



**Professionele Bachelor Elektromechanica**  
**Onderhoudstechnologie**



**FRICTIEMETING BAANSMERING VAN GLIDELINERS**  
**BIJ AB INBEV**

Denny Van Rompay

Promotoren:

Willy Stinissen  
Jan Van Hecke

AB Inbev  
Hogeschool PXL



**Professionele Bachelor Elektromechanica**  
**Onderhoudstechnologie**



De eindverantwoordelijkheid voor deze scriptie rust volledig bij de student zelf. Ook na scriptie- en procesbegeleiding valt het niet uit te sluiten dat de scriptie nog onjuistheden en/of onvolledigheden bevat, die wél bij de eindevaluatie in rekening werden gebracht, maar in de finale versie niet meer werden aangepast

Titel:

**Frictiemeting zeepsmering van glideliners bij AB-Inbev**

Auteur:

**Denny Van Rompay**

Promotoren:

Mr. Willy Stinissen

Ir. Jan Van Hecke

AB Inbev

Hogeschool PXL

---

Het onderwerp van deze scriptie bevat het uitvoeren van frictiemetingen op glideliners met zicht op een optimalisatie van de baansmering bij het bedrijf AB Inbev. Dit onderwerp werd uitgewerkt op vraag van het bedrijf omdat er zich enkele problemen voordoen die kunnen leiden tot een verminderde productieopbrengst. Een van de problemen is dat er geen optimale baansmering is tussen de flessen en de transportbanen van de flessenlijnen. Dit zal ervoor zorgen dat flessen kunnen omvallen, blokkades ontstaan en hierdoor crashes veroorzaakt worden. Naar aanleiding van dit probleem, is de belangrijkste onderzoeksvraag in deze scriptie op welke manier de werking van de baansmering geoptimaliseerd kan worden.

In eerste instantie wordt een theoretische achtergrond geboden. Dit is een belangrijke vereiste om de nodige kennis te verwerven vooraleer het eigenlijke probleem aan te pakken. Op basis van dit literatuuronderzoek is het mogelijk te starten met een observationeel onderzoek naar de eerder besproken problematiek. Deze periode van observatie en testmetingen is belangrijk om een goed beeld te krijgen van het probleem. Hierdoor werd bevestigd dat er inderdaad een minder goede regeling is van de baansmering. Dit was vooral duidelijk bij een bepaald type fles, namelijk de 'monafles'. De volgende stap in het proces was het verwerken van de verzamelde gegevens van de observaties en de uitgevoerde metingen om vervolgens een oplossing te bedenken die de baansmering kan verbeteren. Hieruit volgde het idee om een meetapparaat te ontwikkelen die de frictie onrechtstreeks zal meten. Op deze manier is het mogelijk een meetbare waarde te bekomen, deze waarde constant te houden en op die manier de baansmering te regelen.

Het uiteindelijke resultaat van dit hele project is het tot stand komen van een meetapparaat met bijhorende programmatie om een constante waarde te behouden van de wrijving tussen de flessen en de transportbanen. Het testen van het meetapparaat leverde goede meetresultaten op en toonde een verbetering van de verdeling van de baansmering aan. Concluderend betekent dit een optimalisatie van de betreffende zone van de flessenlijn en zal het meetapparaat mogelijk verschillende problemen verbeteren. Er is gebleken dat er minder crashes gebeuren en er minder verlies is van flessen of productie. Deze scriptie is hopelijk een stap in de goede richting voor een definitieve oplossing in de toekomst.

Title:

**Friction measurement of soap lubrication on glide liners at AB Inbev**

Author:

**Denny Van Rompay**

Promoters:

Mr. Willy Stinissen

Ir. Jan Van Hecke

AB Inbev

Hogeschool PXL

---

The subject of this paper contains the execution of friction measurements on glideliners with the optimization of the soap lubrication as final goal. The project is executed at AB Inbev. The main problem is that there is no optimal lubrication between bottles and conveyor chains. This will cause falling bottles and will result in crashes. Because of this problem, the most important question in this paper is how to optimize the lubrication.

Initially it was necessary to do a literature review about friction and systems within the company. This theoretical background is the key factor to acquire the required knowledge before facing the actual problem. Based on this literature review, it was possible to start an observational research to the problematic of friction between bottles and conveyor chains. This period of observing and doing test measurements was important to achieve a clear view of the problem. These tests and observing moments confirmed that the lubrication was not optimal. The next step was processing the collected data to find a suitable solution which can improve the lubrication. Therefrom started the idea to develop an instrument that indirectly measures the friction. In this way, it is possible to obtain a measurable value and keep this value constant to regulate the lubrication of the conveyors.

The final result of this project is the realization of a measuring device with associated programming in order to maintain a constant value of the friction between the bottles and the conveyor chains. Testing the device gave good results and showed an improvement in atomization of lubrication. In conclusion, this is an optimization of the bottling line. The use of the measuring device will possibly solve some of the problems concerning the lubrication. During the use of the device, less bottles crashed which resulted in less production loss. Hopefully this thesis is a first step in finding a final solution in the future.

## DANKWOORD

Deze bachelorproef is tot stand gekomen op vraag van het bedrijf AB Inbev in Leuven. Met de hulp en steun van verschillende personen in mijn omgeving is het gelukt om het eindwerk tot een goed einde te brengen. Met onderstaande mensen heb ik nauw samengewerkt en ze verdienen omwille van hun hulp, steun, tijd en geduld bedankt te worden.

Om te beginnen wil ik de begeleiders van mijn eindwerk bedanken voor hun tijd, geduld en inzet gedurende het hele proces. Willy Stinissen, werkzaam als technicus automatisatie bij AB Inbev, heeft mij gedurende de hele stageperiode intensief begeleid als bedrijfspromotor. Meneer Stinissen was steeds bereid tijd vrij te maken om te helpen, vragen te beantwoorden of mij te motiveren. Hij stond achter mijn ideeën maar had de nodige kritische kijk op mijn werk. Tot op het laatste moment heeft hij mij geholpen om het eindwerk tot een goed einde te brengen. Daarnaast wil ik mijn PXL-promotor, Jan Van Hecke, bedanken. Hij heeft mij steeds aangespoord om verder te gaan en mijn best te blijven doen en heeft ervoor gezorgd dat ik doorgezet heb.

Ik ben alle andere werknemers die mij geholpen hebben bij mijn project erg dankbaar, met name: Ronny Hamblok, Eddy Merckx en Gerd Verreycken omdat ze mij de kans gegeven hebben dit project uit te voeren en omdat ze mij steeds gesteund en geholpen hebben bij het voltooien van het project.

AB Inbev verdient ook een woord van dank. Tijdens de stageperiode bij AB Inbev kreeg ik de kans om naast mijn project de hele werking binnen de productiehallen te observeren en te bestuderen. Alle werknemers hebben mij steeds gesteund en interesse getoond in mijn project, ook hen wil ik hiervoor bedanken.

Ook wil ik mijn taaldocente en stagecoördinator, Hannelore Dierickx, bedanken voor het goed begeleiden van mijn bachelorproef en stageperiode.

In het bijzonder wil ik mijn partner bedanken voor haar steun, motivatie en hulp gedurende het hele proces.

Tenslotte wil ik mijn ouders bedanken. Zonder hen was het niet mogelijk geweest deze studie te volgen en mijn bachelordiploma te behalen. Mijn mama wil ik extra bedanken voor haar steun, interesse en motiverende woorden tijdens de afgelopen jaren.

Dankzij al deze personen ben ik erin geslaagd dit eindwerk tot een goed einde te brengen en de opleiding elektromechanica onderhoudstechnieken succesvol te beëindigen.

## INHOUD

<b>DANKWOORD</b> .....	4
<b>INHOUD</b> .....	5
<b>LIJST MET AFKORTINGEN</b> .....	6
<b>FIGURENLIJST</b> .....	7
<b>TABELLENLIJST</b> .....	8
<b>INLEIDING</b> .....	9
<b>LITERATUURSTUDIE</b> .....	10
<b>1</b> <b>FRICTIE</b> .....	11
<b>1.1</b> <b>Wat is frictie?</b> .....	11
<b>1.2</b> <b>Soorten frictie</b> .....	12
<b>1.3</b> <b>Wrijvingscoëfficiënt</b> .....	12
<b>2</b> <b>BAANSMERING</b> .....	13
<b>2.1</b> <b>Smeerproduct</b> .....	13
<b>3</b> <b>FLESSELIJN</b> .....	14
<b>3.1</b> <b>Werking van de flessenlijn</b> .....	14
<b>3.2</b> <b>Machines</b> .....	15
3.2.1    Depalletizer.....	15
3.2.2    Vuller.....	15
3.2.3    Flashpasteur.....	15
3.2.4    Tunnelverwarmer .....	16
3.2.5    Etikettermachine .....	16
3.2.6    Inpakinstallaties.....	16
3.2.7    Stapelaar .....	16
3.2.8    Stretchhoesmachine.....	17
<b>PRAKTISCH DEEL</b> .....	18
<b>3.3</b> <b>LOGO!</b> .....	19
<b>3.4</b> <b>Plaats van de frictiemeting</b> .....	19
<b>3.5</b> <b>Metingen en berekeningen</b> .....	20
3.5.1    Meting met dynamometer .....	20
3.5.2    Meting met programmatie.....	24
<b>3.6</b> <b>Mechanische opstelling</b> .....	27
<b>3.7</b> <b>Elektriciteitskast</b> .....	29
3.7.1    Opbouw .....	29
3.7.2    Aansluitingen .....	30
3.7.3    Materialen.....	33
3.7.4    Programmatie .....	34
<b>BESLUIT</b> ....	37
<b>BIBLIOGRAFIE</b> .....	38
<b>BIJLAGEN</b> .....	39

## LIJST MET AFKORTINGEN

*FB*     *Functieblok*

*PWM*   *Pulse Width Modulator*



## FIGURENLIJST

<i>Figuur 1: wrijvingsmodel</i> .....	111
<i>Figuur 2: dynamometer</i> .....	12
<i>Figuur 3: LOGO!</i> .....	19
<i>Figuur 4: inliner etima</i> .....	19
<i>Figuur 5: testmeting 1</i> .....	20
<i>Figuur 6: testmeting 2</i> .....	20
<i>Figuur 7: testmeting 3</i> .....	20
<i>Figuur 8: grafiek meetresultaten testmeting</i> .....	22
<i>Figuur 9: driehoek krachtberekening</i> .....	22
<i>Figuur 10: grafiek krachtberekening</i> .....	23
<i>Figuur 11: flestype</i> .....	24
<i>Figuur 12: grafiek meting MONA fles</i> .....	26
<i>Figuur 13: 3D-tekening mechanische optelling</i> .....	27
<i>Figuur 14: gegevens meetarm</i> .....	28
<i>Figuur 15: opbouw elektriciteitskast</i> .....	29
<i>Figuur 16: aansluiting voeding op net</i> .....	30
<i>Figuur 17: aansluiting voeding LOGO! en voeding in- en uitgangen</i> .....	30
<i>Figuur 18: aansluiting uitgangen</i> .....	31
<i>Figuur 19: aansluiting ingangen</i> .....	31
<i>Figuur 20: RC-filter</i> .....	32
<i>Figuur 21: Programmatie</i> .....	35
<i>Figuur 22: programmatie nieuwste versie</i> .....	36
<i>Figuur 23: zelf ontwikkelde PWM</i> .....	36
<i>Figuur 24: PWM functieblok</i> .....	36

## TABELLENLIJST

*Tabel 1: meetwaarden testmeting*

*Tabel 2: krachtberekening*

*Tabel 3: meting MONA fles*

*Tabel 4: materiaallijst*

## INLEIDING

Naar aanleiding van mijn bachelorproef als laatstejaarsstudent aan de PXL Hogeschool in Diepenbeek en op vraag van het bedrijf AB Inbev wordt deze paper geschreven.

Anheuser-Busch Inbev is sinds jaren 's werelds grootste bierproducent met als belangrijkste Belgische merken Stella Artois®, Leffe®, Jupiler® en Hoegaarden®[1]. Het bedrijf bestaat uit vier grote productiehallen. In de brouwafdeling wordt, zoals de naam al aangeeft, het bier gebrouwen. Vervolgens wordt het bier via leidingen naar de hal 'gisting en lagering' getransporteerd waar de gisting, hergisting en lagering plaatsvinden. Het vullen van de flessen, blikken en vaten gebeurt in de conditioneringshal. In deze hal zal de uitvoering van het project plaatsvinden. Ten slotte worden de verpakte goederen op palletten geplaatst en in de hal 'stapeling' gegroepeerd waarna ze klaar zijn voor transport.

Het probleem dat AB Inbev wenst op te lossen is een klein productieverlies op de flessenlijnen in de conditioneringshal. Het bedrijf beschikt over vier flessenlijnen met elk een productiecapaciteit van ongeveer 50000 afvuleenheden per uur. Dit komt overeen met 12500 liter of 2083 bakken bier per uur. Het productieverlies is te wijten aan een minder goede regeling van de baansmering op de transportbanen. Het onderhoudsteam zoekt al een tijdje naar mogelijke oplossingen maar wegens tijdsgebrek hebben zij nog geen concrete oplossing gevonden. Omwille van dit tijdsgebrek heeft het bedrijf besloten deze opdracht uit te laten voeren door een student. Wanneer de school de opdracht gaf een stageplaats te zoeken, dacht ik meteen aan AB Inbev. Zo werd mij de opdracht gegeven om dit project uit te voeren en uit te testen op flessenlijn drie.

Ten gevolge van een minder goede regeling van de baansmering ontstaan er problemen met de wrijving tussen de flessen en de transportbanen. Hierdoor kunnen de bierflesjes een stapel vormen op de transportbaan of worden ze van de transportbaan geslingerd. Door deze fouten zijn de operatoren van de installaties gedwongen de productie stil te leggen. Het stilleggen van de installatie resulteert in tijdverlies, productieverlies en dus ook in een verlies aan inkomsten. Mijn opdracht bestaat uit het ontwerpen en ontwikkelen van een meettoestel dat de wrijving tussen fles en transportbaan meet waardoor de baansmering geoptimaliseerd wordt.

