

Ontwerp van een motorrem voor de elektromechanische ratio verstelling in een CVT

Citation for published version (APA):

Hendrix, R. (2003). *Ontwerp van een motorrem voor de elektromechanische ratio verstelling in een CVT*. (DCT rapporten; Vol. 2003.087). Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Published: 01/01/2003

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of Record (includes final page, issue and volume numbers)

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.



Ontwerp van een motorrem voor de elektromechanische ratio verstelling in een CVT

Rapport nr.: DCT 2003.87

begeleider: P.C.J.N. Rosielle

R. Hendrix, s472969

Eindhoven, 7 oktober 2003

Samenvatting

Voor het promotie onderzoek van Ir. K.G.O. van de Meerakker, met betrekking tot de elektromechanische poulie verstelling van de CVT, is er behoefte aan twee motorrem systemen. Een van deze systemen dient voor de knijpkracht instelling en de ander voor de ratio verstelling, waarbij met name deze laatste in dit verslag verder wordt behandeld. Hierbij zijn verschillende alternatieven bekeken, waarbij het beste alternatief verder is uitgewerkt tot een produceerbaar geheel. Het gaat hierbij om een passief systeem, waarbij de motor en de worm as zijn ontkoppeld.

Inhoudsopgave

Inleiding.....	1
H1 Eisen voor elektromechanische poulie verstelling.....	2
H2 Mogelijke oplossingen primaire verstelling	3
§2.1 Actief systeem met gekoppelde as.....	3
§2.2 Passief systeem met gekoppelde as	4
§2.3 Passief systeem met ontkoppelde as	5
H3 Uitwerking uiteindelijke ontwerp	7
§3.1 Buitenbus + vrijlooplager	7
§3.2 Draadveer	7
§3.3 Bevestiging veer met worm as	8
§3.4 Bevestiging veer met motor as.....	8
§3.5 Elektromotor	9
H4 Integratie in side cover	10
Conclusie en aanbevelingen	11
Literatuurlijst	12
Bijlage I Berekeningsmethode remkoppel draadveer	13
Bijlage II Berekeningsmethode vrij uiteinde draadveer	14
Bijlage III Gegevens elektromotor.....	15
Bijlage IV Technische tekeningen.....	16

Symbolenlijst

α	spoedhoek draadveer	[°]
μ	wrijvingscoëfficiënt	[-]
σ	spanning	[N/m ²]
φ	hoekverdraaiing veeruiteinde	[rad]
ω	hoeksnelheid	[rad/s]
a	buighoek veerdraad	[°]
d	veerdraaddiameter	[m]
D_0	buitendiameter veer	[m]
E	elasticiteitsmodulus	[N/m ²]
F_{ax}	axiale kracht	[N]
F_c	centrifugaal kracht	[N]
I	kwadratisch oppervlakte moment	[m ⁴]
L	hartafstand veereinden	[m]
L_0	lengte ongespannen veer	[m]
L_1	min. lengte ingedrukte veer	[m]
m	massa	[kg]
M_b	buigend moment in veer	[Nm]
N	aantal veer windingen	[-]
P/f	veerstijfheid	[N/mm]
P_1	veerkracht geheel ingedrukte veer	[N]
P_v	verlies vermogen	[W]
r	straal	[m]
R	straal veer	[m]
R_s	straal veer	[m]
R_s'	straal veer bij verdraaiing vrij uiteinde	[m]
R_b	buigstraal vrij uiteinde veer	[mm]
T_r	remkoppel veer	[Nm]
T_r'	remkoppel veer bij verdraaiing vrij uiteinde	[Nm]
x	afstand	[mm]

Inleiding

Voor het promotie onderzoek van Ir. K.G.O. van de Meerakker, met betrekking tot de elektromechanische poulie verstelling van de CVT, is er behoefte aan twee rem systemen. Een voor de ratio verstelling en een voor de knijpkracht instelling. Deze systemen moeten er voor zorgen dat het niet nodig is om tussen twee schakelacties in de elektromotoren aan te blijven sturen, zodat er winst is te halen in de warmteontwikkeling in de motoren en het totale rendement van de CVT. Dit verslag zal voornamelijk ingaan op het ontwerp van het rem systeem voor de ratio verstelling, waarbij verschillende ideeën zijn bekeken en het beste verder is uitgewerkt.

H1 Eisen voor elektromechanische poulie verstelling

De elektromechanische variant van de CVT is gebaseerd op een relatieve hoekverdraaiing tussen 2 ringwielen van 2 planetaire sets, die vertaald wordt in een translatie van een poulie helft. Aangezien er twee poulie's zijn is bovenstaand systeem twee keer terug te vinden. Hierbij zijn beide systemen gekoppeld, zodat met een motor de ratio veranderd kan worden (primaire systeem) en met de andere motor de knijpkracht ingesteld kan worden (secundaire systeem). Beide aandrijvingen geschieden door een worm overbrenging met een overbrengverhouding van 1:20 en zijn zodoende niet zelfremmend. Om deze reden komt er op het secundaire systeem een maximaal koppel van 5,5 Nm op de worm as te staan en primair maximaal 3 Nm. Verder moet voor het ratio en knijpkracht bereik de primaire worm as 80 omwentelingen en de secundaire worm as 3,5 omwenteling kunnen maken. Waarbij, zoals eerder vermeld, voornamelijk ingegaan zal worden op het primaire systeem.

Aangezien de elektromechanische variant ingebouwd gaat worden in een bestaande CK#2 hydraulische CVT, is het de bedoeling dat de benodigde veranderingen aan de behuizing zoveel mogelijk beperkt blijven tot de side cover.

H2 Mogelijke oplossingen primaire verstelling

Bij het ontwerp van het remsysteem kan gebruik gemaakt worden van verschillende soorten systemen, waarbij getracht is een systeem te maken zonder discrete repositities, zoals bij een pal het geval zou zijn. Zo is het mogelijk om uit te gaan van een actief systeem, waarbij een extra actuator nodig is, of een passief systeem, met een gekoppelde of ontkoppelde motor-worm as. Tevens kan er gebruik gemaakt worden van verschijnselen, zoals middelpuntvliegende kracht.

§2.1 Actief systeem met gekoppelde as

Als mogelijke oplossing kan een actief rem systeem toegepast worden. Hierbij wordt er een elektromagnetische actuator gebruikt die onder invloed van een aangelegde spanning via een taatslager de remschijf tegen een veerkracht in duwt en zo de rem vrijgeeft. In fig. 2.1 is hiervan een schematische voorstelling te zien.

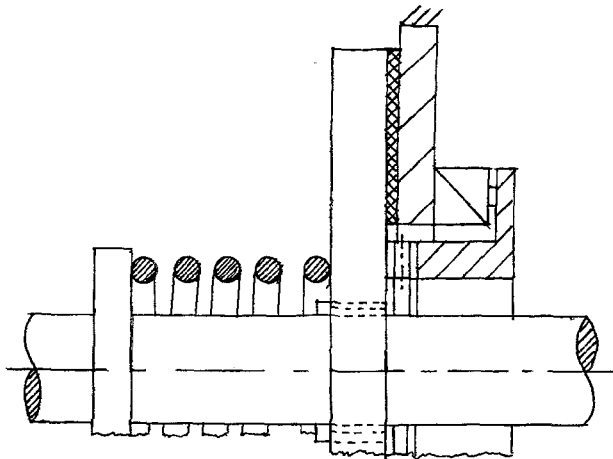


fig. 2.1: actief systeem

Een dergelijk systeem kent wel enkele nadelen. Een actief systeem zal namelijk een extra stuursignaal eisen van de regelaar voor de primaire motor. Hierbij kan er een abrupte overgang ontstaan tussen het remkoppel en het worm as koppel. Voor een geleidelijke overgang zal dit actuator signaal dus ook geregeld moeten worden. Tevens zal het aanstuursignaal voor de actuator tijdens de verstelling de hele tijd aanwezig moeten blijven. Dit laatste probleem kan opgevangen worden door gebruik te maken van de middelpuntvliegende kracht bij rotatie van de motor-worm as.

