

2014

Lieraandrijfsysteem Afstudeerverslag

Rick van Dam, student WTB

Stage bedrijf: Globe Airmotors

LIERAANDRIJFSYSTEEM

Rick van Dam

Studentnummer 09004610

Haagse Hogeschool, TIS Delft

HBO Werktuigbouwkunde

Augustus 2014

VOORWOORD

Voor u ligt mijn afstudeerverslag 'Ontwerpen van een lieraandrijfsysteem'. Dit verslag is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding werktuigbouwkunde bij de Haagse Hogeschool. Het verslag beschrijft het gehele ontwerpproces; van plan van aanpak tot het testen van het prototype.

Deze opdracht is tot stand gekomen door de vraag vanuit de markt naar lieraandrijfsystemen. De directeur van Globe Airmotors, Han Wannet, vroeg me om een standaard ontwerp van een lieraandrijfsysteem te ontwikkelen zodat er eenvoudig aan deze vraag kan worden voldaan. Deze taak heb ik op me genomen en er mijn afstudeeropdracht van gemaakt.

De opdracht werd uitgevoerd tijdens mijn afstudeerstage bij Globe Airmotors in de periode van 10 februari t/m 6 juni 2014. Na mijn stage kon ik parttime blijven werken als junior engineer bij Globe Airmotors. Hierdoor was ik in de gelegenheid om dat wat ik ontworpen had tijdens mijn stage later ook te testen. Deze testresultaten vallen buiten dit verslag maar behandel ik wel tijdens mijn presentatie. Binnen het bedrijf ben ik begeleid door Han Wannet, directeur van Globe Airmotors. Dhr. Wannet is een wo Werktuigbouwkundige.

Vanuit de hogeschool ben ik begeleid door David Tiemens.

Rick van Dam

Alphen aan den Rijn, augustus 2014

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING.....	4
FIGURENLIJST	5
BEGRIPPENLIJST	6
1. INLEIDING	7
2. AFSTUDEEROPDRACHT	8
2.1 OMSCHRIJVING BEDRIJF/AFDELING	8
2.2 OPDRACHTOMSCHRIJVING	9
2.3 PROJECTGRENZEN	10
3. ACHTERGROND INFORMATIE	11
3.1 LUCHTMOTOREN	11
3.1.1 Vaanmotoren	11
3.1.2 Zuigermotoren.....	12
3.2 TANDWIELKASTEN.....	13
3.2.1 Coaxiale kasten	13
3.2.2 Wormwielkasten.....	13
3.2.3 Planetaire tandwielkasten.....	13
3.3 REMMEN	13
3.4 LUCHTBEHANDELING	13
3.5 CONTROLE KLEPPEN	13
3.6 LIER.....	14
3.7 ATEX	15
4. ANALYSE SYSTEEM.....	16
4.1 FUNCTIE ANALYSE TOTALE SYSTEEM.....	16
4.2 FUNCTIE ANALYSE COMPONENTEN	17
4.2.1 PC-2.....	17
4.2.2 PLC-2	17
4.2.3 Limit switch	17
4.2.4 Brake release.....	18
4.2.5 Emergency brake release	18
4.2.6 MC cabinet.....	18
4.2.7 Overload limiter	19
4.3 PAKKET VAN EISEN EN WENSEN TOTALE SYSTEEM	20
4.4 PAKKET VAN EISEN EN WENSEN COMPONENTEN	20
4.4.1 PC-2.....	20
4.4.2 PLC-2	21
4.4.3 Limit switch	21
4.4.4 Brake release.....	22
4.4.5 Emergency brake release	22
4.4.6 MC cabinet.....	23
4.4.7 Overload limiter	23
4.5 PNEUMATISCH SCHEMA.....	25
4.6 MORFOLOGISCH OVERZICHT.....	26
4.6.1 PC-2.....	26
4.6.2 PLC-2	27
4.6.3 Limit switch	27

4.6.4 Brake release.....	28
4.6.5 Emergency brake release.....	28
4.6.6 MC cabinet.....	29
4.6.7 Overload limiter.....	29
4.7 CONCEPT KEUZE.....	30
4.8 KOSTENRAMING.....	31
5. UITWERKING ONTWERP	32
5.1 PC-2.....	32
5.2 PLC-2	32
5.3 LIMIT SWITCH	34
5.3.1 Kunststof limitswitch	34
5.3.2 SS316 limitswitch.....	34
5.4 BRAKE RELEASE	36
5.5 EMERGENCY BRAKE RELEASE.....	37
5.6 MC-CABINET.....	39
5.6.1 Revisie 1	39
5.6.2 Revisie 2	39
5.7 OVERLOAD LIMITER.....	40
5.7.1 Revisie 1	40
5.7.2 Revisie 2	40
5.8 TOTALE SYSTEEM	40
6. CONCLUSIE	42
8. DANKWOORD.....	43
9. BRONNEN.....	44

SAMENVATTING

Globe Airmotors is een snel groeiend bedrijf. Met deze groei komen echter ook nieuwe problemen naar boven. De laatste tijd komen er bijvoorbeeld steeds vaker aanvragen van klanten binnen voor een volledig pneumatisch systeem dat een lier kan aandrijven. Zonder een goed standaard ontwerp verliest Globe Airmotors veel potentiële klanten en dus winst.

Uit dit probleem is deze afstudeeropdracht voortgekomen. Het doel van dit project is om aan het einde van het traject een volledig standaard ontwerp te hebben. Om er zeker van te zijn dat het hele systeem het ook zal gaan doen, wordt er een prototype gemaakt die vervolgens getest zal worden. Uit de resultaten van deze testen zullen er aanpassingen en optimalisaties worden gedaan aan het ontwerp.

Voordat er aan het ontwerpen begonnen is, is er uitgezocht welke onderdelen er in het systeem moeten zitten. Deze onderdelen werden weer verder uitgesplitst in onderdelen die er al standaard zijn en onderdelen die er niet standaard zijn. Vervolgens zijn er concepten opgesteld door middel van een functieanalyse, een pakket van eisen en de wensen. Hiervan is uiteindelijk met behulp van de Kesselring methode een concept gekozen dat verder zal worden uitgewerkt in Solidworks. Omdat het ook nodig was om het systeem te testen worden deze uitgewerkte ontwerpen besteld bij de leveranciers en later met behulp van de testopstelling getest.

Aan de hand van de resultaten van dit project wordt er een conclusie gegeven en aanbevelingen gedaan voor de toekomst.

FIGURENLIJST

FIGUUR 1: WERKING VAAN MOTOR	11
FIGUUR 2: WERKING ZUIGERMOTOR	12
FIGUUR 3: BODY CONTROLE KLEP.....	14
FIGUUR 4: SPOEL CONTROLE KLEP	14
FIGUUR 5: EEN LIER.....	15
FIGUUR 6: PC-2	32
FIGUUR 7: PLC-2	33
FIGUUR 8: AANGEPASTE LIMIT SWITCH.....	34
FIGUUR 9: DE SS316 LIMITSWITCH FLENSVERSIE	35
FIGUUR 10: DE SS316 VOETVERSIE.....	35
FIGUUR 11: BRAKE RELEASE RCV UITVOERING	36
FIGUUR 12: BRAKE RELEASE HCV UITVOERING.....	36
FIGUUR 13: TESTOPSTELLING TERUGSLAGKLEP.....	37
FIGUUR 14: TESTOPSTELLING REGULATOR	37
FIGUUR 15: TESTEN VAN DE TERUGSLAGKLEP.....	37
FIGUUR 16: EMERGENCY BRAKE RELEASE	38
FIGUUR 17: DE TESTPOMP.....	38
FIGUUR 18: MC CABINET.....	39
FIGUUR 19: OVERLOADLIMITER	40
FIGUUR 20: TOTALE SYSTEEM MET FICTIEVE LIER	41

BEGRIPPENLIJST

Afkorting	Betekenis	Beschrijving
SS316	Stainless steel 316	Roestvast staal met extra weerstand tegen chlorides (wat bijv. in zeewater zit). Ook wel marine grade stainless steel genoemd vanwege zijn toepassingen in de offshore.
RCV	Remote control valve	Klep om de motor op afstand pneumatisch te besturen. Deze zit op de motor.
HCV	Hand control valve	Klep om de motor met een hendel. Deze zit op de motor.
PC-2	Pendant control	Klep die in de hand kan worden gehouden en waarmee de motor kan worden bestuurd.
PLC-2	Pendant lever control	Klep die in de hand kan worden gehouden en waarmee de motor kan worden bestuurd. Snelheid is regelbaar.
LC-2	Lever control	Hendel waarmee de motor kan worden bestuurd. Snelheid is regelbaar.
HDPE	High density polyethylene	Polyethyleen met een hoge moleculaire massa
HMPE	High-modulus polyethylene	Polyethyleen met een heel erg hoge moleculaire massa
ATEX	ATmosphères EXplosibles	Norm voor veiligheid in explosiegevaarlijke omgevingen
IP	Ingress Protection	Norm over onder andere bescherming tegen vocht en stof

1. INLEIDING

Globe Airmotors produceert luchtmotoren. Dit zijn motoren die op perslucht werken. Deze worden vaak gebruikt in explosiegevaarlijke omgevingen. Verder verkoopt Globe Airmotors toebehoren zoals tandwielkasten, controlekleppen et cetera. Daarnaast worden er klant specifieke oplossingen bedacht. De laatste paar jaar komen er steeds meer vragen naar een pneumatisch aandrijfsysteem voor een lier. Daarom wil Globe Airmotors een standaard ontwerp hebben voor een lieraandrijfsysteem zodat het makkelijker is om aan deze vraag te voldoen.

Dit verslag behandelt het ontwerpproces dat tot het uiteindelijke standaardontwerp leidt. Dit is gedaan om meer duidelijkheid te geven over de ontwerpkeuzes die tijdens het project zijn gemaakt.

De opbouw van dit rapport is chronologisch. Stap voor stap wordt het ontwerpproces naar het standaardontwerp behandeld. Dit houdt in dat de eerste hoofdstukken zullen gaan over het vergaren en ordenen van de informatie. Oftewel de opdrachtomschrijving, de planning, de projectgrenzen, de functieanalyse en het plan van eisen en wensen.

Vervolgens zal deze informatie gebruikt worden om concepten te bedenken. Uit deze concepten wordt een eindconcept gekozen m.b.v. een morfologisch overzicht en de Kesselring methode. Dit concept zal verder worden uitgewerkt tot een eindontwerp met behulp van AutoCAD en Solidworks.

Tot slot zal er een conclusie worden gegeven en worden er aanbevelingen gedaan over het project.

2. AFSTUDEEROPDRACHT

2.1 OMSCHRIJVING BEDRIJF/AFDELING

De GLOBE groep is in 1986 opgericht en houdt zich bezig met het ontwerp, de productie, de advisering, de verkoop en de revisie van luchtmotoren, hogedruk testpompen, testsystemen, gas boosters en perslucht drukverhogers.

