

MPO

AUTOMATISERING DRAADTOEVOERMACHINE

Opdrachtgever:

Dhr. Johan van Eijden

Opleverdatum

17 Januari 2014

Adviesrapport:

KaanDam ingenieurs

Jelle Spijker & Ruben van Wiefferen

Datum 1 februari 2014

Revisie 20140201

Contact gegevens:

Jelle Spijker (495653) +31 (0)6 - 43 27 26 44
Ruben van Wiefferen (495573) +31 (0)6 – 25 02 24 47

Spijker.Jelle@gmail.com
Rubenvanwiefferen@gmail.com

Disclaimer HAN:

Door ondertekening van dit voorblad, bevestigen wij dat het – door ons ingeleverd(e) werkstuk/rapport/scriptie (verder te noemen “product”) – zelfstandig en zonder enige externe hulp door ons is vervaardigd en dat wij op de hoogte zijn van de regels omtrent onregelmatigheden/fraude zoals die vermeld staan in het opleidingsstatuut.

In delen van het product, die letterlijk of bijna letterlijk zijn geciteerd uit externe bronnen (zoals internet, boeken, vakbladen enz.) is dit door ons via een verwijzing conform APA-norm (b.v. voetnoot) expliciet kenbaar gemaakt in het geciteerde tekstdeel (cursief gedrukt).

SAMENVATTING

In dit MPO rapport wordt er op een structurele wijze gezocht naar functievervullers die een draadtoevoermachine completeren. Coil machines heeft de opdracht gegevens aan KaanDam engineering om de machine, die op een aantal kritische onderdelen al gereed was, op het automatisering verder af te ronden.

Aan de hand van de vraag vanuit Coil machines en de daarbij behorende probleemstelling worden de functies en functievervullers vastgesteld. Omdat de opdracht specifiek gericht is op de automatisering wordt er vooral hier naar gekeken bij het opstellen van de functies. Hier komt uit naar voren dat er drie deelfuncties zijn waar, op basis van het pakket van eisen, oplossingsstructuren voor bedacht moeten worden. Deze structuren zijn uitgewerkt in een morfologisch overzicht waarbij per deelfunctie een minimum van drie mogelijke vervuller wordt vastgelegd.

Het afwegen van de mogelijke vervuller gebeurt door middel van het toetsen ten opzichte van de vaste eisen en het onderling wegen ten opzichte van de variabele eisen. Het resultaat van deze toetsing en weging resulteert in een betere uitkomst voor de rode structuur.

In deze rode structuur wordt met behulp van een accelerometer de versnelling van de rollen gemeten. De temperatuur in de klimaatkast om de spindel op de juiste temperatuur te brengen en te houden wordt gemeten met een thermokoppel. De veranderende massa van de spindel wordt waargenomen door de compressie van een veer. Al deze signalen worden gecommuniceerd naar een besturingskast. Vanuit deze besturingskast wordt de gehele draadtoevoermachine aangestuurd en geregeld.

SAMENVATTING	1
INHOUDSOPGAVE.....	2
1 INLEIDING	3
2 BEPALEN VAN DE FUNCTIES VAN EEN DRAADTOEVOERMACHINE	4
3 VASTSTELLEN VAN OPLOSSINGSSTRUCTUREN	6
3.1 MORFOLOGISCH OVERZICHT	6
3.2 KOSTE OMSCHRIJVING VAN GEKOZEN CONCEPTSTRUCTUREN.....	6
3.2.1 <i>Structuur rood</i>	6
3.2.2 <i>Structuur geel</i>	7
3.2.3 <i>Structuur groen</i>	7
4 KEUZENVERANTWOORDING	8
4.1.1 <i>Toetsing aan de vaste eisen</i>	8
4.1.2 <i>Weging van de variabele eisen</i>	9
4.1.3 <i>Selectie van de beste structuur doormiddel van een kesselring</i>	9
5 UITWERKING VAN DE RODE STRUCTUUR.....	11
5.1.1 <i>Gedetailleerde omschrijving van de rode structuur</i>	11
5.1.2 <i>Principe schema van de rode structuur</i>	11
6 CONCLUSIE	12
7 BIBLIOGRAFIE	13
BIJLAGE I: HAMBURGERMODEL	14
BIJLAGE II: FUNCTIEBLOKSCHEMA.....	15
BIJLAGE III: MORFOLOGISCH OVERZICHT.....	16
BIJLAGE IV: PRINCIPE SCHEMA VAN DE RODE STRUCTUUR.....	17

1 INLEIDING

Dit methodisch product ontwerp (verder te noemen als MPO) maakt deel uit van het ontwerp rapport: automatisering van een draadtoevoermachine. Het ontwerp van deze machine is afkomstig van Coil machines. In dit MPO wordt op methodische wijze het ontwerp uitgewerkt. Dit ontwerp beperkt zich tot de invulling van de functies welke binnen de scope van het project vallen.

KaanDam engineering is gevraagd om de besturing en regeling te ontwerpen van een draadtoevoermachine ontwikkeld door Coil machines. Deze machine voert draad van 5[mm] aan vanaf een spindel. Deze draad moet aan de volgende processtap op een lengte van 3[m] met een temperatuur van 45[°C] aangeboden worden. Iedere lengte moet in 10[s] afgewikkeld worden en mag qua lengte niet meer afwijken dan 2%.

Om aan het pakket van eisen te kunnen voldoen zal er eerst onderzocht worden welke functies het apparaat moet hebben. Hierna kan op systematische manier gekeken kan worden naar invulling van deze functies. Het is hierbij van belang om op een objectieve manier een oplossingsstructuur te kiezen. Deze structuur zal de gestelde eisen het beste afdekken.

Door op methodische wijzen het ontwerp te ontleden, invulling van functies te bepalen en gestructureerd te zoeken naar de beste oplossing voor ontwerpuitdagingen, wordt het ad hoc-ontwerpen in latere ontwikkelfases beperkt. Dit brengt een kwaliteitsverbetering met zich mee.