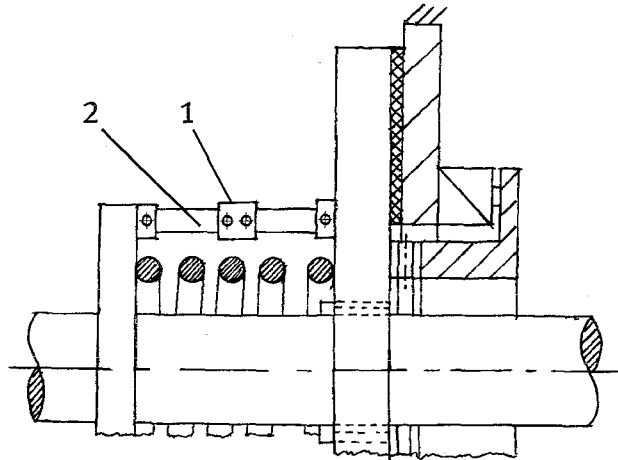


fig. 2.2: actief systeem met gebruik middelpuntvliegende kracht

Hiertoe zijn extra massa's (1) toegevoegd die via de armen (2) zorgen voor een axiale kracht, tegengesteld aan de veerkracht die direct op de remschijf aangrijpt en zodoende het remkoppel bepaald. De nadelen hierbij zijn dat het systeem redelijk complex wordt en dat de overgangskarakteristiek varieert met de dikte van de remvoering.

§2.2 Passief systeem met gekoppelde as

Om het gebruik van een extra actuator te vermijden, kan een continu remkoppel gebruikt worden. Voor rotaties zal dit koppel door de motor en worm as overwonnen moeten worden. Aangezien het worm as koppel altijd in dezelfde richting werkt betekend dit dus dat het in een draairichting meewerkt, maar in de andere richting tegen. Dit kan echter ondervangen worden door een eenrichtingsvrijloop. Een mogelijke uitvoering ziet er als volgt uit:

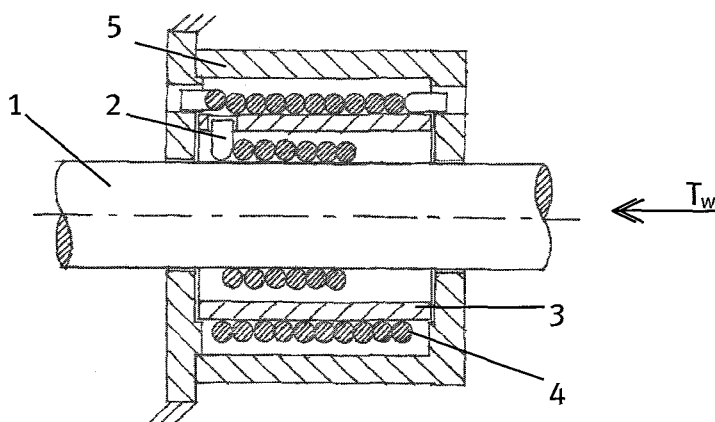


fig. 2.3: passief systeem met constante T_r en vrijloop

Hierbij is de as (1) via een strengelveer (2) gekoppeld aan een bus (3), die op zijn beurt via een veer (4) is afgeremd ten opzichte van een vaste behuizing (5). Op het moment dat de as dus linksom (tegen de

vrijlooprichting in) zal draaien, met het koppel van de worm as mee, dan strengelt de veer en zal hij de afgeremde bus (3) mee nemen. Hierbij is het remkoppel in te stellen door de veereinden ten opzichte van elkaar te verdraaien (zie bijlage I) en gaat dit koppel als vermogen verloren. In het geval van $T_r=3 \text{ Nm}$ en $\omega=420 \text{ rad/s}$: $P_v=1,2 \text{ kW}$. Het grote voordeel van de remveer is wel dat hij onafhankelijk is van μ [1].

Als bij een dergelijk systeem tevens gebruik wordt gemaakt van de middelpuntvliegende kracht, dan geldt bovenstaand verlies alleen tot een bepaald toerental.

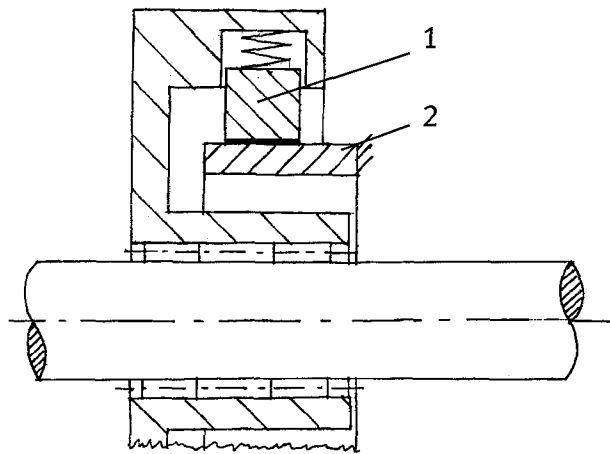


fig. 2.4: passief systeem met middelpuntvliegende kracht en vrijloop

In deze figuur is een massa met frictiemateriaal (1) te zien, die via een tussenlichaam en een eenrichtingsvrijloop lager aan de as zit. Deze massa wordt door middel van een veer tegen een vaststaande bus (2) gedrukt. Als wordt aangenomen dat het maximale remkoppel van 5 Nm verdeeld wordt over 3 remschoenen, dan is bij een $\mu=0,4$ en een $r=30 \text{ mm}$ een $F_c=m\omega^2r=140 \text{ N}$ nodig. Als een remschoen een massa heeft van 0,08 kg (10x20x50 mm) dan loopt de rem vrij bij een toerental van $\omega=240 \text{ rad/s}=2300 \text{ omw/min}$. Om dit toerental te verlagen moet de massa of straal dus sterk vergroot worden. Waarbij beide vanwege de inbouwruimte niet wenselijk zijn.

§2.3 Passief systeem met ontkoppelde as

Door het ontkoppelen van de motor en worm as blijkt het mogelijk om het systeem met de strengel- en remveer (fig. 2.3) dusdanig te veranderen, dat het nadeel van een constant remkoppel verdwijnt. Tevens wordt de vrijloop hierbij uitgevoerd door middel van een vrijlooplager in plaats van een strengelveer. Dit ontwerp zal ook verder uitgewerkt worden in H3.