Onder de GLOBE groep opereren 4 bedrijven: GLOBE Benelux BV, GLOBE Airmotors BV, GLOBE Services BV en GLOBE Test Equipement BV.

GLOBE heeft een enthousiast team met veel ervaring en expertise. GLOBE heeft een hoog service niveau en korte levertijden. Alle standaardproducten zijn uit voorraad leverbaar. Doordat GLOBE haar eigen producten fabriceert kunnen klant specifieke oplossingen worden geboden. Nieuwe producten worden in eigen beheer ontworpen en getest.

Ik zal gaan afstuderen bij GLOBE Airmotors BV. Globe Airmotors heeft zich toegespitst op het maken van luchtmotoren die vooral gebruikt worden in de Offshore.

2.2 OPDRACHTOMSCHRIJVING

De afgelopen tijd is er een toenemende vraag naar een compleet lieraandrijfsysteem vanuit de markt. Het probleem is echter dat er geen bestaand compleet ontwerp hiervoor is. Wel zijn er al een aantal standaard onderdelen. Er moet dus worden uitgezocht wat er al is, hoe dit kan worden aangevuld en hoe dit tot een geheel kan worden gemaakt.

De volgende standaard onderdelen zitten in dit systeem:

1. De motor
2. Rem
3. Tandwielkast
4. Kleppen
5. Luchtbehandeling
6. Geluidsdempers

Elk standaard onderdeel kan uit meerdere opties bestaan. Bijv. bij 'motor' zijn er vaanmotoren en zuigermotoren en daarbinnen zijn deze weer onder te verdelen in verschillende vermogens.

De opdracht is dus om een compleet lieraandrijfsysteem te ontwerpen met alle toebehoren en opties. Deze opdracht zal uit een aantal delen bestaan:

1. Analyseren welke componenten er nodig zijn. Vergelijking met de componenten die al beschikbaar zijn.
2. De componenten die niet beschikbaar zijn zullen moeten worden ontworpen of worden besteld bij een leverancier.
3. Het hele systeem moet meerdere opties per component hebben (bijvoorbeeld hand control valve of remote control valve). Mogelijk zijn hiervoor aanpassingen nodig.
4. Indien nodig moeten er berekeningen worden uitgevoerd. Bijvoorbeeld voor flow.

2.3 PROJECTGRENZEN

Het is belangrijk om te weten wat binnen de afstudeeropdracht valt en wat niet. Dit is om te voorkomen dat er zaken bij worden gehaald die niks met de opdracht te maken hebben en de opdracht zelf in gevaar kunnen brengen.

Deze opdracht zal zich beperken tot het aandrijvingssysteem. De lier zelf wordt buiten beschouwing gelaten. Verder wordt er aan alle standaardonderdelen geen aandacht besteed tenzij er aanpassingen moeten worden gemaakt aan deze onderdelen. Voorbeelden van deze standaard onderdelen zijn:

- De motor
- Rem
- Tandwielkast
- Kleppen
- Luchtbehandeling (filter, regulator, lubricator afgekort FRL)
- Dempers

Wel worden deze standaardonderdelen opgenomen in de tekeningen om een beter beeld te krijgen van het totale systeem. Daarnaast kunnen deze onderdelen invloed hebben op de te ontwerpen systemen en zijn er tekeningen nodig voor de brochures.

Van het uiteindelijk ontwerp zullen de volgende zaken worden opgeleverd:

- 3D ontwerp
- 2D productie tekeningen
- Voor zover dit mogelijk is zal er een prototype worden gemaakt en getest. Dit zal sterk afhankelijk zijn van de levertijden.

3. ACHTERGROND INFORMATIE

Voordat er verder wordt gegaan met het analyseren en ontwerpen van het systeem wordt eerst wat achtergrond informatie gegeven over de componenten en andere zaken die te maken hebben met het project.

3.1 LUCHTMOTOREN

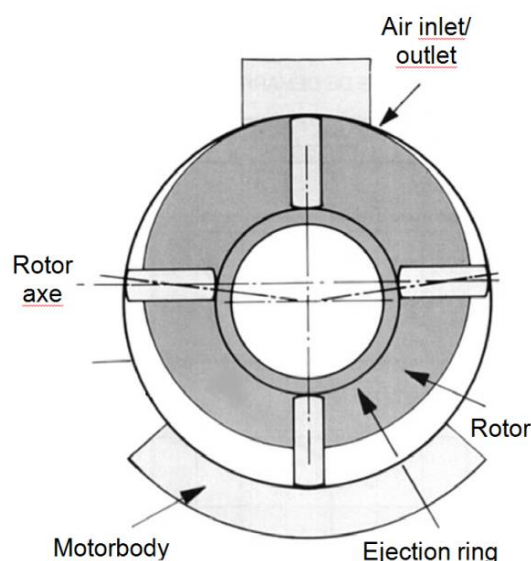
Luchtmotoren draaien op perslucht. Binnen de motor expandeert het gas en wordt deze arbeid omgezet in een roterende beweging. Hoe de expansie verloopt ligt aan het type motor. Elk type heeft zo zijn voordelen en nadelen. Bij Globe Airmotors zijn er 2 groepen motoren; vaanmotoren en zuigermotoren. Binnen deze groepen zijn er nog meer variaties maar hier wordt niet verder op ingegaan.

Het voordeel van luchtmotoren ten opzichte van elektromotoren is dat deze veel kleiner en goedkoper zijn dan een elektromotor met hetzelfde vermogen. Verder kunnen luchtmotoren in explosiegevaarlijke omgevingen worden gebruikt omdat er in tegenstelling tot een elektromotor geen vonken ontstaan.

Het nadeel van luchtmotoren is dat deze een relatief laag rendement hebben ten opzichte van elektromotoren. Daar komt nog bij dat er een compressor nodig is om de luchtmotor van perslucht te voorzien.

3.1.1 VAANMOTOREN

Een vaanmotor werkt zoals de naam al zegt met vanen. Deze vanen zitten in een rotor die zal gaan ronddraaien. De vanen worden door een ring tegen de wand aan gedrukt. De rotor zit uit het midden van de motor zodat lucht maar via 1 kant kan stromen zoals hieronder te zien is:



FIGUUR 1: WERKING VAAN MOTOR

Voordelen:

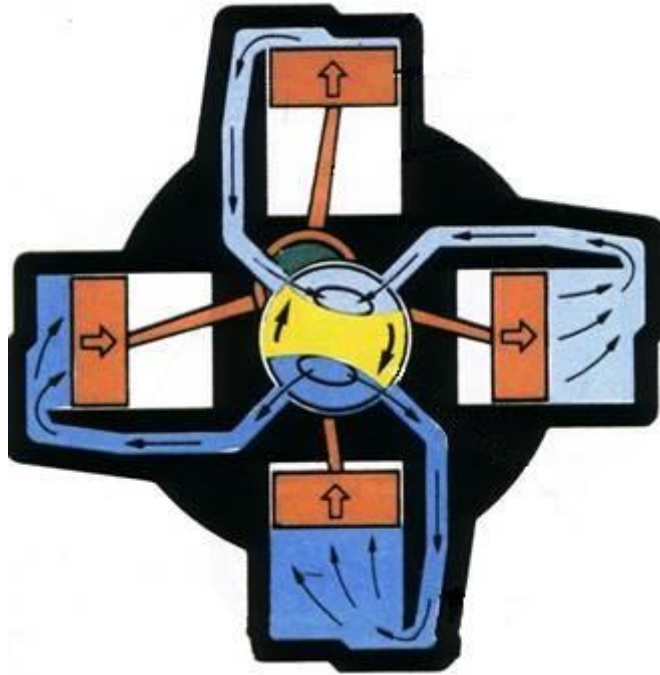
- Goedkoop
- Klein en toch hoog vermogen
- Bestand tegen vuile omgevingen
- Robuust ontwerp

Nadelen:

- Laag rendement
- Zelfs wanneer de motor stilstaat wordt er lucht verbruikt door lekkage

3.1.2 ZUIGERMOTOREN

Zuigermotoren werken met zuigers. Binnen de zuiger zal lucht expanderen waardoor de zuiger zal bewegen en de as zal gaan draaien.



FIGUUR 2: WERKING ZUIGERMOTOR

Voordelen:

- Hoog rendement
- Geen lekkage zelfs wanneer de motor stilstaat
- Bestand tegen vuile omgevingen
- Robuust ontwerp

Nadelen:

- Groter dan vaanmotor bij hetzelfde vermogen
- Duurder dan een vaanmotor van hetzelfde vermogen

3.2 TANDWIELKASTEN

Tandwielkasten worden gebruikt om een vertraging toe te passen. Het koppel wordt hierdoor groter en het toerental kleiner. Het vermogen blijft op de rendements-verliezen na gelijk. Een groot aantal verschillende vertragingen zijn mogelijk. Er zijn verschillende type tandwielkasten:

3.2.1 COAXIALE KASTEN

Dit zijn simpele tandwielkasten die werken met gewone tandwielen. De uitgaande as zit in dezelfde richting als de ingaande as.

3.2.2 WORMWIELKASTEN

Dit is een tandwielkast die werkt met een wormwiel. In tegenstelling tot andere tandwielkasten is het niet mogelijk om de uitgaande kant aan te drijven. Dit komt omdat de wrijving binnen de tandwielkast altijd groter zal zijn. Alleen door de ingaande kant aan te drijven zal de wormwielkast gaan draaien. Verder zit de uitgaande as op 90 graden van de ingaande as

3.2.3 PLANETAIRE TANDWIELKASTEN

Dit zijn tandwielkasten die werken met een planeetwiel mechanisme. Deze zijn compacter dan andere tandwielkasten met dezelfde vertraging. De uitgaande as zit in dezelfde richting als de ingaande as en is daarnaast ook concentrisch.

3.3 REMMEN

De remmen die worden gebruikt bij Globe Airmotors werken met lucht. Wanneer er geen druk staat op de rem zal deze in de meeste gevallen dicht zitten. De rem is dus NC (Normally Closed). De reden hiervoor is dat als in geval van nood het systeem geen luchtdruk meer heeft de motor niet vrij zal gaan draaien.

3.4 LUCHTBEHANDELING

Luchtmotoren kunnen vaak niet zomaar op perslucht draaien. Meestal moet de lucht worden gefilterd en hebben de motoren smering nodig. Dit gebeurt met een filter en een lubricator. Verder is het in de meeste gevallen nodig om de druk te regelen. Hiervoor wordt een regulator gebruikt. Op de werking van deze systemen wordt verder niet ingegaan.

