



Hogere Zeevaartschool

HOGERE ZEEVAARTSCHOOL ANTWERPEN

Realisatie roer van een binnenvaartschip

Stef Haazen

Scriptie voorgedragen tot het behalen
van de graad van
Bachelor in de Scheepswerktuigkunde

Promotor: Rik Floren

Academiejaar: 2021 - 2022.

Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

Woord vooraf

Het was mijn intentie mijn Bachelor in de Hogere Zeevaartschool te beëindigen met het afleveren van een praktisch werkstuk dat verder kon gebruikt worden door medestudenten. Het bouwen van een simulator roer bracht voor mij de principes van de hydraulica en elektrotechniek samen die ik leerde in mijn Bacheloropleiding. Praktische barrières zorgden er jammer genoeg voor dat ik voldoening moest nemen met een theoretische aanzet tot de effectieve praktische realisatie. Omdat ik hoop dat het roer alsnog gebouwd zal worden vormde ik deze scriptie om tot een praktische handleiding waarbij alle benodigde onderdelen aan bod komen. Ik dank hierbij mijnheer Floren voor de ondersteuning bij het schrijven.

Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

Samenvatting

Deze scriptie heeft als doel, het combineren van theoretische en praktische opleidingsonderdelen binnen de vakken hydraulica en scheepselektrotechniek. Theoretische voorbereiding van een scheepsroer, met als doel praktische oefeningen tijdens de labo lessen op deze verwezenlijking uit te oefenen. Het resultaat van deze scriptie is dat het mogelijk is een scheepsroer te ontwerpen, waarop uitgebreid oefeningen kunnen gemaakt worden met betrekking tot het lespakket scheepshulpwerktuigen. Familiarisering van veelgebruikte componenten in de zeevaart komen voor in deze opstelling. Wat ten goede komt voor de studenten in de Professionele Bachelor Scheepswerktuigkunde.

Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

Abstract

The aim of this thesis is to combine theoretical and practical courses within the group of hydraulics and marine electrics. Theoretical preparation of a ship's rudder, with the aim of carrying out practical exercises during the lab sessions on this project. The result of this thesis is that it's possible to design a ship's rudder, on which extensive exercises can be made with regard to the courses combined in auxiliary engines. Familiarization of commonly used components in maritime industry occurs in this setup. Which benefits the students in the Professional Bachelor of Marine Engineering.

Inhoudstafel

Lijst van figuren	X
Lijst van afkortingen	XII
Lijst van symbolen	XIV
Inleiding	1
Tekst	2
1.1 <i>Regularisering</i>	2
1.2 <i>Referentie “Lange Wapper”</i>	3
1.3 <i>Toepassing schaal</i>	4
1.4 <i>Besturingssysteem</i>	5
1.5 <i>Constructie cilinders</i> :.....	6
2.1 <i>Hydraulische componenten</i>	7
2.1.1 Cilinder	8
2.1.2 Steering Manifold.....	9
2.1.3 Pomp	11
2.1.4 Elastische koppeling.....	12
2.1.5 Stalen hydrauliektank	12
2.1.6 Tankvuldop	13
2.1.7 Beluchter hydrauliekreservoir	13
2.1.8 Hydrauliekslangen.....	13
2.1.9 Hydraulische olie	14
2.2 <i>Elektronische componenten</i>	15
2.2.1 Stuurkring	15
2.2.2 Touch display.....	17
2.2.3 PLC	18
2.2.4 Drukknop.....	19
2.2.5 Display	20
2.2.6 Sensoren	21
2.2.7 Roerhoek feedback Unit	21
2.2.8 Noodstop.....	21
2.2.9 Werkingslamp	22
2.2.10 Controle lampjes.....	22
2.2.11 Transformator 230V – 24V.....	23
2.3 <i>Vermogenskring</i>	24
2.3.1 Elektromotor	26
2.3.2 Contactor	27
2.3.3 Overstroom Relais.....	27
2.3.4 Thermische beveiliging	28
2.3.5 Transformator	28
2.4 <i>Bedrading elektrische kring</i>	29
2.4.1 2,5mm ² – 400V kabel	29
2.4.2 1,5mm ² – 230V – 24V.....	30
2.4.3 Kabel markeringen	30
2.4.4 Kabelgoten.....	30
2.4.5 DIN rails.....	31
2.4.6 DIN rail Terminal Block.....	31
2.4.7 Stalen kast.....	31

Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

2.4.8	Cable glands.....	32
2.4.9	Kabel krimp hoesjes	32
2.5	<i>Elektrische schema's</i> :	33
2.5.1	Vermogenkring	33
2.5.2	Stuurkring.....	35
2.6	<i>Hydraulisch schema</i> :.....	36
Besluit		37
Bibliografie		38

Lijst van figuren

Figure 1: Datasheet rudder, Lange Wapper	3
Figure 2: Constructie cilinders.....	6
Figure 3: Hydraulische cilinder.....	8
Figure 4: HM450, Steering manifold	9
Figure 5: Hydraulische pomp	11
Figure 6: Elastische koppeling.....	12
Figure 7: Hydraulische tank.....	12
Figure 8: Tankvul dop	13
Figure 9: Beluchter met H2O filter	13
Figure 10: Hydraulische slangen.....	13
Figure 11: Olie	14
Figure 12: Touch display	17
Figure 13: PLC, siemens	18
Figure 14: Blokdiagram PLC.....	18
Figure 15: Drukknop	19
Figure 16: Display, Control room.....	20
Figure 17: Sensor	21
Figure 18: Roerhoek feedback unit	21
Figure 19: Noodstop.....	21
Figure 20: Signalisatie lamp	22
Figure 21: Controle lamp	22
Figure 22: Controle lamp rood	22
Figure 23: Transformator 240 - 24V	23
Figure 24: Elektromotor	26
Figure 25: Contactor LC1D25P7, schneider	27
Figure 26: Overload relais 55W	27
Figure 27: Siemens thermische beveiliging.....	28
Figure 28: Transformator	28
Figure 29: RS PRO 2,5mm.....	29
Figure 30: RS PRO 1,5mm.....	30
Figure 31: Kabel markeringen	30
Figure 32: Kabelgoten	30
Figure 33: DIN rails	31
Figure 34: DIN rail Terminal block	31
Figure 35: Stalen kast	31
Figure 36: Cable gland	32
Figure 37: Insulated Terminal crimp kit.....	32
Figure 38: Vermogenkring	33
Figure 39: Stuurkring	35
Figure 40: Hydraulisch schema.....	36

Lijst van afkortingen

IWT = Inland water transport

INA = International Navigation Association

PIANC = World Association for Waterborne Transport Infrastructure

IMO = International Maritime Organisation

SOLAS = Safety of Life at Sea

PLC = Programmable logic Controller

Lijst van symbolen

Symbool. 1: Hydraulische pomp	11
Symbool. 2: Drukknop.....	19
Symbool. 3: Noodstop	21
Symbool. 4: Lamp	22
Symbool. 5: 3-fasige motor.....	26
Symbool. 6: Thermische beveiliging	28
Symbool. 7: Transformator	28

Inleiding

Historisch gezien is Inland Waterway Transport (IWT) altijd van groot belang geweest bij het transport van goederen in het Noord-Westen van Europa [4]. In 2017 bedroeg het waterweg netwerk van de Europese Unie 52.000km, waarvan België (1.516km) samen met Nederland, Luxemburg, Duitsland en Frankrijk bijna 50 procent uitmaakt [18]. Naast de gunstige kosteneffectiviteit zorgen vandaag de dag vooral de ecologische voordelen voor een toenemende populariteit [8]. Het aantal ongevallen bij IWT is afgenomen in de afgelopen 20 jaar, toch blijft het verzekeren van een veilig transport belangrijk [16]. De International Maritime Organisation (IMO) bracht in 1974 reeds het Safety Of Life At Sea (SOLAS) verdrag uit ter bescherming van de veiligheid van mensen op zee [7]. De meeste ongevallen bij IWT gebeuren door aanvaringen [17]. Een goed werkend roer is essentieel voor de veiligheid. Classificatiemaatschappijen zijn in het leven geroepen ter controle van de opgelegde vereisten [7].

Hierboven werden reeds kort de theoretische beginselen aangehaald die het belang van een goed werkend binnenvaartschip en al zijn onderdelen accentueren. Het is kenmerkend aan de Bachelor in de Scheepswerktuigkunde dat er naast een theoretische achtergrond vooral gefocust wordt op de professionele opleiding tot werktuigkundige. Om studenten hier zo vroeg mogelijk kennis mee te laten maken worden realistische simulatoren gebruikt tijdens de praktijklessen.

Toch vinden deze simulaties in de praktijk vaak plaats achter een computerscherm waardoor de bijdrage aan de praktische vaardigheden beperkt zijn. Het construeren van een gesimuleerd scheepsroer laat toe de principes van de hydraulica en elektrotechniek toe te lichten op praktisch niveau, waardoor de theorie in praktijk gebracht kan worden zoals hierboven reeds beschreven.

Deze scriptie vormt slechts een praktische handleiding tot de effectieve bouw van een roer. Om een zo correct mogelijke simulator te genereren werd bij de keuze van de componenten rekening gehouden met wetgeving en verplichtingen volgens SOLAS. Omdat de educatieve focus op de principes van hydraulica en elektrotechniek ligt werd deze indeling gerespecteerd. Met het oog op de uiteindelijke praktische verwezenlijking werden de stappen chronologisch opgebouwd zoals ze uiteindelijk geassembleerd kunnen worden. Zo zullen eerst de hydraulische componenten en hun samenhangende relatie besproken worden. Daarna focussen we ons op de elektrische onderdelen. Voor beide zal het nut en de werking van ieder component besproken worden.

Om de effectieve bestelling van de onderdelen te vereenvoudigen is een opsomming in twee tabellen gemaakt waarbij wederom de hydraulische en elektrische componenten apart gescheiden werden. Het is van belang dat er een samenhangende relatie is tussen beide tabellen en dat deze groepen nooit los van elkaar gezien worden. Als laatste is bij elk hydraulisch deel de comptabiliteit met het elektrisch onderdeel nagegaan.

Wij zijn er ons van bewust dat voor sommige onderdelen andere fabrikanten gekozen kunnen worden. Wij hebben getracht de goedkoopste en de meest volledige oplossing te kiezen. Hier is uiteraard mogelijkheid tot afwijking in de praktijk.

Dit alles samen wordt gehoopt met deze scriptie een praktische handleiding te bieden voor de realisatie van het roer van een binnenvaartschip die tot dienst kan zijn in de educatie van de principes van de hydraulica en elektrotechniek binnen de Bachelor in de Scheepswerktuigkunde aan de Hogere Zeevaartschool.

Tekst

1.1 Regularisering

Bij de bouw van een roer is het belangrijk dat er aan bepaalde kwaliteitsvereisten voldaan wordt [3]. De belangrijkste regulering kwam er in 1974 door de International Maritime Organisation (IMO) met het SOLAS verdrag (Regel 28 tot 32 gaat over het roer) [7]. Classificatiemaatschappijen zoals DNV, ABS, Bureau Veritas, Lloyd's Register, zijn in het leven geroepen ter controle van deze wetgeving [7]. Een theoretische uiteenzetting hiervan zou ons te ver leiden, niettegenstaande proberen we hieronder de belangrijkste regelgeving van toepassing op ons roer samen te vatten:

- Main & auxiliary steering gear Regulation 29 van de SOLAS
 - Main steering gear:
 - Bij het werken van de main steering gear moet het roer van 35° Bakboord naar 35° stuurboord kunnen verplaatsen op maximum snelheid vooruit en bij maximale diepgang. Ook moet het main steering gear van 35° naar 35° andere kant in minder dan 28 seconden kunnen bewegen [1].
 - Auxiliary steering gear: Regulation 29 (iii)
 - Auxiliary steering gear moet er het schip kunnen manoeuvreren aan navigeerbare snelheid en moet snel in actie kunnen gezet worden.
 - Wanneer het main steering gear is uitgerust met een duplicaat, is het niet nodig om een auxiliary steering gear unit te voorzien (ii) R. 29.
- Regulation 32: Communication between bridge and engine room.
 - Schepen moeten uitgerust zijn met twee manieren van communicatie tussen de brug en de engine control room. Waarvan 1 manier een Engine room telegraaf is.
- Regulation 30: Electric and electrohydraulic steering gear*
 - (i) Elektrisch en elektrohydraulische steering gear moeten gevoed worden vanuit twee verschillende elektriciteitskasten. Een van deze circuits mag komen van het emergency switchboard, indien mogelijk. Elk circuit moet in staat zijn al de motoren die hier op aangesloten zijn te kunnen voeden op maximale kracht. De circuits moeten van elkaar gescheiden zijn. Dit zo ver als praktisch mogelijk.