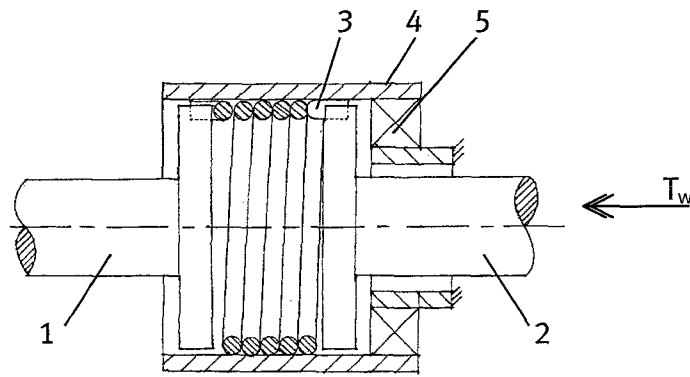


fig. 2.5: passief systeem met onderbroken as en vrijloop

De werking is als volgt:

de motor as (1) en worm as (2) zitten via 2 schijven gekoppeld aan beide uiteinden van een draadveer (3). Deze draadveer, met een buitendiameter D , zit in een bus (4) met een iets kleinere binnendiameter. Onder invloed van het aangegeven worm as koppel T_w zal de veer bij stilstaande motor as de veer strengelen in de bus die via de blokkeerrichting van het vrijloplager (5) staat afgesteund tegen de vaste wereld. Als vervolgens de motor as in de richting van het koppel T_w gaat draaien, dan wordt de veer bijgedraaid waardoor de strengeling wegvalt en de worm as kan volgen. Als de motor as tegengesteld draait aan T_w dan wordt de strengelwerking juist vergroot, maar de vrijlooprichting van het lager zorgt er dan voor dat de bus met de worm as meedraait met de motor as.

H3 Uitwerking uiteindelijke ontwerp

Van alle benodigde onderdelen is in bijlage IV een technische tekening te vinden, die gebaseerd zijn op de bevindingen in onderstaande paragrafen.

§3.1 Buitenbus + vrijloplager

Om het remsysteem zoveel mogelijk te kunnen integreren in de CVT behuizing, is een compacte bouwwijze in axiale en radiale richting vereist, waarbij toch nog voldoende ruimte overblijft voor de veerbevestiging aan de motor en worm as. Ook is het wenselijk als de bus qua binnendiameter aansluit bij standaard afmetingen van de vrijloop lagers. Om deze redenen is de binnendiameter gesteld op 52 mm in combinatie met een wanddikte van 4 mm. Aangezien het binnenoppervlak tevens het loopvlak van de veer is, moet deze gehard worden uitgevoerd. Als materiaal is dan ook gekozen voor 1C25.

De binnenloopring van het vrijloplager wordt vastgezet aan een bus in de CVT behuizing waarin een gat van 18 mm is geboord voor de worm as.

§3.2 Draadveer

De draadveer moet voor montage een iets grotere buitendiameter hebben dan de bus. Hierdoor zal door de montage een remkoppel ontstaan, volgens de berekeningsmethode [2] in bijlage I, waardoor de veer in staat is om te strengelen in de bus. Als remkoppel is 0,1 Nm aangenomen met een draaddikte voor de veer van 2,2 mm. Bij een remkoppel van 3 Nm geldt voor σ :

$$\sigma = \frac{3/26 \cdot 10^{-3}}{0,25\pi(2,2 \cdot 10^{-3})^2} = 30,4 \text{ MPa} \quad (3.1)$$

en is dus bruikbaar. Het voordeel van een kleine draad diameter is dat de gevoeligheid voor de busdiameter klein is, omdat $T_r \propto d^4$ (zie bijlage I). Het remkoppel van 0,1 Nm kan bereikt worden als de veer een R_s heeft van:

$$0,1 = 2,1 \cdot 10^{11} \cdot 1,15 \cdot 10^{-12} \left(\frac{1}{24,9 \cdot 10^{-3}} - \frac{1}{R_s} \right) \quad (3.2)$$

$$\Rightarrow R_s = 25,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

In combinatie met de draaddiameter geeft dit een buitendiameter voor de veer van: 52,5 mm.

Verder is de veer voorzien van 2 rechte uiteinden van 20 mm voor de bevestiging op een afstand van (zie bijlage II, $R=4,5$ mm en $a=45^\circ$):

$$x + R_b = (25,15 - 4,5) \cos 45^\circ + 4,5 = 19,1 \text{ mm} \quad (3.3)$$

in combinatie met 10 windingen, zodat T_r onafhankelijk is van μ tussen de veer en de bus.

§3.3 Bevestiging veer met worm as

De bevestiging van de veer geschiedt door middel van inklemming in een groef die in een schijf en een bus zijn verwerkt. Hierdoor past het geheel in de buitenbus. Tevens wordt door de inklemming voorkomen dat het anders vrije veereinde te maken krijgt met wisselende belastingen, waardoor beschadigingen (door fabricage) kunnen leiden tot breuk. Verder zorgen beide helften ervoor, dat de veer qua deformatie in het elastische gebied blijft. Volgens de maximale σ volgt dan:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_b d}{2I} = \frac{M_b 2,2 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 1,15 \cdot 10^{-12}} = 1600 \text{ MPa} \quad (3.4)$$

$$\Rightarrow M_b = 1,7 \text{ Nm}$$

$$M_b = EI \left(\frac{1}{R_s} - \frac{1}{R} \right)$$

$$= 2,1 \cdot 10^{-11} \cdot 1,15 \cdot 10^{-12} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{25,2 \cdot 10^{-3}} \right) = 1,7 \text{ Nm} \quad (3.5)$$

$$\Rightarrow R = 21,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Ofwel een buitendiameter van 40,6 mm. Hier is een diameter gekozen van 47 mm, zodat er een speling overblijft van 0,3 mm. Door deze speling kan de veer gedeeltelijk bijgedraaid worden, waardoor het aantal windingen zal veranderen. Aangezien het hier om een totale diameterverandering gaat van 50,3 naar 49,2 mm (hart op hart diameter) is dit nieuwe aantal windingen voor de beoogde veer van 10 windingen:

$$N = \frac{10 \cdot 50,3 \cdot \pi}{49,2 \cdot \pi} = 10,22 \quad (3.6)$$

De hartafstand tussen beide veereinden zal dus minimaal:

$$L = 10,22 \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} = 22,5 \text{ mm} \quad (3.7)$$

moeten bedragen.

De bevestiging aan de worm as gebeurt door middel van een borgmoer en een borgring, waarbij de schijf tegen een opstaande rand (diameterovergang van 17 naar 15 mm) wordt aangetrokken. Mogelijke rotaties worden verder vastgelegd door middel van een spie. De bus en de schijf stellen geen hoge materiaal eisen en worden uitgevoerd met het eenvoudig te verspanen materiaal Al MgSi 1 Mg.

§3.4 Bevestiging veer met motor as

De veer bevestiging is vergelijkbaar met de bevestiging zoals besproken in §3.3 en wordt eveneens uitgevoerd in Al MgSi 1 Mg. De bevestiging aan de motor as is daarentegen anders. Vanwege de montagevolgorde, waarbij aan de worm zijde wordt begonnen en de motor als laatste volgt, is een vaste verbinding namelijk niet mogelijk. Tevens is de uitvoering van de motor as verschillend voor verschillende soorten motoren. Daarom wordt het buitenste gedeelte (veer bev. motor as) voorzien van een kamer met een borging tegen rotaties, zodat er een motor afhankelijke insert geplaatst kan worden, die de verbinding verzorgt tussen beide

onderdelen. Om dit geheel voor te spannen wordt het binnenste gedeelte (veer bev. flens) voorzien van een kamer met daarin een schijf van gehard staal. Tegen deze schijf drukt een kogel van 7 mm die samen met een veer en een tussenlichaam verwerkt zijn in de gedeeltelijke uitgeboorde worm as met een boorgat diameter van 8 mm. Overigens is de bovenstaande kamer (veer bev. schijf) zover mogelijk naar voren uitgebouwd, om voldoende axiale ruimte te bieden aan de motor as.

