

design your future

DRAADLOZE BESTURING VAN EEN BOBCAT

studiegebied industriële wetenschappen en technologie
bachelor in de autotechnologie

campus Kortrijk

Freek Mestdagh

Dries Naessens

Nico Vanneste

academiejaar 2015-2016



katholieke hogeschool
associatie KU Leuven

DRAADLOZE BESTURING VAN EEN BOBCAT

studiegebied industriële wetenschappen en technologie
bachelor in de autotechnologie

campus Kortrijk

Freek Mestdagh
Dries Naessens
Nico Vanneste

academiejaar 2015-2016

REMOTE CONTROL OF A BOBCAT

studiegebied industriële wetenschappen en technologie
bachelor in de autotechnologie

campus Kortrijk

Freek Mestdagh

Dries Naessens

Nico Vanneste

academiejaar 2015-2016

Voorwoord

De verschillende aspecten die bij de bachelorproef horen, wekten onze interesse op. Het feit dat dit eindwerk met diverse onderdelen werd aangeboden zorgde ervoor dat we op een gemotiveerde manier konden werken aan de bekroning van de opleiding autotechnologie. Vandaar dat de keuze van dit onderwerp voor ons drieën een echte uitdaging leek.

Voor de aanvang van dit project waren we niet echt vertrouwd met elkaar, zodat het teamwerk nog een vraagteken was. Uiteindelijk merkten we dat we enorm complementair waren en elkaar voortdurend motiveerden om door te zetten. Dit maakte ons tot een hecht team.

Door dit project hebben wij de mogelijkheid gekregen om onze elektrische, mechanische en hydraulische kennis verder te ontwikkelen. Alsook in het domein van programmatie hebben wij veel bijgeleerd. Deze opgedane competenties kunnen wij verder gebruiken in de toekomst. Om het project tot stand te brengen, deden wij beroep op aantal programma's zoals Codesys en Creo.

Graag hadden wij onze begeleidende docent, de heer J. Lebon bedankt voor de goede samenwerking en de leerrijke kansen die wij aangeboden kregen. Onze dank gaat eveneens uit naar mevrouw K. Beyls voor het economische luik en het gestructureerd plannen, daarnaast bedanken we mevrouw G. Verhenne voor het communicatieve aspect zowel in het Nederlands als in het Frans van de bachelorproef. Wij willen eveneens mevrouw A. Matton bedanken voor de ondersteuning in alle kleine aspecten die bij een bachelorproef horen. Tenslotte willen wij, niet het minst, eveneens de mensen van Defensie en het bedrijf Bobcat Vangaever bedanken voor de kansen die zij ons hebben aangeboden om dit te realiseren, alsook voor de vele informatie die zij ons aangereikt hebben.

Als laatst zouden we ook nog een kleine bedanking willen richten aan onze vriendinnen: Céline, Annelies en Jorina voor hun steun en toeverlaat. We willen ook onze ouders zeker niet vergeten voor de morele steun.

Inhoud

Voorwoord	5
Inhoud	6
Hoofdstuk I Inleiding	8
Hoofdstuk II Vorige realisatie	9
1 Beginsituatie	9
1.1 Reeds aangekochte onderdelen	10
1.1.1 MOD 09	10
1.1.2 Thomson gas throttle actuator	11
1.1.3 Reduceerventiel	11
Hoofdstuk III Streefdoelen	12
1 Doelstelling bachelorproef	12
1.1 Beginsituatie	12
1.1.1 Gerealiseerde zaken (2014-15)	12
1.1.2 Doelstellingen eindwerk 2015-16	12
Hoofdstuk IV Voorbereidend werk	13
Hoofdstuk V Inleidende werking	14
1 Heffen	14
2 Zakken	14
3 In kantelen	15
4 Uit kantelen	15
5 Bak uit	16
6 Bak in	16
Hoofdstuk VI Mechanische opbouw	17
1 Bevestigingsbeugel	17
1.1 Inbouw bevestigingsbeugel	18
2 Gas throttle actuator	18
2.1 Waterjet	20
2.1.1 Bediening	20
2.2 Inbouw gas throttle actuator	24
3 Aanpassingen cabine	25

Hoofdstuk VII	Hydraulische opbouw.....	27
1	MOD09	27
2	Aanpassingen MOD09	29
3	IT009	31
4	Hydraulische leidingen	32
Hoofdstuk VIII	Elektrische opbouw.....	34
1	CR7032 SafetyController.....	34
2	CR0451 Scherm	35
3	CAN-kabel.....	35
4	Remote controller	36
4.1	NOVA-XL 8K.....	36
4.2	Gebruikshandleiding	37
5	Gas throttle actuator.....	39
6	Inclinosensor	40
7	Beugelcontact	41
8	Traction lock	42
9	Bekabeling.....	42
9.1	Wet van Pouillet.....	43
10	Lichten.....	44
11	Claxon	45
Hoofdstuk IX	Programmeren.....	46
1	Theoretische omkadering.....	46
1.1	Inleiding CANopen	46
1.1.1	Soorten berichten.....	46
1.2	Inleiding SAEJ1939	48
1.3	Principe Schema.....	50
2	Praktische omkadering.....	51
2.1	De werking van het programma	51
2.2	Programmacreatie	53
2.2.1	Target Toevoegen	53
2.2.2	Library toevoegen	56
2.2.3	CR7032 Initialiseren als master.....	57

2.3	Programmatekst	60
2.3.1	Basisprogramma	60
2.3.2	Unpack	62
2.3.3	Startsequentie	64
2.3.4	Gas throttle actuator	68
2.3.5	Contactsloot	75
2.3.6	Joystick aansturing	77
2.3.7	Functieblok Joystick	79
2.3.8	Heffen	84
2.3.9	Kantelen	85
2.3.10	Rijden	86
2.3.11	Bak in- en uitkantelen	88
2.3.12	Traction lock	89
2.3.13	Lichten	90
2.3.14	Noodstop	91
2.3.15	Claxon	92
2.3.16	Inclino	93
2.3.17	Scherf	94
Hoofdstuk X	Veiligheid	99
1	EMC-richtlijn	99
2	Machinerichtlijn	99
3	Richtlijn productaansprakelijkheid	100
4	Ip code	101
Hoofdstuk XI	Vergelijking met soortgelijke ontwerpen	102
Hoofdstuk XII	Testen	103
1	Krachttest	103
1.1	Besluit	104
2	Eerste test van het programma	105
2.1	Besluit	106
3	Rij-inrichting	107
3.1	Besluit	107
4	Tilt-inrichting	108

4.1	Besluit	108
5	Totale programma test.....	109
6	Test gemengd circuit	110
7	Testen hef & tilt inrichting.....	111
7.1	Besluit	111
8	Testen 3^{de} functie.....	112
8.1	Besluit	112
9	Functioneringstest	113
9.1	Besluit	113
10	Stopafstand	114
10.1	Besluit	114
11	Vertraging op tilt en hefinrichting.....	115
11.1	Besluit	116
12	Snelheidstest	116
13	Test vanop afstand starten	117
13.1	Besluit	117
14	Afstellen naar normen operator	118
14.1	Besluit	118
Hoofdstuk XIII	Toekomstige plannen	119
Hoofdstuk XIV	Besluit	120
Hoofdstuk XV	Literatuurlijst.....	121
Hoofdstuk XVI	Lijst met verwijzingen	123
Hoofdstuk XVII	Bijlagen.....	127

Hoofdstuk I Inleiding

Het onderwerp werd in de eerste plaats aangeboden door defensie aan VIVES. Van daaruit werd het onderwerp aan de studenten aangereikt. Bobcat Vangaever ondersteunde deze bachelorproef met hun knowhow.

Het project gaat over de praktische realisatie van het draadloos aansturen van een Bobcat. Naast deze praktische realisatie werden ook enkele theoretische aanvullingen gedaan. Er is gestreefd naar enerzijds zo origineel mogelijk houden van de Bobcat en anderzijds de verplaatsbaarheid naar andere Bobcats.

De bachelorproef vangt aan met het eindresultaat van de haalbaarheidstudie remote controlled Bobcat en waar dus op verder gebouwd wordt. Daarna wordt duidelijk wat de streefdoelen van het project zijn. Na deze globale bespreking worden de verschillende aspecten onder de loep genomen. Hierin wordt zo'n volledig mogelijke en juiste beschrijving van de geleverde prestaties en het resultaat neergeschreven. De verschillende onderdelen die in dit project aan de pas komen zijn de mechanische opbouw, de hydraulica, de elektrische ombouw, de programmatie en tenslotte de testen die uitgevoerd werden. Als laatste wordt in de conclusie het eindresultaat beschreven.

Hoofdstuk II **Vorige realisatie**

1 Beginsituatie



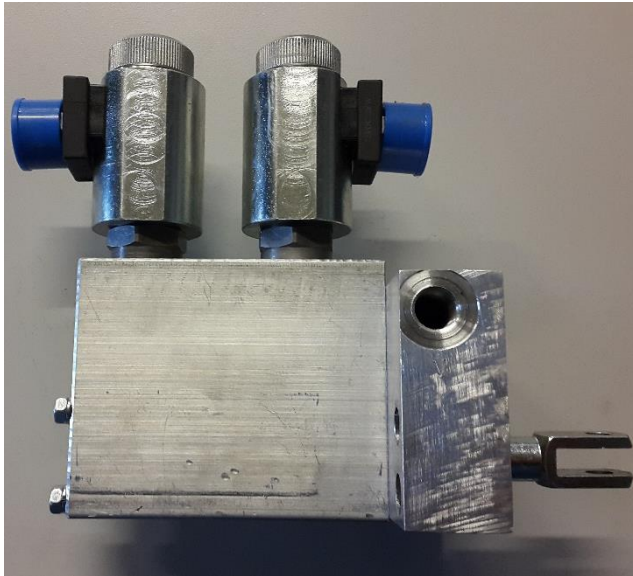
Figuur 1: Begin situatie Bobcat

Bij de aanvang van de bachelorproef werd er vertrokken van een standaard Bobcat 773. In het eerste semester werd de bachelorproef voorgelegd. Deze bachelorproef werd vorig jaar ook al behandeld. Er werd een haalbaarheidsstudie gemaakt en er werden enkele onderdelen aangekocht.

1.1 Reeds aangekochte onderdelen

Dit zijn de onderdelen die vorig jaar tijdens de bachelorproef werden aangekocht, deze zullen nu ook gebruikt worden in het verder ontwikkelen van dit eindwerk. Een omschrijving van de werking wordt in verdere hoofdstukken behandeld. De componenten zijn gecontroleerd op geschiktheid om de Bobcat aan te sturen. Deze testen zijn te vinden onder het hoofdstuk testen.

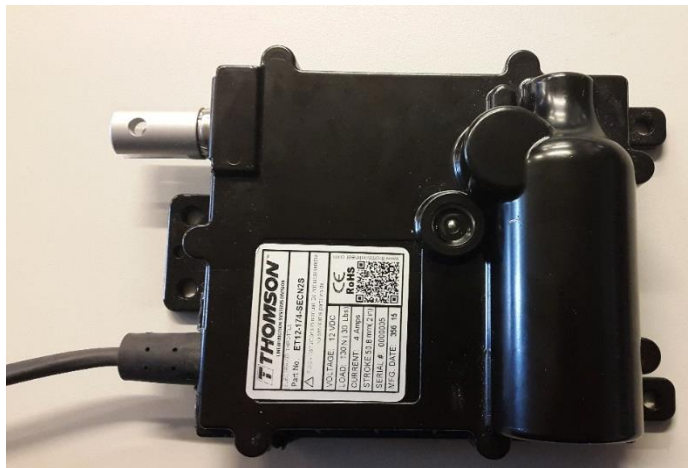
1.1.1 MOD 09



Figuur 2: MOD09

Dit zijn proportionele hydraulische schuiven. Deze worden gebruikt om de rij-, hef- en tiltinrichting aan te sturen. Ze worden PWM aangestuurd waardoor de verschillende ventielen voor het heffen, rijden en kantelen van de Bobcat bediend worden.

1.1.2 Thomson gas throttle actuator



Figuur 3: Thomson gas throttle actuator

Voor het wijzigen van het toerental van de verbrandingsmotor wordt gebruik gemaakt van een gas throttle actuator. Deze zal via het SAEJ 1939 netwerk worden aangestuurd. De gas throttle actuator maakt een lineaire beweging. Deze wordt aangesloten op de stang die op zijn beurt de dieselpomp meer of minder openzet.

1.1.3 Reduceerventiel



Figuur 4: Reduceerventiel

Dit reduceerventiel wordt gebruikt om de druk die de Bobcat uitstuurt van ± 150 bar te reduceren naar 30 bar. Dit is de druk waarop de ventielen de maximale stuwkracht kunnen leveren van 1300N.

Hoofdstuk III Streefdoelen

1 Doelstelling bachelorproef

Het doel van het eindwerk is het ombouwen van een Bobcat, zodat deze vanop afstand aangestuurd kan worden. Deze Bobcat zou dan worden ingezet om bommen op te graven bij DOVO. Via een speciale kraanarm moeten bommen tot op 2 meter diepte opgegraven kunnen worden. Er is dus geen operator aanwezig in de Bobcat.

1.1 Beginsituatie

Verder bouwen op het eindwerk 'Haalbaarheidsstudie Remote Controlled Bobcat'. (2014-2015), kan de theoretische studie omgezet worden in de praktijk.

1.1.1 Gerealiseerde zaken (2014-15)

- Theoretische studie van de ombouw
- Aankoop van de hydraulisch en elektrische componenten
- Beginnend ontwerp van de software (aansturing van de rijinrichting)
- Eenvoudige visualisatie/simulatie van de machine

1.1.2 Doelstellingen eindwerk 2015-16

- Inbouw van de hydraulisch componenten in samenwerking met Hansaflex. (Hydraulisch)
- Mechanisch verbinding en ontwerpen om de hydraulisch componenten met de verschillende inrichtingen te koppelen (Mechanisch)
- Elektrisch bekabeling aanpassen/uitbreiden (Elektrisch)
- Programmatie/aansturing via controller van de rij en hefinrichting (Programmeren)

Hoofdstuk IV Voorbereidend werk

Om een goed ontwerp te maken is het belangrijk om overzichtelijk te werk te kunnen gaan. Daarom is de eerste stap zorgen dat alle componenten goed zichtbaar zijn. Daarna is er overgegaan op het onderzoeken van het systeem, zowel mechanisch, hydraulisch als elektrisch.

Aangezien het van groot belang is om te kunnen programmeren met CoDeSys is deze vaardigheid in het eerste semester aangeleerd door individueel oefeningen te maken. Het doornemen van de hydraulische en elektrische schema's werd deels gedaan in het eerste semester.

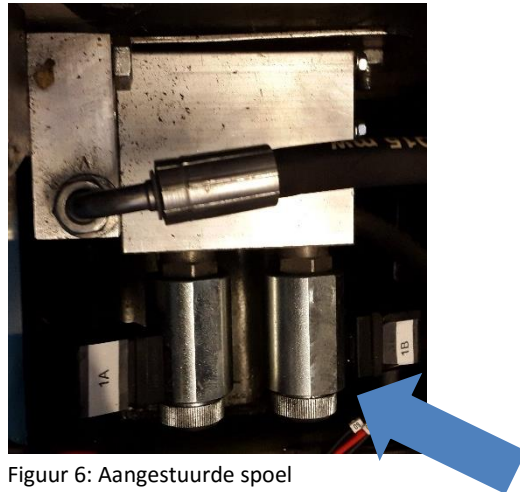
Na het bestuderen werd er bekeken hoe het aangepakt zou worden. In de volgende pagina's staat uitgelegd wat er allemaal gebeurd is gedurende de eindwerkperiode.

Hoofdstuk V Inleidende werking

1 Heffen



Figuur 5: Scharnierpunt heffen



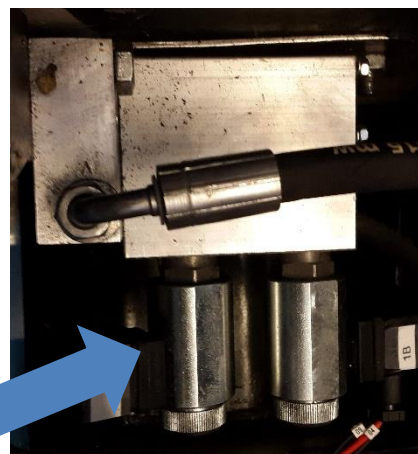
Figuur 6: Aangestuurde spoel

De pijl op de linkse afbeelding wijst op de richting dat het scharnier draait in dit geval zullen de armen van de Bobcat omhoog bewegen. Om deze functie te kunnen uitvoeren wordt de aangeduide spoel bekrachtigd.

2 Zakken



Figuur 5: Scharnierpunt zakken



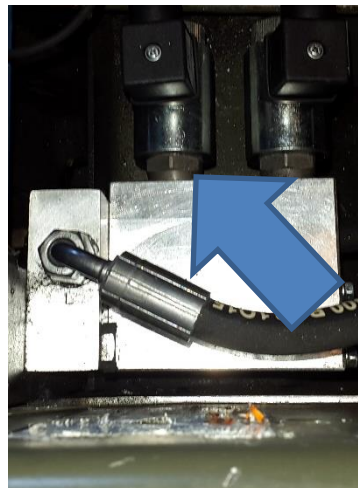
Figuur 6: Aangestuurde spoel

Zoals hierboven al aangetoond kan de arm van de Bobcat zakken. Hierbij draait het scharnier in tegenovergestelde richting. Er is te zien welke spoel wordt aangestuurd om deze beweging te realiseren.

3 In kantelen



Figuur 7: Scharnierpunt in kantelen



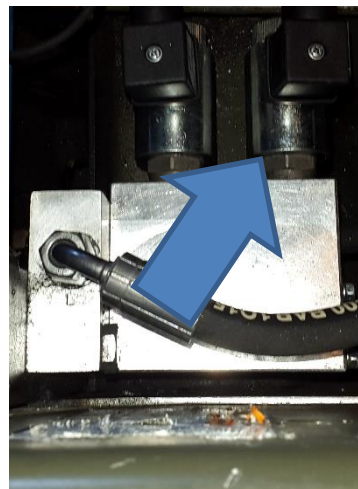
Figuur 8: Aangestuurde spoel in kantelen

In bovenstaande linkse figuur wordt het scharnierpunt weergegeven om de bijgevoegde arm die op de Bobcat is gemonteerd een op- en neerwaartse beweging te laten maken. In dit geval is het scharnierpunt in de draairichting van in kantelen, dus de arm naar de Bobcat toe bewegen. Om deze actie te volbrengen moet de aangeduide spoel op de rechtse foto aangestuurd worden.

4 Uit kantelen



Figuur 9: Scharnierpunt uit kantelen



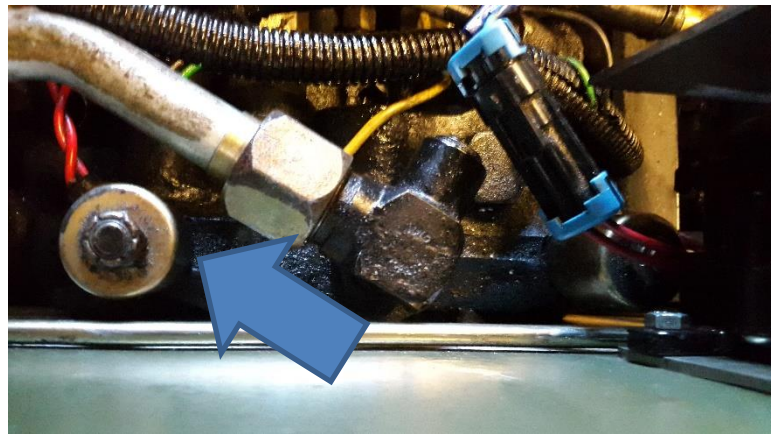
Figuur 10: Aangestuurde spoel uit kantelen

Zoals op de bovenstaande afbeelding is afgebeeld, zal het scharnier nu in de andere richting verdraaien. De arm zal in deze situatie nu gaan uit kantelen, dus zal deze naar beneden bewegen. Om deze actie te verwezenlijken zal de aangeduide spoel bekrachtigd moeten worden.

5 Bak uit



Figuur 12: Scharnierpunt bak uit



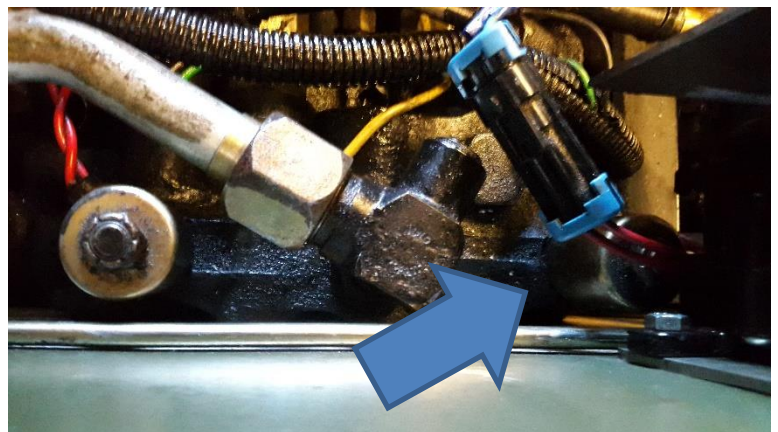
Figuur 11: Aangestuurde spoel

De linkse afbeelding geeft het scharnierpunt weer. In dit geval zal de schepbak naar boven toe bewegen. Om deze actie te verkrijgen moet de linkse spoel zoals aangeduid op de rechtse afbeelding bekrachtigd worden.

6 Bak in



Figuur 14: Scharnierpunt bak in

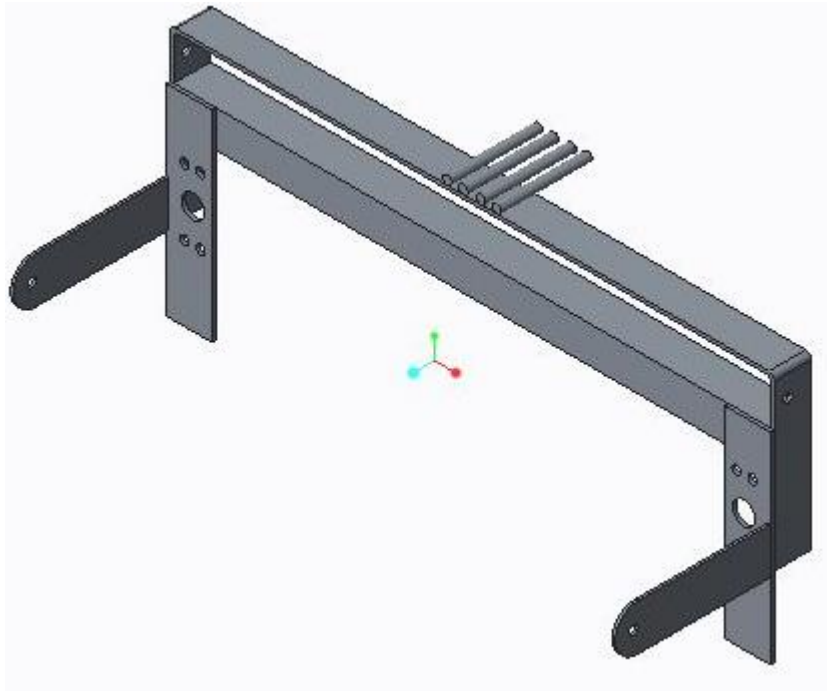


Figuur 13: Aangestuurde spoel bak in

Zoals hierboven vermeld beweegt het scharnierpunt nu in de andere richting. Hierdoor zal de bak in bewegen. Om deze actie te bekomen moet de aangeduide spoel worden bediend.

Hoofdstuk VI Mechanische opbouw

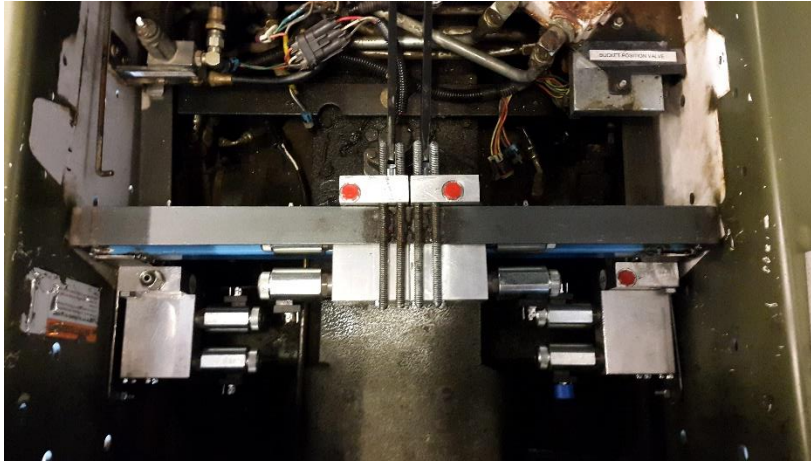
1 Bevestigingsbeugel



Figuur 15: Bevestigingsbeugel

Voor het inbouwen van de componenten moet er een gebruiksvriendelijk ontwerp ontwikkeld worden. Er is gekozen om een beugel te maken waarop alle componenten samen gemonteerd zijn. Deze werd reeds in het eerste semester ontwikkeld worden, zodat de ventielen getest konden worden. Dit onderzoek wordt in het hoofdstuk over testen uitvoerig besproken. (Hoofdstuk XII1)

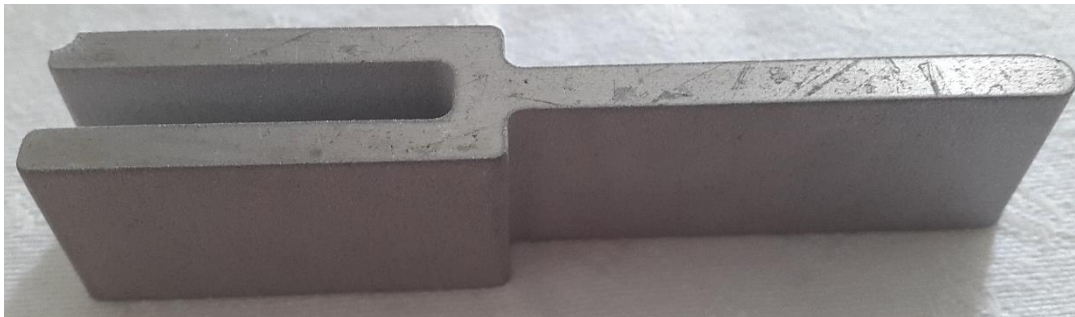
1.1 Inbouw bevestigingsbeugel



Figuur 16: Inbouw

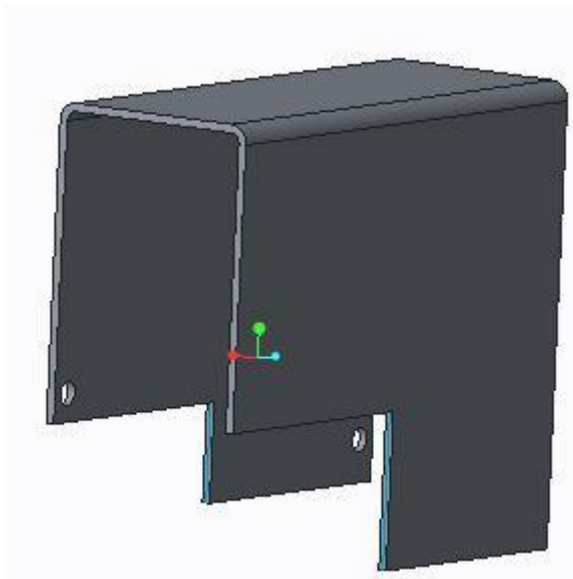
Deze bevestigingsbeugel is ongeveer geplaatst waar vroeger de besturingshendels zaten. De beugel is bevestigd aan de hand van vier bout-moer verbindingen. Twee bevinden zich bovenaan en twee bevinden zich onderaan. Door deze vier bouten kan de beugel niet meer kantelen tijdens het bewegen van de ventielen. Ook de ventielen zijn bevestigd aan de beugel door twee bouten met moer of door een draadstang met moer. De beugel is ook zo gepositioneerd zodat de hydraulische leidingen gemakkelijk kunnen worden bevestigd.

2 Gas throttle actuator



Figuur 17: Verbindingsstuk gas throttle actuator

Dit onderdeel is het verbindingsstuk tussen de gas throttle actuator en de gashendel. Om dit stuk te creëren, is er gebruik gemaakt van een waterjet. Er wordt gekozen om aluminium te gebruiken omdat de stang van de gas throttle actuator uit Chrome bestaat. Hierdoor kan er geen erosie ontstaan.



Figuur 18: bevestigingsplaat gas throttle actuator

Om de gas throttle actuator te bevestigen, is er gekozen om deze meteen te beschermen tegen rondvliegende delen door een u plaat te plooien. Deze plaat heeft een dikte van 3 mm en zorgt toch voor enige bescherming.



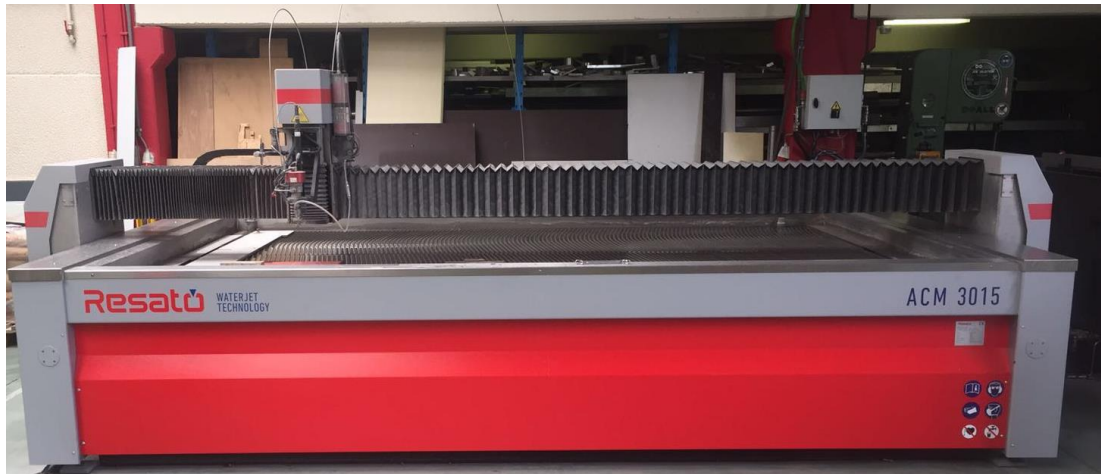
Figuur 19: Plooien bevestiging



Figuur 20: Plooien met pers

Op deze foto's is te zien hoe de bevestigingsplaat van de gas throttle actuator gemaakt is. Er is gekozen om dit te plooien met een plooi bank. Dit verliep goed bij de ene kant, maar het plooien van de andere kant is moeilijker omdat de tussenafstand te klein is. Doordat die afstand te klein is, is er verder geplooid met een pers. Hiervoor is een buis als geleiding gebruikt om niet te ver te kunnen plooien en geen vervorming te verkrijgen.

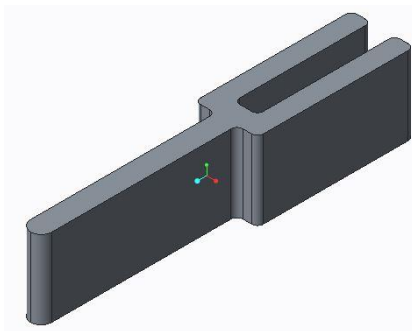
2.1 Waterjet



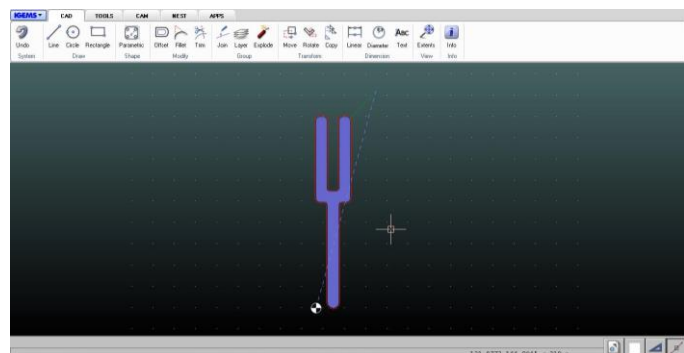
Figuur 21: Waterjet

Waterjetten is een snijwijze voor diverse materialen. Het is een zeer nauwkeurige bewerking met een afwijking van maximaal 0,1 mm. Het waterjetten gebeurt relatief snel in vergelijking met andere bewerkingsmethoden. Deze machine werkt onder een hagedruk van ± 3300 bar, dit is afhankelijk van de dikte van het materiaal. In dit water wordt er abrasief (soort zand dat dient als schuurmiddel) toegevoegd.

2.1.1 Bediening

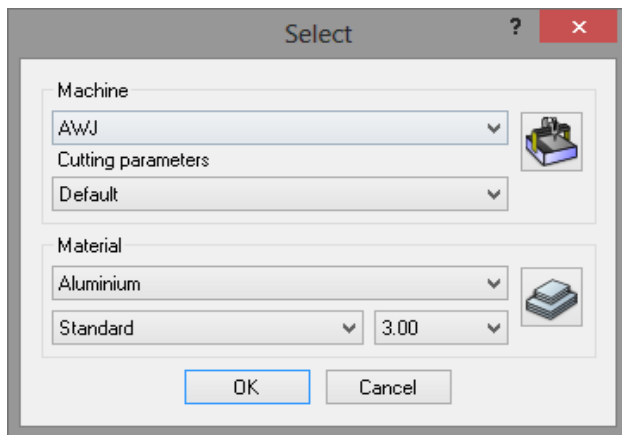


Figuur 23: Creo tekening



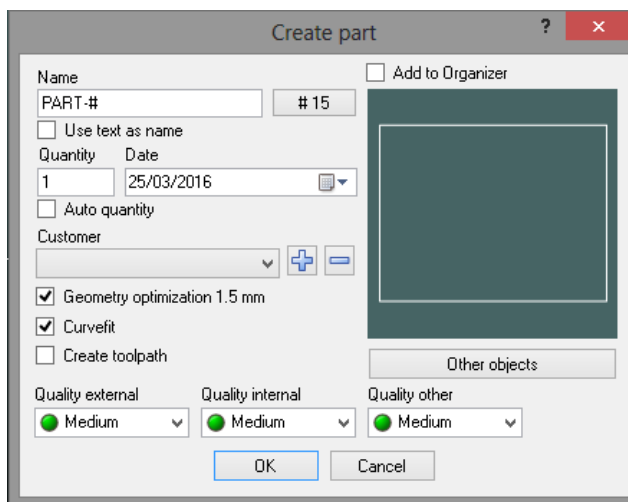
Figuur 22: IGEMS

Eerst en vooral moet een 3D-tekening gemaakt worden van het stuk dat gewaterjet moet worden. Deze moet dan omgezet worden naar een 2D-tekening met als extensie ".DXF". Dit bestandstype dient dan ingeladen te worden in het programma IGEMS.