In dit document wordt invulling geven aan functies welke binnen de projectgrenzen vallen. Dit wordt gedaan door het ontwerp van Coil Machines met een hamburgermodel te ontleden in haar functies. Hierna wordt de werking van deze functies schematisch weergegeven in een functieblokschema. Functies welke een oplossing vereisen worden uitgezet in een morfologisch overzicht. Voor deze deel functies worden verschillende oplossingen bedacht. Deze zo gehete functievervullers worden gecombineerd tot drie verschillende structuren. Hiervan word de beste structuur gekozen. Dit wordt gedaan door deze te wegen ten opzichte van de variabele eisen uit het pakket van eisen.

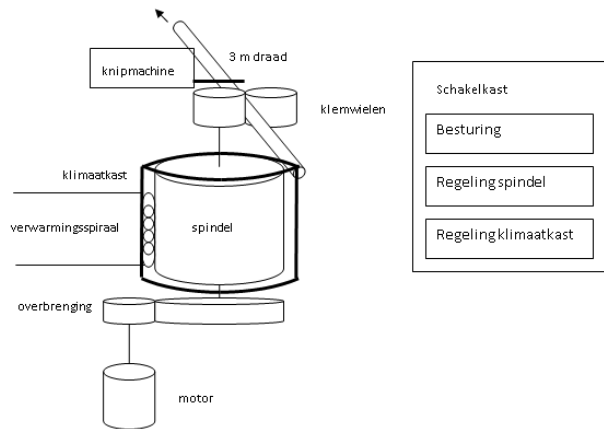
Hoewel het belangrijk is om de werking van de gehele machine te ontleden, worden er alleen oplossingen bedacht voor functies welke binnen de grenzen van dit project vallen. Ook worden er geen oplossingen bedacht voor de regelaars. De werking van deze regelaars wordt ten slotte bepaald door differentiaal vergelijkingen waarin de werking van de machine mathematisch gemodelleerd is.

In hoofdstuk twee worden de functies en hun werking bepaald. Deze worden in hoofdstuk drie methodisch uitgewerkt in drie oplossingsstructuren. In hoofdstuk 4 wordt de beste structuur gekozen, deze wordt in hoofdstuk 5 gedetailleerd uitgewerkt. In hoofdstuk 6 is de conclusie terug te vinden.

2 BEPALEN VAN DE FUNCTIES VAN EEN DRAADTOEVOERMACHINE

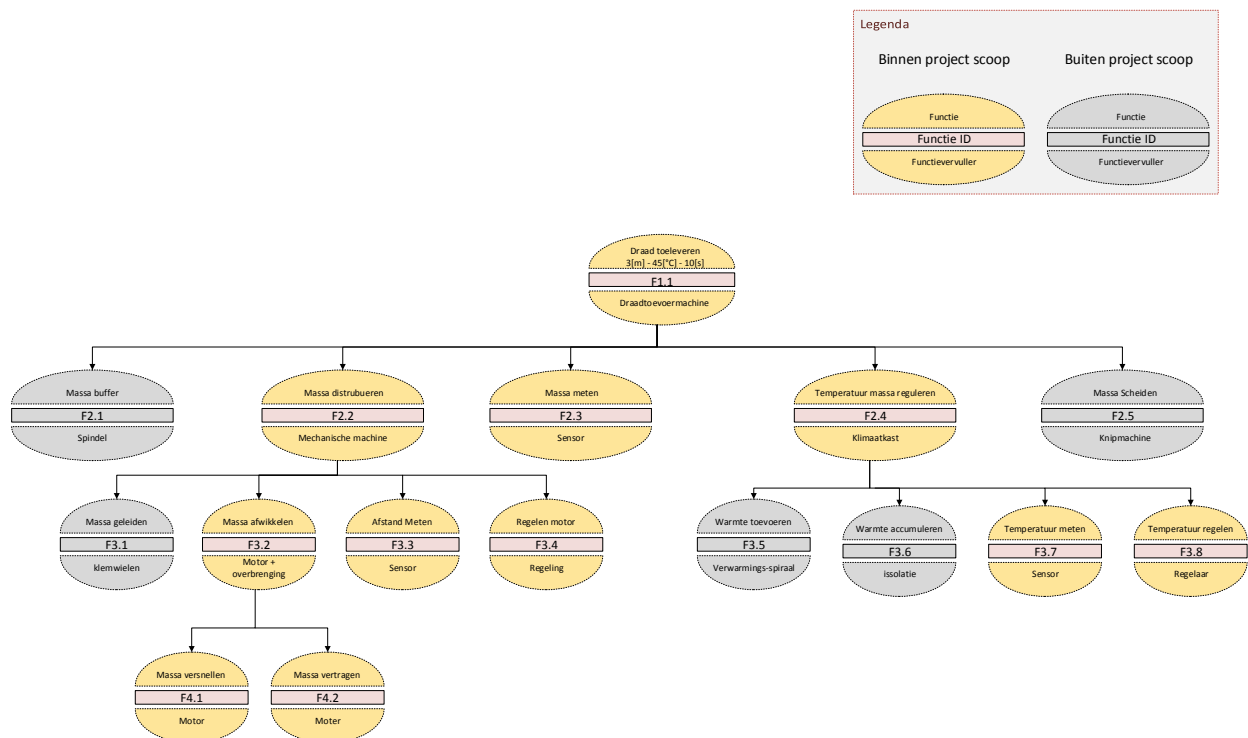
In het pakket van eisen zijn alle eisen opgesteld waaraan het ontwerp aan moet voldoen. Deze eisen zullen door de functies van het apparaat moeten worden ingevuld. In dit hoofdstuk wordt er onderzocht welke functies een draadtoevoermachine moet uitvoeren. Er wordt hier onderscheid gemaakt tussen functies welke binnen en buiten de grenzen van de opdracht vallen.

