

Falc-project : ontwerp van een draagblok voor de remcilindersteun

Citation for published version (APA):

Beeren, E. S. H. J. (1991). *Falc-project : ontwerp van een draagblok voor de remcilindersteun*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Vakgroep Produktietechnologie : WPB; Vol. WPA1091). Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1991

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

**TECHNISCHE UNIVERSITEIT EINDHOVEN
FACULTEIT DER WERKTUIGBOUWKUNDE
VAKGROEP PRODUCTIETECHNOLOGIE EN -AUTOMATISERING (WPA)**

**FALC-PROJEKT: ONTWERP VAN EEN
DRAAGBLOK VOOR DE
REMCILINDERSTEUN**

DOOR: E.S.H.J. Beeren

Rapportnummer: WPA-1091

Verslag afstudeeropdracht Hoge School Venlo

Onder begeleiding van: Ir. A.T.J.M. Smals

F.G.J. Soers

Ir. G.S.J. Peeters

Gekommitteerde: Prof. Ir. F. Doorschot

Eindhoven, juni 1991

VOORWOORD

Deze afstudeeropdracht komt voort uit het onderzoeksprogramma dat wordt uitgevoerd aan de Technische Universiteiten in Nederland onder de naam Stimulerings Projektteam Informatika-onderzoek Nederland (SPIN).

Het SPIN-projekt is opgericht met als doel de Nederlandse positie op de kansrijke delen van de informatika te versterken. Uitgangspunten van het SPIN-projekt bij de uitvoering van de opdracht zijn de bundeling van onderzoekskapaciteiten en samenwerking tussen de universiteiten en het bedrijfsleven. Voor de Technische Universiteit Eindhoven (TUE) heeft dit geleid tot een projekt met als doel:

Alle onderzoek en ontwikkeling dat nodig is om te komen tot een onbemande Flexibele Assemblage- en LasCel (FALC) voor een familie uit plaatmateriaal opgebouwde produkten.

De lascel zal derhalve automatisch flexibele toe- en afvoer-inrichtingen dienen te hebben en automatische flexibele of gemakkelijk uitwisselbare opspaninrichtingen.

Aan het onderzoek werken naast de TUE afdelingen werktuigbouwkunde en elektrotechniek ook de bedrijven DAF Trucks B.V., N.V. Philips en het ITP (Informatika Toepassingen voor Produktieautomatisering is een samenwerkingsverband tussen TUE en TNO).

DAF heeft in het projekt de functie van pilot-bedrijf hetgeen inhoudt dat DAF alle benodigde informatie over de te lassen produkten verschaft en de TUE het onderzoek uitvoert en de resultaten hiervan in de praktijksituatie toetst. Philips geeft ondersteuning op het gebied van CAD (Computer Aided Design), leverde het transportsysteem en de besturingen. De ontwikkeling hiervan gebeurt in nauwe samenwerking met TUE.

INHOUDSOPGAVE

	BLZ
SAMENVATTING	4
HOOFDSTUK 1 INLEIDING	5
1.1. De opdracht	6
1.2. Projektstrategie	
HOOFDSTUK 2 DE REMCILINDERSTEUN	
2.1. Inleiding	7
2.2. Remcilindersteun	7
HOOFDSTUK 3 HET HUIDIGE DRAAGBLOK	
3.1. Positioneren pijp/flens	9
3.2. Klem pijp/flens	9
3.3. Positioneren dikke plaat	10
3.4. Klemmen van de dikke plaat	10
3.5. Klemmen van de dunne plaat	11
HOOFDSTUK 4 PROBLEMEN BIJ HET HUIDIGE DRAAGBLOK	
4.1. Problemen	12
4.2. Nieuwe opdrachtsomschrijving	14
HOOFDSTUK 5 NIEUW ONTWERP	
5.1. Deelproblemen konstrueren draagblok	15
5.2. Bewerkingsvolgorde	15
5.3. Lay-out op het draagblok	15

INHOUDSOPGAVE

5.4. Positioneren en fixeren produktdelen	16
5.4.1. positioneren van de pijp/flens	16
5.4.2. fixeren van de pijp/flens	17
5.4.3. positioneren van de dikke plaat	18
5.4.4. fixeren van de dikke plaat	19
5.4.5. positioneren en fixeren van de dunne plaat	19
5.5. Voedingslucht en elektriciteitstoevoer	21
5.6. Lasstroomafvoer	22
5.7. Sensoriek	22

HOOFDSTUK 6 MEETMETHODEN

6.1. Inleiding	23
6.2. Meten met de lasrobot	23
6.3. Meten met de toevoerrobot	24
6.4. Meten op het draagblok	24
6.5. Meten vanaf de vaste wereld	25
6.6. Keuze	25

HOOFDSTUK 7 INVOERING ONTWERP OP HET CAD-SYSTEEM

7.1. Inleiding	26
7.2. Tekenen van de onderdelen	26
7.3. Samenstellen van de onderdelen	27
7.4. Detailleren van de onderdelen	29
7.5. Konklusies	30

KONKLUSIE	31
------------------	-----------

LITERATUURLIJST	32
------------------------	-----------

NAWOORD	33
----------------	-----------

SAMENVATTING

Deze rapportage is de weergave van de afstudeeropdracht welke is uitgevoerd op de TUE, als bijdrage aan het FALC-project.

Het FALC-project beoogt, middels het realiseren van een onbemand werkende FALC, kennis te vergaren en deze in dienst te stellen van de industrie.

Het bestaande draagblok voor het lassen van de dikke en dunne plaat van een remcilindersteun funktioneert niet naar behoren.

De opdracht luidt dan ook het verbeteren van het draagblok, zodat het draagblok in de FALC toegepast kan worden. Het draagblok moet ook in het UGII CAD-systeem worden verwerkt.

De problemen die optreden bij het draagblok zijn:

- De door de lasrobot gelegde lassen blijken niet van voldoende kwaliteit te zijn. De reden hiervan is de grote tolerantie op de aangeleverde onderdelen. Na het bepalen van de grootst mogelijke afwijkingen van de produktdelen, blijkt het niet mogelijk een goede las te leggen, omdat de hoogte (positie) van de produktdelen niet vast ligt (afwijking van ± 4 mm). Dus het is noodzakelijk om de positie van de onderdelen na inklemming te meten, zodat het programma van de lasrobot gekorrigeerd kan worden.
- Via twee pennen die in de referentiegaten van de dikke plaat passen, kan de dikke plaat op de positioneerinrichting exact gepositioneerd worden. Omdat de toevoerrobot de twee referentiegaten van de dikke plaat gebruikt om de plaat naar de positioneerinrichting te brengen, kan de dikke plaat niet zonder meer op de positioneerinrichting geplaatst worden.
- De las aan de onderzijde van de dikke plaat kan niet gelegd worden, omdat de lastoorts de onderzijde niet kan bereiken.

Vooraf om de laatste redenen is de opdracht gewijzigd in het ontwerpen van een nieuw draagblok. Het nieuwe ontwerp is gebaseerd op het idee om de positie van de onderdelen na inklemming te meten.

Een zeer goede manier om dit te realiseren is het sensorgestuurd lassen.

Het draagblok is vastgelegd op het CAD-systeem onder nummer WB-185.

Het voordeel van het nieuwe ontwerp is dat iedere remcilindersteun te lassen is op dit draagblok.

SUMMARY

This report is the result of the graduation project that has been carried out within the scope of the FALC-project. The FALC-projects intends to gather technological knowledge and aims to put this into service for industry, by realizing an automatically working FALC.

With the existing supporting block, the thick and thin plates for a brake cylinder support can not be welded automatically.