Deze scriptie is een theoretische aanzet tot het bouwen van een roer. De dimensies van dit roer zijn op heden nog niet gekend waardoor gekozen werd voor een referentie schip. We gaan uit dat op dit schip, "De Lange Wapper", bovenstaande wetgeving is toegepast.

Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

1.2 Referentie “Lange Wapper”

Met de gegevens die we op dit moment hebben, kunnen we niet aan de slag bij het kiezen van de juiste componenten. De regelgeving van de SOLAS [7] moet worden toegepast op een realistisch schip. De juiste data vinden van een binnenvaartschip is vrijwel onmogelijk omdat dit niet voor publiek toegankelijk is. Tijdens mijn stage bij DEME aan boord van de “Lange wapper” heb ik nog gegevens van het roer [2] terug gevonden. We hebben ons gebaseerd op de afmetingen van dat roer en hierop de kracht berekend.

Deze kracht hebben we gebruikt om voor onze opstelling een juiste cilinder te kiezen.

We zijn uitgegaan dat de SOLAS [7] regels, correct zijn toegepast op het roer van “De Lange Wapper”. Deze kracht die we hebben berekend gaan wij nemen als onze referentie.

Wat snel duidelijk werd, is dat de krachten op de “Lange Wapper” heel groot zijn.

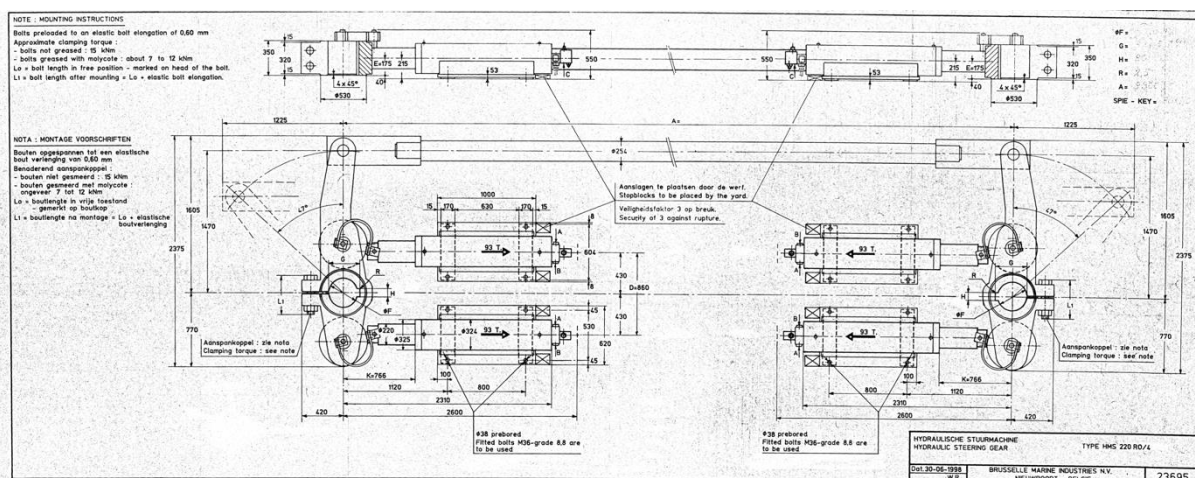


Figure 1: Datasheet rudder, Lange Wapper

Kracht van 1 cilinder aan boord “lange wapper” [2] $F = 93T$

Afstand center roer en uiteinde cilinder = 430mm

Resulteert in een moment van 392,3 KNm

$$93\,000\text{kg} \times 9,81 \times 0,43\text{m} = 392\,302\text{ Nm}$$

Met deze waarden zien we dat het niet haalbaar is om hier mee te werken. Dit maakt het voor ons niet mogelijk deze simulator op dezelfde schaal te verwezelijken. We kiezen er voor om een schaal van 1:20 te gebruiken. Dit geeft ons de mogelijkheid de pomp en manifold haalbaar te maken voor het realiseren van onze simulator. De afmetingen van de cilinder tot aan het center van de roer as zijn hetzelfde als aan boord de “Lange Wapper”[2].

De slaglengte van 800mm op een afstand van 430mm zorgt er voor dat het roer van -47° naar $+47^\circ$ kan draaien. Dit voldoet aan de eisen van SOLAS [7].

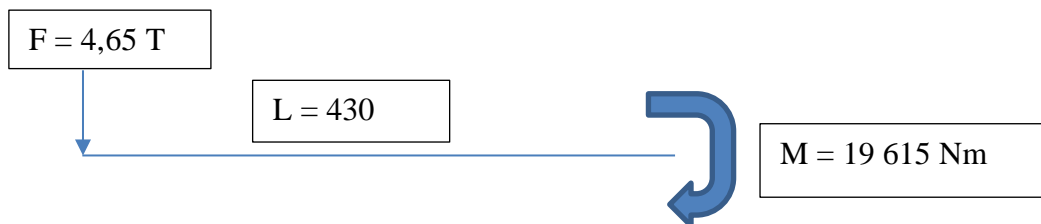
1.3 Toepassing schaal

De kracht die de cilinder op de lange wapper heeft is 93T [2]. Deze gaan we delen door 20.

$$F_{cilinder} = 93T \times \frac{1}{20} = 4,65T$$

Om aan onze schaal te voldoen moeten we een cilinder vinden die 4,65T produceert. Als we het moment van ons schaalmodel op de roeras berekenen, komen we het volgende uit:

$$M (\text{moment in het roer}) = 4\,650\text{kg} \times 9,81 \times 0,43\text{m} = 19\,615\text{ Nm}$$



Conclusie is dat we met een schaal van 1:20 een moment van 19,65 KNm op het roer hebben. Hier gaan we later mee aan de slag om een juiste cilinder te vinden.

1.4 Besturingssysteem

Een roer van een schip wordt in de praktijk via twee verschillende lokaties, a. ‘de brug’ en b. ‘Engine control room’, elektronisch aangestuurd. Naast deze twee lokaties is er veiligheidshalve ook c. ‘een handmatige bediening’ voorzien [1]. Hieronder wordt weergegeven hoe wij de realiteit trachten te benaderen in onze opstelling:

a. De Brug

Om studenten vertrouwd te maken met elektronische besturing vanop afstand voorzien wij een Touch Display bovenaan de opstelling die als ‘de brug’ fungeert. Deze Touch Display zal zowel instaan voor de bediening als voor een realistische weergave van de positie van het roer. Concreet kan er gewerkt worden met twee waarden waarbij de ene de gevraagde positie weergeeft en de andere de effectieve positie. Dit is nodig om in te spelen op de mogelijks vertraagde reactie van het roer op een veranderde input en zal vooral van belang zijn bij manoeuvres.

b. De ‘Engine control room’

Deze zal op de opstelling voorgesteld worden door elektrische drukknoppen onderaan. Hiervoor zal gebruik gemaakt worden van een LCD-display die de positie van het roer aangeeft met behulp van graden. Het verschil tussen de effectieve en gevraagde positie zal hier ondergeschikt zijn omdat deze besturing enkel als back-up dient voor positie a.

c. Handmatige besturing

De derde besturing is een noodbesturing. Deze bevindt zich aan het roer zelf in de Steering room. Deze besturing fungeert zonder elektronika en kan dus nog steeds gebruikt worden bij een elektrische blackout. In dergelijke noodsituaties kan vervolgens via radiocommunicatie tussen “a” de Brug en “c” de Steering room getracht worden het roer correct te positioneren.

Het is belangrijk dat bovenstaande besturingssystemen onafhankelijk van elkaar werken zodat ten allen tijde onderling geswitched kan worden. De brug blijft in de praktijk altijd prioritair en kan de besturing doorgeven aan de Engine Control Room[7].

1.5 Constructie cilinders:

We willen het roer aan dezelfde snelheid van bakboord naar stuurboord laten bewegen. Dit is niet mogelijk met een dubbelwerkende cilinder. Omdat deze een ingaande slag heeft, waar het volume kleiner is dan de uitgaande slag. Dit zorgt voor een verschillend debiet.

Dit probleem hebben we opgelost door te kiezen voor twee enkelwerkende cilinders die elk hun eigen zijde bedienen. Wanneer cilinder "Port" kracht zet op het roer wordt de andere ingedruwd. Zie tekening hier onder:

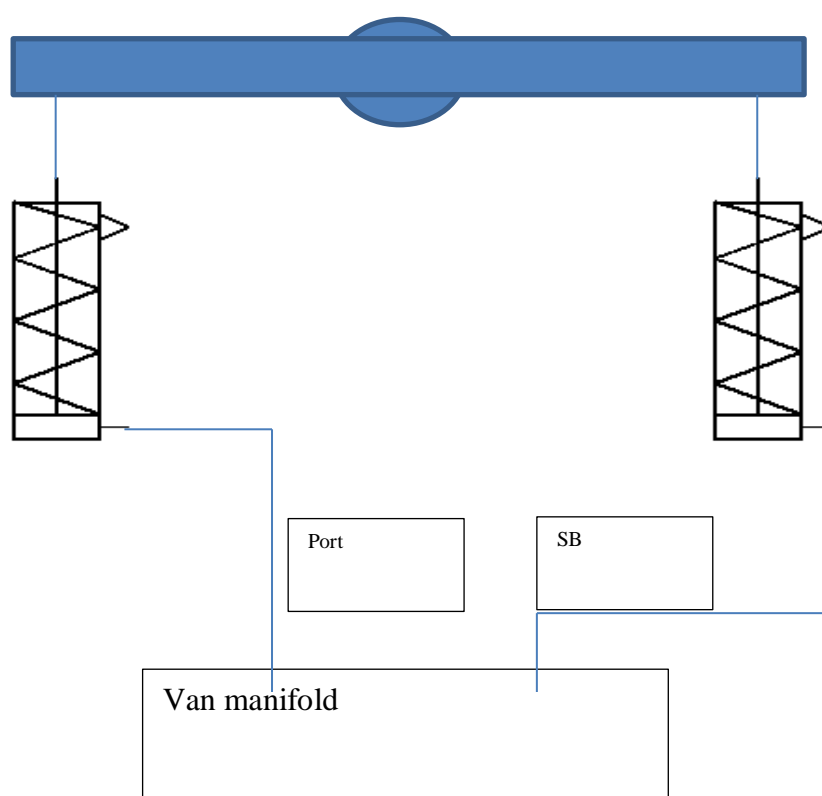


Figure 2: Constructie cilinders

Bron: Eigen werk

2.1 Hydraulische componenten

Hydraulische componenten zorgen voor de kracht die het roer nodig heeft om het schip van koers te veranderen [15]. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een pomp die de olie op druk zet. Deze olie op druk moet daarna de goede richting uitgestuurd worden om uiteindelijk op het einde van de cyclus, de cilinder de juiste beweging te laten maken. Een meer gedetailleerde beschrijving zal verderop besproken worden. De hydraulische componenten die gebruikt worden in dit proces, worden hieronder weergegeven in Tabel. 1: Hydraulische componenten, opsomming

Productomschrijving	Prijs Excl. BTW	Fabrikant	Aantal	Website
Enkelwerkende cilinder	€562,32	Hydrauliek24.nl	2	Hydrauliek24.nl
Elektrische sturing manifold (HM450)	/	Kobelt.com	2	Kobelt.com
Hydraulische pomp 16cc tandwielpompe	€92,84	Hydrauliek24.nl	2	Hydrauliek24.nl
Elastische koppeling Groep 2 – 25,4 mm	€32,51	Hydrauliek24.nl	1	Hydrauliek24.nl
Stalen hydrauliektank CF met deksel 39 liter	€300,83	Hydrauliek24.nl	1	Hydrauliek24.nl
Tankvuldop type TA-F, 28mm	€12,99	Hydrauliek24.nl	1	Hydrauliek24.nl
Beluchter Hydrauliekreservoir	€57,12	Parker.com	1	ph.parker.com
¼” hydraulieslang 1500mm met 8L DKOL koppelingen	€16,56	Hydrauliek24.nl	12	Hydrauliek24.nl
HVLP 32 Hydrauliek olie 5L	€31,5	Hydrauliek24.nl	5	Hydrauliek24.nl

Tabel. 1: Hydraulische componenten, opsomming

2.1.1 Cilinder

De aandrijving van een roer gebeurt door cilinders [15]. De verplaatsing van het roer die hierdoor bewerkstelligd wordt moet aan de minimale Main & auxiliary steering gear vereisten voldoen [1]. Om aan die eisen te voldoen moet er rekening gehouden worden met volgende data van het schip:

- Lengte
- Diepgang
- Grootte roerblad
- Snelheid schip

Deze data hebben wij uit de datasheet van de “Lange Wapper” [2] gehaald. De gekozen schaal van 1:20 hebben wij toegepast. Resultierend in het kiezen van deze cilinder.