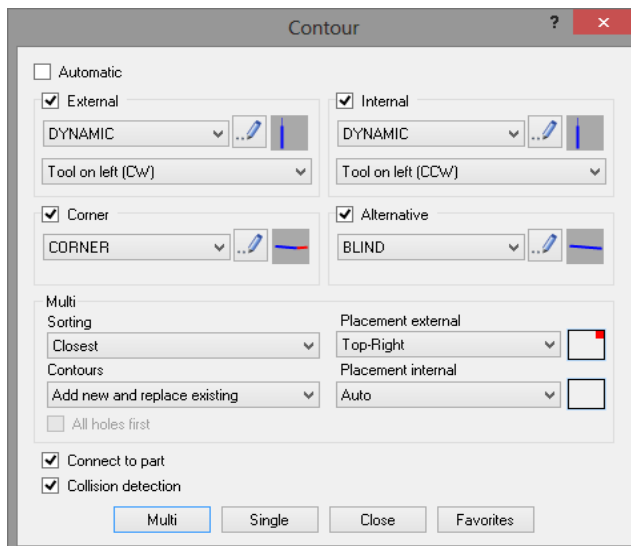
Figuur 24: Instelling dikte en materiaal

Nadat dit bestand is ingeladen kan het instellen van de waterjet beginnen. Er moet gekozen worden welk materiaal er gebruikt wordt, welke dikte het materiaal heeft. Bij het stuk voor de gas throttle actuator is dit een dikte van 18 mm.



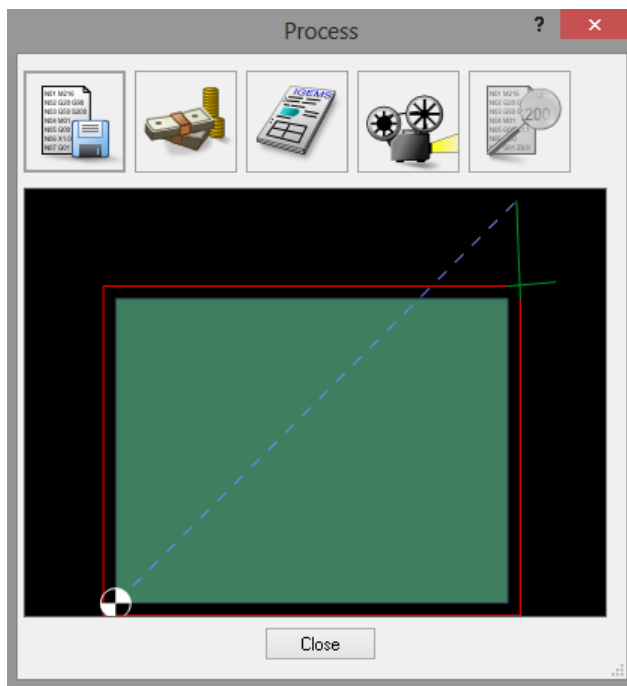
Figuur 25: Kwaliteitsinstelling

Er kan ook ingesteld worden welke kwaliteit er gebruikt wordt om het stuk te verwezenlijken. Deze kwaliteitsnorm wordt pas belangrijk vanaf een dikte van 8 mm.



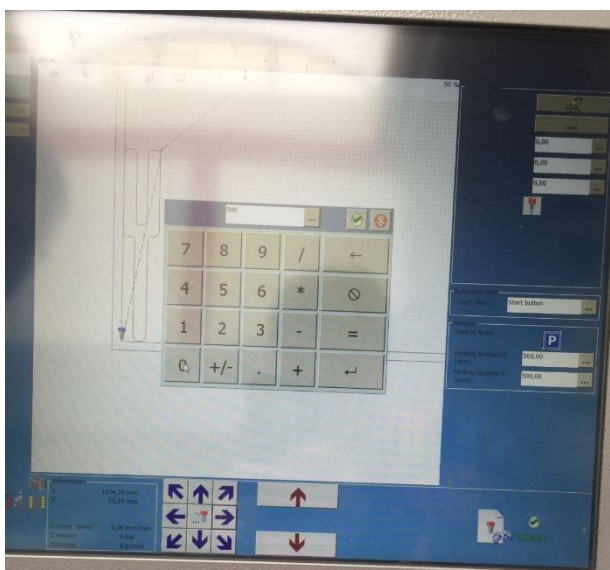
Figuur 26: Instellen contour

In het kader hierboven wordt de volgorde van het snijden ingesteld. Er kan gekozen worden om eerst inwendig en daarna uitwendig te snijden of omgekeerd. Er kan ook bepaald worden hoeveel stukken er uit het materiaal moeten gemaakt worden. Het programma zorgt ervoor dat de contour correct is ingesteld. Zo bepaald deze de juiste afstand waarop hij moet snijden, want de waterstraal heeft ook een bepaalde diameter.



Figuur 27: 2D simulatie

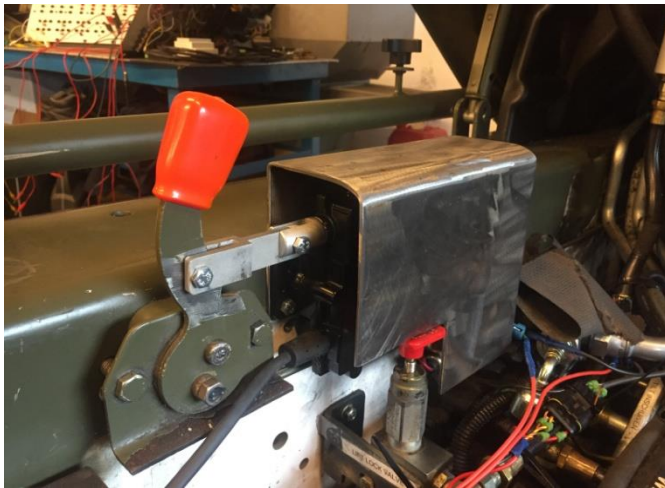
In de simulatie modus kan bekeken worden welk traject de waterjet zal aflopen om het stuk te produceren. Er kan hieruit een rapport worden gehaald, dit biedt meer info over het snijproces. Dit rapport kan teruggevonden worden in bijlage.



Figuur 28: Instellen nulpunt

Op de machine is het mogelijk om te kiezen waar de machine begint met bewerken. Er kan een beweging gemaakt worden naar een bepaalde hoek van de te bewerken plaat. Hierdoor kunnen eventuele onzekerheden in deze plaat vermeden worden. Ook kan op het scherm gezien worden hoeveel van de omtrek al bewerkt is. Nadat deze stappen zijn doorlopen, kan het bestand ingeladen worden aan de hand van een stick in de waterjet. De waterjet werkt op het principe van een CNC-machine. Na een druk op de startknop zal het proces automatisch verlopen.

2.2 Inbouw gas throttle actuator



Figuur 29: inbouw

Op bovenstaande foto is te zien hoe de gas throttle actuator is ingebouwd. Deze is bevestigd door twee bouten met moer in de originele gaten van het chassis. Dit is eenvoudig te monteren. Het verbindingstuk zit gemonteerd tussen de gas throttle actuator en de gashendel. Dit wordt gedaan door twee M7 bouten, één daarvan zit vast doordat er draad getapt is in de gashendel. Er wordt ingewerkt op de originele gashendel van de Bobcat. Op die manier ontstaat er een grote bedrijfszekerheid, dit is uiteraard noodzakelijk voor defensie.

3 Aanpassingen cabine



Figuur 30: Ombouw cabine



Figuur 31: Cabine vergrendeling

In het begin van het tweede semester werd de Bobcat naar de firma Vangaever overgebracht om de cabine aan te passen, alsook het instrumentenpaneel verplaatsen. De aanpassingen aan de cabine zijn opmerkelijk, doordat er geen persoon in de Bobcat plaats hoeft te nemen. De oorspronkelijke cabine wordt gebruikt als basis. Er is met markeerstift een lijn getrokken die gelijkloopt met de armen van de hefinrichting. Het bovenste gedeelte is dan met een slijptol verwijderd van het geheel. Hierna is het bovenste gedeelte geplooid in de gewenste vorm. Deze is terug gelast aan de rest, op de zijkanten is er een plaat van 3 mm gelast. In de cabine is er een uitsparing voorzien zodat de tilt inrichting niet tegen de cabine kan komen. Om de cabine gesloten te houden is er gebruik gemaakt van twee vleugelmoeren. Om deze te kunnen bevestigen is er draad getapt in het chassis van de Bobcat.



Figuur 32: Bevestiging instrumentenpaneel

De plaat voor het instrumentenpaneel heeft Vangaever ook geplooid. Zo zit het display en sleutelcontact ideaal om de Bobcat te starten en de parameters uit te lezen. In latere fase is het de bedoeling dat de parameters uitgelezen worden door de controller, en worden verstuurd naar een scherm. Deze plaat is bevestigd door twee vleugelmoeren en met draad in het chassis.



Figuur 33: Uitgeslepen zitplaat

Er is een deel uit de cabine geslepen. Het gaat over een deel van de zittingsplaat waar de bestuurderszetel bevestigd is. Anders zou het niet mogelijk zijn om de cabine te sluiten doordat de gas throttle actuator in de weg zit. Het uitgeslepen deel heeft geen gevolg op de stevigheid van de cabine, aangezien er nog steeds dwarsliggers zijn tussen de verticale delen van de cabine.

Hoofdstuk VII Hydraulische opbouw

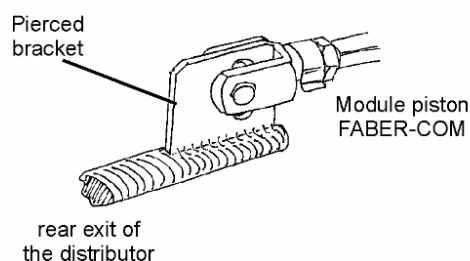
1 MOD09



Figuur 34: MOD09 ventielen

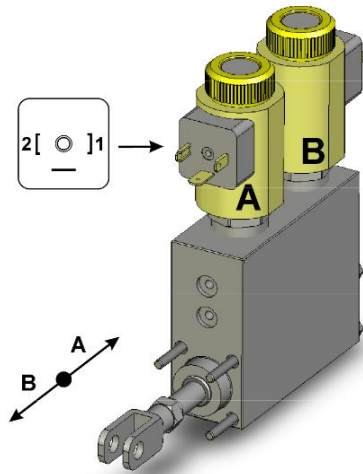
Het MOD09 ventiel is een blok met een hydraulische piston dat aangestuurd wordt door proportionele schuiven. Deze keren automatisch terug naar nul positie wanneer stuurstroom wegvalt. Het is een relatief klein component dat makkelijk in te bouwen is en een aanzienlijke kracht genereert van 1300N op 30 bar. De spoelen werken op een spanning van zowel 12 als 24V. De beperking aan deze ventielen is dat ze maar een slag hebben van 13 mm. Er bestaan wel overbrenging die de slag naar 26 mm opvoeren, maar voor de toepassing op de rijstangen van de Bobcat genereren ze te weinig kracht. De maximale snelheid van 5km/h veroorzaakt door de 13 mm slag is geen probleem voor dit eindwerk. Het is aangewezen om de hydraulische leidingen correct aan te sluiten. De drukleiding moet aangesloten worden aan de V van het ventiel en de retour aan de L.

CORRECT



Figuur 35: Verbindingsmanier

Op de piston zit een vork met een pen met snel kliksysteem om gemakkelijk verbindingen te maken. De juiste verbinding is te zien op bovenstaande figuur.



Figuur 36: Spoelaansturing

Op de figuur van spoelaansturing is te zien hoe de spoelen aangestuurd moeten worden om ervoor te zorgen dat de piston in de juiste richting beweegt. Als spoel A wordt bekrachtigd zal deze inschuiven, B zal voor het uitschuiven zorgen. De lengte van in- en uitschuiven is afhankelijk van de hoeveelheid stroom die geleverd wordt. De spoelen die hiervoor gebruikt worden zijn voorzien om aangesloten te worden met DIN43650 connectoren. Enkel 1 en 2 worden aangesloten, de massa wordt hier niet gebruikt.

2 Aanpassingen MOD09

Er wordt overwogen om de maximale snelheid van de Bobcat te nuttigen. Hiervoor zouden de hydraulische schuiven van meer slag voorzien moeten worden, wat resulteert in aanpassingen van de schuiven. Dit werd bestudeerd maar niet gerealiseerd. Dit omdat de maximale snelheid die de Bobcat, met de oorspronkelijke slag van 13 mm, kan rijden momenteel geen probleem vormt.



Figuur 37: Voorbouw MOD09

Aan de voorbouw van de MOD09 zou er niets aangepast moeten worden. Er kan gebruik gemaakt worden van de beschikbare voorbouw.

Afmetingen:

- Lengte: 93,30 mm
- Hoogte: 70,00 mm
- Breedte: 28,00 mm
- Boring 1: $\varnothing$ 4,00 mm (Druk zijde)
- Boring 2: $\varnothing$ 4,00 mm (Retour zijde)
- Boring 3: $\varnothing$ 23,40 mm
- Boring 4: $\varnothing$ 10,00 mm
- Boring 5: $\varnothing$ 5,00 mm (M5)



Figuur 38: Zuigerblok MOD09

De zuigerblok zou een aanpassing moeten ondergaan. De slag van de MOD09 zou verlengd moeten worden. De slag die standaard verwerkt zit in de MOD09 is 13,00 mm vooruit alsook achteruit. De slag die geopteerd wordt is 23,00 mm vooruit alsook achteruit. Hierdoor zou de zuigerblok moeten verlengd worden, alsook de boringen bovenaan moeten meer uit elkaar worden geplaatst zodat de gewenste slag van 23,00 mm bereikt is.

Oorspronkelijke afmetingen:

- Lengte: 96,60 mm
- Hoogte: 79,60 mm
- Breedte: 34,00 mm
- Boring 1: $\varnothing 5,00$ mm met een verzonken deel van $\varnothing 10,00$ mm
- Boring 2: $\varnothing 5,00$ mm met een verzonken deel van $\varnothing 10,00$ mm
- Boring 3: $\varnothing 28,00$ mm
- Boring 4: $\varnothing 5,00$ mm
- Boring 5: $\varnothing 17,50$ mm



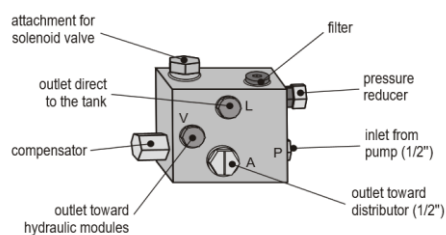
Figuur 39: Zuigerstang

De zuigerstang van de MOD09 zal aangepast moeten worden. De veren (2) zorgen ervoor dat de nul positie altijd terug bereikt wordt, nadat de zuiger uitgeschoven wordt en de stroom wegvalt. De zuiger (1) beweegt over de stang tegen de veerdruk in naar links of rechts. De stang heeft de slaglengte weer van 13,00 mm. Om de slag nu te verlengen is het dus de bedoeling dat deze stang ook verlengd zal worden, zodat de zuiger de verlengde slag kan realiseren.

Oorspronkelijke afmetingen:

- Zuiger (1): $\varnothing$ 24,60 mm; L 16,00 mm
- Veer (2): $\varnothing$ 15,90 mm; L 13,00 mm (deze is opgespannen)
- Stang (2): $\varnothing$ 8,00 mm; L 13,00 mm
- Cone (3): $\varnothing$ (D) 23,00 mm; $\varnothing$ (d) 16,00 mm; L 14,60 mm; α 13,48°
- Cone (4): $\varnothing$ (D) 23,00 mm; $\varnothing$ (d) 16,00 mm; L 14,60 mm; α 13,48°
- Afdichting (5): $\varnothing$ 28,4 mm
- Klein (5): $\varnothing$ 25,90 mm; L 1,70 mm
- Groot (5): $\varnothing$ 27,90 mm; L 5,00 mm
- Stang (6): $\varnothing$ 10,00 mm; L 19,00 mm
- Bevestiging (7): L 46,70 mm

3 IT009



IT009 - Max flow = 70 lt/min

Figuur 40: Reduceerventiel

De IT009 is een druk reduceerventiel dat ervoor zorgt dat de MOD09 ventielen hun effectieve druk van 30 bar krijgen. Er kan maar een maximum debiet van 70 liter/min worden geleverd aan de ventielen. Dit reduceerventiel is voorzien van een toevoer. Dit is de druk die rechtstreeks van de Bobcat toekomt bij P. De retour wordt via de L op het reduceerblok naar de tank van de Bobcat geleid en de V voorziet de MOD09 schuiven van toevoer. De A op de IT09 is niet nodig in deze toepassing en is dus ook afgesloten met een stopsel.

4 Hydraulische leidingen

Voor het verwerven van de leidingen wordt er beroep gedaan op het bedrijf Hansa-flex. Het betreft hier flexibele leidingen, deze moeten geperst worden. Eerst en vooral wordt er opgemeten en bepaald welk type leiding er gebruikt wordt. Nadat dit beslist is, kan het produceren van leidingen beginnen.



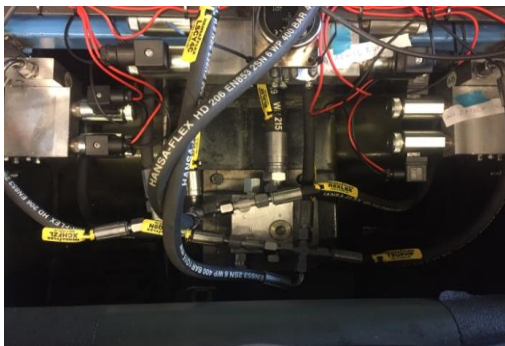
Figuur 41: Leiding snijmachine

De leidingen worden op maat gesneden doormiddel van een snijmachine. Deze machine werkt aan de hand van een zaagblad waartegen de leiding gedrukt wordt.



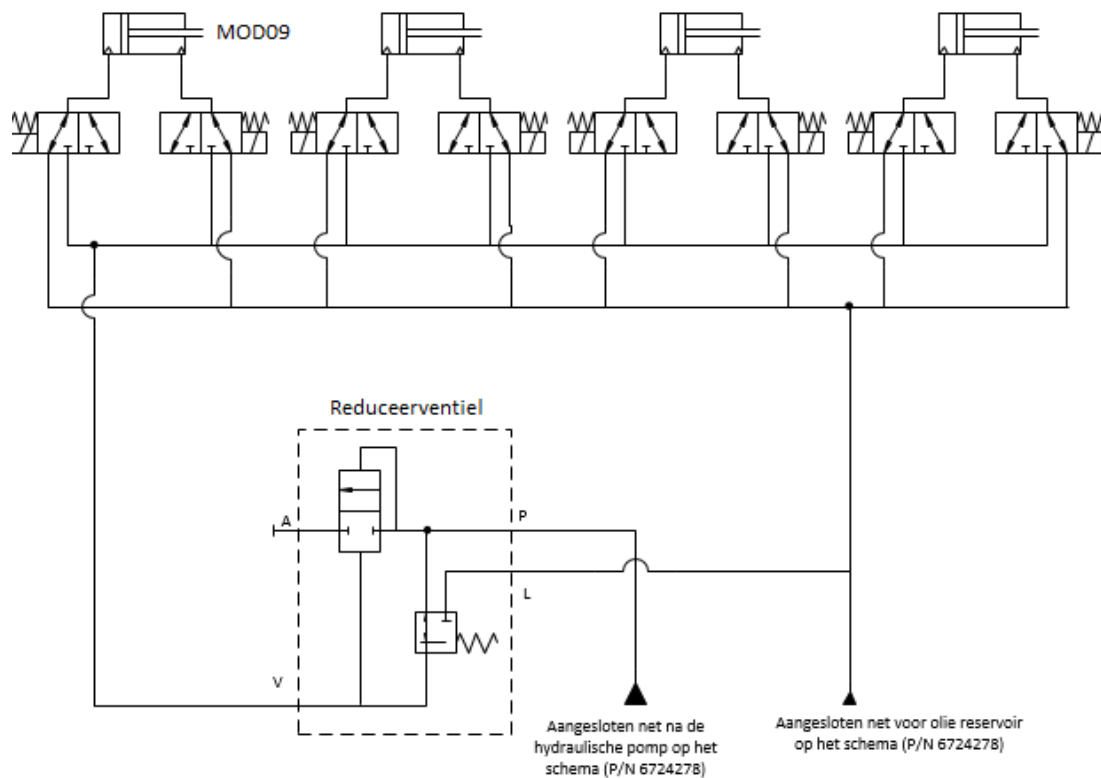
Figuur 42: Paspen

Nadat de leiding gesneden zijn, kan de koppeling op de leiding geplaatst worden. De juiste passing kan voorzien worden aan de hand van een paspen.



Figuur 43: Gelabelde hydraulische leidingen

Al de hydraulische leidingen worden vanuit Hansa-flex gelabeld. Zo kan er bij een leidingbreuk direct een nieuwe leiding geperst worden met de juiste koppelingen. Op die manier is er geen tijdverlies en is er een zekerheid dat er bij foutieve communicatie geen verkeerde koppelingen worden gebruikt.



Figuur 44: Hydraulisch schema aansturing

Het bovenstaande schema heeft de toegevoegde componenten op de Bobcat weer. Deze zijn dus toegevoegd om het aansturen vanop afstand mogelijk te maken. De retour van de MOD09 ventielen en de retour van het reduceerventiel lopen allemaal rechtsreeks naar het oliereservoir van de Bobcat. Eerst werden deze net voor de oliekoeler van Bobcat gestuurd, maar dit was niet mogelijk omdat er op de retour van de Bobcat zelf een te grote druk zit. De olie van de retour van de Bobcat wordt dus in het externe hydraulische circuit gedrukt, dit zorgt ervoor dat de ventielen automatisch uitschuiven. De toevoer van het externe circuit wordt geleverd door een leiding die net achter een hydraulische buffer ligt van de Bobcat zelf. Deze buffer ligt net na de hydraulische pomp. Buiten dit schema is het hydraulisch gedeelte van de Bobcat niet veranderd. Het plaatsen van het externe circuit voor de aansturing verloopt vlot, er moet enkel een T-stuk aangebracht worden na de hydraulische buffer in de Bobcat. Voor de retour moet dit verwezenlijkt worden met een T-stuk voor het oliereservoir. Er moet niet gevreesd worden dat de hydraulische olie te warm zou komen. Aangezien de retour olie niet via de oliekoeler loopt, maar rechtstreeks in het reservoir. Doordat er maar een kleine hoeveelheid rechtstreeks in het reservoir loopt kan de grote hoeveelheid olie die zich in het reservoir bevindt de toestromende olie makkelijk koelen.

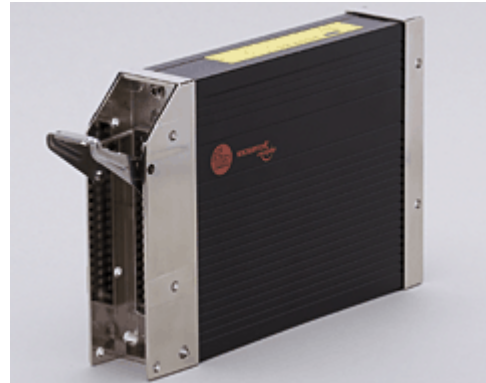
Hoofdstuk VIII Elektrische opbouw

1 CR7032 SafetyController

In de Bobcat wordt er gebruik gemaakt van de CR7032 SafetyController. Deze SafetyController heeft een 32 bitprocessor, 16 Inputs en 16 Outputs, en moet geprogrammeerd worden met CoDeSys 2.3. De bronspanning moet zich tussen de 8 en 32 volt bevinden. De controller heeft 4 CAN-interfaces, hij is tevens ook de gateway tussen de 4 netwerken én de mastermodule van het CANOpen netwerk.

De vrij te programmeren besturingen van de bouwserie "SafetyController" zijn ontworpen voor gebruik onder zware omstandigheden (uitgebreid temperatuurbereik, sterke vibratie en elektromagnetische storingen). Ze zijn direct te plaatsen in voertuigen of mobiele installaties die gebruik maken van een on-board systeem (12/24 V DC-accusystemen).

De SafetyController is uitermate geschikt voor veiligheid- gerelateerde toepassingen in mobiele machines. De CR7032 is dus helemaal thuis in de Bobcat. De 32-bit SafetyController is ontwikkeld volgens de actuele veiligheidsstandaard. Hardware en software zijn gecertificeerd door de Duitse TÜV association. Wat vernieuwend is bij de SafetyController is dat de programmeerbare, layered error afhandeling (keep alive): De SafetyController kan, indien er een serieuze storing ontstaat, de installatie in een veilige toestand brengen alvorens over te gaan tot volledige afschakeling. In het geval van minder serieuze errors, zijn delen van de installatie in vooraf gedefinieerde zones toch nog te gebruiken. Niet alle componenten hoeven te worden afgeschakeld. Het gedrag van de in- en uitgangen zijn af te stemmen op de applicatie, eenvoudig en gedetailleerd door toepassing van CoDeSys programmeersoftware.



Figuur 45: CR7032 SafetyController

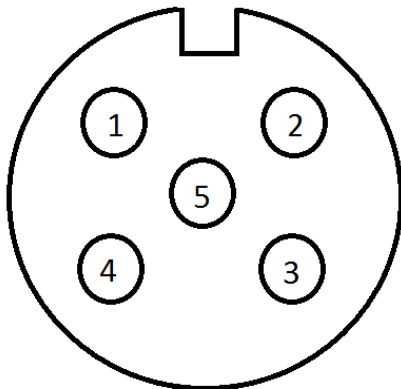
2 CR0451 Scherm

Er wordt in het project van de Bobcat een scherm gebruikt als feedback. Het is de bedoeling dat dit scherm bij de operator van de Bobcat wordt geplaatst zodat hij verscheidene parameters kan uitlezen. Het scherm is een 2,8 inch LCD-kleuren display. De resolutie is 320 x 240 pixels en bij het scherm zijn vijf functietoetsen die vrij te programmeren zijn. Daarnaast is er ook een cursor geïntegreerd die het bewegen op het scherm eenvoudig maakt. Het scherm kan zowel berichten zenden als ontvangen. Momenteel wordt het scherm juist gebruikt om berichten te ontvangen. Dit omdat het scherm bij de operator is geplaatst en deze heeft al zijn afstandsbediening om berichten draadloos te verzenden. Een combinatie van het scherm en de afstandsbediening is uiteraard ook mogelijk. De IP-waarde van 65 voldoet aan de wensen van defensie.



Figuur 46: CR0451 scherm

3 CAN-kabel



Figuur 47: Intern CAN kabel



Figuur 48: Snelkoppeling CAN

Dit is een afbeelding van de CAN-kabels die gebruikt worden. Deze hebben vijf enkele kabels waarvan er vier zijn aangesloten.

1 bruin	Niet aangesloten
2 wit	12V
3 blauw	Massa
4 zwart	CAN-H
5 grijs	CAN-L

De stekkers die gebruikt zijn hebben een lengte van twee meter en zijn voorzien van een snelkoppelsysteem. De CAN-kabels zijn ook goed beschermd en hebben een hoge IP-waarde. Door deze stekkers te gebruiken kunnen ze gemakkelijk verlengd of verkort worden.

4 Remote controller

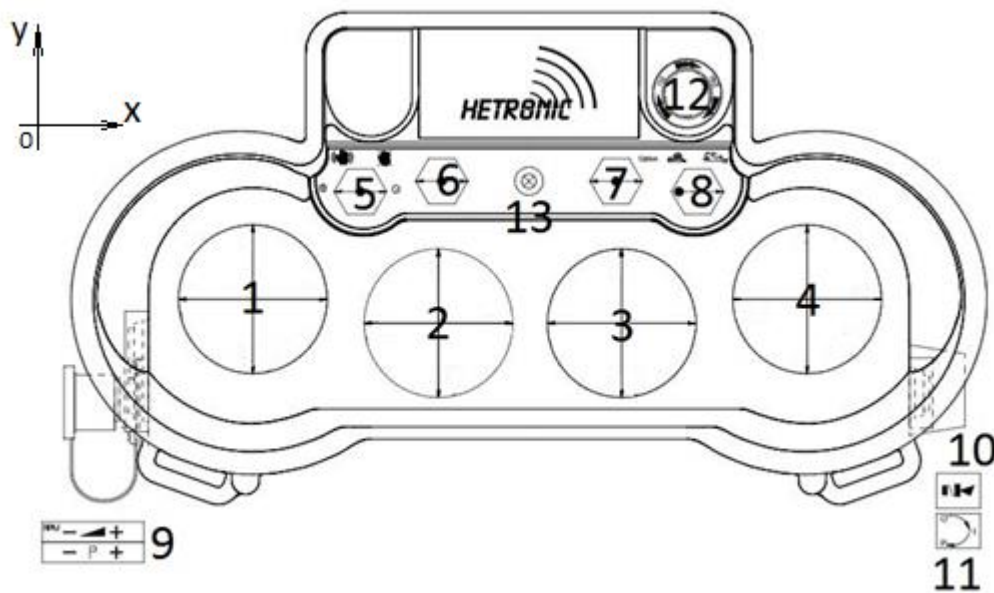
4.1 NOVA-XL 8K



Figuur 49: Remote controller

Als afstandsbediening is er gekozen om een HETRONIC NOVA-XL 8K te gebruiken. Deze controller beschikt over genoeg functies om de Bobcat vanop afstand te besturen. Er is de mogelijkheid om via een signaaldraad te werken, maar er kan ook gekozen worden voor de optie om draadloos te werken. Het draadloos signaal heeft een bereik van 100 m.

4.2 Gebruikshandleiding



Figuur 50: Principe tekening remote controller

Rijden en graafstand samen, dit zet je op deze stand door schakelaar 7 naar links te plaatsen.

Joysticks:

1 x-as: Niet van toepassing.

1 y-as: → Omhoog bewegen is zakken van de hefarm (Q12).

→ Omlaag bewegen is heffen van de hefarm (Q13).

2 x-as: → Links bewegen is heffen van de hefarm (Q13).

→ Rechts bewegen is zakken van de hefarm (Q12).

2 y-as: → Omhoog bewegen is vooruit rijden (linkse wielen) (Q8).

→ Omlaag bewegen is achteruit rijden (linkse wielen) (Q9).

3 x-as: → Links bewegen is in kantelen tilt functie (Q14).

→ Rechts bewegen is uit kantelen tilt functie (Q15).

3 y-as: → Omhoog bewegen is vooruit rijden (rechtse wielen) (Q10).

→ Omlaag bewegen is achteruit rijden (rechtse wielen) (Q11).

4 x-as: → Links bewegen is derde functie in kantelen (Q7).

→ Rechts bewegen is derde functie uit kantelen (Q6).

4 y-as: → Omhoog bewegen is uit kantelen tilt functie (Q14).

→ Omlaag bewegen is in kantelen tilt functie (Q15).

Schakelaars:

- 5: → Naar links duwen is de traction lock deblokkeren (Q5).
- 6: → Naar rechts duwen is lichten uitschakelen (Q3).
→ Naar links duwen is lichten inschakelen (Q3).
- 7: → Naar links duwen is de rij- en graafstand.
→ Midden is de neutraalstand (geen werking mogelijk).
→ Naar rechts duwen is de graafstand.
- 8: → Naar rechts verplaatsen is het toerental opdrijven tot maximum (haas).
→ Naar links verplaatsen is het toerental afdrijven tot minimum (slak).
- 9 +: → Kort duwen: toerental verhogen in stappen.
→ Lang duwen: toerental vloeiend verhogen.
- 9 -: → Kort duwen: toerental verlagen in stappen.
→ Lang duwen: toerental vloeiend verlagen.
- 10: → Kort drukken: contact aan (dieselpomp aansturen) (Q1).
→ Lang drukken: voorverwarmen (Q4) + starten (startrelais) (Q0).
- 11: → Afstandsbediening in of uitschakelen
- 12: → Noodstop: Bobcat + functies vallen uit.
- 13: → Ledlampje groen pinken: Afstandsbediening ligt aan.
→ Ledlampje rood pinken: batterij afstandsbediening is af.

5 Gas throttle actuator



Figuur 51: gas throttle actuator

Deze lineaire actuator is CAN gestuurd. Er komen twee getwiste koperdraden op toe voor de CAN-communicatie, ook een massa en een 12 V voeding. Actuatoren zijn praktisch vanwege het makkelijk generen van een grote kracht in rechtlijnige beweging. Deze rechtlijnige beweging wordt bekomen door een worm overbrenging. De gas throttle actuator is voorzien van een eindstrook beveiliging. Dit type van actuator heeft een maximumslag van vijf cm, er wordt maar 2,7 cm van gebruikt. Dit component voldoet aan de IP-waardes van defensie met een IP van 69K. Deze IP-waarde zorgt ervoor dat er geen indringing van warm water tot en met 80°C mogelijk is. Deze IP-waarde is de hoogst mogelijke bescherming. Het doel van deze actuator is de gashendel van de Bobcat bewegen met een kracht van 130N. Dit is ruim voldoende.



Figuur 52: Aansluiting gas throttle actuator

6 Inclinosensor



Figuur 53: Inclinosensor

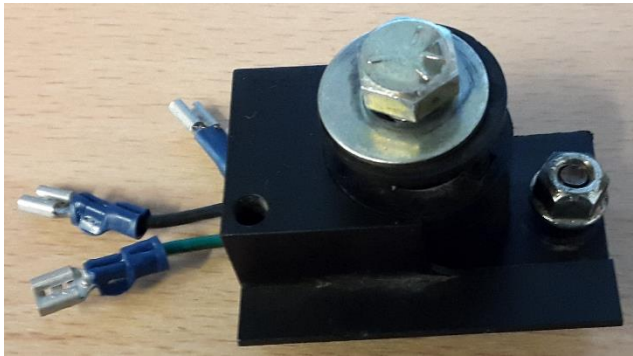
De inclinosensor of hellingshoeksensor meet de helling die de inclinosensor ondervindt ten opzichte van het aardoppervlak. Dit signaal is een belangrijke waarschuwing voor de operator zodat deze weet dat er kantelgevaar dreigt. De hoek die een Bobcat mag ondergaan is 35° in de langs richting en 15° in de dwarsrichting. Deze Inclinosensor is in het midden van de Bobcat geplaatst. De inclinosensor geeft zijn waarden door naar de SafetyController via CANopen, deze stuurt op zijn beurt alles door naar het scherm. De omrekening van de waardes naar de effectieve hellingshoek die op het scherm komt, wordt dus uitgerekend door de SafetyController. De inclino is nauwkeurig tot op $0,5^\circ$ en kan tot op een tiende van een graad de hoek meten. De hellingshoeksensor komt in dit project zeker tot zijn recht wanneer de Bobcat wordt op afstand bediend. Het is uiteraard interessant om te weten welke hellingshoek deze oprijdt of op welke hellingshoek hij aan het graven is. De Bobcat zal ook uitvallen wanneer een hoek groter dan 75° wordt bereikt. Vanaf dit punt is de Bobcat gekanteld. De IP-waarde van dit component voldoet aan de wensen van defensie.

Ook beschikt de hellingshoeksensor over een eigen diagnosesysteem. Bij de inputaansluiting zijn er groene led geplaatst en bij de outputaansluiting zijn er rode leds aangebracht. Aan de hand van welke leds er oplichten en aan welke frequentie kan diagnose uitgevoerd worden.