In het schema hiernaast wordt de werking van het ontwerp van Coil machines duidelijk. Op een spindel zit een rol draad van 5[mm] welke door een verwarmingsspiraal in een klimaatkast verwarmd wordt naar 45[°C]. Door de spindel met behulp van een motor en overbrenging te roteren wordt draad afgewikkeld. Deze wordt door twee klemwielen naar een knipmachine geleid. Deze knipmachine knipt in 5[s] de draad.



Figuur 1 schematische werking van draadtoevoermachine (Bron: (van Eijden, 2013))

De werking van deze machine is in een hamburgermodel schematisch weergegeven.



Figuur 2 Hamburgermodel - zie Bijlage I voor een uitvergrootte versie

Niet alle functies van het apparaat zijn voor deze opdracht relevant. De projectgrenzen bepalen welke functies van belang zijn. De hoofdfunctie van deze opdracht is: **Het regelen van de draadtoevoermachine**. Dit wordt door onderstaande deelfuncties uitgevoerd.

F2.1 Massa buffer

F3.1 Massa geleiden

F3.3 Afstand meten

F3.4 Regelen motor

F3.5 Warmte toevoeren

F3.6 Warmte accumuleren

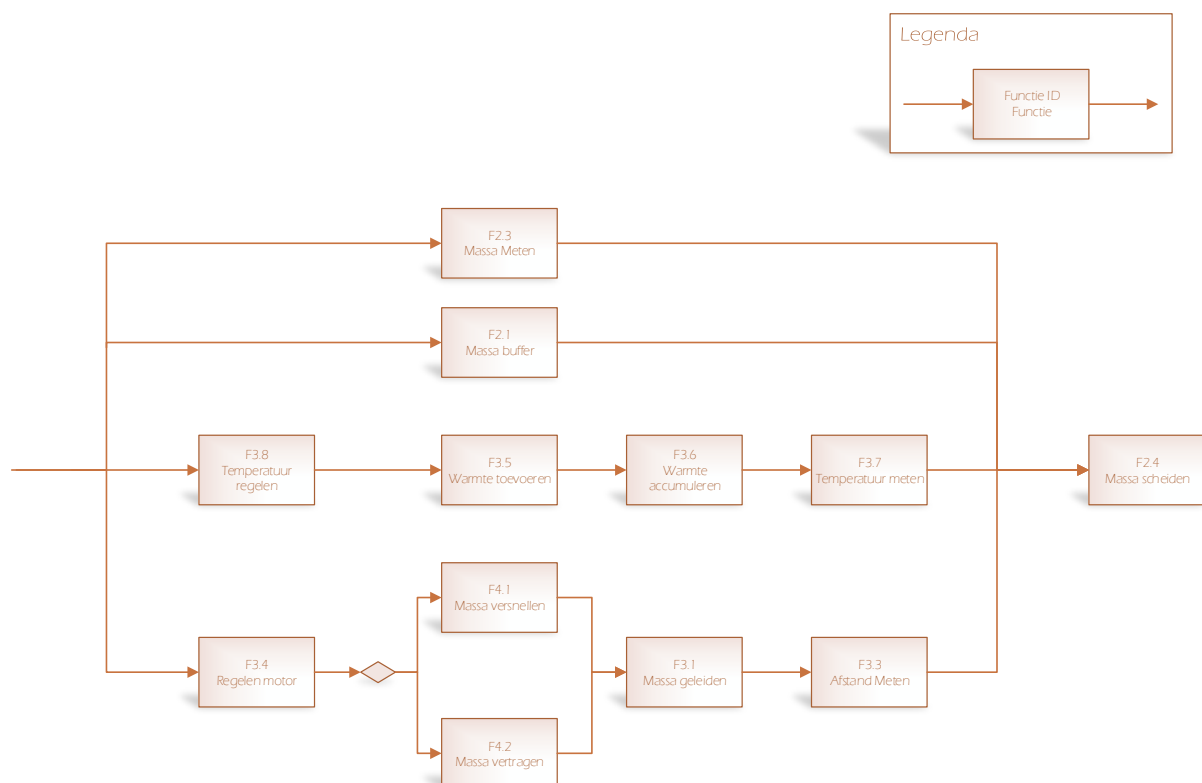
F3.7 Temperatuur meten

F3.8 Temperatuur regelen

F4.1 Massa versnellen

F4.2 Massa vertragen

Uit bovenstaande functies kan de voor deze opdracht relevante werking schematisch worden weergegeven in een functieblokschema.



Figuur 3 Functieblokschema - zie bijlage II voor een vergrootte versie

3 VASTSTELLEN VAN OPLOSSINGSSTRUCTUREN

In hoofdstuk twee zijn alle deelfuncties van de draadtoevoermachine bepaald. Hiervan is een selectie gemaakt waarin gelet is op de projectgrenzen. Van deze lijst is bepaald voor welke functies KaanDam engineering een oplossing voor zal bedenken. Dit zijn de regel en meet functies. Omdat de invulling van de regelfuncties bepaald wordt door de mathematisch modellen. Ligt de focus van dit document op meet functies. Dit zijn:

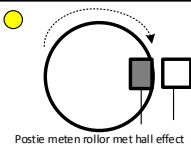

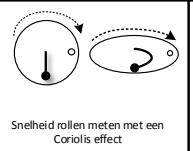
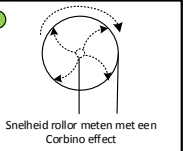
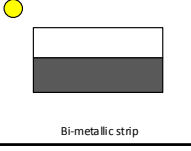
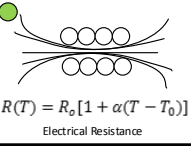
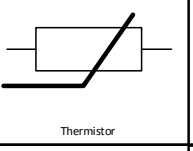
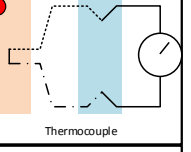
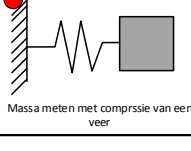
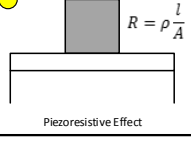
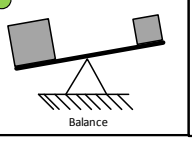
F2.3 Massa meten

F3.1 Afstand meten

F3.7 Temperatuur meten

In dit hoofdstuk worden drie structuren uitgezet in een morfologische overzicht. In dit overzicht zijn de meetfuncties neergezet. Voor iedere deelfuncties zijn minstens drie oplossingen uitgezet.