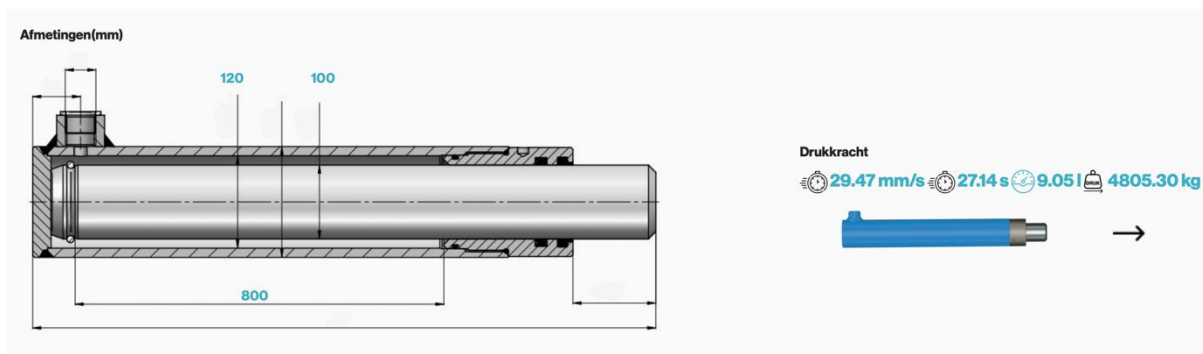


Figure 3: Hydraulische cilinder

Bron: Hydrauliek24.nl

We kunnen met deze cilinder een kracht van 4805,3 kg leveren. Dit is genoeg om aan ons schaalmodel van de “Lange Wapper”[2] te komen. Ook zien we dat deze cilinder een uitschuifsnelheid van 27,14 seconden heeft bij een debiet van 20 l/min. Dit ligt net onder de 28 seconden die een verplichting zijn van de SOLAS [7].

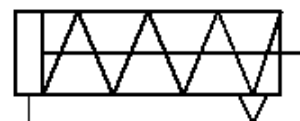
Er zijn roeropstellingen waarbij gebruik wordt gemaakt van respectievelijk één of twee cilinders [15].

De door ons gekozen cilinders hebben een werkdruk van 60 bar. In een verder stadium kan nagegaan worden of deze druk voldoende is om het gewenste roer aan te sturen.

Om het roer van -35° naar $+35^\circ$ te verplaatsen is een volledige uitschuiving van de cilinder vereist. Deze uitschuiving is enkel mogelijk wanneer er een debiet van het maximale volume in het cilinder gegeven wordt. Om te weten wat het maximale volume is van de cilinder wanneer deze uitgeschoven is gebruiken we volgende formule:

$$\text{Volume} = \text{straal}^2 \times \pi \times \text{lengte slag} = 50^2 \text{ mm} \times \pi \times 800 \text{ mm} = 6,28 \text{ dm}^3 \\ \approx 6,28 \text{ liter}$$

De oppervlakte van de as die uitgeduwd wordt tijdens de uitgaande slag, is het volume die de cilinder nodig heeft om deze uit te voeren.



Dit volume zal bepalend zijn voor het kiezen van de juiste pomp.

2.1.2 Steering Manifold

Voor het sturen van de hydraulische olie hebben we gekozen voor een elektronisch gestuurde manifold. Dit zorgt dat de Programmable Logic Controller (PLC) de Manifold kan aansturen.

We hebben 2 manifolds nodig ter realisatie van de auxiliary en main steering system. Dit om er voor te zorgen dat wanneer de main steering system uitvalt, de auxiliary nog gebruikt kan worden.

Omdat de steering manifold ons de mogelijkheid geeft om twee snelheden in te stellen om het roer te bedienen alsook de ingaande druk af te lezen op de debietmeter, vormt hij de all-in one oplossing in onze opstelling.



Figure 4: HM450, Steering manifold

Bron: Hydrauliek24.nl

Tabel. 2: Manifold data

MODEL	HM450-12	HM450S-12	HM450-24	HM450S-24
KOBELT P/N:	600-013	600-015	600-014	600-016
NOMINAL VOLTAGE	12 VDC		24 VDC	
SOLENOID MAX. CURRENT	Direction: 2.5 A Speed: 1.7 A		Direction: 1.3 A Speed: 0.9 A	
MAX. INPUT FLOW RATE	12 GPM [45.4 Lit. /min.]			
MAX. LOW SPEED OUTPUT	4 GPM [15.1 Lit. /min.]			
MAX. HIGH SPEED OUTPUT	6 GPM [22.7 Lit. /min.]			
MAXIMUM ALLOWABLE PRESSURE				
• A & B PORTS	1000 PSI [70 bar]			
• T PORT	50 PSI [3.4 bar]			
RELIEF PRESSURE	750 PSI [51.7 bar]			
VALVE WITH SOFT SHIFT	No	Yes	No	Yes
SERVICE DUTY	Intermittent: 20% ON / 80% OFF			
RECOMMENDED FLUID	ISO VG 32, VI 60 Hydraulic Oil			
PORT SIZE AT MANIFOLD BODY	-06 SAE ORB			
PORT ADAPTERS	-06 SAE ORB TO 1/4" NPT			
OPERATING TEMPERATURE	-14... 122°F [-10... 50°C]			
PRODUCT WEIGHT	16 lbs [7 kg]			

Om het roer met de juiste snelheid aan te sturen zal rekening gehouden moeten worden met de maximale debieten van elk component in de hydraulische kring [10]. In Tabel. 2 zien we dat de maximale toegelaten druk begrensd is op 70 bar. Wat geen probleem is want onze cilinder werkt op 60 bar.

Wel moet er rekening gehouden worden met het maximum debiet van de manifold, deze bedraagt 22,7 liter/min en is hierbij de laagste in ons circuit. We maken onze berekeningen dus als volgt met deze waarde:

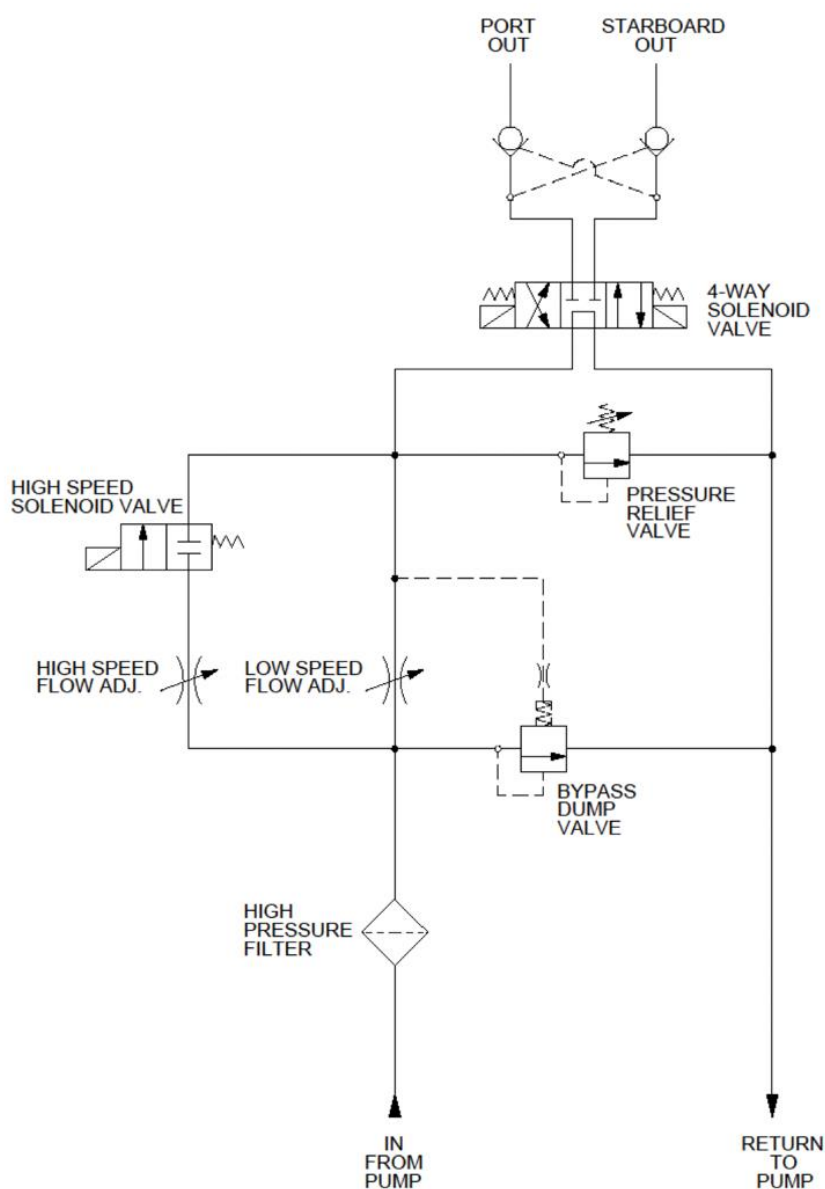
$$\text{Max High Speed Output} = 22,7 \frac{\text{ltr.}}{\text{min.}}$$

$$\text{Tijd} = \frac{6,28 \text{ liter}}{22,7 \text{ ltr/min}} = 16,6 \text{ seconden}$$

We concluderen dat de zuiger in 16,6 seconden kan uitgeschoven worden. Wat voldoet aan de door IMO vooropgestelde 28 seconden van 35° PS -> 35° SS [3].

Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

Uiteraard moeten we hier rekening houden met het maximale olie debiet van de cilinder [6]. Deze is 20l/min en ligt lager dan het maximale debiet van de manifold [10]. De manifold zal moeten afgesteld worden zodanig dat deze niet boven het maximum debiet gaat van de cilinder. Dit kan gemakkelijk achteraf gebeuren door de handleiding van de manifold te volgen [10]. Uit de datasheet van onze HM450 stering manifold kunnen we het inwendige schema halen [10]. Hier zien we dat we een groot deel van ons hydraulische circuit ingebouwd hebben in deze module. De uitgangen van manifold worden verbonden met de cilinders en de ingaande poorten met de pomp.



2.1.3 Pomp

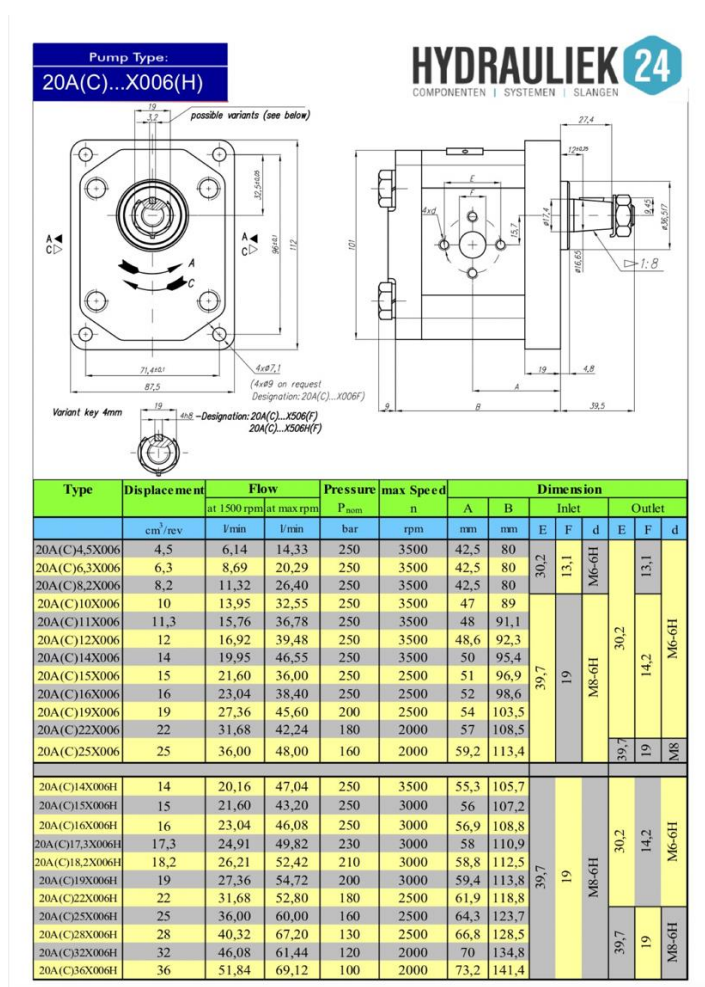
Een pomp is noodzakelijk om het gewenste debiet en druk in het hydraulisch circuit te genereren. Onze voorkeur gaat uit naar een 16 cc tandwielpomp, rechtsdraaiend 1:8 met conische as [6]. Deze heeft een werkdruk van 250 bar en zal aldus voldoende druk voor de ciliner genereren [6][10]. Uit de datasheet van deze pomp kunnen we halen dat aan een omwentelingssnelheid van 1500 rpm, we een debiet van 23,4 l/min zullen krijgen wat net iets meer is dan noodzakelijk om onze gekozen cilinder te laten voldoen aan de minimale tijd [5]. De druk die door deze pomp gegenereerd wordt is te veel, maar de overige druk wordt via de bypass dumpvalve terug naar de pomp gestuurd.