LED	Description
Green	
Off	The device is in the state "reset" or no power supply is available
Flashing	The device is in the state "pre-operational"
Brief lighting once	The device is in the state "stopped"
On	The device is in the state "operational"
Red	
Off	No error
Brief lighting once	Error counter The CAN controller has reached or exceeded its warning limit
Brief lighting twice	The device has detected the failure of the guarding master (node guard event)
On	The device is in the state "bus off"

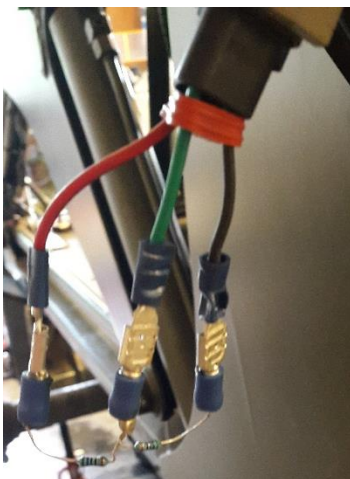
Figuur 54: Diagnose Inclino

7 Beugelcontact



Figuur 55: Beugelcontact

In de Bobcat zit er een beugelcontact ingebouwd die de hef, de tilt en de derde functie uitschakelt wanneer het beugelcontact niet gesloten is. Als het beugelcontact niet is ingeschakeld kan er wel nog gereden worden. Omdat er in de Bobcat geen operator meer aanwezig dient te zijn, is het beugelcontact overbodig. Deze zal dus overbrugd moeten worden om de optimale werking van de Bobcat te verzekeren.



Figuur 56: Overbruggen beugelcontact

Om het beugelcontact te overbruggen worden er twee gelijke weerstanden geplaatst. De weerstanden worden geplaatst van de groene (signaal) naar de rode (12V) en van de groene (signaal) naar de zwarte (massa). Hierdoor wordt de spanning gesplitst over de massa en de 12V draad.

8 Traction lock



Figuur 57: Traction lock

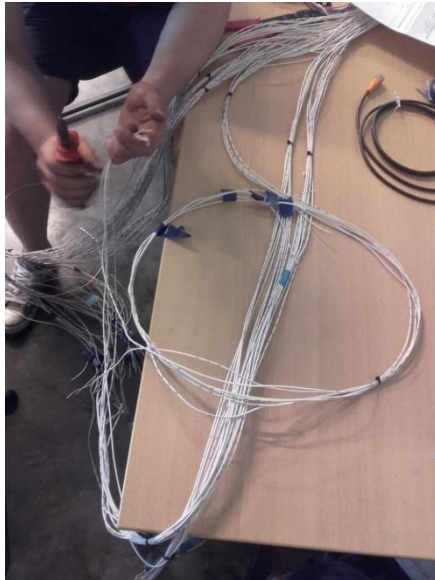


Figuur 58: Druknop traction lock

De traction lock zorgt ervoor dat de Bobcat niet kan rijden. Dit blokkeert het rijstelsel. In de traction lock zitten er twee spoelen, een spoel om aan te trekken en een spoel om het blokkeermechanisme vast te houden. Dit kan door de groene knop maar ook via de afstandsbediening gedeblokkeerd worden. Dit is mogelijk doordat de ingang van de knop en de afstandsbediening binnen gelezen wordt door de controle box. Wanneer één bediend wordt, stuurt deze box een uitgang naar de spoelen en wordt het blokkeringsmechanisme aangetrokken.

9 Bekabeling

Voor het op afstand laten rijden van de Bobcat is het noodzakelijk om een extra elektriciteitscircuit te voorzien. Dit wordt afgetakt van het bestaande circuit van de Bobcat. Het externe circuit wordt volledig uitgetekend weergegeven in de bijlage. De bekabeling komt grotendeels van de SafetyController deze was geleverd met twee meter kabel bij. In deze kabelbundel zaten de Outputs en Inputs van de controllers. Om de verbinding te maken met de aan te sturen componenten is er gekozen om dit te doen via stekkers met een hoge IP-waarde (66). Op deze manier voldoen de componenten voor defensie. Het bevestigen van de stekkers is niet zo eenvoudig aangezien er nog afsluitweerstand in verwerkt moeten worden om de CAN-bus af te sluiten.



Figuur 59: Onbewerkte kabelbundel



Figuur 60: Kabelbundel met stekkers

De kabelbundel is in een zwarte kabelbeschermer geplaatst zodat er bij het plaatsen en tijdens het testen nooit beschadiging aan de kabels kunnen komen. Dit is dan natuurlijk zo perfect mogelijk geplaatst in de Bobcat. De verbindingen die gerealiseerd zijn zonder stekkers zijn verwezenlijkt doormiddel van krimpkousen. Deze bevatten soldeertin zodat de kabels stevig verbonden zijn, zodat er geen storingen in het systeem ontstaan. Er bevindt zich ook lijm die de krimpkous bevestigt aan de isolatie van de kabel. Deze krimpkousen voldoen aan de IP-waarde (66).

9.1 Wet van Pouillet

Om de diameter van de bekabeling te bepalen wordt de wet van Pouillet toegepast.

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

R is de weerstand van de draad is (Ω)

Rho is de soortelijke weerstand (Koper $1,68 \cdot 10^{-8}$) (Ωm)

L is de lengte van de draad (m)

A is de oppervlakte of doorsnede van de draad (m^2)

De maximale stroom die door de koperen draden vloeien is 1,8A De draden zijn ongeveer 4m (2m gaan en 2m terug). Als een spanningsval van 0,12V over de draden wordt getolereerd op een werkspanning van 12V. Daarna kan de weerstand bepaald worden die maximaal over de draad mag staan via de wet van Ohm

$$U = R \times I$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{0,12 \text{ V}}{1,8 \text{ A}} = 0,0667 \Omega$$

$$(1,5 \text{ mm}^2 = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2)$$

$$0,0667 \Omega = 1,68 \cdot 10^{-8} \times \frac{4m}{A}$$

$$\Rightarrow A = \frac{1,68 \cdot 10^{-8} \times 4}{0,0667} = 0,76 \text{ mm}^2$$

Er is mogelijkheid om meerdere spoelen tegelijk aan te sturen. 4 Spoelen tegelijk aansturen is het maximum dat kan gebeuren. Er moet dus $1,8A \times 4$ + massa van de controller berekend worden. De maximale stroom die de controller aankan is 15A. Als er een spanningsval van 0,7V wordt getolereerd voor heel het elektrisch gedeelte dan kan de draaddoorsnede van bijvoorbeeld de massa bepaald worden.

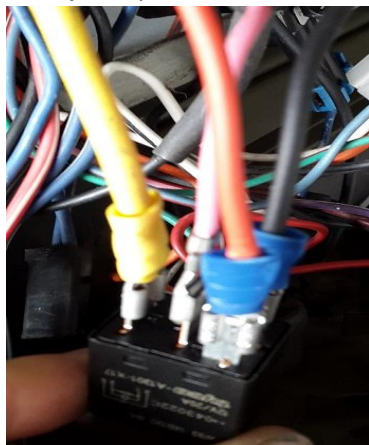
$$R = \frac{U}{I} = \frac{0,7 \text{ V}}{15A} = 0,0467 \Omega$$

$$A = \frac{1,68 \cdot 10^{-8} \times 4}{0,0467} = 1,43 \text{ mm}^2$$

Vandaar dat de keuze om $1,5 \text{ mm}^2$ als draaddoorsnede te gebruiken.

10 Lichten

Op de Bobcat werd er door Vangaever ledlampen gemonteerd. Deze kunnen ook vanop de afstandsbediening bediend worden. Het is enkel mogelijk om alle vier de lichten te doen branden terwijl er op de Bobcat zelf ook de mogelijkheid is om de cabine lichten afzonderlijk te laten branden.



Figuur 61: Aansturing lichten



Figuur 62: Relais lichten

De lichten vragen een stroom van om en bij de vijf ampère. Onze SafetyController heeft enkel poorten die maximaal vier ampère kunnen uitsturen, wat dus niet voldoende is om deze aan te sturen. Er is hiervoor gebruik gemaakt van een relais die met een kleine aanstuur stroom een grote stroom kan leveren. Er wordt gebruik gemaakt van een relais die 20 ampère kan leveren.

11 Claxon



Figuur 63: Aansluiting Hoorn



Figuur 64: Hoorn

Op aanvraag van defensie moet er bij het achteruitrijden van de Bobcat een signaal te horen zijn. Dit wordt overgenomen van het bestaande systeem die op de Bobcat aanwezig is. De SafetyController stuurt een signaal uit naar de hoorn wanneer de beide joysticks achteruitbewogen worden. Het is ook mogelijk om vanop de afstandsbediening de hoorn te laten werken. Op het bestaande systeem waar er 12V wordt opgestuurd zit inwendig een blink geïntegreerd. Deze voorziet een pulserend geluid van de hoorn.



Figuur 65: Schakelaar claxon

Tussen de uitgang van de SafetyController en de hoorn is er een schakelaar voorzien om deze te kunnen uitschakelen wanneer deze niet mag afgaan. Dit is vooral tijdens het graven in grote open plekken. Wanneer er natuurlijk veel mensen rond de machine staan, wordt de schakelaar beter ingeschakeld zodat bij het starten en bij het achteruitrijden een signaal afgaat. Dit wordt gerealiseerd zodat er geen geluidshinder veroorzaakt wordt gedurende het testen.

Hoofdstuk IX Programmeren

1 Theoretische omkadering

1.1 Inleiding CANopen



Figuur 66: CANopen

CANopen is ontwikkeld voor automatisering en vindt zijn meeste toepassingen in de machinebouw en dan vooral in mobiele machines.

De fysische eigenschappen van een CANopen netwerk zijn dezelfde als HSCAN:

- Twisted pair koperdraad
- Twee afsluitweerstand van 120 ohm
- Spanningniveaus CANH 2,5V tot 3,5V en CANL 2,5V tot 1,5V

In een CANopen netwerk is er steeds een master die programmeerbaar is, daarnaast zijn er slave modules die informatie geven aan de master. Dit zijn PDO (Proces Data Objects) berichten en bestaan uit 11 bits identifier en maximum 8 databytes. Belangrijk om te weten is dat bij CANopen elke module een uniek adres heeft, ook wel Node ID genoemd.

1.1.1 Soorten berichten

Heartbeat	0x700 + node ID
Synchronisatie bericht	0x80
EMCY (Emergency service)	0x80 + node ID
(NMT) Network Management Bericht	0x0
(SDO) Servicedata object	0x580
(PDO) Parameter Data Object	0x180 + node ID

- Een heartbeat bericht is om te melden dat modules nog op de bus aanwezig zijn. Deze kan zowel door de master als door een slave verzonden worden. Er is slechts één databyte dat de toestand van deze module aangeeft.

0 _{dec} (0 _{hex})	Boot-Up
4 _{dec} (4 _{hex})	Stopped
5 _{dec} (5 _{hex})	Operationeel
127 _{dec} (7F _{hex})	Pre-Operationeel

- Een synchronisatie bericht wordt meestal verzonden door de master van het CANopen netwerk. Dit bericht bevat geen node adres en geen datavelden. Dit bericht zorgt ervoor dat de uitwisseling van berichten synchroon verloopt.
- Emergency berichten worden eenmalig verzonden wanneer er een intern defect voorkomt in een CANopen module.
- Netwerkmanagement berichten zijn berichten die ofwel de operationele toestanden van de slaves wijzigen ofwel de modules bewaken op hun aanwezigheid. Deze berichten worden verzonden door de master van het netwerk.
- Een SDO bericht is bij de opstart van het netwerk, de servicecommunicatie die opgestart wordt. Via deze berichten is het mogelijk om informatie aan de slaves te vragen en parameters vast te leggen.
- PDO berichten zijn dan uiteindelijk de berichten met de process data van bijvoorbeeld de sensoren of actuatoren.

1.2 Inleiding SAEJ1939

De fysische eigenschappen van een SAEJ1939 netwerk zijn dezelfde als HSCAN:

- Twisted pair koperdraad
- Twee afsluitweerstand van 120 ohm
- Spanningniveaus CANH 2,5V tot 3,5V en CANL 2,5V tot 1,5V



Figuur 67: SAEJ1939

1.2.1 Berichten

Bij een SAE J1939 netwerk maken de berichten gebruik van een 29 bit identificatieveld. Dit is opgebouwd uit een prioriteit, de identificatie van de te versturen data (PGN) en ook het bronadres. Eventueel kan er ook een doeladres aan verbonden zijn.

5 prioriteit	6 (PF) (Data content)	2 (PF) (Datacontent)	8	8 (Bronadres)
Reserved bit			Doeladres OF	
Data page			Groep extensie	

1.2.1.1 29 Bits Identifier

1.2.1.1.1 Prioriteit

De prioriteit van een bericht is heel belangrijk voor het optimaal werken van een netwerk. Er zijn berichten die voorrang hebben op minder belangrijke berichten. Hiervoor zorgen de eerste drie bits. Van een hoge prioriteit (000) tot een zeer lage prioriteit (111). Een prioriteit van 6 (110) wordt hexadecimaal 18. Omdat de Reserved bit & data page 0 zijn.

1.2.1.1.2 Reserved bit & Data page

Deze bits zijn standaard 0 en voorbehouden voor eventuele uitbreiding van het protocol.

1.2.1.1.3 PDU-format (PF)

(PDU, protocol data unit) Data content is de betekenis van de data (als het ware de naam van het bericht).

1.2.1.1.4 Destination adress (DA)

Doeladres wordt meegedeeld als de PDU (<240dec). Dit is mogelijk doordat elke module een uniek adres heeft. Als het bericht voor iedereen bestemd is, is het doeladres 255dec. Door een doeladres te kiezen, kunnen modules voor wie het bericht niet bedoeld is het adres negeren.

1.2.1.1.5 Group extention

Wanneer de PDU-Format >240 dan wordt het PGN uitgebreid zodat er meer PGN's gegenereerd kunnen worden.

1.2.1.1.6 Source adress

Het bronadres wordt steeds meegedeeld.

1.2.1.2 Data veld

Omdat het dataveld van een bericht meerdere parameters kan bevatten worden ze beschreven door een SPN-nummer (Suspect Parameter Number). Een bericht kan maximaal 8 data bytes versturen.

Het kan gebeuren dat er een bericht van meer dan 8 data bytes verzonden moet worden. Dit kan dan gebeuren met CAN-frames.

1.2.2 Speciale berichten

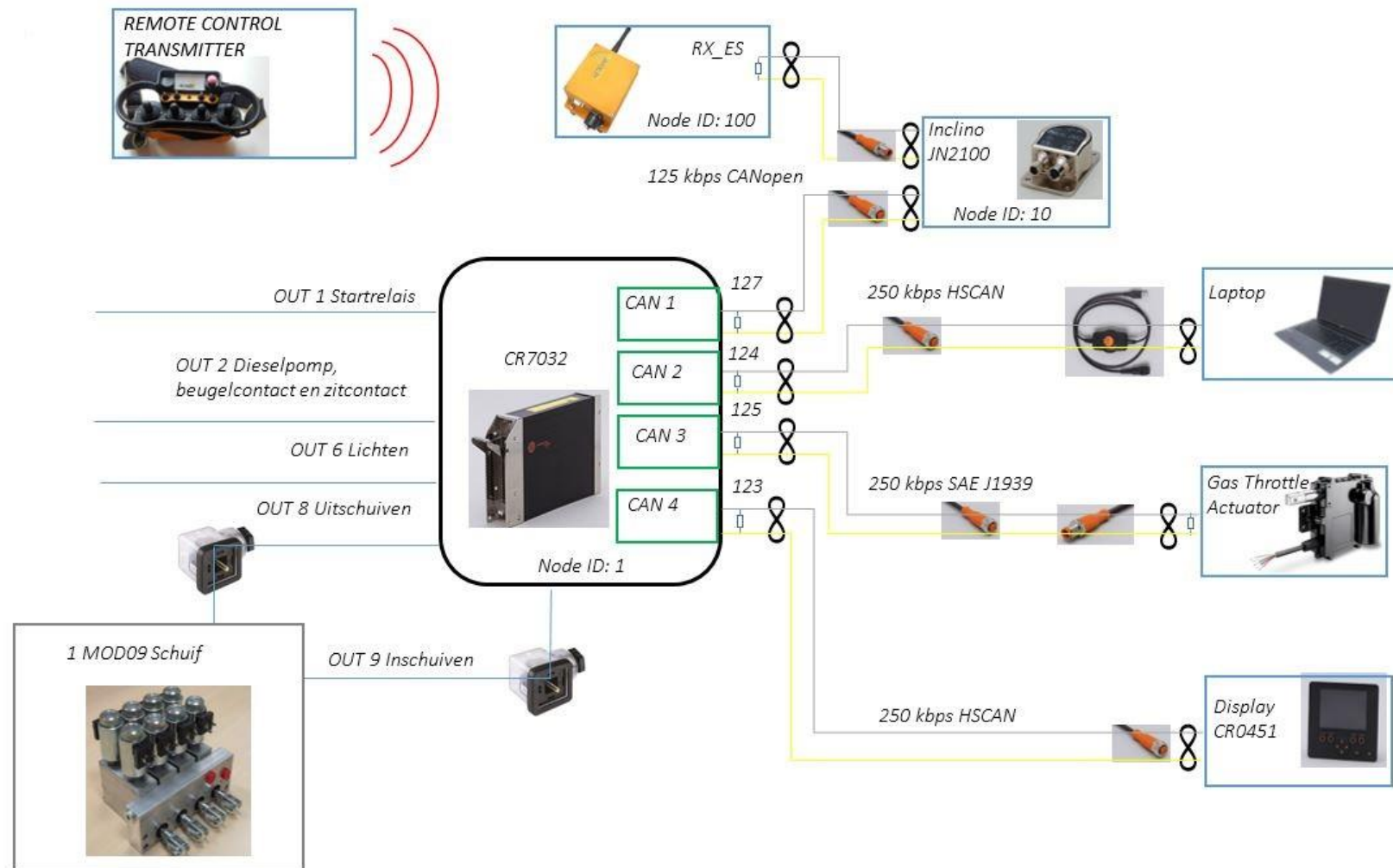
1.2.2.1 Request

Een verzoekbericht of request gebruikt men de PDU Format (PF) 234dec (EAh). De informatie die gevraagd is, wordt vermeld in het data veld

1.2.2.2 Ontvangstbevestiging

De ACK-bit wordt door minstens 1 module ingevuld door een dominante (0) bit. Dit bericht is steeds een broadcast bericht, dus voor iedereen bedoeld.

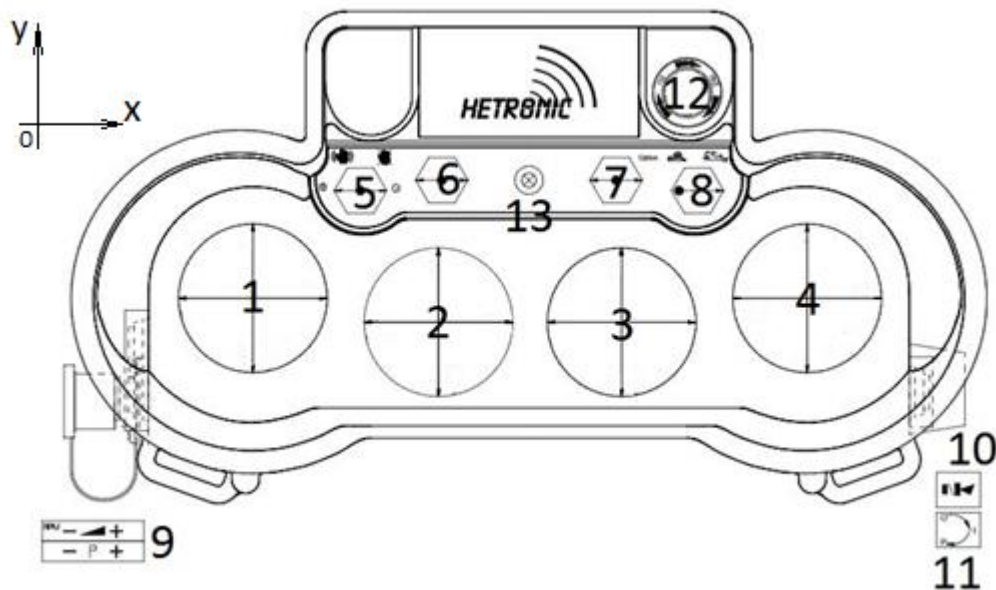
1.3 Principe Schema



Figuur 68: Principeschema

2 Praktische omkadering

2.1 De werking van het programma



Figuur 69: Principe tekening remote controller

Eerst en vooral moet de controller van spanning voorzien worden. Dit kan gedaan worden door de batterijsleutel naar 'ON' te draaien. Daarna moet de afstandsbediening aangelegd worden. Dit is mogelijk door de sleutel op de afstandsbediening naar ON te draaien. De LED in het midden van de afstandsbediening moet groen pinken. Indien deze groen en rood pinkt, vervang dan de batterij. Eenmaal dit voldaan is kan ofwel gestart worden via het contact achteraan de Bobcat of via de groene knop op de afstandsbediening.

Het starten via het contactslot blijft origineel. Eenmaal draaien is het contact aanzetten, terwijl voert de Bobcat een voorverwarming uit. Als dit voldaan is en de sleutel wordt verder gedraaid, dan wordt het startrelais bekrachtigd en zal de verbrandingsmotor van de Bobcat starten. Om de Bobcat terug stil te leggen kan het contact naar de 'Off-stand' gedraaid worden.

Indien gewenst is om via de afstandsbediening te starten kan er op de groene knop gedrukt worden. Als deze knop 2 seconden ingedrukt wordt zal het startrelais van de Bobcat bekrachtigd worden, wanneer nogmaals gedrukt wordt op de groene knop zal de verbrandingsmotor van de Bobcat uitvallen.

Eénmaal kort drukken is het contact aanleggen. Indien er nog eens kort gedrukt wordt, zal het contact terug uitvallen. Nadat er eenmaal kort gedrukt wordt de groene knop 2 seconden wordt bediend, dan zal de Bobcat ook zijn startrelais bekrachtigen en ook zo starten.

De combinatie van de twee systemen is ook mogelijk. Je kan op de Bobcat het contact aanzetten en wanneer twee seconden de groene knop van de afstandsbediening ingedrukt wordt zal de startmotor ook aanslaan. Het is zelfs mogelijk om de Bobcat terwijl het contact op de Bobcat aanstaat te laten uitvallen via de groene knop van afstandsbediening.

Met de noodstop op de afstandsbediening wordt de Bobcat ook steeds meteen stil gelegd.

Wanneer het startrelais bekrachtigd is geweest is het mogelijk om op afstand de traction lock te bedienen. Dit wordt gedaan door de eerste schakelaar naar (x) te doen. Eenmaal deze traction lock is bekrachtigd kan er gereden worden. Het kan gebeuren dat de spoel bekrachtigd wordt, maar nog steeds vast zit. Daarom moet je in het begin eens rustig vooruit en achteruitrijden. Indien de traction lock nog steeds vast zit, kan er nogmaals geduwd worden op deze schakelaar.

De lichten kunnen ook steeds bediend worden, zelfs al staat de Bobcat stil. Echter is dit niet aan te raden omdat de batterij hiervan opmerkelijk snel plat wordt. Ook tijdens het starten is het afgewezen om de lichten te laten branden. De lichten worden bediend door de tweede schakelaar naar links te duwen en worden uitgezet door dezelfde schakelaar naar rechts te duwen. Het is ook mogelijk om de lichten te bedienen via het dashboard achteraan de Bobcat. Hier is de combinatie tussen het dashboard en de afstandsbediening ook mogelijk. De lichten kunnen bijvoorbeeld aangezet worden via het dashboard en uitgezet via de afstandsbediening of omgekeerd.

Wanneer er achteruit wordt gereden zal de claxon kortstondig aangestuurd worden.

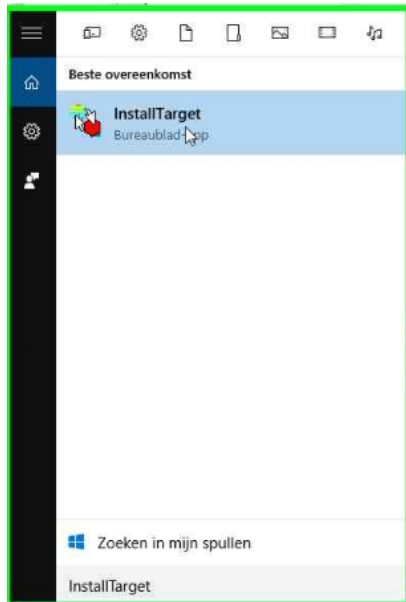
De derde schakelaar van links bepaalt in welke modus gereden wordt. Ofwel staat de schakelaar links en kan zowel gegraven als gereden worden. In de middenstand zal de Bobcat niet kunnen graven of manoeuvreren. Als de schakelaar rechts staat heeft de Bobcat enkel de mogelijkheid om te kunnen graven.

De vierde schakelaar zal het toerental regelen. De slak zal de motor op het leeglooptoerental laten draaien. Wanneer de schakelaar verzet wordt naar het haasje, dan zal het toerental stijgen naar het maximale toerental. Dit is maar mogelijk als de motor tien seconden gedraaid heeft. Er kan ook nog geregeld worden naar een toerental tussen deze twee uitersten. Dit is mogelijk door de min of plus knop links op de afstandsbediening in te drukken. Als deze knop ingedrukt gehouden blijft dan zal het toerental blijven stijgen of dalen. Als dan losgelaten wordt, stopt het toerental bij de gewenste waarde.

2.2 Programmacreatie

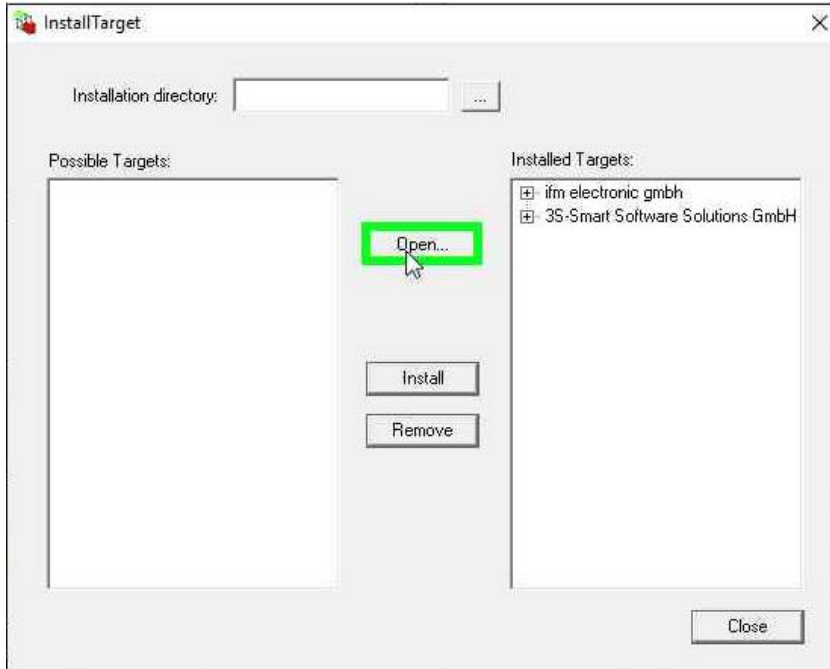
2.2.1 Target Toevoegen

Open InstallTarget



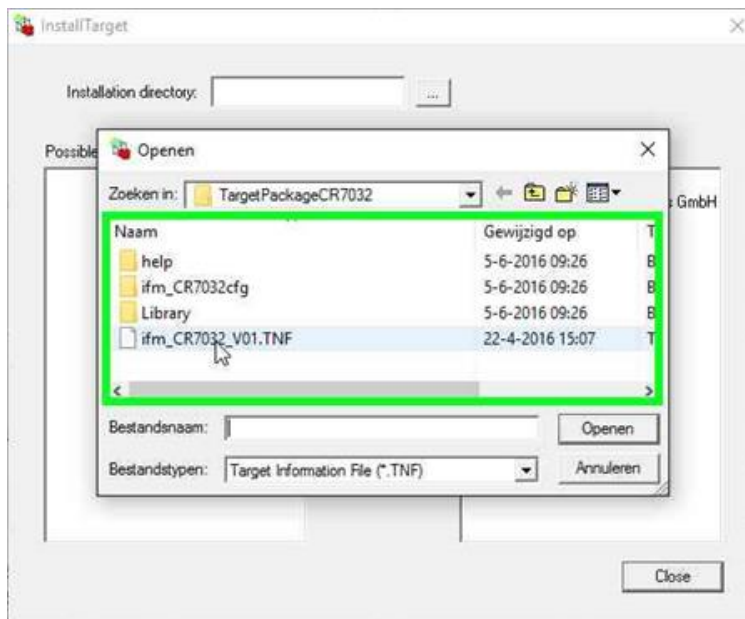
Figuur 70: Target toevoegen

Klik op Open



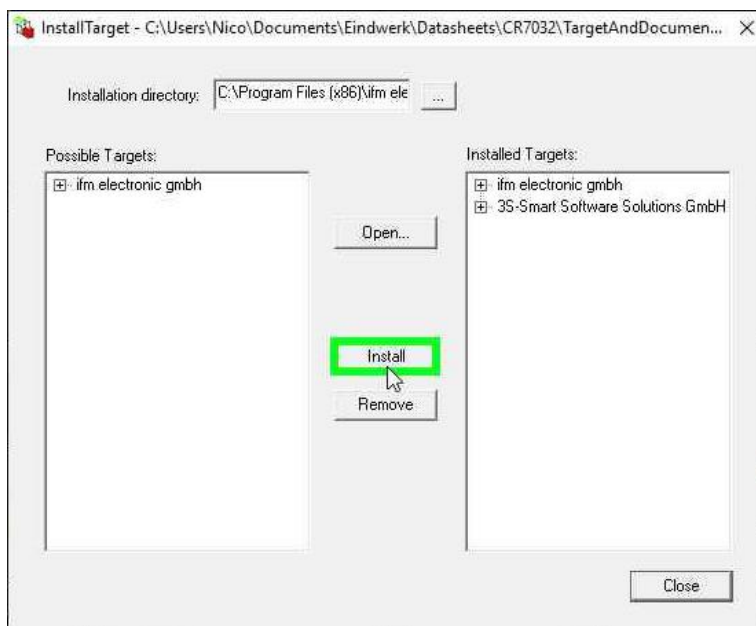
Figuur 71: Target toevoegen

Zoek de passende Target voor de controller, in dit geval is dit de CR7032. Deze moet gedownload worden via de ifm website.



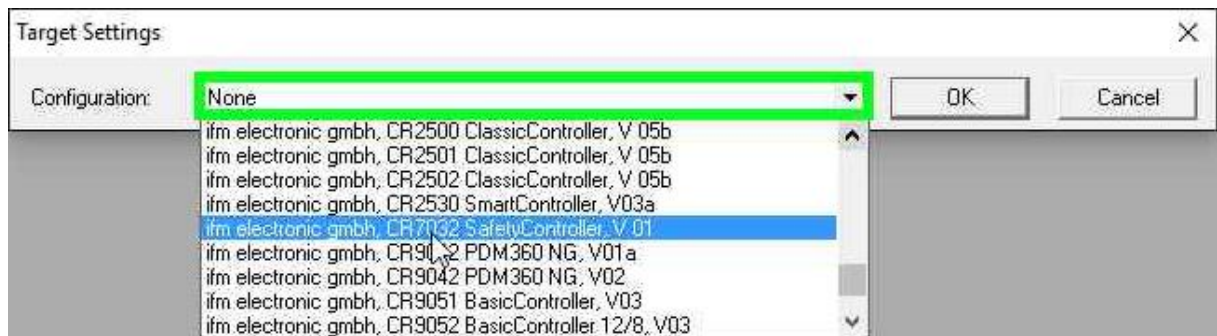
Figuur 72: Target zoeken

De Target niet vergeten te installeren.

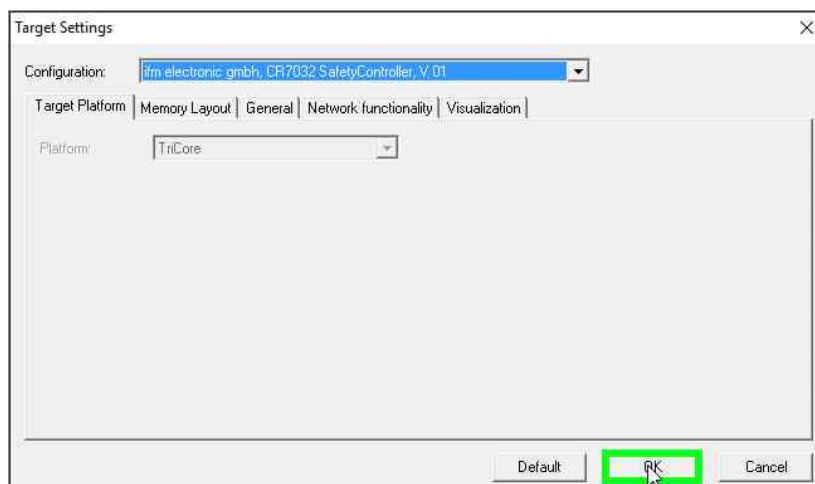


Figuur 73: Target Installeren

Eenmaal de Target is geïnstalleerd kan CoDeSys geopend worden en kan de toegevoegde target geselecteerd worden.

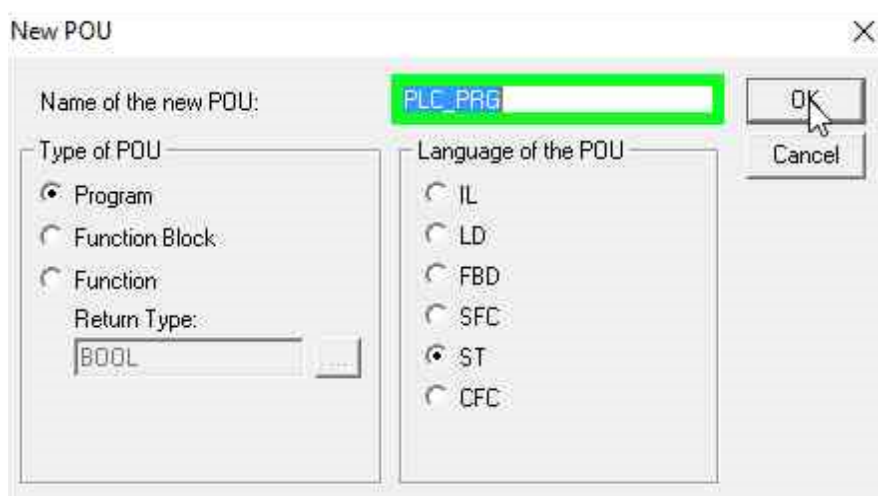


Figuur 74: Target selecteren



Figuur 75: Target bevestigen

Type of POU is Program en de taal waarin gewerkt wordt is ST of Structured Text.