3.1 MORFOLOGISCH OVERZICHT

F3.1	Afstand meten	 Positie meten rolloer met hall effect	 Versnelling rolloer meten met een accelerometer	 Snelheid rollen meten met een Coriolis effect	 Snelheid rolloer meten met een Corbino effect
F3.7	Temperatuur meten	 Bi-metallic strip	 $R(T) = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$ Electrical Resistance	 Thermistor	 Thermocouple
F2.3	Massa meten	 Massa meten met compressie van een veer	 $R = \rho \frac{l}{A}$ Piezoresistive Effect	 Balance	

Figuur 4 Morfologisch overzicht - zie Bijlage III voor een vergrootte versie

3.2 KOSTE OMSCHRIJVING VAN GEKOZEN CONCEPTSTRUCTUREN

Hieronder worden de drie gekozen structuren kort omschreven

3.2.1 Structuur rood

De afgelegde weg van de draad kan bepaald worden door de versnelling van de rollen te meten. Dit gebeurt met behulp van een accelerometer. Hiermee wordt de versnelling gemeten.

De temperatuur van de klimaatkast wordt met behulp van een thermokoppel waargenomen. Een thermokoppel maakt gebruik van het Seebeck-effect. Hiermee wordt een temperatuurverschil direct omgezet naar een spanning.

De verandering van massa op de spindel wordt met behulp van de compressie van een veer waargenomen.

3.2.2 Structuur geel

De afgelegde weg van de draad wordt in deze opstelling waargenomen door hoekverdraaiing van de klemwielen. Op een klemwiel zit een magneet gemonteerd deze wordt langs een hall-effect sensor geleid bij iedere omwenteling. Hierdoor kan de tijd tussen een omwenteling geregistreerd worden wat zich vertaalt naar een discrete snelheidsfunctie.

Door de buiging van een bi-metallic strip te meten kan de temperatuur worden geregistreerd. De massa van de spindel wordt gemeten met een sensor welke gebruik maakt van piezo-resistieve effect. Hierbij wordt de verandering van weerstand door de vormverandering van de meetstrip gemeten.

3.2.3 Structuur groen

De afgelegde weg van de draad wordt gemeten door gebruik te maken van het Corbino effect. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het Hall-effect. Er wordt een lading radiaal door een cilindrische schijf gestuurd. Haaks hierop staat een magneet. Het verschil met structuur geel is dat hier een continue snelheidsfunctie door ontstaat.

De temperatuur wordt gemeten door gebruik te maken verandering van weerstand bij verschillende temperaturen.

De massa van de spindel wordt gemeten met een balans

4 KEUZENVERANTWOORDING

Om een verantwoorde keuze te maken uit de drie structuren is het van belang dat deze worden afgewogen tegen eerder opgestelde eisen pakket. Er wordt in het eisen pakket onderscheid gemaakt tussen vast en variabele eisen. Iedere structuur moet minstens voldoen aan de vaste eisen, terwijl de variabele eisen bepalen welke structuur het beste is.

Doordat de focus van het MPO op het meten ligt is er een filtering van de relevante eisen uit het pakket van eisen gemaakt.

Tabel 1 Relevante eisen voor meetapparatuur

ID	Beschrijving	Type
Fun1	Nauwkeurigheid in de gewenste lengte (3m) van 2 %	Vast
Fun5	Maximale doorschot op basis van de lengte van 5%	Vast
Fun6	De besturing, regeling en meetapparatuur van de spindel en haar condities moet in 1 schakelkast plaatsen	Vast
Fun7	De besturing, regeling en meetapparatuur moet te gebruiken zijn bij spindels van verschillende groottes.	Vast
Fun8	De besturing, regeling en meetapparatuur moet een efficiënt gebruik van energie verzorgen.	Variabel
Fun10	Meetapparatuur zo nauwkeurig mogelijk	Variabel
Fab1	Gebruik maken van genormaliseerde en gecertificeerde onderdelen en componenten	Vast
Fab2	Componenten compleet geassembleerd aan te leveren aan Coil Machines	Wens
Fab3	Productie en inkoop kosten zo laag mogelijk	Variabel
Fab4	Sensoren zo weinig mogelijk ruimte laten innemen	Variabel
Wet1	Warenwetbesluit machines	Vast
Wet2	CE-wetgeving	Vast
Wet3	2006/42/EG nl Machine richtlijn	Vast
Wet4	Arbeidsmiddelen richtlijn	Vast
Wet5	NEN-EN-IEC 60204-1 Elektrische veiligheid van machines	Vast
Wet6	NEN-EN-IEC 60034 Roterende elektrische machines	Vast

4.1.1 Toetsing aan de vaste eisen

Als alle drie gekozen structuren naast bovenstaande vaste eisen gelegd worden valt op dat structuur geel niet aan functionele eis 1 kan voldoen. Bij Fun1 wordt gesteld dat afgeleverde lengtes op een nauwkeurigheid van $\pm 2\%$ afgeleverd moeten worden. Dit is $3000[mm] \times 2\% \times 2 = 120[mm]$. Metingen van de afgelegde weg worden uitgevoerd door een Hall-sensor. Deze sensor registreert iedere omwenteling. Er wordt aangenomen dat de klemrol waarop deze Hall-sensor geplaatst is een diameter heeft van $70[mm]$. De omtrek van de klemrol is dan $2 \times \pi \times r \approx 219[mm]$. De afstand is bijna twee keer zo groot als

Structuur rood en groen kunnen wel aan alle vaste eisen voldoen.