Deze pomp hebben we twee maal nodig. Deze kan terug gevonden worden in de hydraulische schema's.

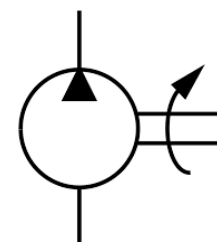


Figure 5: Hydraulische pomp

Bron: Hydrauliek24.nl



Tabel. 3: Datasheet Pomp



Symbol. 1: Hydraulische pomp

Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

2.1.4 Elastische koppeling

Om onze hydraulische pomp aan onze elektrische motor te hangen hebben we een koppeling nodig. Deze koppeling zorgt er voor dat bij het opstarten van de pomp geen te harde bewegingen gemaakt worden in het pomphuis. Dit doet hij door middel van een rubberen koppeling van motor naar pomp te voorzien. Om deze koppeling te kiezen moet rekening gehouden worden met de as van de pomp en de as van de motor [5].



Technische specificaties:

- **Artikelnummer:** ND613
- **Eenheid:** per stuk
- **Maat:** 25,4 mm
- **Uitgaande pomp-as:** 1:8 conisch
- **Motor vermogen:** 6,6 - 9,5 kW (9 - 13 pk)
- **Pompgroep:** 2
- **Buitendiameter:** 65 mm
- **Afmeting B:** 34 mm
- **Afmeting D:** 25,4 mm
- **Afmeting E:** 21,5 mm

Figure 6: Elastische koppeling

Bron: Hydrauliek24.nl

Tabel. 4: Data koppeling

2.1.5 Stalen hydrauliektank

Om een reservoir voor de olie te voorzien is een hydraulische tank noodzakelijk. De door ons gekozen tank heeft een inhoud van 39l, wat ruim voldoende is binnen onze opstelling [6].

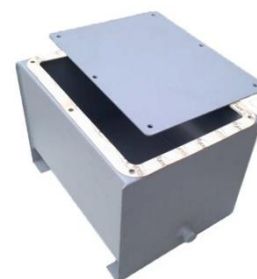


Figure 7: Hydraulische tank

Bron: Hydrauliek24.nl

2.1.6 Tankvuldop

Om de olie te kunnen bijvullen plaatsen we een tanktop op bovengenoemde tank [6]. De door ons gekozen dop is voorzien van een netje dat onzuiverheden weg filtert.



Figure 8: Tankvuldop

Bron: Hydrauliek24.nl

2.1.7 Beluchter hydrauliekreservoir

Wanneer we olie uit onze tank zullen wegpompen, zal er lucht in onze tank moeten geraken. Dit zorgt er voor dat de tank niet vacuüm getrokken wordt. Deze beluchter heeft als extra functie water uit de tank te houden. Dit is zeer belangrijk bij toepassingen op schepen.



Figure 9: Beluchter met H2O filter

2.1.8 Hydrauliekslangen

Om de verschillende onderdelen met elkaar te verbinden is het noodzakelijk om hydrauliekslangen aan te kopen. De adequate lengte hiervan zal moeten blijken uit de praktische realisatie van de opstelling en kan op heden niet ingeschat worden. We maakten een hypothetische inschatting van een gemiddelde lengte van 1,5m waarbij we in het totaal 20 slangen zullen nodig hebben om alle hydraulische componenten te verbinden [6,15].



Figure 10: Hydraulische slangen

Bron: Hydrauliek24.nl

2.1.9 Hydraulische olie

De viscositeit en filtereigenschappen van deze olie, zichtbaar in Tabel. 5 maken dat deze compatibel is met de eigenschappen van de cilinder. Het zal noodzakelijk zijn 5 busen van 5L te bestellen om aan de gewenste hoeveelheid te komen [6].



Figure 11: Olie

Bron: Hydrauliek24.nl

Technische eigenschappen:

- **Type:** HVLP 32
- **Inhoud:** 5 liter
- **ISO norm:** L-HV - volgens ISO 6743/4
- **SS norm:** 155434
- **DIN norm:** 51524 deel 3 (HVLP)
- **Denison:** TP 02100
- **Cincinnati-Milacron:** P-68, P-69 en P-70 voor resp. ISO VG 32, 68, 46
- **AFNOR:** 48603, categorie HV

Tabel. 5: data olie

Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

2.2 Elektronische componenten

De elektrische componenten van onze opstelling zijn het brein van het roer. Met deze onderdelen gaan we de commando's uitsturen, verwerken en wordt de werking van de hydraulische onderdelen gestart. De hoofdcomponent is onze PLC, de computer waar het programma op gezet wordt. De PLC zal de input verwerken en de output genereren. Deze output zal vervolgens het vermogen circuit aansturen dat op zijn beurt de hydraulische pomp en zijn Manifold aanstuurt.

2.2.1 Stuurkring

Voor de elektrische onderdelen zijn wij gaan zoeken op de website 'RS-online'[12], omdat deze alle benodigde componenten aanbiedt.

Productomschrijving	Prijs (excl. BTW)	Fabrikant	Fabrikantnummer	RS-stocknummer
Siemens KTP 400 Series Touch Screen HMI - 4.3 in, TFT Display, 480 x 272pixels	€389,40	Siemens	6AV2123-2DB03-0AX0	864-3967
Siemens S7-1200 PLC CPU - 14 (Digital Input, 2 switch as Analogue Input) Inputs, 10 (Digital Output, Transistor Output)	€384,43	Siemens	6ES7214-1AG40-0XB0	862-4471
EAO 82 Series Illuminated Momentary Push Button Switch, Panel Mount, SPDT, 16mm Cutout, Green LED, 12V, IP65, IP67	€17,26	EAO	82-4551.1133	811-4069
Displaytech 162D-BA-BC Alphanumeric LCD Display, Yellow on Green, 2 Rows by 16 Characters, Reflective	€16,49	Displaytech	162D-BA-BC	532-6470
Rudder Angle Feedback Unit [9]	/	Kobelt	7163-A	/
Schneider Electric Harmony XALK Series Emergency Stop Push Button, Surface Mount, 1NC	€35,44	Schneider	XALK178	795-1295
Werma Kompakt Red/Green/Yellow Signal Tower, 24 V, 3 Light Elements, Base Mount	€94,76	Werma	698.110.75	849-5370
Schneider Electric, Harmony XB4, Panel Mount Green LED Pilot Light, 22mm Cutout, 240V ac	€21,66	Schneider	XB4BVM3	330-8931

Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

Schneider Electric, Harmony XB4, Panel Mount Red LED Pilot Light, 22mm Cutout, 240V ac	€21,66	Schneider	XB4BVM4	330-8947
SolaHD 50VA Chassis Mounting Transformer, 24V	€72,03	SolaHD	E050E	890-8832
RS PRO Black 1.5 mm ² Tri-rated Cable, 30/0.25 mm, 100m	€45,31	RS PRO	180-5946	180-5946
Brady Wire Marking Carrier for Wire Marking Inserts 15mm	€76,66	Brady	DMC-1.5/2.5-15	611-6303

Tabel. 6: Stuurkring

Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

2.2.2 Touch display

Een Touch Display wordt toegevoegd aan het roer om de bediening en visualisatie te voorzien. Er zullen twee knoppen geprogrammeerd worden op de display: bakboord en stuurboord. Daarnaast voorzien we twee schuifbalken. De ene zal de gevraagde hoek van het roer weergeven en de andere zal aantonen wat de effectieve hoek van het roer is. Wij adviseren om een visualisatie te voorzien die de besturing kan aantonen op het moment van de bediening. Rekening houdend met bovenstaande vereisten is de Touch Display weergegeven in Figure 12 hiervoor geschikt.

Siemens KTP 400 Series Touch Screen HMI - 4.3 in, TFT Display, 480 x 272pixels SIEMENS

RS-stocknr.: 864-3967 | Fabrikantnummer: 6AV2123-2DB03-0AX0 | Fabrikant: Siemens



Tijdelijk niet op voorraad – nieuwe voorraad verwacht op 23/03/2023, met een levertijd van 1 werkdag.

– 1 + Aantal stuks

Back Order

Prijs Each
389,40 € (excl. BTW) **471,17 €** (incl. BTW)

Aantal stuks	Per stuk
1 +	389,40 €

[Bekijk alle HMI Displays](#)

Figure 12: Touch display

Bron: RS-Online.com

2.2.3 PLC

Zoals hierboven reeds aangegeven is de PLC de hoofdcomponent van ons roer. Hierop wordt het programma geprogrammeerd. Om de correcte PLC te selecteren werden het aantal in-en uitgangen in rekening gebracht. Daarnaast hebben we gelet dat er zowel digitale als analoge ingangen zijn. Dit model beschikt over twaalf digitale en twee analoge ingangen. Er zijn eveneens tien digitale uitgangen, hetgeen redelijk veel is maar ons wel de mogelijkheid geeft het systeem uit te breiden indien gewenst.

