

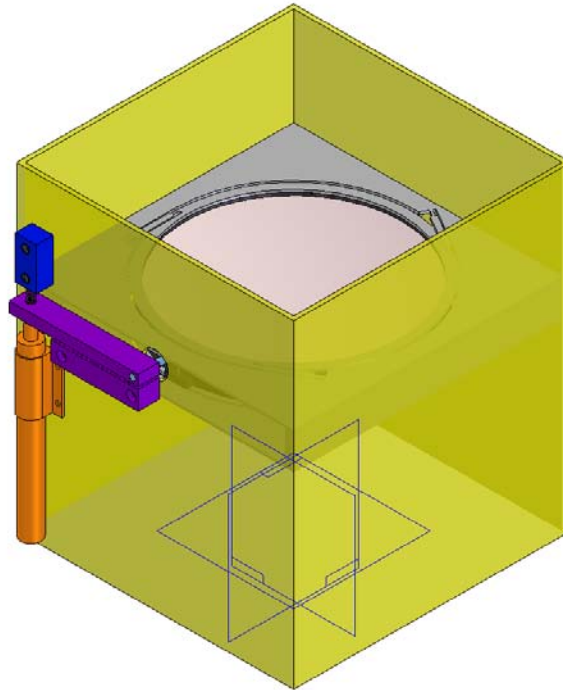


Universiteit Utrecht

PT Mechatronica

Ontwerpdracht Constructie Principes

Instrumentele
Groep
Fysica



Project	PT Mechatronica (-)	Auteur(s)	P.C.Horsman
Titel	Ontwerpdracht Constructie Principes	Datum	28-April-2004
Filenaam	cp1 final.doc	ID	CP-1
Afgedrukt	17-5-2004 11:21	Status	final
		Versie	0.2
Universiteit Utrecht Faculteit Natuur- en Sterrenkunde Instrumentele Groep Fysica Postbus 80004, 3508 TA Utrecht Tel: 0302532292 Fax: 0302522267			

Inhoudsopgave

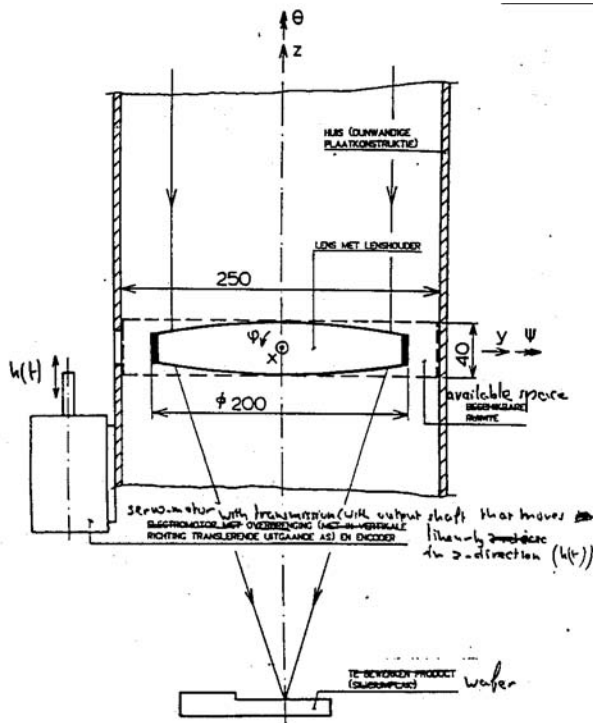
1 Inleiding	3
2 Eisen	4
3 Vragen	4
3.1 Oplossingen	5
3.2 Vastleggen van de coördinaten	5
3.3 configuraties.....	5
3.4 Overbrengverhouding	6
3.5 Ontwerp van systeem	6
3.6 Dynamisch gedrag van het systeem.....	7

1 Inleiding

In figuur 1 is afgebeeld een beweegbare lens. Deze maakt deel uit van een objectief, waarvan het brandpunt instelbaar is met de bedoeling om scherp te stellen op een oppervlak, zoals in figuur 1 aangegeven. Aan de buitenkant van de koker waar binnen zich het stelsel lenzen bevindt, is een servomotor met overbrenging gemonteerd. De uitgaande beweging daarvan is een axiale beweging ($h(t)$) met een slag van circa 10 millimeter. De instelnauwkeurigheid van deze, met gesloten lus geregelde, servomotor is circa 2 micrometer.

Het ontwerp probleem omvat twee aspecten.

1. het ontwerp van een ophanging voor de beweegbare lens
2. een overbrenging tussen de axiale (z-) beweging van de lens en de uitgaande beweging ($h(t)$) van de motor.



figuur 1

Figuur 1: schets van de ontwerp opdracht

2 Eisen

1. De slag van de lens in de z-richting is niet meer 0,1 [mm]
2. De instelnauwkeurigheid in de z-richting is 100 [nm].
3. De optische as van de beweegbare lens mag niet kantelen over een hoek, groter dan 10^{-8} [rad] tijdens het doorlopen van de z-slag van 0,1 [mm] (m.a.w. de lens moet zeer zuiver kantelvrij bewegen).
4. De hartlijn van de lens mag, tijdens het doorlopen van de z-slag, in dwarsrichting niet meer dan 100[nm] verplaatsen. M.a.w. de z-slag van 0,1[mm] moet met zeer kleine afwijkingen t.o.v. de hartlijn plaatsvinden.
5. De lens, met een massa van 1 kg, moet zeer stijf aan zijn omgeving verbonden zijn, om verplaatsingen t.g.v. opgedrongen trillingen uit de omgeving, te voorkomen. In de dwarsrichtingen x en y, alsmede in de z- richting, zijn derhalve eigenfrequenties van 100 Hz vereist

3 Vragen

1. Welke coördinaten moeten worden vastgelegd
2. Vind (een) configuratie(s) voor een lensgeleiding die aan de specificaties kan voldoen. Geef deze configuraties in voldoende schetsen, b.v. voorkeur in Amerikaanse projectie. Aanwijzing: denk aan elastische elementen.
3. Geef aan op welke wijze de respectievelijke coördinaten zijn vastgelegd.
4. Vind een overbrengverhouding tussen de servomotor (h(t)) en de lenshouder en bepaal de overbrengverhouding.
5. Geef, in Amerikaanse projectie, een ontwerp van de meest belovende configuratie van de lensophanging en de aandrijving. In figuur 1 is aangegeven de ruimte die voor Uw constructie beschikbaar is, n.l. 40 mm in de z.richting. Wilt U buiten de koker van 250 mm doorsnede construeren dan is dit toegestaan.
6. Toon aan dat U ontwerp aan de eisen voldoet.