The existing supporting block has to be improved in such a way that this block can be used in the FALC. The drawing of the supporting block has to be generated at the UGII CAD-system.

The main problems of the supporting block are:

- After calculating the largest possible tolerances, it seems necessary to measure the distance between the welding rod and the plates to be welded. The welding rod can be positioned automatically according to the determined distance.
- The thick plate has two reference holes which can be used for positioning the plate into the positioning tool. Because the assembly robot uses both reference holes for assembly the thick plate to the positioning tool, the thick plate can not be positioned correctly at the positioning tool.
- Because the welding rod can not be positioned at the under side of the thick plate, this can not be welded automatically.

Especially for the last two reasons, it was obvious that the existing supporting block could not be changed in such a way that it can be applied in the FALC. Therefore a totally new supporting block has to be engineered.

With the new supporting block, the position of the fixed parts has to be determined automatically. This can be realized if the welding proces is controled with sensors (sensor controled welding).

This supporting block is drawn at the CAD-system under number WB-185. The advantage with the new design is that every brake cylinder support can be automatically welded on the supporting block.

HOOFDSTUK 1 INLEIDING

1.1. DE OPDRACHT

De huidige lay-out van FALC bestaat uit een transportsysteem, een lasrobot met manipulator, enkele draagblokken en een voorlopig besturingssysteem (zie bijlage 1). Door middel van onderzoeksopdrachten en afstudeeropdrachten wordt de opstelling steeds verbeterd en uitgebreid.

A. Brouwers heeft tijdens zijn afstudeerperiode aan de Hoge School Venlo een ontwerp gemaakt van een lasmal voor het lassen van de dikke en de dunne plaat aan de remcilindersteun. Zie voor meer informatie lit.[1].

Er bleken echter nogal wat problemen met deze lasmal te zijn. Deze problemen worden vooral veroorzaakt door de onnauwkeurigheid van de gebruikte onderdelen. Ook is er bij het ontwerp van de lasmal niet voldoende rekening gehouden met de toe- en afvoer van de verschillende onderdelen en produkten. De opdracht is om deze problemen nader te bekijken en waar mogelijk verbeteringen aan te brengen. Zodat het draagblok in de FALC toegepast kan worden.

Het draagblok en de verbeteringen moeten tevens in het UGII CAD-systeem worden verwerkt.

De opdracht is uitgevoerd volgens de projectstrategie.

1.2. PROJEKTSTRATEGIE

Studenten van de werkeenheid van Prof. van Bragt worden geacht bij het uitvoeren van hun opdrachten te werken volgens de projektstrategie. Een projektstrategie is een logische uiteenrafeling van een opdracht in een aantal deelprocessen en deelopdrachten, die elk worden afgesloten met een toets.

Bij een projektstrategie kan de projektfase worden ingedeeld in drie processen:

- het oriëntatieproces (O)
- het planproces (P)
- het uitvoeringsproces (U)

Een verdere verfijning is uiteraard mogelijk. De verschillende processen worden dan elk beschouwd als een deelprojekt binnen het totale projekt. Zo is binnen het oriëntatieproces wederom een indeling mogelijk in oriënteren (Oo), plannen (Op) en uitvoeren (Ou).

Ieder deelproces wordt afgesloten met een toets, waaruit moet blijken of het deelproces met goed gevolg is doorlopen. Afhankelijk van de uitslag van de toets wordt de opdracht vervolgd of herhaald of wordt de opdracht aangevuld.

Het is voor een regelmatig en doelmatig verloop van een projekt belangrijk een tijdsindeling op te zetten. Deze tijdsindeling kan eenvoudig in het flow-chart worden aangegeven. Via de tijdsindeling kan de voortgang direkt gecontroleerd worden. Het is geen absoluut gegeven waarvan niet afgeweken mag worden.

Voor meer informatie zie lit.[2]

In bijlage 2 is de projektstrategie helemaal uitgewerkt.

HOOFDSTUK 2 DE REMCILINDERSTEUN

2.1. INLEIDING

Voor het onderzoek is samenwerking gezocht en verkregen met DAF Trucks B.V., DAF Trucks B.V. stelde vijf produktfamilies ter bestudering voor dat door de flexibele cel bewerkt kan worden.

Bij het opzetten van de FALC ging het FALC-team uit van het meest complexe produkt. Dat is de remcilindersteun. Deze is gekozen omdat het produkt uit twee subsamenstellingen bestaat waardoor een gefaseerde aanloop mogelijk is, de familie voldoende varianten heeft en de remcilindersteun kompakt is, hetgeen problemen geeft ten aanzien van de bereikbaarheid voor de lastoorts.

Zie voor meer informatie Lit.[3].

2.2. REMCILINDERSTEUN

Een remcilindersteun dient ter bevestiging van de remcilinder aan de as of aan de naaf (remankerplaat) en het lageren van de bedieningsas voor de remmen. Er zijn twee verschillende bevestigingsuitvoeringen voor de remcilindersteun:

- remankerplaat-montage (zie bijlage 3)
- as-montage (zie bijlage 4).

De werking van beide uitvoeringen is in principe gelijk.

Door de lagerbus van de remcilindersteun wordt een as gemonteerd, waaraan aan het uiteinde een nok is bevestigd en aan het andere uiteinde een hefboomverbinding met de remcilinder. Wordt nu de remcilinder bediend, dan zal de as verdraaien en daardoor ook de nok, deze drukt de remschoenen tegen het wiel aan.

DE REMCILINDERSTEUN

Van de remcilindersteun bestaan vijf groepen. Het draagblok moet geschikt zijn voor de groepen 3-4-5 (voor tekeningen zie bijlage 5).

Uit de familie van de remcilindersteun is gekozen voor remcilindersteun 0289539, linkse uitvoering (groep 3, tek. zie bijlage 6).

We onderscheiden de volgende onderdelen:

- De pijp/flens-verbinding. Deze wordt in zijn geheel als deelproduct toegevoerd.
In een eerder stadium is al een draagblok voor deze subsamenstelling ontworpen.
De pijp dient als lagering van de nokas. De flens dient als bevestigingsvlak om de remcilindersteun aan de remankerplaat te bevestigen.
- De dikke plaat. Aan deze plaat wordt de remcilinder bevestigd.
- De dunne plaat. Deze is in een later stadium aan de konstruktie toegevoegd omdat deze niet stijf genoeg bleek te zijn.

Om de deelprodukten op het draagblok te positioneren zal er gebruik worden gemaakt van de referentiegaten en vlakken.