3.5 CONTROLE KLEPPEN

Om de luchtmotoren aan te sturen worden controlekleppen gebruikt. Deze komen in twee verschillende soorten namelijk de RCV en de HCV. RCV staat voor Remote Control Valve en HCV staat voor Hand Control Valve. Deze controlekleppen werken allebei met een spoel die in de body zit. Op de volgende pagina zijn foto's te zien van de body en de spoel van de controle klep:



FIGUUR 3: BODY CONTROLE KLEP



FIGUUR 4: SPOEL CONTROLE KLEP

Het verschil tussen de RCV en de HCV is dat de RCV met lucht wordt aangestuurd en op afstand is te besturen. De HCV wordt met een hendel aangestuurd die op de klep zelf zit. Verder is het belangrijk om op te merken dat beide kleppen proportioneel zijn wat betekent dat de flow naar de motor kan worden geregeld en deze kleppen niet aan of uit zijn. Hoe verder de spoel zal bewegen hoe groter de doorlaat en dus de flow zal worden.

3.6 LIER

Een lier is een werktuig dat wordt gebruikt om mee te hijsen, te vieren of te positioneren. Lieren komen overal voor maar vooral in de offshore worden veel lieren gebruikt. Een lier bestaat meestal uit een trommel waarop een kabel op wordt gewonden. Er bestaan echter ook lieren die met een ketting of met touw werken.

Omdat men in de offshore vaak met explosiegevaarlijke omgevingen in aanraking komt zal het ontwerp van de lier hier rekening mee moeten houden. In de volgende paragraaf wordt er meer uitgelegd over de norm die over explosiegevaarlijke omgevingen gaat.



FIGUUR 5: EEN LIER

3.7 ATEX

ATEX staat voor ATmosphères EXplosibles. Dit is een norm die over veiligheid in explosie gevaarlijke omgevingen gaat. Binnen deze norm is de explosiegevaarlijke omgeving in 3 zones onderverdeeld:

- Zone 0/20: In deze zone heerst er bijna altijd explosiegevaar
- Zone 1/21: In deze zone is het waarschijnlijk dat er explosiegevaar is
- Zone 2/22: In deze zone is het onwaarschijnlijk dat er explosiegevaar is

Verder wordt er nog onderscheidt gemaakt tussen gasen en stof. Zone 0, 1 en 2 is voor gasen en zone 20, 21, 22 is voor stof.

Wanneer een product een ATEX certificering heeft mag deze in de betreffende zone worden gebruikt. Een ATEX certificering hoeft dus niet te betekenen dat je het product in alle explosiegevaarlijke omgevingen mag gebruiken. Het kan bijvoorbeeld ook alleen een certificering zijn voor zone 2.

Een paar voorbeelden van oorzaken van explosies in explosiegevaarlijke omgevingen:

- Statische elektriciteit. Dit is vooral een probleem met materialen die niet geleiden. Deze zullen lading blijven opbouwen totdat deze hoog genoeg is dat deze kan overspringen wat resulteert in een vonk.
- Hoge oppervlaktetemperatuur. Dit kan ervoor zorgen dat het gas of de stof zijn ontbrandingstemperatuur bereikt wat leidt tot ontbranding en een eventuele explosie.
- Open vlammen. Ook dit kan ervoor zorgen dat de ontbrandingstemperatuur van het gas of de stof wordt bereikt.
- Vonken die ontstaan door wrijving of een impact. Dit kan er tevens voor zorgen dat de ontbrandingstemperatuur wordt bereikt.

Tijdens dit project zal er vooral veel op statische elektriciteit moeten worden gelet. Verder zal het ontwerp moeten kunnen functioneren in zone 1/21, de zone waarin het waarschijnlijk is dat er explosiegevaar is.

4. ANALYSE SYSTEEM

Alvorens er wordt begonnen met het ontwerpen van het systeem is het belangrijk dat er eerst een analyse plaatsvindt van alle functies, de eisen en de wensen waaraan het systeem moet voldoen. Hiermee wordt duidelijk wat het systeem wel en niet moet doen. Aan de hand van deze analyse kan er een morfologisch overzicht worden gemaakt waaruit concepten kunnen worden gekozen.

4.1 FUNCTIE ANALYSE TOTALE SYSTEEM

Het lieraandrijfsysteem moet een aantal functies uitvoeren om goed te kunnen functioneren.

Functies:

- Lier aandrijven
 - Controleerbare draaisnelheid
 - Spanning kabel instelbaar
 - Veiligheid te hoge last
 - Veiligheid te ver op/afwikkelen
- Lier Remmen
 - Noodstop
 - Handmatig losbaar

Omdat het systeem modulair opgezet moet worden, worden er om deze functies te vervullen meerdere losse componenten gebruikt. Niet alle componenten zullen essentieel zijn, zo zullen er klanten zijn die bijv. geen behoefte hebben aan de functie 'Veiligheid te hoge last'. In zo'n geval hoeven dus niet alle functies aanwezig te zijn. De volgende componenten kunnen in een mogelijk systeem voorkomen:

- Aandrijving combinatie (motor, rem, tandwielkast etc.) met een brake release systeem.
- Control valves: RCV/HCV (in geval van RCV optie tussen RCV met PC-2 of PLC-2 of LC-2 met een noodstop mushroom button).
- Limit switch.
- MC cabinet met ingebouwde tensioning modus om spanning op de kabel in te stellen. Verder zit hier alle controlekleppen en -knoppen in.
- Overload limiter.
- Emergency brake release.

Het systeem zal uit deze componenten gaan bestaan. Samen zullen zij de hoofdfunctie 'lieraandrijfsysteem' uitvoeren. In het volgende hoofdstuk worden de functies per component verder uitgewerkt. De aandrijving combinatie bestaat uit standaard onderdelen die al beschikbaar zijn. Hier wordt dan ook geen verdere aandacht aan besteed. Verder is er al een goed ontwerp van de LC-2. Deze zal dus ook niet verder worden uitgewerkt.

4.2 FUNCTIE ANALYSE COMPONENTEN

Om een beter beeld te krijgen welke functies elk component zal vervullen, worden de functies hier per component uitgewerkt.

4.2.1 PC-2

De PC-2 maakt het mogelijk de motor op afstand te kunnen besturen. Snelheid regelen is niet mogelijk.

Functies:

- RCV aansturen
- Rem aansturen

Hulp functies:

- Pneumatische verbindingen
- Bescherming interne componenten

4.2.2 PLC-2

De PLC-2 maakt het mogelijk de motor op afstand te kunnen besturen. Snelheid regelen is wel mogelijk met de PLC-2.

Functies:

- Druk naar RCV aansturen
- Rem aansturen

Hulp functies:

- Pneumatische verbindingen
- Bescherming interne componenten

4.2.3 LIMIT SWITCH

De Limit switch zorgt ervoor dat de lier niet te ver zal draaien om schade te voorkomen.

Functies:

- Sensor te ver draaien
- RCV/HCV aansturen

Hulp functies:

- Pneumatische verbindingen
- Bescherming interne componenten

4.2.4 BRAKE RELEASE

De brake release zorgt ervoor dat de rem los is voordat de motor gaat draaien. Dit mag echter ook niet te laat gebeuren.

Functies:

- Sensor motor draaien
- Rem aansturen

Hulp functies:

- Pneumatische verbindingen
- Bescherming interne componenten

4.2.5 EMERGENCY BRAKE RELEASE

De emergency brake release maakt het mogelijk de lier in nood te kunnen draaien wanneer er geen perslucht beschikbaar.

Functies:

- Reserve perslucht
- Rem aansturen

Hulp functies:

- Pneumatische verbindingen
- Bescherming interne componenten

4.2.6 MC CABINET

De tensioning modus zit ingebouwd in de control cabinet. Verder zitten alle controle onderdelen hierin gebouwd.

Functies:

- Systeem aanzetten/uitzetten.
- Kiezen normale modus of tensioning modus.
 - Spanning kabel instelbaar in tensioning modus

Hulp functies:

- Pneumatische verbindingen
- Bescherming interne componenten

4.2.7 OVERLOAD LIMITER

De overload limiter zorgt ervoor dat de motor een lagere startkoppel heeft.

Functies:

- Startkoppel motor verminderen
 - Motor aansturen

Hulp functies:

- Pneumatische verbindingen
- Bescherming interne componenten

4.3 PAKKET VAN EISEN EN WENSEN TOTALE SYSTEEM

Naast de functies die het systeem moet uitvoeren zijn er ook nog eisen en wensen waaraan het systeem moet voldoen. Eerst worden de eisen en wensen voor het systeem als geheel behandeld.

Harde Eisen:

- Geen elektriciteit i.v.m. explosiegevaar. Luchtmotoren worden namelijk vaak gebruikt in explosiegevaarlijke omgevingen of omgevingen waar geen elektriciteit beschikbaar is.
- ATEX certificering voor zone 1 en 21.

Variabele eisen

- Zo goedkoop mogelijk.
- Corrosiebestendigheid.
- Bescherming kwetsbare onderdelen

Wensen:

- Zoveel mogelijk modulair opzetten zodat het makkelijk is om zonder veel aanpassingen andere opties te gebruiken.
- Mooi afgewerkt geheel, geen zichtbare loshangende lucht slangetjes etc.

Omdat dit nog erg globaal is wordt er in de volgende paragraaf per onderdeel aangegeven wat de eisen zijn voor een goede werking van het systeem. De onderdelen moeten aan zowel de globale eisen als de onderdeel specifieke eisen voldoen. Aan de wensen moet zo veel mogelijk worden voldaan.

4.4 PAKKET VAN EISEN EN WENSEN COMPONENTEN

Naast de algemene eisen en wensen voor het hele systeem zijn er ook eisen en wensen gesteld aan de individuele onderdelen.

4.4.1 PC-2

PC staat voor Pendant Control. Het doel van deze klep is om een luchtmotor op afstand te kunnen besturen. Deze wordt in de hand vastgehouden waardoor deze niet te zwaar kan zijn. Daarnaast heeft deze een emergency stop valve. Hiermee kan in geval van nood een noodstop worden gemaakt.

Harde Eisen:

- Beschermbeugel voor de aanstuurknoppen ter bescherming tegen bijvoorbeeld vallen.
- Moet een emergency stop valve hebben met rode mushroom button.
- Geen elektriciteit i.v.m. explosiegevaar. Luchtmotoren worden namelijk vaak gebruikt in explosiegevaarlijke omgevingen of omgevingen waar geen elektriciteit beschikbaar is.
- ATEX certificering voor zone 1 en 21.

Variabele eisen:

- Minder dan 1 kilo zwaar. Deze klep wordt namelijk in de hand vastgehouden en kan dus niet te zwaar zijn.
- Maximale afmetingen van 250x150x100mm (zonder de slangklem en slang), liefst kleiner.
- Corrosiebestendigheid
- Bescherming kwetsbare onderdelen

4.4.2 PLC-2

PLC staat voor Pendant Lever Control. Het doel van deze klep is om een luchtmotor op afstand te kunnen besturen. Deze wordt in de hand vastgehouden waardoor deze niet te zwaar kan zijn. Het verschil met de PC-2 is dat deze klep niet aan of uit is maar regelbaar tussen 0% en 100% wat meer controle geeft over de luchtmotor. Dit gebeurt met behulp van regulators. Daarnaast heeft ook deze een emergency stop valve. Hiermee kan een noodstop worden gemaakt.