Figuur 76: Target instellen

2.2.2 Library toevoegen

De volgende stap is om library's toe te voegen, volgende library's worden gebruikt doorheen heel het programma:

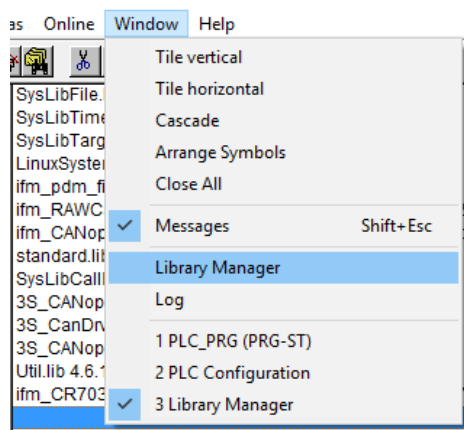
Util.lib (CoDeSys V2.3 => library => Targets => ifm => Library)

Ifm_CR7032_V01005.lib (CoDeSys V2.3 => Targets => ifm => Library => ifm_CR7032)

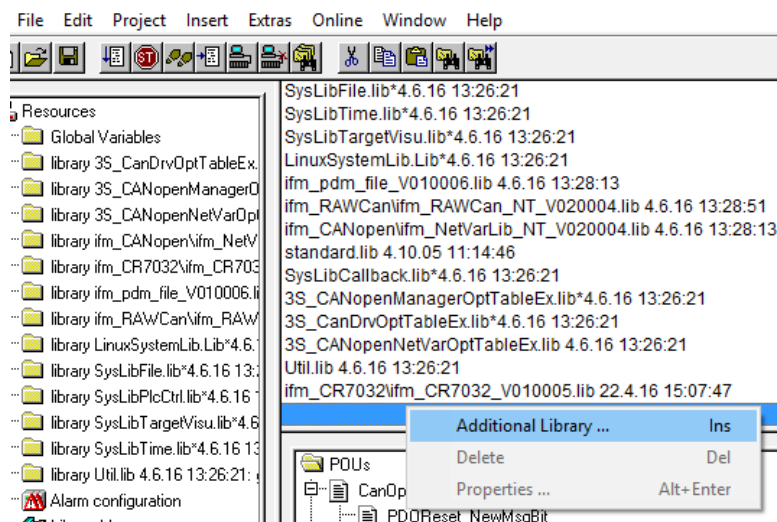
Ifm_CR7032_J1939_V010001.lib (CoDeSys V2.3 => Targets => ifm => Library => ifm_CR7032)

Ifm_RAWCan_NT_V020004.lib (CoDeSys V2.3 => Targets => ifm => Library => ifm_RAWCan)

Ifm_NetVarLib_NT_V0200004.lib (CoDeSys V2.3 => Targets => ifm => Library => ifm_CANOpen)

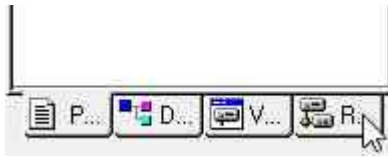


Figuur 77: Library toevoegen



Figuur 78: Library toevoegen

2.2.3 CR7032 Initialiseren als master

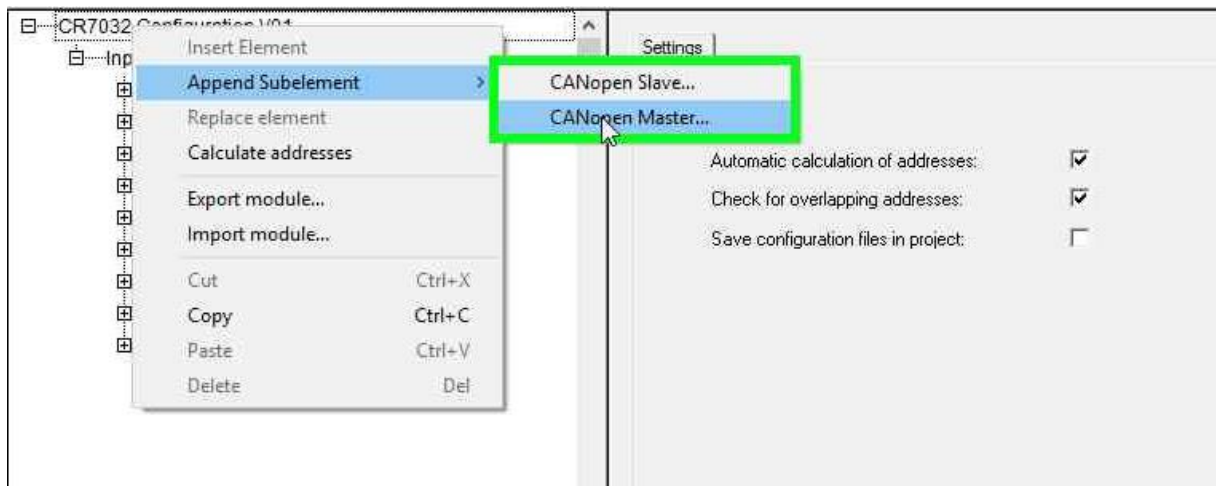


Figuur 79: Resources

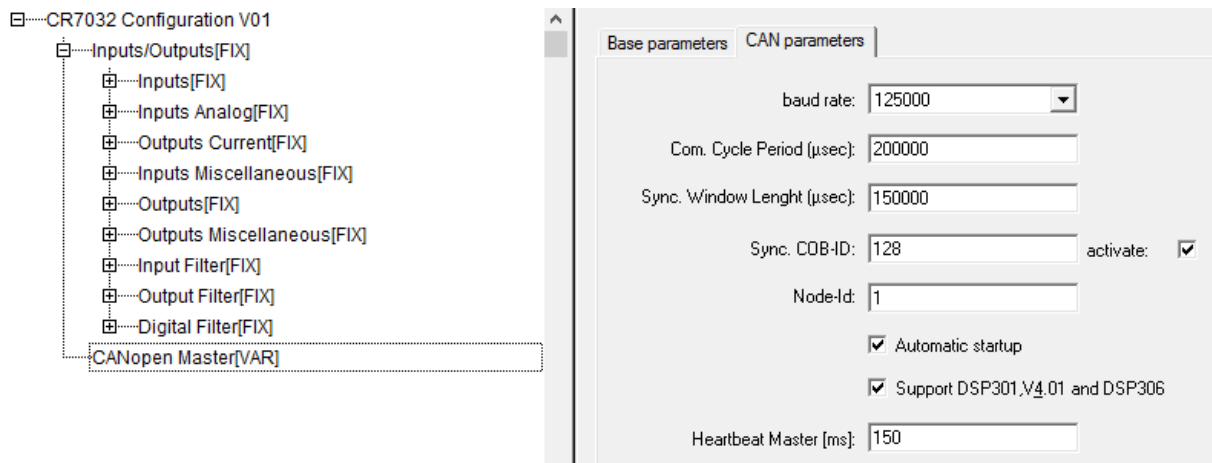


Figuur 80: PLC configuration

De SafetyController wordt in het CANnetwerk de master.

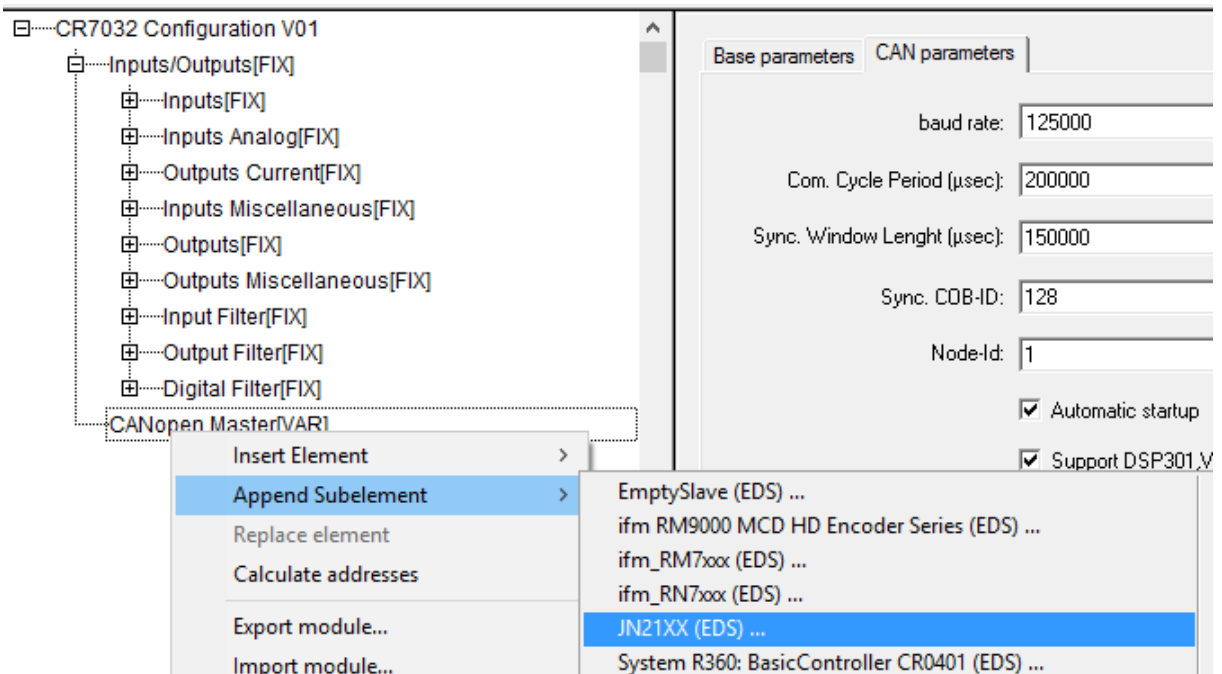


Figuur 81: CR7032 wordt CANopen Master

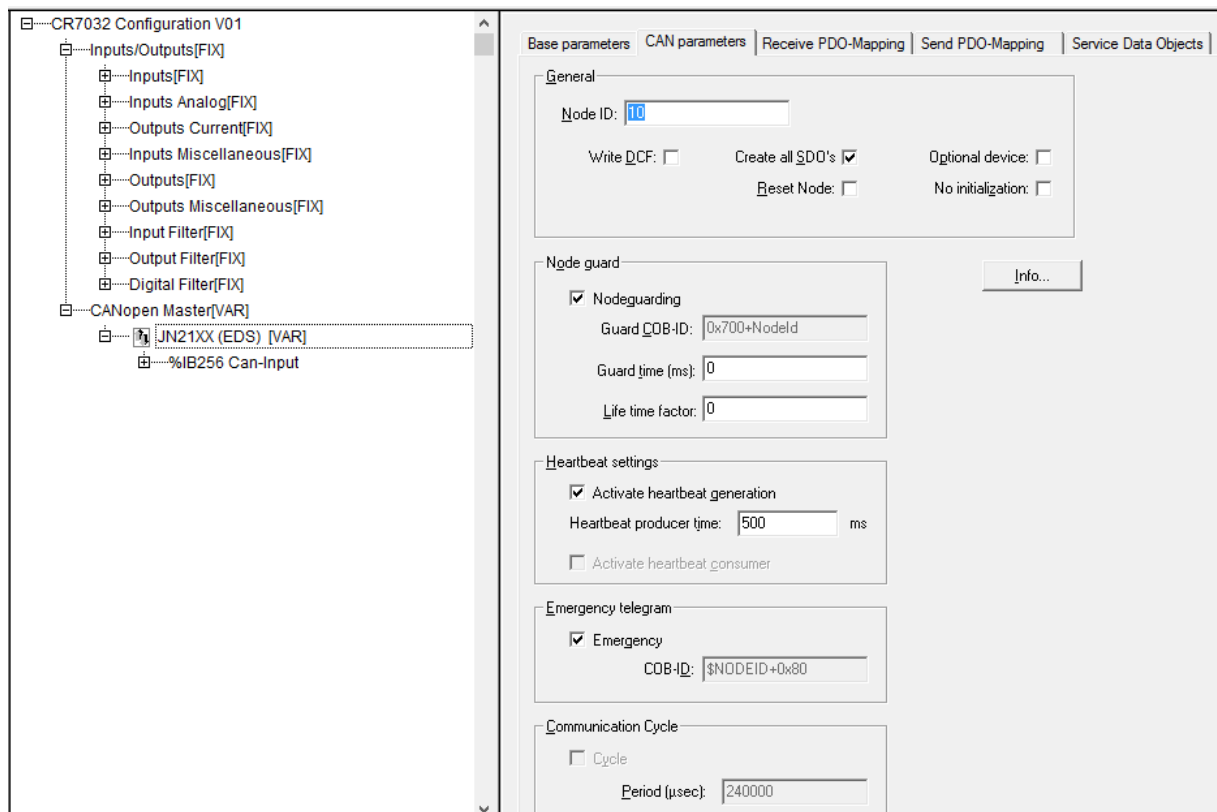


Figuur 82: Instellen van de master

Omdat de Inclino (JN2100) een ifm product is, kan deze overgenomen worden in het programma. De instellingen moeten juist nog gebeuren.



Figuur 83: EDS-file voor de inclino selecteren



Figuur 84: Instellingen van de Inclino

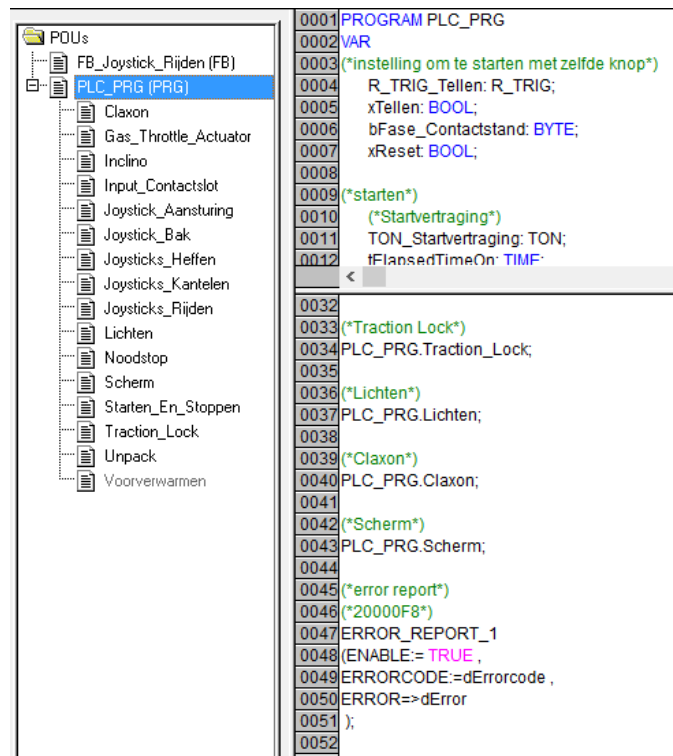
EDS-file van de Hetronic toevoegen:

Plak de file hier: C:\Program Files\ifm electronic\CoDeSys V2.3\Library\PLCCConf. Dan is het mogelijk om de EDS-file toe te voegen op dezelfde manier als de inclino.

2.3 Programmatekst

2.3.1 Basisprogramma

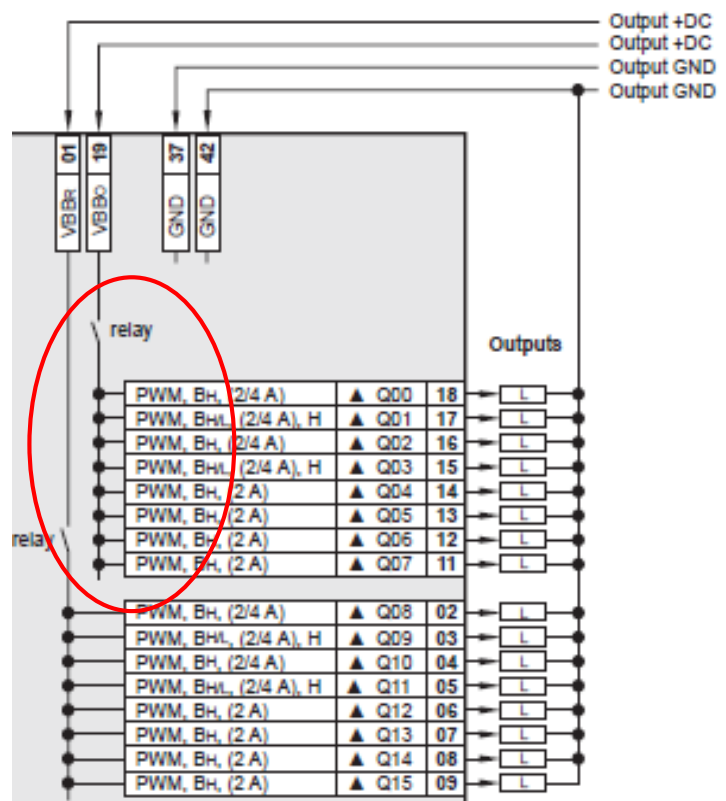
Het programma is opgebouwd uit verschillende nevenfuncties die in dit hoofdstuk worden uitgelegd. PLC_PRG wordt dan steeds verwezen naar deze nevenfuncties.



Figuur 85: Structuur programma

RELAYS_VBBO := TRUE;

Dit is een inwendig relais van de SafetyController die bekrachtigd wordt. Deze blijft altijd TRUE, omdat hier onder andere de claxon en de lichten op aangesloten zijn. Deze kunnen zodus steeds bediend worden. De andere outputs waar onder de rijinrichting mee geregeld wordt. Wordt wel uitgeschakeld wanneer er niet gemanoeuvreed hoeft te worden.



Figuur 86: Relais van de CR7032 SafetyController

```

(*Unpack van berichten*)
PLC_PRG.Unpack;

(*Noodstop*)
PLC_PRG.Noodstop;

(*Input_Contactslot*)
PLC_PRG.Input_Contactslot;

(*Starten en stoppen*)
PLC_PRG.Starten_En_Stoppen;

(*Joysticks aansturen*)
PLC_PRG.Joystick_Aansturing;
PLC_PRG.Joysticks_Rijden;
PLC_PRG.Joysticks_Heffen;
PLC_PRG.Joysticks_Kantelen;
PLC_PRG.Joystick_Bak;

(*gas throttle actuator*)
PLC_PRG.Gas_Throttle_Actuator;

(*Inclino*)
PLC_PRG.Inclino;

(*Traction Lock*)
PLC_PRG.Traction_Lock;

(*Lichten*)
PLC_PRG.Lichten;

(*Claxon*)
PLC_PRG.Claxon;

(*Scherm*)
PLC_PRG.Scherm;

(*error report*)
(*20000F8*)
ERROR_REPORT_1
(ENABLE:= TRUE ,
ERRORCODE:=dErrorcode ,
ERROR=>dError );

```

Telkens wordt verwezen naar de actie in dit programma. Dit is noodzakelijk om die acties van het programma te activeren.

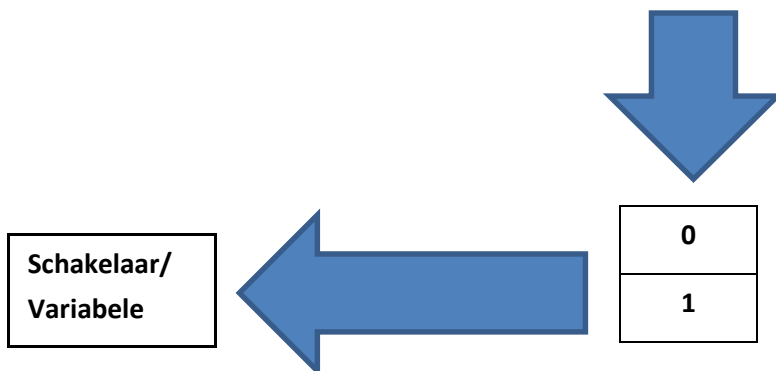
2.3.2 Unpack

Het uitpakken van berichten dient zodat met deze waarden gewerkt kan worden. Het bericht kan opgesplitst worden zodat er met variabelen kan gewerkt worden. Het worden dan eigenlijk schakelaars die bediend worden.

	Naam	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
IB256	X_As_Joystick_1								
IB257	Y_As_Joystick_1								
IB258	Y_As_Joystick_4								
IB259	X_As_Joystick_4								
IB260	Y_As_Joystick_3								
IB261	X_As_Joystick_3								
IB262	Y_As_Joystick_2								
IB263	X_As_Joystick_2								
IB264	Joystick_Bedient	0 X_Pos_Joy_3	0 Y_Pos_Joy_3	0 X_Pos_Joy_4	Y_Pos_Joy_4	0 Y_Pos_Joy_1	0 X_Pos_Joy_1	0 Groene knop start	0 Noodstop
IB265	Toerental_ regeling	0 2 de Schakelaar rechts (Lichten Uit) (xLichten_ Afstand_ Rechts)	0 2 de Schakelaar links (Lichten aan) (xLichten_ Afstand_ Rechts)	0 1 e Schakelaar rechts (xClaxon_ Afstand)	0 1 e Schakelaar links (xTraction_ Lock)	0 (xToeren AfstandMin)	0 (xToeren AfstandPlus)	0 X Pos Joy 2	0 Y Pos Joy 2
IB266	Vaste_ Schakelaar	0	0	0	0	0	0	0 xSchakelaar_A fstand_ Rechts	0 Schakelaar_ Afstand_ Links
IB267	Groene_Knop	0 Anders 1 bij noodstop 0 (xNoodstop)	0 Groene knop start (xStartAfstand)	0	0 Schakelaar haas (xMaxToeren)	0	0	0	0
IB268		0	0	0	0	0	0	0	0
IB269		0	0	0	0	0	0	0	0
IB270		0	0	0	0	0	0	0	0
IB271	Start_Afstands_ Bediening	0	0	0	0	0	0	0	0 Noodstop

Figuur 87: Berichten

IB264	Joystick_Bedient	0 X_Pos_Joy_3	0 Y_Pos_Joy_3	0 X_Pos_Joy_4	Y_Pos_Joy_4	0 Y_Pos_Joy_1	0 X_Pos_Joy_1	0 Groene knop start	0 Noodstop
		B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0



Figuur 88: Uitpakken van een bericht

(*Uitpakken Bericht Groene Knop*)

```
UNPACK_1(
    B:= Groene_Knop ,
    B0=> ,
    B1=> ,
    B2=> ,
    B3=> ,
    B4=> xMaxToeren ,
    B5=> ,
    B6=> xStartAfstand,
    B7=> xNoodstop );
```

Variabelen die worden gekoppeld aan het bericht van Groene_Knop die de Hetronic op het CANopen netwerk plaatst.

(*Uitpakken voor de waarden van de Vaste schakelaar*)

```
UNPACK_2(
    B:= Vaste_Schakelaar ,
    B0=>xSchakelaar_Afstand_Links ,
    B1=> xSchakelaar_Afstand_Rechts,
    B2=> ,
    B3=> ,
    B4=> ,
    B5=> ,
    B6=> ,
    B7=> );
```

Variabelen die worden gekoppeld aan het bericht van Vaste_Schakelaar die de Hetronic op het CANopen netwerk plaatst.

(*Uitpakken bericht Toerentalregeling*)

```
UNPACK_3(
    B:= Toerental_regeling,
    B0=> Y_Pos_Joy_2,
    B1=> X_Pos_Joy_2 ,
    B2=> xToerenAfstandPlus,
    B3=> xToerenAfstandMin,
    B4=> xTraction_Lock,
    B5=> xClaxon_Afstand ,
    B6=> xLichten_Afstand_Links ,
    B7=> xLichten_Afstand_Rechts);
```

Variabelen die worden gekoppeld aan het bericht van Toerental_regeling die de Hetronic op het CANopen netwerk plaatst.

```
(*Uitpakken bericht voor joystick bedient*)
```

```
UNPACK_4(
    B:= Joystick_Bedient ,
    B0=> ,
    B1=> ,
    B2=> X_Pos_Joy_1,
    B3=> Y_Pos_Joy_1,
    B4=>Y_Pos_Joy_4 ,
    B5=>X_Pos_Joy_4 ,
    B6=> Y_Pos_Joy_3,
    B7=> X_Pos_Joy_3);
```

Variabelen die worden gekoppeld aan het bericht van Joystick_Bedient die de Hetronic op het CANopen netwerk plaatst.

2.3.3 Startsequentie

De basis van heel het programma is de startsequentie. De rest van het programma is onderdeel van deze startsequentie of staat in verbinding met de startsequentie.

```
(*Starten en stoppen van de Bobcat*)
```

```
R_TRIG_Tellen(
    CLK:= xStartAfstand ,
    Q=> xTellen);

(*Telkens op de groene knop gedruwd wordt, komt er 1 bij de waarde*)
IF xTellen =1 THEN
bFase_Contactstand := bFase_Contactstand+1;
ELSE
bFase_Contactstand := bFase_Contactstand;
END_IF
```

De Bobcat wordt gestart via de groene knop op de zijkant van de afstandsbediening. Telkens er gedrukt wordt op deze knop telt hij de waarde op. Deze variabele wordt bFase_Contactstand genoemd. De variabele gaat van 0 tot maximaal tot 2.

```
CASE bFase_Contactstand OF

0:
(*Relais output afslaan*)
RELAIS_VBBR := FALSE;
IF xKantelen = TRUE THEN
xStopklep := FALSE;
END_IF

TOF_Stopklep_Vetraagd_Uitvallen(
                                IN:= xVoorverwarmen_Startrelais_bediend_Stopklep ,
                                PT:= t#2s,
                                Q=> xStopklep,
                                ET=> tTimer_Delay_Stopklep);

                                xReset := TRUE;
                                Q00 := FALSE;
                                tElapsedTimeOn2 := t#0ms;
                                (*xContactaan_voorverwarming_Uit := FALSE;*)
```

Vervolgens wordt met een CASE-structuur gewerkt. Wanneer bFASE_Contactstand gelijk is aan 0, dan is het alsof de sleutel in het contact zit, zo kunnen lichten en claxon nog bediend worden. Deze worden hier niet gedefinieerd, omdat deze in elke fase zullen werken. Wanneer er een hoek groter dan 75° wordt bereikt door de inclinomotor zal de bFase_Contactstand gelijk worden aan 0 en xKantelen TRUE worden. Hierdoor zal direct de dieselpomp uitvallen. Wanneer de Bobcat gewoon wordt stilgelegd zal eerst de gas throttle actuator terug naar de ruststand gaan en zal daarna uitvallen. Dit gebeurt om de motor niet op volle belasting te laten stilvallen. Ook wordt er een Reset bekrachtigd in deze Fase en zal het startrelais nooit kunnen bekrachtigd worden.

```

1:
(*Uitputsmogelijk om aan te sturen*)
RELAIS_VBBR := TRUE;
(*Dieselpomp van de Bobcat bekrachtigd*)
    SR_1(          SET1:= xStartAfstand OR x_Contactslot_Contact_Aan ,
                  RESET:= xReset OR NOT xNoodstop,
                  Q1=> xStopklep );
    TON_Startvertraging(IN:= xStartAfstand,
                        PT:= t#2s ,
                        Q=>xStartRelais ,
                        ET=>tElapsedTimeOn );

    IF xStartRelais = TRUE OR x_Contactslot_Starten = TRUE THEN
    xStartrelais_Aansturen := TRUE;
    ELSE
    xStartrelais_Aansturen := FALSE;
    END_IF

```

Wanneer er voor de eerste keer gedrukt wordt op de groene knop of als het contact aangezet wordt via het contactslot, wordt bFase_Contactstand 1. Dit is alsof het contact aanstaat en dus wordt de dieselpomp bekrachtigd. Als er tijdens het indrukken van de groene knop twee seconden niet wordt losgelaten, dan zal het startrelais bekrachtigd worden. Deze kan eveneens bekrachtigd worden door te demarreren met de sleutel op het contactslot.

```

2:
IF xStartAfstand = TRUE AND xToeren_Regeling_Start = FALSE THEN
(*Uitputsmogelijk om aan te sturen*)
RELAIS_VBBR := TRUE;
    xStopklep := TRUE;
    TON_Startvertraging_1(IN:= xStartAfstand,
                          PT:= t#2s ,
                          Q=>xStartrelais_Aansturen_1 ,
                          ET=>tElapsedTimeOn2 );

    IF xStartrelais_Aansturen_1 = TRUE THEN
    xStartrelais_Aansturen := TRUE;
    bFase_Contactstand := bFase_Contactstand-1;
    END_IF
    ELSE
    bFase_Contactstand :=0;

    END_IF
ELSE
bFase_Contactstand := 0;
END_CASE

```

Als er in fase 1 kortstondig wordt gedrukt dan zal juist het de dieselpomp bekrachtigd worden. Wanneer daarna nog gestart wilt worden, dan kan de groene knop nog steeds 2 seconden ingedrukt worden. Na deze 2 seconden zal het startrelais aantrekken. Als daarna kortstondig gedrukt wordt op de groene knop valt de dieselpomp af en wordt bFase_Contactstand 0. Als er in fase 1 kortstondig gedrukt wordt en daarna terug kortstondig in fase 2 dan zal direct gesprongen worden naar bFase_Contactstand 0 en zal de dieselpomp uitvallen zonder dat het startrelais bekrachtigd is geweest.

(*Extra veiligheid om dieselpomp te laten uitvallen ook al valt de toerenregeling niet terug tot 0*)

```
F_TRIG_Uitschakelen_Diesel(
                                CLK:=xToeren_Regeling_Start ,
                                Q=> xUitschakelen_Diesel_Na );
```

```
TON_Extra_Veiligheid_Stilvallen(
    IN:= xUitschakelen_Diesel_Na ,
    PT:= t#5s ,
    Q=> xExtra_veiligheid_stilvallen ,
    ET=> tControle_Veiligheid );
```

```
F_TRIG_Uitvallen_Dieselpomp(
                                CLK:= xExtra_veiligheid_stilvallen,
                                Q=> xUitvallenDieselpomp );
```

Er is ook een extra veiligheid geprogrammeerd. Zonder deze veiligheid valt de dieselpomp enkel af wanneer de gas throttle actuator op de nulstand staat. Stel dat deze breekt dan zou je op de normale manier de dieselpomp niet meer kunnen afleggen en zou de verbrandingsmotor blijven draaien. Er zou wel nog steeds kunnen gestopt worden met de noodstop of met de accu te onderbreken. Toch hoort deze veiligheid thuis in het programma om het gebruiksgemak van de operator te bevorderen.

2.3.4 Gas throttle actuator

```
(*gas throttle actuator*)
(*SAEJ1939*)
CAN2_Enable(
    INIT:= NOT xStart ,
    EXTENDED_MODE:=TRUE ,
    DOWNLOAD_ID:=124 ,
    BAUDRATE:=250 );

J1939_2_Enable (
    ENABLE:= TRUE ,
    START:= NOT xStart ,
    MY_ADDRESS:= bAddressModule );
xStart := TRUE;
dwLocation := ADR(arrBytes);
J1939_3_TRANSMIT_TFAC(
    ENABLE:= xStartSending,
    PRIO:= 6 ,
    PG:= 0 ,
    PF:=16#F0 ,
    PS:= 16#1A ,
    SRC:=dwLocation ,
    LEN:= 8 ,
    RPT:= t#50MS ,
    RESULT=> bResultTransmit );

xStartSending := TRUE;
```

De eerste stap is om de Thomson gas throttle actuator op een CAN-netwerk aan te sluiten.

De Thomson gas throttle actuator is geplaatst op CAN 2. CAN 2 moet éénmaal geïnitieerd worden. Vandaar dat de programmaregel NOT xStart wordt gebruikt. xStart is bij het doorlopen van het programma eerst 'FALSE', maar wordt nadat dit doorlezen is op 'TRUE' gezet. Bij extended_Mode staat TRUE. Dit is omdat met een 29 bit ID wordt gewerkt. Bij FALSE zou het een 11 bit ID zijn. De Thomson gas throttle actuator is geplaatst op CAN 2 en CAN 2 heeft Download ID 124. De baudrate is ingesteld op 250 kbps.

In de tweede stap wordt SAE J1939 geactiveerd. Hiervoor moet de Lib. file van de CR7032 J1939 toegevoegd worden. De functieblok J1939_2 wordt met het commando 'TRUE' ingeschakeld. Ook deze functieblok moet geïnitieerd worden op dezelfde manier als CAN 2. bAddressModule is het SAEJ1939 adres voor de CR7032 controller.

- De transmitfunctieblok is om individuele berichten te verzenden. Deze moet ook eerst ingeschakeld worden via de variabele xStartSending.
- Prioriteit van 6: Een prioriteit van 6(dec) is 110 (bin).
- PG = 0 omdat de referentie pagina 0 is. Dit kan 1 worden als het protocol wordt uitgebreid.
- PF:=16#F0. Dit is het PGN-nummer. Wanneer het PGN-nummer groter of gelijk is aan 240_{dec} (F0_{hex}) dan is er geen doeladres vermeld. Er wordt in dit bericht niet specifiek meegedeeld voor wie het bericht bestemd is.
- PS:= 16#1A, 1A_{hex} is 26_{dec} Omdat het PGN nummer ≥ 240 dan is dit een group extension. Dit heeft dus een uitbreiding van het PGN en zo kunnen meer PGN's gegenereerd worden.
- SRC:=dwLocation , Source adres of bronadres is hier dwLocation.
- LEN:= 8 , is het aantal databytes die worden verzonden.
- RPT:= t#50MS , om de hoeveel tijd het bericht wordt verzonden
- RESULT=> bResultTransmit); Feedback van de functieblok

(*Toerenregeling*)

(*plusknop*)

R_TRIG_Plus

(CLK:= xToerenAfstandPlus ,
Q=> xTellenToerenPlus);

(*minknop*)

R_TRIG_Min

(CLK:= xToerenAfstandMin ,
Q=> xTellenToerenMin);

(*Zodat hij telkens naar max of min gaat bij het verplaatsen van de schakelaar*)

R_TRIG_TussenwaardeZestien

(CLK:= xMaxToeren ,
Q=> xVoorverwarmen_Startrelais_bediendZestien);

F_TRIG_TussenwaardeNul

(CLK:= xMaxToeren,
Q=> xVoorverwarmen_Startrelais_bediendNul);

De derde stap is om de toerentalregeling te programmeren. We hebben reeds de variabelen gedeclareerd. Als er aan de zijkant van de afstandsbediening op plus (9+) wordt gedrukt dan zal 'xToerenAfstandPlus' 1 worden. Hetzelfde geldt voor de minknop (9-). Wanneer de vierde schakelaar (8) van de slak naar de haas bediend wordt, dan moet de verbrandingsmotor het maximaal aantal toeren bereiken. Wanneer de schakelaar van de haas naar de slak wordt gedrukt moet de verbrandingsmotor het leeglooptoerental bereiken.

```

(*Tijd tussen het starten en toeren bepalen*)
F_TRIG_StartRelais(
                                CLK:= xStartrelais_Aansturen,
                                Q=> xStartRelais_Neg_Flank);

SR_Toeren_Regeling_Start(
                                SET1:= xStartRelais_Neg_Flank,
                                RESET:= xReset ,
                                Q1=> xToeren_Regeling_Start );

(*10 seconden na het starten kan de gas throttle actuator pas aangestuurd worden*)
TON_Toerental_Regeling_Vertraging(
                                IN:= xToeren_Regeling_Start ,
                                PT:= t#10s,
                                Q=> xNaStarten ,
                                ET=> tTijdVerstreken );

```

Het startrelais moet eerst afslaan vooraleer de gas throttle actuator bediend kan worden. Dit is zodat de verbrandingsmotor niet start op volgas.

Een volgende voorwaarde is dat de verbrandingsmotor 10 seconden op leeglooptoerental draait.