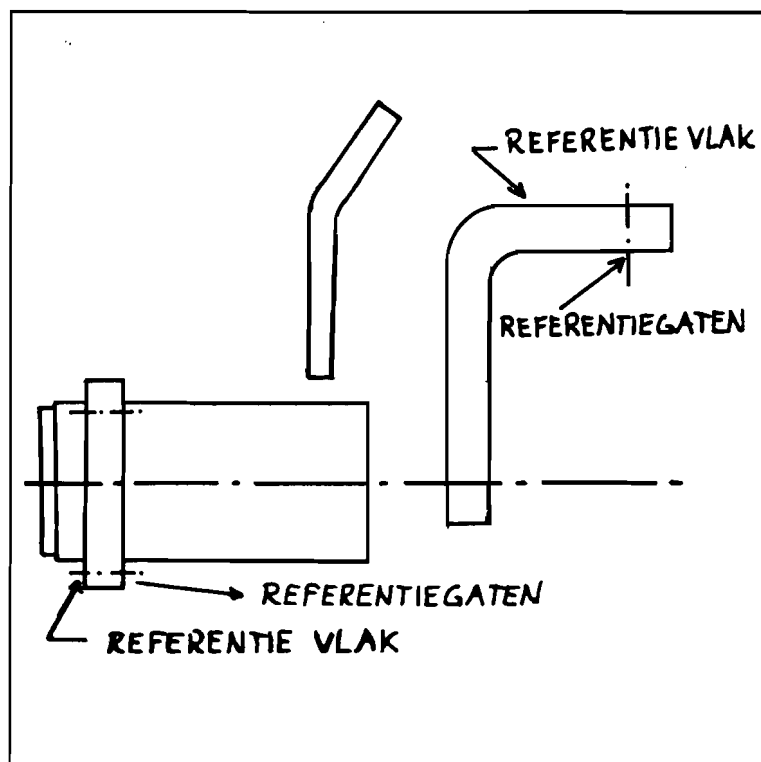


FIG. 1 referentiegaten en vlakken

HOOFDSTUK 3 HET HUIDIGE DRAAGBLOK

Om te komen tot een onbemande FALC zal de cel moeten worden voorzien van automatische toe- en afvoerinrichtingen en een automatische flexibele of gemakkelijk uitwisselbare opspaninrichting.

A. Brouwers heeft in zijn afstudeerperiode op de Hoge School Venlo een ontwerp gemaakt van een "*gemakkelijk*" uitwisselbare opspaninrichting.

3.1. POSITIONEREN PIJP/FLENS

(zie bijlage 7 tek.nr. WB 166-04)

Om de pijp/flens te positioneren wordt gebruik gemaakt van positioneerpennen. De pennen vallen in de gaten van de flens zodat de stand van de pijp/flensverbinding is vastgelegd. Deze unit is modulair opgebouwd zodat de positioneerpennen kunnen worden verwisseld. Het geheel wordt met een kompakte klem op het draagblok geklemd.

3.2. KLEM PIJP/FLENS

(zie bijlage 7 tek.nr. WB 166-02)

De pijp/flens wordt geklemd met een inwendige spandoorn van Forkardt. De spandoorn wordt bekrachtigd met een veer en ontspannen met een luchtcilinder. Dit is zo vervaardigd omdat de klem ook bekrachtigd moet zijn tijdens het transport van het draagblok. Op de spandoorn is een Cu/Ni-ring bevestigd waar de pijp/flens op zal rusten. Hiermee wordt een gecontroleerde lasstroomdoorvoer bereikt. Vanaf deze ring zal de lasstroom worden afgevoerd. Het geheel van spandoorn, veer, luchtcilinder en ring wordt in een aluminium behuizing geplaatst. Deze konstruktie wordt met behulp van twee kompakte klemmen op het draagblok geklemd. Door deze modulaire bouw kan een andere spandoorn worden gekozen om een ander produkt te klemmen.

3.3. POSITIONEREN DIKKE PLAAT

(zie bijlage 7 tek.nr. WB 166-03)

Op een beweegbare bok, gemonteerd op een rechtgeleiding, is een specifieke plaat [3] geklemd met positioneerpennen. Deze pennen komen overeen met de gaten in de dikke plaat. De plaat wordt met een kompakte klem op de bok geklemd. De bok wordt op en neer bewogen met behulp van een cilinder met eindstandvergrendeling. Voordat de dikke plaat wordt geplaatst, wordt de bok teruggetrokken (de cilinder is in). De dikke plaat kan nu worden toegevoerd. Als deze in de juiste positie staat wordt de cilinder bekrachtigd waardoor de positioneerpennen de dikke plaat in positie houden. De dikke plaat wordt dan met het aandrukmechanisme tegen de bok geklemd en is daarmee gepositioneerd en gefixeerd. Vanwege de eindstandvergrendeling hoeft de cilinder niet meer bekrachtigd te zijn. De klemming blijft gehandhaafd bij het transport van het draagblok.

3.4. KLEMMEN VAN DE DIKKE PLAAT

(zie bijlage 7 tek.nr. WB 166-05)

Om de dikke plaat tegen de bok aan te drukken (zie positioneren) wordt gebruik gemaakt van een aandrukmechanisme. De klemplaat wordt tegen de dikke plaat aangedrukt m.b.v. twee veren. Door de luchtcilinder te bekrachtigen wordt de klemplaat tegen de veerdruk in teruggetrokken.

3.5. KLEMMEN VAN DE DUNNE PLAAT

(zie bijlage 7 tek.nr. WB 166-01)

Er wordt twee maal gebruik gemaakt van een knie hefboommechanisme dat in stand wordt gehouden door een veer. Omdat de dunne plaat in Z-richting wordt toegevoerd moet de klem kunnen worden teruggetrokken. Dit is verwezenlijkt door de klem op een rechtgeleiding te plaatsen. De bovenslede wordt ten opzichte van de onderslede verplaatst met behulp van een knie-hefboommechanisme dat bekrachtigd wordt door een luchtcilinder. Als de cilinder in is, is de slede teruggetrokken. De dunne plaat kan dus worden toegevoerd. Ligt de dunne plaat in positie (ligt aan op de pijp en op de dikke plaat !) dan kan de klem in positie worden gebracht (bekrachtigen luchtcilinder). De stand wordt in positie gehouden door een veer. Het klemmen gebeurt nu door de bovenste luchtcilinder te bekrachtigen. De luchtcilinder brengt de veer op spanning waarna de veer de klemming in stand houdt. Deze is niet modulair opgebouwd omdat er maar één produkt is waar een dunne plaat wordt gebruikt.

HOOFDSTUK 4. PROBLEMEN BIJ HET HUIDIGE DRAAGBLOK

4.1. PROBLEMEN

In bijlage 8 worden de toleranties bepaald van de te lassen onderdelen. Als gevolg van deze toleranties ontstaan de volgende problemen:

1. het positioneren van de dikke plaat ten opzichte van de pijp/flens geschiedt niet goed.
2. het positioneren van de dunne plaat zowel ten opzichte van de dikke plaat als ten opzichte van de pijp/flens geschiedt niet goed.

AD 1. De maximale toleranties die optreden bij het positioneren van de dikke plaat zijn $\pm 4,22$ mm. Omdat de tolerantie bij het robotlassen maximaal $\pm 0,5$ mm mag zijn, is het onmogelijk om een goede las te leggen. Een goede oplossing lijkt om het produkt bovenaan vlak bij de lasspleet te positioneren. Hierdoor ontstaan er aan de onderkant afwijkingen in dezelfde orde van grootte en valt het eindprodukt buiten zijn toleranties (zie figuur 2).

Het werkstuk moet dan nagericht worden. Het werkstuk wordt zo gebogen dat hij alsnog binnen de toleranties valt. Dit betekent echter een extra bewerking, welke zeker ongewenst is.

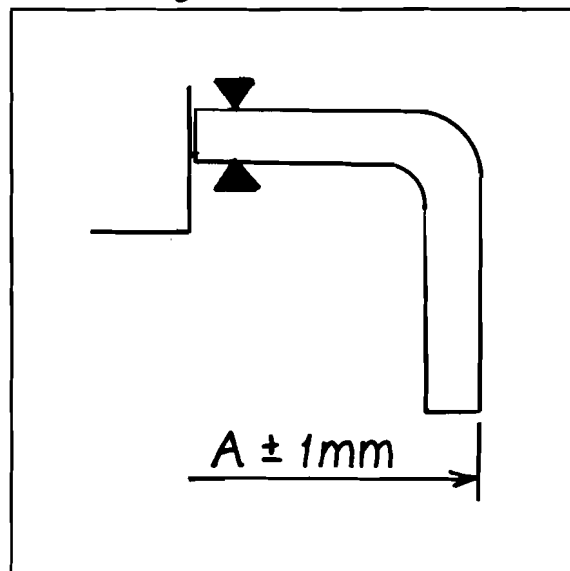


FIG. 2 bovenaan positioneren

PROBLEMEN BIJ HET HUIDIGE DRAAGBLOK

Het probleem moet dus anders aangepakt worden.

