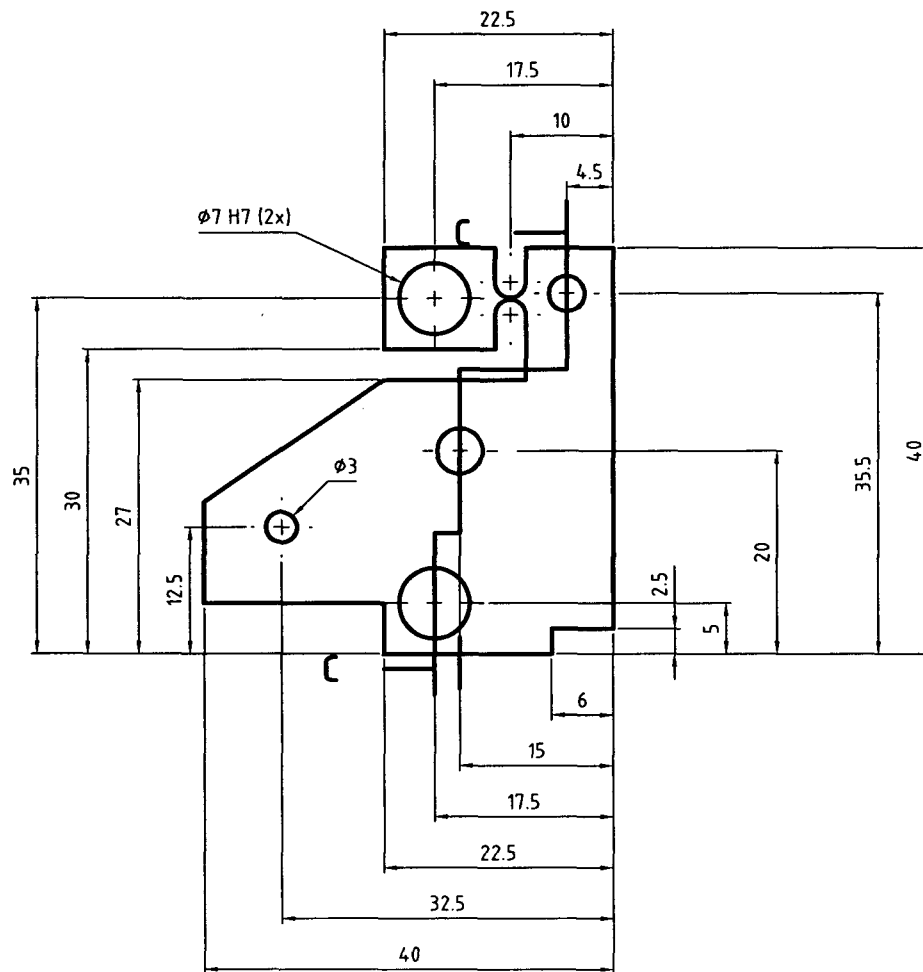
Maatvoering is identiek aan Nozzlehouder 1. Enkel de verschillen zijn aangegeven. Dit omvat de gatdiameters (plaats van de gaten is gelijk) en de plaats/maatvoering van de schroefgaten.

LET OP: GEEN NOKJES UITFREZEN!!!!

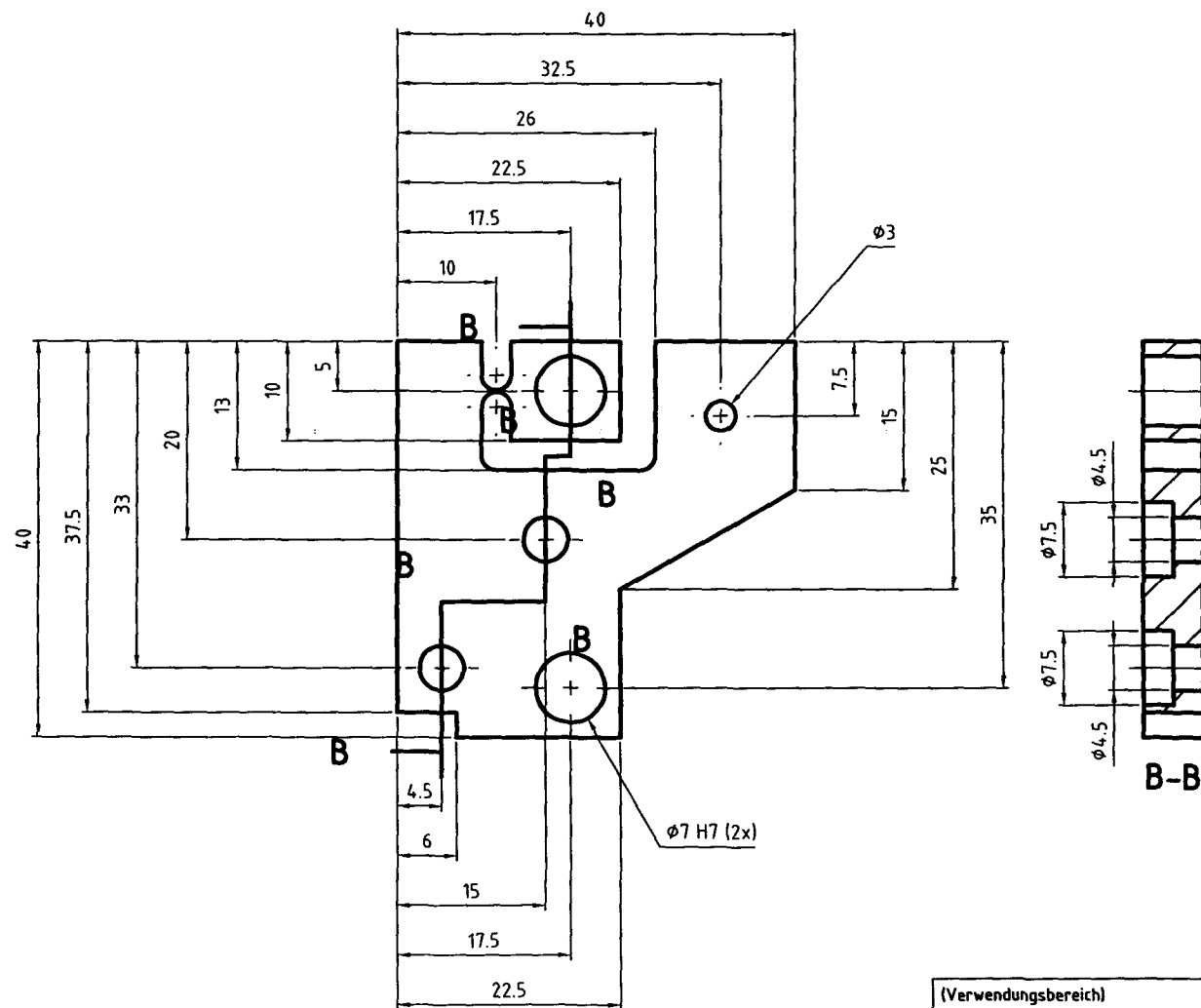
(gehele blokje mag dikte 6mm hebben)