4.1.2 Weging van de variabele eisen

De wegingsfactor van de eisen wordt bepaald door mate van belang ten opzichte van elkaar te meten. Dit gebeurt in onderstaande matrix. Hieruit komt een rang factor. Deze factor bepaald samen met de stakeholder factor de wegingsfactor.

$$F_{rang} \times \frac{\sum stakeholder}{n_{stakeholders}} = Wegingsfactor$$

Tabel 2 wegingsfactor

	Fun8	Fun10	Fab2	Fab3	Fab4	Rang	Rang Factor	Stakeholders Factor	Wegingsfactor
Fun8		0	1	1	0	2	1,5	4,5	6,8
Fun10	1		1	1	1	4	2	4,5	9
Fab2	0	0		0	0	0	1	4,67	4,7
Fab3	0	0	1		0	1	1,25	2,33	2,9
Fab4	1	0	1	1		3	1,75	4,5	7,9

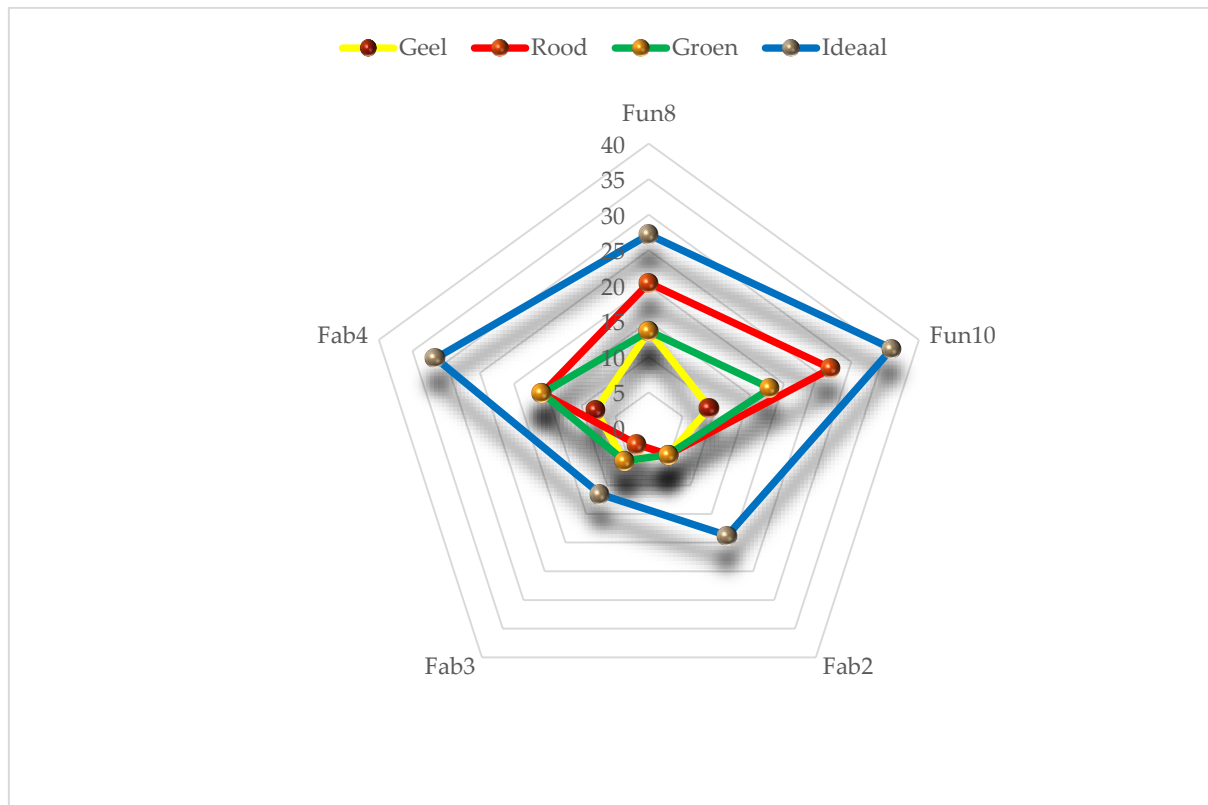
4.1.3 Selectie van de beste structuur doormiddel van een kesselring

Het resultaat uit tabel 2 wordt omgezet naar een beoordelingsmatrix. Hierin worden de variabele eisen van de functionele- en fabricage eisen vergeleken met de verschillende oplossingen. Zie hiervoor tabel 3.

Tabel 3 beoordelingsmatrix

Structuren				
	Waardering			
	Geel	Rood	Groen	Ideaal
Fun8	2x6,8	3x6,8	2x6,8	4x6,8
Fun10	1x9	3x9	2x9	4x9
Fab2	1x4,7	1x4,7	1x4,7	4x4,7
Fab3	2x2,9	1x2,9	2x2,9	4x2,9
Fab4	1x7,9	2x7,9	2x7,9	4x7,9
Σ	41	70,8	57,9	125,2
Rel Σ	32,75	56,55	45,25	100

De som van de verschillende oplossingen geeft uiteindelijk een uitkomst. Deze waarde wordt vergeleken met de optimale uitkomst. Uit deze waarde kan er een relatieve waarde berekend worden. Dit geeft in een oogopslag een resultaat in procenten welke structuur het beste voldoet.



Figuur 5 Kesselring van de verschillende structuren

Concluderend uit de waarden uit tabel 3 en het visuele beeld uit de kesselring van figuur 5 kan er gezegd worden dat de rode structuur het dichtste in de buurt komt van de ideale situatie.

5 UITWERKING VAN DE RODE STRUCTUUR

Uit de keuze afweging blijkt dat de rode structuur op de meeste punten refereert aan de requirements van de verschillende stakeholders. De rode structuur zal ook verder in detail uitgewerkt worden. In de volgende paragrafen volgt een uitgebreide omschrijving en een principe schema van de gekozen structuur.