Dit kan door:

- de toleranties te wijzigen van de produktonderdelen. Het is echter een eis om de produkten ongewijzigd te laten. Bovendien betekent een verkleining van de toleranties een sterke verhoging van de kosten, dus deze mogelijkheid valt af.
- de positie van de onderdelen na inklemming te meten en de positie doorgeven naar de lasrobot. Zodat hij indien nodig het programma kan corrigeren.
(nadere informatie zie hoofdstuk 6).

AD 2. Mede als gevolg van de tolerantie op de dikke en de dunne plaat kan de dunne plaat op vier verschillende manieren verkeerd worden gepositioneerd.

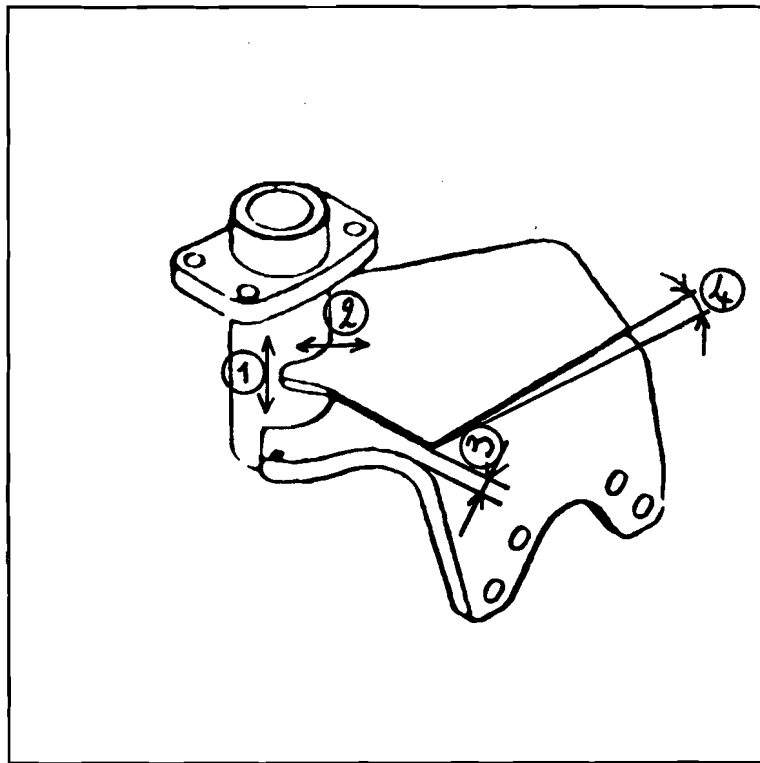


FIG. 3 positie dunne plaat ten opzichte van de dikke plaat

PROBLEMEN BIJ HET HUIDIGE DRAAGBLOK

Enkele andere problemen:

- De toe- en afvoer van de onderdelen en produkten geschiedt niet zoals de positie waarin de toevoerrobot ze kan aanbieden. Via twee pennen wordt de dikke plaat gepositioneerd ten opzichte van de twee referentiegaten. De toevoerrobot gebruikt deze gaten ook voor het toevoeren van de dikke plaat aan de positoneerinrichting. De dikke plaat kan dus niet zonder meer op de positioneerinrichting worden geplaatst.
- De las aan de onderzijde van de dikke plaat kan niet gelegd worden, omdat de lastoorts de onderzijde niet kan bereiken. Hier zal een draagblok voor ontworpen moeten worden.
- Een remcilindersteun uit de produktfamilie kan in dit draagblok niet gelast worden. De afmetingen van de dikke plaat van deze remcilindersteun zijn zo dat hij niet in het draagblok geklemd kan worden.
- Enkele kleinigheden:
 - * De rechtgeleiding RSD 3100 loopt vast als gevolg van lasspatten. Dit is bijvoorbeeld te verhelpen door de geleiding af te dekken met een balg of plaatje.
 - * De klem die de dunne plaat fixeert is niet goed genoeg. Tijdens het transport en als gevolg van schokken kan de dunne plaat in de klem verschuiven. Deze klem zit ook te dicht bij de pijp/flens. De toorts kan er niet langs. Dit is nu verholpen door een hoek van de klem aan een zijde af te slijpen.
 - * De dikke plaat ligt 7 mm te laag.

4.2. NIEUWE OPDRACHTSOMSCHRIJVING

Vooraf vanwege het niet goed toe- en afvoeren van de onderdelen en omdat er één las niet gelegd kan worden is de opdracht gewijzigd van het wijzigen van het draagblok naar het ontwerpen van een nieuw draagblok. Het draagblok wijzigen zou namelijk niet voldoen aan de eis; het draagblok veranderen zodat hij toegepast worden in de FALC, zodanig dat hij geheel automatisch gelast kan worden. Het positioneren van de dikke en de dunne plaat kan verholpen worden zoals staat vermeld op bladzijde 13, het hoogteverschil meten van de onderdelen en het programma hierop korrigeren. Het nieuwe ontwerp is hierop gebaseerd.

HOOFDSTUK 5 NIEUW ONTWERP

5.1. DEELPROBLEMEN KONSTRUEREN DRAAGBLOK

- Bewerkingsvolgorde
- Lay-out op het draagblok
- Positioneren en fixeren produktdelen
- Voedingslucht en elektriciteitstoevoer
- Lasstroomafvoer
- Sensoriek

5.2. BEWERKINGSVOLGORDE

Voordat de bewerkingsvolgorde kan worden vastgesteld moeten we de stand van het produkt op het draagblok vastleggen. In bijlage 9 zijn een aantal mogelijkheden met hun voor- en nadelen beschreven. Hieruit dat alternatief 3 het meest geschikt is. Dit alternatief komt het meest aan de gestelde eisen en wensen tegemoet (zie bijlage 10).

De bewerkingsvolgorde is als volgt:

- * Toevoeren, positioneren en fixeren van pijp/flens.
- * Toevoeren, positioneren en fixeren van de dikke plaat.
- * Hechten van de dikke plaat aan de pijp/flens.
- * Produkt aflassen.
- * Terugbrengen naar de toevoereenheid.
- * Toevoeren, positioneren en fixeren van de dunne plaat.
- * Hechten van de dunne plaat aan de pijp/flens en aan de dikke plaat.
- * Produkt aflassen.

5.3. LAY-OUT OP HET DRAAGBLOK

De lay-out op het draagblok is te zien in bijlage 11, tek. nr. WB 185-00. Op de lay-out staat aangegeven waar alle componenten op het draagblok worden geplaatst. Deze componenten worden in de volgende paragraaf beschreven.

5.4. POSITIONEREN EN FIXEREN PRODUKTDELEN

Het positioneren en fixeren van de onderdelen is te verdelen in:

- Positioneren van de pijp/flens
- Fixeren van de pijp/flens
- Positioneren van de dikke plaat
- Fixeren van de dikke plaat
- Positioneren van de dunne plaat
- Fixeren van de dunne plaat

5.4.1. POSITIONEREN VAN DE PIJP/FLENS

Zie tek. nr. WB 185-01 bijlage 11.