Harde Eisen:

- Beschermbeugel voor de aanstuur knoppen ter bescherming tegen bijvoorbeeld vallen.
- Moet een emergency stop valve hebben met rode mushroom button.
- Geen elektriciteit i.v.m. explosiegevaar. Luchtmotoren worden namelijk vaak gebruikt in explosiegevaarlijke omgevingen of omgevingen waar geen elektriciteit beschikbaar is.
- ATEX certificering voor zone 1 en 21.

Variabele eisen:

- Minder dan 1 kilo zwaar. Deze klep wordt namelijk in de hand vastgehouden en kan dus niet te zwaar zijn.
- Maximale afmetingen van 250x150x100mm (zonder de slangklem en slang), liefst kleiner.
- Corrosiebestendigheid
- Bescherming kwetsbare onderdelen

4.4.3 LIMIT SWITCH

Het is onwenselijk dat een lier te ver draait. Hierdoor kan de kabel te ver worden afgedraaid of ingehaald worden waardoor er schade kan ontstaan. Een limit switch zorgt ervoor dat de lier niet te ver zal draaien. Aangezien elke lier anders is zal dit instelbaar moeten zijn. Dit betekent dus ook dat de limit switch ter plekke zal moeten worden afgesteld op de lier. Omdat een volledig pneumatische limit switch nog niet bestaat is er

gekozen een bestaande elektrische limit switch aan te passen zodat deze pneumatisch werkt.

Harde Eisen:

- Schakelmoment moet instelbaar zijn.
- Geen elektriciteit i.v.m. explosiegevaar. Luchtmotoren worden namelijk vaak gebruikt in explosiegevaarlijke omgevingen of omgevingen waar geen elektriciteit beschikbaar is.
- ATEX certificering voor zone 1 en 21.

Variabele eisen:

- Bestaande limit switch aanpassen, liefst zo min mogelijk.
- Corrosiebestendigheid
- Bescherming kwetsbare onderdelen

4.4.4 BRAKE RELEASE

De brake release zorgt ervoor dat er lucht naar de rem gaat vlak voordat er lucht naar de motor gaat. Dit zorgt ervoor dat de rem losgaat en de motor kan draaien. Deze wordt ingebouwd in de RCV/HCV. Wegens veiligheidsredenen is het erg belangrijk dat de rem op het juiste moment losgaat. Niet te vroeg of te laat. Als de rem te vroeg losgaat, zou de lier vrij kunnen gaan draaien. Normaal zorgt de luchtmotor voor een remmende werking maar dan moet er wel lucht naar de motor toe gaan anders trekt deze vacuüm en is de remmende werking weg. Als de rem te laat losgaat, zal de lier ineens omhoog schieten wat ook onwenselijk is.

Harde Eisen:

- Rem moet losgaan voordat de motor lucht krijgt en gaat draaien.
- Geïntegreerd in de RCV/HCV.
- Het schakelmoment moet altijd exact op hetzelfde ingestelde punt gebeuren.
- Geen elektriciteit i.v.m. explosiegevaar. Luchtmotoren worden namelijk vaak gebruikt in explosiegevaarlijke omgevingen of omgevingen waar geen elektriciteit beschikbaar is.
- ATEX certificering voor zone 1 en 21.

Variabele Eisen:

- Zo klein mogelijk.
- Het moment dat de rem losgaat moet instelbaar zijn.
- Corrosiebestendigheid
- Bescherming kwetsbare onderdelen

4.4.5 EMERGENCY BRAKE RELEASE

De rem die wordt gebruikt is NC wat betekent dat deze pas losgaat wanneer er druk op de rem staat. Dit is een veiligheidsmaatregel. Dit betekent ook dat als de druk wegvalt

het systeem vast zit. De emergency brake release zorgt ervoor dat het mogelijk is om de rem los te laten gaan zonder perslucht van buitenaf te gebruiken wat handig kan zijn in noodsituaties waar er geen perslucht meer is.

Harde Eisen:

- Rem moet los kunnen zonder perslucht vanaf de compressor.
- Draaiknop om de tank te kunnen ontluchten
- Wanneer de tank niet wordt gebruikt om de rem te lossen zal deze worden afgesloten met een plug als extra veiligheid.
- Geen elektriciteit i.v.m. explosiegevaar. Luchtmotoren worden namelijk vaak gebruikt in explosiegevaarlijke omgevingen of omgevingen waar geen elektriciteit beschikbaar is.
- ATEX certificering voor zone 1 en 21.

Variabele Eisen:

- Corrosiebestendigheid
- Bescherming kwetsbare onderdelen

4.4.6 MC CABINET

De MC cabinet regelt naast het aan en uitzetten van het systeem ook de druk naar de motor. Normaal krijgt de MC cabinet een signaal van de loadlimiter en regelt aan de hand hiervan de maximale druk naar de regulator in de FRL unit. Wanneer tensioning modus aanstaat, zal de maximale druk naar de FRL unit met de hand instelbaar zijn en wordt de loadlimiter niet gebruikt. De tensioning modus maakt het dus mogelijk om het koppel van de motor te kunnen regelen.

Harde Eisen:

- Instellen van de druk naar de motor om het koppel te kunnen regelen.
- Uit knop moet een rode mushroom turn button zijn.
- In combinatie met FRL.
- Veiligheids waarschuwing voor tensioning manifold.
- Geen elektriciteit i.v.m. explosiegevaar. Luchtmotoren worden namelijk vaak gebruikt in explosiegevaarlijke omgevingen of omgevingen waar geen elektriciteit beschikbaar is.
- ATEX certificering voor zone 1 en 21.

Variabele Eisen:

- Corrosiebestendigheid
- Bescherming kwetsbare onderdelen

4.4.7 OVERLOAD LIMITER

Een luchtmotor heeft een hoog startkoppel. Dit is niet wenselijk wanneer de last boven het maximum ligt waardoor er schade zou kunnen ontstaan. Het is echter ook niet

wenselijk dat de luchtmotor altijd op een lagere druk werkt omdat dan het vermogen vermindert waardoor de motor bij hogere toerentallen niet genoeg koppel meer heeft.

De overload limiter zorgt ervoor dat de luchtmotor op een lagere druk begint en stuurt een signaal naar de MC cabinet zodat er naar hogere druk wordt omgeschakeld wanneer de motor genoeg startkoppel heeft om op de lagere druk de last te dragen. Hierdoor wordt een relatief laag startkoppel gehaald zonder het koppel en toerental te beïnvloeden.

Harde Eisen:

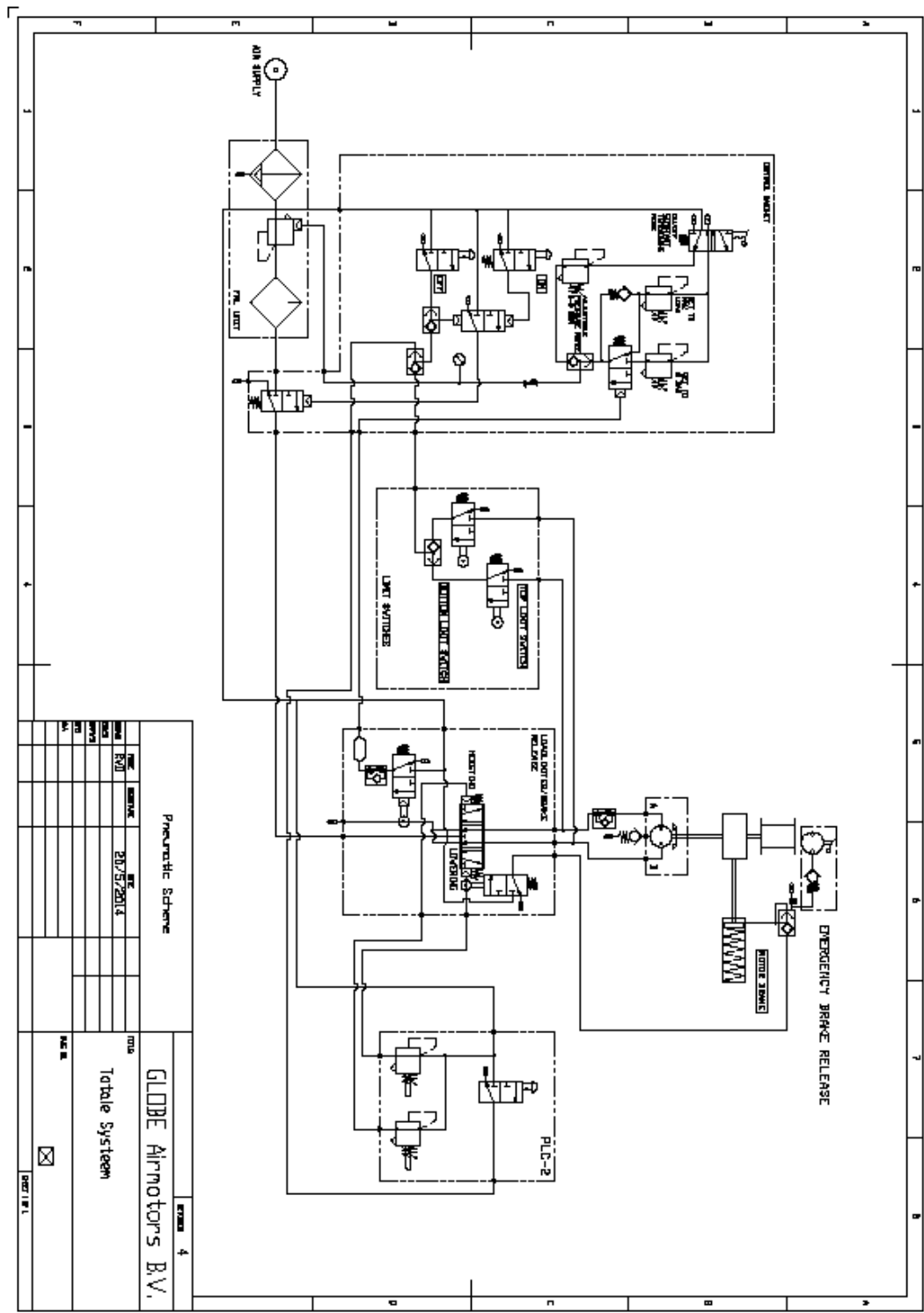
- De motor begint op een lage druk. Wanneer de motor draait wordt er omgeschakeld naar hogere druk. Dit wordt gedaan door een signaal naar de control cabinet te sturen.
- Schakelmoment is instelbaar.
- Vertraagde werking.
- Geen elektriciteit i.v.m. explosiegevaar. Luchtmotoren worden namelijk vaak gebruikt in explosiegevaarlijke omgevingen of omgevingen waar geen elektriciteit beschikbaar is.
- ATEX certificering voor zone 1 en 21.