Tijdens de stageperiode zal dit project uitgebreid getest worden op flessenlijn drie. Observatie van de flessenlijn en het uitvoeren en verwerken van metingen zal duidelijkheid brengen over het probleem. Na verwerking van de resultaten kan een concrete oplossing gezocht worden en het ontwikkelen van het meettoestel van start gaan. Vervolgens kan het meettoestel geïmplementeerd worden en wordt verwacht dat de baansmering geoptimaliseerd zal zijn waardoor het verlies aan productie zal dalen. Op ecologisch vlak kan dit een verbetering zijn door een betere bepaling van de gebruikte hoeveelheid baansmering wat zal leiden tot een lager verbruik van water en smeerproduct. Als het project goede resultaten oplevert bestaat de mogelijkheid om alle flessenlijnen te voorzien van dit toestel. Zo zal er hopelijk een daling van productieverlies en waterverbruik zijn en voor een efficiëntere manier van werken zorgen voor het onderhoudsteam.

## LITERATUURSTUDIE

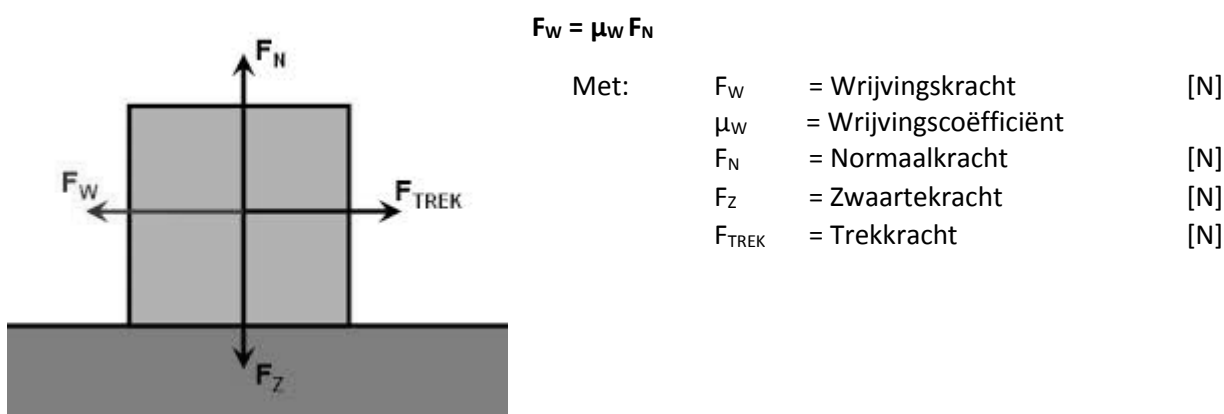
# 1 FRICTIE

In onderstaande paragraaf wordt duidelijk gemaakt wat het verschijnsel frictie inhoudt, hoe het ontstaat, wat de gevolgen hiervan kunnen zijn en welke soorten frictie er bestaan. Ten slotte volgt een korte bespreking van de wrijvingscoëfficiënt en hoe deze bepaald wordt.

## 1.1 Wat is frictie?

Frictie of wrijving is het verschijnsel waarbij een weerstandskracht optreedt. Wanneer twee oppervlakken die tegen elkaar gedrukt worden en langs elkaar schuiven, ontstaat er een kracht. Deze kracht noemen we de weerstandskracht, beter gekend als de wrijvingskracht. Wrijving wordt voornamelijk veroorzaakt door de oppervlakteruwheid van voorwerpen die in contact zijn met elkaar. 'Hoe ruwer het oppervlak, hoe groter de wrijving', wordt algemeen gezegd, dit is niet helemaal correct. Als beide oppervlakken ultra glad zijn zal er ook wrijving tot stand komen door moleculaire aantrekking, deze wrijving is vaak groter dan mechanische wrijving. De energie die vrijkomt bij wrijving is warmte. Door temperatuurstijging kunnen materialen vervormen waardoor hun eigenschappen zullen veranderen alsook de wrijvingscoëfficiënt [2].

In het eenvoudigste model (figuur 1) wordt de wrijvingskracht bepaald door de normaalkracht en de wrijvingscoëfficiënt. De normaalkracht is de kracht die loodrecht staat op het raakvlak van een voorwerp. Bij een voorwerp dat horizontaal ligt is de normaalkracht even groot als de zwaartekracht, maar tegengesteld. Omdat de krachten tegengesteld zijn, zullen ze elkaar opheffen en zal het voorwerp zich in rust bevinden. Het begrip wrijvingscoëfficiënt wordt verder toegelicht in paragraaf 1.3.



$$F_w = \mu_w F_N$$

Met:	$F_w$	= Wrijvingskracht	[N]
	$\mu_w$	= Wrijvingscoëfficiënt	
	$F_N$	= Normaalkracht	[N]
	$F_z$	= Zwaartekracht	[N]
	$F_{TREK}$	= Trekkkracht	[N]

Figuur 1: wrijvingsmodel [14]

Wrijving kan ongewenste gevolgen met zich meebrengen. Het kan leiden tot ernstige slijtage waardoor de levensduur van materialen sterk achteruit gaat. Positieve effecten van wrijving zijn de remmende werking bij remsystemen van voertuigen, de werking van koppelingsplaten, het op zijn plaats houden van spijkers, bouten, moeren, etc.

## 1.2 Soorten frictie

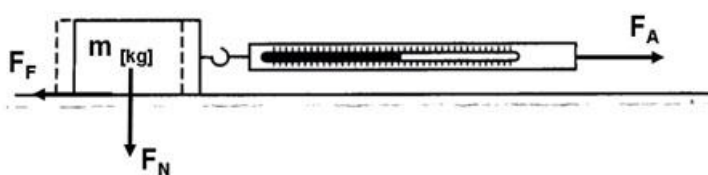
In het algemeen zijn er twee soorten wrijving. Afhankelijk van het soort wrijving kan men de wrijvingscoëfficiënt bepalen. Ten eerste is er de statische wrijving, bij voorwerpen die niet bewegen ten opzichte van elkaar treedt statische wrijving op. Deze wrijving is moeilijk te overbruggen. Een voorwerp in rust wil in rust blijven, vandaar dat er een grote kracht nodig is om de tegengestelde wrijvingskracht te overwinnen. Ten tweede is er dynamische wrijving, ook gekend als kinetische of glijdende wrijving. Deze treedt op als de voorwerpen ten opzichte van elkaar gaan bewegen en wrijven. Dit soort wrijving is meestal kleiner dan de statische wrijving. Viskeuze wrijving is een soort dynamische wrijving. Als een vloeistof in een vloeistoflaag beweegt treedt viskeuze wrijving op. De wrijvingscoëfficiënt is hier meestal recht evenredig met de snelheidsgradiënt in de vloeistof. Het voordeel hierbij is dat er geen schok optreedt bij het begin van de wrijving [2].

Een vaak voorkomend fenomeen bij wrijving is 'stick-slip'. Stick-slip is het negatieve effect van het stuiteren van het ene voorwerp op het andere. Het stuiteren van het ene voorwerp komt doordat het even wordt tegengehouden door het andere en nadien weer losschiet. Stick-slip effect kan zich met hoge frequenties herhalen waardoor het moeilijk onder controle te houden is. Bij allerhande toepassingen versnelt het slijtage en veroorzaakt het trillingen wat resulteert in barsten en breuken [3].

## 1.3 Wrijvingscoëfficiënt

De wrijvingscoëfficiënt wordt bepaald door Coulomb's wet van wrijving. De wrijvingscoëfficiënt is de verhouding van de wrijvingskracht gedeeld door de normaalkracht en is een gegeven zonder eenheid.

Met behulp van een dynamometer (figuur 2) kan de wrijvingscoëfficiënt bepaald worden. Hang het voorwerp met een koordje aan de dynamometer en houd de dynamometer horizontaal. Trek door middel van de dynamometer het voorwerp over een oppervlak en lees de waarde van de trekkracht af. Deel deze kracht door het gewicht, vermenigvuldigd met de zwaartekracht [2].



Figuur 2: dynamometer [2]

## **2 BAANSMERING**

Het smeren van de transportbanen zal ervoor zorgen dat de wrijving tussen fles en transportbaan afneemt. De wrijving kan door een goede sturing van de baansmering constant gehouden worden. Dit resulteert in een vermindering van de slijtage van de transportkettingen en bijhorende componenten. Door een natte baansmering zal het energieverbruik dalen. Door een goede wrijving te realiseren zal ook het geluidsniveau afnemen wat aangenamer is voor de operator van de machine. Een groot pluspunt aan natte baansmering is dat vervuiling op de transportbanen constant wordt weggespoeld en afgevoerd in de lekgoten waardoor er geen vuil in de installaties zal geraken [3].

### **2.1 Smeerproduct**

In het labo beschikken ze over de nodige productinformatie van de baansmering. De transportbanen bij AB Inbev worden gesmeerd met een mengsel van water met Lubranol DWS. De leverancier van Lubranol DWS is 'Sopura' en is gevestigd in Courcelles. Lubranol DWS is een synthetisch smeermiddel met een helder gele kleur en een sterk hygiënische werking. Door de goede remanentie op de transportbaan zou de sproeitemporisatie sterk beperkt kunnen blijven. Vijf tot tien seconden per minuut sproeien zou ruim voldoende zijn. Lubranol DWS is geschikt voor het smeren van transportbanen met een capaciteit vanaf 40000 afvuleenheden per uur. De referentiewaarde van de wrijvingscoëfficiënt voor glas op roestvrij staal ligt tussen 0,10 en 0,15 volgens Sopura. (bijlage 2) Volgens Rexnord, de fabrikant van de transportkettingen moet de wrijvingscoëfficiënt tussen 0,15 en 0,30 liggen. (bijlage 7)

### **3 FLESSELIJN**

Het bedrijf beschikt over vier flessenlijnen, LB1, LB3, LB5 en LB6. De bouw van de nieuwe flessenlijn LB4 is volop aan de gang. De flessenlijn die uitgebreid besproken wordt is flessenlijn LB3. (figuur 3) LB is de afkorting van 'Line Bottles' wat flessenlijn betekent.

#### **3.1 Werking van de flessenlijn**

Een pallet lege flessen komt aan op flessenlijn LB3, verduidelijkt in blijage 9. Als eerste worden de plastic folie en het karton die op de bovenste laag van de flessen liggen verwijderd. Laag per laag gaan de flessen de transportbanen op en doorlopen ze het hele conditioneringsproces. Na het afruimen worden de flessen gespoeld en wordt gecontroleerd of de flessen leeg en onbeschadigd zijn. Alvorens de flessen gevuld worden, wordt het bier gepasteuriseerd zodanig dat het bier zuiver is en veilig voor consumptie. Nadien worden de flessen voorzien van een kroonkurk en de nodige etiketten. Na veel controles en inspecties moeten de flessen alleen nog verpakt worden.



## **3.2 Machines**

Na afloop van het brouwproces transporteren ze het bier van de brouwafdeling naar gisting en lagering en vervolgens naar de conditioneringshal. In de conditioneringshal bevinden zich, zoals eerder vermeld, de flessen-, blikken- en vatenlijnen. Hieronder wordt besproken welke de belangrijkste installaties zijn van flessenlijn LB3 en wat hun functie is binnen het productieproces.

### **3.2.1 Depalletizer**

AB Inbev beschikt over een depalletizer type Innopal AS-1-H van het merk KHS. Binnen het bedrijf wordt deze installatie 'afruimer nieuw glas' genoemd.

Een pallet lege flessen wordt in de afruimer geplaatst. De hefinrichting tilt de pallet op tot de ingestelde hoogte bereikt is. De handlingrobot tilt het frame van het pallet en zwenkt uit naar een gedefinieerde positie waar het frame gedropt moet worden. Vervolgens neemt de handlingrobot de tussenlaag weg en plaatst deze ook op een gedefinieerde plaats. De eerste laag flessen wordt ingeklemd en door de verschuifwagen verplaatst naar de volgende transportketting. Laag per laag wordt de pallet afgeruimd. Wanneer het pallet leeg is wordt deze terug naar de onderste positie gebracht en uit de machine getransporteerd [4].

### **3.2.2 Vuller**

De KHS Innofill DRS beschikt over vulcapaciteit tot 75000 afvuleenheden per uur. Lege flessen worden in de vuller getransporteerd. Hefcilinders pakken de flessen op en drukken ze tegen de vulelementen. Via een sensor wordt gecontroleerd of er zich een fles aan de hefcilinder bevindt en de vulcyclus gaat van start. Als er een fles ontbreekt, onderdrukt de besturing de vulcyclus. De flessen worden gevuld terwijl de vuller draait. Zodra de vulcyclus beëindigd is dalen de hefcilinders en trekken ze de flessen van de vulelementen. Vervolgens worden de flessen naar de sluiters getransporteerd waar de kroonkurken op de flessen geperst worden [5].

### **3.2.3 Flashpasteur**

Pasteurisatie is het selectief verwijderen van gist, schimmels en andere bacteriën. Pasteurisatie gebeurt steeds onder een temperatuur van 100°C, flashpasteurisatie meestal tussen 65°C en 80°C. Naargelang de gewenste PU (=Pasteurisation unit) duurt het proces gedurende 15 à 30 seconden.

Bij AB Inbev beschikken ze over een flashpasteur type Innopro KZE van het merk KHS. De warmtewisselaar verwarmt eerst het product, volgens het tegenstroomprincipe, door gebruik te maken van eerder gepasteuriseerd product. Vervolgens wordt het product verhit tot de pasteurisatietemperatuur. Deze temperatuur wordt constant gehouden door een warmtewisselaar van water en stoom. Hierna koelt een warmtewisselaar het product af door nog niet gepasteuriseerd product. Tot slot wordt door middel van pompen het product door de installatie getransporteerd [6].

### **3.2.4 Tunnelverwarmer**

De KHS-Innopas tunnelverwarmer is bestemd voor het verwarmen van verpakte eenheden, in dit geval flesjes bier. Het verwarmingsproces vindt plaats tijdens de cyclus, de flessen worden door de tunnel getransporteerd en tegelijkertijd verwarmd tot de juiste temperatuur. Het verwarmen van de productverpakkingen gebeurt door het besproeien van water dat door een warmtewisselaar geleidelijk opgewarmd wordt.

Het grote voordeel van het gebruik van een warmtewisselaar is dat het een gesloten systeem is. Er moet weinig energie gebruikt worden om het water tot op de bedrijfstemperatuur te brengen. Het verwarmingsmedium moet telkens maar worden opgewarmd van het niveau van de terugstroomtemperatuur tot het niveau van de bedrijfstemperatuur [7].