Wanneer deze tijd verlopen is, dan kan de gas throttle actuator bediend worden. Dit doen we om de verbrandingsmotor wat te sparen, zodat hij de tijd heeft om een betere temperatuur te bereiken.

```

(*Wanneer de 10 seconde niet bereikt zijn blijft de motor op min toerental draaien*)
IF xNaStarten = FALSE THEN
    bFase_ContactstandToeren := 0;
ELSE
    (*startwaarden wanneer de schakelaar verzet is*)
    IF xVoorverwarmen_Startrelais_bediendZestien = 1 THEN
        bFase_ContactstandToeren := 16;
    END_IF

    IF xVoorverwarmen_Startrelais_bediendNul = 1 THEN
        bFase_ContactstandToeren := 0;
    END_IF

    (*Aftellen bij het drukken op de minknop*)
    IF xTellenToerenMin = 1 THEN
        bFase_ContactstandToeren := bFase_ContactstandToeren -1;
    ELSE
        bFase_ContactstandToeren := bFase_ContactstandToeren;
    END_IF

```

```

(*Optellen bijhet drukken op de plusknop*)
IF xTellenToerenPlus =1 THEN
bFase_ContactstandToeren := bFase_ContactstandToeren+1;
ELSE
bFase_ContactstandToeren := bFase_ContactstandToeren;
END_IF

(*Blijven duwen op de plus knop*)
TON_Plus_Knop
    (IN:= xToerenAfstandPlus ,
    PT:= t#500ms ,
    Q=> xBlijvenDrukkenPlus ,
    ET=>tElapsedTimeOn_Plus_Knop );

BLINK_Constant_Plus_Knop
    (ENABLE:= xBlijvenDrukkenPlus,
    TIMELOW:= t#50ms ,
    TIMEHIGH:= t#1ms ,
    OUT=> xBlink_Plus_Knop );
IF xBlink_Plus_Knop = TRUE THEN
bFase_ContactstandToeren := bFase_ContactstandToeren +1;
END_IF

(*Blijven duwen op de min knop*)
TON_Min_Knop
    (IN:= xToerenAfstandMin,
    PT:= t#500ms ,
    Q=> xBlijvenDrukkenMin ,
    ET=>tElapsedTimeOn_Min_Knop );

BLINK_Constant_Min_Knop
    (ENABLE:= xBlijvenDrukkenMin ,
    TIMELOW:= t#50ms ,
    TIMEHIGH:= t#1ms ,
    OUT=> xBlink_Min_Knop);
IF xBlink_Min_Knop = TRUE THEN
bFase_ContactstandToeren := bFase_ContactstandToeren -1;
END_IF

(*Beperken zodat hij tussen de 16 stappen blijft met max 16 en min 0*)
IF bFase_ContactstandToeren >= 16 AND bFase_ContactstandToeren < 254 THEN
bFase_ContactstandToeren := 16;
END_IF

```

```
IF bFase_ContactstandToeren=255 THEN  
  bFase_ContactstandToeren := 0;  
END_IF  
END_IF
```

De vierde stap is het effectief regelen van de toeren. Wanneer de tien seconden niet bereikt zijn dan moet de gas throttle actuator op het minimum staan wat resulteert in het leeglooptoerental. Als de tien seconden bereikt zijn, dan mag het toerental stijgen naar de wensen van de operator.

Eerst wordt het gedeelte stijgen van het toerental via de vierde schakelaar (8) geprogrammeerd. Als de schakelaar naar de haas gaat, dan wordt het maximum toerental aangestuurd, bewegen van de haas naar de slak wordt het minimum toerental of leeglooptoerental bereikt.

Het tweede gedeelte in het programma is de stap van ongeveer 100 toeren. Telkens op de plusknop (9+) wordt gedrukt stijgt het toerental met ongeveer 100 toeren, op de minknop (9-) daalt het toerental met 100 toeren. Deze redenering van 100 toeren werd als volgt gemaakt;

Het leeglooptoerental is naar schatting rond de 800 tr/min en volgas is naar schatting 2400 tr/min. Daartussen zitten 16 stappen van 100 toeren. In de realiteit zal dit hoogstwaarschijnlijk afwijken. De Bobcat toont echter geen toerental aan via het display en het toerental valt ook niet uit te lezen.

Wanneer er 500 ms constant gedrukt wordt op de plus (9+) of min (9-) toets, dan stijgt het toerental automatisch. Wanneer het gewenste toerental bereikt is, kan de operator de knop loslaten en stopt de wijziging van het toerental.

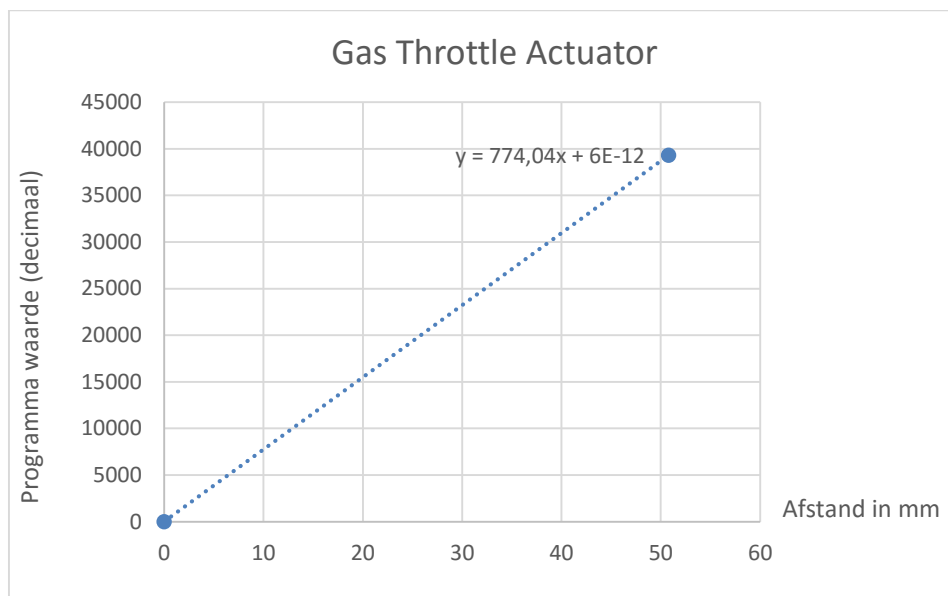
Er moet ook een beperking zijn op het toerental, zodat de gas throttle actuator de stang die de toeren regelt niet plooit. Daarom wordt de stap 16 het maximum en 0 het minimum. Verder in het programma wordt gerekend met deze stapwaarde.

(*De getelde waarde gebruiken om te berekenen wat de uitgestuurde waarde moet zijn*) (*2,7cm 163 & 81*)

```

bZeroByte := REAL_TO_BYTE (bFase_ContactstandToeren*10.1875);
bFirstByte := REAL_TO_BYTE (bFase_ContactstandToeren*5.625);
arrBytes[0] :=bZeroByte;
arrBytes[1] := bFirstByte;
    
```

De vijfde stap is het programmeren met de waarde tussen 0 en 16. Eerst werd de maximale slag gemeten dat de gas throttle actuator mag uitschuiven. Dit is 27 mm. Deze waarde moet worden omgerekend naar de waarde die de gas throttle actuator nodig heeft om uit te schuiven. Als bekend is dat bericht 9999_{hex} (39321_{dec}) overeenstemt met 50,8 mm. En 0_{hex} (0_{dec}) overeenstemt met 0cm kan door het lineair verband het bericht berekend worden voor 27 mm.



Grafiek 1: Gas throttle actuator

$$774,04 \times 27 \text{ mm} = 20899_{\text{dec}}$$

$$20899_{\text{dec}} = 51A3_{\text{hex}}$$

$$51_{\text{hex}} = 81_{\text{dec}}$$

$$A3_{\text{hex}} = 163_{\text{dec}}$$

Omdat er met Intel Byte order is gewerkt moet de volgorde omgedraaid worden. Dus moet arrbytes[0] 163_{dec} en arrbytes[1] 81_{dec} zijn om 27 mm uit te schuiven.

Omdat de stappen van 16 gerespecteerd blijven moeten we de maximale uitschuifwaarden delen door 16 om de factor van de vergelijking te kennen. Zo bekom je volgende vergelijkingen:

$$\frac{81}{16} = 5,0625$$

$$\frac{163}{16} = 10,1875$$

```
(*Reset om de dieselpomp uit te schakelen nadat de min toeren zijn bereikt*)  
IF bZeroByte =0 AND bFirstByte =0 THEN  
xVoorverwarmen_Startrelais_bediend_Stopklep := FALSE;  
ELSE  
xVoorverwarmen_Startrelais_bediend_Stopklep := TRUE;  
END_IF
```

Er is een beveiliging die ervoor zorgt dat de motor wordt stilgelegd als de eerst de actuator naar 0 gaat en daarna slaat de dieselpomp pas af. Stel dat de actuator niet meer zou werken zou de je de dieselpomp niet meer kunnen stilleggen en zou de verbrandingsmotor blijven draaien. Dit is niet de bedoeling. Vandaar is deze beveiliging geprogrammeerd. Deze wordt verder uitgewerkt bij 'Starten en stoppen'.

Er kunnen nog verbeteringen worden aangebracht. Wanneer een extra krukassensor en temperatuursensor worden toegevoegd, kan met deze data heel veel aangepast worden. Telkens je bij dit programma de Bobcat aflegt, en daarna terug start, dan behoud hij de tien seconden rust. Dit is niet nodig met een reeds warme verbrandingsmotor. Met een toerentalsensor of krukassensor kan de afstand dat de gas throttle actuator aflegt linken aan een toerental. Dan kan er effectief in stappen van bijvoorbeeld 100 toeren worden gestegen.

2.3.5 Contactslot

In deze fase van dit project wordt het contactslot behouden. De 'signalen' van het contactslot wordt in de SafetyController ingelezen.

```
(*Lichten*)
INPUT_ANALOG_Contact(
    ENABLE:= TRUE,
    MODE:= 8,
    CHANNEL:= 2 ,
    OUT=> w_Contactslot_Lichten,
    ERROR=> dw_Error_Lichten );

IF w_Contactslot_Lichten > 2500 THEN
x_Contactslot_Lichten := TRUE;
ELSE
x_Contactslot_Lichten := FALSE;
END_IF
```

Enable is om het inlezen te bekrachtigen. Mode 8 is om spanning tussen 0 en 10V in te lezen. De lichten worden ingelezen op Input kanaal 2.

Als de waarde van de ingelezen spanning boven 2500 millivolt is dan wordt in het programma bevestigd dat de Input hoog is.

Dit wordt nog gedaan voor contact aan, starten, en de traction lock.

```
(*Contact aan*)
INPUT_ANALOG_Contact_aan(
    ENABLE:= TRUE,
    MODE:= 8,
    CHANNEL:= 1 ,
    OUT=> w_Contactslot_Contact_Aan,
    ERROR=> dw_Error_Contact_Aan );

IF w_Contactslot_Contact_Aan > 2500 THEN
x_Contactslot_Contact_Aan := TRUE;
ELSE
x_Contactslot_Contact_Aan := FALSE;
END_IF
```

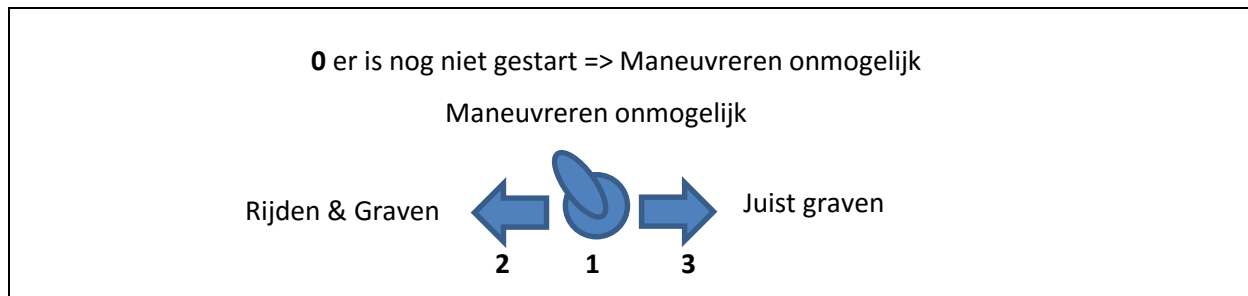
```
(*Starten*)  
INPUT_ANALOG_Starten(  
    ENABLE:= TRUE,  
    MODE:= 8,  
    CHANNEL:= 0 ,  
    OUT=> w_Contactslot_Starten,  
    ERROR=> dw_Error_Starten );  
  
IF w_Contactslot_Starten > 2500 THEN  
x_Contactslot_Starten := TRUE;  
ELSE  
x_Contactslot_Starten := FALSE;  
END_IF
```

```
(*Traction Lock*)  
INPUT_ANALOG_Traction_Lock(  
    ENABLE:= TRUE,  
    MODE:= 8,  
    CHANNEL:= 3 ,  
    OUT=> w_Contactslot_Traction_Lock,  
    ERROR=> dw_Error_Traction_Lock );  
  
IF w_Contactslot_Traction_Lock > 2500 THEN  
x_Contactslot_Traction_Lock := TRUE;  
ELSE  
x_Contactslot_Traction_Lock := FALSE;  
END_IF
```

Een verbetering is om het dashboard dat achteraan de Bobcat geplaatst is weg te laten. Er kan gestart worden via de afstandsbediening en zonder de afstandsbediening kan niet gereden worden. Dus is het contactslot eigenlijk overbodig. Als het dashboard zou verdwijnen, dan is dit deel van het programma overbodig.

2.3.6 Joystick aansturing

Joystick aansturing gaat over het al dan niet uitschakelen van bepaalde de rijfunctie zodat er niet per ongeluk tijdens een graafmaneuver vooruit gereden wordt in de put. Dit wordt verwezenlijkt door de derde schakelaar (7) links of rechts te plaatsen. Links kan er gereden en gegraven worden, rechts enkel gegraven. In de middelste stand kan er niet gereden noch gegraven worden. Als de Bobcat niet gestart is mogen de spoelen op de ventielen ook niet bekrachtigd worden.



```
(*Joystick*)
IF xToeren_Regeling_Start = FALSE THEN
bJoystickstand := 0;
END_IF

IF xSchakelaar_Afstand_Links = FALSE AND xSchakelaar_Afstand_Rechts = FALSE AND
xToeren_Regeling_Start = TRUE THEN
bJoystickstand := 1;
END_IF

(*moet gestart zijn en schakelaar voor joysticks staat links*)
IF xSchakelaar_Afstand_Links = TRUE AND xToeren_Regeling_Start = TRUE THEN
bJoystickstand := 2;
END_IF

(*moet gestart zijn en schakelaar voor joysticks staat rechts*)
IF xSchakelaar_Afstand_Rechts = TRUE AND xToeren_Regeling_Start = TRUE THEN
bJoystickstand := 3;
END_IF
```

Er werd met een If structuur gewerkt. Wanneer er niet gestart is kunnen de spoelen niet bekrachtigd worden. Dit stemt overeen met bJoystickstand := 0.

Als de schakelaar (7) niet links en niet rechts staat, dus in het midden en er is gestart, dan wordt bJoystickstand 1. Als de schakelaar (7) links staat en er is gestart dan stemt de bJoystickstand overeen met 2. Wanneer er gestart is en de schakelaar 7 staat rechts, dan wordt de bJoystickstand 3.

```
CASE bJoystickstand OF
```

```
0:
```

```
xReset_Rijden := TRUE;
```

```
xReset_Kantelen1 := TRUE;
```

```
xReset_Heffen1 := TRUE;
```

```
Q01 := 0;
```

```
Q03 := 0;
```

```
1:
```

```
xReset_Rijden := TRUE;
```

```
xReset_Kantelen1 := TRUE;
```

```
xReset_Heffen1 := TRUE;
```

```
Q01 := 0;
```

```
Q03 := 0;
```

```
2:
```

```
xReset_Rijden := FALSE;
```

```
xReset_Kantelen1 := FALSE;
```

```
xReset_Heffen1 := FALSE;
```

```
3:
```

```
xReset_Rijden := TRUE;
```

```
xReset_Kantelen1 := FALSE;
```

```
xReset_Heffen1 := FALSE;
```

```
END_CASE
```

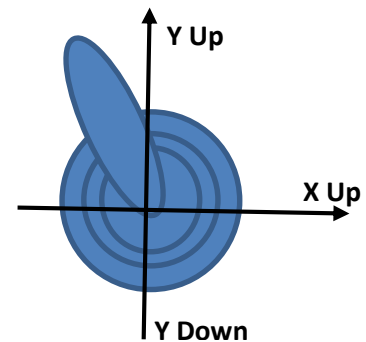
Afhankelijk van de positie van schakelaar 7 en of de motor al dan niet gestart is, kan nu bepaald worden welke joysticks bekrachtigd kunnen worden. Dit wordt verwezenlijkt met een CASE-structuur, als de waar 0 is (niet gestart) worden alle joysticks gereset. Bij 1 worden ze nog steeds gereset. Bij 2 wordt er geen enkele joystick gereset en bij 3 wordt juist het rijden uitgeschakeld. In het functieblok wordt de werking van deze reset uitgelegd.

2.3.7 Functieblok Joystick

Er zijn meerdere Joysticks gekozen om een functieblok te maken. Op die manier kunnen enkele parameters aangepast worden voor iedere beweging afzonderlijk.

```
(*Ramp Joystick Down*)
RAMP_REAL_Down(
  IN:= WORD_TO_REAL (wDesiredCurrent_Joystick_Down),
  ASCEND:= I_rAscend_Down,
  DESCEND:= I_rDescend_Down ,
  TIMEBASE:= I_tTimeBase_Down ,
  RESET:= ,
);
wDesiredCurrent_Joystick_Down_rmp := REAL_TO_WORD(RAMP_REAL_DOWN.OUT);
```

Wanneer de joystick heel snel naar het maximum wordt gebracht zullen de ventielen direct maximaal bekrachtigd worden. Hierdoor zou het kunnen dat de Bobcat enkel op de voor- of achterwielen rijdt. Aangezien dit niet de bedoeling is van dit project wordt dit voorkomen met een RAMP-functie. In een vaste tijdsbasis wordt een maximale stap toegelaten. Hierdoor beweegt het ventiel gelijkmatig uit.



Figuur 89: Joystick in een assenstelsel

In bovenstaande programmeerregels wordt de ramp beschreven. Het is belangrijk te weten dat er steeds wordt gewerkt in een x-y- assenstelsel naar benaming toe. Up is positief van de x- of y-as en Down is negatief van de x- of y-as. Hierboven wordt dus de ramp beschreven als de Joystick naar beneden of naar links beweegt.

```
(*Ramp Joystick Up*)
RAMP_REAL_Up(
  IN:= WORD_TO_REAL (wDesiredCurrent_Joystick_Up) ,
  ASCEND:= I_rAscend_Up ,
  DESCEND:= I_rDescend_Up,
  TIMEBASE:= I_tTimeBase_Up,
  RESET:= ,
);
wDesiredCurrent_Joystick_Up_rmp := REAL_TO_WORD(RAMP_REAL_Up.OUT);
```

Hierboven wordt de ramp beschreven Wanneer de Joystick naar boven of naar rechts wordt bewogen. Merk op dat bij beide ramps de waarden in input variabelen wordt gestoken. Dit omdat het dan mogelijk is om voor elke Joystick de waarden in te stellen aan de wensen van de operator.

```
(*Starten bij offset*)
O_wCurrent_Down:= wDesiredCurrent_Joystick_Down_rmp + I_Offset_Down;
O_wCurrent_Up := wDesiredCurrent_Joystick_Up_rmp + I_Offset_Up ;
```

Omdat het ventiel meteen mag beginnen uitschuiven bij de offset wordt bovenstaande formule toegevoegd. wDesiredCurrent_Joystick_Down_rmp is de waarde na de RAMP-functie en zal dus meteen na het bedienen nog 0 zijn. Maar doordat de offset de startwaarde aangeeft zal hij meteen zijn startwaarde bereiken en vandaar uitschuiven volgens de waarde van de RAMP.

```
rOffset_Down := INT_TO_WORD(I_Offset_Down);
rOffset_Up := INT_TO_WORD(I_Offset_Up);
rFactor_Down := (1800-rOffset_Down)/93;
rFactor_Up := (1800-rOffset_Up)/93;
```

De bovenstaande programmaregels zijn om de waarde van de stroom te berekenen. De offset is een variabele die valt in te stellen naar de wensen van de operator. Omdat er een lineair verband is tussen de data op het CANopen netwerk van de Hetronic en de gewenste uitschuifwaarde van de ventielen kan de factor worden berekend aan de hand van een formule. In rust wordt een bericht van ongeveer 127 -128 op het CANopen netwerk geplaatst. Er wordt beschreven dat de Joystick in de rustpositie staat als het bericht tussen 129 – 126 op de bus is. De maximale uitgaande verplaatsing komt overeen met de waarde 222 of 33. Tussen 126 en 33 zitten 93 stappen en tussen 129 en 222 zitten eveneens 93 stappen.

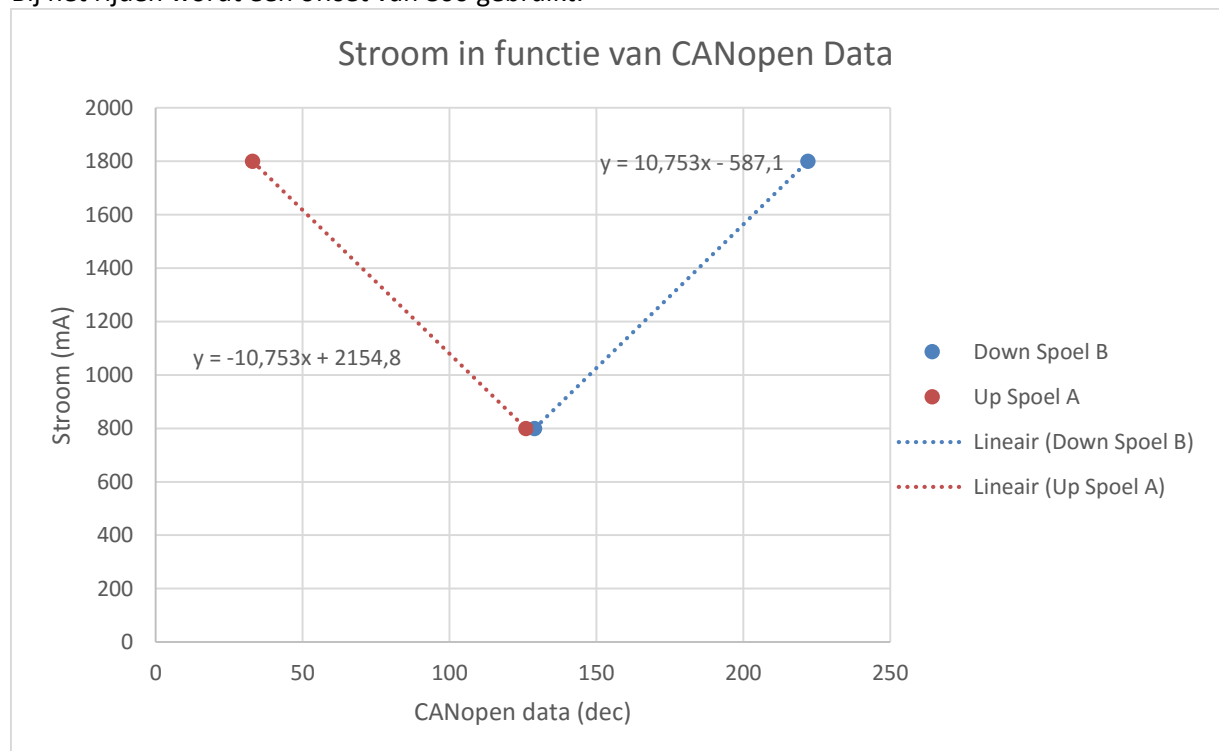


Figuur 90: Beweging joystick afstandsbediening

De factor wordt dus:

$$\frac{1800 - \text{offset}}{93}$$

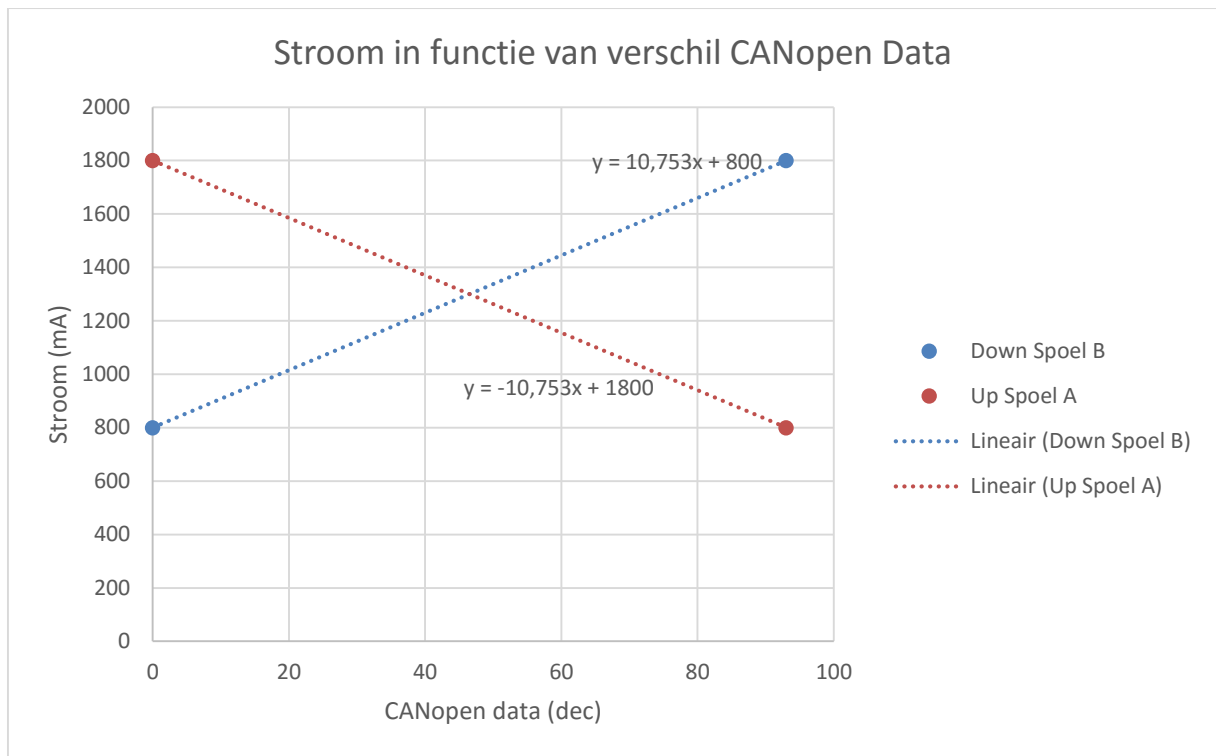
Bij het rijden wordt een offset van 800 gebruikt:



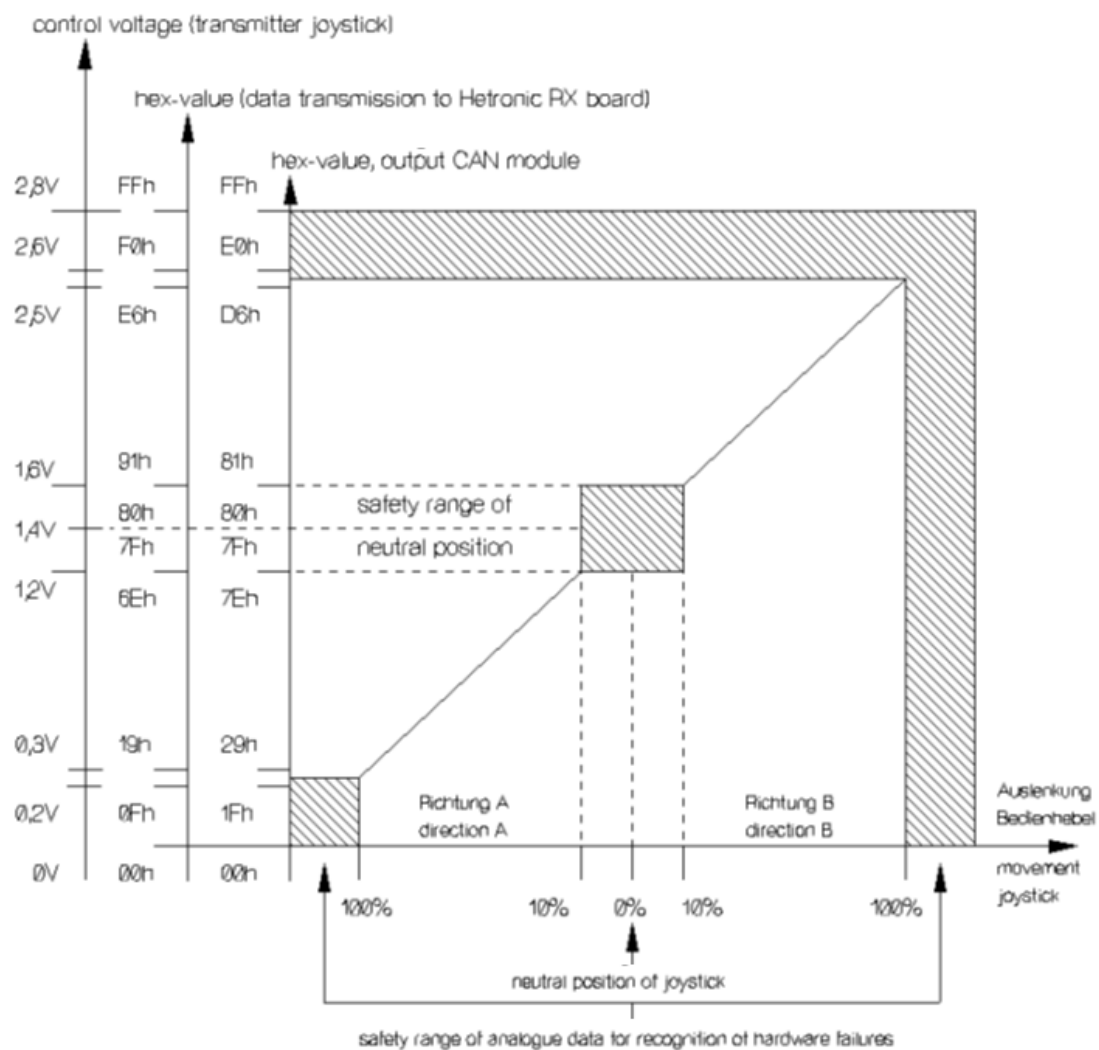
Grafiek 2: Stroom in functie van CANopen Data

Je kan zien dat spoel A bij data 33 (Joystick naar beneden) met 1,8A zal bekrachtigd worden, terwijl Spoel B pas bij data 222 met 1,8A zal bekrachtigd worden.

Bovenstaande grafiek met bijhorende functies zijn echter niet de gebruikte. Omdat er gewerkt wordt met het verschil in data berichten. Volgende grafiek heeft een beter beeld over hoe de ventielen worden bekrachtigd ten op zichte van het verschil in data.



Grafiek 3: Verschil met waarde 93



Figuur 91: Gegevens van de Hetronic waarmee wordt gewerkt

```

IF I_Usint_Joystick > 129 AND wDesiredCurrent_Joystick_Up_rmp =0 THEN
rDesiredCurrent_Joystick_Down := (rFactor_Down*I_Usint_Joystick- rFactor_Down*127);
wDesiredCurrent_Joystick_Down := REAL_TO_WORD(rDesiredCurrent_Joystick_Down);
ELSE

    IF I_Usint_Joystick <126 AND Y_As_Joystick_1 >0 AND wDesiredCurrent_Joystick_Down_rmp
    =0 THEN
    rDesiredCurrent_Joystick_Up := (-rFactor_Up*I_Usint_Joystick+rFactor_Up*127);
    wDesiredCurrent_Joystick_Up := REAL_TO_WORD(rDesiredCurrent_Joystick_Up);
    END_IF
END_IF

```

In bovenstaande programmaregels wordt bepaald dat beide spoelen niet tegelijk bekrachtigd kunnen worden.

```

(*Rustpositie Joystick*)
IF I_Usint_Joystick <= 129 AND I_Usint_Joystick >=126 OR I_Reset_Joystick = TRUE THEN
wDesiredCurrent_Joystick_Down := 0;
wDesiredCurrent_Joystick_Up := 0;
END_IF

```

De ruststand is ook belangrijk. Deze rust is als de joystick het bericht vanaf 126 tot en met 129 op het CANopen netwerk plaatst. Dan zullen beide stromen naar de spoelen 0 worden.

```

(*Limiteren op 1800*)
IF O_wCurrent_Down > 1800 THEN
O_wCurrent_Down := 1800;
ELSE
O_wCurrent_Down := O_wCurrent_Down;
END_IF

IF O_wCurrent_Up > 1800 THEN
O_wCurrent_Up := 1800;
ELSE
O_wCurrent_Up := O_wCurrent_Up;
END_IF

```

De maximale stroom die door de MOD09 schuiven mag vloeien is 1800 mA. Deze stroom wordt dan ook gelimiteerd op deze waarde.

```

(*Zodat waarde snel naar 0 gaat*)
IF O_wCurrent_Down <= I_Offset_Down THEN
O_wCurrent_Down := 0;
ELSE
O_wCurrent_Down := O_wCurrent_Down;
END_IF

IF O_wCurrent_Up <= I_Offset_Up THEN
O_wCurrent_Up := 0;
ELSE
O_wCurrent_Up := O_wCurrent_Up;
END_IF

```

Door de ramp daalt de waarde nog steeds ook al werd de minimale waarde van de offset bereikt, vandaar dat als de waarde de offset bereikt dat de stroom 0 wordt.

```
(*Output naar de spoel om in te schuiven*)
OUTPUT_CURRENT_CONTROL_Joystick_Down(
    ENABLE:= I_xEnable_DOWN,
    INIT:= NOT xInit_Joystick_Down,
    OUTPUT_CHANNEL:= I_bChannel_Down,
    DESIRED_CURRENT:= O_wCurrent_Down,
    PWM_FREQUENCY:= O_wFrequency_Down,
    DITHER_FREQUENCY:= ,
    DITHER_VALUE:= ,
    KP:= 50,
    KI:= 50,
    PWM_RATIO=> O_wFeedback_Down);
xInit_Joystick_Down := TRUE;
```

```
(*Output naar de spoel om uit te schuiven*)
OUTPUT_CURRENT_CONTROL_Joystick_Up(
    ENABLE:= I_xEnable_Up ,
    INIT:= NOT xInit_Joystick_Up ,
    OUTPUT_CHANNEL:= I_bChannel_Up ,
    DESIRED_CURRENT:= O_wCurrent_Up ,
    PWM_FREQUENCY:= O_wFrequency_Up ,
    DITHER_FREQUENCY:= ,
    DITHER_VALUE:= ,
    KP:= 50 ,
    KI:= 50 ,
    PWM_RATIO=> O_wFeedback_Up);
xInit_Joystick_Up := TRUE;
```

Dan wordt met de functieblok OUTPUT_CURRENT_CONTROL_Joystick de stroom nog verzonden. Omdat deze functieblok in het algemeen functieblok voor de Joysticks zit, worden deze waarden naar input- en outputvariabelen geschreven.