Variabele eisen:

- Maximaal 500 euro om te produceren.
- Schakelmoment heeft een standaardafwijking van max 50%.
- Corrosiebestendigheid
- Bescherming kwetsbare onderdelen

4.5 PNEUMATISCH SCHEMA

Voordat de concepten gekozen worden, worden er eerst pneumatische schema's gemaakt. Deze maken het duidelijker welke onderdelen er in de gekozen concepten gaan zitten en hoe deze met elkaar gaan werken. Later, wanneer de concepten gekozen en uitgewerkt zijn, kan er samen met de schema's een goede schatting worden gemaakt van welke onderdelen er in de uitgewerkte concepten komen. Dit is belangrijk om de productiekosten te kunnen inschatten. Hieronder volgt een schema van een mogelijk totaal systeem:



4.6 MORFOLOGISCH OVERZICHT

Elk onderdeel zal uit een aantal verschillende subonderdelen bestaan. In het morfologisch overzicht wordt er per subonderdeel de verschillende opties weergegeven. Door voor elk subonderdeel een aantal verschillende opties te kiezen ontstaan er meerdere concepten. Voor elk onderdeel van het totale systeem zijn 3 concepten aangehouden. De verschillende kleuren staan voor verschillende concepten:

- Blauw: Concept 1
- Geel: Concept 2
- Groen: Concept 3

In de volgende paragraaf wordt er met behulp van de Kesselring methode de eindconcepten gekozen. Deze zullen verder worden uitgewerkt met een 3D ontwerp in Solidworks. De concepten die niet gekozen zijn zullen niet verder worden behandeld. De morfologische overzichten zelf zijn te vinden in bijlage E1.

4.6.1 PC-2

Concept 1

Dit concept zal bestaan uit een kunststof manifold waarin cartridge valves worden ingebouwd. De verbindingen worden gerealiseerd door de manifold zelf in combinatie met push in fittings. Het geheel zal worden beschermd door een SS316 beschermkap. Doordat het merendeel van dit concept van kunststof is zal deze een stuk lichter zijn. Wel kan er statische lading opbouwen omdat normaal kunststof niet geleid. Daarom zal een speciaal soort kunststof moeten worden gebruikt.

Concept 2

Dit concept zal bestaan uit een kunststof manifold waarin cartridge valves worden ingebouwd. De verbindingen worden gerealiseerd door de manifold zelf in combinatie met push in fittings. Het geheel zal worden beschermd door een SS316 beschermkap. Hoewel dit concept relatief zwaar zal zijn hoeven er geen speciale materialen te worden gebruikt om statische elektriciteit tegen te gaan.

Concept 3

Dit concept bestaat uit een SS316 beschermkap waarin minivalves worden ingebouwd. De verbindingen worden gerealiseerd door push in fittings. Dit concept is een stuk groter dan de andere concepten en zal qua gewicht in het midden liggen. Wel is dit concept het goedkoopst.

4.6.2 PLC-2

Concept 1

Dit concept zal bestaan uit een kunststof manifold waarin cartridge valves worden ingebouwd. De verbindingen worden gerealiseerd door de manifold zelf in combinatie met push in fittings. Het geheel zal worden beschermd door een SS316 beschermkap. Doordat het merendeel van dit concept van kunststof is zal deze een stuk lichter zijn. Wel kan er statische lading opbouwen omdat normaal kunststof niet geleidt. Daarom zal een speciaal soort kunststof moeten worden gebruikt. Doordat de manifold van kunststof is kan er een flinke kostenbesparing worden gerealiseerd doordat de plunger regulators geen O-ringen nodig zullen hebben.

Concept 2

Dit concept zal bestaan uit een kunststof manifold waarin cartridge valves worden ingebouwd. De verbindingen worden gerealiseerd door de manifold zelf in combinatie met push in fittings. Het geheel zal worden beschermd door een SS316 beschermkap. Hoewel dit concept relatief zwaar zal zijn hoeven er geen speciale materialen worden gebruikt om statische elektriciteit tegen te gaan. Er zullen O-ringen nodig zijn om de plunger regulators luchtdicht te monteren.

Concept 3

Dit concept bestaat uit een SS316 beschermkap waarin minivalves worden ingebouwd. De verbindingen worden gerealiseerd door push in fittings. Dit concept is een stuk groter dan de andere concepten en zal qua gewicht in het midden liggen. Wel is dit concept het goedkoopst.

4.6.3 LIMIT SWITCH

Concept 1

Bij dit concept wordt de bestaande limit switch zo aangepast dat er minivalves in kunnen worden gemonteerd. Omdat de bestaande limit switch al werkt met een as met een nok zal dit ook in dit concept worden gebruikt. Voor de pneumatische verbindingen worden push in fittings gebruikt. De al bestaande kunststof beschermkap wordt ook hergebruikt. Door veel onderdelen te hergebruiken wordt een flinke kostenbesparing gerealiseerd.

Concept 2

Ook bij dit concept worden de meeste onderdelen van de bestaande limit switch hergebruikt. Hier is alleen gekozen om de kunststof beschermkap te vervangen door een SS316 beschermkap. Dit biedt een betere bescherming dan een kunststof kap maar is wel een stuk duurder.

Concept 3

Bij dit concept wordt een laser gebruikt om de rotaties te tellen van de limit switch. Deze zal de mini valves aansturen. Voor de rest wordt de limit switch hergebruikt.

4.6.4 BRAKE RELEASE

Concept 1

Dit concept zal werken met een normale roller valve die schakelt op een extension die op de spoel van de RCV/HCV wordt gemonteerd. Wanneer de spoel heen en weer beweegt zal de roller valve op een bepaald punt schakelen. Dit schakelpunt is afhankelijk van de vorm van de extension. Door de valve van positie te veranderen kan dit schakelpunt worden aangepast.

Concept 2

Bij dit concept zal een cartridge valve worden gebruikt. Omdat deze niet direct kan schakelen op de extension, wordt hier een roller opgezet.

Concept 3

Hierbij wordt er een mini valve gebruikt i.p.v. een normale valve. Hierop wordt een roller gezet die zal schakelen op de extension die op de RCV/HCV komt te zitten. Deze mini valves zijn echter wel van aluminium daarom is er een beschermkap nodig. Dit is ook montage technisch nodig om de mini valve te kunnen monteren.

4.6.5 EMERGENCY BRAKE RELEASE

Concept 1

Dit concept zal bestaan uit een pomp die apart wordt opgeborgen. Wanneer de rem moet worden gelost, wordt de pomp aangesloten op de rem en kan deze worden los gepompt

Concept 2

Bij dit concept wordt i.p.v. een pomp een luchttank gebruikt. Deze zal zijn druk niet verliezen door een terugslagklep die voor de ingang van de tank zit. Wanneer de rem moet worden gelost moet de tank worden aangesloten op de rem en zal deze de rem lossen wanneer de kraan wordt opengezet. De terugslagklep en de kraan worden beschermd door een SS316 beschermkap.

Concept 3

Dit concept maakt tevens gebruik van een luchttank. Hierbij wordt alleen een manifold gebruikt om de onderdelen met elkaar te verbinden.

4.6.6 MC CABINET

Concept 1

Bij dit concept wordt een combinatie van normale valves en mini valves gebruikt. Dit is nodig omdat mini valves alleen mechanisch kunnen worden aangestuurd en het systeem ook valves bevat die met lucht moeten worden aangestuurd. Deze valves worden in een SS316 beschermkap ingebouwd. De cartridge regulators hebben schroefdraad en worden met behulp van een bracket in de kast gemonteerd. De verbindingen binnen de kast worden met push in fittings gedaan.

Concept 2

Bij dit concept worden cartridge valves en cartridge regulators ingebouwd in een SS316 manifold. Hierdoor zijn er geen fittings nodig en is er ook geen beschermkap nodig.

Concept 3

Bij dit concept worden cartridge valves en cartridge regulators in een kunststof manifold ingebouwd. Hierdoor zijn er geen fittings nodig maar er is wel een beschermkap nodig.

4.6.7 OVERLOAD LIMITER

Concept 1

De oude loadlimiter wordt helemaal opnieuw ontworpen. Er wordt nog steeds een terugslagklep gebruikt om de flow te meten. Wel wordt deze gedempt door een rotary damper. Op de as van de klep wordt een nok gezet waarop de mini valve met roller zal schakelen.

Concept 2

Dit is het oude ontwerp. Een pilot assisted aerial valve wordt gebruikt om te schakelen op een terugslagklep. Deze valve wordt ingebouwd in een SS316 beschermkap die op de terugslagklep wordt gelast.

Concept 3

Bij dit concept wordt een cartridge valve in een kunststof manifold gebouwd. Deze zal met een roller direct op de terugslagklep zelf schakelen. De terugslagklep heeft al schroefdraad en deze zal worden gebruikt om de manifold te monteren op de terugslagklep.

4.7 CONCEPT KEUZE

Met behulp van de kesselring methode worden de concepten gekozen. Hierin worden aan de wensen een wegingsfactor gegeven waarna er een score wordt gegeven. De concepten met de hoogste scores worden gekozen om verder te worden uitgewerkt. Deze concept keuze is terug te vinden in bijlage E2

De gekozen concepten zijn:

- PC-2: Concept 2
- PLC-2: Concept 2
- Limit switch: Concept 1. Hier is later ook gekozen om een SS316 versie te ontwerpen. Sommige klanten willen namelijk een SS316 versie deze zal dus als extra optie worden opgenomen.
- Brake release: Concept 1
- Emergency brake release: Concept ?
- MC cabinet: Concept 1
- Overload limiter: Concept 1

4.8 KOSTENRAMING

Om een goed beeld te krijgen hoe duur het lieraandrijfsysteem gaat worden wordt er een kostenraming gemaakt. Met behulp van een BOM in Solidworks kan er makkelijk een onderdelen lijst worden gemaakt. Van alle onderdelen is uitgezocht hoe duur deze zijn. De kostenraming zelf is terug te vinden in bijlage F.

5. UITWERKING ONTWERP

In dit hoofdstuk worden de gekozen concepten in Solidworks verder uitgewerkt met 3d tekeningen. Hiervan zijn renders en screenshots te zien die een goed idee geven hoe het uitgewerkte concept eruit ziet. De werktekeningen van de uitgewerkte concepten zijn te vinden in de bijlagen.

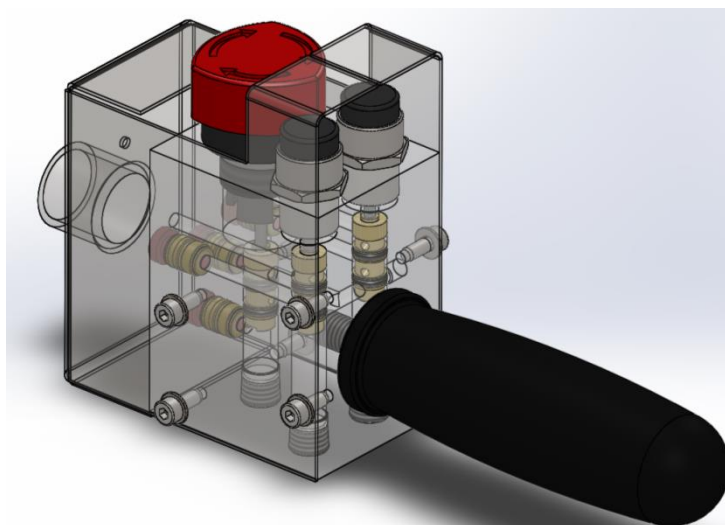
5.1 PC-2

Het nieuwe ontwerp voldoet aan de gewicht eis van max 1kg. Ook wordt aan de wens dat de PC-2 zo licht mogelijk moet zijn aardig voldaan. Het nieuwe ontwerp weegt namelijk maar 719 gram volgens Solidworks. Dit is een flinke verbetering ten opzichte van het oude ontwerp dat enkele kilo's woog.