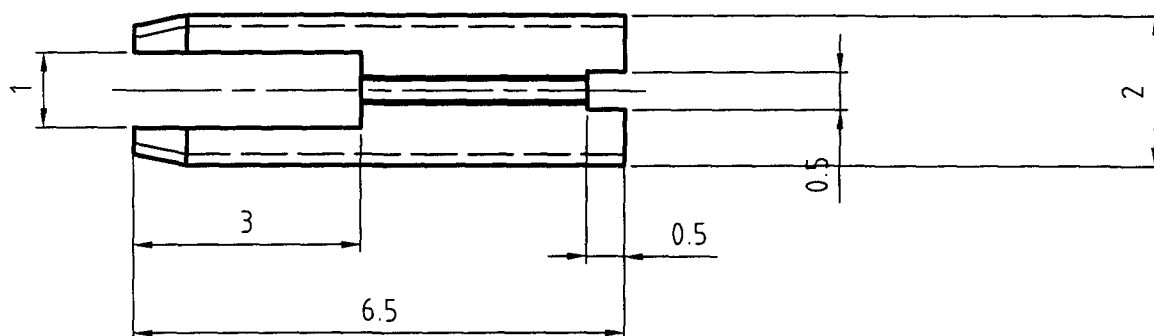
(Verwendungsbereich)			(Zul. Abw.)	(Oberfl.)	Maßstab 2:1	(Gewicht)
						(Werkstoff, Halbzeug) (Rohteil-Nr) (Modell- oder Gesenk-Nr)
			Datum	Name	Nozzlehouder 6	
			Bearb.	00.00.00 XXX		
			Gepr.	00.00.00 XXX		
			Norm			
					06	
						Blatt
						Blätter
Zust	Änderung	Datum	Name	Ursprung	Ersatz für:	Ersatz durch:



(Verwendungsbereich)				(Zul. Abw.)		(Oberfl.)	Maßstab 2:1	(Gewicht)
							(Werkstoff, Halbzeug) (Rohteil-Nr) (Modell- oder Gesenk-Nr)	
					Datum	Name	Eindplaat 1	
				Bearb.	00.00.00	XXX		
				Gepr.	00.00.00	XXX		
				Norm				
							07	
								Blatt
								Blätter
Zust.	Änderung	Datum	Name	Ursprung	Ersatz für:		Ersatz durch:	



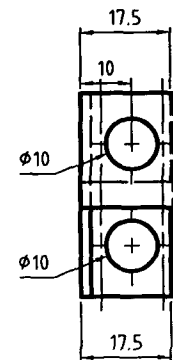
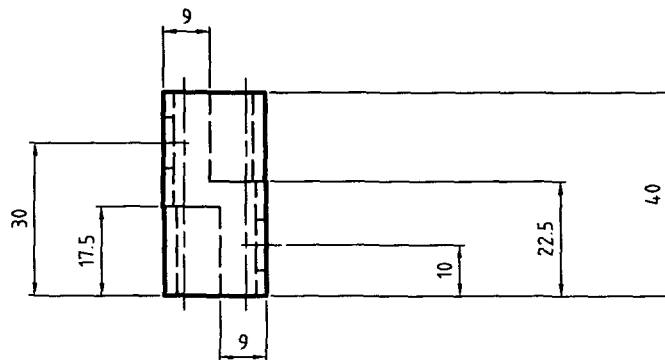
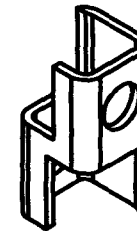
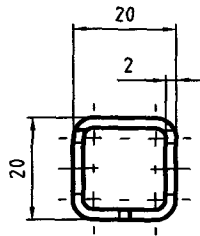
(Verwendungsbereich)				(Zul. Abw.)	(Oberfl.)	Maßstab 2:1	(Gewicht)
						(Werkstoff, Halbzeug)	
						(Rohteil-Nr)	
						(Modell- oder Gesenk-Nr)	
				Datum	Name	eindplaat1	
				Bearb. 00.00.00	XXX		
				Gepr. 00.00.00	XXX		
				Norm			
						07	
Zust	Änderung	Datum	Name	Ursprung	Ersatz für:	Ersatz durch:	Blatt Blätter