3.1 Oplossingen

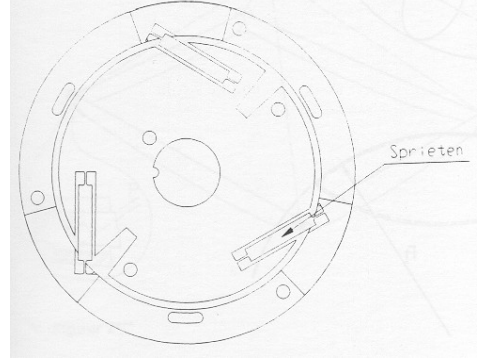
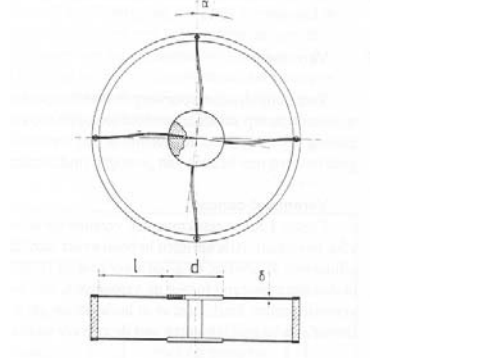
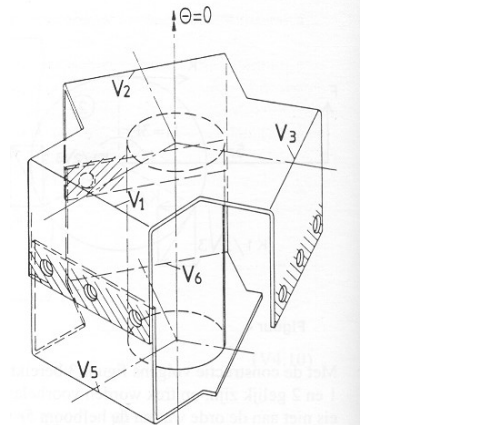
3.2 Vastleggen van de coördinaten

Voor een zuivere verticale beweging in Z richtingen moeten er 5 vrijheden worden vastgelegd, dit zijn de translaties X en Y en de rotaties ψ , ϕ en θ er is echter gesteld dat een kleine rotatie in θ is toegestaan.

De volgende 4 vrijheidsgraden moeten dus worden vastgelegd, nl. x, y, ψ en ϕ

3.3 configuraties

Een aantal mogelijke oplossingen voor het transleren van de lens.

Mogelijke oplossingen	Vastgelegde vrijheidsgraden
	<p>Bij toepassing van een enkele bladveermechanisme worden de translaties X en Y vastgelegd.</p> <p>Wordt het mechanisme dubbel uitgevoerd dan liggen de volgende vrijheidsgraden vast, Dient worden opgemerkt dat het systeem dan wel over bepaald is doordat x en y tweemaal wordt vastgelegd.</p>
	<p>Bij toepassing van sprieten in het mechanisme worden x, y, ψ en ϕ vastgelegd, ook hier geldt dat er een overbepaaldheid is.</p>
	<p>Hier worden de volgende 5 vrijheidsgraden vastgelegd, x, y, z, ψ en ϕ</p> <p>Dit zou een hele goede oplossing kunnen zijn als er meer ruimte voorhanden zou zijn.</p>

3.4 Overbrengverhouding

De overbrengverhouding tussen de servomotor en de lens houder kan variëren tussen de volgende waarden:

- Gebaseerd op de slag, overbrengverhouding i is,

$$i = \frac{\text{uitgaande_slag}}{\text{ingaaude_slag}} = \frac{0.1}{10} = 1/100 [--]$$

- gebaseerd op de nauwkeurigheid, i is,

$$i = \frac{\text{uitgaande_nauwkeurigheid}}{\text{ingaaude_nauwkeurigheid}} = \frac{100 \times 10^{-3}}{2} = \frac{0.1}{2} = 1/20$$

Gekozen is voor een overbrenging van $1/25$, deze is tot stand gekomen door de beschikbare ruimte. Uit de berekeningen bleek dat de uiteindelijke overbrengverhouding weinig invloed had op het systeem gedrag

3.5 Ontwerp van systeem

Het ontwerp is opgenomen in bijlage 1, een aantal tekeningen op A3 formaat zijn nog los bijgevoegd.