2.3.8 Heffen

```

(*3 X-As*)
IF X_Pos_Joy_2 = TRUE AND xBezig_met bedienen4 = FALSE THEN
xBezig_met bedienen3 := TRUE;
USint_Joystick_Heffen := X_As_Joystick_2;
ELSE
xBezig_met bedienen3 := FALSE;
END_IF

IF Y_Pos_Joy_1 = TRUE AND xBezig_met bedienen3 = FALSE THEN
xBezig_met bedienen4 := TRUE;
USint_Joystick_Heffen := Y_As_Joystick_1;
ELSE
xBezig_met bedienen4 := FALSE;
END_IF

IF Y_Pos_Joy_1 = FALSE AND X_Pos_Joy_2 = FALSE OR xReset_Heffen1 = TRUE THEN
xReset_Heffen := TRUE;
ELSE
xReset_Heffen := FALSE;
END_IF
FB_Joystick_Rijden_1_Y_As(
    I_Usint_Joystick:= USint_Joystick_Heffen,
    I_xEnable_DOWN:= TRUE ,
    I_xEnable_Up:= TRUE ,
    I_bChannel_Down:= 13 ,
    I_bChannel_Up:= 12,
    I_rAscend_Down:= 800,
    I_rAscend_Up:= 800,
    I_rDescend_Down:= 999999,
    I_rDescend_Up:= 999999,
    I_tTimeBase_Down:= t#500ms,
    I_tTimeBase_Up:= t#500ms ,
    I_Reset_Joystick := xReset_Heffen,
    I_Offset_Up := 1375,
    I_Offset_Down := 1550,
    O_wCurrent_Down=> wCurrent_Down_1_Y ,
    O_wCurrent_Up=> wCurrent_Up_1_Y,
    O_wFrequency_Down=> wFrequency_MOD09,
    O_wFrequency_Up=> wFrequency_MOD09 ,
    O_wFeedback_Down=> wPWM_Down_1_Y ,
    O_wFeedback_Up=> wPWM_Up_1_Y );

```

Omdat het heffen door twee joysticks kan bediend worden (eerste joystick in de Y richting en tweede in de x richting.) moet er een beveiliging voorzien worden zodat beide spoelen niet gelijktijdig aantrekken. Als de tweede joystick in de x richting beweegt dan moet de eerste joystick stil staan als hij de waarde van tweede joystick wilt overnemen. Anders mag hij de waarde niet overnemen en moet hij de waarde van de eerste joystick behouden. Dit geldt ook omgekeerd voor de eerste joystick. Wanneer de `y_pos_joy_1 = 0` (bit die 1 wordt wanneer de joystick bewogen wordt) en `0_Pos_Joy_2 = 0` of `xReset_Heffen1 = 1` dan wordt de hefinrichting gereset. Daarna wordt de functieblok geïnitieerd.

2.3.9 Kantelen

In- of uitkantelen wordt uitgevoerd door de derde joystick in de x richting te bewegen of de vierde joystick in de y richting te bewegen.

```
(*3 X-As*)
IF X_Pos_Joy_3 = TRUE AND xBezig_met_bedienen2 = FALSE THEN
xBezig_met_bedienen1 := TRUE;
USint_Joystick_Kantelen := X_As_Joystick_3;
ELSE
xBezig_met_bedienen1 := FALSE;
END_IF

IF Y_Pos_Joy_4 = TRUE AND xBezig_met_bedienen1 = FALSE THEN
xBezig_met_bedienen2 := TRUE;
USint_Joystick_Kantelen := Y_As_Joystick_4;
ELSE
xBezig_met_bedienen2 := FALSE;
END_IF

IF Y_Pos_Joy_4 = FALSE AND X_Pos_Joy_3 = FALSE OR xReset_Kantelen1 = TRUE THEN
xReset_Kantelen := TRUE;
ELSE
xReset_Kantelen := FALSE;
END_IF

(*Aansturen ventiel kantelen*)
FB_Joystick_Rijden_4_Y_As(
    I_Usint_Joystick:= USint_Joystick_Kantelen,
    I_xEnable_DOWN:= TRUE ,
    I_xEnable_Up:=TRUE ,
    I_bChannel_Down:= 15 ,
    I_bChannel_Up:= 14,
    I_rAscend_Down:= 800,
    I_rAscend_Up:= 800,
```

```

I_rDescend_Down:= 999999,
I_rDescend_Up:= 999999,
I_tTimeBase_Down:= t#500ms,
I_tTimeBase_Up:= t#500ms ,
I_Reset_Joystick := xReset_Kantelen,
I_Offset_Up := 1175,
I_Offset_Down := 900,
O_wCurrent_Down=> wCurrent_Down_4_Y ,
O_wCurrent_Up=> wCurrent_Up_4_Y,
O_wFrequency_Down=> wFrequency_MOD09,
O_wFrequency_Up=> wFrequency_MOD09 ,
O_wFeedback_Down=> wPWM_Down_4_Y ,
O_wFeedback_Up=> wPWM_Up_4_Y );

```

Het programma van kantelen is gelijkaardig aan het programma van heffen.

2.3.10 Rijden

Om rechtuit te rijden moeten Joystick 2 en 3 vooruit bewogen worden.

```

(*Joystick 2 Y-As*)
FB_Joystick_Rijden_2_Y_As(
    I_Usint_Joystick:= Y_As_Joystick_2,
    I_xEnable_DOWN:= TRUE,
    I_xEnable_Up:= TRUE ,
    I_bChannel_Down:= 9 ,
    I_bChannel_Up:= 8,
    I_rAscend_Down:= 200,
    I_rAscend_Up:= 200,
    I_rDescend_Down:= 800,
    I_rDescend_Up:= 800,
    I_tTimeBase_Down:= t#500ms,
    I_tTimeBase_Up:= t#500ms ,
    I_Reset_Joystick := xReset_Rijden,
    I_Offset_Up := 800,
    I_Offset_Down := 800,
    O_wCurrent_Down=> wCurrent_Down_2_Y ,
    O_wCurrent_Up=> wCurrent_Up_2_Y,
    O_wFrequency_Down=> wFrequency_MOD09,
    O_wFrequency_Up=> wFrequency_MOD09 ,
    O_wFeedback_Down=> wPWM_Down_2_Y ,
    O_wFeedback_Up=> wPWM_Up_2_Y );

(*Joystick 3 Y-As*)

```

```
FB_Joystick_Rijden_3_Y_As(  
    I_Usint_Joystick:= Y_As_Joystick_3,  
    I_xEnable_DOWN:= TRUE,  
    I_xEnable_Up:= TRUE ,  
    I_bChannel_Down:= 11,  
    I_bChannel_Up:= 10,  
    I_rAscend_Down:= 200,  
    I_rAscend_Up:= 200,  
    I_rDescend_Down:= 800,  
    I_rDescend_Up:= 800,  
    I_tTimeBase_Down:= t#500ms,  
    I_tTimeBase_Up:= t#500ms ,  
    I_Reset_Joystick := xReset_Rijden,  
    I_Offset_Up := 800,  
    I_Offset_Down := 800,  
    O_wCurrent_Down=> wCurrent_Down_3_Y ,  
    O_wCurrent_Up=> wCurrent_Up_3_Y,  
    O_wFrequency_Down=> wFrequency_MOD09,  
    O_wFrequency_Up=> wFrequency_MOD09 ,  
    O_wFeedback_Down=> wPWM_Down_3_Y ,  
    O_wFeedback_Up=> wPWM_Up_3_Y );
```

Omdat elke spoel door een aparte joystick wordt bediend, zijn deze onafhankelijk van elkaar, en kunnen de functieblokken aangevuld worden met de juiste variabelen. De ramp waarden hebben we ingevuld aan de hand van testen. De negatieve ramp is hoger dan de positieve ramp. Dit is omdat de Bobcat veel te traag afremde.

2.3.11 Bak in- en uitkantelen

De bak in- of uitkantelen wordt gedaan via de derde functie. Dit is een spoel aansturen.

```
(*X-As*)

IF bJoystickstand =2 OR bJoystickstand =3 THEN
    IF X_As_Joystick_4 <= 150 AND X_As_Joystick_4 >= 110 THEN
        xInKantelen := FALSE;
        xUitKantelen := FALSE;
    END_IF

    IF X_As_Joystick_4 >150 THEN
        xInKantelen := FALSE;
        xUitKantelen := TRUE;
    END_IF

    IF X_As_Joystick_4 < 110 AND X_As_Joystick_4 > 0 THEN
        xInKantelen := TRUE;
        xUitKantelen := FALSE;
    END_IF
ELSE
    xUitKantelen := FALSE;
    xInKantelen := FALSE;
END_IF

Q01 := xUitKantelen;
Q03 := xInKantelen;
```

Het eerste wat gedaan wordt is bepalen wanneer de bak mag bediend worden. Dit wordt gedaan in 'Joystick aansturing'. Als bJoystickstand = 2 of 3 dus als de schakelaar links of rechts staat dan kan de bak bediend worden, anders niet. Daarna wordt bepaald wanneer de bak in of uit gekanteld wordt. Als het bericht van de X_As_Joystick_4 zich tussen 110 en 150 bevindt, dan wordt er geen spoel aangestuurd. Als de waarde hoger is dan 150, dan wordt juist de uitkantelen bekrachtigd. Als de waarde kleiner is dan 110 wordt juist het in kantelen bekrachtigd.

Daarna worden nog de uitgangen gedefinieerd. De stroom door de spoelen werd eerst gemeten, dit is 1,9A. Omdat alle uitgangen tegen 2A kunnen en enkele tegen 4A werd gekozen om de spoelen aan te sturen via uitgangen die tegen 4A kunnen. Dit zijn Q01 en Q03. De andere uitgangen die de MOD09 schuiven bedienen worden beperkt op 1,8 A en zullen dus nooit de 2A bereiken.

2.3.12 Traction lock

De traction lock dient bekrachtigd te worden om met de Bobcat te kunnen rijden. Deze kan enkel bekrachtigd worden wanneer er gestart is. De traction lock kan zowel via de groene knop op het dashboard als door de eerste schakelaar naar links te bewegen bekrachtigd worden.

```
(*Voorwaarden om traction lock te bekrachtigen*)
(*Bobcat moet gestart zijn*)
SR_Voorwaarde_Traction_Lock(SET1:= xStartrelais_Aansturen,
                           RESET:= xReset ,
                           Q1=> xVoorwaarde_Traction_Lock);

SR_Traction_Lock(
    SET1:= xTraction_Lock AND xVoorwaarde_Traction_Lock = TRUE ,
    RESET:= xReset,
    Q1=>xTraction_Lock_Na_Voorwaarde );

(*Als de voorwaarde voldaan is of de tractionlock wordt bediend via het contact, dan mag de
tractionlock aangestuurd worden*)
IF xTraction_Lock_Na_Voorwaarde = TRUE OR x_Contactslot_Traction_Lock = TRUE THEN
O_xTraction_Lock := TRUE;
ELSE
O_xTraction_Lock := FALSE;
END_IF

Q05 := O_xTraction_Lock;
```

De voorwaarde om de traction lock te bedienen via de afstandsbediening is dat de verbrandingsmotor gestart is. Dit wordt verwezenlijkt door een SET RESET functieblok te gebruiken. Wanneer het startrelais is aangestuurd, is de voorwaarde voldaan. Deze voorwaarde wordt gereset als bJoystickstand gelijk is aan 0. Als de voorwaarde voldaan is, en de eerste schakelaar wordt naar rechts bediend, dan zal de traction lock bekrachtigd worden. Wanneer de traction lock rechtstreeks via het dashboard wordt bediend dan kan deze net zoals origineel altijd bekrachtigd worden onafhankelijk of de Bobcat gestart is of niet. De Output van de traction lock is Channel 5.

2.3.13 Lichten

De lichten kunnen aangelegd worden door de tweede schakelaar naar links te bewegen en afgelegd door dezelfde schakelaar naar rechts te bewegen. Het is ook nog steeds mogelijk om met schakelaar op het dashboard de lichten aan te sturen.

```
(*Lichten*)
(*Lichten bedienen met contactslot*)
R_TRIG_Lichten_Contact_aan(
                                CLK:=x_Contactslot_Lichten ,
                                Q=> xContactLichtenaan );

F_TRIG_Lichten_Contact_uit
                                (CLK:= x_Contactslot_Lichten ,
                                Q=>xReset_Lichten );

(*Afstandsbediening*)
SR_Lichten (
                                SET1:= xLichten_Afstand_Links OR xContactLichtenaan ,
                                RESET:= xLichten_Afstand_Rechts OR xReset_Lichten ,
                                Q1=> x_Afstand_Lichten );

IF x_Afstand_Lichten = TRUE THEN
xLichten := TRUE;
ELSE
xLichten := FALSE;
END_IF
```

Omdat de lichten via het dashboard kunnen en via de afstandsbediening bediend worden, moeten deze twee aansturingen gescheiden van elkaar kunnen functioneren. Als de lichten via het dashboard aangelegd wordt, dan kunnen ze zowel door het dashboard als via de afstandsbediening uitgezet worden. Vandaar dat er met R_TRIG en F_TRIG wordt gewerkt. Op de stijgende flank worden de lichten aangezet en op de dalende flank worden de lichten uitgezet worden. Daarna wordt met de variabele van deze functieblok een set-reset functieblok geactiveerd. Aanleggen wordt dan altijd aanleggen en afleggen wordt steeds afleggen.

2.3.14 Noodstop

Wanneer de noodstop ingedrukt wordt zal de Bobcat direct tot stilstand komen en wordt de verbrandingsmotor afgelegd. Het is afgeraden om de Bobcat op deze manier af te leggen wanneer er geen gevaar dreigt, want de verbrandingsmotor valt direct uit bij een noodstop. De gas throttle actuator zal dus niet eerst naar de ruststand gaan, wat hij bij een normale stop wel zal doen.

```
IF xNoodstop = 0 THEN  
bFase_Contactstand := 0;  
xReset := TRUE;  
ELSE  
xReset := FALSE;  
END_IF
```

(*Als de sleutel op de Hetronic uitgezet wordt, wordt het bericht met decimale waarde 3 of binair 11 op de bus gezet*)

```
IF Start_Afstands_Bediening = 3 THEN  
bFase_Contactstand := 0;  
xReset := TRUE;  
ELSE  
xReset := FALSE;  
END_IF
```

Er wordt gewerkt met het bericht dat 0 op het CANopen netwerk plaatst wanneer de noodstop ingedrukt is. Als de noodstop ingedrukt wordt, dan wordt de reset bediend en zal de fase van het contact op 0 gezet worden, klaar om opnieuw te starten dus.

Er zit echter nog een beveiliging in, wanneer de sleutel van de afstandsbediening uitgeschakeld wordt, dan zet de Hetronic geen berichten meer op het CANopen netwerk, dan wordt eveneens de Bobcat helemaal stilgelegd.

2.3.15 Claxon

De claxon kan bediend worden via de afstandsbediening door schakelaar 5 naar rechts te drukken. De claxon kan wordt ook bediend wanneer er achteruit gereden wordt.

```

TOFClaxon(
    IN:= xStartRelais_Neg_Flank ,
    PT:= t#2s ,
    Q=> xClaxon_Starten ,
    ET=> tClaxon );

IF wCurrent_Down_3_Y > 800 AND wCurrent_Down_2_Y > 800 OR xClaxon_Afstand = TRUE OR
xClaxon_Starten = TRUE
xClaxon := TRUE;
ELSE
xClaxon := FALSE;
END_IF

Q02 := xClaxon;

```

Als wCurrent_Down_3_Y groter is dan 800 en zodus bediend en ditzelfde voor wCurrent_Down_2_Y, dan wordt de claxon bekrachtigd. Deze claxon is ook bedienbaar via de afstandsbediening om een waarschuwing te geven aan omstaanders. XClaxon_Afstand wordt 'TRUE' wanneer schakelaar 5 naar rechts wordt gedrukt en dus gaat de claxon. De claxon zal ook als waarschuwing 2 seconden bediend worden nadat gestart is. Er is bewust gekozen om de claxon niet te bedienen voordat de Bobcat gestart is of tijdens het starten, dit omdat het startrelais dan steeds vol vermogen krijgt van de batterij. In de claxon zit echter een logica die ervoor zorgt dat de claxon niet constant wordt aangestuurd, maar telkens afwisselend wordt aangestuurd. Een 'blink functieblok' is hier dus niet nodig.

2.3.16 Inclino

De inclinomotor zet de hellingshoek van de Bobcat op het CANopen. Deze Data zet hij op CAN 2. Met deze data wordt de toestand van de Bobcat weergegeven op het scherm. Wanneer de inclino sensor een hoek groter dan 75° wil dit zeggen dat de Bobcat op zijn zij ligt. We hebben er dan voor gezorgd dat de Bobcat uitvalt.

```

IF Inclino_x_As > 1800 THEN
bInclinoX := INT_TO_BYTE( (-Inclino_x_As+3600)/10);
bTekenX_As := 1;
ELSE
bInclinoX := INT_TO_BYTE(Inclino_x_As/10);
bTekenX_AS := 0;
END_IF

(*Y-As*)
IF Inclino_y_As > 1800 THEN
bInclinoY := INT_TO_BYTE( (-Inclino_y_As+3600)/10);
bTekenY_As := 1;
ELSE
bInclinoY := INT_TO_BYTE(Inclino_y_As/10);
bTekenY_As := 0;
END_IF

IF bInclinoY >75 OR bInclinoX > 75 THEN
bFase_Contactstand := 0;
xKantelen := TRUE;
ELSE
xKantelen := FALSE;
END_IF

```

De data die de Inclino op de bus zegt is op een tiende nauwkeurig. Voor de Bobcat hoeft het niet heel precies te zijn. Vandaar dat er wordt gedeeld door tien en naar een byte geschreven. Omdat er telkens één waarde wordt geschreven naar de byte wordt gewerkt met een teken. Als de hoek negatief is komt wordt bTeken 1. Wanneer de inclino een richting 75° bereikt, dan zal de Fase_contactstand op 0 springen en daar zal de dieselpomp uitvallen.

2.3.17 Scherm

2.3.17.1 Data verzenden vanaf CR7032

Het scherm wordt geplaatst op CAN4.

```
CAN4_Enable
(INIT:= NOT xCAN4Init ,
EXTENDED_MODE:= TRUE ,
DOWNLOAD_ID:= 123 ,
BAUDRATE:= 250 );
xCAN4Init := TRUE;
```

CAN 4 moet éénmaal geïnitieerd worden. Vandaar dat de programmaregel NOT xCAN4Init wordt gebruikt. xCAN4Init is bij het doorlopen van het programma eerst 'FALSE', maar wordt nadat dit doorlezen is op 'TRUE' gezet. Bij extended_Mode staat TRUE. Dit is omdat met een 29 bit ID wordt gewerkt. Bij FALSE zou het een 11 bit ID zijn. Het scherm is geplaatst op CAN 2 en CAN 2 heeft Download ID 123. De baudrate is ingesteld op 250 kbps.

```
CAN4_TRANSMIT_Inclino(
    ID:= 16#007 ,
    DLC:= 8 ,
    DATA:= ,
    ENABLE:= TRUE ,
    RESULT=> xResult_CAN4_Transmit );
```

Vervolgens wordt het bericht opgesteld. Het bericht bestaat uit 8 databytes en heeft ID 16#007 (hex).

```
CAN4_TRANSMIT_Inclino.DATA[1] := bTekenX_As;
CAN4_TRANSMIT_Inclino.DATA[2] := bInclinoX;
CAN4_TRANSMIT_Inclino.DATA[3] := bTekenY_As;
CAN4_TRANSMIT_Inclino.DATA[4] := bInclinoY;
CAN4_TRANSMIT_Inclino.DATA[5] := bZeroByte;
CAN4_TRANSMIT_Inclino.DATA[6] := bFirstByte;
```

Daarna worden alle zaken die verzonden moeten worden via dit bericht gekoppeld aan een bepaalde plaats in het bericht.

```
CAN4_TRANSMIT_BasisScherm(
    ID:= 16#008,
    DLC:= 8 ,
    DATA:= ,
    ENABLE:= TRUE ,
    RESULT=>xResult_CAN4_Basisscherm );
```

Er wordt nog een bericht opgesteld met meer data. Zo kan gelezen worden via het scherm wat er allemaal bekrachtigd is. Dit bericht heeft ID 16#008 (hex).

```
IF xStartrelais_Aansturen = TRUE THEN
bStarter := 15;
ELSE
bStarter := 0;
END_IF

IF xStopklep= TRUE THEN
bStopklep := 25;
ELSE
bStopklep := 0;
END_IF

IF xLichten = TRUE THEN
bLichten := 65;
ELSE
bLichten := 0;
END_IF

IF O_xTraction_Lock = TRUE THEN
bTraction_Lock := 45;
ELSE
bTraction_Lock := 0;
END_IF

IF xToeren_Regeling_Start = TRUE THEN
bGestart := 55;
ELSE
bGestart := 0;
END_IF

IF xClaxon = TRUE THEN
bClaxon := 75;
ELSE
bClaxon := 0;
END_IF
```

De parameters die nodig zijn om de data te verzenden worden in variabelen gezet. Deze variabelen zullen dan verzonden worden via het CANnetwerk.

```
CAN4_TRANSMIT_Basisscherm.DATA[1] := bStarter ;
CAN4_TRANSMIT_Basisscherm.DATA[2] := bStopklep ;
CAN4_TRANSMIT_Basisscherm.DATA[3] := bLichten ;
CAN4_TRANSMIT_Basisscherm.DATA[4] := bTraction_Lock ;
CAN4_TRANSMIT_Basisscherm.DATA[5] := bGestart;
CAN4_TRANSMIT_Basisscherm.DATA[6] := bClaxon;
```

Vervolgens krijgen de variabelen een plaats in het CANbericht toegewezen.

2.3.17.2 Data ontvangen en schermprogramma

PLC_PRG.

```
(*Initialisatie van Basic Display*)
BasicDisplay_Init();
```

Eerst moet het basis display geïnitieerd worden. Als deze functie niet vermeld wordt zal er geen visualisatie zichtbaar zijn.

```
(*Programma startscherm*)
PLC_PRG.Startscherm;

(*Programma Inclino*)
PLC_PRG.Inclino;

(*gas throttle actuator*)
PLC_PRG.Gas_Throttle_Actuator;
```

Er zijn net zoals bij de SafetyController enkele subprogramma's. Er moet verwezen worden naar deze subprogramma's.

```
(*CAN enable van het scherm*)
CAN_ENABLE1(
                                ENABLE:=TRUE ,
                                CHANNEL:= 1 ,
                                BAUDRATE:= 250,
                                RESULT=> );
```

Ook bij het scherm moet het CANnetwerk geactiveerd worden. Er is maar 1 CANnetwerk op het scherm, en dat is channel 1. Deze heeft een baudrate van 250 kbps.

```
(*Ontvangen van berichten*)
CAN_RX_Scherm(
    ENABLE:= TRUE ,
    CHANNEL:= 1 ,
    ID:= 16#007 ,
    DATA=> ,
    RESULT=> );

IF CAN_RX_Scherm.RESULT = 1 THEN
(*Berichten koppelen aan variabelen*)
bTekenX_As := CAN_RX_Scherm.DATA[1];
bInclinoX_1 := CAN_RX_Scherm.DATA[2];
```

```

bTekenY_As := CAN_RX_Scherm.DATA[3];
bInclinoY_1 := CAN_RX_Scherm.DATA[4];
(*gas throttle actuator*)
bZeroByte_Gas_Throttle := CAN_RX_Scherm.DATA[5];
bFirstByte_Gas_Throttle := CAN_RX_Scherm.DATA[6];
END_IF;

(*Ontvangen van berichten*)
CAN_RX_Algemene_waarde(
    ENABLE:= TRUE ,
    CHANNEL:= 1 ,
    ID:= 16#008 ,
    DATA=> ,
    RESULT=> );

IF CAN_RX_Algemene_waarde.RESULT = 1 THEN
(*Berichten koppelen aan variabelen*)
bStarter := CAN_RX_Algemene_waarde.DATA[1];
bStopklep := CAN_RX_Algemene_waarde.DATA[2];
bLichten := CAN_RX_Algemene_waarde.DATA[3];
bTraction_Lock := CAN_RX_Algemene_waarde.DATA[4];
bGestart := CAN_RX_Algemene_waarde.DATA[5];
bClaxon := CAN_RX_Algemene_waarde.DATA[6];
END_IF

```

De berichten worden ingelezen en er worden variabelen aangekoppeld.

```

(* NAVIGATIE - PAGECONTROL *)
PDM_PAGECONTROL(
    INIT                := NOT xInitDisplay,
    INIT_PAGE           := 50000,
    PAGE_UP             := ,
    PAGE_DOWN           := ,
    PAGE_EXTERN         := _wAskedPage,      (* Gevraagde Pagina - Global *)
    PAGE_MAX            := wPageMax,          (* Init waarde: 50000*)
    BASENAME            := 'P',
    ACT_PAGE            => _wActualPage      );(* Actuele Pagina - Global *)
xInitDisplay := TRUE;

(* NAVIGATIE IN DE VISUALISATIE *)
FB_Navigatie_1(
    i_wActualPage:= _wActualPage,

```

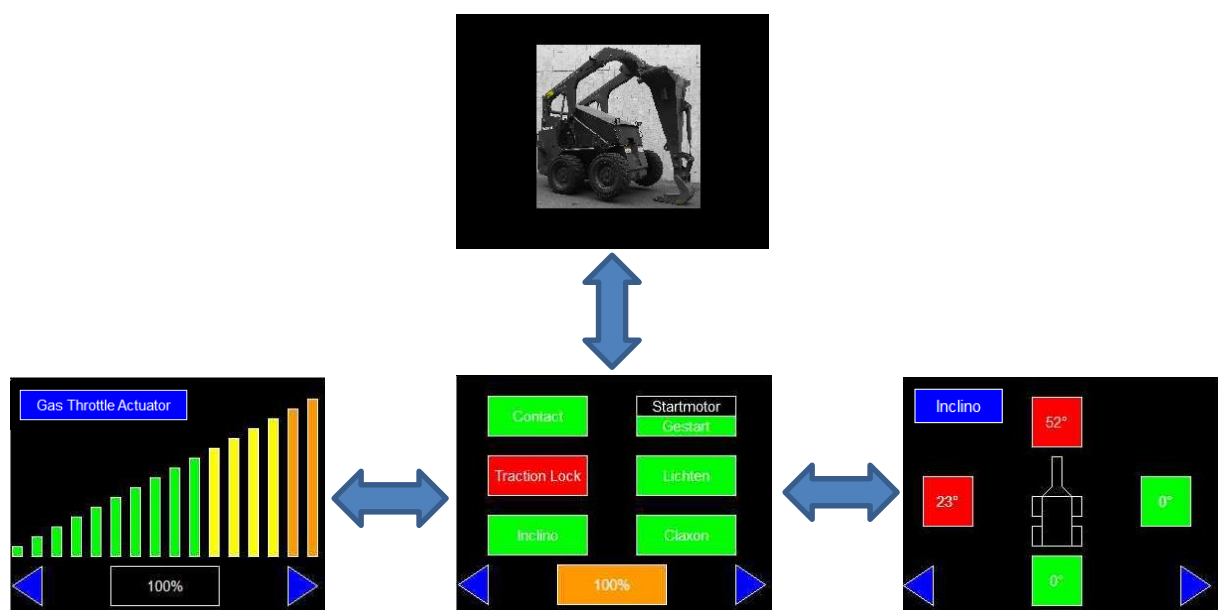
```

i_xRTOK:= RT_OK,
i_xRTLEFT := RT_LEFT,
i_xRTRIGHT := RT_RIGHT,
i_xRTDOWN := RT_DOWN,
i_xRTUP := RT_UP,
i_xRTF4:= RT_F4,
i_xlnitDisplay := xlnitDisplay,

iq_wAskedPage:= _wAskedPage,

q_xlconOK=> xHideOK,
q_xlconF1=> xHideF1,
q_xlconF2=> xHideF2,
q_xlconF3=> xHideF3,
q_xlconF4=> xHideF4,
q_xlconUP=> xHideUP,
q_xlconDOWN=> xHideDOWN,
q_xlconRIGHT=> xHideRIGHT,
q_xlconLEFT=> xHideLEFT,
q_iVertScroll=> iVertScroll,
q_iParameter1=> iParameter1,
q_iParameter2=> iParameter2,
q_iParameter3=> iParameter3,
q_sParameter4=> sParameter4,
q_iRotatie => iRotatie
);

```



Figuur 92: Scherm lay-out

Hoofdstuk X Veiligheid

De veiligheid van dit project is heel belangrijk. De veiligheid van machines is voor iedereen belangrijk. Voor de gebruiker alsook voor de producent. In dit deel wordt besproken waaraan de machines aan moeten voldoen en wordt besproken aan wat de Bobcat moet voldoen. Dit deel dient als korte studie.

1 EMC-richtlijn

EMC staat voor elektromagnetische compatibiliteit. Elke machine die elektrische en/of elektronische componenten bevat moet voldoen aan deze eisen vooraleer deze op de Europese markt mogen gebracht worden. Deze richtlijn stelt dat de opwekking van elektromagnetische storingen door een uitrusting beperkt dient te blijven tot een zodanig niveau dat andere uitrustingen overeenkomstig hun bestemming kunnen functioneren en anderzijds dat uitrustingen over een passend niveau van intrinsieke ongevoeligheid dienen te beschikken ten aanzien van elektromagnetische storingen.

Kort gezegd is EMC het vermogen van uitrustingen om in haar elektromagnetische omgeving bevredigend te kunnen functioneren zonder zelf ontoelaatbare elektromagnetische storingen te veroorzaken voor andere uitrustingen in zijn omgeving.

2 Machinerichtlijn

Defensie is vrijgesteld om de machinerichtlijn te volgen, maar defensie probeert deze richtlijn toch zo goed mogelijk te volgen. De machinerichtlijn is een Europese wet waaraan machines moeten voldoen om op de Europese markt te komen. De richtlijn bestaat uit een groot aantal veiligheidseisen, gezondheidseisen. Enkele gebieden waaraan de machine moet voldoen:

- Geen gevaar voor gekneld te raken
- Geen gevaar om vast te raken
- Geen gevaar voor (af)snijding
- Geen gevaar om opgesloten te raken
- Geen gevaar voor elektrische schok
- Geen gevaar voor lawaai

Er zijn ook administratieve verplichtingen:

- Fabrikant moet een Risicobeoordeling van de machine maken
- Fabrikant moet een technisch dossier samenstellen
- Fabrikant moet bij iedere machine een gebruikshandleiding leveren
- Fabrikant moet bij de machine een Verklaring van Overeenstemming leveren
- Op iedere machine moet een CE- markering aangebracht worden

Fabrikanten van machines zijn verplicht om de eisen van de machinerichtlijn toe te passen. Er zijn echter wel een groot aantal Europese normen ontwikkeld voor de machinerichtlijn. Met deze normen kan men voldoen aan de technische eisen van de machinerichtlijn. Het toepassen van deze

normen zijn niet verplicht. De machinerichtlijn zegt niet hoe de eisen bereikt moeten worden. Als de eisen bereikt zijn is dit voldoende.

Een CE-markering op de machine wilt niet zeggen dat de machine gekeurd is. De keuring is maar in een paar gevallen vereist. De fabrikant verklaart dat zijn machine voldoet aan de richtlijnen doormiddel van CE-markering op de machine aan te brengen.

Verklaring van overeenstemming is een verklaring van de constructeur waaruit blijkt dat zijn product gebouwd is overeenstemmend met de geldende Europese reglementering.

Omvat volgende elementen:

- De firmanaam en het volledige adres van de fabrikant.
- Productidentificatie. Hierin moet de naam van het product vermeld staan, het model, het type en het serienummer.
- De datum waarop de verklaring is afgegeven.

3 Richtlijn productaansprakelijkheid

De richtlijn voor productaansprakelijkheid is er zodat de fabrikanten veilige producten op de markt brengen doordat ze zelf aansprakelijk zijn mocht er iets mislopen met het product.

Wanneer een gebrekkig product lichamelijke letsels, materiële schade of dood veroorzaakt kan een producent aansprakelijk worden gesteld ook al is dit niet door zijn fout of nalatigheid ontstaan. Een gebrekkig product wilt zeggen dat het product niet de veiligheid biedt dat men gerechtigd is. De schadelijder moet de schade en het product dat de schade veroorzaakte kunnen aantonen. De schadelijder moet echter niet kunnen bewijzen dat dit door nalatigheid van de producent is veroorzaakt.

4 Ip code

IP-classificatie is een methode die internationaal toegepast wordt om aan te geven in welke mate elektrisch materiaal bescherming biedt tegen water, stof en schokken. IP staat voor international protection. Deze code bestaat uit minimum 2 cijfers. Het eerste cijfer heeft de beschermingsgraad tegen aanraking en binnendringen van voorwerpen weer, het tweede cijfer heeft de beschermingsgraad tegen vocht weer.

De bescherming tegen aanraking en binnendringen van voorwerpen heeft een cijfermogelijkheid van 0 tot 6.

IP0X Geen bescherming.

IP1X Grote voorwerpen. → Beschermd tegen indringen van vaste voorwerpen groter dan 50 mm.

IP2X Middelgrote voorwerpen. → Beschermd tegen indringen van vaste voorwerpen groter dan 12 mm.

IP3X Kleine voorwerpen. → Beschermd tegen indringen van vaste voorwerpen groter dan 2,5 mm.

IP4X Spitse voorwerpen. → Beschermd tegen indringen van vaste voorwerpen groter dan 1 mm.

IP5X Stofbescherming. → Geen volledige bescherming tegen stof maar wel voldoende om de goede werking niet te hinderen.

IP6X Stofvrij. → Volledige bescherming tegen stof.

De bescherming tegen vocht heeft een cijfer mogelijkheid van 0 tot 9.

IPX0 Geen bescherming.

IPX1 Drupdicht type 1. → Geen schade indien onderhevig aan verticale druppels.

IPX2 Drupdicht type 2. → Geen schade indien druppels vallen onder een hoek van 15°.

IPX3 Spatdicht. → Geen schade indien besproeid (10 l/min) onder een hoek van -60° tot 60°.

IPX4 Plensdicht. → Geen schade indien besproeid (10 l/min) onder gelijk welke hoek.

IPX5 Sproeidicht. → Geen schade indien besproeid (12,5 l/min) onder gelijk welke hoek.

IPX6 Waterbestendig. → Geen water indringing indien bespoten (100 l/min) onder gelijk welke hoek.

IPX7 Dompeldicht. → Geen water indringing indien ondergedompeld (30 min op 1 m).

IPX8 Waterdicht. → Blijft bruikbaar onder water onder opgegeven omstandigheden.

IPX9 Vochtdicht. → Blijft bruikbaar onder een vochtigheidsgraad van meer dan 90% of besproeien onder hogedruk.

Hoofdstuk XI Vergelijking met soortgelijke ontwerpen

Na een gesprek met Vangaever blijkt dat er origineel al Bobcats bestaan die op afstand bestuurbaar zijn. Dit zijn dan wel nieuwere machines die al volledig elektronisch bestuurd worden en dus makkelijker aanpasbaar zijn. Dit is nader bekeken geweest, waardoor er gezien wordt dat een firma in Amerika dit al aanbiedt maar enkel voor recente machines. Nu zal er een kleine vergelijking gemaakt worden tussen hun systeem en het onze.