### **3.2.5 Etiketteermachine**

De Innoket etiketteermachine van KHS wordt gebruikt voor de verwerking van afzonderlijke etiketten. De etiketten worden verlijmd met een geringe hoeveelheid koudlijm van hoogwaardige kwaliteit. De Innoket kan een groot aantal producten zeer snel verwerken. De flessen komen droog in de -zoals ze de installatie bij AB Inbev noemen- 'Etima' binnen. De flessen worden voorzien van een geringe hoeveelheid lijm op de gedefinieerde plaatsen en vervolgens voorzien van de nodige etiketten. Drukrollen zijn zo gepositioneerd dat ze de etiketten tegen de wand van de fles drukken wanneer de fles hier voorbij wordt getransporteerd [8].

### **3.2.6 Inpakinstallaties**

Op flessenlijn LB3 staan twee inpakinstallaties van het bedrijf Graphic packaging international inc. om de flessen in kartonnen dozen te verpakken. De eerste installatie is de Autoflex 1500 HS. In de Autoflex worden de flessen per vier, zes, acht of tien stuks verpakt. De flessen worden getransporteerd doorheen de machine waar ze worden opgetild en in de kartonnen baskets worden geplaatst [9].

Wanneer de flessen zich in de baskets bevinden, worden ze verder getransporteerd naar de Quickflex 600 G3 waar de baskets per vier in volledig gesloten kartonnen dozen worden verpakt. Een open geplooid karton wordt onder de flessen geplaatst waarna het karton wordt dicht geplooid en verlijmd op de nodige plaatsen zodat het een volledig omsloten verpakking vormt [10].

### **3.2.7 Stapelaar**

Alvorens de verpakkingen naar de stapelaar gaan worden ze door twee geprogrammeerde KUKA robots op de juiste positie geplaatst en vervolgens gegroepeerd. De gegroepeerde verpakkingen worden op een pallet geplaatst en na iedere laag wordt er een kunststof tussenvel geplaatst door een handlingrobot [11].

### **3.2.8 Stretchhoesmachine**

De gestapelde pallets komen aan voor de stretchhoes machine. Alvorens de pallets in de machine worden getransporteerd wordt een stretchhoes van de voorraadstapel genomen en door vier pneumatisch gestuurde zuigers uitgetrokken. De pallets worden zo gepositioneerd dat ze zich onder de stretchhoes bevinden. De stretchhoes wordt over het pallet getrokken en losgelaten door de zuigers. Het pallet is nu voorzien van een plastic hoes zodat ze beschermd is van vuil en vocht [12].

## PRAKTISCH DEEL

AB Inbev heeft te kampen met een klein productieverlies op de flessenlijnen. Oorzaken hiervan kunnen zijn: de wrijving tussen fles en zijgeleidingen, botsingen tussen flessen, verschillende transportkettingsnelheden, verschillende flesbodems, geen optimale baansmering, etc. Eén van deze mogelijke oorzaken ben ik gaan onderzoeken en heb ik getracht een oplossing voor te vinden.

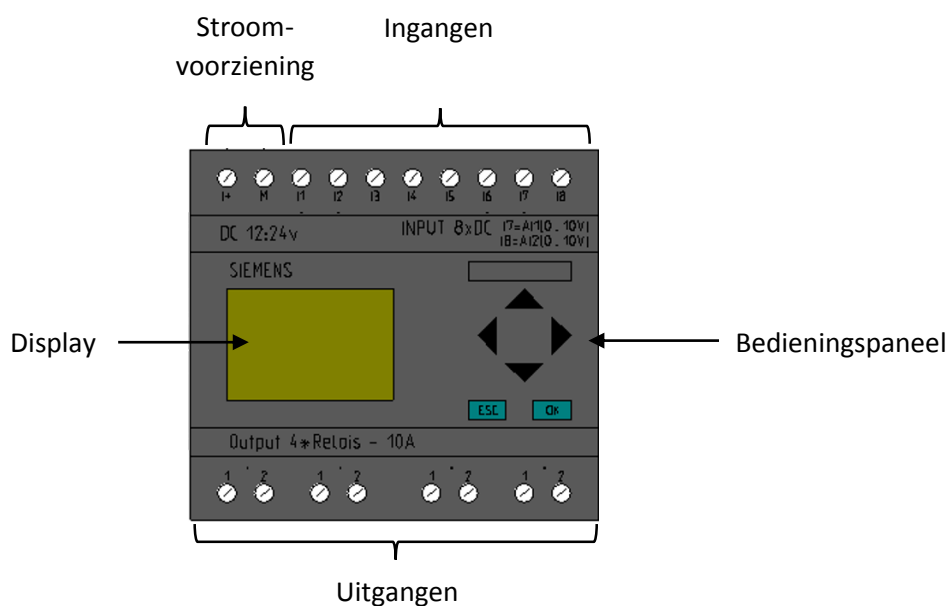
Mijn opdracht bestond uit de optimalisatie van de baansmering. De baansmering wordt tot op heden parallel met de aandrijving van de transportbanen gestuurd. Als de transportkettingen draaien wordt er zeepsmering verneveld over de transportkettingen. Stoppen de transportkettingen met draaien, stopt ook de verneveling van zeepsmering. Uiteraard zit hier heel wat software en sturing achter om de baansmering te regelen per afdeling, flessenlijn, zone, transportbaan, etc.

Het optimaliseren van de baansmering zal tot stand komen door het maken van een stand-alone frictiemeetapparaat. Hiermee wordt bedoeld dat de meting volledig automatisch, stand-alone, dient uitgevoerd te worden. Het is onmogelijk voor het bedrijf om permanent een operator te voorzien voor deze meting. Door gebruik te maken van een analoge naderingssensor zal de wrijving onrechtstreeks bepaald kunnen worden. Op een LOGO! van het merk Siemens zal ik een programma schrijven waarbij een ventiel van de baansmering gestuurd zal worden.

### 3.3 LOGO!

Een LOGO! is een logische module van het merk Siemens. Siemens ontwikkelde dit systeem voor het programmeren van kleine toepassingen zoals het sturen van trappenhuisverlichting, residentiële verwarmingsinstallaties, etc. Er bestaan verschillende types van LOGO!'s. De LOGO! die in dit project gebruikt wordt is een LOGO! 12/24RC.

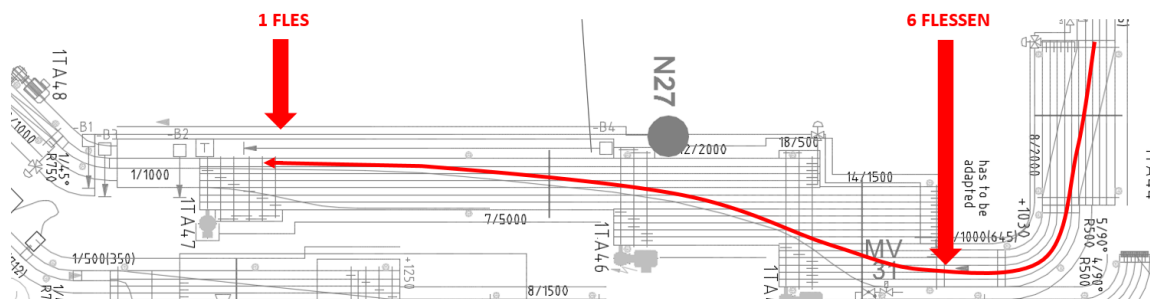
De gebruikte LOGO! is een ouder type namelijk 0BA5. Standard. uit 2005 (figuur 3). Deze heeft een ingangsspanning van 12 of 24 VDC. De module heeft acht ingangen, waarvan twee analoge. Het heeft ook vier relaisuitgangen die elk een stroom toelaten van 10A. Softwarematig zijn er 130 FB's ter beschikking. Bijlage 8 bevat de datasheet met technische gegevens van de LOGO! 12/24RC.



Figuur 3: LOGO!

### 3.4 Plaats van de frictiemeting

De frictiemeting wordt uitgevoerd aan de inliner van de etiketteermachine van LB3. (figuur 4) Hier worden de flessen van zes naast elkaar tot alle flessen achter elkaar geleid.



Figuur 4: inliner etima

Zie bijlage 4 voor een plattegrond ter verduidelijking van de positie van de inliner.

### 3.5 Metingen en berekeningen

#### 3.5.1 Meting met dynamometer

Alvorens de ontwikkeling van de mechanische opstelling en de elektriciteitskast van start kon gaan, werden enkele metingen uitgevoerd met een kleine testopstelling.

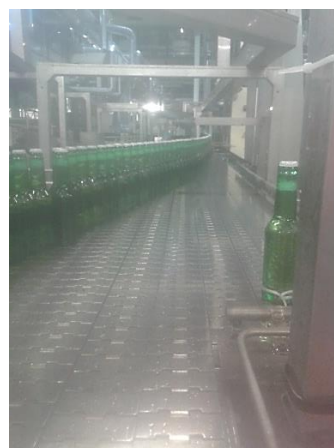
De testmeting gebeurde door een bierflesje, type TRIO, dat via een koordje verbonden was aan een krachtmeter op de transportbaan te plaatsen. Dit wordt verduidelijkt in onderstaande figuren 5, 6 en 7.



*Figuur 5: testmeting 1*



*Figuur 6: testmeting 2*



*Figuur 7: testmeting 3*

Na het dichtzetten van de kraan van de baansmering werd gedurende twintig minuten de wrijvingskracht van de fles gemeten. Elke minuut wordt de kracht genoteerd. Na uitvoering van de metingen worden de verzamelde gegevens verwerkt in tabellen en grafieken met behulp van MS Excel.

Uit de verzamelde gegevens in onderstaande tabel (tabel 1) kan vastgesteld worden dat de kracht die de fles op de transportbaan uitoefent gestegen is in functie van de tijd. Dit wil zeggen dat ook de wrijving en de wrijvingscoëfficiënt gestegen zijn. Dit komt dus overeen met wat er in gedachten was, hoe minder vloeistof, hoe meer wrijving.

Tijd[ <b>min</b> ]	meetwaarde [ <b>g</b> ]	<b>x</b>
0	60	0,113
1	60	0,113
2	64	0,121
3	64	0,121
4	62	0,117
5	64	0,121
6	66	0,124
7	66	0,124
8	68	0,128
9	70	0,132
10	68	0,128
11	64	0,121
12	64	0,121
13	62	0,117
14	66	0,124
15	64	0,121
16	66	0,124
17	68	0,128
18	68	0,128
19	68	0,128
20	68	0,128

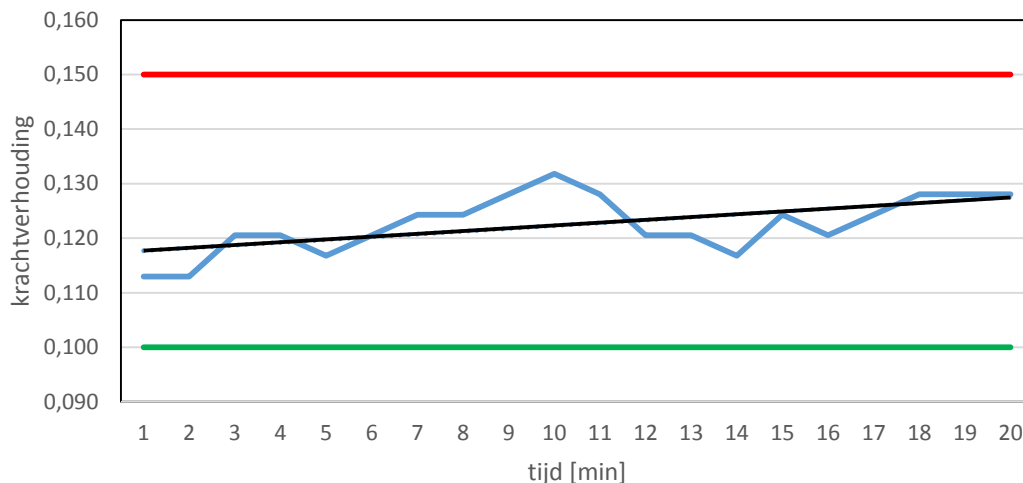
$$x = \frac{\text{Meetwaarde [g]}}{\text{Gewicht fles[g]}}$$

Het gewicht van de TRIO fles is gemeten op een weegschaal in het labo en bedraagt 531gram.

Gemiddelde	65	0,123
------------	----	-------

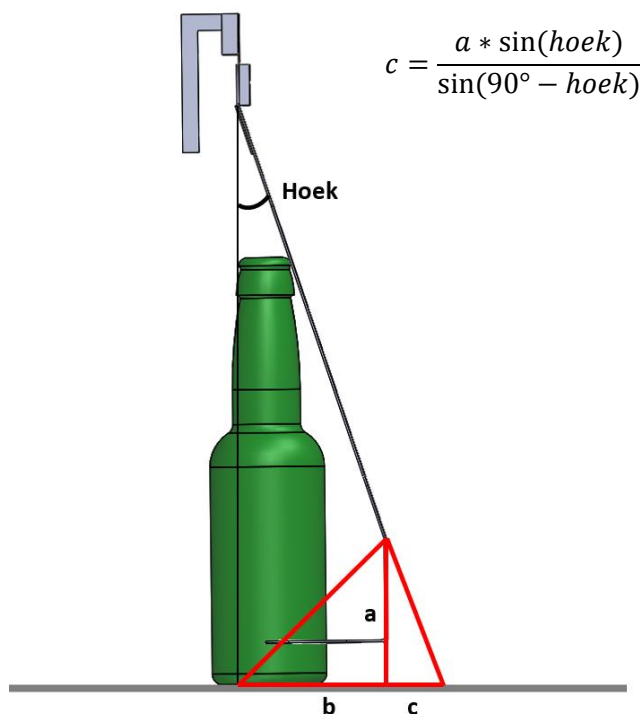
*Tabel 1: meetwaarden testmeting*

In bijhorende grafiek (Figuur 8) wordt de bovenstaande vaststelling duidelijk visueel weergegeven. Op de x-as van de grafiek is de tijd in minuten weergegeven en op de y-as de verhouding van de krachten. De verhouding van de krachten is de verhouding van de waarde van de dynamometer gedeeld door het gewicht van de fles. De rode (maximum) en de groene (minimum) lijn zijn de referentiewaarden van glas op roestvrij staal.