De maximaal te verwachten axiale kracht bedraagt:

$$F_{ax} = \frac{T_r}{R} \cdot \tan \alpha = \frac{3}{26 \cdot 10^{-3}} \cdot \tan 0,8^\circ = 1,6 N \quad (3.8)$$

met:

α de spoedhoek van de draadveer

Een voorspankracht van 10 N is dus ruim voldoende en wordt verkregen door een veer met de specificaties [Amatec Technische veren]:

tabel 3.1: specificaties voorspanveer

D_0	7,10 mm
d	0,8 mm
L_0	33,0 mm
L_1	15,1 mm
P_1	24,03 N
P/f	1,33 N/mm

§3.5 Elektromotor

Voor het primaire verstelling is het maximale benodigde koppel zonder wrijving 3 Nm. Tevens is het wenselijk dat de motor zo klein mogelijk is. Zodoende is een mogelijke keus een Bosch 3"-DC 12 V 870 W motor (zie bijlage III). Deze motor kan een maximum koppel leveren van 10 Nm en een continu koppel van 2,4 Nm.

H4 Integratie in side cover

Door de μ onafhankelijkheid van de strengelveer kan het remsysteem geïntegreerd worden in de CVT behuizing waardoor de smering van de rem geen probleem is. De motor komt dan aan de buitenzijde van de behuizing met als afdichting een oliekeerring op de motor as. Aangezien 2 motoren veel ruimte opeisen en elkaar hinderen, is het mogelijk om het secundaire systeem niet met een worm en wormwiel uit te voeren, maar met bijvoorbeeld een bowden kabel, zodat het systeem elders geplaatst kan worden. Hierdoor is het tevens mogelijk om de ratioverstelling te verplaatsen richting de secundaire as. Twee mogelijke configuraties met de boutgaten, primaire + secundaire as en de motor + rem + worm as lagering, zien er als volgt uit:

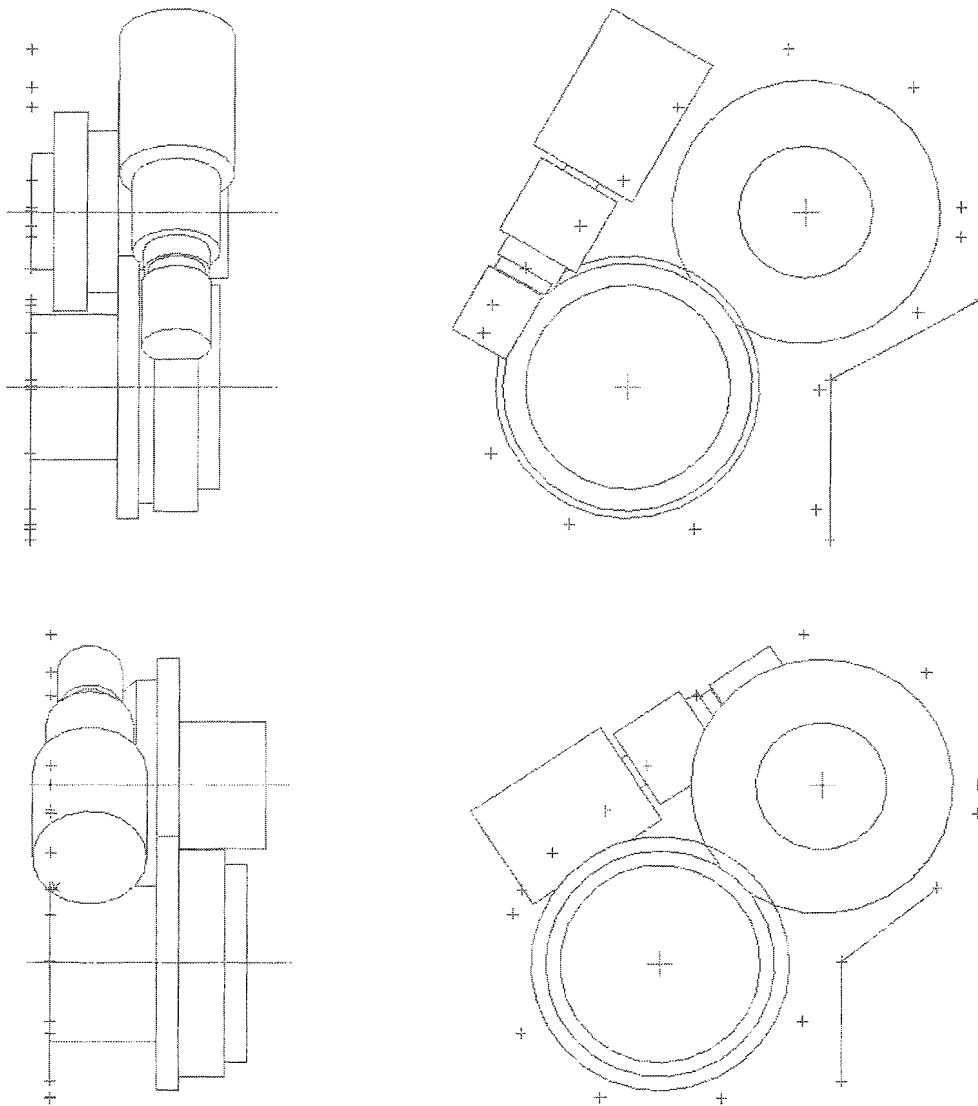


fig. 4.1: mogelijke opstellingen motor + remsysteem

Conclusie en aanbevelingen

Uit de verschillende alternatieven is het beste idee verder uitgewerkt. Hierbij is onder andere rekening gehouden met de montage en de mogelijkheid om verschillende motoren te gebruiken, zonder het hoeven te vervangen van een complete veerbevestiging. Door van dit ontwerp nu een prototype te bouwen, is het mogelijk om het gedrag van dit systeem verder te analyseren en eventueel bij te stellen. Dit kan bijvoorbeeld door het veranderen van de buitendiameter van de strengelveer of van de binnenbus, die de veer behoedt voor plastische deformatie.

Literatuurlijst

[1] Rosielle, P.C.J.N. en Reker, E.A.G. (2000). *Constructieprincipes 1*. TU Eindhoven

[2] Korlaar, A. (1990), *A small constant-torque coupling*. TU Eindhoven

Bijlage I Berekeningsmethode remkoppel draadveer

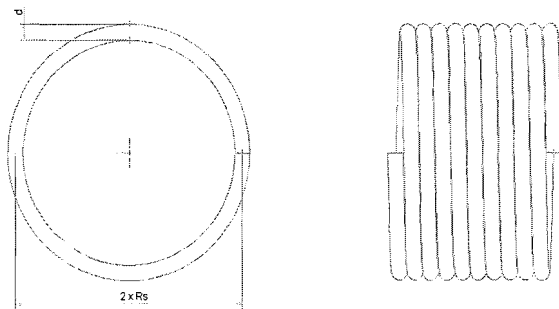


fig. 1.1:

Het maximale remkoppel T_r van de draadveer is te berekenen met [2]:

$$T_r = EI \left(\frac{1}{R_s} - \frac{1}{R} \right) \quad (1.1)$$

met:

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \quad (1.2)$$

d: draad diameter

E: elasticiteits modulus: $2,1 \cdot 10^{11}$ N/m²

R_s : de straal van de ongespannen veer (fig 1.1)

R: de straal van de veer op de as of in de bus

Door nu een uiteinde een hoekverdraaiing te geven (R_s neemt toe), is het mogelijk om het remkoppel te verkleinen, volgens:

$$R_s' = R_s \left(1 - \frac{\varphi}{2\pi N} \right)^{-1} \quad (1.3)$$

en

$$T_r' = EI \left(\frac{1}{R_s'} - \frac{1}{R} \right) \quad (1.4)$$

met:

φ : hoekverdraaiing

N: aantal windingen veer

R_s : de straal van de ongespannen veer (fig 1.1)

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \quad (1.5)$$

d: draad diameter

E: elasticiteits modulus: $2,1 \cdot 10^{11}$ N/m²

R: de straal van de veer op de as

Bijlage II Berekeningsmethode vrij uiteinde draadveer

Onderstaande figuur is een schematische voorstelling van het hart van de veerdraad.