5.1.1 Gedetailleerde omschrijving van de rode structuur

De draadtoevoermachine is uitgerust met een spindel. Om deze spindel, welke een diameter heeft van 50 cm bij een hoogte van 50 cm, is een draad gewikkeld met een diameter van 5 mm. De spindel wordt in een klimaatkast geplaatst welke is uitgerust met een verwarmingsspiraal. Deze klimaatkast zorgt voor een constante temperatuur van 45 °C. De constante temperatuur in de klimaatkast wordt met behulp van een thermokoppel waargenomen. Een thermokoppel is een temperatuursensor welke werkt op basis van het Seebeck-effect. Het thermokoppel bestaat uit twee draden, ofwel contactpunten. Wanneer er tussen deze contactpunten een potentiaalverschil ontstaat wordt er een signaal uitgestuurd naar de besturingskast. De regeling in de besturingskast zorgt ervoor dat de temperatuur naar boven of naar beneden bijgesteld moet worden.

Op het moment dat de machine in werking gaat, de spindel gaat draaien en het draad wordt afgewikkeld gebeurt de aansturing hiervan door een motor en de daarbij passende overbrenging. De aansturing van de motor gebeurt vanuit de besturingskast. Hiervoor zal een regeling gemaakt worden die de gehele draadtoevoermachine kan bedienen en regelen.

Gezien de draadtoevoermachine geregeld dient te worden zodat er voldaan kan worden aan de gevraagde lengte van 3 meter, met een nauwkeurigheid van 2%, in een periode van 10 seconden waarna in een periode van 5 seconden de draad afgeknipt wordt zal dit vanuit de schakelkast geregeld moeten worden. Hiervoor wordt een regeling schema gemaakt welke instelbaar is. Om de exacte lengte van 3 meter te kunnen definiëren wordt dit gedaan met behulp van accelerometer. Dit type versnellingsmeter meet de versnelling van het rollersysteem die het draad geleidt. De output van de accelerometer is weer input voor de aansturing van de spindel.

Tenslotte wordt de veranderende massa van de spindel gemeten door compressie van een veer. Het afknippen van de draad gebeurt met behulp van een knipmachine.

5.1.2 Principe schema van de rode structuur

Het principe schema van de gekozen rode structuur zal verder uitgewerkt worden. Zie hiervoor bijlage 4.

6 CONCLUSIE

Coil machines heeft als opdrachtgever van dit project in een eerder stadium een draadtoevoermachine ontworpen. Het ontwerp was op mechanisch vlak zo goed als gereed. De ontbrekende schakel voordat het product op de markt gezet kan worden is de automatisering van de draadtoevoermachine.

De invulling voor de ontbrekende schakel is uitgevoerd door op een methodische wijze functies en de bijbehorende functie vervullers te bepalen. Vanuit de functie vervullers zijn er drie structuren bepaald. Deze structuren zijn tegen elkaar afgewogen waarna het beste resultaat uiteindelijk terug te vinden is de rode structuur.

De rode structuur omvat een oplossing voor een drietal functies welke op basis van het pakket van eisen als variabel gedefinieerd zijn. De vrijheden zijn terug te vinden in het meten van de afgelegde weg van de draad, het meten en reguleren van de temperatuur en het meten van de massa.

De afgelegde weg van de draad kan bepaald worden door de versnelling van de rollen te meten. Dit gebeurt met behulp van een accelerometer. Hiermee wordt de versnelling gemeten.

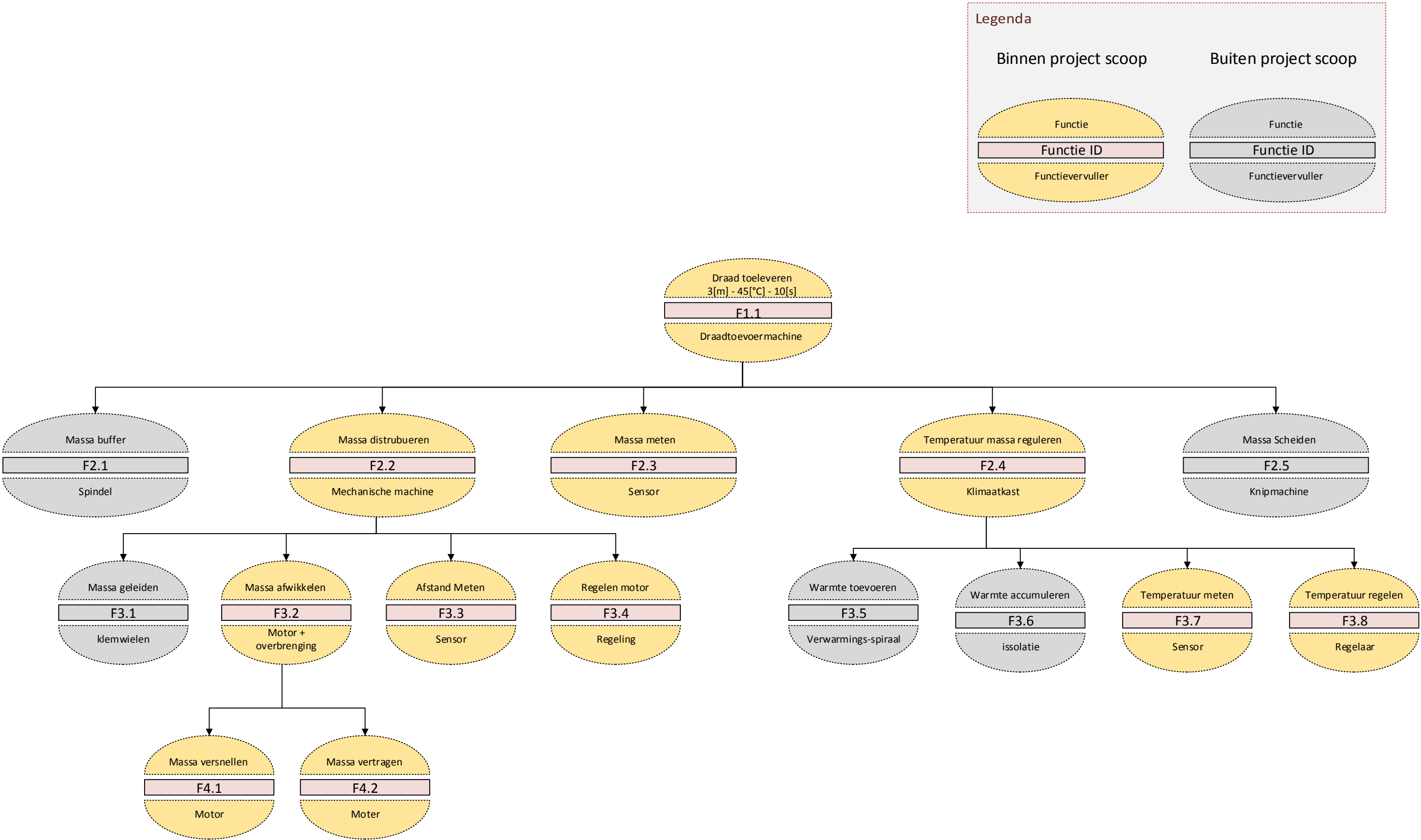
De temperatuur van de klimaatkast wordt met behulp van een thermokoppel waargenomen. Een thermokoppel maakt gebruik van het Seebeck-effect. Hiermee wordt een temperatuurverschil direct omgezet naar een spanning.