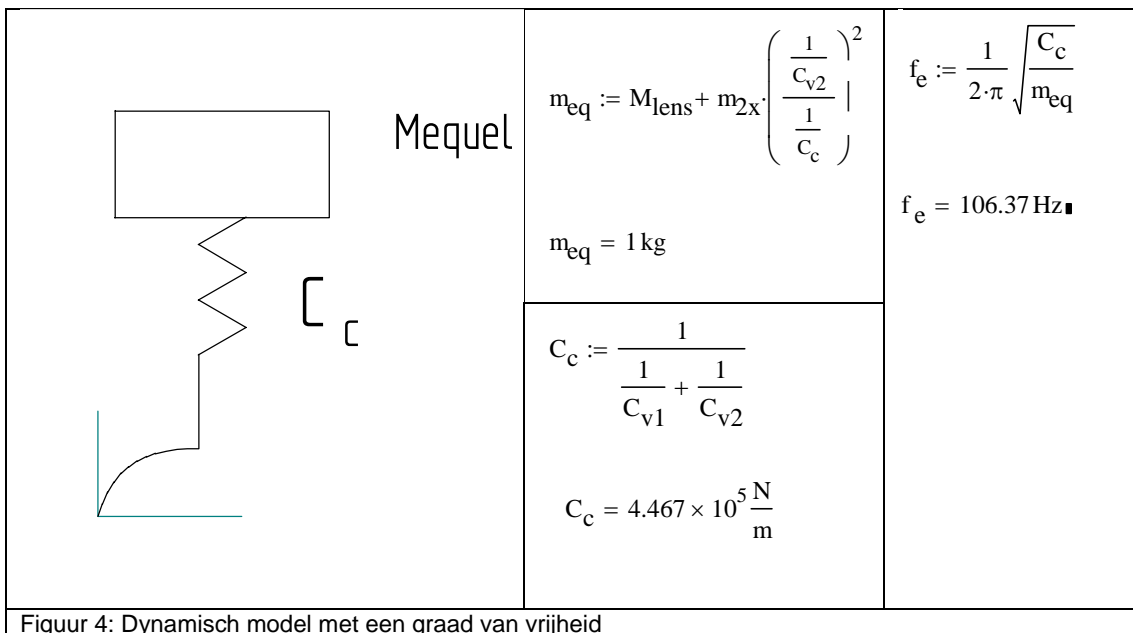
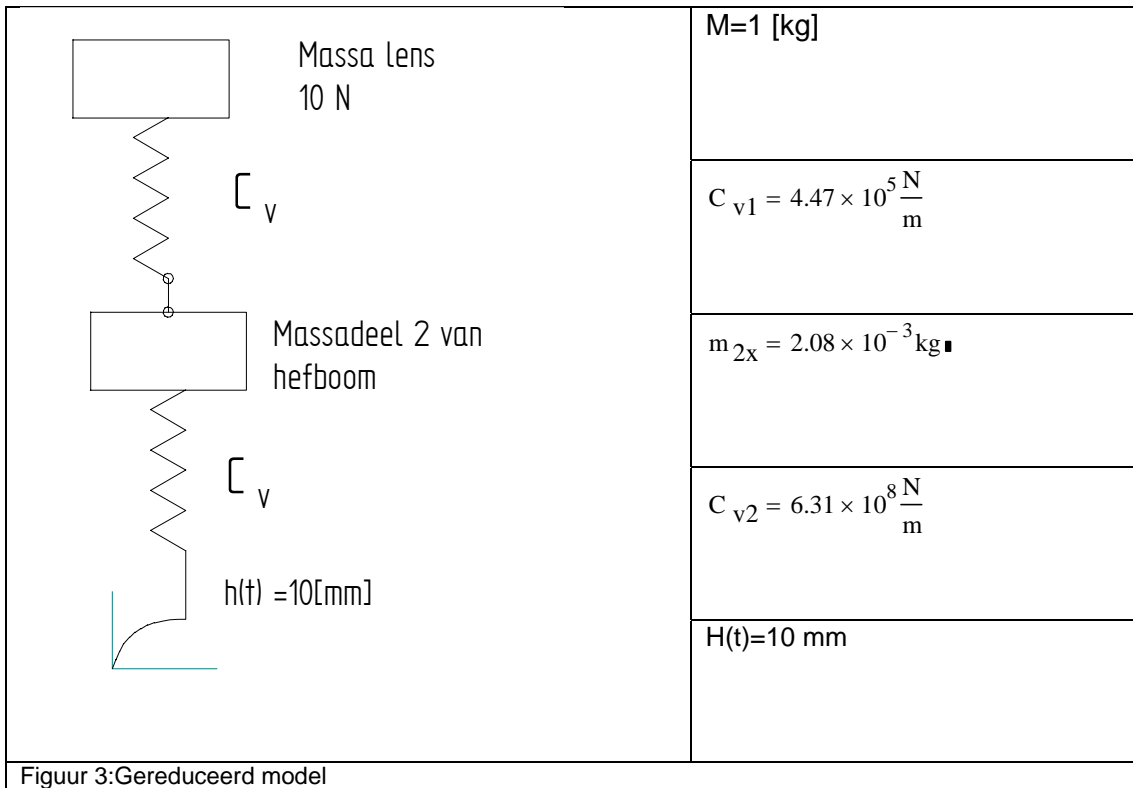
3.6 Dynamisch gedrag van het systeem

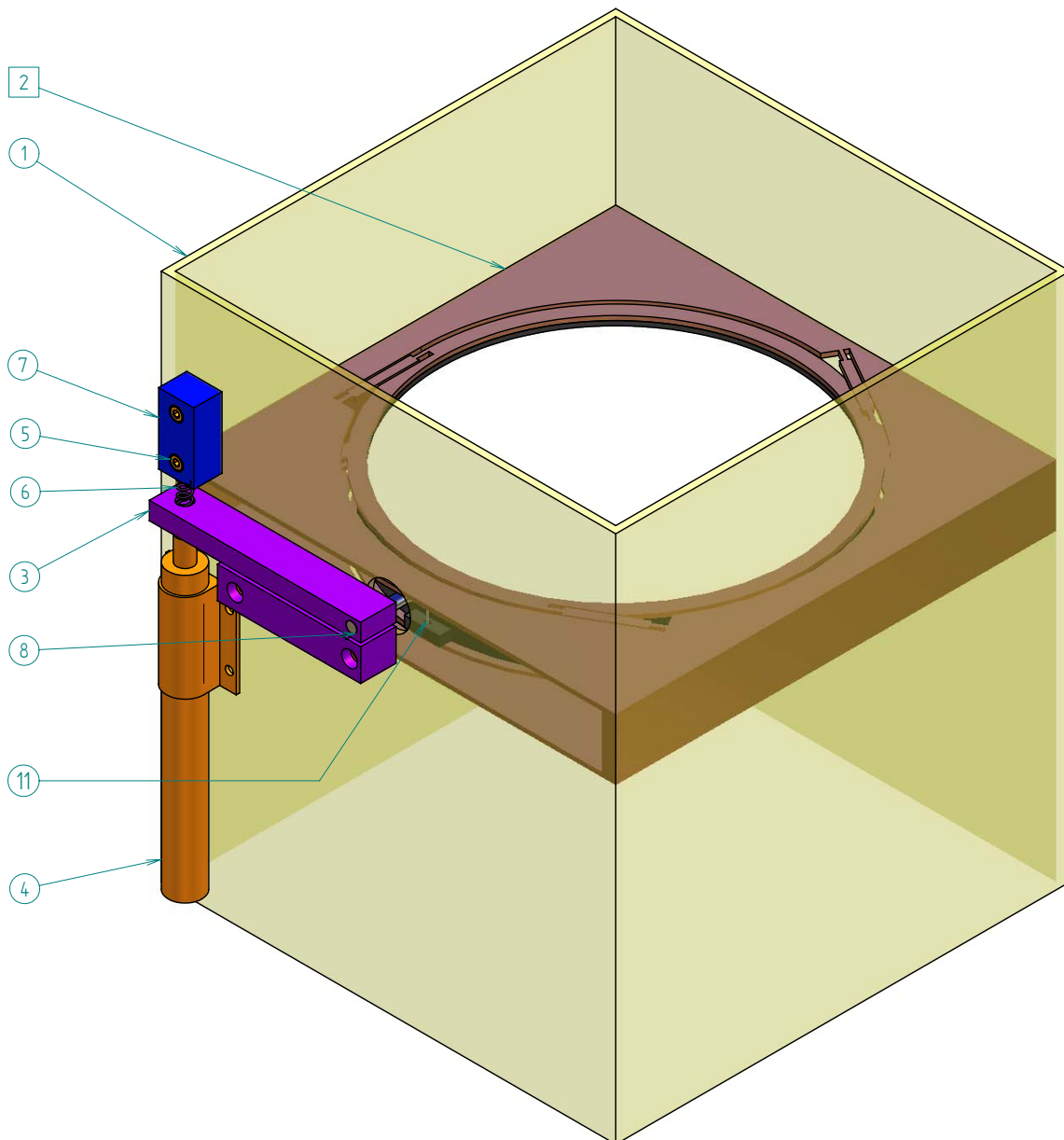
De berekeningen van de stijfheden en massa zijn uitgewerkt in bijlage 2