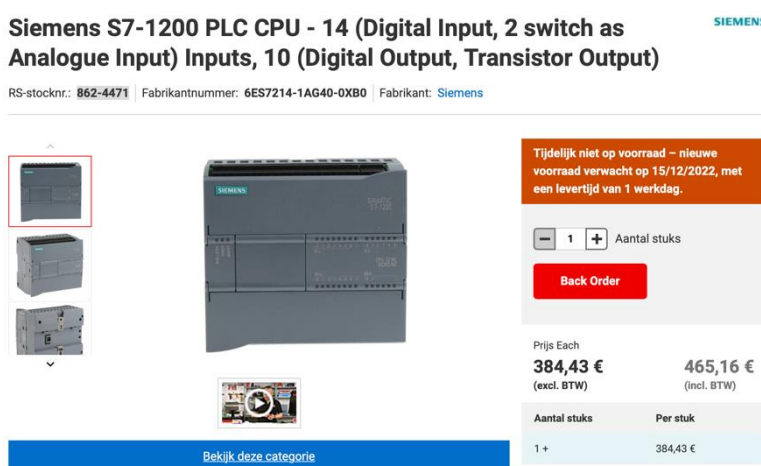


Figure 13: PLC, siemens

Bron: RS-Online.com

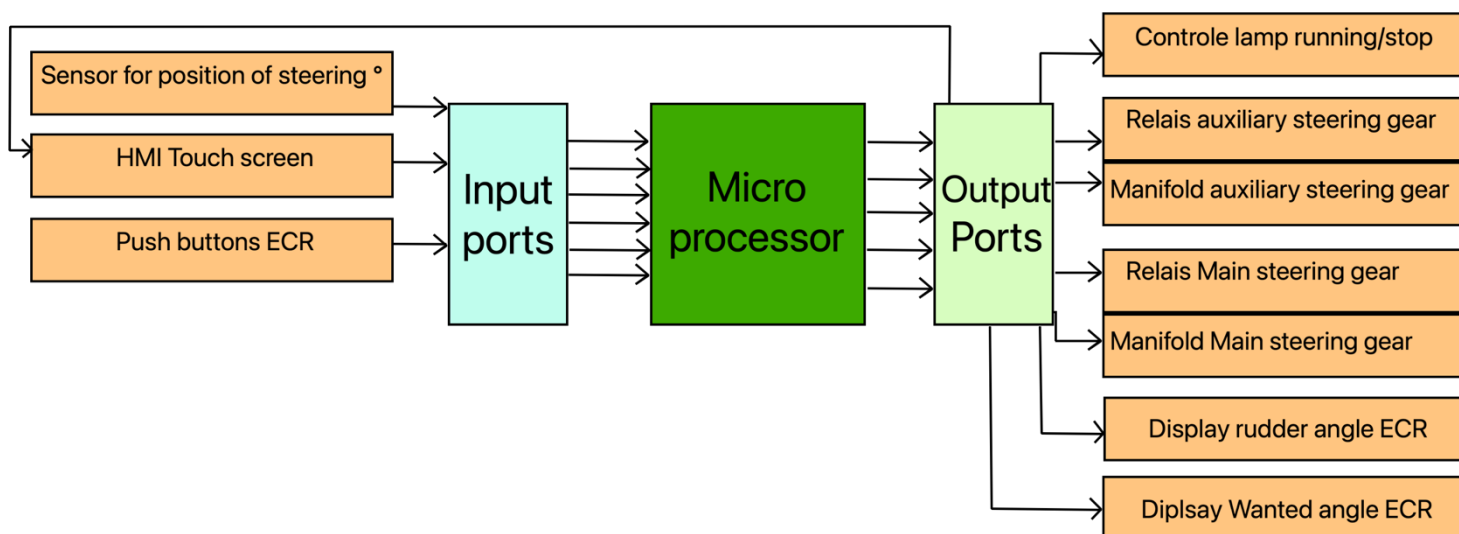


Figure 14: Blokdigram PLC

Bron: Eigen werk

2.2.4 Druknop

We voorzien een drukknoop op onze opstelling om input naar de PLC te sturen. Er werd gekozen voor een model met ingebouwde LED zodat er een betere visualisatie is wanneer het roer bediend wordt vanuit de engine control room. Deze LED dient bevestigd te worden aan een uitgang van de PLC zodat deze geïmplementeerd wordt in het programma. Idealiter wordt gekozen voor een groen en rood exemplaar die respectievelijk bakboord en stuurboord kunnen voorstellen.

EAO 82 Series Illuminated Momentary Push Button Switch, Panel Mount, SPDT, 16mm Cutout, Green LED, 12V, IP65, IP67 eaon

RS-stocknr.: 811-4069 | Fabrikantnummer: 82-4551.1133 | Fabrikant: EAO



92 op voorraad - levertijd is 1 werkdag(en).

Aantal stuks:

Voorraad checken

Prijs Each
17,26 € (excl. BTW) **20,88 €** (incl. BTW)

Aantal stuks	Per stuk
1 - 9	17,26 €
10 - 24	15,71 €
25 - 40	13,70 €

[Bekijk alle Push Button Switches](#)

Figure 15: Druknop

Bron: RS-Online.com



Symbol. 2: Druknop

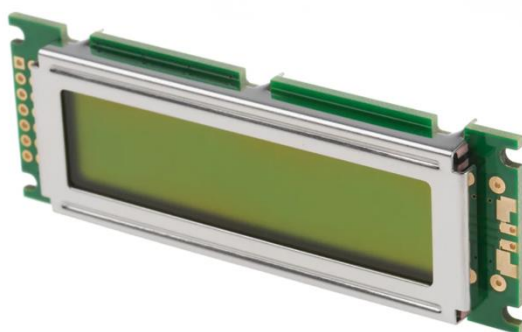
2.2.5 Display

De display is noodzakelijk om de effectieve stand van het roer te visualiseren. Het wordt bevestigd bij de twee drukknoppen die de bediening van het roer in de control room voorstellen. Deze display kan aangestuurd worden door de hierboven voorgestelde PLC.

Displaytech 162D-BA-BC Alphanumeric LCD Display, Yellow on Green, 2 Rows by 16 Characters, Reflective



RS-stocknr.: **532-6470** | Fabrikantnummer: **162D-BA-BC** | Fabrikant: [Displaytech](#)



43 op voorraad - levertijd is 1 werkdag(en) (EU-voorraad)

257 op voorraad - levertijd is 3 à 5 werkdagen (UK-voorraad)

− 1 + Aantal stuks

Bestellen

[Voorraad checken](#)

[Bekijk alle LCD Monochrome Displays](#)

Prijs Each

16,49 €
(excl. BTW)

19,95 €
(incl. BTW)

Figure 16: Display, Control room

Bron: RS-Online.com

Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip


2.2.6 Sensoren

Sensoren zijn noodzakelijk om de positie van het roer aan te geven aan de PLC.

In volgende paragraaf ziet u dat wij gekozen hebben voor een feedback unit. Deze zal op zijn beurt met behulp van deze kabel verbonden worden met de PLC.

Telemecanique Sensors OsiSense XM Right Angle Female M12 to Free End Sensor Actuator Cable, 4 Core, PVC, 5m

RS-stocknr.: 179-9978 | Fabrikantnummer: XZCPV1241L5 | Fabrikant: Telemecanique Sensors



262 op voorraad - levertijd is 1 werkdag(en)

Aantal stuks: 1

Bestellen

Voorraad checken

Prijs Each: 11,16 € (excl. BTW) / 13,50 € (incl. BTW)

Aantal stuks	Per stuk
1 +	11,16 €

Bekijk deze categorie

Figure 17: Sensor

Bron: RS-Online.com

2.2.7 Roerhoek feedback Unit

De roerhoek feedback unit wordt gebruikt om de roerhoek te meten en deze positie terug te koppelen aan de hoek indicator in het PLC programma. We kiezen voor model 7163 dat mechanisch kan verbonden worden aan de roerstok [9].

Deze is verkrijgbaar met 3 potentiometers, 3 trim pots en 2 micro switches. Hij is gemaakt uit brons en roestvrij staal om binnen in het roerhuis tegen de vochtige omstandigheden te kunnen [9].



Figure 18: Roerhoek feedback unit


Bron: hydrauliek24.nl

2.2.8 Noodstop

Om de schakeling te beveiligen is er een duidelijke noodstop nodig. Deze zal geplaatst worden in de stuurkring als een van de eerste NC-contacten. Op deze manier zal de motor stilvallen wanneer er op deze drukknop gedrukt wordt. Bij deze drukknop is een fysieke handeling nodig om deze weer in de open positie te zetten.

Schneider Electric Harmony XALK Series Emergency Stop Push Button, Surface Mount, 1NC

RS-stocknr.: 795-1295 | Fabrikantnummer: XALK178 | Fabrikant: Schneider Electric



840 op voorraad - levertijd is 1 werkdag(en)

Aantal stuks: 1

Bestellen

Voorraad checken

Prijs Each: 35,44 € (excl. BTW) / 42,88 € (incl. BTW)

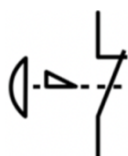
Aantal stuks	Per stuk
1 - 4	35,44 €
5 - 9	34,35 €
10 +	33,24 €

Bekijk deze categorie

Deze producten interesseren u misschien ook

Figure 19: Noodstop

Bron: RS-Online.com



Symbol. 3: Noodstop

Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

2.2.9 Werkingslamp

Ter controle van de roer opstelling gaan we gebruik maken van deze 3-kleurige werkingslamp[12]. Deze zal bevestigd worden bovenaan de kast zodat deze goed zichtbaar is voor omstaanders en gebruikers van de testbank.

Wij suggereren de volgende kleurcodes:

- Groene lamp = Alles klaar om te werken
- Oranje lamp = Foutmelding
- Rode lamp = Noodstop ingedrukt

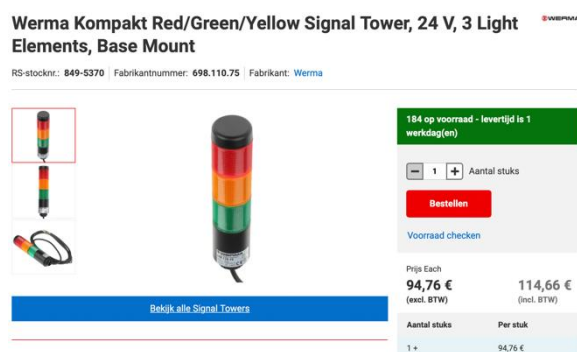


Figure 20: Signalisatie lamp

Bron: RS-Online.com

2.2.10 Controle lampjes

Om te visualiseren dat de pomp en motor klaar zijn om gebruikt te worden gaan we bij de drukknoppen ook lampjes plaatsen. De groene lampjes kunnen aangeven dat de simulatie van het roer kan starten [11].

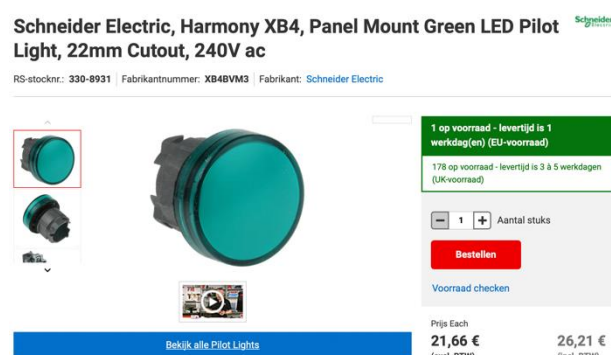


Figure 21: Controle lamp

Bron: RS-Online.com

De rode indicatielampen kunnen op hun beurt aangeven dat de simulatie nog niet gestart kan worden. Dit rood signaal moet studenten attent maken op mogelijke problemen in de testbank.



Symbol. 4: Lamp

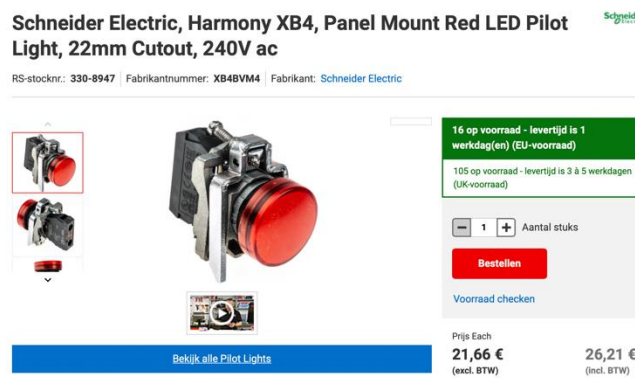


Figure 22: Controle lamp rood

Bron: RS-Online.com

2.2.11 Transformator 230V – 24V

Op de datasheet van de PLC [13] zien we dat deze op 24V werkt. Om aan deze 24V te komen hebben we een tweede transformator nodig. Deze is in staat om verschillende spanningen te transformeren naar 24V, zoals u kan zien op Tabel. 7.

SolaHD 50VA Chassis Mounting Transformer, 24V

SOLA+HD

RS-stocknr.: 890-8832 | Fabrikantnummer: E050E | Fabrikant: SolaHD



tijdelijk niet op voorraad – nieuwe voorraad verwacht op 05/09/2022, met een levertijd van 2 à 3 werkdagen.