Dit lage gewicht is mogelijk gemaakt doordat er een kunststof manifold is gebruikt met als bescherming een RVS beschermkap. Als kunststof is er HMPE 1000 zwart gekozen. Deze kunststof heeft als bijzondere eigenschap dat deze een relatief lage elektrische weerstand heeft waardoor statische elektriciteit niet kan opbouwen en er geen vonken kunnen ontstaan. Dit is nodig om de PC-2 in explosiegevaarlijke omgevingen te kunnen gebruiken verder is dit ook nodig voor ATEX certificering.

In de manifold zijn gaten aangebracht waar 3/2 cartridge valves worden ingebouwd. Met pluggen worden de gaten afgedicht. Het zou anders productie/fabricage technisch heel moeilijk worden om de PC-2 te kunnen maken.

Verder bleek na wat uitzoekwerk dat de mushroom turn button M22x1,5 schroefdraad heeft. Door in de manifold schroefdraad te tappen is het mogelijk om de mushroom turn button direct te monteren. Dit scheelt gewicht en maakt de PC-2 wat compacter. De tekeningen zijn terug te vinden in bijlage C1



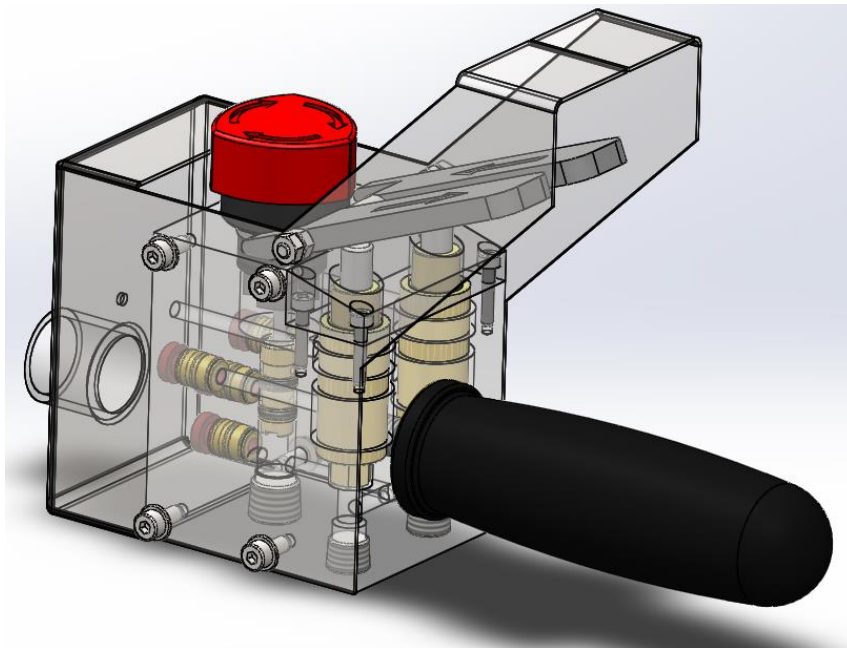
FIGUUR 6: PC-2

5.2 PLC-2

De PLC-2 wordt op dezelfde manier ontworpen als de PC-2. Het grote verschil tussen de PC-2 en de PLC-2 is dat de PLC-2 regulators cartridges gebruikt in plaats van cartridge valves. Deze regulator cartridges kunnen de druk regelen en zijn niet alleen maar aan of uit. Dit maakt het mogelijk de motorsnelheid te regelen. Hoe verder de regulator cartridge wordt ingedrukt hoe hoger de uitgaande druk wordt. Omdat knoppen zijn bedoeld voor aan of uit en voor de rest weinig controle geven over de indrukking worden hier hengsels gebruikt. Om te voorkomen dat de hengsels worden ingedrukt als de PLC-2 op de grond valt wordt de beschermkap doorgetrokken waardoor deze de hengels ook beschermt.

In tegenstelling tot de cartridge valves hebben deze regulators echter geen ingebouwde O-ringen. Het is wel mogelijk om O-ringen in te bouwen in de manifold. Dit is echter erg lastig te fabriceren waardoor dit duur is. Om dit op te lossen wordt er een perspassing gebruikt om een goede air seal te bewerkstelligen. Dit is mogelijk omdat de manifold van kunststof wordt gemaakt wat relatief zacht en elastisch is ten opzichte van de regulator cartridges. Om te voorkomen dat de regulators door druk eruit kunnen worden gedrukt, wordt er een kunststof plaat bevestigd op de manifold die ervoor zorgt dat de regulators niet kunnen bewegen.

Aan zowel de gewicht eis en wens wordt ook hier goed voldaan. Het gewicht van de PLC-2 komt volgens Solidworks uit op 789,80 gram. De tekeningen zijn terug te vinden in bijlage C2



FIGUUR 7: PLC-2

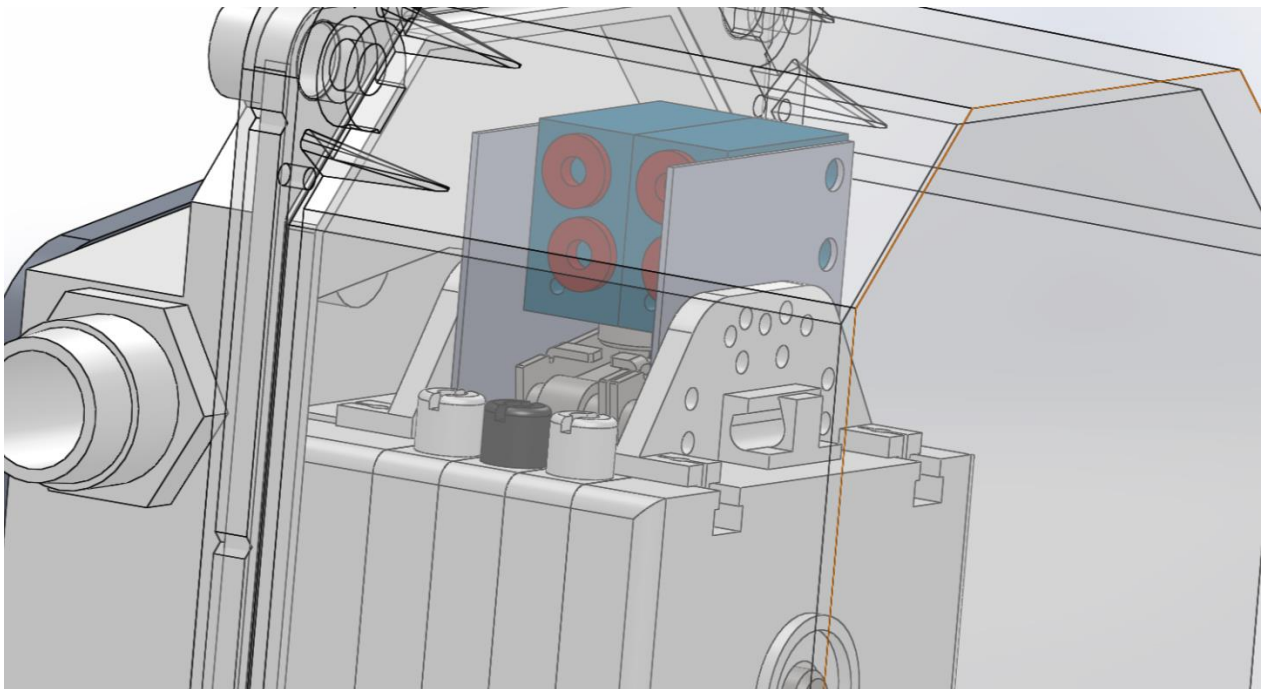
5.3 LIMIT SWITCH

5.3.1 KUNSTSTOF LIMITSWITCH

Om tijd en geld te besparen bij het ontwerp van de limit switch is er een bestaande limit switch gebruikt. Deze is echter niet volledig pneumatisch werkend te krijgen. Aangezien het liersysteem in een explosiegevaarlijke omgeving kan komen te staan is het een eis dat er absoluut geen elektriciteit wordt gebruikt i.v.m. vonken.

Dit is opgelost door de elektrische switches te vervangen door pneumatische 3/2 mini roller valves. Het voordeel van deze mini valves is dat naast dat ze kleiner zijn ook al ingebouwde push in fittings hebben wat extra plaats bespaart.

Om de mini valves te monteren waren maar kleine aanpassingen nodig aan de limit switch. Naast een staalplaat om de mini valves op de al bestaande bracket te monteren is de opening naar de schijven wat groter gemaakt zodat de roller van de mini valve past. De tekeningen zijn terug te vinden in bijlage C3