Bepaling van de eigenfrequentie van het systeem

	<p>$M=1$ [kg]</p> <p>$c_{\text{bladveer}} = 5.536 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}}$</p> <p>$c_{\text{spriet}} = 7.859 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}$</p> <p>$c_{\text{as}} = 3.294 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}$</p> <p>$m_2 = 6.24 \times 10^{-3} \text{ kg}$</p> <p>$c_2 = 1.641 \times 10^{10} \frac{\text{N}}{\text{m}}$</p> <p>$i = 0.04$</p> <p>$c_1 = 1.05 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}$</p> <p>$m_{1x} = 0.052 \text{ kg}$</p> <p>$H(t)=10 \text{ mm}$</p>
<p>Figuur 2: dynamisch model van de constructie</p>	

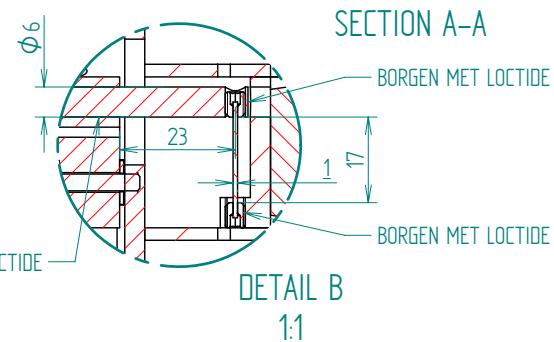
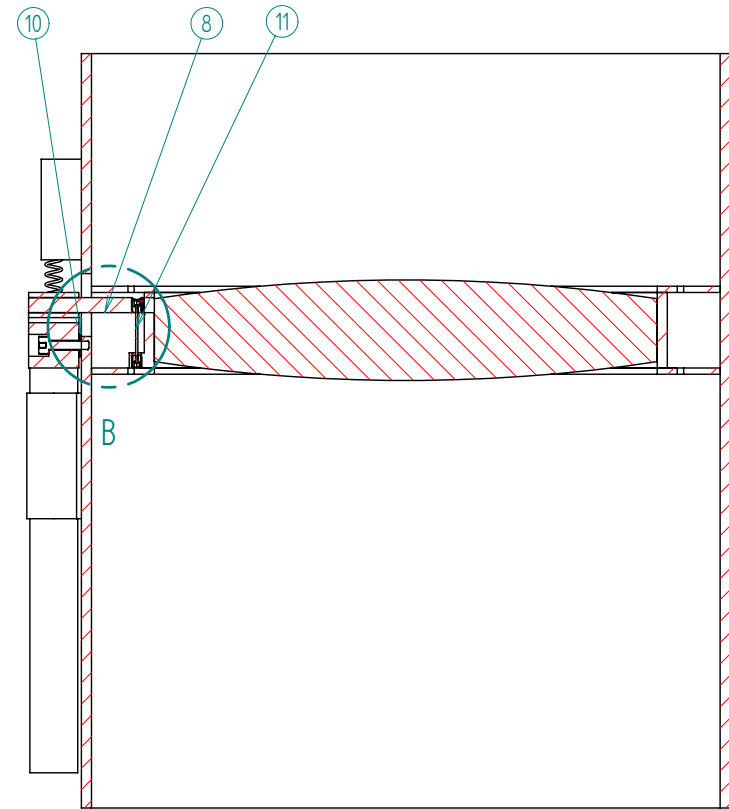
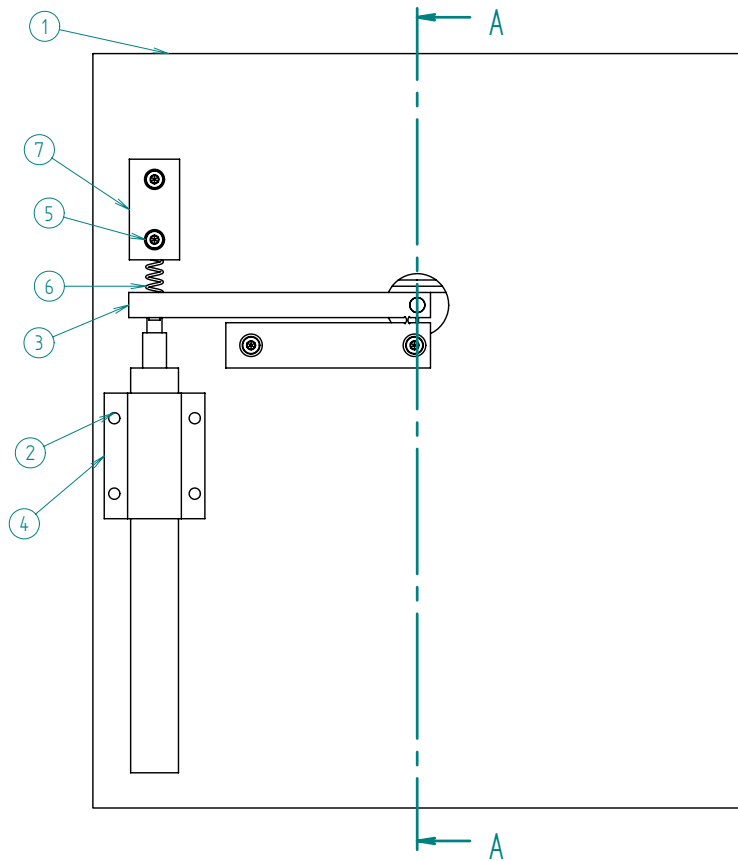
Berekening van het gereduceerde model