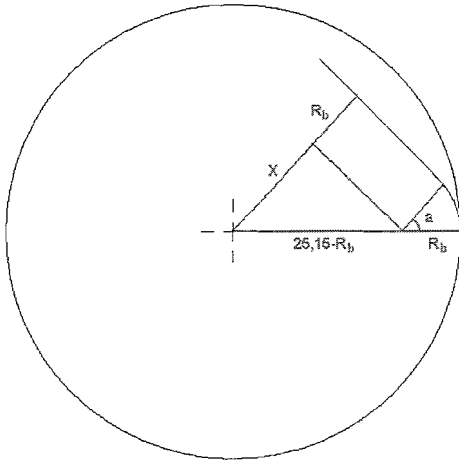


fig. II.1: schematische veer met afmetingen

Hierbij is de 25,15 mm afkomstig van:

$$R_{veer} = \frac{52,5 - 2,2}{2} = 25,15 \text{ mm} \quad (\text{II.1})$$

Afstand van middelpunt tot vrije uiteinde ($x+R_b$):

$$x = (25,15 - R_b) \cos a \quad (\text{II.2})$$

$$x + R_b = (25,15 - R_b) \cos a + R_b \quad (\text{II.3})$$

Bijlage III Gegevens elektromotor

Bosch 3"-DC 12 V 870 W

tabel III.1: gegevens motor

Nominal voltage	U_N 12 V
Nominal power	P_N 870 W
Nominal current	I_N 130 A
Nominal speed	n_N 3500 min ⁻¹
Continuous torque	M_N 2,4 Nm
Breakaway torque	M_A 10,0 Nm
Direction of rotation	L/R
Type of duty	S 2 - 3 min
Degree of protection	IP 44
Weight	approx. 2,1kg
Part number	F 000 MM0 805

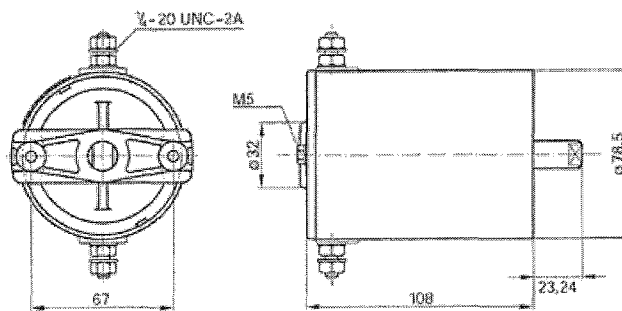


fig. III.1: afmetingen

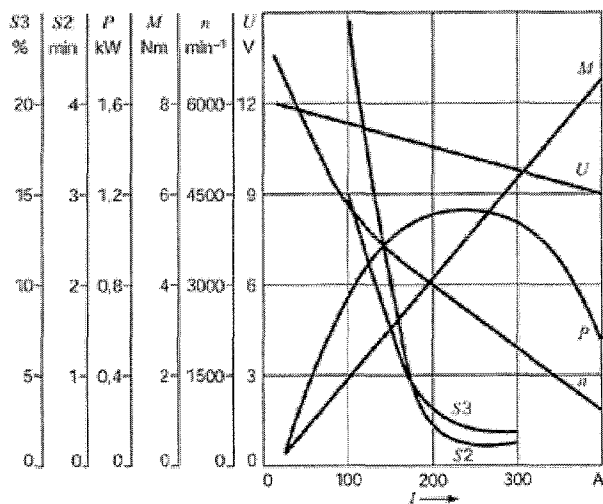
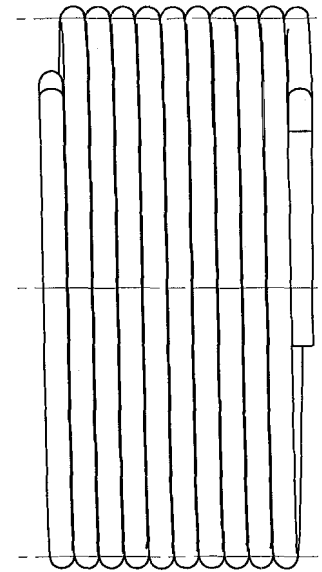
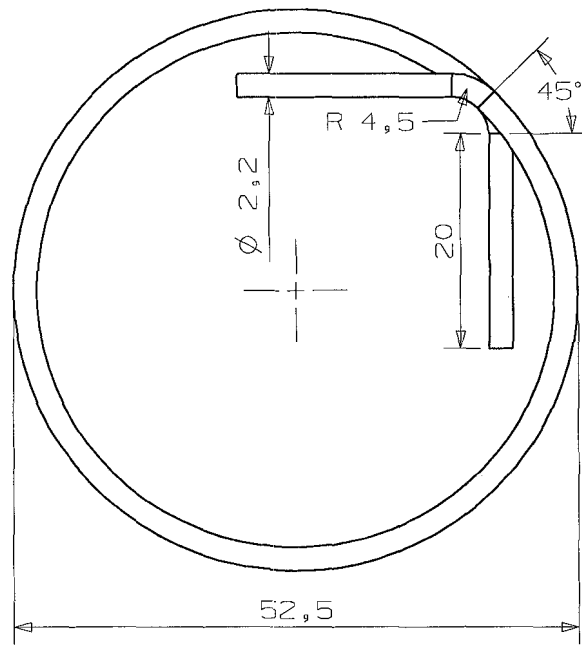