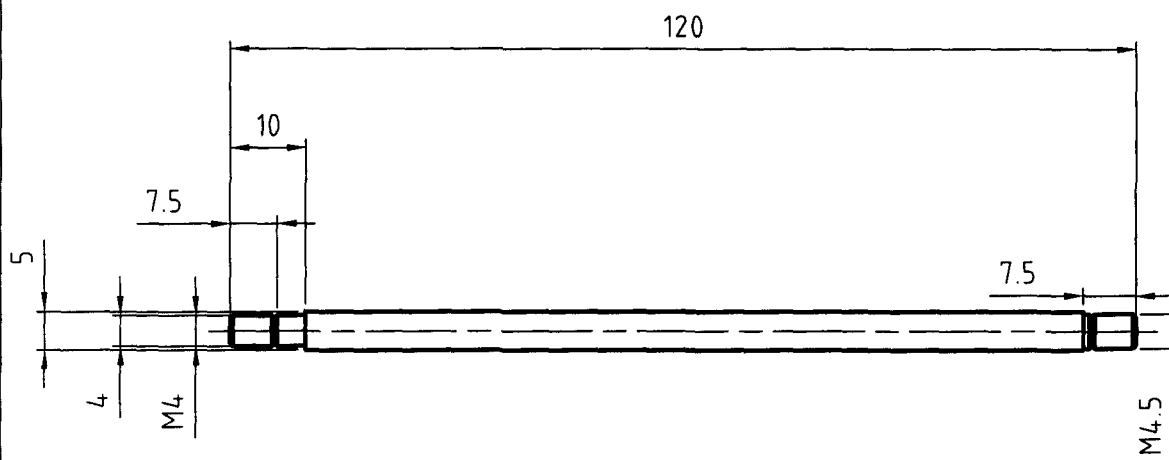
(Verwendungsbereich)				(Zul. Abw.)		(Oberfl.)		Maßstab 10:1		(Gewicht)	
								(Werkstoff, Halbzeug) (Rohteil-Nr) (Modell- oder Gesenk-Nr)			
					Datum	Name		spanbus			
				Bearb.	00.00.00	XXX					
				Gepr.	00.00.00	XXX					
				Norm							
								09			
Zust	Änderung	Datum	Name	Ursprung				Ersatz für:		Ersatz durch:	
Blatt											
Blätter											

Blatt

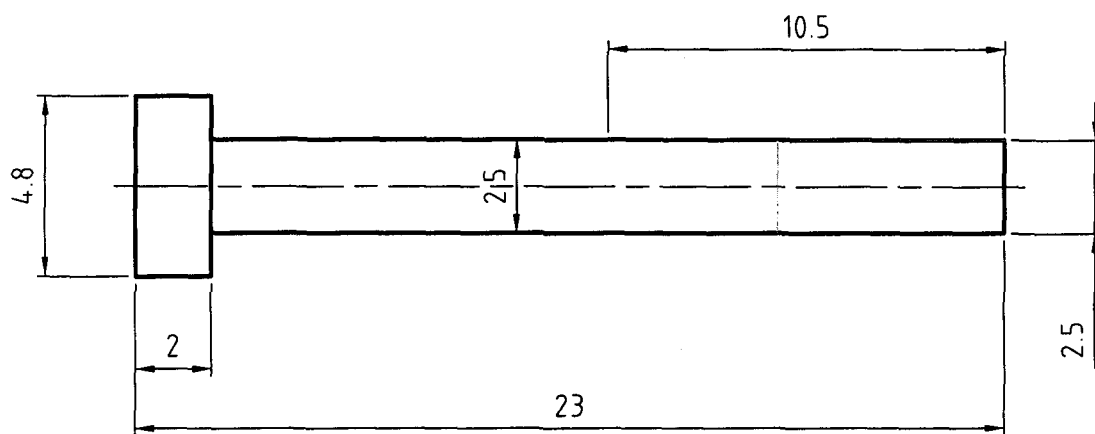