Om de pijp/flens te positioneren wordt er gebruik gemaakt van positioneerpennen. Er wordt gepositioneerd ten opzichte van de referentiegaten en ten opzichte van het referentievlak. De robot voert de pijp aan en schuift deze over de inwendige spandoorn van Forkardt tegen de positioneerring. Hierop zitten de positioneerpennen bevestigd. De positioneerpennen vallen in de gaten van de flens zodat de stand van de pijp/flens is vastgelegd.

5.4.2. FIXEREN VAN DE PIJP/FLENS

Zie tek. nr. WB 185-01 bijlage 11.

De pijp wordt vervolgens geklemd met de inwendige spandoorn. De spandoorn wordt bekrachtigd met een drukveer en ontspannen met een luchtcilinder. Dit is zo vervaardigd omdat de klem ook bekrachtigd moet zijn tijdens het transport van het draagblok.

De pijp/flens zou ook aan de flens geklemd kunnen worden; bijvoorbeeld met behulp van twee spantangen (eventueel de kompakte spantangen van Grooten). Door de omvang van de produktfamilies is de keus van de inwendige spandoorn echter veel beter. De inwendige spandoorn kan alle groepen remcilindersteunen fixeren, aangezien de inwendige diameter van iedere pijp 44mm is. Door de flens te klemmen kunnen enkele produkten niet ingeklemd worden, aangezien de flens teveel varieert.

De fixeer- en positioneereenheid hoeft niet modulair opgebouwd te zijn. Door de positioneer en fixeerinrichtingen op een rechtgeleiding te zetten en met behulp van een SMC-stopcilinder (ATRO-controls) kan een variabele slag verkregen worden.

De afstand tussen de achterkant van de flens en de referentiegaten van de dikke plaat kan dus aangepast worden.

De SMC-stopcilinder is een dubbelwerkende cilinder welke is uitgevoerd met een stopeenheid. Deze stopeenheid vergrendelt de cilinderbeweging door het wegnemen van de stuurdruk. Als de stuurdruk wegvalt kantelt een klemplaat door de veerdruk en vergrendelt de stang.

De SMC-stopcilinder wordt op de juiste plaats gepositioneerd door:

- naderingsschakelaars op de cilinder te plaatsen
- sensoren toe te passen

In paragraaf 5.7. komen we hierop terug.

5.4.3. POSITIONEREN VAN DE DIKKE PLAAT

Zie tek. nr. WB 185-02 bijlage 11.

In hoofdstuk 4 is beschreven wat er moet gebeuren om de lasrobot goed te laten lassen ondanks de grote positioneeronnauwkeurigheid van de onderdelen.

Het alternatief waar de hoogte van de onderdelen wordt gemeten en indien nodig het programma te corrigeren heeft de voorkeur.

Het positioneren kan dus geschieden door middel van de referentiegaten.

We kunnen op de volgende manieren positioneren:

- direkt positioneren met behulp van pennen
- indirect positioneren met behulp van de grijper en een mal.

Je kunt indirect positioneren als de grijper van het toevoersysteem de dikke plaat opneemt via de referentiegaten met behulp van twee pennen (hier is een ontwerp voor gemaakt). Het positioneren van de dikke plaat gebeurt dus indirect doordat de uitstekende pennen van de grijper in het gatenpatroon van de mal (tafel) passen. De grijper moet dan wel slap zijn uitgevoerd, zodat de mal de baas is (de grijper die is ontworpen heeft deze soepelheid (kompliantie)). Aangezien er echter nog niet veel bekend is over de toevoereenheid worden de produkten nu nog met de hand toegevoerd. Positioneren met behulp van een gatenpatroon in de mal (tafel) is hiervoor niet zo geschikt. Er zal dus gepositioneerd moeten worden met behulp van twee pennen, die in het gatenpatroon valt van de dikke plaat.

Als gevolg van de tolerantie van de dikke plaat hoeft de dikke plaat niet tegen de pijp/flens aan te liggen. Hiervoor is een scharnier ontworpen die de pijp/flens tegen de dikke plaat drukt. Het aandrukken geschiedt door een drukveer en wordt ontkoppeld door een membraencilinder. (zie tek. nr. WB 185-04 bijlage 11).

5.4.4. FIXEREN VAN DE DIKKE PLAAT

Zie tek. nr. WB 185-02 bijlage 11.

Gezien de wensen die beschreven staan in bijlage 10, wordt de dikke plaat geklemd door middel van twee kompakte spantangen van Grooten.

De tafel waar de dikke plaat op rust is modulair opgebouwd.

Het bovenstuk wordt met behulp van een kompakte spantang geklemd, zodat het bovenstuk snel en gemakkelijk verwisselt kan worden. De verschillen in de afstand van de hartlijn pijp/flens tot het referentievlak van de dikke plaat kunnen dus worden opgevangen.

Door het gatenpatroon anders te kiezen in het bovenstuk, is de variatie van de gaten ook willekeurig te kiezen met behulp van het bovenstuk.

5.4.5. POSITIONEREN EN FIXEREN VAN DE DUNNE PLAAT

Zie tek. nr. WB 185-03 bijlage 11.

In hoofdstuk 4 is het probleem met de dunne plaat beschreven. Hierin blijkt dat de dunne plaat op vier verschillende manieren verkeerd kan liggen. Vandaar dat er gekozen is voor een zelfzoekend (zelfinstellend) mechanisme. Door het toepassen van de schoen en twee scharnieren, kan de schoen de dunne plaat zelf instellen, zodat de dunne plaat aanligt op de dikke plaat. Door de aandrukking van de schoen op de dunne plaat te kiezen zoals in figuur 4, ligt de dunne plaat goed aan op de dikke plaat.

Ook hier geldt net zoals bij de dikke plaat, dat de dunne plaat niet op de pijp/flens hoeft aan te liggen.

Door de spantangen van de dikke plaat te ontkoppelen kan hetzelfde scharnier van de dikke plaat) ook de pijp/flens tegen de de dunne plaat aandrukken.

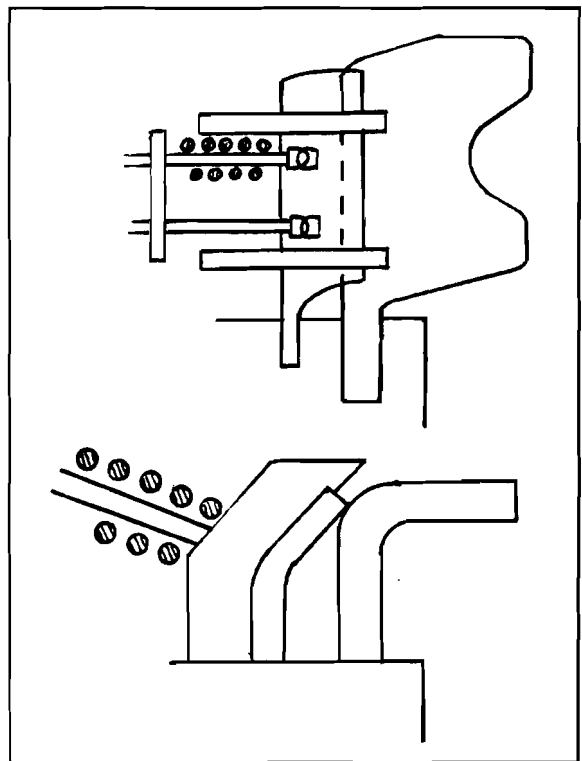


FIG. 4 principe schoen

NIEUW ONTWERP

De dunne plaat wordt gefixeerd door twee drukveren. De plaat wordt ontgrendeld met behulp van een luchtcilinder.

Dit mechanisme wordt dus alleen gebruikt voor het hechten. Hierna moet het mechanisme verwijderd kunnen worden in verband met de ruimte voor het lassen en de toe- en afvoer van de produkten. Dit gebeurt door het mechanisme op een geleiding te zetten die met behulp van een trekveer kan worden teruggetrokken.