Figuur 8: grafiek meetresultaten testmeting

Voor het bepalen van de horizontale kracht die nodig is om de meetarm omhoog te duwen is volgende berekening gemaakt in tabel 2. De vermelde gegevens (hoek, a, b, c en bc) zijn verduidelijkt in onderstaande figuur (figuur 9). De kracht die nodig is, is de waarde van de lengte van lijnstuk bc vermenigvuld met het gewicht van de meetarm.



Figuur 9: driehoek krachtberekening



Hoek [°]	sinus(270°+hoek)	a	b	C	bc
0	-1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	-1,000	0,000	0,017	0,000	0,017
2	-0,999	0,001	0,035	0,000	0,035
3	-0,999	0,001	0,052	0,000	0,052
4	-0,998	0,002	0,070	0,000	0,070
5	-0,996	0,004	0,087	0,000	0,087
6	-0,995	0,005	0,104	0,001	0,105
7	-0,993	0,007	0,122	0,001	0,123
8	-0,990	0,010	0,139	0,001	0,140
9	-0,988	0,012	0,156	0,002	0,158
10	-0,985	0,015	0,174	0,003	0,176

Tabel 2: krachtberekening

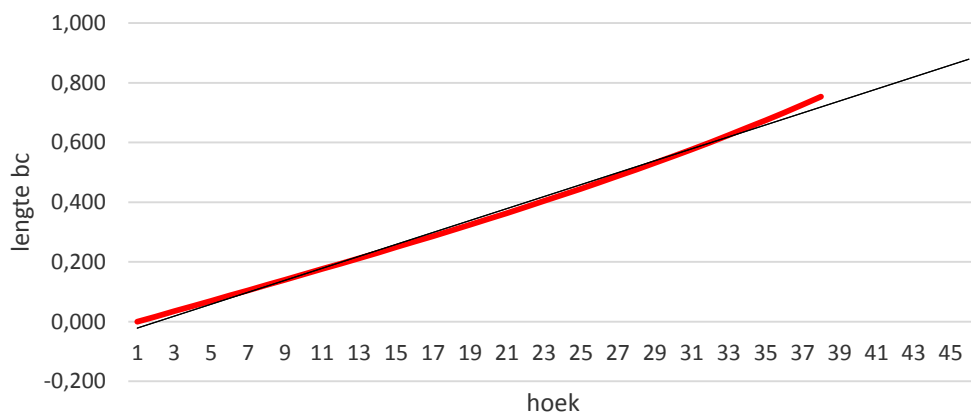
Door het lichte gewicht van de meetarm is er een veel te grote uitwijking waardoor de flessen kunnen omvallen. De uitwijking van de meetarm ligt ook ver buiten het bereik van de analoge naderingssensor en dus moet er meer gewicht voorzien worden. Voor een goed meetbereik bevestigen we een extra gewicht van ongeveer 800 gram aan de meetarm. De meetarm zal zo in totaal 915 gram wegen. Wanneer de hoek vier graden bereikt, zal een horizontale kracht van 64,05 gram uitgeoefend worden, dit volgt uit onderstaande berekening.

Gewicht = 915 gram  
 Hoek = 4°  
 [bc] = 0,070  
 Gewicht meetarm\*[bc] = 800\*0,070=64,05 gram

De wrijvingscoëfficiënt die hieruit volgt is:

$$\mu_F = \frac{64,05}{531} = 0,12$$

In de volgende grafiek (figuur10) wordt geïllustreerd hoe de rode lijn, de kracht die nodig is, oploopt in functie van de hoek waaronder de meetarm zich bevindt.



Figuur 10: grafiek krachtberekening

### 3.5.2 Meting met programmatie

Na het schrijven van een programma met LOGO! software waarbij de baansmering geregeld wordt worden opnieuw metingen uitgevoerd. De metingen gebeuren met twee soorten flessen, de MONA fles en de TRIO fles, afgebeeld in onderstaande figuur. (figuur 11)



*Figuur 11: flestype*

Een volle fles van het type MONA heeft een gewicht van 404,7 gram, een volle fles van het type TRIO heeft een gewicht van 531 gram. Het bedrijf ondervindt met de TRIO fles minder problemen dan met de MONA fles. De verklaring hiervoor is het verschillende gewicht van de flessen. Omdat de TRIO fles zwaarder en groter is, heeft deze fles een betere stabiliteit op de transportbaan.

Tijdens de metingen met de MONA fles deed zich echter een probleem voor. Wanneer er meer vloeistof verstoven werd, ging de wrijving plots stijgen in plaats van dalen. De verklaring hiervoor is het tekort aan zeep in de vloeistof. Hierdoor zorgde de druk van het water ervoor dat de kracht ging toenemen. Om dit op te lossen, werden de ingangen van de comparator na de PI-controller en de zaagtand oscillator verwisseld. Hierdoor trad er minder wrijving op en werd er meer vloeistof vrijgegeven.

Hierbij stelde zich een tweede probleem. Omdat de baansmering nu verneveld werd bij een lagere wrijving, werd er ook gesmeerd wanneer de transportbanen niet in werking waren of wanneer er geen fles in het meetapparaat aanwezig was. Om dit probleem te verhelpen werd een tweede sensor geplaatst. Deze sensor werd aan de transportketting bevestigd en genereert een puls bij elke kettingschakel die in zijn bereik voorbij komt. In de software werd een teller geplaatst die het aantal pulsen van de sensor telt. Wanneer het aantal pulsen groter of gelijk is dan het aantal ingestelde pulsen die de teller moet ontvangen, zal de uitgang van de teller hoog worden en mag er baansmering verneveld worden.

In onderstaande tabel(tabel3) zijn de meetresultaten weergegeven van de meting met de MONA fles. De instelwaarde van de PI-controller bedraagt 625. Na tien minuten is duidelijk dat de waarden stijgen in plaats van dalen.

Tijd[min]	Ingang Ai	Opmerking	Instelwaarde
1	610		625
2	610		
3	613		
4	611		
5	608		
6	623	stilstand	
7	615		
8	610		
9	607	stilstand	
10	657	stilstand	
11	633		
12	635		
13	637		
14	640		
15	642		
16	641		
17	640		
18	644		
19	642		
20	645		
21	649		
22	653		
23	658		
24	659		
25	657		
26	656		
27	656		
28	657		
29	659		
30	658		

Gemiddelde	638
------------	-----

Tabel 3: meting MONA fles

Volgende grafiek (figuur 12) verduidelijkt de blijvende stijging van de wrijving. De oranje lijn is de instelwaarde 625. In het begin van de grafiek zijn duidelijke pieken te zien, dit is te verklaren doordat de flessenlijn een moment stilstond en weer werd opgestart, de druk is hierdoor groter dan wanneer de transportbaan continu draait.

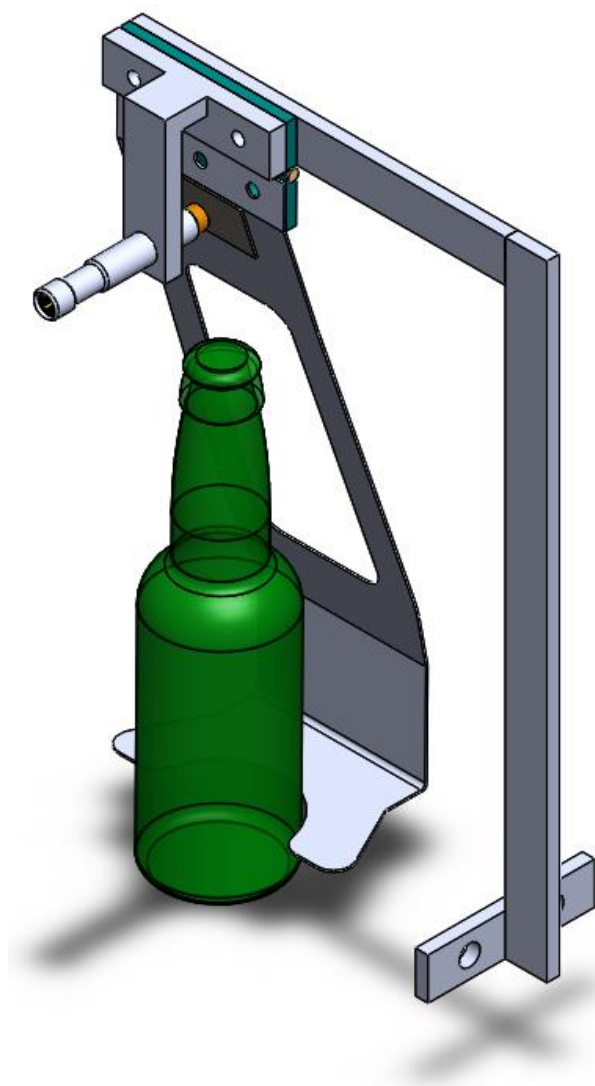


Figuur 12: grafiek meting MONA fles

Nadien werd de instelwaarde verlaagd, wat resulteert in een betere verneveling van de baansmering.

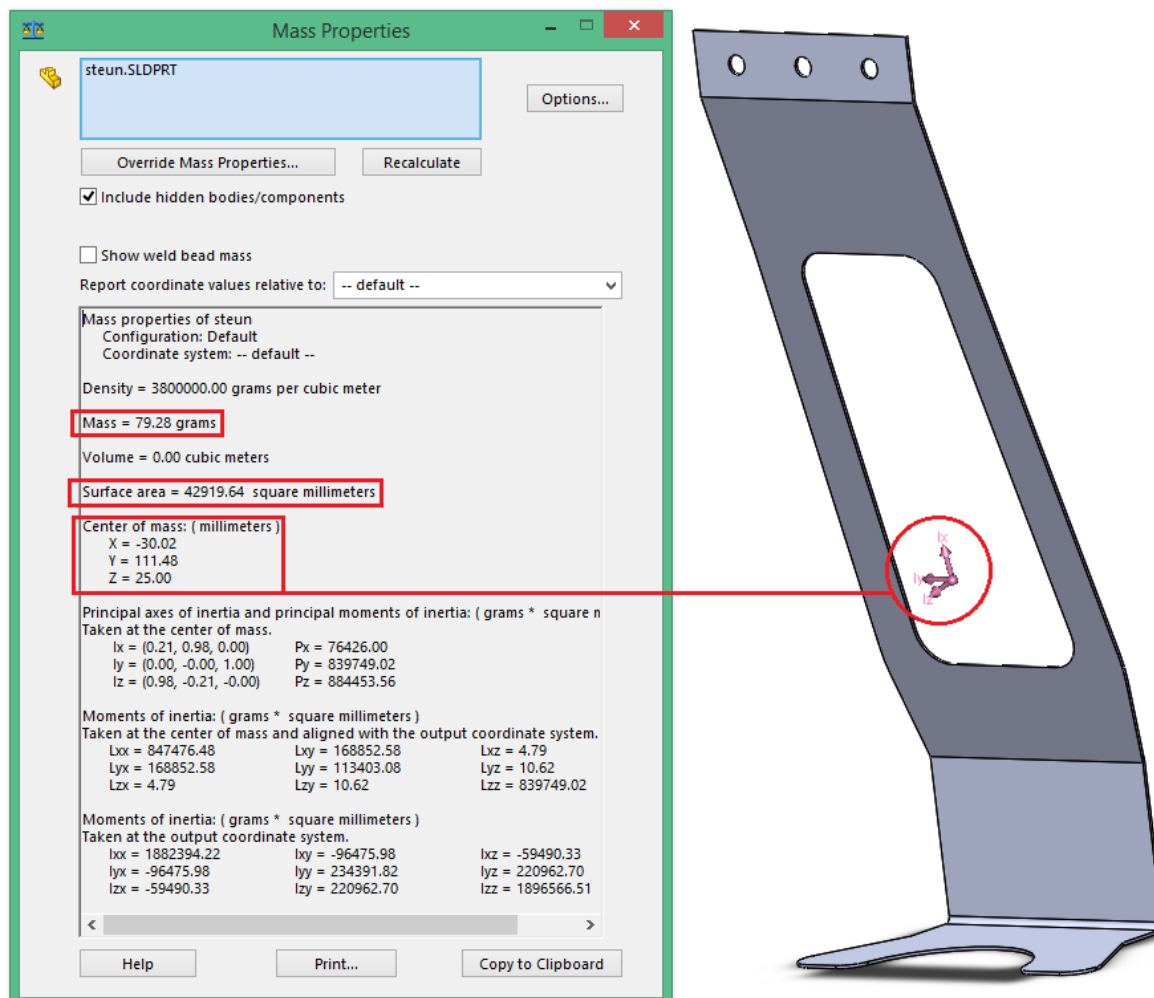
### 3.6 Mechanische opstelling

Na veel denkwerk en het zoeken van mogelijke oplossingen werd het besluit genomen om mechanica boven elektronica te verkiezen. Na het maken van deze keuze voor mechanisch werk, kwamen er tal van oplossingen ter sprake. Vaak ging het om oplossingen met veel bewegende delen. Gezien de bedrijfsomstandigheden binnen de conditioneringshal was dit geen al te goed idee. De uiteindelijke oplossing was het ontwerpen van een meettoestel. Het toestel werd ontworpen voor het meten van frictie. Het toestel is compact, licht, bevat één bewegend onderdeel, is bijna onderhoudsvrij en is op elke flessenlijn implementeerbaar. In het 3D-tekenprogramma SolidWorks werd een mechanische voorstelling uitgetekend. Deze voorstelling (figuur 13) is het toestel zoals het op de transportbaan geplaatst werd. Na het uittekenen en implementeren van het toestel bleef er echter nog ruimte voor eventuele aanpassingen.



*Figuur 13: 3D-tekening mechanische opstelling*

De meetarm op zich weegt ongeveer 80 gram. Om een goede meting te kunnen uitvoeren zou de meetarm 915 gram moeten wegen. Om dit gewicht te bereiken werd een extra gewicht bevestigd aan de meetarm. Via SolidWorks (figuur 14) werd het zwaartepunt berekend en het gewicht van de meetarm zonder toegevoegd gewicht.