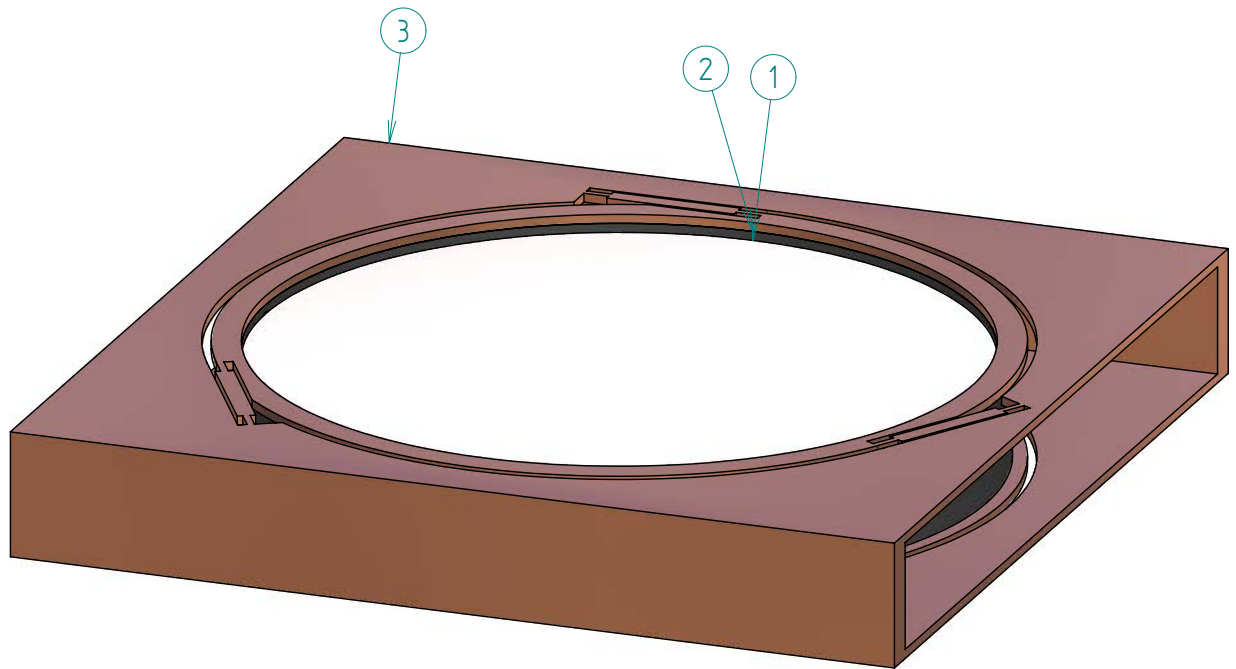
11	1	SAM SPRIET		CP_12	
10	2	SLUITRING M4	RVS	-	
8	1	VERBINDINGS AS	RVS		
7	1	VEERBLOK	RVS		
6	1	CONTRA VEER	RVS VERENSTAAL		VERENSTAAL
5	4	INBUS M4x16	RVS CIL. KOP.SCHR. M 4*16		
4	1	MOTORMIKE PI M230			PI M230.10
3	1	OVERBRENGING	RVS	CP_11	i=1/25
2	1	LENS RECHTGELEIDINGS MECHANISME		CP_2	
1	1	KOKER			-
POS	AAN	BENAMING	MAT.	BLADNR.	OPMERKING

Alg. Tol.	O.K.: CONSTRUCTIE PRINCIPES	Status	Amer. proj.	Formaat
ISO 2768 mK	Benaming SAM.LENS GELEIDING MET OVERBRENGING	Productie		A3
	Get. phorsman Datum get. 17-5-2004 Schaal 1:1 Datum rev. 29-4-2004	Tek.nr.	bl.nr.	sheet
	Instrumentele Groep Fysica	-	CP_1	1