Figuur 94: Amerikaans systeem



Figuur 93: Ons systeem

	Amerikaans systeem	Ons systeem
bereik	1,6km	100m draadloos
kostprijs	€ 180.000,00	€ 20.000,00
inbouwtijd	15 min	1,5 dagen
machinetype	electronische	mechanische
controler	laptop, waerable en dekstop	waerable
starten	op afstand	op afstand en op machine
snelheid	8,4 km/h	5,2 km/h

Figuur 95: Vergelijking tussen systemen

Er zijn duidelijk wat verschillen waardoor er toch niet super kan vergeleken worden. Doordat het Amerikaanse systeem enkel op recente Bobcats kan gemonteerd worden en ons systeem enkel op oudere machines met mechanische bediening. Voor defensie is het systeem met de mechanische Bobcat beter omdat er geopereerd wordt in gebieden waar er veel stof is. Dus zouden er met een elektronische Bobcat veel problemen kunnen opduiken en een printplaat kost veel geld alsook het wachten op de levering in die verre missies. Ook heeft de mechanische Bobcat als voordeel dat deze een veel lager kostenplaatje heeft dan de nieuwere elektronische Bobcats. Ook is het minder erg als een oude mechanische Bobcat van rond de 12000 euro een explosie moet verwerken dan een nieuwe Bobcat die rap meer dan 60000 euro kost. Een nadeel van het Amerikaanse systeem is ook dat hun apparaten totaal niet beschermd zijn. De voordelen van het Amerikaanse systeem is wel dat hun systeem een grotere bereikbaarheid heeft dus dat de operator verder van het voertuig kan staan terwijl hij iets gevaarlijk aan het uitgraven is. De ombouw van hun machine is ook veel efficiënter.

Hoofdstuk XII Testen

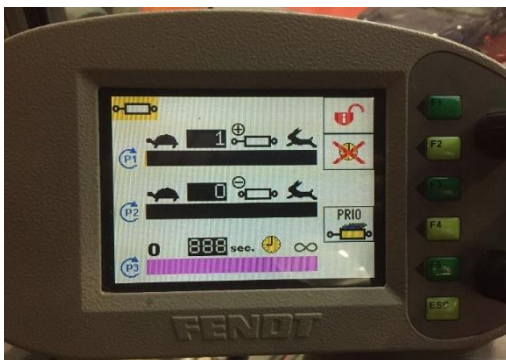
1 Krachttest

In het eerste semester werden de ventielen die reeds aangekocht werden getest. Er werd getest of de hydraulische ventielen genoeg stuwkracht hadden om de mechanische ventielen van de Bobcat te bedienen.



Figuur 96: Test opstelling: Kracht test

Voor het aansturen van de hydraulische ventielen werd gebruik gemaakt van een hydraulische groep. Het gaat over een tractor van het merk Fendt. Er werd voor deze optie gekozen omdat het aftakken van de Bobcat zelf nog niet mogelijk was alsook voor de veiligheid. Wanneer we reeds voor deze test zouden aftakken van het hydraulisch circuit zou de Bobcat moeten draaien om debiet op te wekken en wanneer de schuiven dan bediend worden zou de Bobcat eventueel kunnen bewegen.



Figuur 97: Scherm Fendt

Ook de optie om als hydraulische groep een tractor te gebruiken had als voordeel dat de druk kon afgeregeld worden, omdat de ventielen een maximale druk van 30 bar aankunnen.



Figuur 98: Debiet & druk meter

In de testopstelling was er een meetinstrument geïntegreerd waarop de druk en het debiet alsook de temperatuur konden waargenomen worden. Dit meetinstrument zat tussen de tractor en het reduceerventiel geïntegreerd in het systeem. Dit was een extra veiligheid doordat alle parameters opvolgen konden worden.



Figuur 99: PWM-aansturing

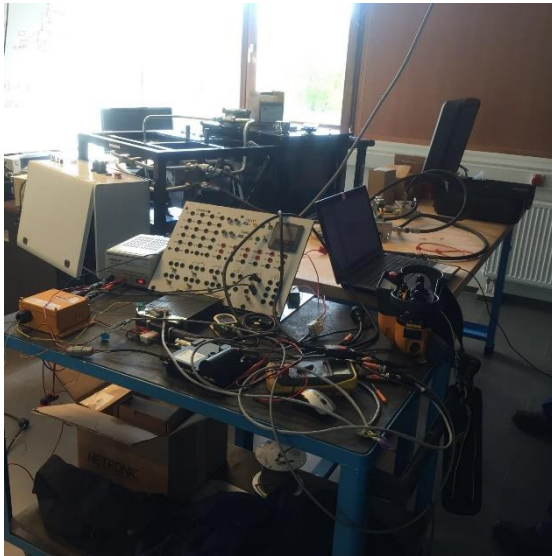
Voor het aansturen van de ventielen is er een PWM-sigitaal nodig. Deze werd in het bordje geprogrammeerd. Via het scherm kan afgelezen worden wat de stroom is. Alsook het PWM-sigitaal kon aangepast worden. Dit wordt verbonden met de stekkers op de spoelen van de ventielblokken.

1.1 Besluit

Uit deze test kon besloten worden dat de ventielen genoeg stuwkracht ontwikkelen om de mechanische ventielschuiven van de Bobcat te kunnen aansturen. Doordat de test geslaagd is konden we verder gaan met de ventielen MOD09. Het is wel nog niet duidelijk hoe de ventielen zouden reageren als de Bobcat effectief draait.

2 Eerste test van het programma

Nadat een joystick is geprogrammeerd, werd er getest of het programma wel degelijk het ventiel aanstuurde. Bij een eerste test bleek dat we met een netwerkfout zaten in het systeem. Deze is dan uitgemeten en daaruit bleek dat er te veel eindweerstand in het netwerk zaten. Er zaten drie eindweerstand in van $120\ \Omega$ waardoor er een gezamenlijke weerstand was van $40\ \Omega$. Een CAN-netwerk bevat normaal gezien twee weerstanden van $120\ \Omega$ waardoor je op een totale weerstand komt van $60\ \Omega$. Dit hebben we geoptimaliseerd door een nieuwe kabelbundel te maken voor het netwerk.



Figuur 100: Test opstelling: Programma test

Nadat de fouten uit het netwerk waren bleek er nog een programmatiefout te zijn. Eerst werd het programma getest aan de hand van een testpaneel waarop lampen worden aangestuurd. Dit werd ingebouwd als veiligheid om het ventiel niet te beschadigen. Nadat enkele parameters in het programma werden aangepast lukte het uiteindelijk om de lampen aan te sturen. Hierna werd er overgestapt naar het effectief testen van het ventiel. Hiervoor werd gebruik gemaakt van de hydraulische groep om het ventiel te laten uitschuiven.



Figuur 101: Aansluitingen

In figuur hierboven wordt de testopstelling getoond hoe deze werd aangesloten. Hierbij werd gebruikt gemaakt van de vooraf gemaakte hydraulische slangen die in de krachttest gebruikt worden. Om de spoelen te bekrachtigen wordt gebruik gemaakt van krokodillenklemmen.

2.1 Besluit

De test is niet gelopen zoals gehoopt. Normaal was er een paar uur gepland voor de test, omdat ervan uit gegaan wordt dat het programma werkt. De werking van de joysticks is namelijk getest op een testpaneel, hierdoor mag het testen niet veel tijd in beslag nemen. Er is uiteindelijk een hele dag besteed om het conflict in het programma op te sporen. Het resultaat is echter wel zo dat na deze testdag een juiste werking van de joysticks kon gegarandeerd worden en dat een kabelboom gebruikt kan worden die betrouwbaar is.

3 Rij-inrichting



Figuur 102: Testopstelling: rij inrichting



Figuur 103: Bediening hydromotors rij inrichting

Nadat het programma en het ventiel optimaal functioneren, wordt het ventiel terug ingebouwd en het programma geladen om te testen hoe snel de Bobcat rijdt wanneer dit ventiel (zie figuur 105) maximaal aangestuurd wordt. Dit ventiel wordt bediend door de stuurstangen (figuur 105) voeren op hun beurt een debiet naar de hydromotoren die de wielen aandrijven. Dit wordt gedaan door de joystick maximaal te bedienen. De gashendel wordt handmatig bediend tot op maximaal toerental. Door een aanduiding aan te brengen op het aangedreven wiel kon de snelheid bepaald worden.

De wielen draaien $37 \frac{tr}{min}$ en de omtrek van de wielen bedraagt 2,29m. Hierna wordt het aantal toeren in seconde berekend. Dit kwam neer op $0,617 \frac{tr}{s}$. Als dit vermenigvuldigd wordt met de omtrek van het wiel wordt de snelheid van $1,41 \frac{m}{s}$ bekomen. Om nu de snelheid in $\frac{km}{h}$ te bekomen vermenigvuldigd de snelheid in $\frac{m}{s} * 3,6$. Dit komt uit op een snelheid van $5,09 \frac{km}{h}$.

3.1 Besluit

Uit deze test blijkt dat er een maximale snelheid van $\pm 5 \frac{km}{h}$ kan behaald worden. Normaal is er verwacht een hogere snelheid te kunnen behalen, aangezien de slag maar ± 13 mm is kan er geen hogere snelheid bereikt worden. Voor Defensie blijkt de snelheid van $\pm 5 \frac{km}{h}$ geen probleem te zijn. Doordat er maar een kleine snelheid kan gehaald worden is het ventiel uit elkaar gehaald. Daardoor kon er gezien worden dat de slag van dit ventiel relatief makkelijk uit te breiden is door een nieuw ventiel te ontwikkelen.

4 Tilt-inrichting



Figuur 104: Tilt-inrichting



Figuur 105: Bediening ventielschuif ventielblok

Bij deze opstelling wordt het aansturen van de tilt-inrichting gerealiseerd. Het was belangrijk om te weten of het ventiel vloeiend de ventielblok aanstuurt. Hierbij ontstond er een probleem. In het programma is het niet noodzakelijk een ramp te voorzien bij het loslaten van de joystick. Wat niet het geval was bij de rij-inrichting. Deze ramp is uit het programma gehaald en nu stopt de werking onmiddellijk bij het in de nulstand komen van de joystick. Hierbij was de slag van ± 13 mm van de MOD09 ventielen voldoende om de ventielblok van de tilt volledig te bedienen.

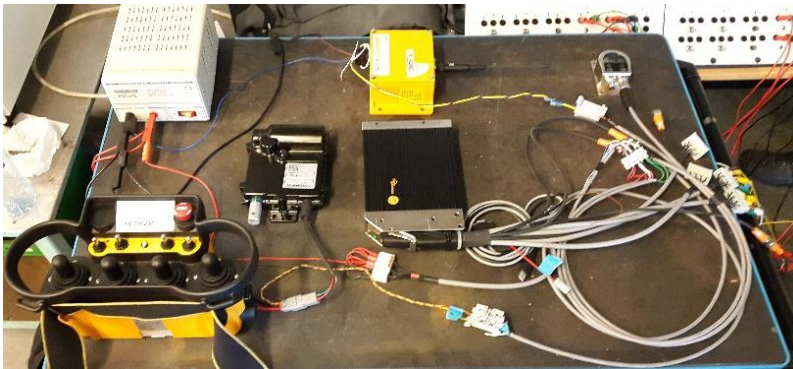
4.1 Besluit

Deze test is zeer vlot verlopen. De aansturing vloeiend bij het bedienen van de joystick. Er kan besloten worden dat deze test geslaagd is en mogelijke problemen snel worden opgelost.

5 Totale programma test



Figuur 106: Testopstelling: totaalprogramma



Figuur 107: Testopstelling: modules + afstandsbediening

Bij deze opstelling is het de bedoeling alle functies van het programma in één geheel te testen. Dit ging natuurlijk niet zonder enkele problemen. Doordat we op onze afstandsbediening verschillende joysticks hebben met dezelfde functie ontwikkelde dit een conflict in het programma. De schakelaar die kiest tussen de graafstand en de rij- en graafstand samen gaf een conflict weer. Alsook het soepel op/af lopen van de gas throttle actuator werd verbeterd. Deze testopstelling is gebruikt om het totale programma op punt te zetten vooraleer het in de Bobcat wordt ingebouwd.

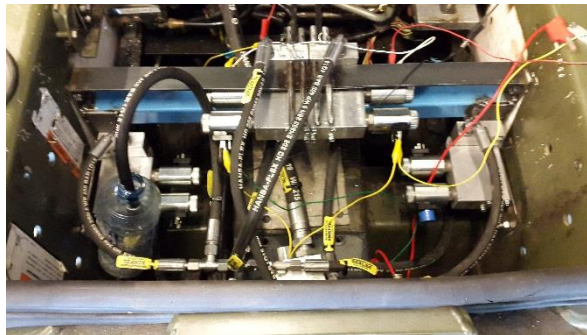
6 Test gemengd circuit

Deze test ging door op 18 mei 2016. Het belangrijkste van deze test is het bekijken van de leidingen die Hansa-flex heeft gemaakt, niet lekken. Daarnaast was het een test om te zien of alles functioneert naar behoeven.

De test is uitgevoerd op de rij-inrichting. Het eerste opmerkelijk resultaat was dat de ventielen niet uitschoven tijdens het bekrachtigen, deze waren blijkbaar al volledig uitgeschoven. Daarna zijn de stangen die de MOD09 schuiven bedienen en uiteindelijk ook de bediening doen van de hydromotors voor de rij-inrichting losgekoppeld. Daarna is de test opnieuw uitgevoerd en dan schoven de MOD09 schuiven direct uit, ook al zijn deze niet bediend. Hierdoor is er besloten dat de retour van ons systeem op een te hogedruk kwam voor de ventielen, waardoor de ventielen ongewenst uitschoven. Dit kan eventueel wijzen op een vervuilde oliefilter. De oplossing voor dit probleem is om de retour van het MOD09 circuit niet via de oliekoeler te laten verlopen maar direct in het reservoir laten lopen. Om deze diagnosestelling uit te testen werd eerst de retour van ons circuit losgekoppeld. Deze werd dan naar een apart reservoir geleid. De retour van ons circuit werd afgesloten doormiddel van een stop. Nadat opnieuw getest is, konden we vaststellen dat de MOD09 schuiven wel uitschoven. De diagnose was correct en de retour van het circuit van de MOD09 schuiven zal rechtstreeks naar het reservoir gaan.



Figuur 108: T-Stuk retour



Figuur 109: Hydraulische aansluitingen

7 Testen hef & tilt inrichting



Figuur 110: Heffen en uit kantelen



Figuur 111: Zakken en in kantelen

Nadat de vorige test goed verlopen is, kon er over gegaan worden naar de volgende stap. In dit geval is dit het testen van de hef- en tiltinrichting samen. Deze test is als een van de laatste testen uitgevoerd omdat volledige zekerheid noodzakelijk is aangezien je met de hefinrichting veel schade kan toebrengen. Uit deze test bleek dat de hef- en tiltinrichting goed samen bestuurbaar zijn.

7.1 Besluit

Uit deze test is gebleken dat het besturen vanop afstand van de hef -en tilt inrichting goed werkt. De beweging gebeurt op een vlotte vloeiende manier. Deze zal nog moeten afgeregeld worden aan de eisen van de operator.

8 Testen 3^{de} functie

Bij het testen van de derde functie zijn er enkele fouten ontdekt in het systeem. Eerst en vooral moest er worden uitgezocht op welke kant de aansturing doormiddel van de joysticks gebeurd. Dit bleek aan de rechterkant te zijn, wanneer er plaats genomen wordt in de Bobcat. Bij het aansturen van de originele Bobcat fiches bleek dat er niets van olie gestuurd werd. Er is uitgemeten over het volledige circuit of er geen elektrische problemen in het systeem aanwezig zijn. Dit bleek niet het geval. Wel was er te zien dat er al enkele fouten van in het verleden opgelost zijn. Na het volledige bestuderen en uitmeten van het systeem bleek dat de opgeloste fouten van in het verleden verkeerd zijn hersteld. Er werd vroeger een externe spanningsvoorziening gebruikt en daarvoor is er van deze fiche afgetakt. Hierdoor werkt de bediening van de spoelen op de AUX-ventielblok niet meer, waardoor er geen olie werd uitgestuurd. Na het uitzoeken van de verkeerde kabels en het herbevestigen van de juiste functioneerde het systeem weer zoals oorspronkelijk.



Figuur 113: Kraanarm 3^{de} functie



Figuur 112: Aankoppeling 3^{de} functie

8.1 Besluit

Om de derde functie te testen zijn er enkele knelpunten geweest. Deze hebben toch wel wat tijd in beslag genomen om de oorzaak te vinden. Nadat de storingen weggenomen zijn, kon er zorgeloos getest worden. Ook waren er nog enkele hindernissen in het aansturen van de derde functie doordat deze voltages worden gecontroleerd door een controller van de Bobcat. Dit zorgt ervoor dat de spoelen die de AUX-ventielen bedienen niet werken. Nadat de gebreken zijn opgelost kon deze test vervolledigd worden en positief beoordeeld.

9 Functioneringstest

De functioneringstest was om de totale werking van de Bobcat te zien. De Bobcat staat nu op zijn wielen en niet meer op de steunen. Hieruit kan afgeleid worden of alle functies werken en de meeste kinderziektes uit het programma verwijderd zijn. Deze test zal ook uitwijzen of alle functies van de Bobcat gelijktijdig bediend konden worden. De test biedt ook de mogelijkheid om te bekijken of de ramp die is ingebouwd om het schokkend rijden al dan niet te traag afbouwt waardoor de Bobcat eventueel te traag tot stilstand komt. Dit is dus het geval, de ramp zal dus moeten met grotere stappen afbouwen waardoor deze rapper tot stilstand komt. Dit was de eerste keer dat de Bobcat buiten kon vrij rondrijden. Hierdoor kon er gezien worden hoe de topsnelheid zich verhiel ten opzichte van de topsnelheid op de steunen. Op het eerste zicht door achter de Bobcat aan te lopen is er aangevoeld dat deze snel genoeg rijdt.



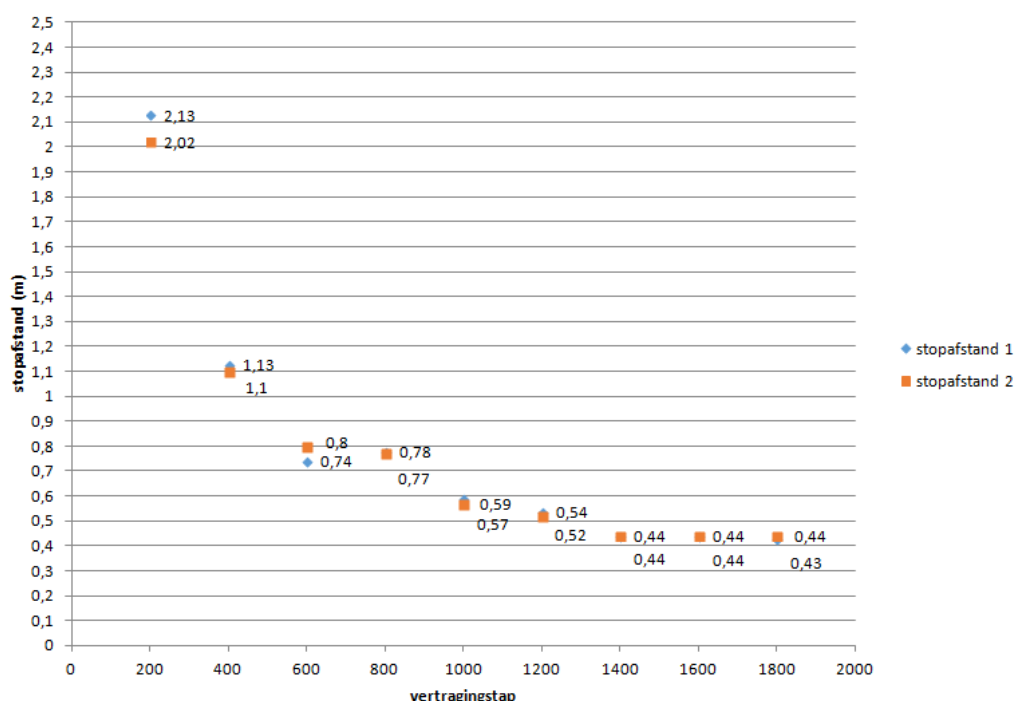
Figuur 114 : Bobcat rijklaar

9.1 Besluit

Om de functioneringstest te doen is er even stress. Dit omdat alle voorgaande testen in de lucht gebeurden, kon er niets gebeuren. Bij deze test ligt dit wel even anders, dus is er een grotere voorzichtigheid met het testen. Desondanks is de test succesvol verlopen, enkel de ramp die voor het stoppen dient moet aangepast worden. De andere functies zoals heffen, tilten en de AUX aansturen verloopt vlekkeloos. Misschien dat deze nog wat kunnen afgesteld kunnen worden voor een vlottere bediening. Er kan besloten worden dat deze test duidelijk geslaagd is.

10 Stopafstand

Bij de vorige test is er ondervonden dat de ramp die gebruikt werd te klein is, waardoor de Bobcat te traag stopt. In deze test zullen er verschillende rampen uitgetest worden. Op die manier is de kans groter om de ideale balans te vinden tussen niet schokkerig rijden en niet te langzaam uitbollen. Er zijn rampen gebruikt die per 200 versprongen dit zie je in de grafiek hieronder waar de verschillende vertragingstappen worden weergegeven en de daarbij horende stopafstanden. Het was duidelijk dat de vertragingstap van 200 veel te klein was, want met die vertraging bleef het de spoelen op de ventielen te lang aansturen. Tussen de verschillende vertragingstappen moest er een ideaal evenwicht gevonden worden tussen het niet te langzaam uitbollen en het te bruusk stoppen. De ideale vertragingstap lijkt 800 te zijn, maar uiteindelijk kan dit nog aan de wensen van defensie aangepast worden.



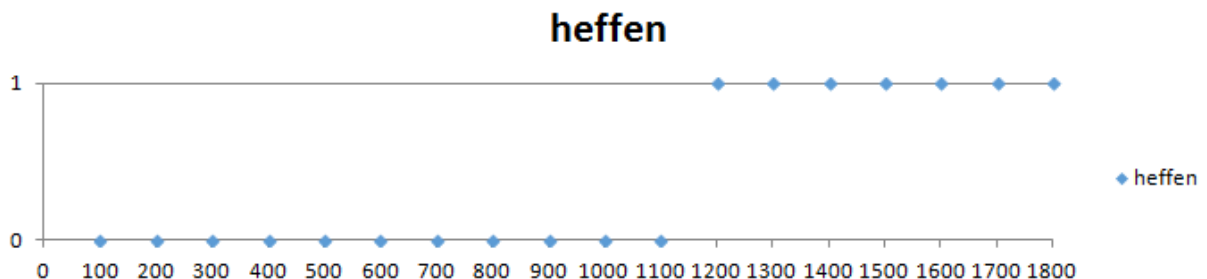
Figuur 115: Stopafstand

10.1 Besluit

Er is besloten dat 800 de ideale vertragingstap is wanneer er een stop wordt uitgevoerd zal de Bobcat nog maar enkel 0,78 meter uitbollen en zal dus zeker niet schokkerig tot stilstand komen. Dit is zeker van groot belang wanneer de arm van de graafbak hoog in de lucht staat anders zou de Bobcat bij het te bruusk tot stilstand komen kunnen kantelen en dit mag zeker niet gebeuren.

11 Vertraging op tilt en hefinrichting.

Bij de functioneringstest is gezien dat de joysticks ver moesten worden aangestuurd voordat er een beweging start. Er wordt dus gesproken over de joysticks van het heffen en zakken alsook de joystick van het in- en uitkantelen. In volgende grafieken kan je zien vanaf welke waarde de bewegingen beginnen.



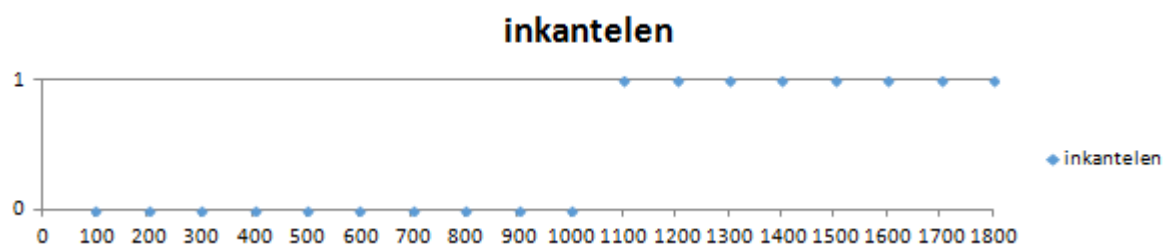
Figuur 116: Heffen

In bovenstaande tabel is er duidelijk te zien dat de beweging pas begint bij 1200 voor de functie heffen. Dit wil zeggen dat de joystick al ver moet uitgestuurd worden vooraleer de effectieve beweging begint. Dit is goed te zien in het programma door de joystick traag te bewegen en te kijken vanaf welke waarde de hefinrichting begint te bewegen.



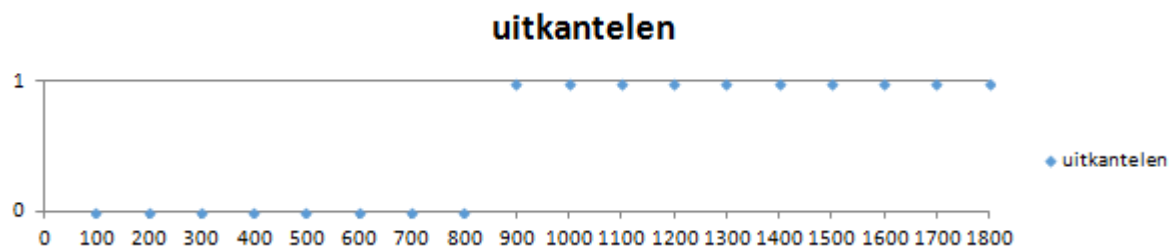
Figuur 117: Zakken

beweging nog later namelijk op 1500 maar bij het zakken heeft dit niet zo een grote invloed.



Figuur 118: Inkantelen

hier geldt het probleem van de vorige functies.



Figuur 119: Uitkantelen

In deze tabel is er ook te zien vanaf waar de beweging van het uitkantelen begint hier is dit op de waarde 900.

11.1 Besluit

Deze test is zeer nuttig om de bewegingen goed op elkaar in te stemmen zodat alles gelijktijdig verloopt in aansturing. De verschillende waarden waarop de beweging begint komt niet door de aanpassingen maar door de speling op de originele ventielen van de Bobcat zelf. Dat zal aangepast worden in het programma door direct vanop die waarden te beginnen met aansturen. Zo kan de aansturing op iedere joystick ongeveer gelijktijdig verlopen.

12 Snelheidstest

De snelheidstest is uitgevoerd om te kunnen bepalen wat de maximumsnelheid is van de Bobcat met het systeem dat is ingebouwd. Om dit te bepalen is de Bobcat op steunen geplaatst en is er een markering geplaatst op de as.



Figuur 120: Markering as

De Bobcat moest op volle toeren draaien en dan werden de ventielen voluit aangestuurd door de afstandsbediening. Dit voor de volle 60 seconden in dit tijdsgebied draaide de as 37 keren rond. Dit moet nu vermenigvuldigd worden met de omtrek van het wiel dat 2,32meter bedraagt. Het resultaat hiervan bedraagt 86,01 m/min. Deze moet dan omgezet worden naar m/s door 86,02 te delen door 60. Dit resulteert in 1,43 m/s, dit moet enkel nog vermenigvuldigd worden met 3,6 en zo bedraagt dit 5,16 km/h.

37 tr/min		
86,02 m/min	2,32	omtrek wiel
1,43 m/s	0,74	diameter wiel
5,16 km/u	3,141592654	pi

Figuur 121: Tabel snelheidsberekening

13 Test vanop afstand starten



Figuur 122: Testopstelling starten

Bij deze test is er geprobeerd om de Bobcat vanop afstand te doen starten. Eerst en vooral is er geprobeerd het starten over te nemen zodanig dat het contact nog kon uitgeschakeld worden. Dit verliep vlot en er is toen beslist om het contact in te lezen. Hierbij wordt de stand waarin het contact geschakeld is doorgezonden naar de SafetyController die op zijn beurt het signaal zendt naar benodigde componenten om te kunnen starten. Tijdens het testen werd de stroom gemeten die nodig was om vanuit de SafetyController de Bobcat te doen starten. Deze stroom bedroeg 0,25 ampère. Deze test verliep in het algemeen zeer vlot. Op het einde van de test botsten we op een batterij probleem waarbij de stopklep van de dieselpomp bij het starten rap in- en uitschakelde. De batterij is een tijdje opgeladen en nadat deze terug volladen is werkte het starten terug optimaal.

13.1 Besluit

Er kan besloten worden dat deze test vrij vlot verlopen is. Door het voorval met de batterij kan er afgeleid worden dat deze wellicht versleten is.

14 Afstellen naar normen operator



Figuur 123: Bobcat op terrein

Deze laatste test ging vooral over de kleine details die nog afgesteld moeten worden. Er is niet veel veranderd om aan de wensen van de operator te voldoen. Enkel de tilt en de auxiliary werden aangepast. Deze twee functies moeten eerder bediend worden om een vlotte graafbeweging te verkrijgen.



Figuur 124: Graafwerken



Figuur 125: Graafwerken

Op deze test werd bekeken hoe diep de Bobcat met graafarm kan graven ook de efficiëntie van het graven werd bekeken.

14.1 Besluit

Het afstellen en graven verloopt vlot. Het is voor de bediener even wennen om verschillende functies te combineren en onder de knie te krijgen. Bij het graven werd een diepte bereikt van om en bij één meter tachtig. Dit zou nog kunnen oplopen tot 2 meter wanneer er een bredere heul wordt gemaakt. Het besluit van deze test was zeer positief.

Hoofdstuk XIII **Toekomstige plannen**

Naar de toekomst toe zouden er nog enkele dingen moeten gerealiseerd worden. Op de Bobcat zouden er nog camera's geïnstalleerd moeten worden die dan aan de hand van een extern scherm het besturen van de Bobcat vergemakkelijken.

De Bobcat zou moeten voorzien worden van uitleesmogelijkheden. Dit kan niet gerealiseerd worden via het sequentiële uitleeskanaal van Bobcat zelf. Ook het uitlezen van de bestaande sensoren is niet aangewezen omdat deze het bestaande signaal zouden verstoren. Het uitlezen van deze verschillende aspecten zou dus moeten gebeuren door externe sensoren toe te voegen in het systeem zoals druksensoren en temperatuursensoren die de hydraulische drukken en temperaturen van het systeem weergeven. Het toerental van de Bobcat zou moeten worden uitgelezen zodat de operator een referentiewaarde heeft om op terug te vallen bij het instellen van het toerental. Dit zou ontwikkeld moeten worden door het toevoegen van een tweede toerentalsensor

Aangezien de afstandsbediening via een kabel de aansturing voorziet, is het noodzakelijk om een oprolsysteem te ontwikkelen voor de kabel. Het is de bedoeling dat bij besturen de kabel kan af- en oprollen op een zodanige manier dat er nooit over de kabel gereden kan worden.

Het uitlezen van de verschillende parameters die aanwezig zijn op het dashboard zou moeten via een extern scherm ingelezen worden, zodat het dashboard overbodig wordt. Daardoor kan deze verwijderd worden van de Bobcat.

Defensie had ook graag een testfunctie geïntegreerd in het systeem zodat er kan bekeken worden of het programma en de componenten nog werken. Dit zou kunnen gerealiseerd worden door kortstondig vooruit of achteruit te rijden of de hef- en/of tilt functie te bedienen. Zodat zij aan de hand van een computer een diagnosemogelijkheid hebben op basis van de functionaliteit van het programma.

Hoofdstuk XIV **Besluit**

Een oud gezegde zegt 'wie een put graaft voor een ander, valt er zelf in'. Vandaar werd gekozen om de Bobcat op afstand te besturen zodat er tijdens de val geen menselijke letsels ontstaan.

Uiteraard is dit gezegde uit de context getrokken, maar de hoofdgedachte blijft hetzelfde; geen menselijke letsels. Ontmijnen is een gevaarlijke, niet evidente taak die DOVO heeft. Letsels zijn als het ware 'part of the job'.

Als toekomstige werknemers vinden we het aangenaam om te beseffen dat er nog steeds ontwikkelingen gebeuren om mensenlevens te redden. De ontwikkeling van deze Bobcat kost veel geld, tijd en energie, maar dat staat niet in verhouding met de waarde van één mensenleven.

Het doel bij aanvang van deze bachelorproef was om de Bobcat te laten rijden en te besturen via de afstandsbediening. Nadat dit vooropgestelde doel succesvol werd bereikt, hebben we een stap gezet naar het graven. Toen ook deze taak volbracht was, wilden we de Bobcat op afstand kunnen starten. Dit was geen sinecure doordat het starten via het dashboard achteraan op de Bobcat ook mogelijk moest blijven. Nadat deze opdracht voltooid was, werd een laatste succesvolle stap gezet, namelijk feedback over de Bobcat geven aan de operator via een scherm.

Ondanks dat de Bobcat niet is geconstrueerd om te graven, zijn we er toch in geslaagd om de Bobcat om te bouwen zodat het graven geen onmogelijk opgave meer is. Om dit te verwezenlijken hebben we uiteraard veel tegenslagen gehad. We hebben op die momenten de problemen in team aangepakt en diagnoses samen uitgevoerd, zodat we een paar fouten die reeds in de Bobcat aanwezig waren, zelfstandig konden oplossen. Naast deze kennis hebben we belangrijke inzichten verworven in verband met hydraulica, elektriciteit en programmeren. Door de realisatie van deze bachelorproef hebben wij ervaring opgebouwd in de technieken die gebruikt worden bij het automatiseren van machines en meer specifiek bij het merk 'Bobcat'. We zijn tevreden over het resultaat dat we in groep bereikt hebben en over de samenwerking met defensie.

Hoofdstuk XV Literatuurlijst

Website:

Econef, (2016). IP - *International Protection Rating*. 8 juni 2016: <http://www.econef.com/nl/licht-in/ip-international-protection-rating>

CE SOLUTIONS (2010) *Wie mogen volgens de wet officieel de EG Verklaring van Overeenstemming opstellen?* 4 juni 2016 : <https://cesolutions.nl/eg-verklaring-van-overeenstemming/wie-mogen-volgens-de-wet-officieel-de-eg-verklaring-van-overeenstemming-opstellen/>

EUR-LEX (2016) *Producten met gebreken: aansprakelijkheid*. 5 juni 2016: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=URISERV%3A132012>

Machinerichtlijn (2011) *Machinerichtlijn introductie*. 5 juni 2016: http://www.machinerichtlijn.eu/machinerichtlijn/machinerichtlijn_introductie/

FOD Mobiliteit en vervoer (2015) *Verklaring van overeenstemming*. 4 juni 2016 : http://mobilit.belgium.be/nl/scheepvaart/pleziervaart/vaartuig/verklaring_van_overeenstemming

Machinefabriek zwart (2013) *Verklaring van overeenstemming/ Inbouwverklaring*. 4 juni 2016: <http://www.machineveiligheid.info/verklaring-overeenstemming-inbouwverklaring/>

WTCB (2007) *Richtlijn Elektromagnetische compatibiliteit*. 8 juni 2016 http://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=services&sub=standards_regulations&pag=facade_elements&art=standards_and_regulations&niv01=directive_electromagnetic_compatibility

IFM (2016) *IFM Home page*. 15 mei 2016 <https://www.ifm.com/ifmbenl/web/home.htm>

Vangaeve (2015) *Vangaeve homepage*. 29 mei 2016 <http://www.vangaeve.eu/bobcat/list.asp?Lid=71&pnav=;129;&taal=nl>

Qinetiq (2016) *Robotic Appliqué kit*. 30 mei 2016 <https://www.qinetiq-na.com/products/unmanned-systems/robotic-controller-kit/>

Farnell (2016) *Home page Farnell*. 11 mei 2016 http://be.farnell.com/?CMP=KNC-GBE-DUT-PFB&mckv=sysutCWbB_dc|pcrid|49852397267|keyword|farnell|match|e|plid|&gclid=CjwKEAajwp-S6BRDj4Z7z2IWUhg8SJAAbqbF31JuiPOJypI5xTTMx5jxurlirQbZ3okttfqrTPyY1LhoCo8Tw_wcB

Faber com (2013) *Homepage Faber com* 19 mei 2016 <http://www.fabercom.it/>

Elektronisch Artikel:

Groot, A., Coffeng, P., Bulkman, C., Siegert, H., (2009). Dossier Explosieveiligheid Leuven

Handleiding:

Europese Unie, Mededeling van de Commissie in het kader van de uitvoering van Richtlijn 2006/42/EG van het Europees Parlement en de Raad betreffende machines en tot wijziging van Richtlijn 95/16/EG (herschikking), Europese Unie, 2016

Europese Unie, RICHTLIJN 2004/108/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD, Europese Unie, 2004

Melroe company, Bobcat Service Manual. Bobcat 1995

Bachelorproef:

Coussens, M., Vandriessche, G., (2015) Haalbaarheidsstudie Remote controlled Bobcat. Bachelorproef, VIVES/ Departement VHTI Kortrijk.