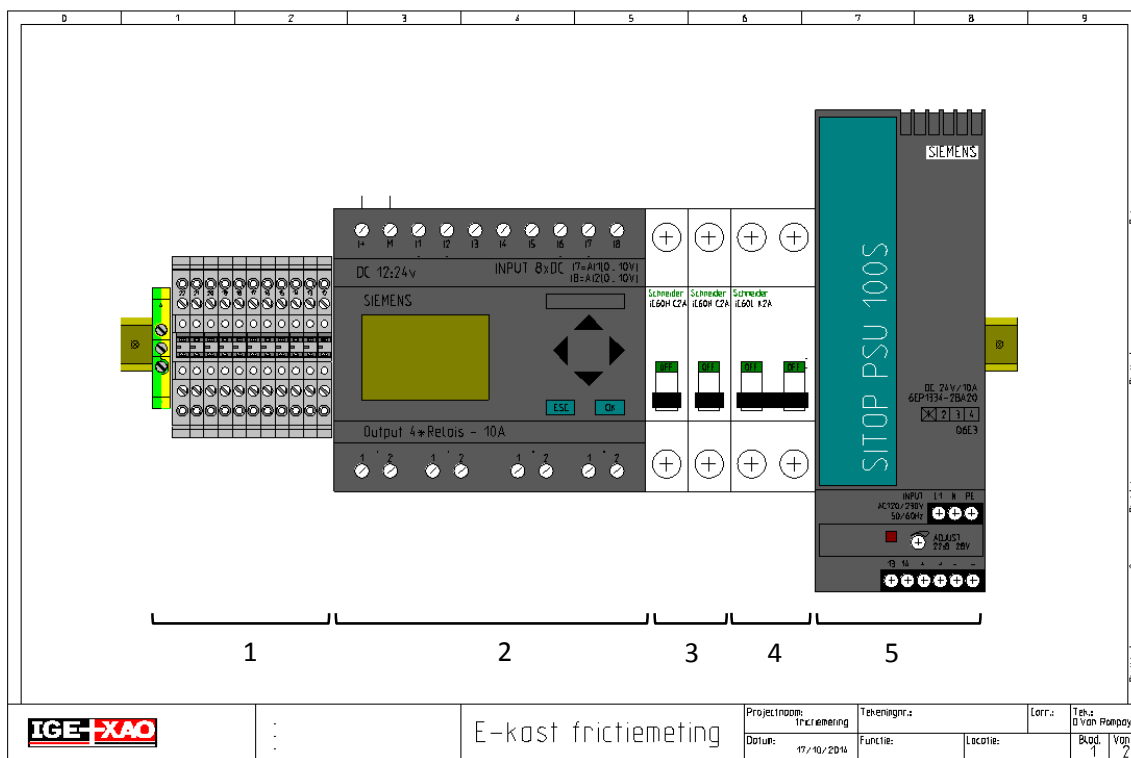


Figuur 14: gegevens meetarm

### 3.7 Elektriciteitskast

in de elektriciteitskast bevinden zich alle componenten en aansluitingen voor het mogelijk maken van de frictiemeting.

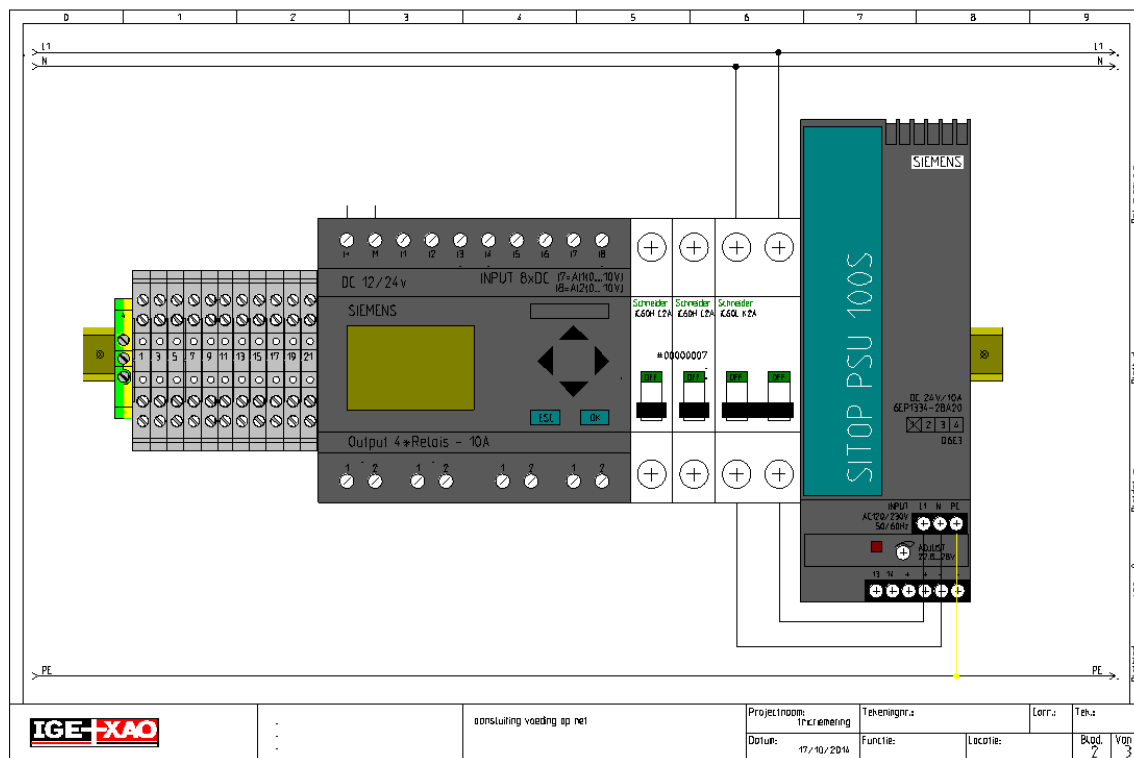
#### 3.7.1 Opbouw



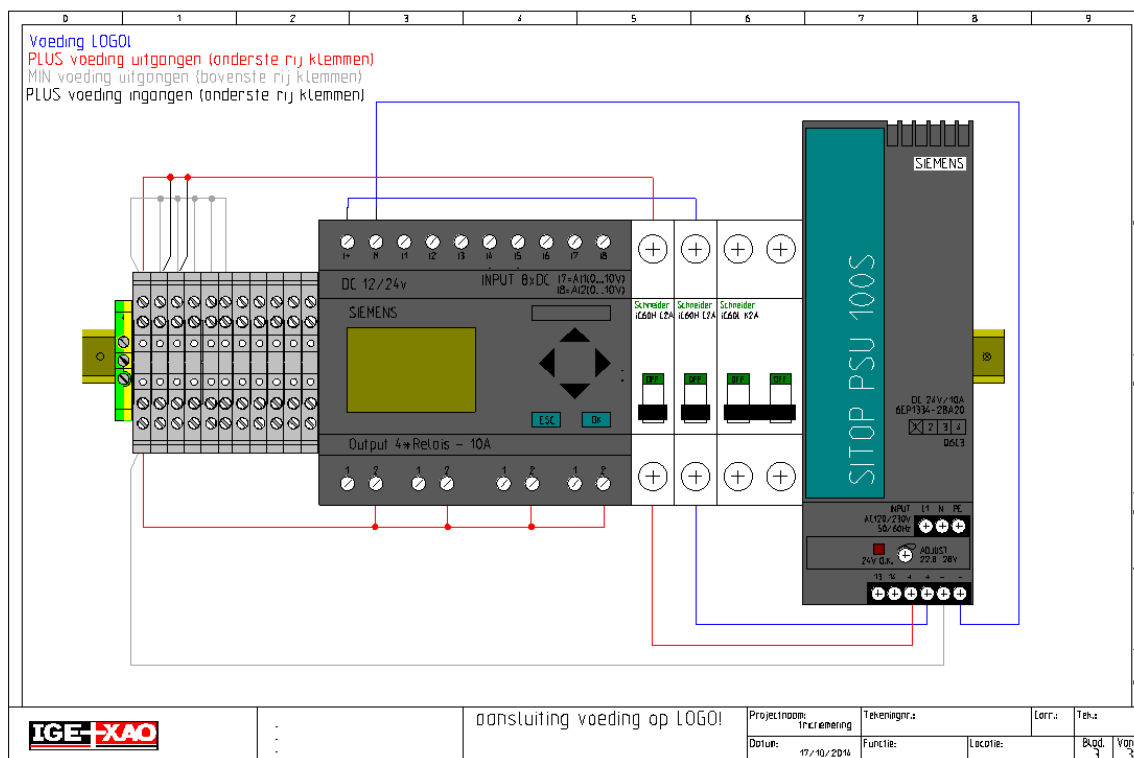
Figuur 15: opbouw elektriciteitskast

Op een DIN-rail in de elektriciteitskast werden vijf verschillende onderdelen ingebouwd. Ten eerste werd een aardingsklem en elf dubbele klemmen geplaatst (1). Daarnaast een LOGO! van het merk Siemens (2) en twee enkelpolige automaten (3). En ten slotte een dubbelpolige automaat van twee ampère van fabrikant Schneider (4) en een SITOP 24 volt voeding van het merk Siemens (5).

### 3.7.2 Aansluitingen

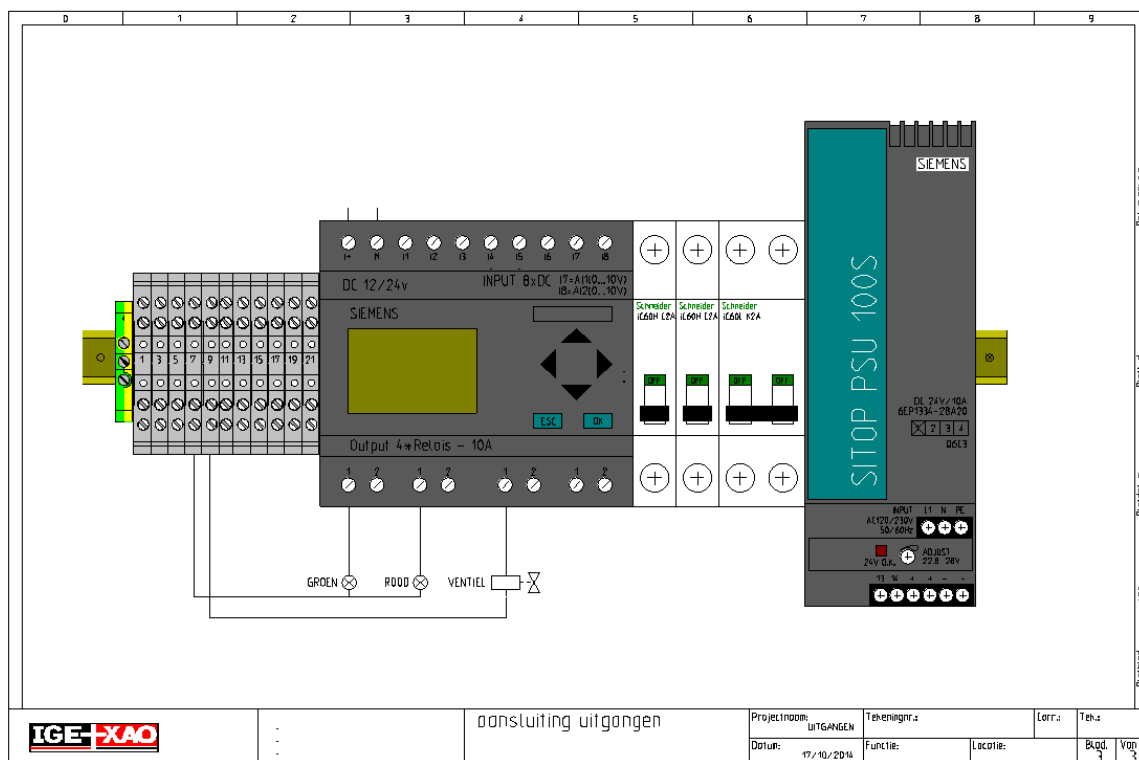


Figuur 16: aansluiting voeding op net

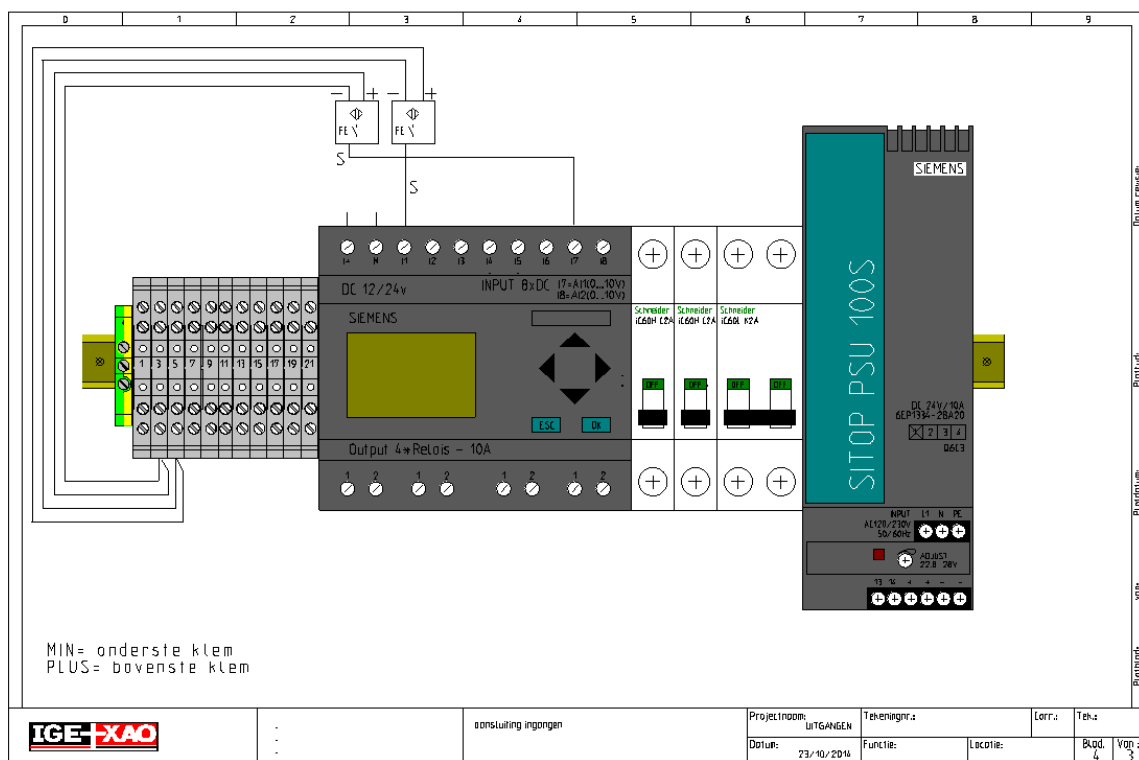


Figuur17: aansluiting voeding LOGO! en voeding in- en uitgangen



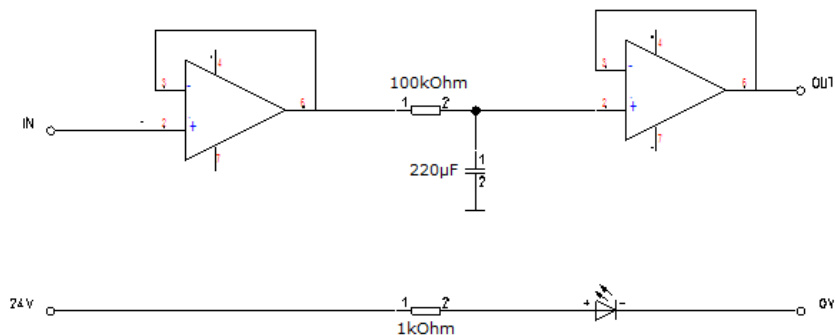
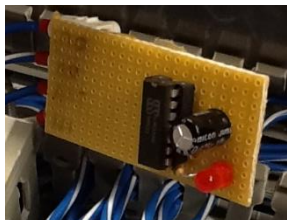


Figuur18: aansluiting uitgangen



Figuur19: aansluiting ingangen

In de elektriciteitskast werd een extra component geplaatst. Omdat er een sterk wisselend signaal was van de analoge sensor door trillingen, oscillaties, etc. moest er een filter geplaatst worden in het circuit. Hierbij is er gekozen voor een RC-filter (figuur 20). Het is een filter met condensator zodat er een demping van het signaal gebeurt. Het gaat over een condensator van  $220\mu\text{F}$ , dit resulteert in een demping van  $22\text{s}$  per tijdsconstante  $\tau$ . Uiteindelijk werd er dus een vertraging van  $1\text{min } 50\text{s}$  gecreëerd.