fig. III.2: motor karakteristieken

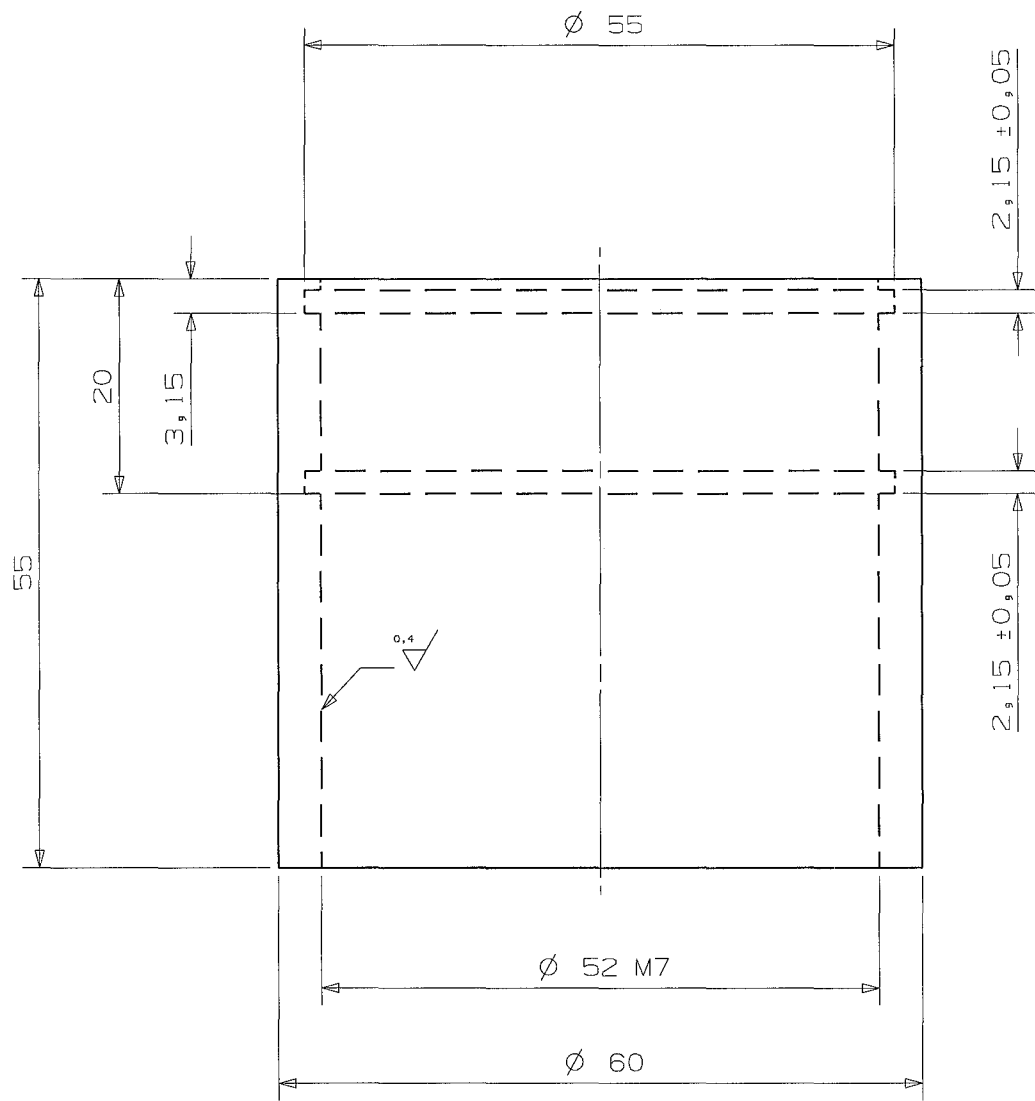
Bijlage IV Technische tekeningen

De volgende tekeningen zijn opgenomen:

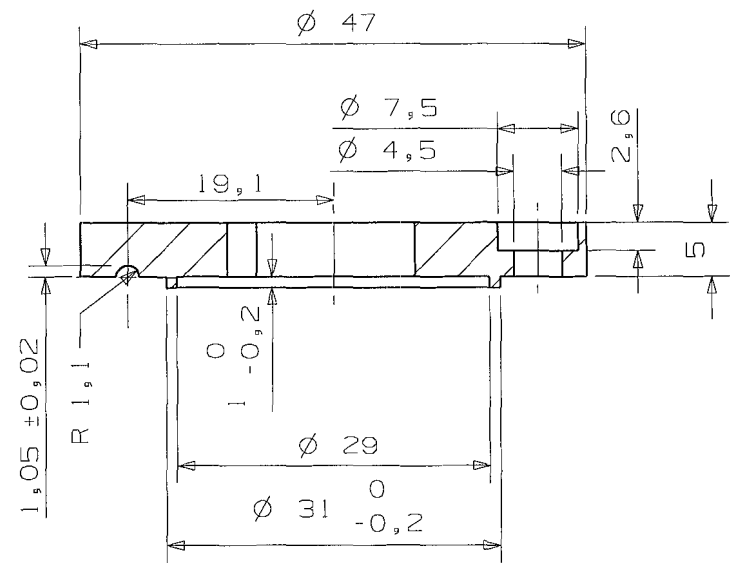
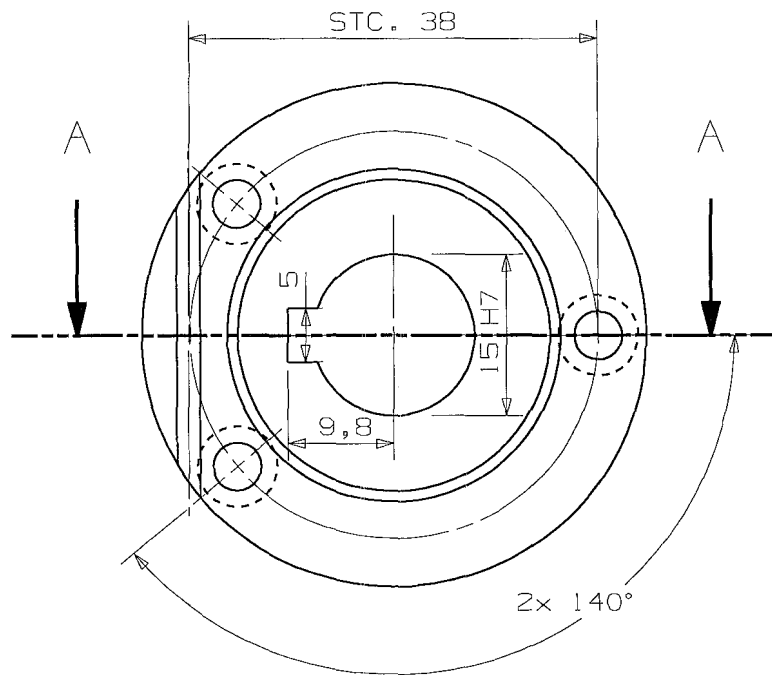
1. draadveer
2. bus
3. veer bevestiging worm as
4. veer bevestiging bus
5. veer bevestiging flens
6. veer bevestiging motor as
7. motorrem assembly



PROJECTIE 	SCHAAL: 2:1	GETEKEND: R. HENDRIX	
	MAATEENHEID: mm	OPMERKINGEN:	
	DATUM: 3-7-2003		
TU Eindhoven	DRAADVEER		NUMMER: A3

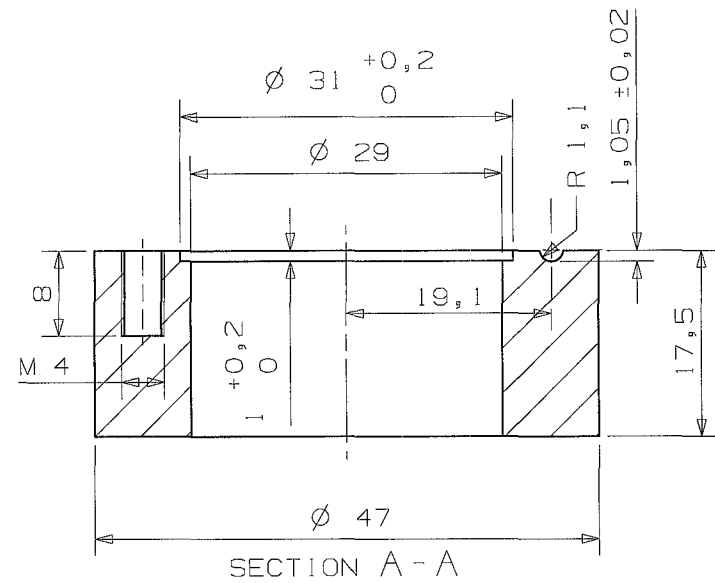
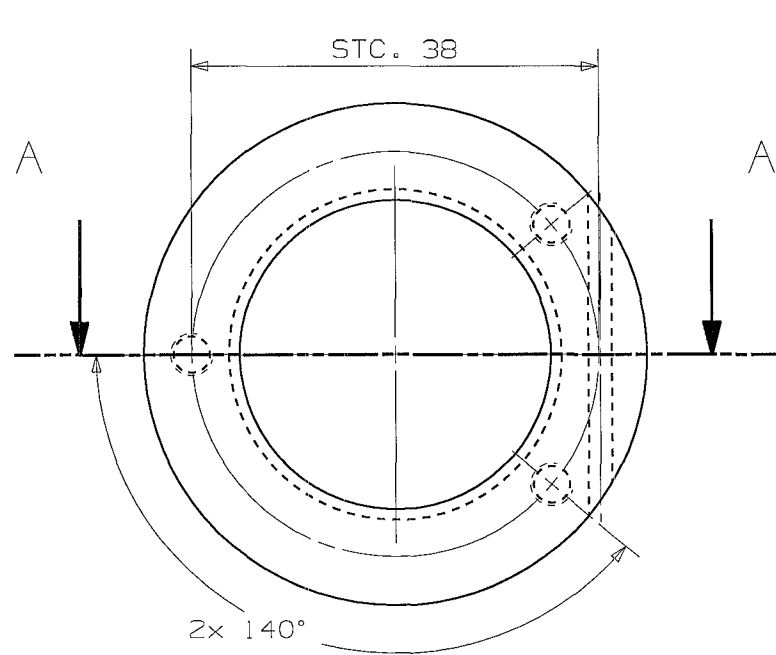