Blätter



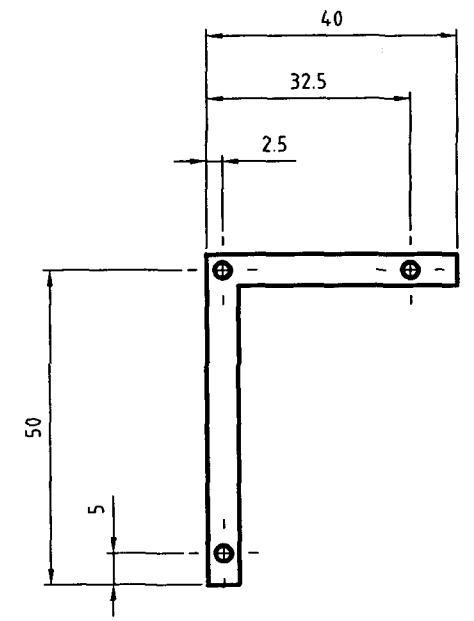
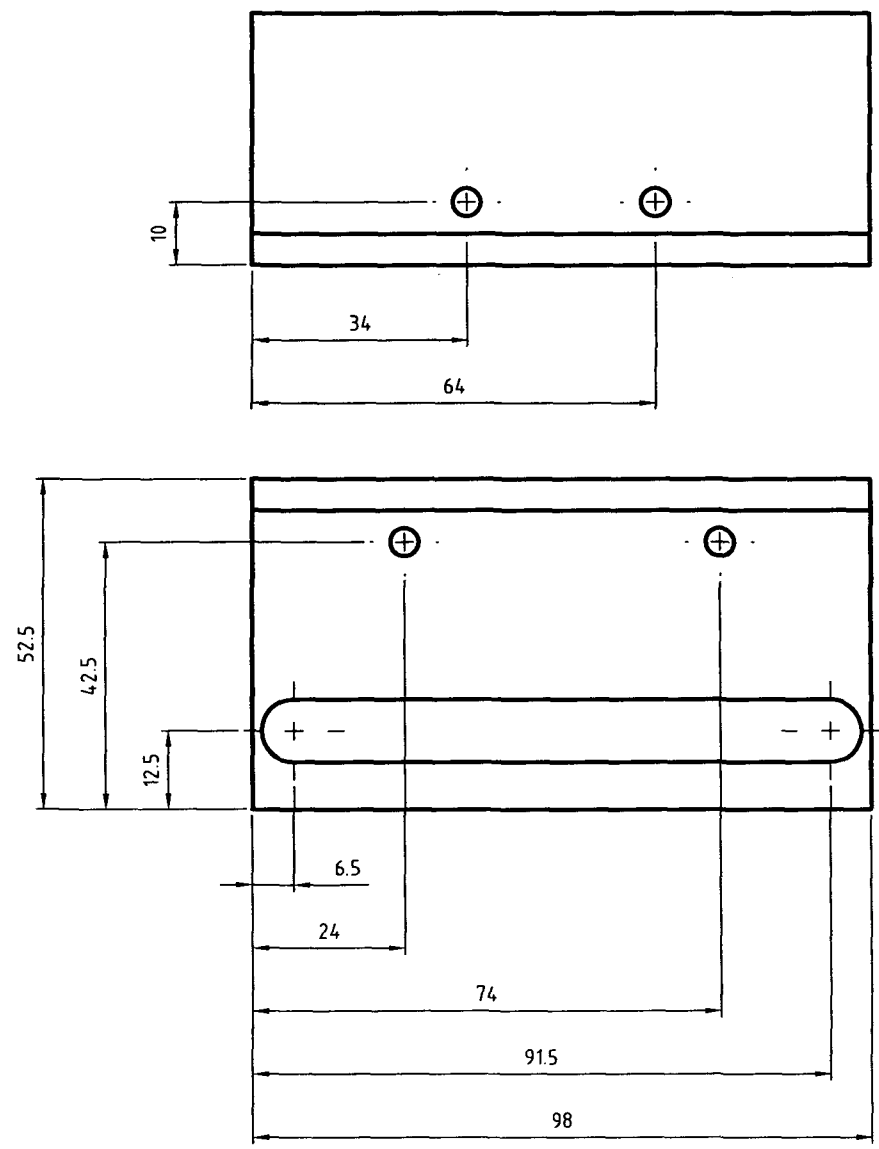
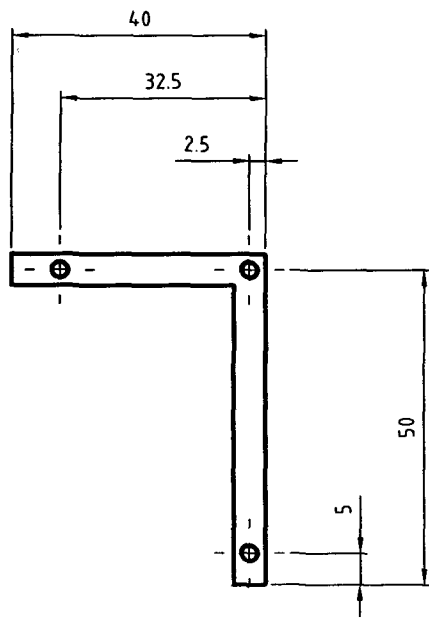
(Verwendungsbereich)				(Zul. Abw.)	(Oberfl.)	Maßstab 1:1	(Gewicht)
						(Werkstoff, Halbzeug) (Rohteil-Nr) (Modell- oder Gesenk-Nr)	
				Datum	Name	cilinderverbindung	
				Bearb. 00.00.00	XXX		
				Gepr. 00.00.00	XXX		
				Norm			
						10	Blatt
							Blätter
Zust	Änderung	Datum	Name	Ursprung	Ersatz für:		Ersatz durch:

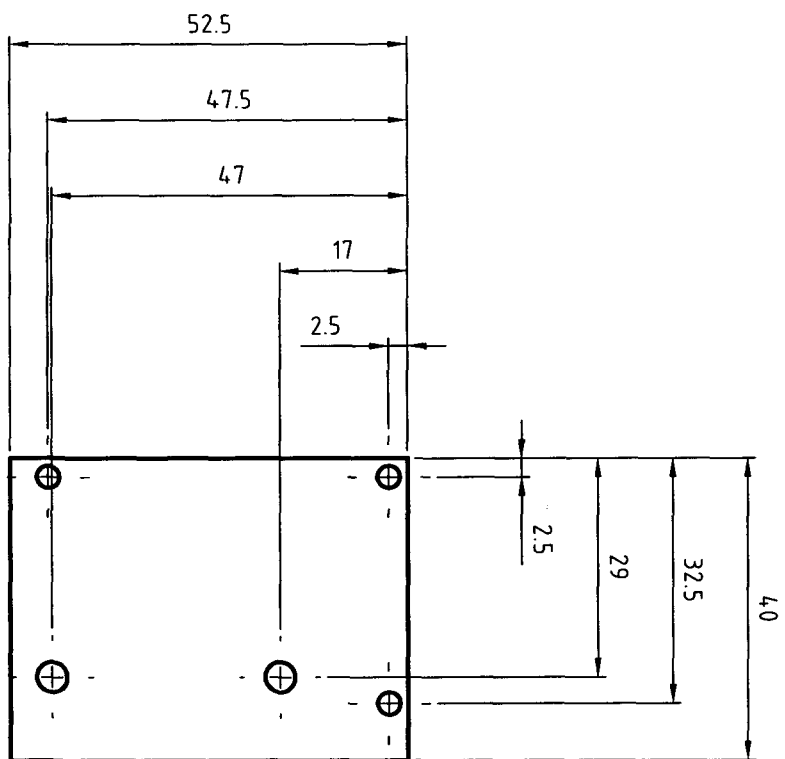


(Verwendungsbereich)				(Zul. Abw.)		(Oberfl.)	Maßstab 1:1		(Gewicht)
							(Werkstoff, Halbzeug) (Rohteil-Nr) (Modell- oder Gesenk-Nr)		
					Datum	Name	geleider		
				Bearb.	00.00.00	XXX			
				Gepr.	00.00.00	XXX			
				Norm					
							13		Blatt
Zust	Änderung	Datum	Name	Ursprung			Ersatz für:		Ersatz durch:



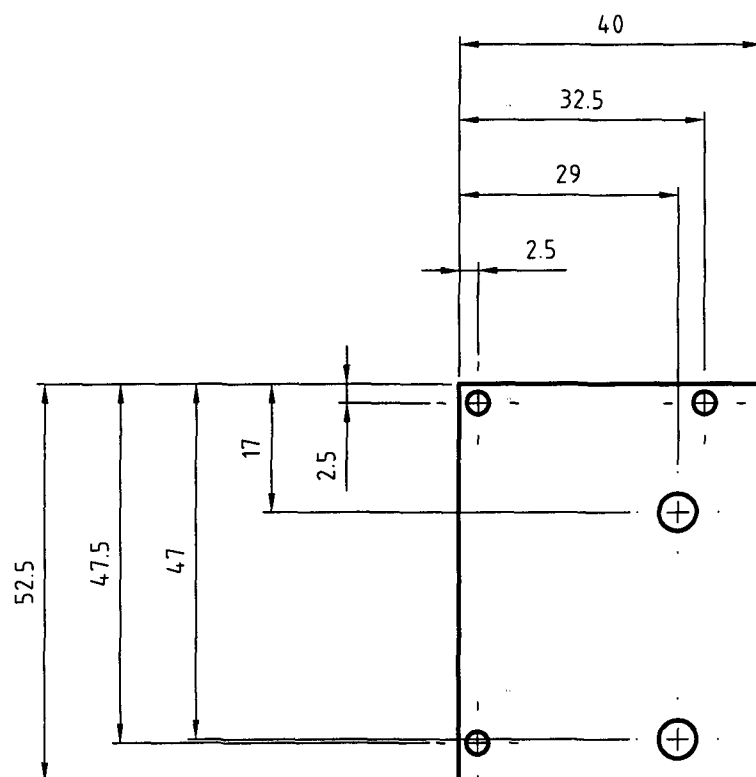
(Verwendungsbereich)				(Zul. Abw.)		(Oberfl.)	Maßstab 1:1	(Gewicht)
							(Werkstoff, Halbzeug) (Rohteil-Nr) (Modell- oder Gesenk-Nr)	
					Datum	Name	Abstandspen	
				Bearb.	00.00.00	XXX		
				Gepr.	00.00.00	XXX		
				Norm				
							5	
Zust	Änderung	Datum	Name	Ursprung			Ersatz für:	Ersatz durch:



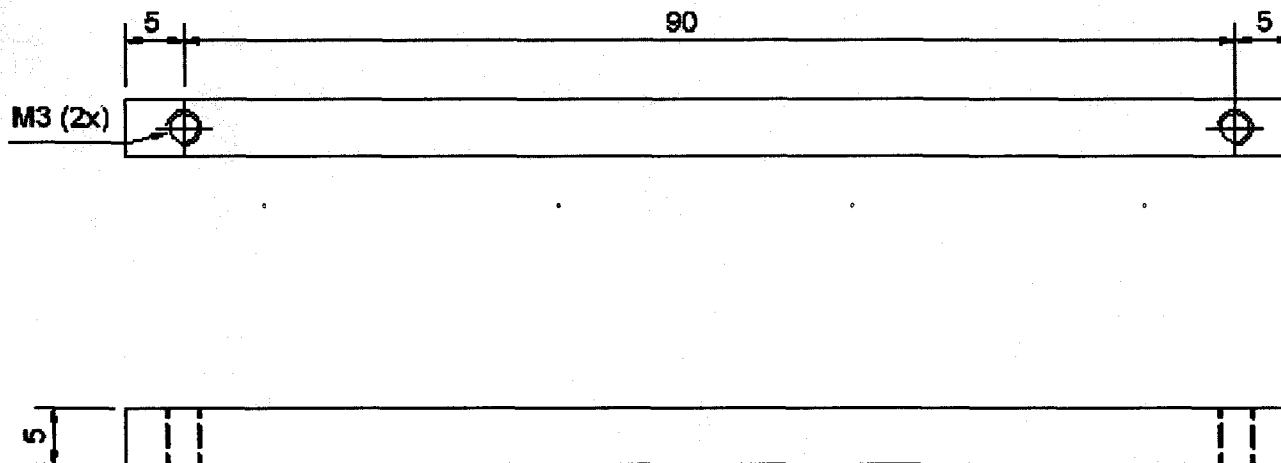


dikte 5mm

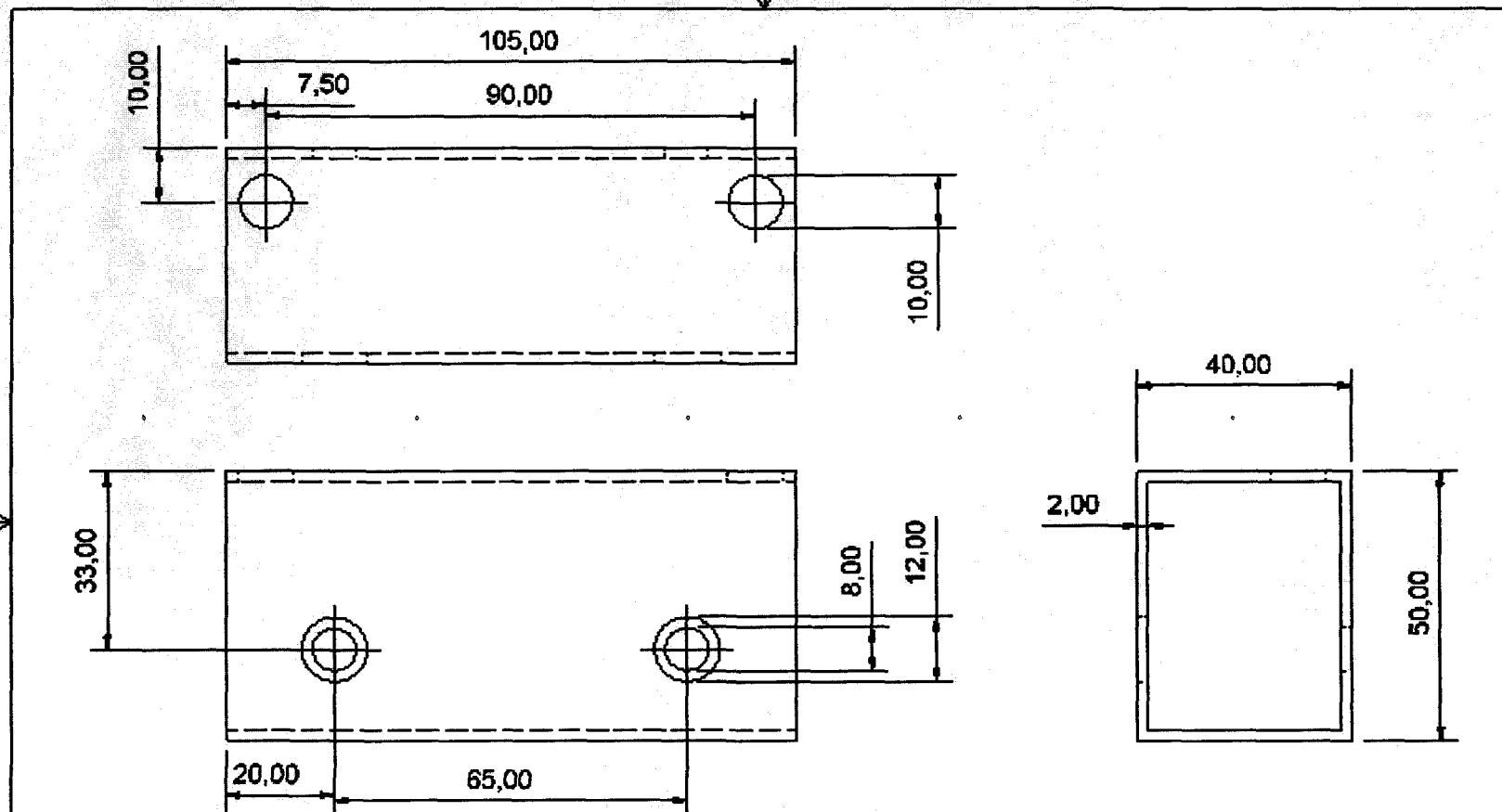
dikte 5mm



Bijlage 12 Werktekeningen Resetmechanisme

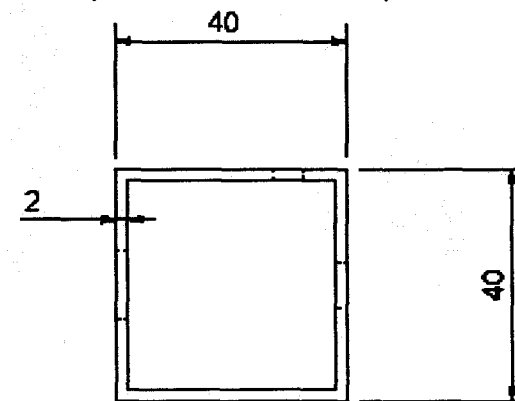
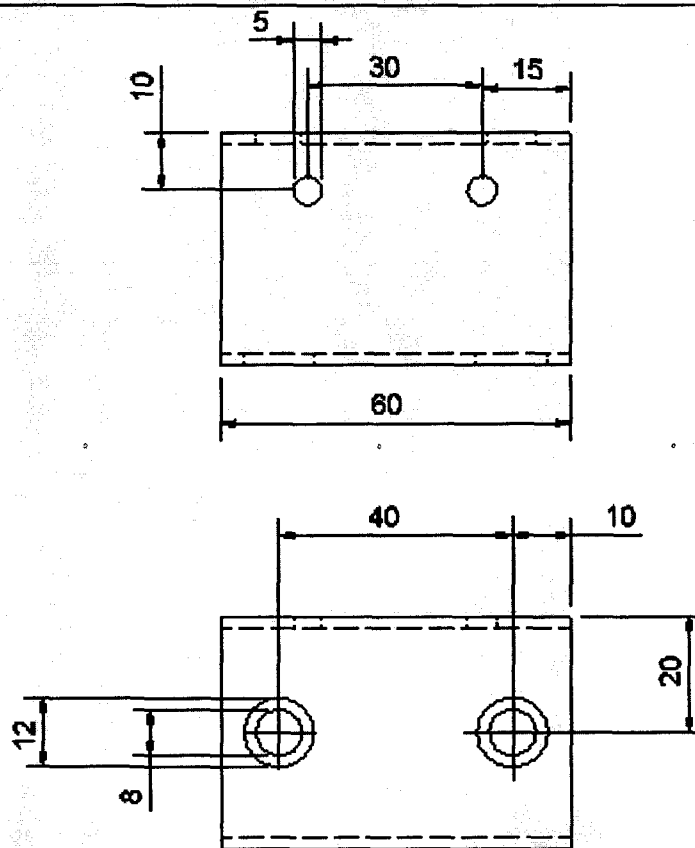


Gemaakt door	Schaal:	Maatstaf:	afg. maatstaf:	afg. teken:	Date
Peter Raedts	2:1	mm	0,1	1,6	10-06-2005
Benaming:			Opmerkingen:		
Balk resetmechanisme			materiaal: aluminium		
			Project Vulrobot HvU Festo	Edities	Sheet
					1 / 1