De verandering van massa op de spindel wordt met behulp van de compressie van een veer waargenomen.

Doordat er op een methodische wijze naar de verschillende structuren is gekeken zal de hierboven genoemde structuur verder in detail uitgewerkt worden en als eindoplossing opgeleverd worden.

7 BIBLIOGRAFIE

Het huidige document heeft geen bronnen.

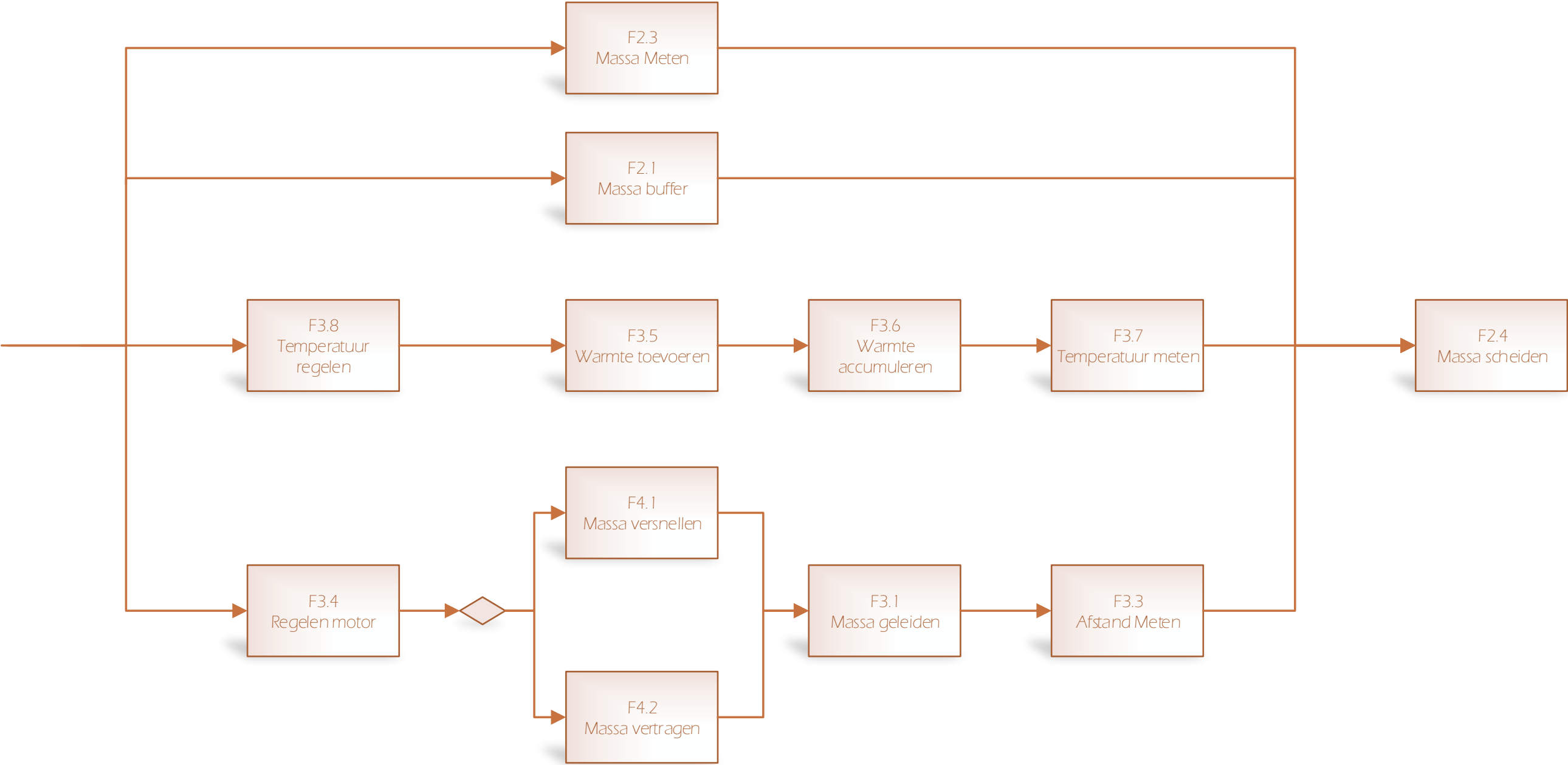


Revisie 20140201

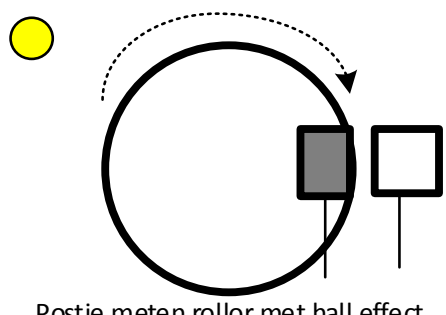

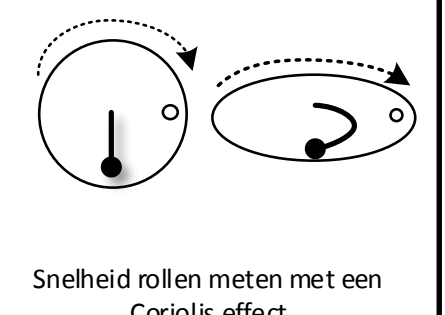
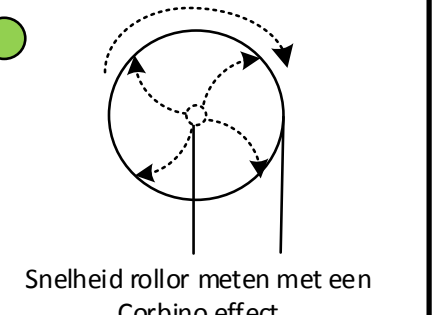
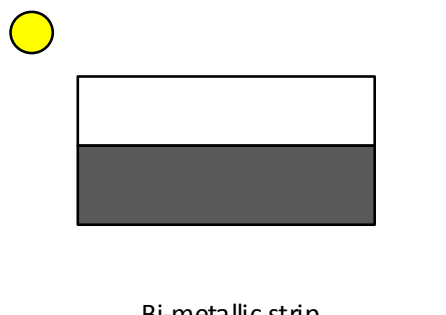
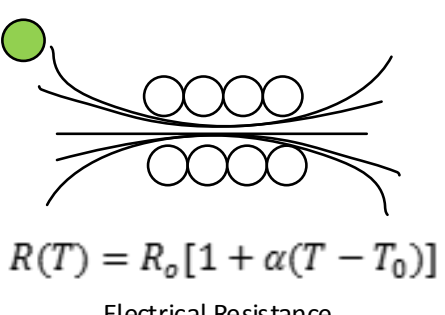
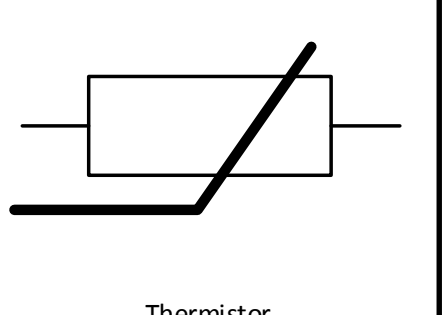
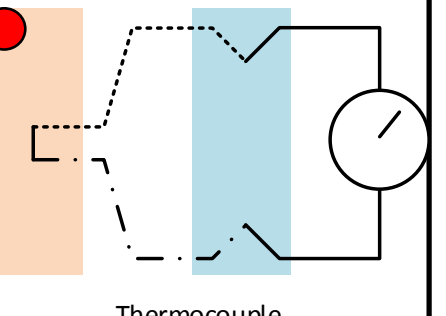
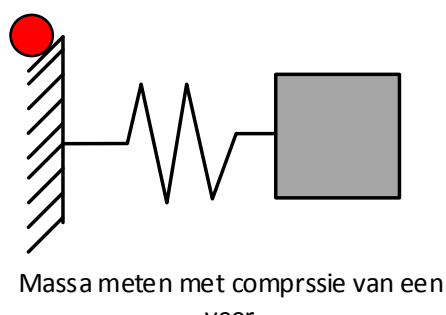