– 1 + Aantal stuks

Back Order

Prijs Each

72,03 €
(excl. BTW)

87,16 €
(incl. BTW)

Aantal stuks

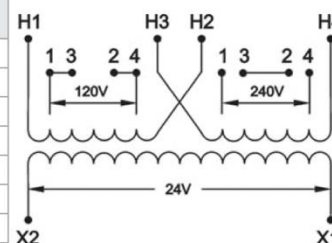
Per stuk

Bekijk deze categorie

Figure 23: Transformator 240 - 24V

Bron: RS-Online.com

VA	Catalog Number	Height (inch)	Width (inch)	Depth (inch)	Mtg Width W1 / W2	Mtg Depth D1 / D2	Slot Size (inches) S1 / S2	Approx. Ship Weight lbs (kg)
50	E050E	2.72	3.01	3.99	2.51 / NA	2.02 / NA	.20 x .33 / .20 x .33	3 (1.36)
75	E075E	2.96	3.39	4.36	2.81 / 2.50	2.10 / NA	.20 x .50 / .20 x .50	4 (1.82)
100	E100E	2.96	3.39	4.61	2.81 / 2.50	2.37 / NA	.20 x .50 / .20 x .50	5 (2.27)
150	E150E	3.89	4.5	4.48	3.74 / 3.12	2.56 / 2.87	.20 x .65 / .20 x .33	8 (3.64)
200	E200E	3.89	4.5	4.79	3.74 / 3.12	2.87 / 3.18	.20 x .65 / .20 x .33	10 (4.55)
250	E250E	3.89	4.5	5.21	3.74 / 3.12	3.29 / 3.61	.20 x .65 / .20 x .33	11 (5.00)
300	E300E	4.53	5.25	4.66	4.38 / 3.75	3.10 / NA	.31 x .71 / .31 x .71	12 (5.45)
350	E350E	4.53	5.25	5.07	4.38 / 3.75	3.54 / NA	.31 x .71 / .31 x .71	15 (6.82)
500	E500E	4.53	5.25	5.75	4.38 / 3.75	4.33 / NA	.31 x .85 / .31 x .85	19 (8.64)
750	E750E	5.56	6.38	6.93	5.32 / 4.37	4.25 / 5.75	.31 x .85 / .31 x .85	31 (14.09)



Tabel. 7: Instelling transformator

Uit deze datasheet kunnen we halen hoe we de transformator moeten aansluiten. Door de opstelling binnen in de transformator op deze manier te configureren, zijn de mogelijkheden groot. Wij hebben de transformator nodig om van 230V naar 24V te gaan. Om dit te bereiken moeten we H1 & H4 gebruiken om de 230V kant aan te hangen. H2 & H3 gaan we kortsluiten. Op deze manier zorgen we er voor dat we aan de X1 & X2 poorten 24V verkrijgen.

Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

2.3 Vermogenskring

Om het elektrisch circuit te voorzien van de juiste onderdelen, wordt deze in twee delen opgedeeld: de stuur-en vermogenskring [14]. De stuurkring werd reeds besproken in 2.4.1. Nu zal er dieper ingegaan worden op de vermogenskring die een hogere stroom en spanning heeft.

Productomschrijving	Prijs (excl. BTW)	Fabrikant	Fabrikantnummer	RS-stocknummer
MS 100 L2-4 3 kW 1500 rpm elektromotor	€669,48	MS	MS 100L2-4 3 kW 400/690V	/
Contacteur LC1D25P7	€81,32	Schneider	LC1D25P7	394-9683
Schneider Electric Overload Relay - 1NO + 1NC, 1.2 → 7 A F.L.C, 7 A Contact Rating, 55 W, TeSys	€71,51	Schneider	LR97D07M7	542-2477
Siemens 3RV2 3 Pole Thermal Circuit Breaker - 400V ac Voltage Rating, 12.5A Current Rating	€89,64	Siemens	3RV2411-1KA20	212-9047
Block 63VA DIN Rail Transformer, 380V ac, 400V ac, 420V ac Primary, 230V ac Secondary	€47,37	Block	STS63/4/23	158-7429
RS PRO Black 2.5 mm ² Tri-rated Cable, 50/0.25 mm, 100m	€70,97	RS pro	180-5956	180-5956
RS PRO Grey Slotted Panel Trunking - Open Slot, W25 mm x D25mm, L2m, PVC	€6,503	RS pro	301-1924	301-1924
RS PRO Steel Slotted Din Rail, Top Hat Compatible, 500mm x 35mm x 7.5mm	€4,26	RS pro	467-406	467-406
RS PRO Grey DIN Rail Terminal Block, 0.2 → 4 mm ² , 0.2 → 4mm ² , 800 V	€0,929	RS pro	501-803	501-803
Schneider Electric Spacial CRN Series Steel Wall Box, IK10, IP66, 600 mm x 500 mm x 250mm	€119,97	Schneider	NSYCRN65250	707-9211
Lapp SKINTOP Series Grey Polyamide Cable Gland, M20 Thread, 7mm Min, 13mm Max, IP66, IP68, IP69K	€1,108	Lapp	53111020	444-2947

Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

RS PRO 800 Piece Insulated Terminal Crimp terminal Kit	€108,58	RS pro	613-9952	613-9952
--	---------	--------	----------	----------

Tabel. 8: Vermogen kring

2.3.1 Elektromotor

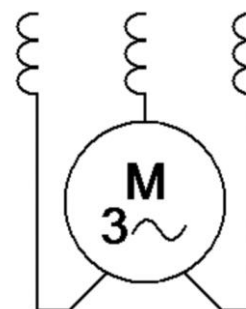
Uit de lessen hydraulica hebben we gezien hoe we het vermogen van de elektromotor kunnen berekenen aan de hand van onze pomp [15]. Factor 540 (90% x 600) waarbij rendementsverliezen worden meegeteld en factor 600 wanneer men geen rendementsverliezen meerekent.

Toegepast op onze pomp:

$$P \text{ (kW)} = Q \text{ (lpm)} \times p \text{ (bar)} / 540$$


$$20 \text{ lpm} \times 60 \text{ bar} / 540 = 2,22 \text{ kW}$$

Het zal dus noodzakelijk zijn een elektromotor van minstens 2,22kW te gebruiken. Dit is de elektromotor voor in het auxiliary systeem. Voor de aandrijving van de pomp in het main steering system zullen we de main engine gebruiken met daar een gearbox tussen.



Symbol. 5: 3-fasige motor

MS 100 L2-4 3 kW 1500 rpm elektromotor



Model: MS 100L2-4 3 kW 400/690V
Beschikbaarheid: Op voorraad

maatschets [Download PDF](#)

Prijs: €469,48
Excl. BTW: €388,00

Beschikbare opties:

* Type:

IE klasse:

Aantal: - of toevoegen aan - [Product vergelijk](#)

Figure 24: Elektromotor

Bron: RS-Online.com


De elektromotor die wij gekozen hebben is de MS 110 3kW, 1500 rpm. Deze heeft genoeg vermogen om onze pomp aan te kunnen drijven. Het toerental van 1500 rpm is ook bereikt waardoor deze ideaal is voor onze simulator.

2.3.2 Contactor

Bij het schakelen van elektrische motoren hebben we altijd een contactor nodig. Deze heeft als doel om met een stuurspanning de 400V vermogen stroom aan te sturen. Hier is het belangrijk dat er rekening wordt gehouden met de maximale spanningen en stromen. Dit kan je ook snel zien aan het maximale vermogen van een contactor, de geselecteerde contactor voldoet aan deze eisen [13].

Schneider Electric TeSys D LC1D Contactor, 230 V ac Coil, 3 Pole, 25 A, 11 kW, 3NO

RS-stocknr.: 394-9683 | Fabrikantnummer: LC1D25P7 | Fabrikant: Schneider Electric



152 op voorraad - levertijd is 1 werkdag(en)

Aantal stuks: 1

Bestellen

Voorraad checken

Prijs Each: 81,32 € (excl. BTW) | 98,40 € (incl. BTW)

Aantal stuks	Per stuk
1 +	81,32 €

Bekijk alle Contactors

Figure 25: Contactor LC1D25P7, schneider

Bron: Rs-Online.com


2.3.3 Overstroom Relais

Bij het opstarten van een motor zal de stroom hoger liggen dan wanneer de motor op snelheid draait [14]. De reden waarom we deze relais gebruiken is dat hij hier rekening mee houdt. We kunnen een Load current Threshold gaan instellen, deze is de extra stroom die de motor vraagt bij het opstarten[12].

Wanneer we de motor gaan opstarten zal de contactor niet direct uitschakelen. Hij zal eerst zijn ingestelde tijd wachten om zo de opstartstroom toe te laten. Wanneer er na de ingestelde tijd een te hoge stroom gevraagd wordt zal de relais wel uitschakelen[12]. Let wel op dat dit onderdeel een opbouwstuk is, deze moet compatibel zijn met de contactor[13].

Schneider Electric Overload Relay - 1NO + 1NC, 1.2 → 7 A F.L.C., 7 A Contact Rating, 55 W, TeSys

RS-stocknr.: 542-2477 | Fabrikantnummer: LR97D07M7 | Fabrikant: Schneider Electric



37 op voorraad - levertijd is 1 werkdag(en)

Aantal stuks: 1

Bestellen

Voorraad checken

Prijs Each: 71,51 € (excl. BTW) | 86,53 € (incl. BTW)

Aantal stuks	Per stuk
1 - 9	71,51 €
10 - 14	68,61 €
15 +	65,64 €

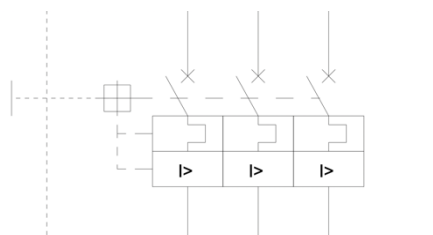
Bekijk deze categorie

Figure 26: Overload relais 55W

Bron: Rs-Online.com

2.3.4 Thermische beveiliging

Om de transformator te beschermen hebben we een thermische beveiliging nodig [14]. Deze wordt geplaatst tussen de 400V bron en de transformator die de hoogspanning omzet naar 230V. Deze vormt een beveiliging voor kortsluiting en overload.



Symbol. 6: Thermische beveiliging

2.3.5 Transformator

We krijgen 400V van het net, deze hebben we nodig voor onze vermogen kring. Echter is het niet aangeraden om onze stuurkring op dezelfde spanning te werken. Hier komt onze transformator te pas. Deze zal de 400V transformeren naar 230V en tevens voor een galvanische scheiding tussen de twee netten zorgen. Dit is belangrijk voor mocht er een lekstroom in het 230V net ontstaan, deze gescheiden blijft van het 400V net [11].

Aan land kan er 230V afgetapt worden van de neuter en 1 geleider. Dit is aan boord niet mogelijk omdat wij geen neuter hebben lopen. Dit zorgt er voor dat wij verplicht zijn een transformator te gebruiken om aan 230V te komen.



Figure 27: Siemens thermische beveiliging

Bron: Rs-Online.com

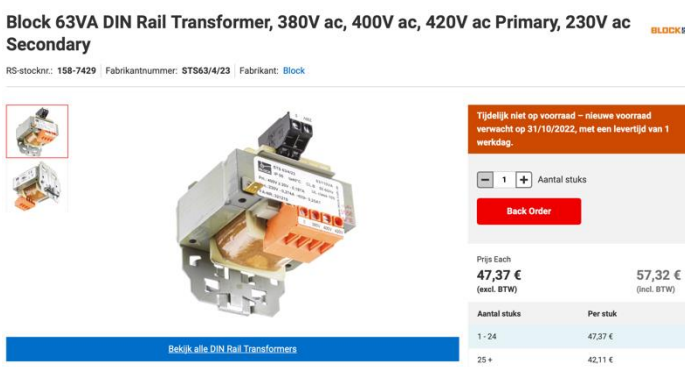
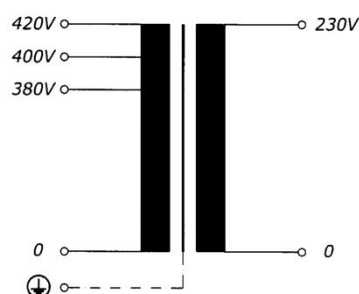


Figure 28: Transformator

Bron: Rs-Online.com



Symbol. 7: Transformator

2.4 Bedrading elektrische kring

In ons elektrische kring voorzien we drie verschillende spanningen [14]. Hiermee moet rekening gehouden worden bij het aansluiten van de elektrische kabels, conform de principes onderzocht in de lessen scheepselektrotechniek [14]. Het gebruik van drie verschillende kleuren helpt ons bij de oriëntatie in een later stadium. Daarnaast wordt elke kabel gelabeld voor een ordelijke verdeling.

Bij het kopen van kabels zijn we genoodzaakt deze in rollen van 100m te kopen. Uiteraard is dit te veel voor enkel onze elektrische kringen. Hier zal een oplossing worden gevonden wanneer we de opstelling praktisch realiseren. Er wordt in deze scriptie niet verder ingegaan op de kleurencodes uit 'Tabel. 9: Kleurcode voor de kabels' omdat deze enkel ter illustratie van de diameter dient.

Tabel. 9: Kleurcode voor de kabels

Bron: Motor control circuits lab 2, Rik Floren

Colour and section of cable	Used for
2,5mm ² Brown	400V Power circuit
2,5mm ² Black	230V Control circuit
1,5mm ² Red	230V Safety circuit
1,5mm ² White	0V PLC circuit
1,5mm ² Purple	24V PLC circuit

2.4.1 2,5mm² – 400V kabel

Omwille van zijn makkelijke vervormbaarheid gaat onze keuze uit naar een Tri-rated Cable, *Figure 29*. Een goed vervormbare draad bevordert het kabelmanagement in vergelijking met een volle koperen kabel.