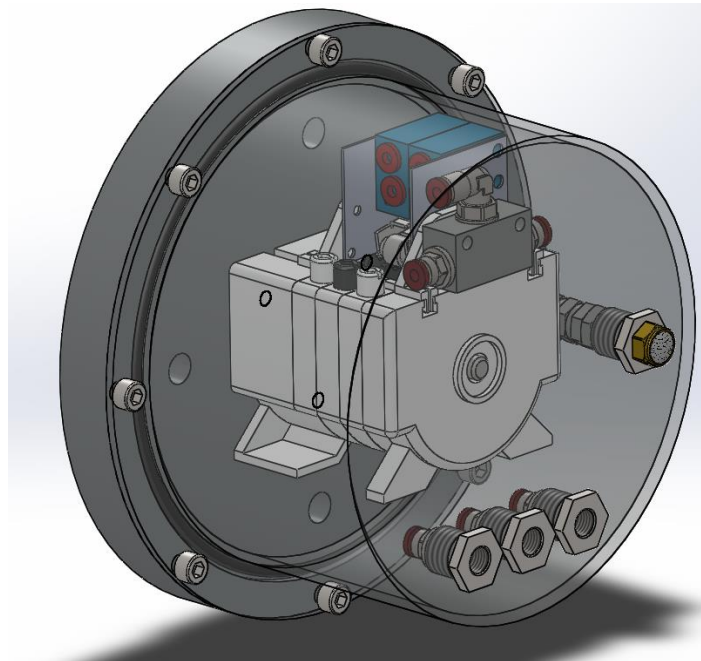


FIGUUR 8: AANGEPASTE LIMIT SWITCH

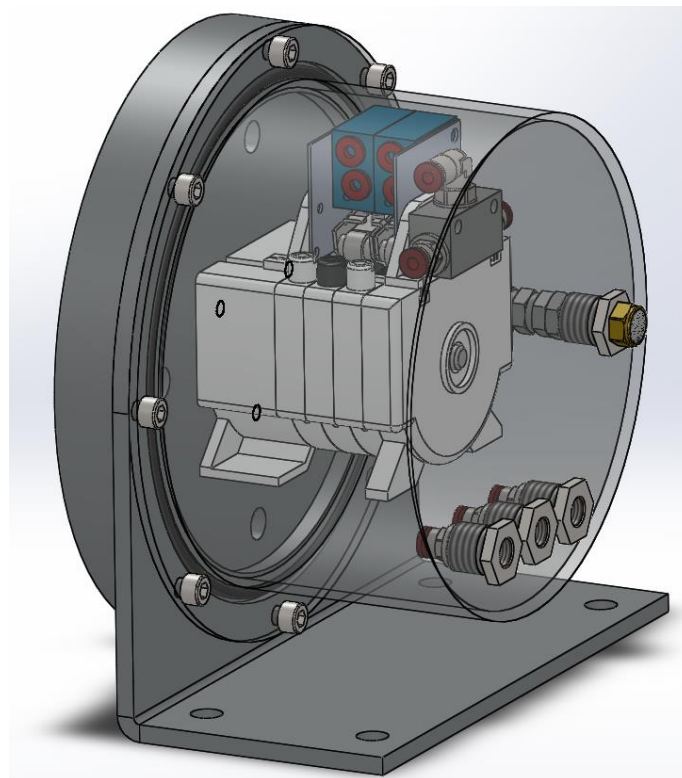
5.3.2 SS316 LIMITSWITCH

Hierbij wordt behalve het binnenwerk alles vervangen. De SS316 limitswitch bestaat uit een flens waarop het binnenwerk met cilinderkopschroeven wordt vastgemaakt. Op de flens wordt de beschermkap met 8 cilinderkopschroeven vastgemaakt. O-ringen zorgen ervoor dat de SS316 limitswitch water en stofdicht is waardoor net zoals de kunststof versie ook de SS316 versie IP64 haalt. Verder is de SS316 limitswitch zo ontworpen dat het mogelijk is om een voetversie te

maken zonder aanpassingen aan de andere onderdelen. Op de volgende pagina zijn er screenshots te zien van de SS316 limitswitch.



FIGUUR 9: DE SS316 LIMITSWITCH FLENSVERSIE

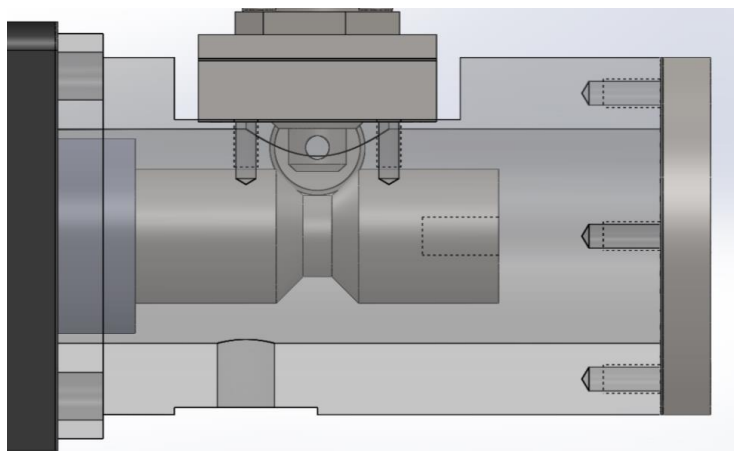


FIGUUR 10: DE SS316 VOETVERSIE

5.4 BRAKE RELEASE

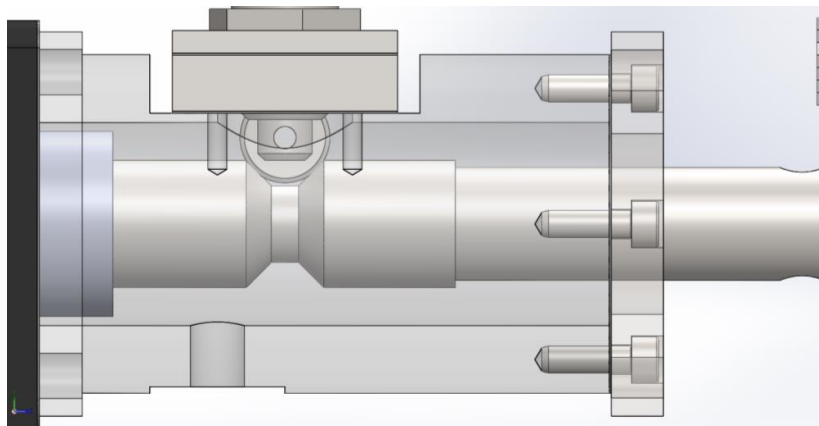
Vlak voordat er lucht naar de motor gaat moet de rem los zijn. Gebeurt dit niet dan zal de motor ineens hard gaan draaien wat ervoor zorgt dat de motor moeilijker te controleren is. Het huidige systeem werkt pneumatisch maar omdat de druk variabel is werkt dit niet accuraat genoeg. Daarom is hier gekozen om mechanisch op de spoel in de klep te schakelen. Zo kan ongeacht wat de druk is altijd op het juiste punt worden geschakeld.

Om dit te bewerkstelligen wordt er een klep met roller ingebouwd in de RCV/HCV. Deze zal mechanisch worden aangestuurd door een verlengstuk op de spoel van de RCV/HCV. De klep zal de rem aansturen en los laten gaan wanneer de roller valve wordt ingedrukt. Hieronder is te zien hoe dit systeem in een RCV eruit ziet:



FIGUUR 11: BRAKE RELEASE RCV UITVOERING

Doordat het mogelijk is om de positie te veranderen van de 3/2 roller valve kan het moment dat deze schakelt worden ingesteld. Zoals hieronder te zien is is het ook mogelijk om de brake release te gebruiken met een HCV. Dit gebeurt door een andere endplate te gebruiken en een extra verlengstuk te gebruiken zodat de hendel van de HCV kan worden gemonteerd en gebruikt. De tekeningen zijn terug te vinden in bijlage C4



FIGUUR 12: BRAKE RELEASE HCV UITVOERING

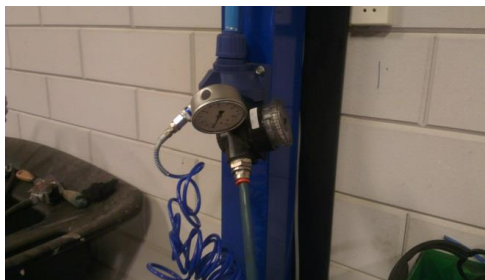
5.5 EMERGENCY BRAKE RELEASE

De emergency brake release zal bestaan uit een luchttank met daarop een kleine cabinet met daarin een terugslagklep en een kraantje. De luchttank wordt gemaakt door aan een stuk buis twee ronde platen te lassen en daarop een lassok te lassen voor de verbinding. De terugslagklep zorgt ervoor dat de tank zich wel kan vullen met lucht maar wanneer de rest van het systeem zijn druk verliest de tank dit niet zal doen. De tekeningen zijn terug te vinden in bijlage C5. Om er zeker van te zijn dat deze terugslagklep niet lekt is dit er naast dat dit gevraagd is aan de leverancier ook getest:



FIGUUR 13: TESTOPSTELLING TERUGSLAGKLEP

Met behulp van een regulator kon de druk worden geregeld tussen 0 en 8 bar. Dit om er zeker van te zijn dat er niet een bepaalde druk was waarbij de terugslag klep zou gaan lekken.



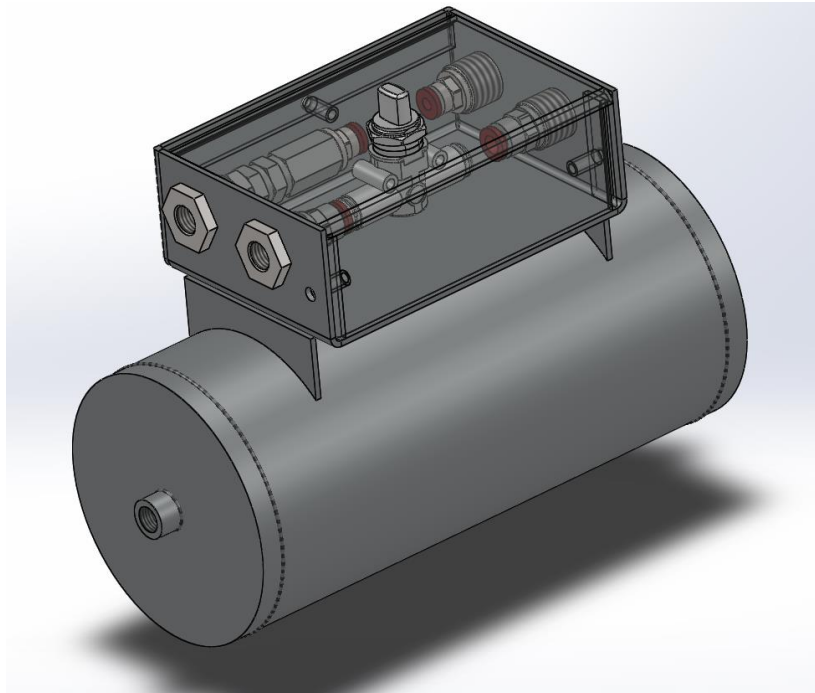
FIGUUR 14: TESTOPSTELLING REGULATOR

De terugslag klep werd in een bak met water gelegd. Daarna werd de druk gevarieerd tussen 0 en 8 bar. Bij geen enkele druk waren er zichtbare belletjes. Dat wil niet zeggen dat er geen lekkage is maar deze is in ieder geval zodanig klein dat dit verwaarloosbaar is.



FIGUUR 15: TESTEN VAN DE TERUGSLAGKLEP

Met het kraantje kan wanneer de tank is aangesloten op de rem, de rem worden gelost. Voor extra veiligheid zal er een plug op de uitgang worden gemonteerd zodat de tank niet zomaar leegloopt wanneer de kraan per ongeluk wordt opgedraaid. Hieronder is een 3D tekening te zien van het ontwerp in Solidworks:



FIGUUR 16: EMERGENCY BRAKE RELEASE

De luchttank is zelfontworpen en berekend. Deze berekening is terug te vinden in de bijlagen. Om er zeker van te zijn dat deze een druk aan kan van 8 bar is deze getest op 20 bar. Wegens veiligheidsredenen is dit met water gedaan i.p.v. lucht. Water is (bijna) niet samendrukbaar wat ervoor zorgt dat er weinig energie opgeslagen zit in de tank. In geval dat de tank dan kapot gaat door de druk zal verdere schade dan beperkt blijven.