De luchtcilinder brengt de schoen in de buurt van de dunne plaat. De geleiding wordt door een pal of pen vastgezet en de trekveer is dus op spanning gebracht. Na het hechten wordt de pal of pen extern bediend en zal de schoen ten gevolge van de trekveer wegglijden.

De konstruktie van de pal of pen en het externbedieningssysteem zullen nader moeten worden bekeken. Door tijdgebrek is hier niet nader op ingegaan. Hier volgen wel enkele mogelijkheden waaraan gedacht zou kunnen worden:

- Dhr. Claesen heeft tijdens zijn onderzoekopdracht op de TUE een beveiligingsmechanisme ontworpen om het draagblok op te kunnen vangen als hij van de manipulator zou vallen.

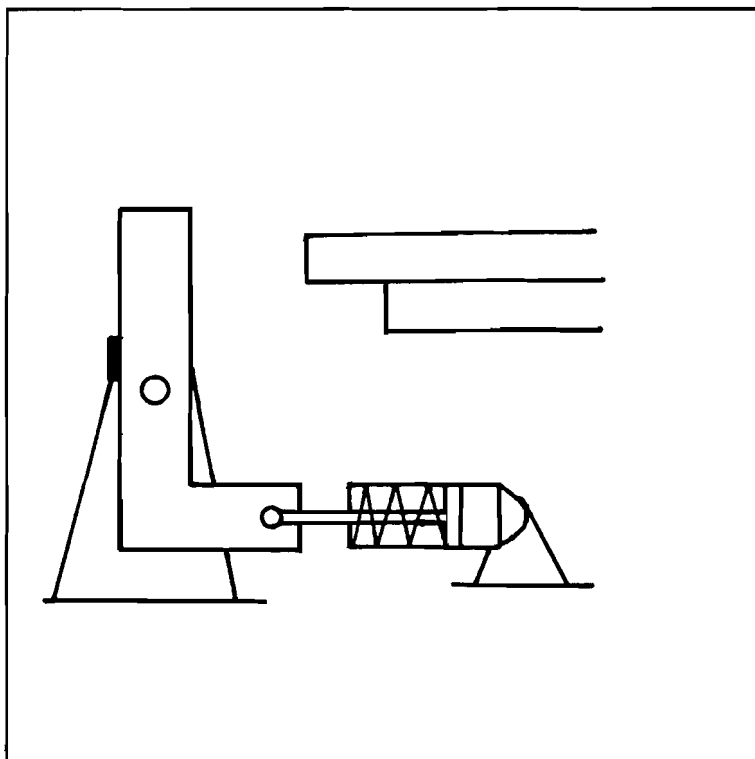


FIG. 5 principe van het beveiligingsmechanisme.

- Als het draagblok op de manipulator zit wordt het draagblok gepositioneerd. Het positioneer-systeem komt omhoog zodra er een draagblok aanwezig is. Door een pen op het positioneer-systeem te bevestigen, kan de pen de geleiding blokkeren. De pen moet dus door een opening in het draagblok worden toegevoerd.

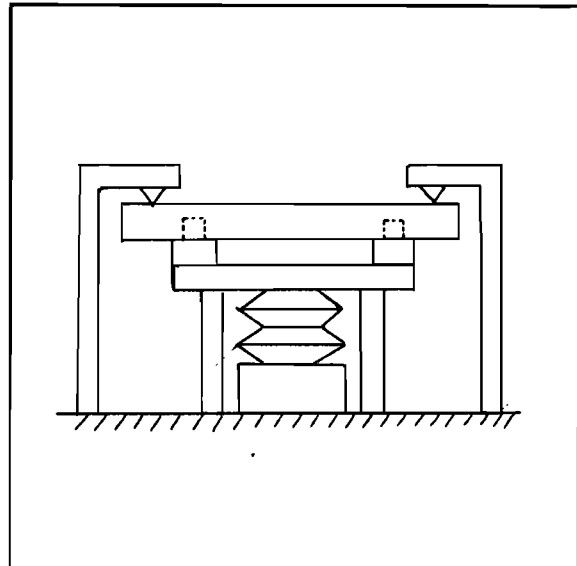


FIG.6 principe van de pen

- Een andere mogelijkheid is een speciale eenheid naast de manipulator te plaatsen zodat een pen of pal extern bediend kan worden. Bijvoorbeeld een luchtcilinder die een pen aandrukt zodat de geleiding blokkeert en deze pen weer verwijdert na het hechten.
- Een speciale gripper vervaardigen die de robot verwisselt met de lastoorts.

5.5. VOEDINGSLUCHT EN ELEKTRICITEITSTOEVOER/AFVOER

Op het draagblok wordt gebruik gemaakt van een aantal enkel- en dubbelwerkende luchtcilinders. Deze hebben aansluitingen nodig, plus de aansluitingen van de sensoren.

De aansluitingen naar het draagblok worden gerealiseerd met behulp van gripper-wissel systemen. Dit is een ontwerp van een student van Eindhoven.

5.6. LASSTROOMAFVOER

Tijdens mijn afstudeerperiode ben ik niet toegekomen aan het uitwerken van deze problematiek. Een voorstel voor de lasstroomafvoer is een Cu/Ni-ring te plaatsen op de inwendige spandoorn.

Om er zeker van te zijn dat de stroom deze route zal volgen kunnen alle componenten op het draagblok geïsoleerd worden opgesteld.

Deze methoden kan overgenomen van A. Brouwers.

Er kan ook gebruik gemaakt worden van de lasstroomafvoerpunt die Brouwers heeft omschreven.

5.7. SENSORIEK

Om de besturing van de componenten op het draagblok te realiseren is het nodig dat er informatie over de toestand op het draagblok voorhanden is.

Deze informatie bestaat uit:

- is een cilinder in of uit?
- is het produkt aanwezig en zit hij op de goede plaats?
- wanneer moet de SMC-cilinder stoppen?

De gebruikte cilinders kunnen alle worden uitgevoerd met een sensor die aangeeft wat de stand van de cilinder is. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van zuigers die met magneten zijn uitgevoerd.

Het controleren of het produkt aanwezig is en op de goede plaats zit kan geschieden met naderingsschakelaars.

Om de juiste positie vast te leggen voor de SMC-cilinder kan gebruik gemaakt worden van naderingsschakelaars die op de cilinder geplaatst kunnen worden.

De naderingsschakelaar geeft dan een signaal door naar het stopmechanisme. Zo zijn er echter maar een beperkt aantal schakelaars te plaatsen.

Een andere mogelijkheid is de slag van de cilinder te bepalen met behulp van sensoren. Deze sensoren geven dan het signaal aan het stopmechanisme.

- Deze sensoren kunnen op het draagblok bevestigd worden.

Kans op vervuiling is dan erg groot.

- Ze kunnen ook op de vaste wereld worden geplaatst bij de toevoerrobot.

Hier zal ook nog nader onderzoek naar verricht moeten worden.

HOOFDSTUK 6. MEETMETHODEN

6.1 INLEIDING

Er zijn verschillende methoden om de hoogte van de dikke en de dunne plaat te bepalen (meten).

- Meten met de lasrobot
- Meten met de toevoerrobot
- Meten op het draagblok
- Meten vanaf de vaste wereld

Deze hebben elk hun voor- en nadelen, welke in het verder verloop van dit hoofdstuk op een rijtje worden gezet.