RS PRO Black 2.5 mm² Tri-rated Cable, 50/0.25 mm, 100m

RS-stocknr.: 180-5956 | Fabrikant: RS PRO

19 op voorraad - levertijd is 1 werkdag(en) (EU-voorraad)

504 op voorraad - levertijd is 3 à 5 werkdagen (UK-voorraad)

Reel(s)

Bestellen

Voorraad checken

Bekijk alle Hook Up Wire

Prijs 1 Reel of 100 Metre(s)

70,97 € (excl. BTW) 85,87 € (incl. BTW)

Figure 29: RS PRO 2,5mm

Bron: Rs-Online.com

Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

2.4.2 1,5mm² – 230V – 24V

Deze kabel wordt gebruikt voor de laagspanning en de 230V. Ook hier werd een Tri-rated Cable verkozen om een eenvoudigere plaatsing in de kast te garanderen.

RS PRO Black 1.5 mm² Tri-rated Cable, 30/0.25 mm, 100m
 RS-stocknr.: 180-5946 | Fabrikant: RS PRO

36 op voorraad - levertijd is 1 werkdag(en) (EU-voorraad)
 594 op voorraad - levertijd is 3 à 5 werkdagen (UK-voorraad)

1 Reel(s)

Bestellen

Voorraad checken

Bekijk alle Hook Up Wire

Prijs 1 Reel of 100 Metre(s)
 45,31 € (excl. BTW) 54,83 € (incl. BTW)

Figure 30: RS PRO 1,5mm

Bron: Rs-Online.com

2.4.3 Kabel markeringen

In onze opstelling zullen we de kabels markeren, overeenkomstig met de nummering in de elektrische schema's. Wanneer dit zorgvuldig gedaan wordt vergemakkelijkt dit het brengen van aanpassingen in de elektrische kringen op een later tijdstip. Ook helpt dit bij het opsporen van fouten in het systeem.

Brady Wire Marking Carrier for Wire Marking Inserts 15mm
 RS-stocknr.: 611-6303 | Fabrikantnummer: DMC-1.5/2.5-15 | Fabrikant: Brady

3 op voorraad - levertijd is 1 werkdag(en).

1 Box(es)

Bestellen

Voorraad checken

Abbeelding representeert productcategorie

Prijs 1 Box of 1000
 76,66 € (excl. BTW) 92,76 € (incl. BTW)

Box(es)	Per doos	Per stuk*
1+	76,66 €	0,077 €

Bekijk deze categorie

Figure 31: Kabel markeringen

Bron: Rs-Online.com

2.4.4 Kabelgoten

Om te zorgen dat de kabels op hun plek blijven in de kast, gebruiken we deze kabelgoten. Deze kunnen op lengte afgezaagd worden en proper in de kast gehangen worden.

RS PRO Grey Slotted Panel Trunking - Open Slot, W25 mm x D25mm, L2m, PVC
 RS-stocknr.: 301-1924 | Fabrikant: RS PRO

200 op voorraad - levertijd is 1 werkdag(en) (EU-voorraad)
 4184 op voorraad - levertijd is 3 à 5 werkdagen (UK-voorraad)

8 Aantal stuks

Bestellen

Voorraad checken

Bekijk alle Cable Trunking

Prijs Each (In a Pack of 8)
 6,503 € (excl. BTW) 7,869 € (incl. BTW)


Figure 32: Kabelgoten

Bron: Rs-Online.com


Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

2.4.5 DIN rails

Het plaatsen van de elektrische componenten gebeurt met behulp van DIN-rails. Dit is een universeel bevestigingssysteem, compatibel met alle merken waardoor we ervan uit kunnen gaan dat alle onderdelen passen.

RS PRO Steel Slotted Din Rail, Top Hat Compatible, 500mm x 35mm x 7.5mm 

RS-stocknr.: 467-406 | Fabrikant: RS PRO



1420 op voorraad - levertijd is 1 werkdag(en) (EU-voorraad)
7866 op voorraad - levertijd is 3 à 5 werkdagen (UK-voorraad)

Aantal stuks: 1

Bestellen

Voorraad checken

Bekijk alle DIN Rails


Prijs Each: **4,26 €** (excl. BTW) | **5,15 €** (incl. BTW)

Figure 33: DIN rails


Bron: Rs-Online.com

2.4.6 DIN rail Terminal Block

De kabels worden met elkaar verbonden door deze verbindingblokken. Deze kunnen ook geplaatst worden op de DIN-rails.

RS PRO Grey DIN Rail Terminal Block, 0.2 → 4 mm², 0.2 → 4mm², 800 V 

RS-stocknr.: 501-803 | Fabrikant: RS PRO



740 op voorraad - levertijd is 1 werkdag(en) (EU-voorraad)
16760 op voorraad - levertijd is 3 à 5 werkdagen (UK-voorraad)

Aantal stuks: 30

Bestellen

Voorraad checken

Bekijk deze categorie

Prijs Each (in a Pack of 10): **0,929 €** (excl. BTW) | **1,124 €** (incl. BTW)

Figure 34: DIN rail Terminal block

Bron: Rs-Online.com

2.4.7 Stalen kast

Voor het opbergen van de elektrische componenten plaatsen we een elektrische kast aan onze opstelling. Deze kan gekozen worden volgens grootte. Omdat dit slechts een theoretische aanzet is tot de effectieve realisatie werd de kast ruim genoeg genomen.

Schneider Electric Spacial CRN Series Steel Wall Box, IK10, IP66, 600 mm x 500 mm x 250mm 

RS-stocknr.: 707-9211 | Fabrikantnummer: NSYCRN65250 | Fabrikant: Schneider Electric



41 op voorraad - levertijd is 4 werkdag(en).

Aantal stuks: 1

Bestellen

Voorraad checken

Bekijk alle Wall Boxes

Prijs Each: **119,97 €** (excl. BTW) | **145,16 €** (incl. BTW)

Aantal stuks	Per stuk
1+	119,97 €

Figure 35: Stalen kast

Bron: Rs-Online.com


Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

2.4.8 Cable glands

Om de duurzaamheid van de stimulator te verzekeren willen we het inslijten van de kabels op de scherpe rand van de kast vermijden. Hiervoor kunnen Cable glands geplaatst worden rond de kabels op elke locatie waar er een stroomkabel in of uit de elektrische kast gaat. De IP69K wil zeggen dat er een hoge bescherming tegen het binnendringen van stof, bescherming tegen hoge temperaturen en hoge druk (water) is. Op dit moment is IP69K de hoogst mogelijke bescherming beschikbaar op de markt. Dit is van groot belang aangezien we aan boord van schepen veel water hebben.

Lapp SKINTOP Series Grey Polyamide Cable Gland, M20 Thread, [®]LAPP 7mm Min, 13mm Max, IP66, IP68, IP69K

RS-stocknr.: 444-2947 Fabrikantnummer: 53111020 Fabrikant: Lapp



1945 op voorraad - levertijd is 1 werkdag(en) (EU-voorraad)
1459 op voorraad - levertijd is 3 à 5 werkdagen (UK-voorraad)

Aantal stuks: 5

Bestellen

Voorraad checken

Prijs Each (In a Pack of 5)
1,108 € (excl. BTW) 1,341 € (incl. BTW)

Aantal stuks	Per stuk	Per pak*
5	1,108 €	1,341 €

Bekijk alle Cable Glands

Figure 36: Cable gland


Bron: Rs-Online.com

2.4.9 Kabel krimp hoesjes

We voorzien elke elektriciteitskabel van een krimphoesje zodat de kabels goed vastzitten. Het gebruik van kabel krimp hoesjes heeft als voordeel dat er minder kans is op kortsluiting.

RS PRO 800 Piece Insulated Terminal Crimp terminal Kit

RS-stocknr.: 613-9952 Fabrikant: RS PRO



1 op voorraad - levertijd is 1 werkdag(en) (EU-voorraad)
379 op voorraad - levertijd is 3 à 5 werkdagen (UK-voorraad)

Kit(s): 1

Bestellen

Voorraad checken

Prijs 1 Kit
108,58 € (excl. BTW) 131,38 € (incl. BTW)

Bekijk alle Crimping Kits

Figure 37: Insulated Terminal crimp kit

Bron: Rs-Online.com

2.5 Elektrische schema's:

2.5.1 Vermogenkring

De besproken componenten horen nu op de juiste manier aangesloten te worden. Deze aansluitingen zijn belangrijk voor het goede verloop van de simulator.

Zoals eerder besproken hebben we een scheiding tussen het main & auxiliary steering system ook op het elektrische deel. Omdat wij gebruik hebben gemaakt van een tweede elektromotor voor het simuleren van de main engine. Hier gaan we twee verschillende vermogenkringen opmaken die welliswaar identiek zijn aan elkaar.

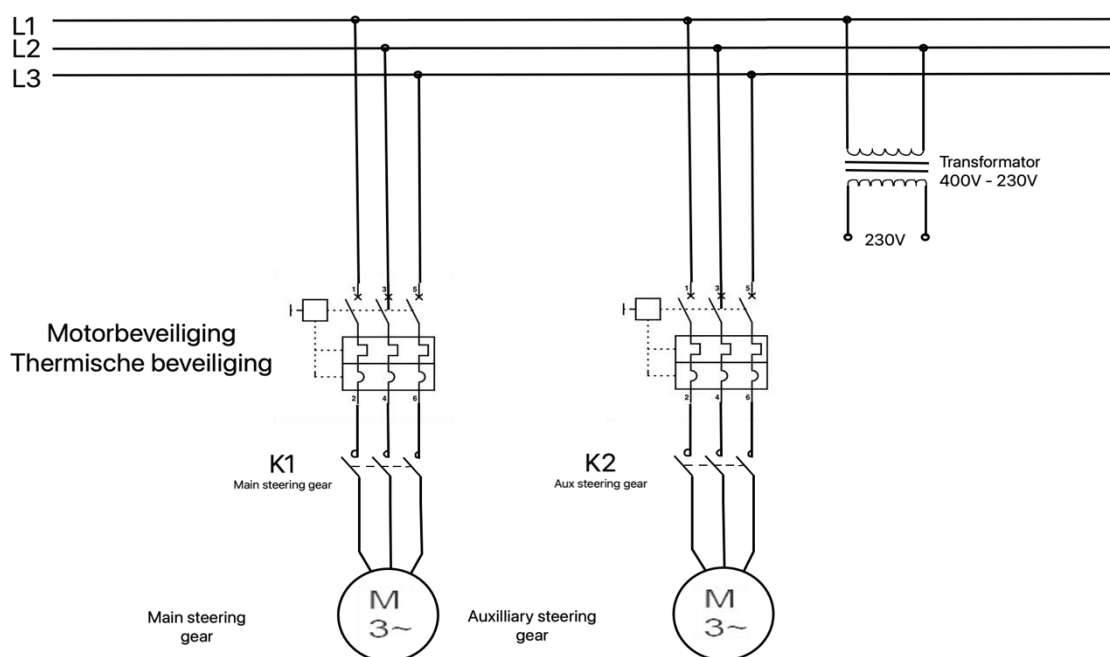


Figure 38: Vermogenkring

Bron: Eigen werk

Deze twee elektrische circuits moeten volgens de regels in de SOLAS Regel 30, van elkaar gescheiden zijn. Onze simulator is geen exacte kopie van het roer zoals deze zich aan boord zal bevinden. Aan boord zal de pomp van de main steering gear gevoed worden door de main engine en is er daar geen vermogenkring aanwezig. Deze is dan enkel aanwezig voor het auxiliary steering system. Om het praktisch haalbaar te maken op onze realisatie, hebben wij gekozen om deze kringen in één kast samen te brengen. Toch is het belangrijk deze regels in het achterhoofd te houden.

In deze vermogenkring zien we dat er afgetakt wordt van de 3 x 400V voeding. Dan gaan we als eerste door de motorbeveiliging, dat is de thermisch magnetische beveiliging gecombineerd met de overstroom. Deze beveiligt tegen overbelasting en kortsluitstromen. Hier kunnen we de Thermische grens gaan instellen (I_{nom}). Gevolgd door de contactor die de motor bedient. De behuizing van de motor (aarding) wordt aan de romp van het schip gehangen. Bij schepen wordt de scheepshuid en scheepsconstructie gebruikt als aardgeleider.