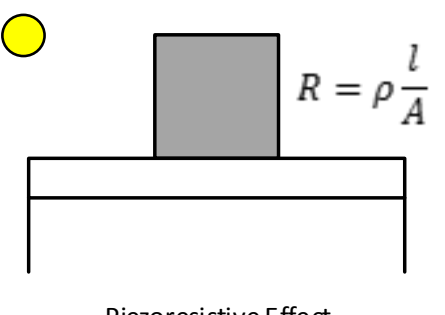
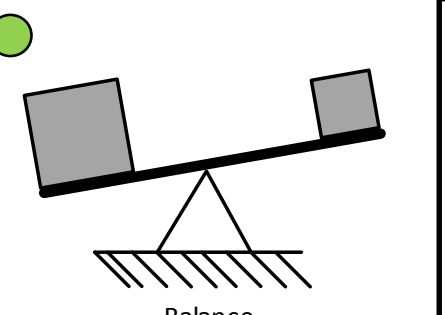
Methodisch Product Ontwerp - Final

Pagina 14/17

Legenda



BIJLAGE III: MORFOLOGISCH OVERZICHT

F3.1	Afstand meten	 <p>Postie meten rollor met hall effect</p>	 <p>Versnelling rollor meten met een accelerometer</p>	 <p>Snelheid rollen meten met een Coriolis effect</p>	 <p>Snelheid rollor meten met een Corbino effect</p>
F3.7	Temperatuur meten	 <p>Bi-metallic strip</p>	 <p>$R(T) = R_o[1 + \alpha(T - T_o)]$ Electrical Resistance</p>	 <p>Thermistor</p>	 <p>Thermocouple</p>
F2.3	Massa meten	 <p>Massa meten met comprssie van een veer</p>	 <p>$R = \rho \frac{l}{A}$ Piezoresistive Effect</p>	 <p>Balance</p>	

BIJLAGE IV: PRINCIPE SCHEMA VAN DE RODE STRUCTUUR