6.2 METEN MET DE LASROBOT

De lasrobot kan bij ieder draagblok de hoogte van de platen meten zodat hij vervolgens zijn programma kan aanpassen en op de juiste hoogte de las legt.

Dit kan op de volgende manieren gebeuren:

- door een sensor aan de lastoorts te bevestigen die met een laser continu de lasnaad aftast (het zogenaamde sensorgestuurd lassen). Dit lijkt een zeer goede oplossing. Op dit moment is men volop bezig met een onderzoek, om het sensorgestuurd lassen voor de FALC toepasbaar te maken.

Enkele voorbeelden van sensorgestuurd lassen zijn:

- * SEAM-Pilot (alleen geschikt voor rechte naden)
- * Pendelend lassen met de boogsensor en met behulp van twee taktiele sensoren (deze sensoren bepalen de oorsprong van de las). Deze methode zou uiterst geschikt kunnen zijn voor het toepassen in de FALC.

- door een tastermeetsysteem aan de lastoorts te bevestigen. Ook dit lijkt een goede oplossing. Het maakt de lastoorts echter wel volumineuzer, terwijl deze zo compact mogelijk moet blijven zodat deze goed wendbaar is.

Het grote voordeel van deze beide methoden is, dat ze niet specifiek zijn voor deze ene meting, maar waar nodig ook te gebruiken zijn voor eventuele andere metingen.

6.3 METEN MET DE TOEVOERROBOT

Het is ook mogelijk om een tastermeetsysteem in plaats van aan de lasrobot aan de toevoerrobot te bevestigen. Deze oplossing zou effectiever kunnen zijn, omdat het lassen al vrij veel tijd in beslag neemt. In plaats van een opeenstapeling van alle handelingen op één plaats ontstaat er een soort van taakverdeling.

Ook deze oplossing beperkt zich niet tot deze ene meting. Het nadeel van deze oplossing is, dat er aan de toevoerrobot al een volumineuze grijper hangt. Een tastermeetsysteem zou het geheel nog volumineuzer maken.

6.4 METEN OP HET DRAAGBLOK

Er kan ook op het draagblok een meetsysteem geplaatst worden. Tijdens de interface van het draagblok met de besturing (bij de lucht/elektriciteitskoppeling) wordt het meetsysteem uitgelezen, waarna deze waarden aan de lasrobot worden doorgegeven. Deze methoden heeft de volgende nadelen:

- het meetsysteem neemt een gedeelte van de werkruimte op het draagblok in beslag.
- het meetsysteem is specifiek voor het meten van enkele produkten (in ons voorbeeld van de remcilindersteun is het dus specifiek voor de dikke en dunne plaat).
- op ieder draagblok moet een systeem worden geplaatst.
- de kans op vervuiling (lasspatten) is veel groter.

6.5 METEN VANAF DE VASTE WERELD

Als laatste kan er nog vanaf de vaste wereld worden gemeten. Er moet dan gedacht worden aan een apart workstation voor het meten. Het meetsysteem zit dan vast aan een robot of een speciaal voor dit doel ontworpen konstruktie. Aan deze methode zitten de volgende nadelen verbonden:

- het gebruik van een robot betekent een zeer dure investering.
- een speciaal ontworpen konstruktie zal weer specifiek zijn voor deze ene meting.

6.6 KEUZE

Bij het bekijken van de verschillende methoden komt het alternatief van het sensorgestuurd lassen als beste uit de bus. Vooral het pendelend lassen met boogsensor met de taktiele sensoren blijkt een zeer goede oplossing. Er is op de TUE een onderzoek gaande voor de toepassing van het pendelend lassen. Uit het beginstadium van het onderzoek blijkt dat deze methode geschikt is voor de toepassing in de FALC.

HOOFDSTUK 7 INVOERING ONTWERP OP HET CAD-SYSTEEM

7.1. INLEIDING

Het werken met een CAD-systeem levert ten opzichte van de konventionele tekenplank een groot voordeel. De 3D onderdelen verkrijgen een relatie met elkaar door ze op de juiste plaats in een 3D ruimte te positioneren. Het grote voordeel is, dat onmiddellijk duidelijk wordt of een ontwerp ruimtelijk in elkaar past. Is dit niet het geval dan kan het ontwerp snel worden aangepast, terwijl met de konventionele methode pas bij de montage bemerkt wordt of het ontwerp juist is. Doordat de fouten in een eerder stadium bemerkt worden kan er veel tijd en geld worden bespaard.

Nadeel van de ruimtelijke samenstelling is dat het geheel erg ondoorzichtig wordt. Doordat de onderdelen gepresenteerd worden door een *wire frame model*, komen er in de 3D samenstelling ontelbare lijntjes door elkaar heen te staan. In deze kluwen van lijntjes is het voor iemand, die onbekend is met het ontwerp, moeilijk om onderdelen te herkennen. Door middel van een *hidden line remover* kan de 3D samenstelling veel duidelijker gemaakt worden.

7.2. TEKENEN VAN DE ONDERDELEN

Ieder onderdeel wordt in een apart *part in wire-frame* getekend. Er wordt aan het onderdeel een *reference-set* aangehangen. Het doel van de *reference-set* komt in de volgende paragraaf tersprake.

7.3. SAMENSTELLEN VAN DE ONDERDELEN

INLEIDING

Een groot voordeel van een CAD-systeem in vergelijking tot een tekenplank, is dat men tekeningen vrij gemakkelijk kan combineren. Op een tekenplank, moeten de onderdelen weer opnieuw getekend en/of overgetrokken worden. Met een CAD-systeem kan men ze samenvoegen tot een samenstellingstekening. UNIGRAPHICS heeft ook de mogelijkheid om onderdelen (komponenten) samen te voegen tot een sub- of eindsamenstelling. In een nieuw *!3d-body part* worden alle onderdelen binnengehaald. Dit kan op twee manieren, namelijk met *Part merge* en met *components* (beide onder *assemblies*). Deze twee methoden worden met elkaar vergeleken.

PART MERGE

Bij *part merge* wordt in een *part* een ander *part* opgeroepen. Het hele *part* komt dan in de nieuwe te staan.

Nadelen:

- Alleen de complete tekening is op te roepen. Daardoor wordt de samenstellingstekening vaak te "vol". Men ziet dan door de lijnen het model niet meer. Iemand die de tekening voor het eerst ziet kan er niet veel informatie uithalen. Het is wenselijk, dat in een samenstellingstekening slechts bepaalde contouren van het onderdeel zichtbaar moeten zijn, om een beetje overzicht te houden.
- Er is geen enkele samenhang tussen de componenten in de samenstellings-tekening. Met de optie *group:yes*, is wel een groep te maken, maar dan wel van het hele *part*.
- Er is geen samenhang tussen het onderdeel in de samenstellingstekening en zijn mono. Als er veranderingen doorgevoerd moeten worden, moeten deze veranderingen in alle nivo's stuk voor stuk worden veranderd.

Voordelen:

- Alle aanzichten die in de mono gemaakt zijn, kunnen worden meegenomen naar de samenstellingstekening. Dit kan met *retrieve view's:yes* (D.M.9.1.8).

COMPONENTS

Bij *components* is het mogelijk om op een andere manier een *part* in een ander *part* op te roepen.

Nadelen:

- Het grootste nadeel van *components*, is het meenemen van *view dependent entities*. Het is namelijk niet mogelijk om alle *view dependent entities* van alle aanzichten in één keer mee te nemen. Het blijkt namelijk dat de *reference set* afhankelijk is van de *creation mode*.