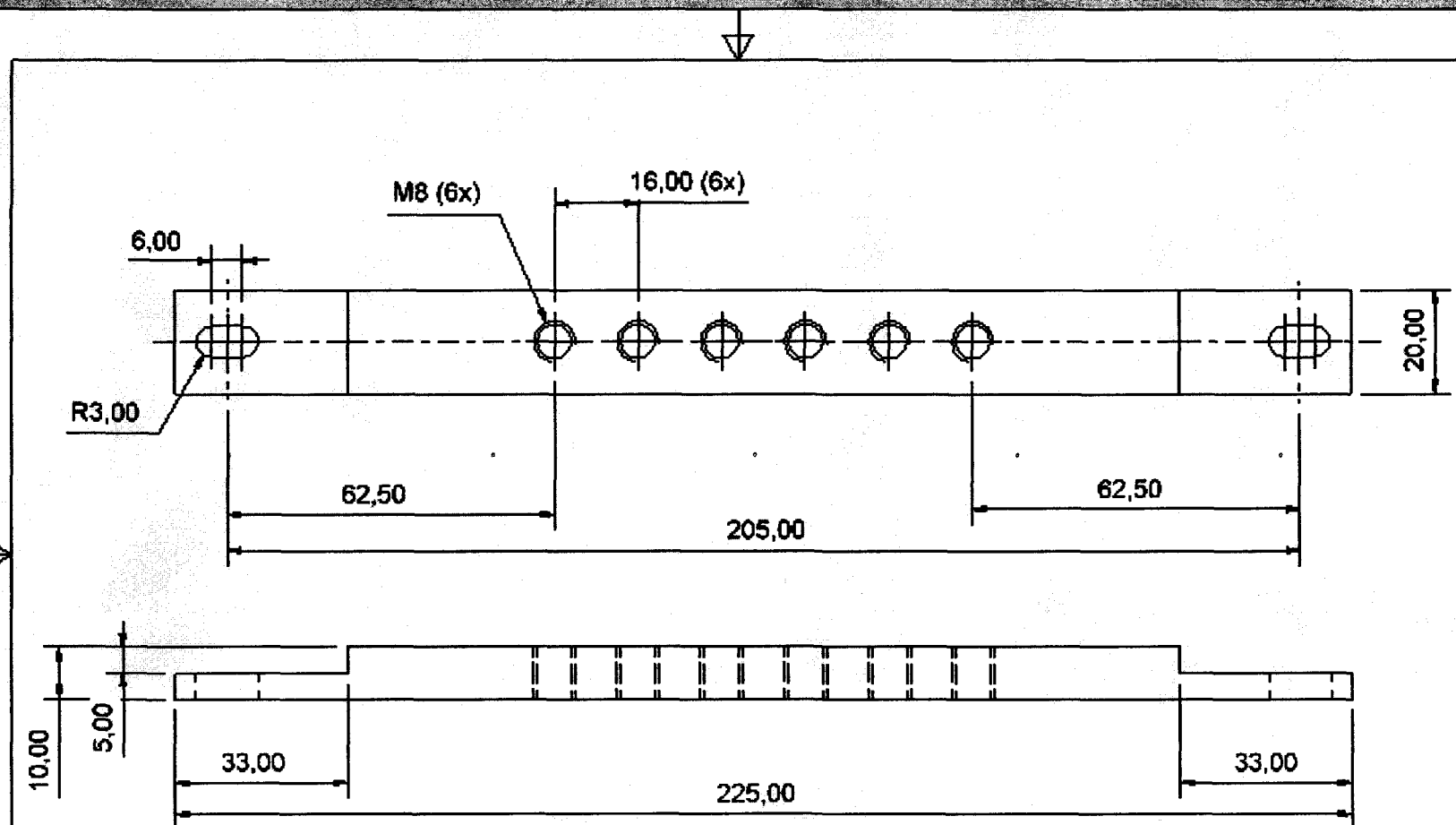


Gemaakt door Peter Raedts	Schaal: 1:1	Meetvoet: mm	afg. maatvoering: 0,1	afg. tekenen: 1,6	Date 17-06-2005
Benaming: montagehouder resetmechanisme			Opmerkingen:		
			Project Vulrobot HvU Festo		Editie 1 / 1

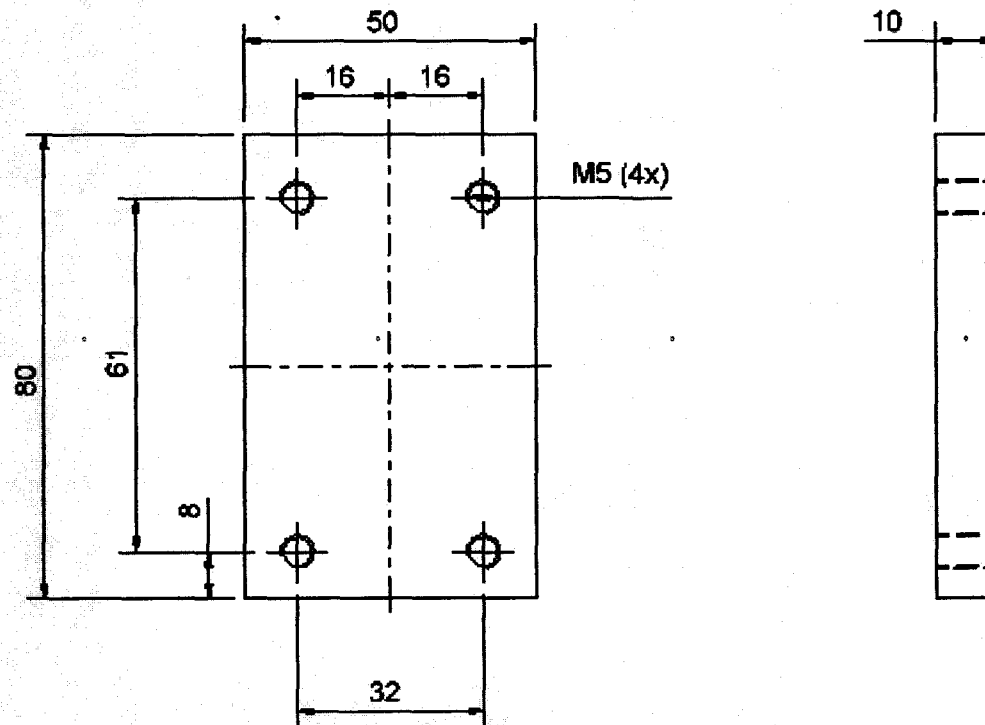
Bijlage 13 Werktekeningen Indexeringsmechanisme



Gefabriceerd door	Schaal:	Maatstelsel:	afg. maatstelsel:	afg. tekenen:	Date
Peter Raedts	1:1	mm	0,1	1,6	17-05-2005
Benaming:			Opmerkingen:		
Montagesteun geleiding			Project Vulrobot HvU Festo	Edities	Sheet
					1 / 1