Scriptie: Realisatie roer van een binnenvaartschip

De vermogenkring hebben we twee maal nodig. Voor de auxiliary & main steering system. Deze zijn identiek aan elkaar en worden met hun eigen beveiliging en contactor geplaatst. We zien hier K1 voor de main steering & K2 bij de auxiliary steering system. Deze worden in de stuurkring aangestuurd.

2.5.2 Stuurkring

De stuurkring wordt aangesloten na de transformator en werkt op 230V. Eerst komen we door de noodstop. Deze is geplaatst in het begin van de schakeling om zeker te zijn dat deze alles uitschakelt wanneer hij bediend wordt. Gevolgd door de stop knop en de PLC stop sturen, die er voor moeten zorgen dat de pompen terug uitgeschakelt kunnen worden vanuit het PLC programma.

S1 is de startknop om de pomp van de main steering gear handmatig te starten, dit zal enkel van in de Engine Control room gebeuren. Op de brug gaat de PLC dit automatisch doen wanneer er in het programma gevraagd wordt om deze te starten. Overneem contacten staan parallel geplaatst over de drukknopen. Tussen de K1 contactor staat er nog een gesloten K2 contact, dit om te voorkomen dat de twee pompen op hetzelfde moment aan het draaien zijn. Rechts op de kring hebben we de 230V – 24V transformator. Deze zal het 24V circuit van voeding voorzien.

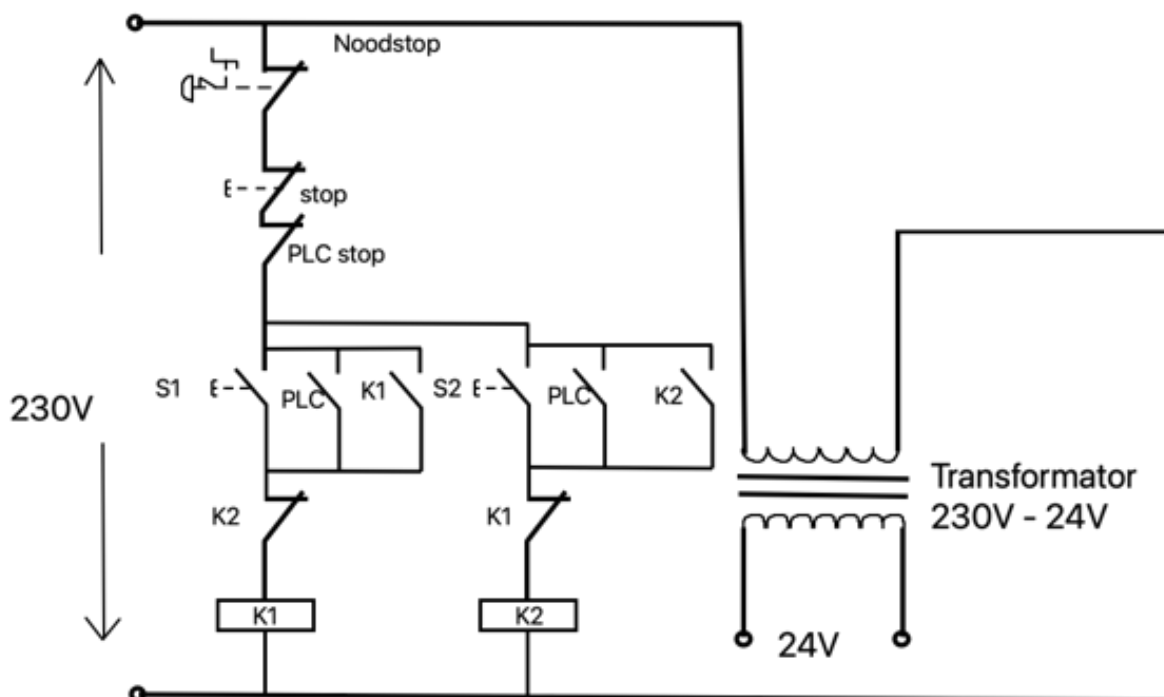


Figure 39: Stuurkring

Bron: Eigen werk

2.6 Hydraulisch schema:

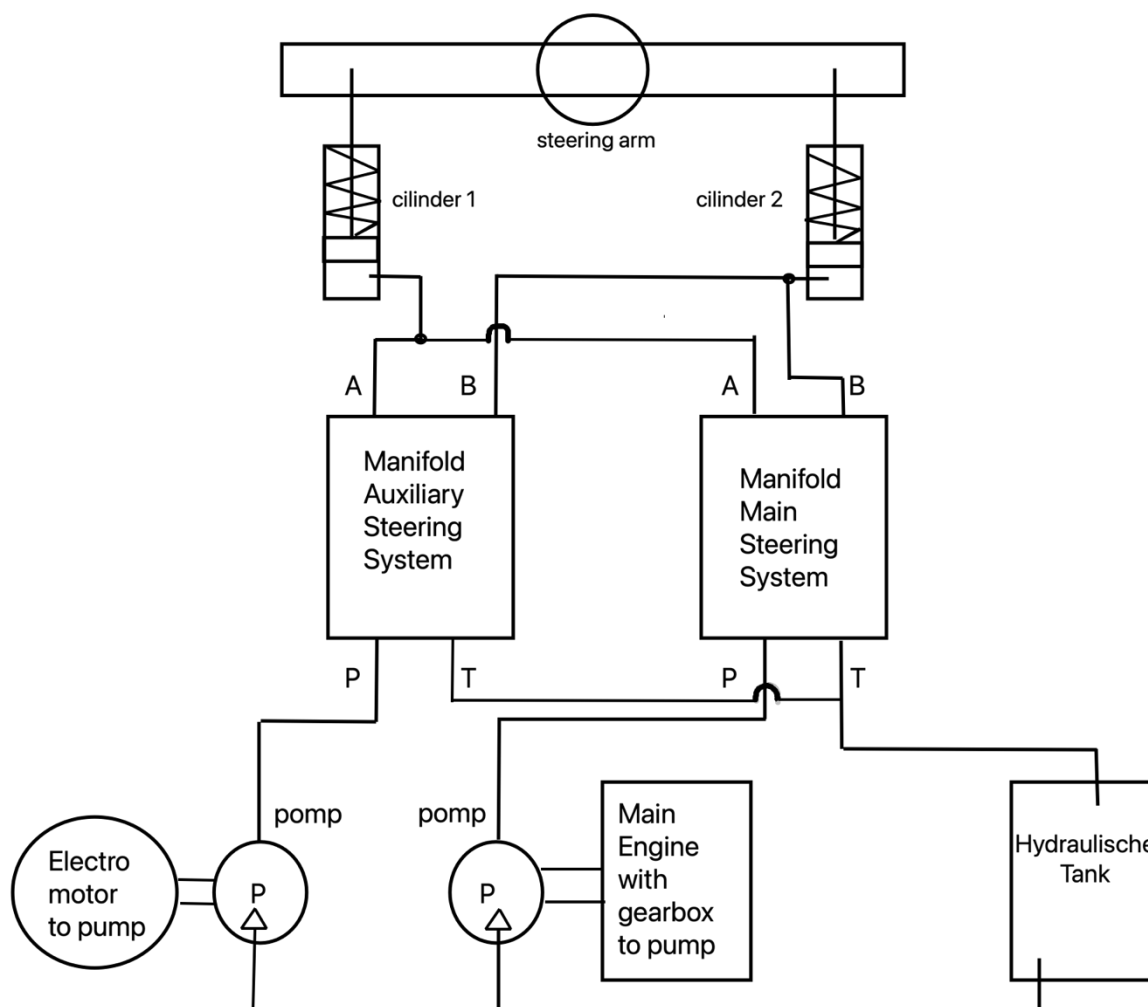


Figure 40: Hydraulisch schema

Bron: Eigen werk

Op bovenstaand schema kunnen we zien dat ons hydraulisch schema is opgedeeld in twee delen. Enerzijds het Auxiliary systeem anderzijds het main steering systeem. Deze twee hebben elk hun eigen manifold en pomp aandrijving. De main steering gear gaat de pomp aandrijven van de main engine met een gearbox tussen. Deze gearbox moet er voor zorgen dat het toerental hoog genoeg ligt om genoeg debiet uit de pomp te halen. Uit de datasheets van de “Lange Wapper” [2] kunnen we stellen dat het toerental van de main engine rond de 750 toeren ligt. Als dit bij ons systeem ook zo zou zijn dan hebben we een gearbox nodig die het toerental verdubbelt. Zo komen we ook aan de 1500 rpm.

Bij onze simulator is het niet mogelijk, een pomp aan te sluiten op de main engine. Hier gaan we de tweede elektrische motor gebruiken. Dit simuleert dan het gescheiden main & auxiliary steering system.

Besluit

In de inleiding werd reeds het toenemend belang van de binnenvaart en bijgevolg de correcte en veilige werking van het roer van een binnenvaartsschip aangehaald. In het begin van de opleiding studenten vertrouwd maken met de bouw-en werking van een roer draagt hiertoe bij. In deze scriptie werden allereerst de hydraulische componenten besproken waarbij we zagen dat het belangrijk is rekening te houden met de gegeven afmetingen van het schip, de vorm van het roer en de snelheden waarmee het schip vaart. Deze factoren spelen een grote rol als we de regels van de SOLAS [7] willen volgen.

Starten met het kiezen van een zuiger die conform is aan bovenstaande regels en verder opbouwen vanaf dit onderdeel is volgens ons een logische manier van werken. Wanneer dit in een andere volgorde gedaan wordt, is de kans immers groot dat er onderdelen niet compatibel zijn met de andere. Na het hydraulische deel zijn we gestart met het zoeken van de elektrische componenten. Hiervoor kozen we eerst een geschikte motor waarna we vervolgens alle andere elektrische componenten selecteerden die we hierop aansloten. Vervolgens hebben we de elektrische en hydraulische schema's opgesteld om met de gekozen onderdelen een werkende opstelling te vormen. Uit deze theoretische aanzet kan besloten worden dat het realistisch is een praktijkmodel van een roer van een binnenvaartschip te verwezelijken.

Bibliografie

- [1] D. J. Eyres (2006) *Ship Construction*. Elsevier.
- [2] DEME Group (z.d.) 'Datasheet Lange Wapper'.
- [3] European Parliament and Council of the European Union (2009) 'Directive 2009/15/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on common rules and standards for ship inspection and survey organisations and for the relevant activities of maritime administrations'. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:131:0047:0056:EN:PDF> (Geraadpleegd 20 september 2011).
- [4] General Secretariat of PIANC (z.d.) 'Analysis of cost of operating vessels on inland waterways'.
- [5] hydrauliek24.nl (2018) 'datasheet Hydraulische pomp'. hydrauliek24.nl
- [6] hydrauliek24.nl (z.d.) 'Hydrauliek24'. *hydraulische componenten*. www.hydrauliek24.nl
- [7] IMO (2022) 'International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974'. http://www.imo.org/Conventions/contents.asp?topic_id=257&doc_id=647
- [8] INE (2020) 'Inland Navigation Europe-Annual Report 2020-2021'. <https://www.inlandnavigation.eu/annual-report-2020-2021/>
- [9] Kobelt (2012) 'Kobelt Rudder Feedback Unit'. www.kobelt.com
- [10] Kobelt (2019) 'HM450 Accu-Steer Two-Speed Hydraulic Steering Manifold'. www.kobelt.com
- [11] Moeller (2005) 'Wiring Manual Automation and Power Distribution'.
- [12] 'RS-online' (z.d.) <https://benl.rs-online.com>
- [13] schneider (z.d.) 'Datasheet LC1D25P7'. rs-online.com
- [14] Sivaranjith (2018) 'Motor control Circuits'. *ForumAutomation.com*. <https://forumautomation.com/t/motor-control-circuits-types/3959>
- [15] Stefaan Bueken (z.d.) 'Auxiliary machines hydraulics'.
- [16] 'Transport accident statistics' (2014) https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Transport_accident_statistics&oldid=206375
- [17] Uddin, Md. I., Islam, M. R., Awal, Z. I. en Newaz, K. Md. S. (2017) 'An Analysis of Accidents in the Inland Waterways of Bangladesh: Lessons from a Decade (2005-2015)'. *Procedia Engineering*, 194, pp. 291–297. doi:10.1016/j.proeng.2017.08.148
- [18] Wiegemans, B. en konings, R. (2017) *Inland Waterway Transport: Challenges and prospects*.