



KONGSBERG



Designdokument		
PROSJEKT		
Signal Communication Unit		
OPPDRAAGSGIVER		
Kongsberg Maritime AS		
UTFØRT VED		
Høgskolen i Buskerud og Vestfold, avd. Kongsberg		
MEDLEMMER		
Marius Johanssen, Stefan Dasic, Eivind Nielsen, Armaan Kamboj & Dan Filip Solberg		
DOKUMENTHISTORIKK		
REVISJON	UTGITT	BESKRIVELSE
1	19.03.2015	Første offisielle utgave
2	12.05.2015	Andre offisielle utgave

Sammendrag

SCU er i hovedsak en IO-tester som skal kunne utføre forskjellige tester på Kongsberg Maritime sine moduler, RIO og Stahl. Boksen sin egenskap er i hovedsak at den kan sende og motta både analoge og digitale signaler. De digitale signalene er ganske enkelt kommunikasjon med logisk 1 og logisk 0, de analoge signalene er blant annet 4-20 mA, i tillegg til at boksen kan simulere en PT100 RTD-sensor. Boksen er utstyrt med, en 3.2" berøringsskjerm, to potensiometre, en vribryter og tre vippebrytere. Ut ifra dette har man anledning til å kunne justere og bytte mellom alle sløyfene. Vribryteren gir muligheten for å bytte mellom de forskjellige modusene på en enkel måte. Potensiometrene har hver sin funksjon. Første potensiometeret gir deg muligheten for å justere PT100, mens det andre kan man endre 4-20 mA-signalet. De tre vippebrytere kan enten sende logisk 1 og 0 eller teste brudd og kortslutning.

Abstract

SCU is an IO tester whose purpose is to perform various tests on Kongsberg Maritime's modules RIO and Stahl. The box's characteristic is essentially that it can send and receive both analog and digital signals. The digital signals are communication with 1 and 0, while the analog signals are a range of different signals like a 4-20 mA signal. In addition, the system can simulate the signal of a PT100 RTD sensor. The box is equipped with a 3.2" touchscreen, two potentiometers, a switch and three toggle switches. From this, the user has the opportunity to adjust and switch between all loops. The main switch provides the ability to switch between different modes in an easy way. The potentiometers each have their own function. The first potentiometer provides the ability to adjust PT100, while the second one can change the 4-20 mA signal. The three toggle switches can either send logic 1 or 0 and test circuit and- short circuit.

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Dokumenthistorie	6
2	Innledning	7
3	Kretsdesign.....	13
3.1	Digitalt inngangssignal med motstand (RIO)	13
3.1.1	Risikoanalyse	13
3.1.2	Hva har vi tenkt?	14
3.1.3	Generelt om kretsen	14
3.1.4	Effektregnskap	15
3.2	Digitalt inngangssignal med motstand (Stahl)	16
3.2.1	Risikoanalyse	16
3.2.2	Hva har vi tenkt?	16
3.2.3	Generelt om kretsen	17
3.2.4	Effektregnskap	18
3.3	Digitalt utgangssignal (RIO & Stahl)	19
3.3.1	Risikoanalyse	19
3.3.2	Generelt om kretsen	20
3.3.3	Effektregnskap	21
3.4	Analogt inngangssignal	22
3.4.2	To-tråds (RIO & Stahl)	22
3.4.3	Tre-tråds (RIO).....	23
3.4.4	Effektregnskap	26
3.5	Analogt utgangssignal (RIO & Stahl)	27
3.5.1	Risikoanalyse	27
3.5.2	Hva har vi tenkt?	28
3.5.3	Generelt om kretsen	28
3.5.4	Effektregnskap	29
3.6	Spenning 0-10 V	30
3.6.1	Risikoanalyse	30
3.6.2	Hva har vi tenkt?	31
3.6.3	Generelt om kretsen	32
3.6.4	Effektregnskap	33