Omdat deze druk niet te halen is met conventionele pneumatische compressors en ook omdat er water i.p.v. lucht wordt gebruikt is er een testpomp gebruikt. De testpomp die gebruikt is verhoogd de druk met factor 12. Door 1,7 bar op de testpomp te zetten wordt een uitgaande druk gerealiseerd van 20 bar.



FIGUUR 17: DE TESTPOMP

Tijdens de test was er enige vervorming te zien bij de zijwanden van de tank. Dit was te verwachten aangezien de zijwanden plat zijn en dus het zwakst zijn tegen de druk aan de binnenkant. De cilinder zelf ondervindt alleen trekkrachten door zijn ronde vorm. Hier is in het ontwerp al rekening mee gehouden door de zijwanden dikker te maken dan de cilinder zelf. Het had ook mogelijk geweest om de zijwanden bol te maken dit was echter duurder dan dikkere wanden te gebruiken waardoor hier niet voor gekozen is.

Nadat de druk weg werd gehaald bleek de tank geen blijvende plastische vervorming te hebben.

5.6 MC-CABINET

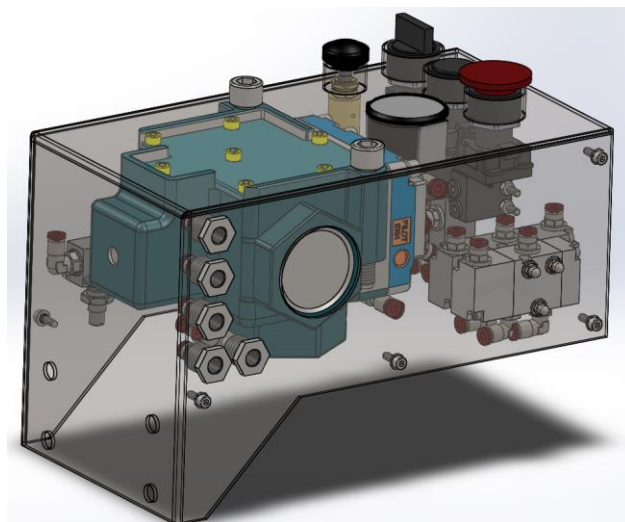
5.6.1 REVISIE 1

De MC-cabinet bevat de controlekleppen die de motor zullen aansturen. Er is een emergency mushroom turn button om het systeem uit te zetten, een aan knop en een tensioning modus. Met behulp van een draaiknop kan er worden gekozen tussen tensioning en normale modus. In tensioning modus kan de druk naar de motor worden geregeld met een instelbare regulator met draaiknop. Deze regulator zal de grote regulator in de FRL aansturen waardoor het mogelijk is om de druk naar de motor te regelen.

Naast deze kleppen en knoppen zit er ook een pressure gauge en een grote 3-weg klep in de MC-cabinet ingebouwd. De tekeningen zijn terug te vinden in bijlage C6

5.6.2 REVISIE 2

In de eerste revisie was de bracket om de kast vast te maken op de kast gelast. Het bleek echter beter te zijn om deze bracket te integreren in de kast. Niet alleen was dit goedkoper maar ook sterker en het oogt veel beter.



FIGUUR 18: MC CABINET

Nadat de MC-cabinet geassembleerd was, is deze getest om er zeker van te zijn dat het ontwerp naar behoren functioneert. Tijdens de test werd er druk gezet op de control air supply. Normaal

komt deze vanaf de FRL. Hierna werden alle functies van de MC cabinet systematisch getest en gecontroleerd of deze naar behoren functioneren.

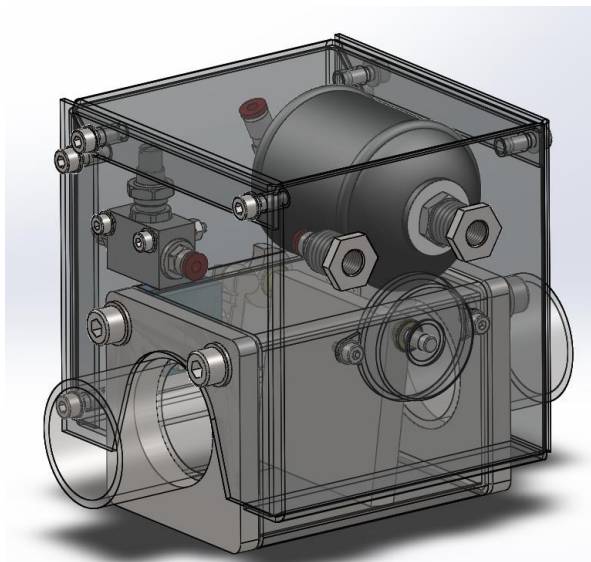
5.7 OVERLOAD LIMITER

5.7.1 REVISIE 1

Bij het eerste ontwerp van de overload limiter werd bepaald of de motor draait aan de hand van de druk bij de motor exhaust. Helaas bleek uit de motortesten dat de drukken bij de exhaust erg laag zijn (orde van grootte van 0,1 bar overdruk). Daarnaast wordt de druk bij de exhaust door teveel factoren beïnvloed (bijv. verstopte demper). Daarom is er gekozen voor een ander systeem om te bepalen of de motor draait of niet.

5.7.2 REVISIE 2

Bij het nieuwe ontwerp wordt er een terugslagklep op de exhaust gemonteerd. Deze kan met wat aanpassingen de flow uit de motor meten. De terugslagklep stuurt een 3/2-valve aan wanneer de flow hoog genoeg is. Doordat de positie van de 3/2-valve te veranderen is kan er worden ingesteld wanneer de flow hoog genoeg is. Het probleem met dit ontwerp was alleen dat de klep op alle pieken gelijk schakelde. Dit is vooral goed te merken op lage toerentallen wat precies in het gebied is waar deze moet schakelen. Om dit op te lossen is er een demper toegevoegd aan het ontwerp die de terugslagklep viskeus dempt. Hierdoor is er veel meer energie nodig om de klep omhoog te krijgen waardoor dit veel langzamer zal gaan. De tekeningen zijn terug te vinden in bijlage C7

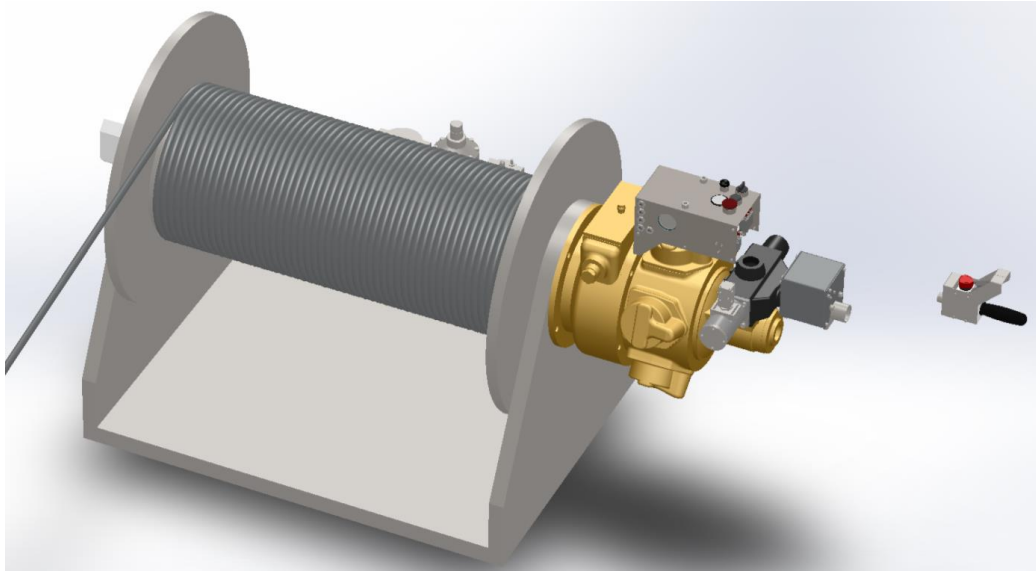


FIGUUR 19: OVERLOADLIMITER

Om de as in de klep te monteren werd in de eerste instantie een perspassing gebruikt. Echter omdat zowel de as als de klep van SS316 zijn gemaakt gaat dit niet. SS316 gaat vreten onder hoge druk waardoor de as vast kan komen te zitten voordat deze er helemaal in zit. Daarom is er uiteindelijk gekozen de as door middel van lassen vast te maken aan de klep.

5.8 TOTALE SYSTEEM

Om een goed beeld te krijgen van het totale systeem is de lier zelf erbij getekend. Dit is puur gedaan om een duidelijker beeld te krijgen hoe het systeem er ongeveer uit gaat zien. De lier zelf zal niet worden gemaakt of getest.



FIGUUR 20: TOTALE SYSTEEM MET FICTIEVE LIER

6. CONCLUSIE

De opdracht ontwerp een lieraandrijfsysteem bleek nadat de oriëntatiefase voorbij was uit meerdere projecten te bestaan. Van elk project is er apart een functie analyse gedaan en zijn er eisen en wensen opgesteld. Ook de conceptkeuze en de uitwerking is apart gedaan per project. Dit is gedaan omdat het totale systeem erg complex was en er ook vraag was naar het modulair opzetten van het project.

Hoewel dit veel werk was in de oriëntatiefase bleek deze aanpak in de conceptfase en de uitwerkingsfase goed te werken. Door het project op te splitsen in meerdere kleinere projecten ontstond er meer overzicht wat het resultaat ten goede kwam.

Uit dit proces zijn meerdere producten ontstaan die ook los van elkaar kunnen worden gebruikt. Een aantal van deze producten zijn zelfs al verkocht.

Van alle ontwerpen is er een prototype gemaakt. Een paar prototypes zijn al getest of ze goed functioneren. Echter moet er nog wel getest worden met het volledige systeem om er zeker van te zijn dat het systeem naar behoren zal functioneren.

8. DANKWOORD

Mijn dank gaat uit naar dhr. Han Wannet, directeur van Globe Airmotors. Bij hem kon ik altijd met vragen terecht. Zonder zijn begeleiding was dit verslag niet tot stand gekomen. Ik wil hem daarom bedanken voor zijn uitstekende begeleiding.

Ook wil ik mijn begeleider vanuit de Haagse Hogeschool, dhr David Tiemens, bedanken voor zijn inbreng en begeleiding.

Verder wil ik mijn dank betuigen aan mijn familie, vrienden en de medewerkers van Globe Airmotors voor de ondersteuning die zij hebben geboden tijdens dit project.

9. BRONNEN

Boeken	
Naam	ISBN-13
Machineonderdelen	9789040103384
Introduction to fluid mechanics	9780470547557
Technische informatie voor werktuigbouwkundigen	9789001788544
Toegepaste energie techniek	9789039526545
Toegepaste energieleer	9789039526538
Productontwerpen	9789059312494

Websites
http://soliton.ae.gatech.edu/people/jseitzma/classes/ae3450/fannoflow_two.pdf
http://www.aeromech.usyd.edu.au/aero/gasdyn/node1.html