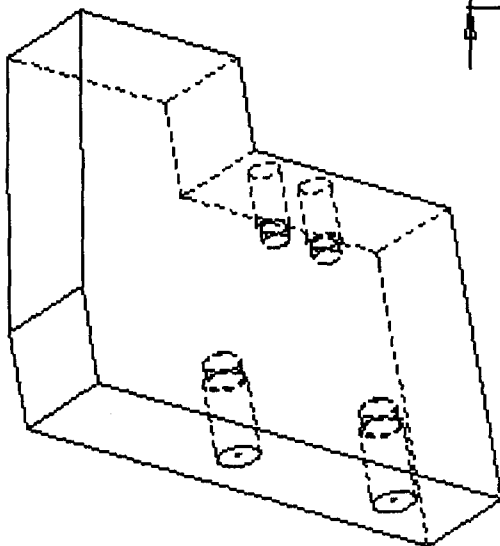
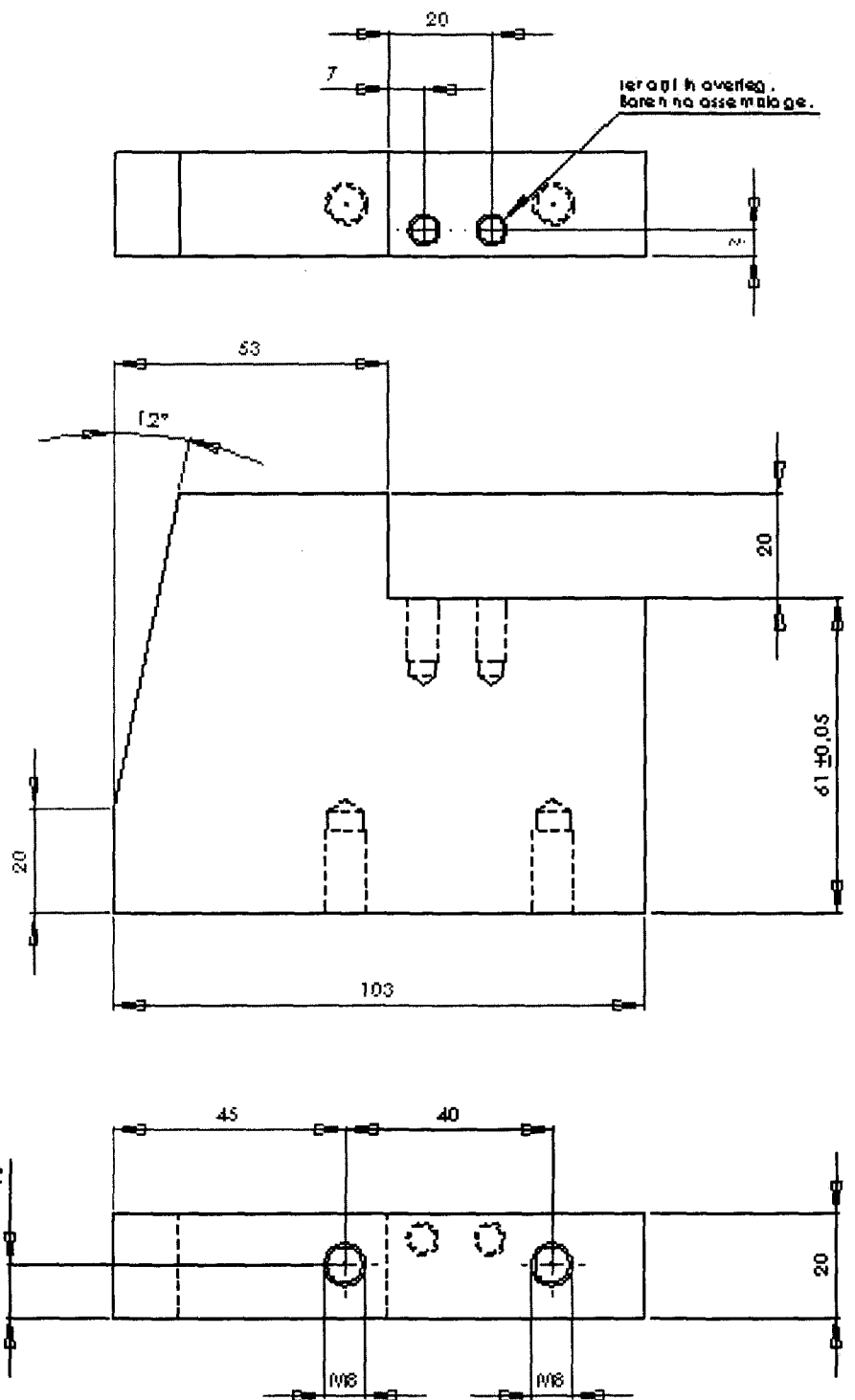


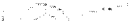
Gemaakt door	Schaal:	Maatstaf:	Alg. maatstaf:	Alg. teken:	Datum
Peter Raedts	1:1	mm	0,1	1,6	08-05-2005
Benaming:			Opmerkingen:		
Drukbaalk resetmechanisme			Project Vulrobot HvU Festo		Editie 1 / 1

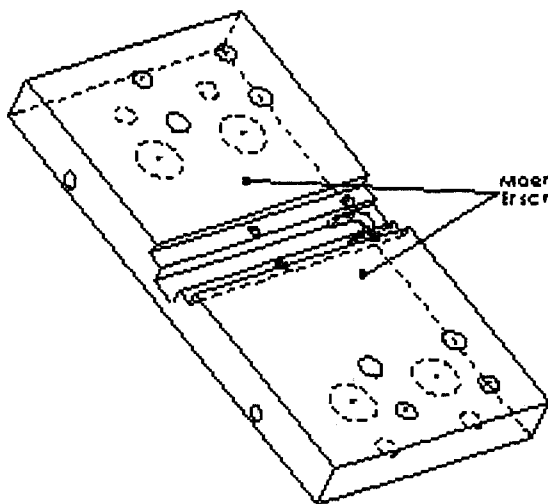


Getekend door Peter Raedts	Schaal: 1:1	Waarheids: mm	afg. maatstaf: 0,1	afg. lijnwaal: 1,6	Date 08-05-2005
Benaming: montageplaat cilinders Indexerings mechanisme			Opmerkingen:		
			Project Vulrobot HvU Festo	Edition	Sheet: 1 / 1

Bijlage 14 Werktekeningen Feederhouder



BOM NED VOICF43 4FN 65D	MAATIDITHAALIS VOICF43 4FN 7363	VOEM-PAFIAISDI. VOICF43 4FN 3311	SIABIVANT
	SCHAAI. 1.1 MAATIDITHAALIS. MM. DATUM. 12-4-2005	CHILFNB. ECHOFJONGNEN LIAAFABING. CHINISCHILIBI 700 CHILFNB.	OFMILUNGN 2x
HOGESCHOOL UTR ECHT	ENAMING ZUPLAAT FRAMEHOUDER	NEMAME 1	NORMAAL A3



Boven: HNB VOICHS NFN 630	MAAIDIPRAKHS VOICHS NFN 7363	VORM- EN PLAASIDIT. VOICHS NFN 3311	BIAOTVANT
	SCHEM. 1.1 MAAIDIPRAKHS. MM BALEM. 12-4-2005	CHILFNB. ROMOFJONGHFN CHIAAFCHING. CHNHSNCHILFNB 700 CHFN.	DPMFELINGH ...
HOGESCHOOL UTRECHT	BEKANTING	ONDERPLAAT FRAMEHOUDER	NUMMER 1 NORMAAL A3