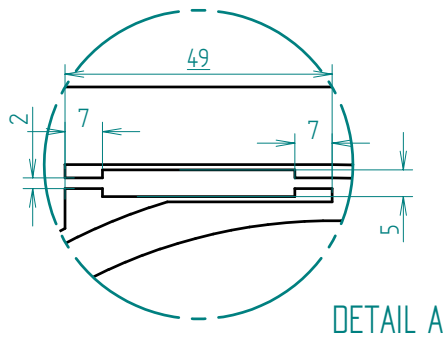
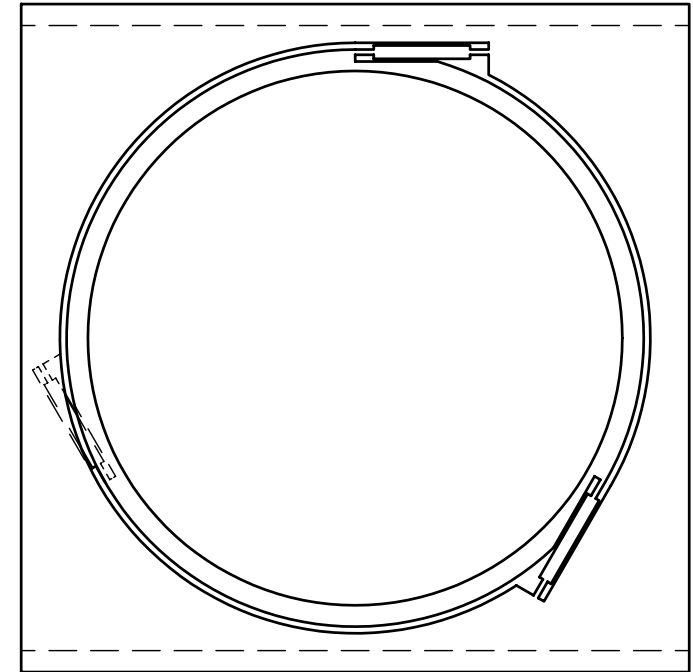
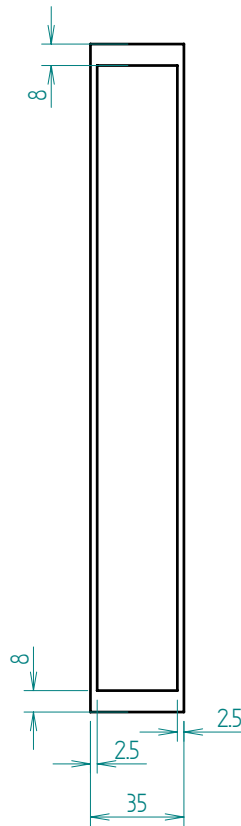
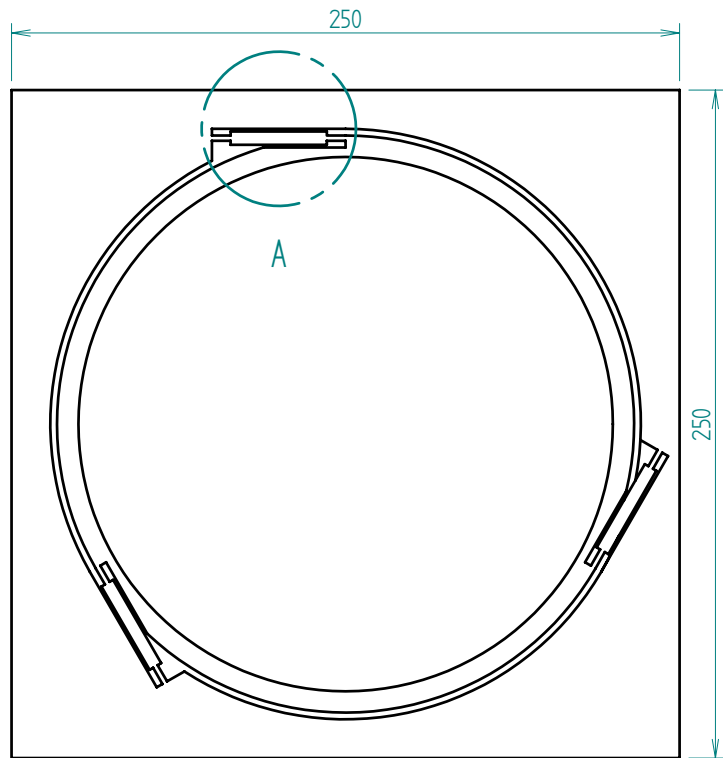
11	1	SAM SPRIET		CP_12	
10	2	SLUITRING M4	RVS	-	
8	1	VERBINDINGS AS	RVS		
7	1	VEERBLOK	RVS		
6	1	CONTRA VEER	RVS VERENSTAAL		VERENSTAAL
5	4	INBUS M4x16	RVS CIL. KOP.SCHR. M 4*16		
4	1	MOTORMIKE PI M230			PI M230.10
3	1	OVERBRENGING	RVS	CP_11	i=1/25
2	1	LENS RECHTGELEIDINGS MECHANISME		CP_2	
1	1	KOKER			
POS	AAN	BENAMING	MAT.	BLADNR.	OPMERKING

Alg. Tol.	O.K.: CONSTRUCTIE PRINCIPES	Status	Amer. proj.	Formaat
ISO 2768 mK	Benaming SAM.LENS GELEIDING MET OVERBRENGING	Produktie		A3
	Get. phorsman Datum get. 17-5-2004	Tek.nr.	bl.nr.	sheet
	Schaal 1:1 Datum rev. 29-4-2004	-	CP_1	2
Instrumentele Groep Fysica				



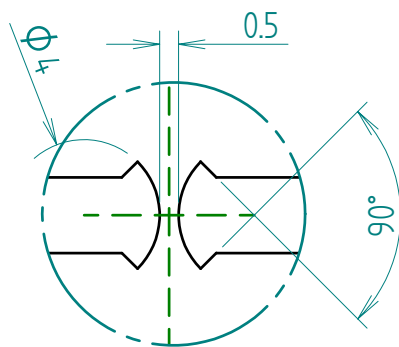
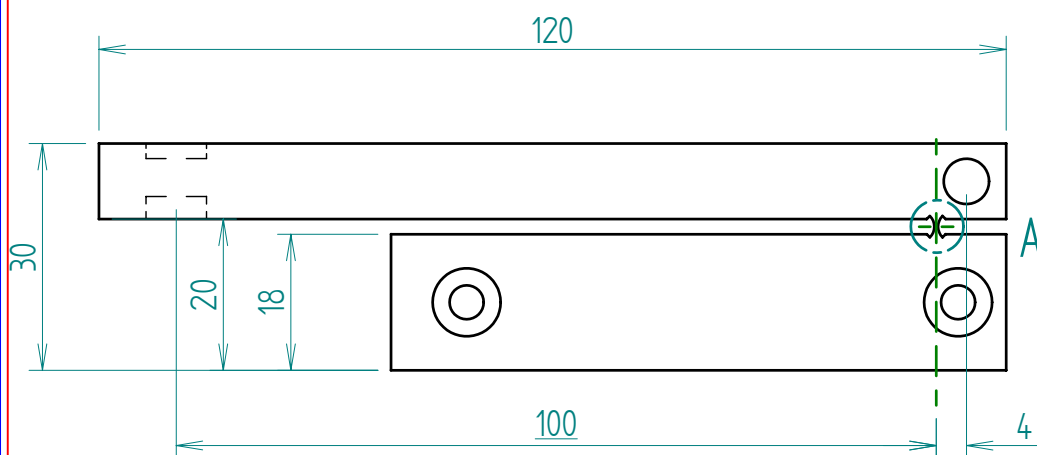
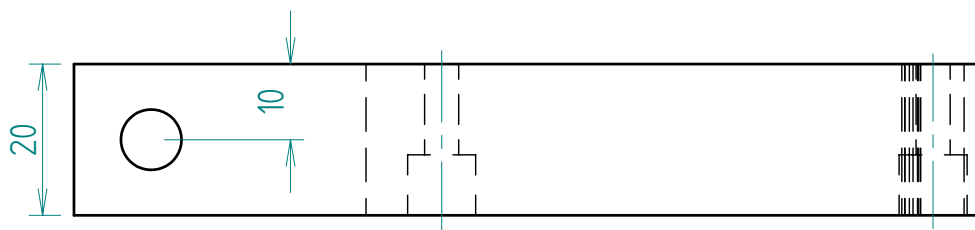
3	1	BLADVEER GELEIDING ONDER	RVS	CP_21	
2	1	LENSHOUDER	ALUMINIUM		
1	1	LENS			LENS IN HOUDER LIJMEN MET SILICONEN LIJM
POS	AAN	BENAMING	MAT.	BLADNR.	OPMERKING