*Figuur20: RC-filter*

### 3.7.3 Materialen

NAAM	BESCHRIJVING	FABRIKANT
Effector100 IF6031	Analoge inductieve sensor	IFM electronic
IF5539	Digitale inductieve sensor	IFM Electronic
AE kast 380X300X150 RVS	Elektriciteitskast	Rittal
Solenoid valve DZ08	Spoel voor ventiel	Lucifer
Parker fluid valve	2/2 ventiel voor vloeistoffen	Parker
Ventilentstörmodul Bauform BI - 11mm Zenerdiode und LED, 24VDC/100VA/W	Ventielontstoringsmodule	MURR Elektronik
LOGO! 12/24 RC	Logische controller	Siemens
SITOP PSU 100S	Voeding	Siemens
Red steady unit	Lamp (lampentoorts)	Schneider Electric
Green steady unit	Lamp (lampentoorts)	Schneider Electric
Unit base+cover	Steun (lampentoorts)	Schneider Electric
iC60L K 2A	Dubbelpolige automaat 2A	Schneider Electric
iC60H C2A	Enkelpolige automaat 2A	Schneider Electric

Tabel 4: materiaallijst

















In eerste instantie ging er gebruik gemaakt worden van een loadcell, dit is een elektronische component die mechanische druk opneemt. Omdat loadcells vaak gebruikt worden bij installaties voor grote gewichten en grote druk, was het moeilijk een geschikte loadcell te vinden voor de toepassing van de frictiemeting. Ook de prijs van een loadcell was te hoog voor deze toepassing. Het meten van hoekverdraaiing is ook aan bod gekomen, maar na veel overleg werd beslist een analoge inductieve sensor te gebruiken.

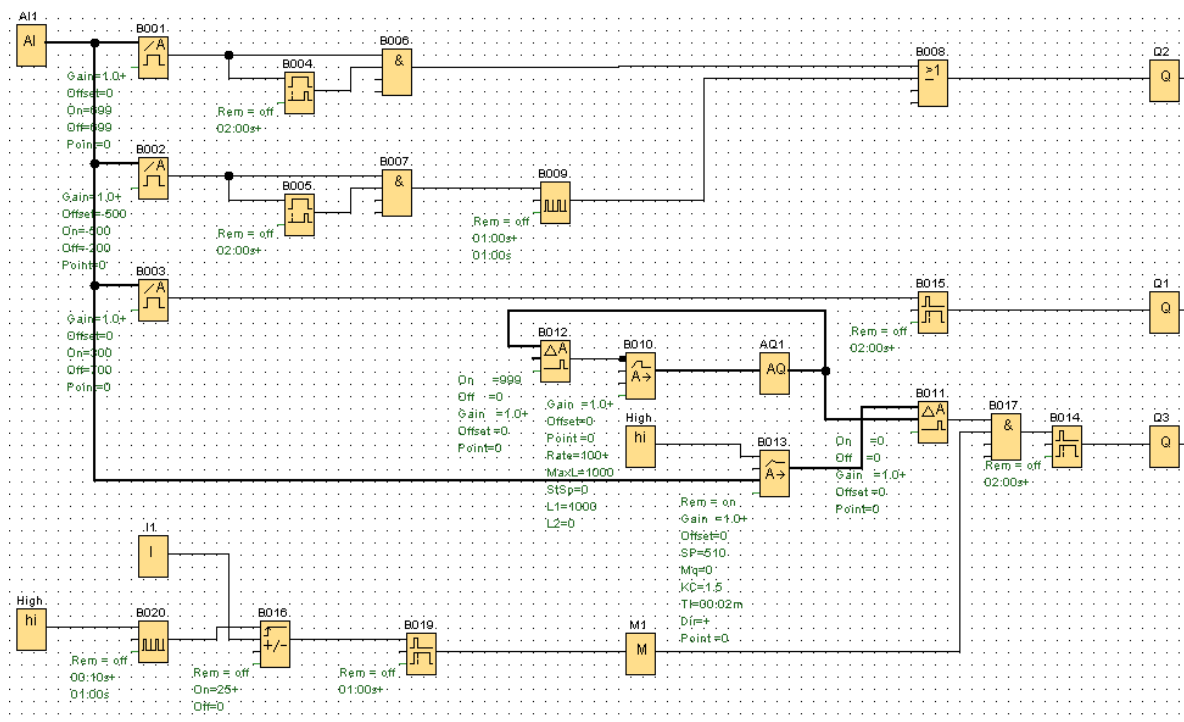
De analoge inductieve sensor, het hart van de meetopstelling, is een sensor van het bedrijf IFM electronic. IFM electronic is gespecialiseerd in het ontwikkelen van sensoren voor allerlei toepassingen. De sensor die in dit project gebruikt wordt is de 'Effector100 IF6031'. Er werd voor deze sensor gekozen omdat het een analoge sensor is en een veel goedkopere component is. Het analoge signaal is een waarde tussen nul en tien volt dat ingelezen wordt door de LOGO! Alle specificaties van de sensoren staan vermeld in de datasheets in bijlage 3 en bijlage 4.

### 3.7.4 Programmatie

Het stuurprogramma afgebeeld in figuur 30 voor de frictiemeting is uitgevoerd op een LOGO! Soft Comfort Demo Versie V8.0 van het merk Siemens.

Gebruikte functieblokken:

- AI1	=Analoge ingang 1	
- I1	=Ingang 1	
- M1	=Merker 1	
- B001	=Drempelwaardeschakelaar	
- B002	=Drempelwaardeschakelaar	
- B003	=Drempelwaardeschakelaar	
- B004	=Opkomvertraging	
- B005	=Opkomvertraging	
- B006	=EN-poort	
- B007	=EN-poort	
- B008	=OF-poort	
- B009	=Asynchrone pulsgenerator	
- B020	=Asynchrone pulsgenerator	
- B010	=Analoge ramp	
- B011	=Analoge comparator	
- B012	=Analoge comparator	
- B013	=PI-controller	
- B014	=Afvalvertraging	
- B019	=Afvalvertraging	
- B016	=Teller	
- AQ1	=Analoge output	
- High	=Status 1 (hoog)	
- Q1	=Uitgang 1	
- Q2	=Uitgang 2	
- Q3	=Uitgang 3	



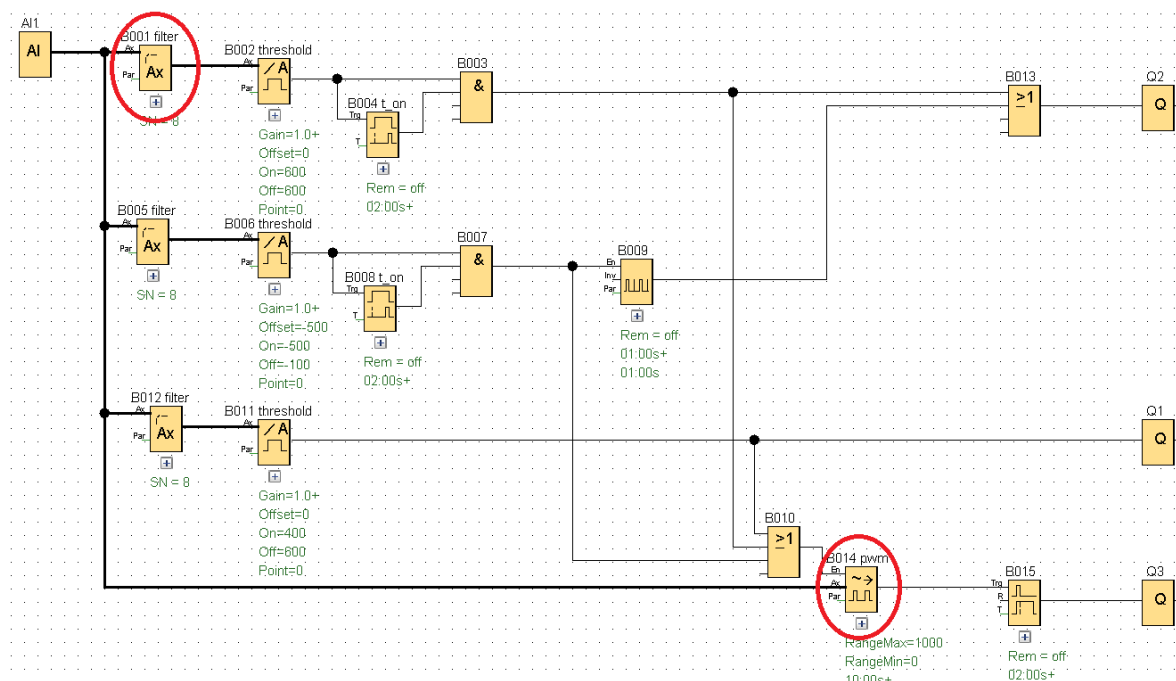
Figuur21: Programmatie

In de programmatie in bovenstaande figuur (figuur 21) stuurt AI1 een analoge waarde naar drempelwaardeschakelaars B001, B002 en B003. De drempelwaarden zijn zo ingesteld dat elke drempelwaardeschakelaar zijn specifieke waarde heeft om aan te duiden hoe groot de wrijving is. Als de analoge waarde van AI1 tussen de drempelwaarden van een drempelwaardeschakelaar ligt, zal de betreffende drempelwaardeschakelaar hoog worden en het signaal doorsturen. B003 is de functieblok (FB) die uitgang Q1 stuurt. Q1 is de groene lamp, als deze brandt is de wrijving in orde. B002 is verbonden aan een opkomvertraging en een EN-poort. De drempelwaardeschakelaar en de opkomvertraging moeten beide hoog zijn om het signaal door te sturen. De opkomvertraging is bedoeld om zeker te zijn dat de waarde effectief binnen de drempelwaarden van B002 ligt en dat het niet maar één of twee seconden binnen deze waarden ligt, dit zou kunnen veroorzaakt worden door het 'dansen' van de fles op de transportbaan. Zonder de opkomvertraging zou het ventiel, dat aangesloten is op Q3, te veel en te vlug aanschakelen en weer uitschakelen. Als B002 en B005 hoog zijn stuurt EN-poort B007 het signaal naar de asynchrone pulsgenerator B009. In B009 wordt een puls opgewekt waarbij je de tijd dat hij hoog moet zijn en de tijd dat hij laag moet zijn kan instellen (vb. één seconde hoog en één seconde laag). Als B009 het signaal doorstuurt zal Q2, de rode lamp, knipperen op een frequentie van 1Hz. Gaat het signaal via B006 dan zal Q2 continu branden. Vandaar dat er een OF-poort staat voor uitgang Q2, B006 of B009 stuurt het signaal door.

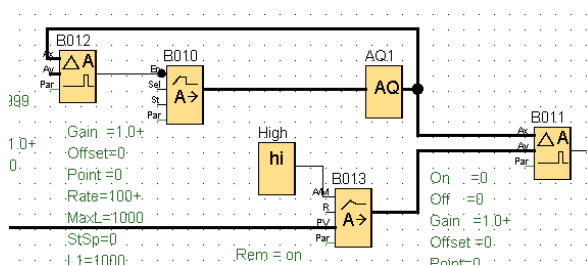
Voor de sturing van het ventiel, uitgang Q3, wordt gebruikt gemaakt van een zelf ontwikkelde puls breedte modulatie, zie figuur24. Hierbij wordt een zaagtandspanning gecreeërd in B010 die nadien vergeleken wordt met de waarde van het analoge signaal na de PI-controller B013. Bij PWM wordt de 'tijd hoog' en de 'tijd laag' in functie van de analoge ingangswaarde berekend. Hoe dichterbij de bovengrens ligt, hoe langer de 'tijd hoog' gaat zijn en omgekeerd. Om het ventiel te beschermen wordt een afvalvertraging B014 geplaatst. Deze FB is geplaatst omdat het kort aan- en afsschakelen van het ventiel de magneetspoel mogelijk zal doen doorbranden.

De zeepsmering mag enkel verneveld worden vanaf een bepaalde bandsnelheid. Voor het bepalen van de bandsnelheid maakte ik gebruik van een tellerfunctie B016 die het aantal schakels van de transportketting telt binnen een bepaalde tijd. Vanaf een bepaald aantal schakels maakt de teller zijn uitgang hoog. Als deze uitgang en de uitgang van de comparator B011 beide hoog zijn zal er zeepsmering gespoten worden.

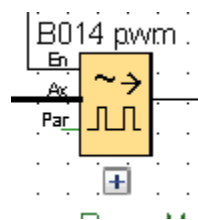
In de nieuwste versie, namelijk een LOGO! 0BA8.standard, zijn extra FB's ter beschikking. Hiermee zou het analoge signaal gefiltert kunnen worden met een analoge filter. Met de analoge filter kun je het aantal samples ingeven dat de filter moet nemen om nadien de gemiddelde waarde van deze samples door te sturen. In de nieuwste versie zit ook een Pulse Width Modulator (PWM) (figuur 25), hiermee zou het minder omslachtig zijn om het ventiel te sturen. Figuur 23 toont aan dat hier een software voorbeeld van gemaakt is.