Voordelen:

- Het is mogelijk om een aantal *entities* van een bestaand *part* op te roepen in een nieuw *part*. Daardoor wordt de samenstellingstekening veel duidelijker, omdat overbodige informatie weggelaten wordt. De gewenste *entities* worden aan een *reference set* gehangen.
Het is mogelijk om in één *part* meerdere *reference sets* te hebben.
Het kan namelijk voorkomen, dat men voor de ene tekening andere *entities* nodig heeft dan voor de andere.
- Als een bestaand *part* wordt opgeroepen in de samenstellingstekening, dan ontstaat er een *component*. Zo krijgt men een onderling verband tussen de *entities*.
- De onderdelen onderling hebben in de samenstellingstekening ook een verband. Er is heel gemakkelijk te zien welke onderdelen in de tekening zitten (*list components*).
- Het invoeren van veranderingen gaat ook gemakkelijker, omdat er een verband is tussen de *mono* en de andere nivo's.

Met behulp van de opties *part merge* en *components* worden de (sub)samenstellingen samengesteld. Het is aan te bevelen om elke komponent (onderdeel) op een aparte *layer* te zetten, vooral als het aantal onderdelen groot wordt is niet meer te zien wat bij wat hoort. Indien alle onderdelen op een aparte *layer* staan, kunnen deze zichtbaar en onzichtbaar gemaakt worden door bepaalde *layers* aan of uit te zetten.

7.4. DETAILLEREN VAN DE ONDERDELEN

Voor het betreffende onderdeel dat gedetailleerd moet worden zal eerst een *lay-out* (schermindeling) vervaardigd moeten worden met de benodigde *views* (aanzichten). Dit gebeurt met *create lay-out (display-control)*.

Vervolgens moet met behulp van *view dependent edit (D.M.11.10.1)* de verschillende aanzichten ontdaan worden van lijnen die op elkaar liggen aangezien de plotter deze later ook twee keer plot met als gevolg dikkere lijnen.

- * Om in een bepaald *view* lijnen weg te halen moet van het betreffende *view* het *work view (change work view)* worden gemaakt.
- * Om in een bepaald *view* lijnen te tekenen moet er getekend worden in *creation mode;view dependent (display-control)*.

Nu volgt nog het arceren (*drafting aid creation*) en bematigen (*dimension creation*) van de onderdelen en het aanmaken van de uiteindelijke tekeningen (*drawing*) door het kader op te roepen en hierin de verschillende aanzichten te plaatsen.

7.5. KONKLUSIES

Het tekenen van de verschillende onderdelen in *3D-wireframe* gaat, met enige ervaring zeer snel (20% van de totale tijd). Echter het omwerken van deze *3D-wireframe* modellen tot aanzichten kost zeer veel tijd (80%). Vooral *hidden line removal* kost veel tijd. *Hidden line removal* kan automatisch gebeuren, maar aangezien het systeem bij *wireframe* niet weet waar materiaal zit, gaat dit heel vaak fout (er worden teveel lijnen weggegooid die dan met veel moeite weer teruggehaald worden). Daarom is het aan te bevelen *hidden line removal* handmatig te doen.

Ook het maken van 2D-aanzichten en doorsneden kost zeer veel tijd. Op de tekenplank worden alleen de lijnen getekend die nodig zijn, terwijl op het CAD-systeem de lijnen die niet nodig zijn *view dependent* worden weggehaald en andere lijnen *view dependent* worden bijgetekend.

Vanwege deze en andere nadelen van *wireframe-modellers* wordt tegenwoordig steeds meer overgegaan op *solid-modellers*, waarbij het systeem wel weet waar materiaal zit en de verschillende aanzichten dus automatisch gegenereerd kunnen worden. Deze *modellers* bevinden zich nog in een beginstadium en is op de TUE nog niet beschikbaar.

INVOERING ONTWERP OP HET CAD-SYSTEEM

Voordelen van het tekenen op het UGII CAD-systeem ten opzichte van de tekenplank zijn:

- Elk onderdeel hoeft maar één keer getekend te worden.
- Het is een 3D-modeller en de verschillende aanzichten worden automatisch gegenereerd.
- Het uiteindelijke resultaat is een 3D-tekening, die ook voor leken te begrijpen is.
- Het niet in de ontwerpfase hoeven te tekenen op een schaal die afwijkt van 1:1. Op de tekenplank tekenen van deze afwijkende schaal zorgt al snel voor problemen. Vooral wat betreft de ruimtelijke ordening als er meerdere schalen in een ontwerp worden gebruikt. Een goed voorstellingsvermogen is dan konstant nodig. Bij het CAD-systeem wordt alles op schaal 1:1 getekend. Met de functie *zoom* is de schaal op het scherm te veranderen, zodat daarbij de grootte van de lijnen veranderen. Bij het plotten van het ontwerp op papier pas je de schaal aan.
- Wijzigingen kunnen op elk nivo eenvoudig doorgevoerd worden.
- Er kan een onbeperkt aantal afdrukken gemaakt worden.

Nadelen van het tekenen op het UGII CAD-systeem:

- Het systeem is op dit moment niet geschikt voor detailleren (bematen, het plaatsen van vorm- en plaatstoleranties en ruwheden). De reden hiervoor is dat de ontwerper het systeem heeft ontworpen voor CAD-CAM gebruik. Hiervoor is detailleren niet van belang.
Echter door de enorme vraag is er een pakket ontwikkeld die het detailleren veel eenvoudiger maakt. Dit pakket is op TUE nog niet beschikbaar.

KONKLUSIE

De oorspronkelijke opdracht is als gevolg van enkele problemen gewijzigd. Door deze problemen kan het huidige draagblok namelijk niet alle produkten automatisch lassen. Daarom is er een nieuw ontwerp vervaardigd van het draagblok.

Het voordeel van het nieuwe ontwerp is dat iedere remcilindersteun op het draagblok automatisch gelast kan worden.

Een passende konklusie schrijven voor een ontwerp is geen eenvoudige taak. De konklusies liggen eigenlijk vast in het ontwerp. Nadat de konstruktie gebouwd en getest is kan er meer over verteld worden.

Er is slechts een gedeelte van deze opdracht gerealiseerd, omdat:

- er veel tijd in het CAD-systeem is gestoken.

Ten eerste om de basiskennis te leren van het systeem en ten tweede, het detailleren van de onderdelen en het oppoetsen (hidden line removal) van de tekeningen neemt veel tijd in beslag.

- het zoeken van juiste oplossingen voor de problemen meer tijd kost dan oorspronkelijk gepland is.

LITERATUURLIJST

- LIT [1] FALC-project: draagblok ontwerp
Ontwerp van een hechtmal/draagblok voor een remcilindersteun.
A.M. Brouwers
rapportnr. WPA-0742
- LIT [2] Projektstrategie
Prof. Ir. J.M. van Bragt
rapportnr. WPA-0803
- LIT [3] Produktanalyse
J.F.J. v.d. Net, F.N.M. Knops & B.J. Verbaarschot
rapportnr. WPA-0422
- LIT [4] FALC-project: ontwerp van een positiemeetsysteem voor de dikke
en dunne plaat van een remcilindersteun.
P.W.A. Matthijssen
rapportnr. WPA-1021

NAWOORD

Het samenwerkingsverband in het FALC-project heeft op mij een goede indruk gemaakt. De wekelijkse vergaderingen brengen een goede coördinatie tot stand tussen de medewerkers onderling.

Bij deze wil ik iedere FALC-medewerker bedanken voor de interesse die ze getoond hebben en de opbouwende kritiek die ze leverde, zodat mijn afstudeerwerk tot een nuttige en plezierige periode heeft geleid.

Met name de begeleiders dhr. Smals, dhr. Soers en dhr. Peeters ben ik zeer dankbaar voor hun bijdrage.