Alg. Tol.	O.K.: CONSTRUCTIE PRINCIPES	Status	Amer. proj.	Formaat
ISO 2768 mK	Benaming LENS RECHTGELEIDINGS MECHANISME	Productie		A4
	Get. phorsman	Datum get. 17-5-2004	Tek.nr.	bl.nr.
	Schaal 1:2	Datum rev. 29-4-2004	-	CP_2
Instrumentele Groep Fysica				sheet 1



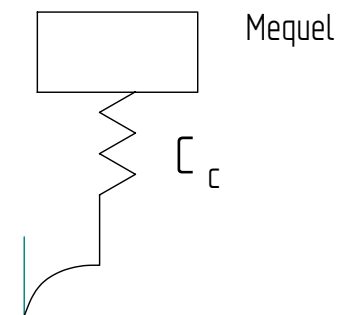
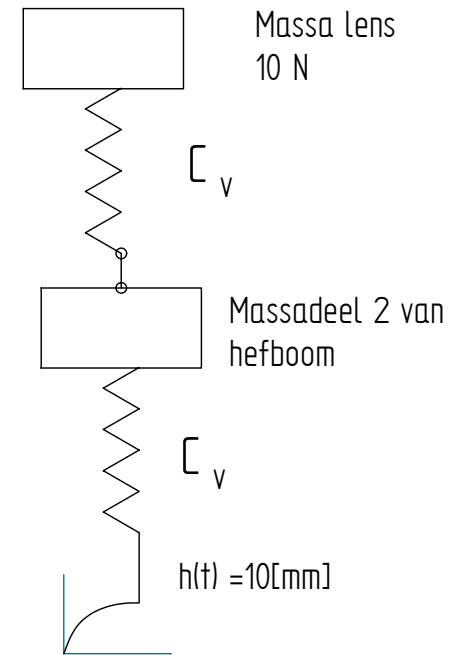
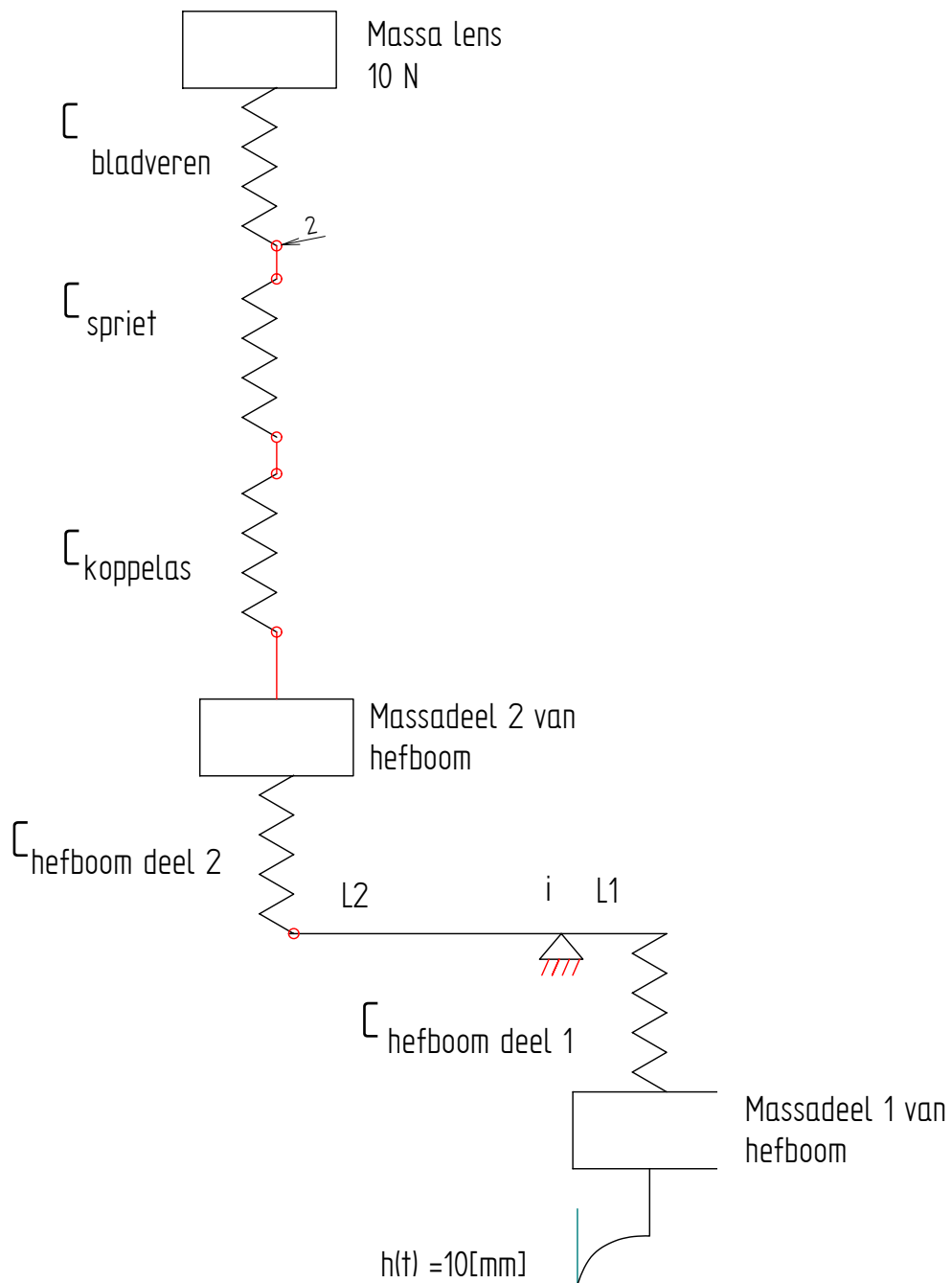
1	RVS	Error: No reference		
Aant	Materiaalcode	Opmerkingen		
Alg. Tol.	O.K.: CONSTRUCTIE PRINCIPES	Status	Amer. proj.	Formaat
ISO 2768	Benaming	Productie		A3
fH	BLADVEER GELEIDING ONDER	Tek.nr.	bl.nr.	sheet
	Get. phorsman	Datum get. 17-5-2004	-	1
	Schaal 1:2	Datum rev. 29-4-2004	CP_21	
Instrumentele Groep Fysica				