Figuur 22: programatie nieuwste versie



Figuur23: zelf ontwikkelde PWM



Figuur24: PWM functieblok

## BESLUIT

Deze paper ging op zoek naar een oplossing voor het kleine productieverlies door een niet optimale baansmering van de flessenlijnen bij AB Inbev.

Uit de gemaakte literatuurstudie werd vastgesteld dat er nog geen frictiemeetapparaat bestond voor deze toepassing. De werking opzoeken van de in bedrijf gestelde installaties bij AB Inbev bracht meer duidelijkheid over het gehele conditioneringsproces. Het fenomeen wrijving en zijn bijhorende wrijvingscoëfficiënt, oorzaken en gevolgen werden duidelijk na het bestuderen ervan. Het maken van een literatuurstudie was van groot belang voor het begrijpen van het probleem.

Observaties en metingen uitvoeren was het meest belangrijke onderdeel van dit project, zo kon een mogelijke oplossing gezocht worden om het probleem te verbeteren of eventueel te verhelpen. Uit de metingen werd duidelijk dat er degelijk meer wrijving ontstond bij minder baansmering. Na deze vaststelling startte ik aan het ontwerp van het meetapparaat.

Het ontwerpen van een meetapparaat was in dit project het meest interessante gegeven. Uitzoeken hoe het meetapparaat robuust, nauwkeurig en zo goedkoop mogelijk gemaakt kon worden was een belangrijke factor. Zodra er een eerste versie was van het apparaat doken er snel heel wat problemen op, maar deze konden snel verholpen worden. Na het schrijven van een programma voor het meten, regelen en constant houden van de wrijving tussen de flessen en de transportbanen konden er opnieuw metingen uitgevoerd worden. Uit deze metingen bleek dat er degelijk een regeling van de baansmering was ontstaan.

Uit het hele project kan besloten worden dat er een goed werkend, goedkoop apparaat werd ontwikkeld met een nauwkeurigheid van 0,1 gram. Het apparaat dient nog verder uitgewerkt te worden zodat het permanent toegepast kan worden in de conditioneringshal.

Ik heb veel bijgeleerd over het werken met een LOGO! met bijhorende software, over het zo eenvoudig mogelijk oplossen van problemen. Ook de manier waarop je te werk moet gaan met een probleem, het kritisch bekijken ervan, alle mogelijkheden oplossingen bespreken en zo één oplossing volledig uitwerken.

Algemeen kan geconcludeerd worden dat er een optimalisatie is van de baansmering maar dat het nog niet op punt staat om permanent toegepast te worden op de flessenlijnen. Er is momenteel slechts een prototype ontwikkeld en nog niet alle problemen zijn van de baan. Om dit probleem verder aan te pakken is nog verder onderzoek nodig. Enkele suggesties voor opvolgend onderzoek zijn zaken zoals de verhouding van water en zeep, de snelheidsverschillen tussen de transportbanen etc. Met dit project werd hopelijk een stap in de goede richting gezet en kan het een aanzet zijn voor het definitief verhelpen van het probleem in de toekomst.

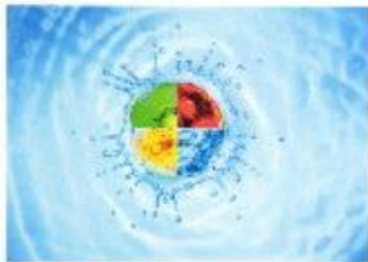
## BIBLIOGRAFIE

- [1] Anheuser-Busch Inbev, „ABInbev,” ABInbev, 2014. [Online]. Available: [http://www.ab-inbev.be/nl\\_BE/bedrijf.html](http://www.ab-inbev.be/nl_BE/bedrijf.html). [Geopend 2 Oktober 2014].
- [2] R. Grevengoed, „Habasit,” Habasit, 2014. [Online]. Available: <http://www.habasitblog.com/engineering-tips/wrijving-bij-transportbanden/>.
- [3] B. Drinčić, „Mechanical Models of Friction That Exhibit,” The University of Michigan, Michigan, 2012.
- [4] P. v. d. Meer, „Presentatie CCE/ AB Inbev,” in *Rexnord*, Leuven, 2012.
- [5] KHS filling and packaging - worldwide, „Handleiding Innopal ASH1 afruimer,” KHS, 04 April 2008. [Online]. Available: [www.khs.com](http://www.khs.com).
- [6] KHS filling and packaging - worldwide, „Handleiding Innofill DR-ZMS 144,” 03 Januari 2008. [Online]. Available: [www.khs.com](http://www.khs.com).
- [7] KHS filling and packaging - worldwide, „Handleiding Innopro KZE 250/T8-72-13PT 100A flash-pasteurisatie-installatie,” 04 Juli 2008. [Online]. Available: [www.khs.com](http://www.khs.com).
- [8] KHS filling and packaging - worldwide, „Handleiding Innopas WICG 21-49 pasteuriseur,” 06 Februari 2008. [Online]. Available: [www.khs.com](http://www.khs.com).
- [9] KHS filling and packaging - worldwide, „Handleiding Innoket KL 2080 / 120-48 Etiketteermachine,” 29 Januari 2008. [Online]. Available: [www.khs.com](http://www.khs.com).
- [10] Graphic packaging international inc., „Autoflex 1500 HS,” 2014. [Online]. Available: <http://www.graphicpkg.com/NA/EN/Products/Pages/BasketPkg.aspx?x=12>.
- [11] Graphic packaging international inc., „Quickflex 600 G3,” 2014. [Online]. Available: [http://www.graphicpkg.com/NA/EN/Products/PDFs/QF600\\_G3.pdf](http://www.graphicpkg.com/NA/EN/Products/PDFs/QF600_G3.pdf).
- [12] KHS filling and packaging - worldwide, „Handleiding Innopal PB 1HS2 RG Palletvulmachine,” 28 Oktober 2008. [Online]. Available: [www.khs.com](http://www.khs.com).
- [13] A. H. Kristensen, „Lachenmeier Powerflex T1 brochure,” 16 April 2014. [Online]. Available: [http://lachenmeier.com/Files/Billeder/Brochures/pft1/UK/pft1\\_2014\\_digital\\_uk.pdf](http://lachenmeier.com/Files/Billeder/Brochures/pft1/UK/pft1_2014_digital_uk.pdf).
- [14] Quatrostein, „www.wikipedia.org,” 23 February 2009. [Online]. Available: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Wrijving#mediaviewer/File:Wrijving.png>.



## **BIJLAGEN**

- Bijlage 1: doseerverhouding Sopura*
- Bijlage 2: frictiecoëfficiënt Sopura*
- Bijlage 3: datasheet analoge sensor*
- Bijlage 4: datasheet digitale sensor*
- Bijlage 5: plattegrond + detail inliner etima LB3*
- Bijlage 6: leiding baansmering inliner etima*
- Bijlage 7: referentiewaarden Rexnord*
- Bijlage 8: technische gegevens LOGO!*
- Bijlage 9: flessenlijn LB3*

*Bijlage 1: doseerverhouding Sopura*

## Test kit method

# LUBRANOL DWS

IT-MET-06 (02/05/2005)

### Application :

- Quaternary amine based lubricant.
- Quaternary amine based disinfectant.
- Concentration range : 0.10 – 0.40 % v.

### Operating mode :

- Take 15 ml of the required use solution in a 300 ml beaker;
- Add 30 drops of QA4;
- Add 10 drops of QA1;
- Titrate against QA5, count the number of drops needed for the coloration to change (from red Bordeaux to yellow).
- Carry out the dosing immediately after adding the coloured indicator and note the number of QA5 drops immediately after the colour change because this one can evolve with time.

$$\text{Concentration LUBRANOL DWS (\% v)} = \text{number of drops} \times 0.016$$

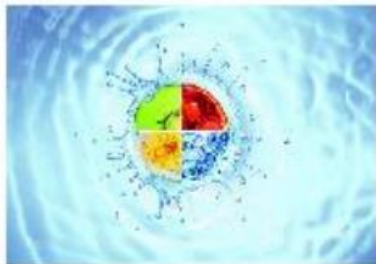
### Remarks :

- For high concentrations, make a dilution and adapt the coefficient accordingly.

**SOPURA** 

rue de Trazegnies 199  
 B – 6180 Courcelles - Belgium  
 TEL +32 71 46 80 10 – FAX +32 71 45 25 90  
 E-mail : sales@sopura.com

Bijlage 2: *frictiecoëfficiënt Sopura*



## Frictie coëfficiënt

IT-MET-36 (6/04/2012)

### Toepassing:

- Baansmering

### Materiaal:

- Dynamometer 0 – 100 g (flessen tot 33 cl)
- Dynamometer 0 – 300 g (flessen van 0,5L tot 1L)
- Dynamometer 0 – 600 g (flessen > 1L)

### Werkwijze :

- Weeg een gevulde fles van het type dat je wilt testen (in gram).
- Bevestig de dynamometer aan de gewogen flesdoor middel van een touwtje of een elastiekje.
- Plaats de fles op de bewegende transportband en hou de dynamometer horizontaal ten opzichte van de transportketting.
- Lees de waarde op de dynamometer af (in gram).

$$\text{Frictie coëfficiënt} = \frac{\text{afgelezen waarde (g)}}{\text{gewicht fles (g)}}$$

Herhaal deze meting voor verschillende locaties op de afvullijn.

Referentiewaarde voor glas op inox ketting: 0,10 – 0,15

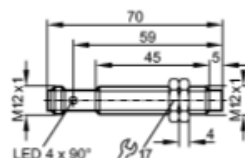
**SOPURA**   
 rue de Trazegnies 199  
 B – 6180 Courcelles - Belgium  
 TEL +32 71 46 80 10 – FAX +32 71 45 25 90  
 E-mail : sales@sopura.com

## Bijlage 3: datasheet analoge sensor

**efector100****IF6031**

IFK3004A2PKG/US

Inductieve sensor



Made in Germany

**Producteigenschappen**

Inductieve sensor
Schroefdraad metaal M12 x 1
Stekkerverbinding
Analoge uitgang 0...10 V (lineair, stijging: 2,77 V/mm) *)
Werkgebied 0,4...4 mm; [nb] niet bondig in te bouwen

**Elektrische eigenschappen**

Elektrische uitvoering	DC analoog
Voedingsspanning [V]	15...30 DC
Stroomopname [mA]	< 20
Beschermklasse	II
Ompoolbeveiligd	ja

**Uitgangen**

Uitgangsfunctie	0...10 V analoog
Min. belasting [ $\Omega$ ]	2000
Kortsluitbeveiliging	ja
Beschermd tegen overbelasting	ja

**Bereik**

Werkgebied [mm]	0,4...4
-----------------	---------

**Nauwkeurigheid / Afwijkingen**

Correctiefactoren	Staal (St37) = 1 / V2A ca. 0,7 / Ms ca. 0,5 / Al ca. 0,4 / Cu ca. 0,3
Lineairiteitsfout	$\pm 3\%$ ; van IA max
Herhaal nauwkeurigheid	$\pm 2\%$ ; van IA max
Temperatuurcoëfficiënt	$\pm 10\%$ ; van IA max

**Reactietijd**

Reactietijd [ms]	< 10
------------------	------

**Omgevingsvariabelen**

Omgevingstemperatuur [ $^{\circ}\text{C}$ ]	-25...80
Beschermklasse	IP 67

**Toelatingen / testen**

MTTF [jaar]	1000
-------------	------

**Mechanische eigenschappen**

Inbouwworm	niet bondig in te bouwen
Materiaal behuizing	Behuizing: Messing wit brons gecoat; actief vlak: PBT
Gewicht [kg]	0,045

**Aanwijzen / bedieningen**

Weergave	binnen het werkgebied geel (continu brandend)
----------	---

**efector100****IF6031**

IFK3004A2PKG/US

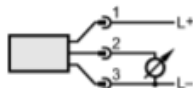
**Inductieve sensor**

buiten het werkgebied geel (knipperend)

**Elektrische aansluiting**

Aansluiting

M12-stekker

**Aansluiting****Toebehoren**

Toebehoren (bijgeleverd)

2 bevestigingsmoeren

**Opmerkingen**

Opmerkingen

\*) bij een doel van 12x12x1 mm uit staal (St37) en frontale benadering

Verpakkingseenheid

[stuk]

1

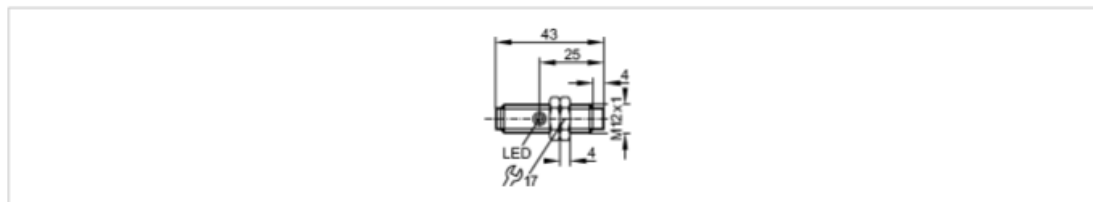
ifm electronic gmbh • Friedrichstraße 1 • 45128 Essen — Technische wijzigingen voorbehouden. — NL — IF6031 — 09.03.2008

## Bijlage 4: datasheet digitale sensor

**efector100****IF5539**

IFB3004-BPKG/US-100-DPS

Inductieve sensor



Made in Germany

**Producteigenschappen**

Inductieve sensor
Schroefdraad metaal M12 x 1
Stekkerverbinding
Schakelafstand 4 mm; [nb] niet bondig in te bouwen

**Elektrische eigenschappen**

Elektrische uitvoering	DC PNP
Voedingsspanning [V]	10...36 DC
Stroomopname [mA]	15; (24 V)
Beschermklasse	III
Ompoolbeveiligd	ja

**Uitgangen**

Uitgangsfunctie	maakcontact
Spanningsval [V]	< 2,5
Stroombelasting [mA]	150
Kortsluitbeveiliging	pulserend
Beschermd tegen overbelasting	ja
Schakelfrequentie [Hz]	1500