RUWHEID i.s./	MAATTOLERANTIES ± 0.2 mm	MATERIAAL 1C25	
PROJECTIE 	SCHAAL: 2:1 MAATEENHEID: mm DATUM: 3-7-2003	GETEKEND: R. Hendrix	OPMERKINGEN:
TU Eindhoven	BUS		NUMMER: A3

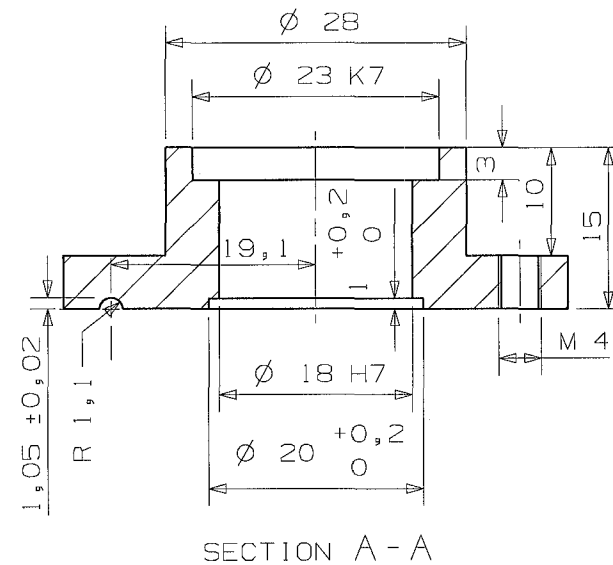
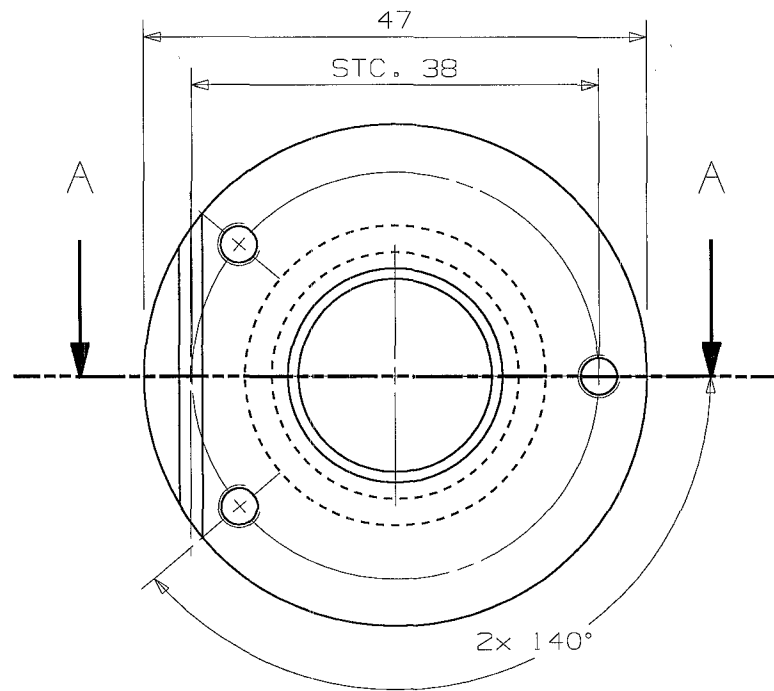




SECTION A - A

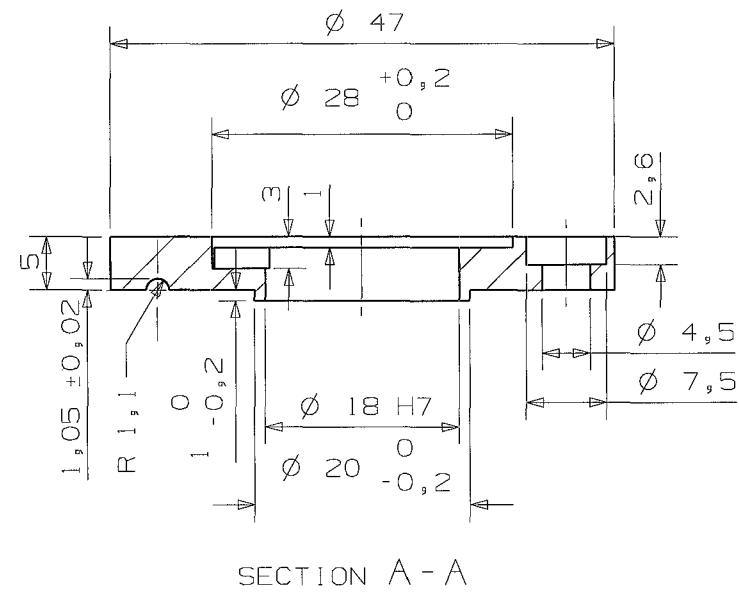
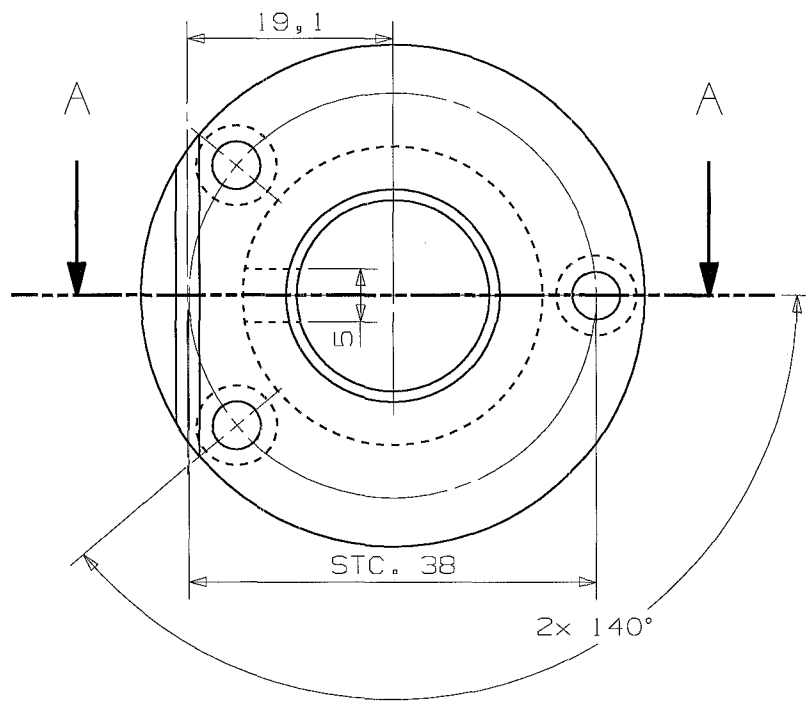
RUWHEID 1,6	MAATTOLERANTIES ±0,2 mm	MATERIAAL Al MgSi 1 Mg	
PROJECTIE ⊕	SCHAAL: 2:1 MAATEENHEID: mm DATUM: 3-7-2003	GETEKEND: R. HENDRIX	OPMERKINGEN:
TU Eindhoven	VEER BEV. WORM AS	NUMMER:	A3