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



DETAIL A
5:1

1	RVS	i=1/25			
Aant	Materiaalcode	Opmerkingen			
Alg. Tol.	O.K.: CONSTRUCTIE PRINCIPES	Status	Amer. proj.	Formaat	
ISO 2768 fH	Benaming OVERBRENGING	Productie		A4	
	Get. phorsman	Datum get. 17-5-2004	Tek.nr.	bl.nr.	sheet
	Schaal 1:1	Datum rev. 28-4-2004	-	CP_11	1
Instrumentele Groep Fysica					



Alg. Tol.	O.K.: CONSTRUCTIE PRINCIPES	Status	Amer. proj.	Formaat
ISO 2768 mK	Benaming DYNAMISCH GEDRAG	Productie		A3
	Get. phorsman Schaal 1:1	Datum get. 17-5-2004 Datum rev. 29-4-2004	Tek.nr.	bl.nr.
Instrumentele Groep Fysica			CP_30	sheet 1

Bijlage 2: Berekening van de eigen frequentie

Dynamisch gedrag van het systeem

Algemene gegevens

Massa lens 1 [kg]	$M_{\text{lens}} := 1 \cdot \text{kg}$
E modules staal	$E := 210 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
dichtheid	$\rho := 7800 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
massa van spriet en koppelas zijn verwaarloosd	

Stijfheden en massa's

Bladveren verstijfd
(zie tekening CP_21)

Lengte	$l_{\text{veer}} := \frac{6}{7} \cdot 49 \cdot \text{mm}$	$l_{\text{veer}} = 0.042 \text{ m}$
Dikte	$t := 2.5 \cdot \text{mm}$	
breedte	$h := 2.5 \cdot \text{mm}$	
aantal	$n := 5$	
	$c_{\text{bladveer}} := \frac{E \cdot h \cdot t^3}{l_{\text{veer}}^3} n$	$c_{\text{bladveer}} = 5.536 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}}$
Spriet		$c_{\text{bladveer}} = 553.607 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$
diameter spriet	$d_{\text{spriet}} := 0.9 \cdot \text{mm}$	
lengte	$l_{\text{spriet}} := 17 \cdot \text{mm}$	
	$c_{\text{spriet}} := \frac{E \cdot \pi \cdot d_{\text{spriet}}^2}{4 \cdot l_{\text{spriet}}}$	$c_{\text{spriet}} = 7.859 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}$
	$m_{\text{spriet}} := \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{spriet}}^2 \cdot l_{\text{spriet}} \cdot \rho$	
	$m_{\text{spriet}} = 8.436 \times 10^{-5} \text{ kg}$	wordt verwaarloosd

koppelas

Diameter as

$$d_{as} := 6 \cdot \text{mm}$$

lengte as

$$l_{as} := 23 \cdot \text{mm}$$

$$c_{as} := \frac{3 \cdot E \cdot \pi \cdot d_{as}^4}{64 \cdot l_{as}^3} \quad c_{as} = 3.294 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$m_{as} := \frac{\pi}{4} \cdot d_{as}^2 \cdot l_{as} \cdot \rho$$

$$m_{as} = 5.072 \times 10^{-3} \text{kg}$$

wordt verwaarloosd

schanier (zie tek.CP_11)

lengte deel 1

$$l_1 := 100 \cdot \text{mm}$$

lengte deel 2

$$l_2 := 4 \cdot \text{mm}$$

breedte

$$b_s := 20 \cdot \text{mm}$$

hoogte

$$h_s := 10 \cdot \text{mm}$$

massa deel 1

$$m_1 := b_s \cdot h_s \cdot l_1 \cdot \rho \quad m_1 = 0.156 \text{kg}$$

massa 1 gereduceerd naar
einde van de hefboom

$$m_{1x} := \frac{1}{3} \cdot m_1 \quad m_{1x} = 0.052 \text{kg}$$

massa deel 2

$$m_2 := b_s \cdot h_s \cdot l_2 \cdot \rho \quad m_2 = 6.24 \times 10^{-3} \text{kg}$$

massa deel 2 gereduceerd naar
einde van de hefboom

$$m_{2x} := \frac{1}{3} \cdot m_2 \quad m_{2x} = 2.08 \times 10^{-3} \text{kg}$$

stijfheid deel 1

$$c_1 := 3 \cdot \frac{E \cdot \frac{1}{12} \cdot b_s \cdot h_s^3}{l_1^3} \quad c_1 = 1.05 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

stijfheid deel 2

$$c_2 := 3 \cdot \frac{E \cdot \frac{1}{12} \cdot b_s \cdot h_s^3}{l_2^3} \quad c_2 = 1.641 \times 10^{10} \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

overbrenging

$$i := \frac{l_2}{l_1} \quad i = 0.04$$

Gereduceerd model

Vervangende veerstijfheid 1

$$C_{v1} := \frac{1}{\frac{1}{c_{\text{bladveer}}} + \frac{1}{c_{\text{spriet}}} + \frac{1}{c_{\text{as}}}}$$

$$C_{v1} = 4.47 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

vervangende veerstijfheid 2

$$c_{1x} := \frac{c_1}{i^2} \quad c_{1x} = 6.563 \times 10^8 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$C_{v2} := \frac{1}{\frac{1}{c_{1x}} + \frac{1}{c_2}}$$

$$C_{v2} = 6.31 \times 10^8 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Dynamisch model met een graad van vrijheid

vervangende veerstijfheid voor het hele systeem

$$C_c := \frac{1}{\frac{1}{C_{v1}} + \frac{1}{C_{v2}}}$$

$$C_c = 4.467 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Equivalentente massa

$$m_{\text{eq}} := M_{\text{lens}} + m_{2x} \cdot \left(\frac{\frac{1}{C_{v2}}}{\frac{1}{C_c}} \right)^2$$

$$m_{\text{eq}} = 1 \text{ kg}$$

$$f_e := \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{C_c}{m_{\text{eq}}}}$$

$$f_e = 106.37 \text{ Hz}$$