**Bereik**

Schakelafstand [mm]	4
Reële schakelafstand (Sr) [mm]	4 ± 10 %
Werkafstand [mm]	0...3,25

**Nauwkeurigheid / Afwijkingen**

Correctiefactoren	Staal (St37) = 1 / V2A ca. 0,7 / Ms ca. 0,4 / Al ca. 0,3 / Cu ca. 0,2
Hysteresis [% van Sr]	3...15
Schakelpuntdrift [% van Sr]	-10...10

**Omgevingsvariabelen**

Omgevingstemperatuur [°C]	-25...80
Beschermklasse	IP 67

**Toelatingen / testen**

EMC	EN 60947-5-2 EN 55011: klasse B
MTTF [jaar]	2531

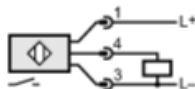
**Mechanische eigenschappen**

Inbouwworm	niet bondig in te bouwen
Materiaal behuizing	Messing wit brons gecoat; actief vlak: PC (polycarbonaat)
Gewicht [kg]	0,027

**Aanwijzen / bedieningen**

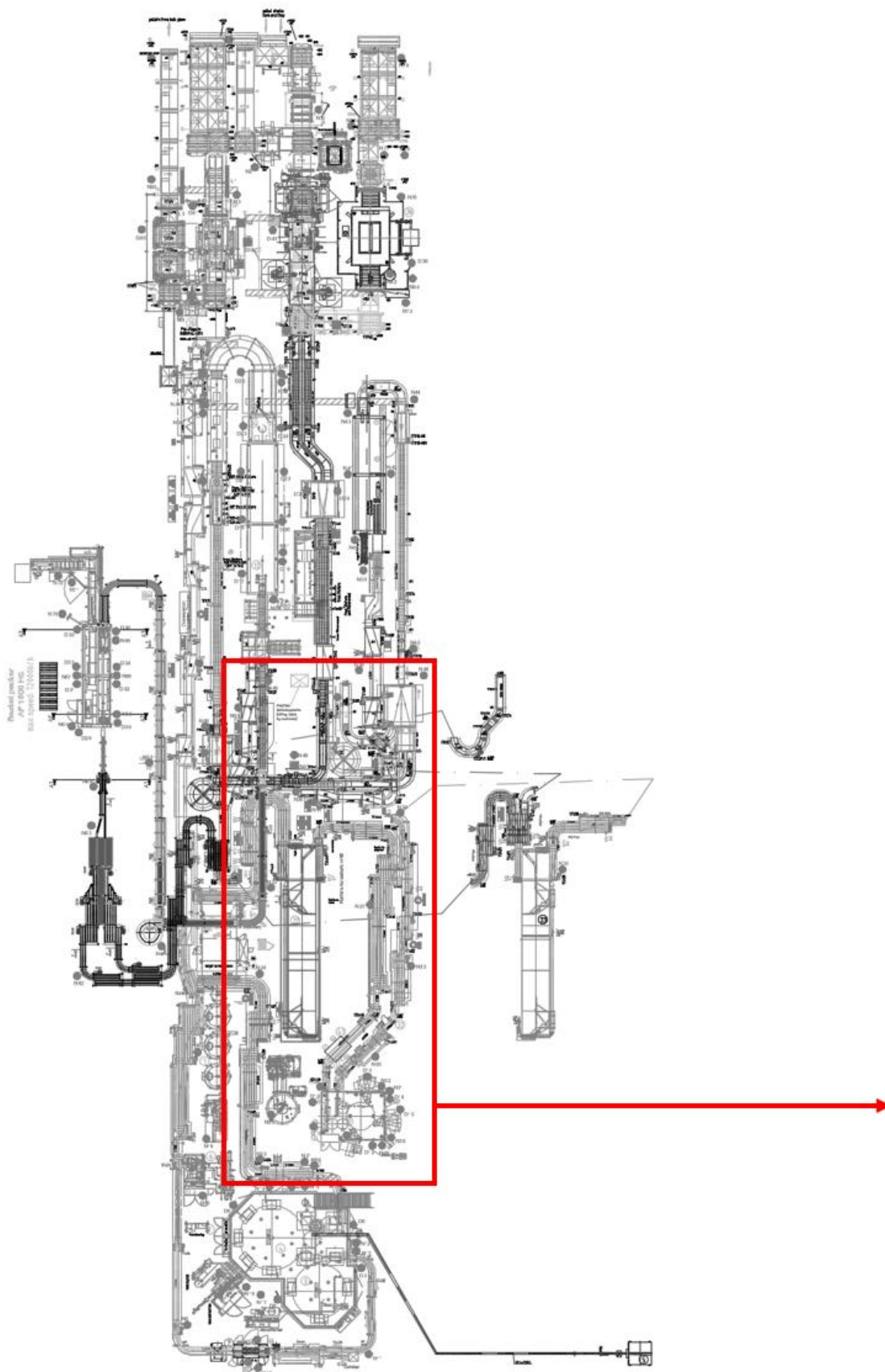
**efector100****IF5539**

IFB3004-BPKG/US-100-DPS

**Inductieve sensor**Indicatie schakeltoestand LED **Elektrische aansluiting**Aansluiting **Aansluiting****Toebehoren**Toebehoren (bijgeleverd) **Opmerkingen**Verpakkingseenheid  

ifm electronic gmbh • Friedrichstraße 1 • 45128 Essen — Technische wijzigingen voorbehouden. — NL — IF5539 — 06.03.2003

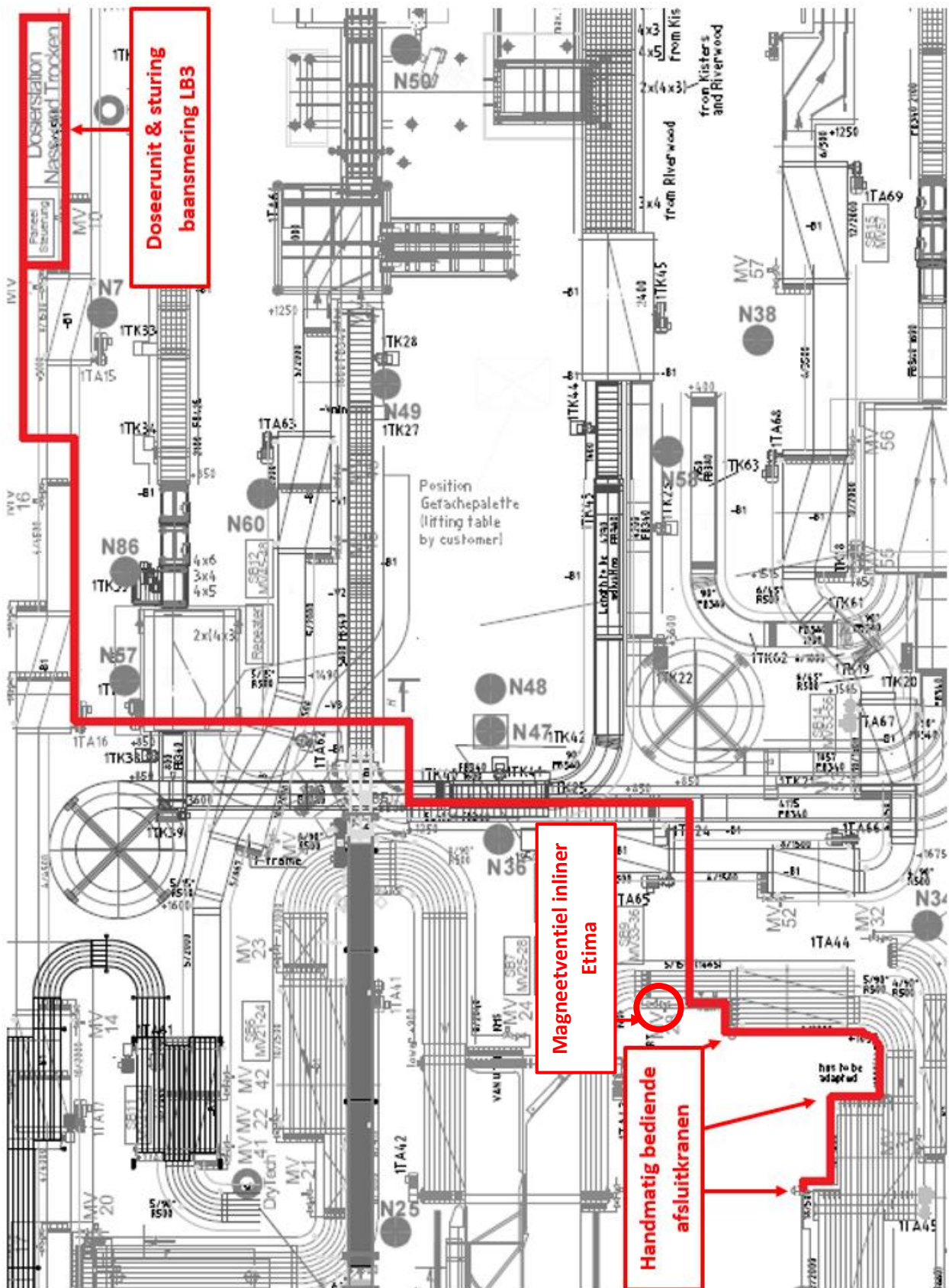
Bijlage 5: plattegrond + detail inliner etima LB3







Bijlage 6: leiding baansmering inliner etima



## Wrijving: algemene waarden



### Friction coef. materials

Wrijving tussen ketting en slijtstrippen

Material	conditions	Steel	
		XL	XLG
UHMWPE	Dry	0.30	0.18
	Water	0.22	0.13
	Lubrication	0.10	0.08

### Friction coef. products

Wrijving tussen ketting en product

Material	conditions	Steel	
		XL	XLG
Glass	Dry	0.35	0.18
	Water	0.30	0.15
	Lubrication	0.15	0.10
Crates	Dry	0.30	0.19
	Water	0.23	0.13
	Lubrication	0.12	0.08
Plastic	Dry	0.30	0.19
	Water	0.23	0.13
	Lubrication	0.12	0.08

## A.4 Technische gegevens: LOGO! 12/24... en LOGO! DM8 12/24R

	LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RCo	LOGO! DM8 12/24R
<b>Stroomvoorziening</b>		
Ingangsspanning	12/24 V DC	12/24 V DC
Toelaatbaar bereik	10,8 ... 15,6 V DC 20,4 ... 28,8 V DC	10,8 ... 15,6 V DC 20,4 ... 28,8 V DC
Beveiliging tegen verkeerde poling	ja	ja
Opgenomen vermogen		
• 12 V DC	10 ... 100 mA	100 ... 30mA
• 24 V DC	10 ... 75mA	75 ... 30mA
Overbrugging bij stroomuitval		
• 12 V DC	typ. 2 ms	typ. 2 ms
• 24 V DC	typ. 5 ms	typ. 5 ms
Vermogensverlies		
• 12 V DC	0,1 ... 1,2 W	0,4 ... 1,2 W
• 24 V DC	0,2 ... 1,8 W	1,8 ... 0,8 W
Buffering van de klok bij 25 °C	typ. 80h	
Loopnauwkeurigheid van de werkelijke tijd	max. $\pm 5$ s / dag	
Potentiaalscheiding	neen	neen
<b>Digitale ingangen</b>		
Aantal	8	4
Potentiaalscheiding	neen	neen
Ingangsspanning L+		
• Signaal 0	< 5 V DC	< 5 V DC
• Signaal 1	> 8 V DC	> 8 V DC

### Technische gegevens

	LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RC <sub>o</sub>	LOGO! DM8 12/24R
Ingangsstroom bij <ul style="list-style-type: none"> <li>• Signaal 0</li> <li>• Signaal 1</li> </ul>	< 1,0 mA (I1...I6) < 0,05 mA (I7, I8) > 1,5 mA (I1...I6) > 0,1 mA (I7, I8)	< 1,0 mA > 1,5 mA
Vertragingstijd bij <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 naar 1</li> <li>• 1 naar 0</li> </ul>	typ. 1,5 ms <1,0 ms (I5,I6) typ. 300 ms (I7,I8) typ. 1,5 ms <1,0 ms (I5,I6) typ. 300 ms (I7,I8)	typ. 1,5 ms typ. 1,5 ms
Lengte van de leiding (niet af-geschermd)	100 m	100 m
<b>Analoge ingangen</b>		
Aantal	2 (I7, I8)	
Bereik	0 ... 10VDC	
max.ingangsspanning	28,8VDC	
<b>Digitale uitgangen</b>		
Aantal	4	4
Type uitgangen	Relaisuitgangen	Relaisuitgangen
Potentiaalscheiding	ja	ja
In groepen van	1	1
Aansturing van een digitale ingang	ja	ja
Uitgangsspanning		
Uitgangsstroom		
Onafgebroken stroom $I_{th}$ (per klem)	max. 10 A je relais	max. 10 A per relais en max. 20 A over alle 4 relais

*Technische gegevens*

	<b>LOGO! 12/24RC</b> <b>LOGO! 12/24RC<sub>o</sub></b>	<b>LOGO! DM8</b> <b>12/24R</b>
Gloeilampbelasting (25.000 schakelcycli) bij	1000 W	1000 W
TL-lampen met elektr. voor-schakeltoestel (25.000 schakelcycli)	10 x 58 W	10 x 58 W
TL-lampen traditioneel gecompenseerd (25.000 schakelcycli)	1 x 58 W	1 x 58 W
TL-lampen niet-gecompenseerd (25.000 schakelcycli)	10 x 58 W	10 x 58 W
Beveiligd tegen korsluiting en overbelasting		
Kortsluitstroombegrenzing		
Derating	geen; over het gehele temperatuurbereik	geen; over het gehele temperatuurbereik
Kortsluitvastheid cos 1	Vermogensbeveiliging B16 600A	Vermogensbeveiliging B16 600A
Kortsluitvastheid cos 0.5 tot 0.7	Vermogensbeveiliging B16 900A	Vermogensbeveiliging B16 900A
Parallelschakeling van uitgangen voor vermogenstoename	niet toegelaten	niet toegelaten
Beveiliging van een uitgangsrelais (indien gewenst)	max. 16 A, karakteristiek B16	max. 16 A, karakteristiek B16
<b>Schakelfrequentie</b>		
Mechanisch	10 Hz	10 Hz
Elektrisch		
Weerstandsbelasting/lampbelasting	2 Hz	2 Hz
Inductieve belasting	0,5 Hz	0,5 Hz



Bijlage 9: flessenlijn LB3