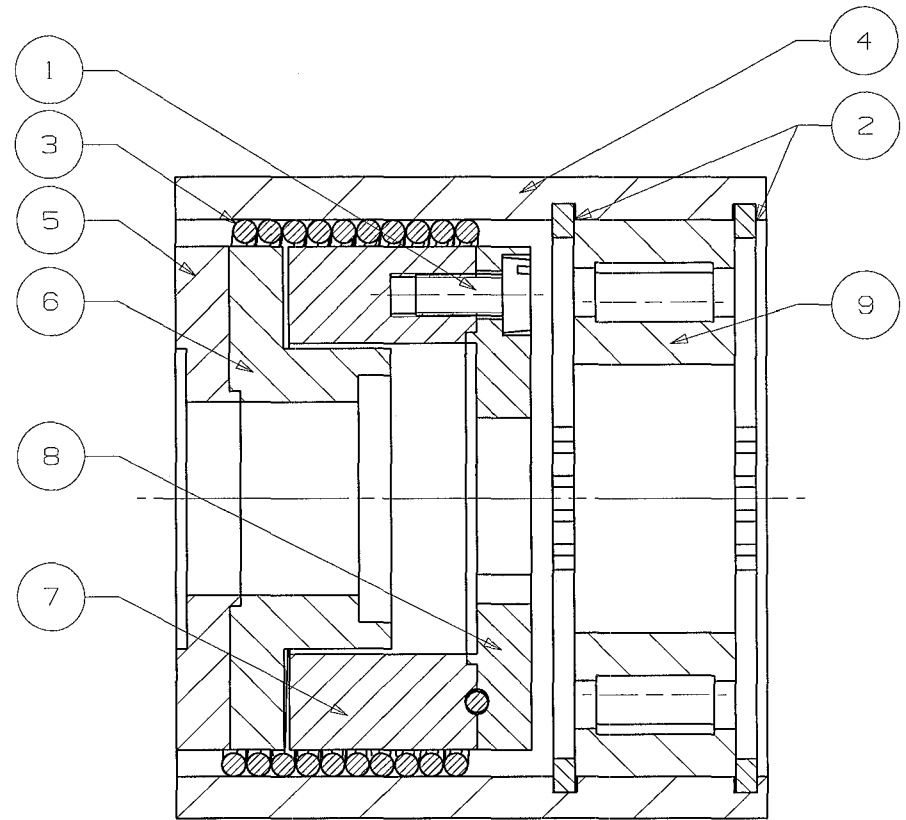
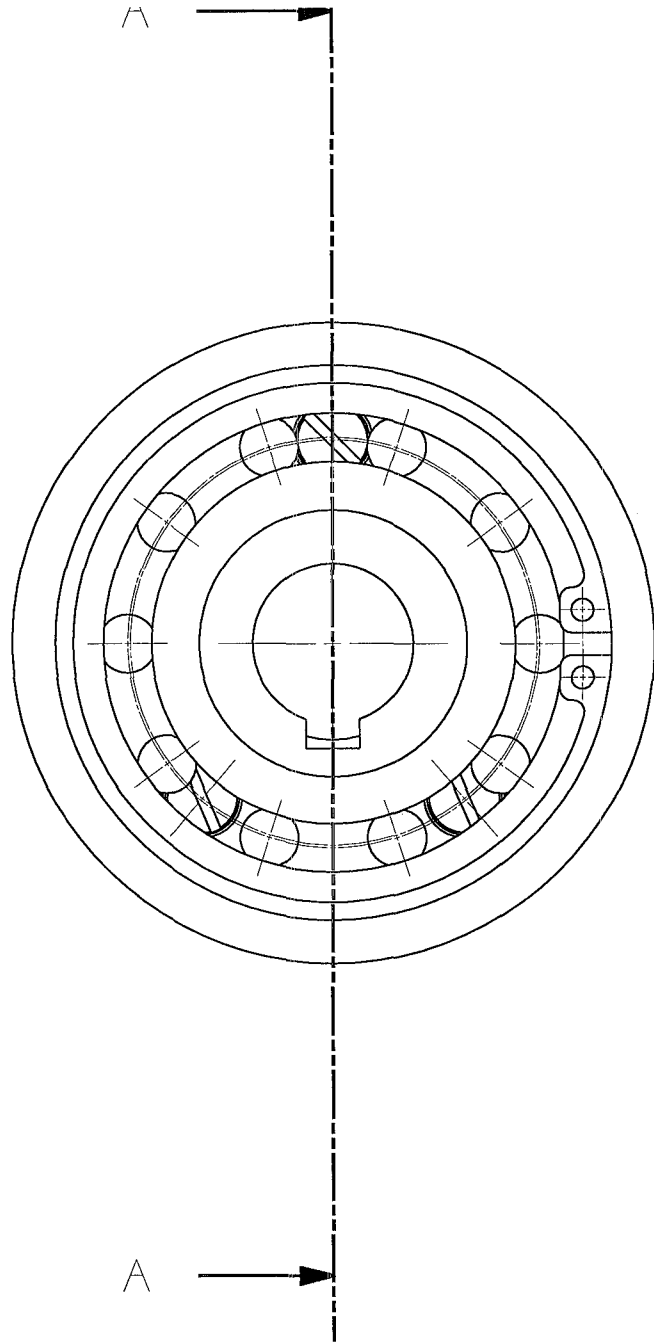
RUWHEID $\sqrt{1,6}$	MAATTOLLERANTIE $\pm 0,2$ mm	MATERIAAL Al MgSi 1 Mg	
PROJECTIE 	SCHAAL: 2:1 MAATEENHEID: mm DATUM: 3-7-2003	GETEKEND: R. HENDRIX	OPMERKINGEN:
TU Eindhoven		VEER BEV. BUS	NUMMER: A3



RUWHEID 	MAATTOLERANTIES $\pm 0,2\text{ mm}$	MATERIAAL Al MgSi 1 Mg	
PROJECTIE 	SCHAAL: 2:1 MAATEENHEID: mm DATUM: 3-7-2003	GETEKEND: R. HENDRIX	OPMERKINGEN:
TU Eindhoven		VEER BEV. FLENS	
NUMMER:			A3



RUWHEID i.s. ∇	MAATTOLERANTIES $\pm 0,2$ mm	MATERIAAL Al MgSi 1 Mg	
PROJECTIE 	SCHAAL: 2:1 MAATEENHEID: mm DATUM: 3-7-2003	GETEKEND: R. HENDRIX	OPMERKINGEN:
TU Eindhoven	VEER BEV. MOTOR AS	NUMMER:	A3



SECTION A - A

1	6	Cilinderschroef M4X8	
2	2	Borgring 52 mm	
3	1	Draadveer 2.2 mm	
4	1	Bus	IC25
5	1	Veer bev. motor as	Al MgSi 1 Mg
6	1	Veer bev. flens	Al MgSi 1 Mg
7	1	Veer bev. bus	Al MgSi 1 Mg
8	1	Veer bev. worm as	Al MgSi 1 Mg
9	1	Vrijlooplager VS25	
Stuknr.	Aantal	Benaming	Material

PROJECTIE	SCHAAL: 2:1	GETEKEND: R. HENDRIX	OPMERKINGEN:
	MAATEENHEID: mm	DATUM: 3-7-2003	
TU Eindhoven	MOTORREM ASSEMBLY	NUMMER:	A3