Cursus

Devolder, F., (2016) *Mobiele Automatisering*. Cursus VIVES Kortrijk.

Lebon, J., (2016) *Lab Voertuigtechnologie 2*. Cursus VIVES Kortrijk.

Lebon, J., (2016) *Basic Display*. Cursus VIVES Kortrijk.

Boek:

Casteleyn, J., Mottart, A (2009) *Communiceren en techniek*. Gent: Academia Press.

Hoofdstuk XVI Lijst met verwijzingen

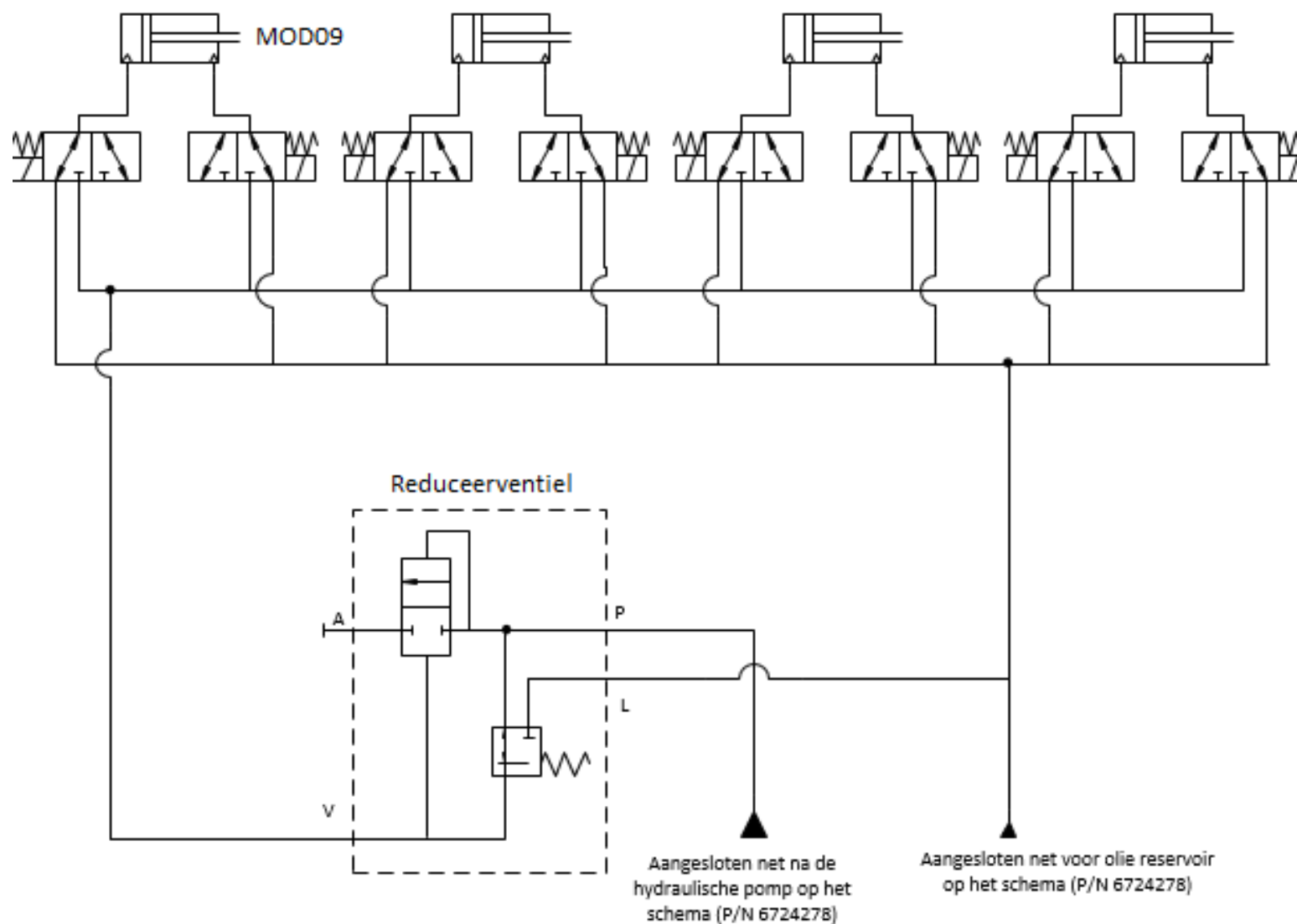
Figuur 1: Begin situatie Bobcat	9
Figuur 2: MOD09	10
Figuur 3: Thomson gas throttle actuator	11
Figuur 4: Reduceerventiel	11
Figuur 5: Scharnierpunt zakken	14
Figuur 6: Aangestuurde spoel	14
Figuur 7: Scharnierpunt in kantelen	15
Figuur 8: Aangestuurde spoel in kantelen	15
Figuur 9: Scharnierpunt uit kantelen	15
Figuur 10: Aangestuurde spoel uit kantelen	15
Figuur 11: Aangestuurde spoel	16
Figuur 12: Scharnierpunt bak uit	16
Figuur 13: Aangestuurde spoel bak in	16
Figuur 14: Scharnierpunt bak in	16
Figuur 15: Bevestigingsbeugel	17
Figuur 16: Inbouw	18
Figuur 17: Verbindingsstuk gas throttle actuator	18
Figuur 18: bevestigingsplaat gas throttle actuator	19
Figuur 19: Plooien bevestiging	19
Figuur 20: Plooien met pers	19
Figuur 21: Waterjet	20
Figuur 22: IGEMS	20
Figuur 23: Creo tekening	20
Figuur 24: Instelling dikte en materiaal	21
Figuur 25: Kwaliteitsinstelling	21
Figuur 26: Instellen contour	22
Figuur 27: 2D simulatie	23
Figuur 28: Instellen nulpunt	23
Figuur 29: inbouw	24
Figuur 30: Ombouw cabine	25
Figuur 31: Cabine vergrendeling	25
Figuur 32: Bevestiging instrumentenpaneel	26
Figuur 33: Uitgeslepen zitplaat	26
Figuur 34: MOD09 ventielen	27
Figuur 35: Verbindingsmanier	27
Figuur 36: Spoelaansturing	28

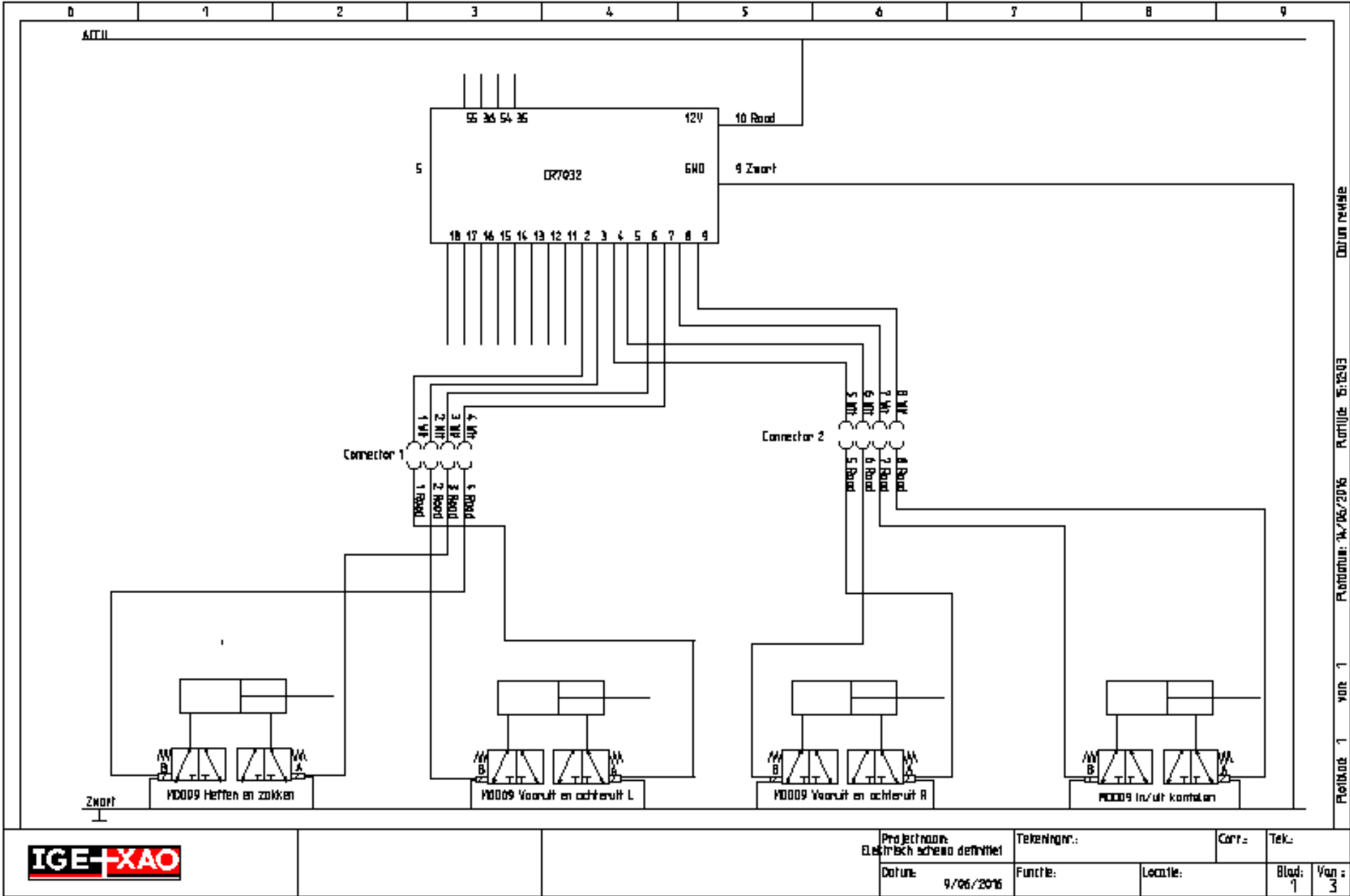
Figuur 37: Voorbouw MOD09	29
Figuur 38: Zuigerblok MOD09	30
Figuur 39: Zuigerstang	31
Figuur 40: Reduceerventiel	31
Figuur 41: Leiding snijmachine	32
Figuur 42: Paspén	32
Figuur 43: Gelabelde hydraulische leidingen	32
Figuur 44: Hydraulisch schema aansturing	33
Figuur 45: CR7032 SafetyController	34
Figuur 46: CR0451 scherm	35
Figuur 47: Intern CAN kabel	35
Figuur 48: Snelkoppeling CAN	35
Figuur 49: Remote controller	36
Figuur 50: Principe tekening remote controller	37
Figuur 51: gas throttle actuator	39
Figuur 52: Aansluiting gas throttle actuator	39
Figuur 53: Inclinosensor	40
Figuur 54: Diagnose Inclino	40
Figuur 55: Beugelcontact	41
Figuur 56: Overbruggen beugelcontact	41
Figuur 57: Traction lock	42
Figuur 58: Drukknop traction lock	42
Figuur 59: Onbewerkte kabelbundel	43
Figuur 60: Kabelbundel met stekkers	43
Figuur 61: Aansturing lichten	44
Figuur 62: Relais lichten	44
Figuur 63: Aansluiting Hoorn	45
Figuur 64: Hoorn	45
Figuur 65: Schakelaar claxon	45
Figuur 66: CANopen	46
Figuur 67: SAEJ1939	48
Figuur 68: Principeschema	50
Figuur 69: Principe tekening remote controller	51
Figuur 70: Target toevoegen	53
Figuur 71: Target toevoegen	53
Figuur 72: Target zoeken	54
Figuur 73: Target Installeren	54
Figuur 74: Target selecteren	55
Figuur 75: Target bevestigen	55
Figuur 76: Target instellen	55

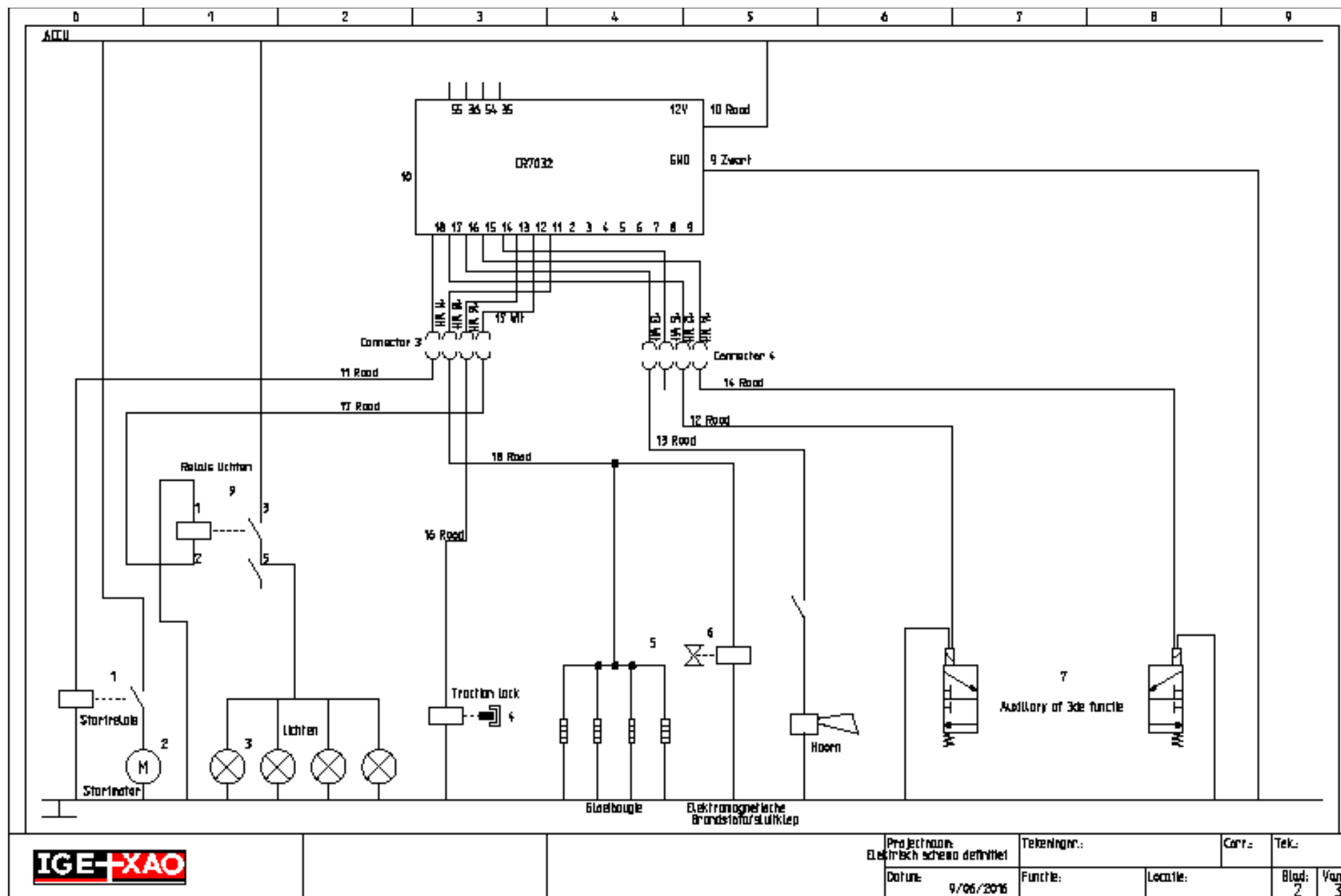
Figuur 77: Library toevoegen	56
Figuur 78: Library toevoegen	56
Figuur 79: Resources	57
Figuur 80: PLC configuration	57
Figuur 81: CR7032 wordt CANopen Master	57
Figuur 82: Instellen van de master	58
Figuur 83: EDS-file voor de inclino selecteren	58
Figuur 84: Instellingen van de Inclino	59
Figuur 85: Structuur programma	60
Figuur 86: Relais van de CR7032 SafetyController	60
Figuur 87: Berichten	62
Figuur 88: Uitpakken van een bericht	62
Figuur 89: Joystick in een assenstelsel	79
Figuur 90: Beweging joystick afstandsbediening	80
Figuur 91: Gegevens van de Hetronic waarmee wordt gewerkt	81
Figuur 92: Scherm lay-out	98
Figuur 93: Ons systeem	102
Figuur 94: Amerikaans systeem	102
Figuur 95: Vergelijking tussen systemen	102
Figuur 96: Test opstelling: Kracht test	103
Figuur 97: Scherm Fendt	103
Figuur 98: Debiet & druk meter	104
Figuur 99: PWM-aansturing	104
Figuur 100: Test opstelling: Programma test	105
Figuur 101: Aansluitingen	106
Figuur 102: Testopstelling: rij inrichting	107
Figuur 103: Bediening hydromotors rij inrichting	107
Figuur 104: Tilt-inrichting	108
Figuur 105: Bediening ventielschuif ventielblok	108
Figuur 106: Testopstelling: totaalprogramma	109
Figuur 107: Testopstelling: modules + afstandsbediening	109
Figuur 108: T-Stuk retour	110
Figuur 109: Hydraulische aansluitingen	110
Figuur 110: Heffen en uit kantelen	111
Figuur 111: Zakken en in kantelen	111
Figuur 112: Aankoppeling 3 ^{de} functie	112
Figuur 113: Kraanarm 3 ^{de} functie	112
Figuur 114 : Bobcat rijklaar	113
Figuur 115: Stopafstand	114
Figuur 116: Heffen	115

Figuur 117: Zakken	115
Figuur 118: Inkantelen	115
Figuur 119: Uitkantelen	116
Figuur 120: Markering as	116
Figuur 121: Tabel snelheidsberekening	117
Figuur 122: Testopstelling starten	117
Figuur 123: Bobcat op terrein	118
Figuur 124: Graafwerken	118
Figuur 125: Graafwerken	118

Hoofdstuk XVII Bijlagen





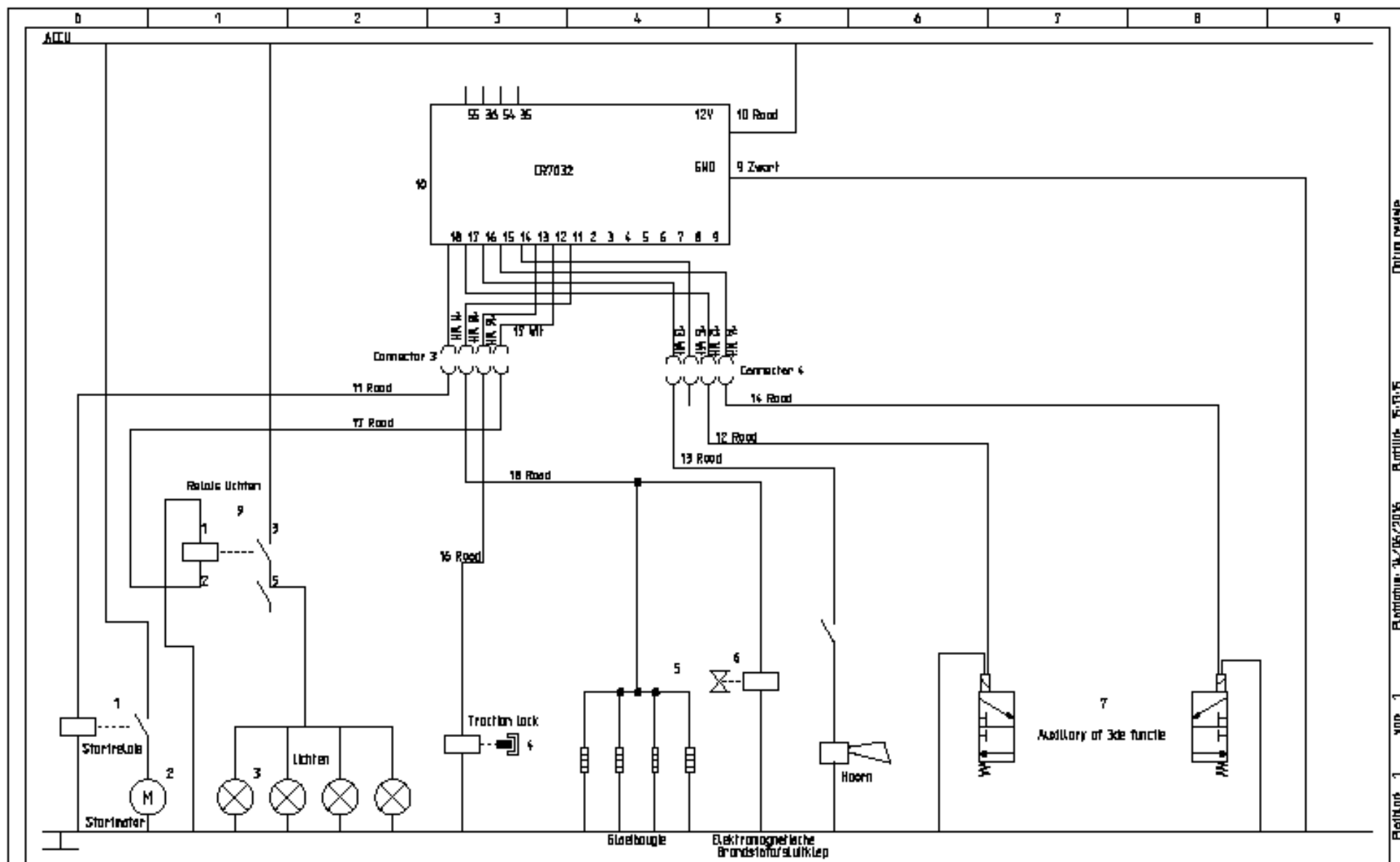


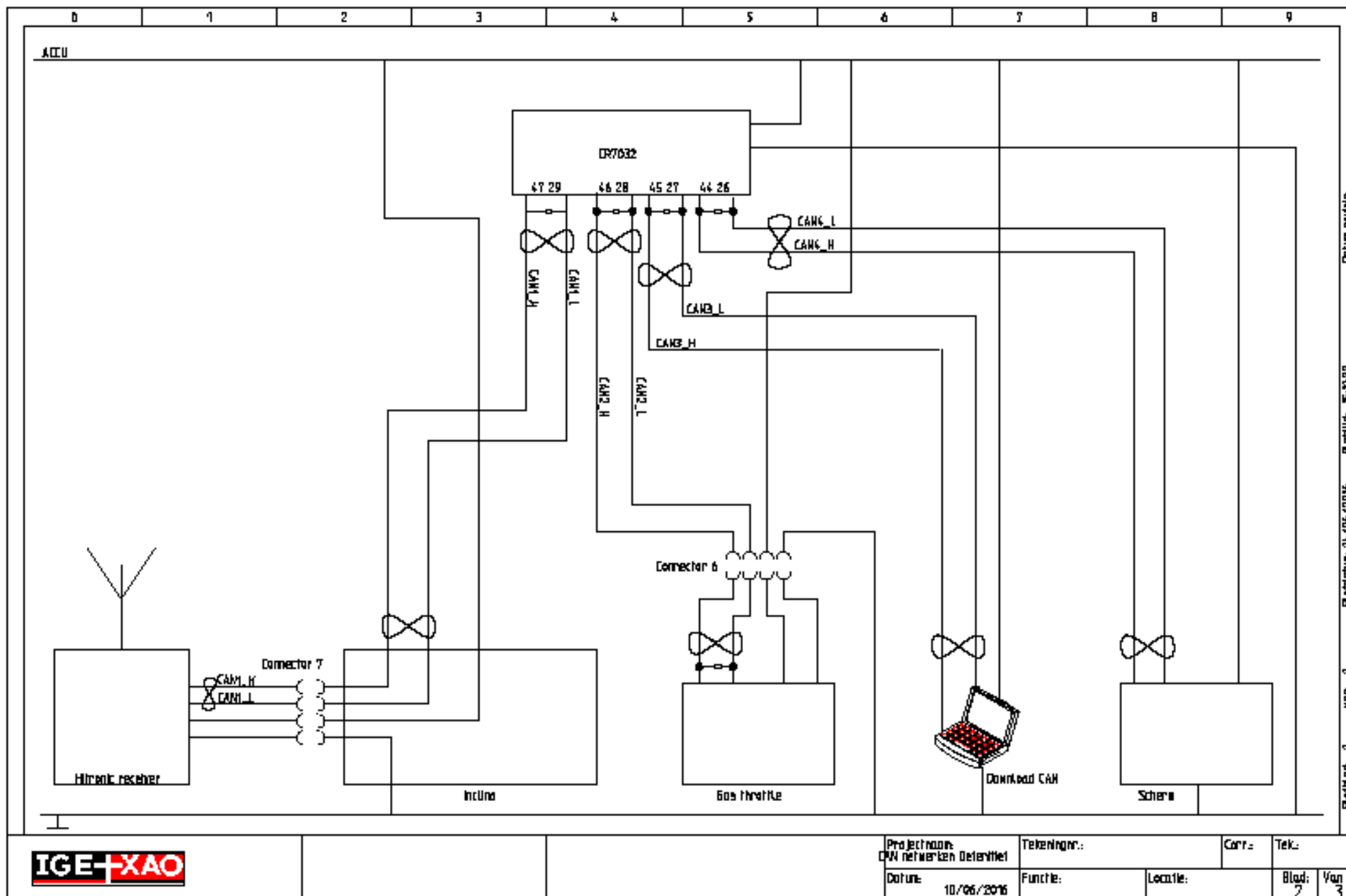
Datum revisie

Routinje 5:15:02

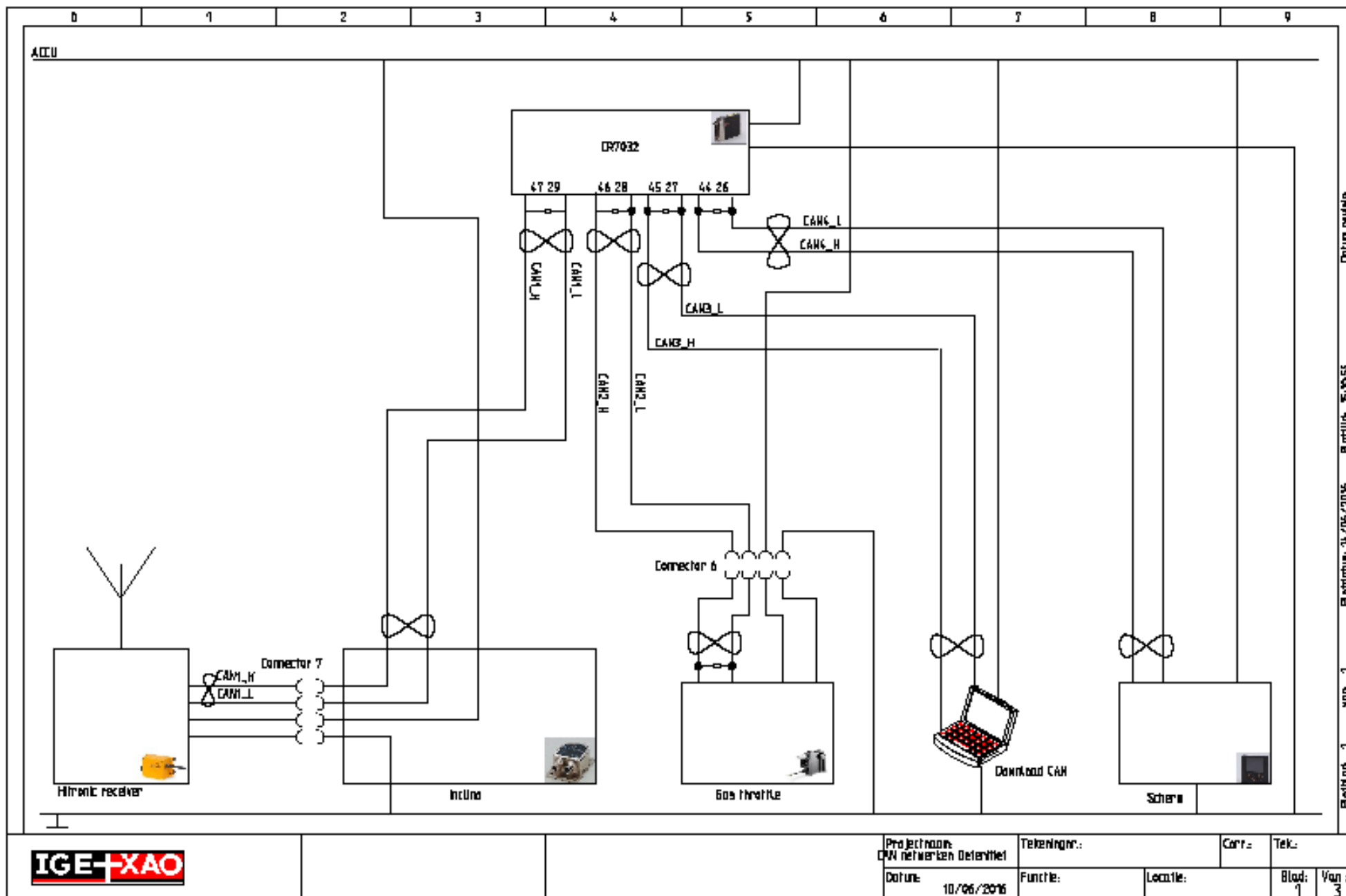
Platinaat: 14/06/2016

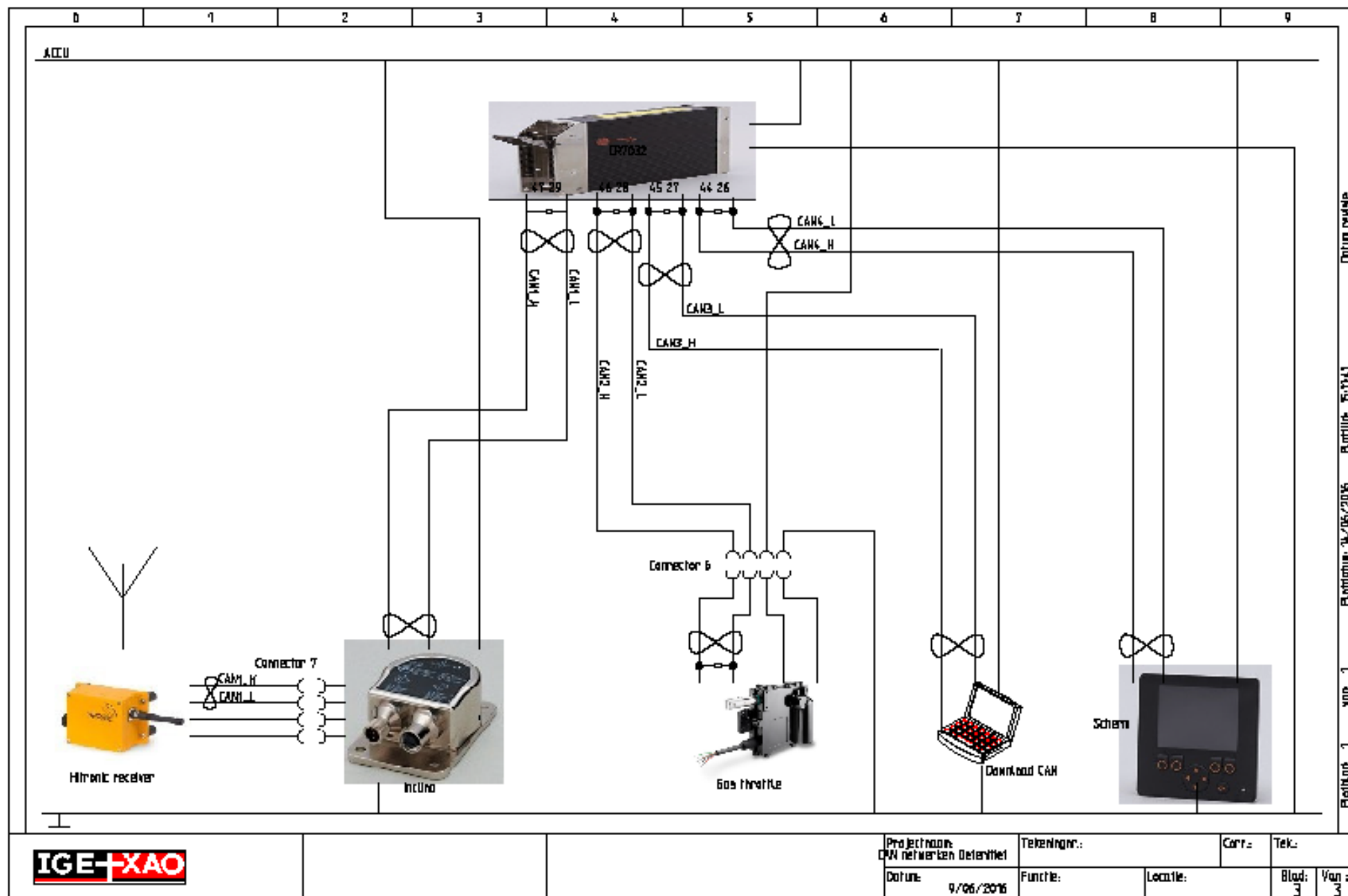
Platinaat 1 van 1





Plaat 1 van 1 Rotatie: 14/06/2016 Rotatie: 15/11/22 Datum revisie





JOB Report
23/05/2016



Files

CNC file		Date	23/05/2016	Time	19:59
Drawing	Noname1				

Material

Material	Aluminium/Standard	Thickness	20.000 mm
Name			
Size X	0.0 mm	Size Y	0.0 mm

Machine

Machine	AWJ	Pressure	3200 bar	Orifice diameter	0.330 (13)
Abrasive quality	GMA Garnet 80 (0.92)	Nozzle diameter	0.889 (35)	Abrasive flow	450.0 g/min
Tool diameter	1.00 mm				

Length

Rapid length	165.1 mm	Marking length	0.0 mm	Cutting length	294.1 mm
--------------	----------	----------------	--------	----------------	----------

Speeds

Max	141.3 mm/min	Min	55.9 mm/min		
-----	--------------	-----	-------------	--	--

Tool setup

--

Time

Rapid time	00:00:02	Piercing time	00:00:00
Marking time	00:00:00	Various	00:00:00
Cutting time	00:02:49	Total time	00:02:52