3.7	RIO PT100-signal	34
3.7.1	Risikoanalyse	34
3.7.2	Hva har vi tenkt?	34
3.7.3	Generelt om kretsen	35
3.7.4	Effektregnskap	36
3.8	Digitalt inngangssignal uten motstand (RIO & Stahl).....	37
3.8.1	Risikoanalyse	37
3.8.2	Hva har vi tenkt?	37
3.8.3	Generelt om kretsen	38
3.9	Ytterligere kretser	39
3.9.1	Bryterkrets	39
3.9.2	Strømforsyning.....	43
4	Kretskort.....	44
4.1	Risikoanalyse.....	44
4.1.1	Kretsskjema	44
4.1.2	«Footprints».....	45
4.1.3	Design.....	46
4.2	Ferdigprodusert kretskort.....	46
5	Programmering	48
5.1	Innledning	48
5.2	Oppstartsfasen.....	48
5.3	Ferdigprodukt	49
5.4	Valg av kontrollenhet.....	50
5.5	Valg av display.....	51
5.6	Utfordringer	52
6	Boksdesign	54
6.1	Idéskisser.....	54
6.2	Beregninger.....	54
6.3	Utførelse	54
6.4	3D-modell.....	55
6.4.1	Versjon 0.1	55
6.4.2	Versjon 1.0	57
7	Oppgraderingsmuligheter.....	58

7.1	Digitalisering av analog inngangssløyfe	58
7.2	PT100	59
7.3	Mikrokontroller	60
7.4	Digitalisering av roterbarbryter	60
7.5	Analogt inngangssignal (Stahl)	61
7.6	Annen skjerm	61
7.7	Flere kanaler	62
7.8	0-10 V	62
8	Konklusjon	64
9	Referanser	65
10	Vedlegg	66
	Vedlegg 1: Visjonsdokument	67
	Vedlegg 2: Kravspesifikasjon	81
	Vedlegg 3: Testplan	87
	Vedlegg 4: Prosjektplan	104
	Vedlegg 5: Testrapport	135
	Vedlegg 6: Helse, miljø og sikkerhet (HMS)	172
	Vedlegg 7: Økonomidokument	177
	Vedlegg 8: Etteranalyse	188
	Vedlegg 9: Beskrivelse av aktiviteter	202
	Vedlegg 10: Forhold mellom krav og aktiviteter	205
	Vedlegg 11: Fremdriftsplan	206
	Vedlegg 12: Plan for FAT	209
	Vedlegg 13: Testmanual	211
	Vedlegg 14: Komponentliste	213
	Vedlegg 15: Kretsskjema	214
	Vedlegg 16: Kretskortutlegg	215
	Vedlegg 17: Timeføring	216
	Vedlegg 18: Importering av bilder til display	220
	Vedlegg 19: Datablad	223
	Vedlegg 20: Brukermanual	224
	Vedlegg 21: Brosjyre	225

1 DOKUMENTHISTORIE

REVISJON

Rev.	Skrevet av:		Sjekket av:		Godkjent av:		Beskrivelse:
	Dato	Sign.	Dato	Sign.	Dato	Sign.	
1	09.03.15	STD	19.03.15	DFS	19.03.15	MAR	Første utkast
2	24.03.15	EN	07.05.15	STD	11.05.15	MAR	Lagt til referanser Skriver om stabil arkitektur Lagt til oppgraderingsmuligheter Lagt til effektregnskap Lagt til brukerfunksjoner Oppdatert boksdesign

2 INNLEDNING

Som en avsluttende del av bachelorstudiet innen kybernetikk og mekatronikk ved Høgskolen i Buskerud og Vestfold, avd. Kongsberg, har prosjektgruppen gjennomført et omfattende hovedprosjekt for Kongsberg Maritime AS (heretter KM).

Gruppen bestod av til sammen fem studenter; fire elektro- og én datastudent. Prosjektet ble utført i perioden januar 2015 til mai 2015. Prosjektet ble delt opp i flere faser, hvor vi til å begynne med utførte forstudie og planlegging. Tiden i etterkant har bestått av å utrede teoretiske løsninger, design, testing og feilsøking, programmering og montering. Hele denne perioden ble dokumentert.

Resultatet av dette prosjektet skal gi Kongsberg Maritime AS et instrument som skal klare å simulere IO-kommunikasjonen Kongsberg Maritime sitt utstyr gjør med feltinstrumenter, sensorer og aktuatorer. Formålet med systemet vi skal fremstille er å gjøre det enklere for oppdragsgiver å teste IO-kommunikasjonen enhetene deres gjør, men også effektivisere den nåværende prosedyren.

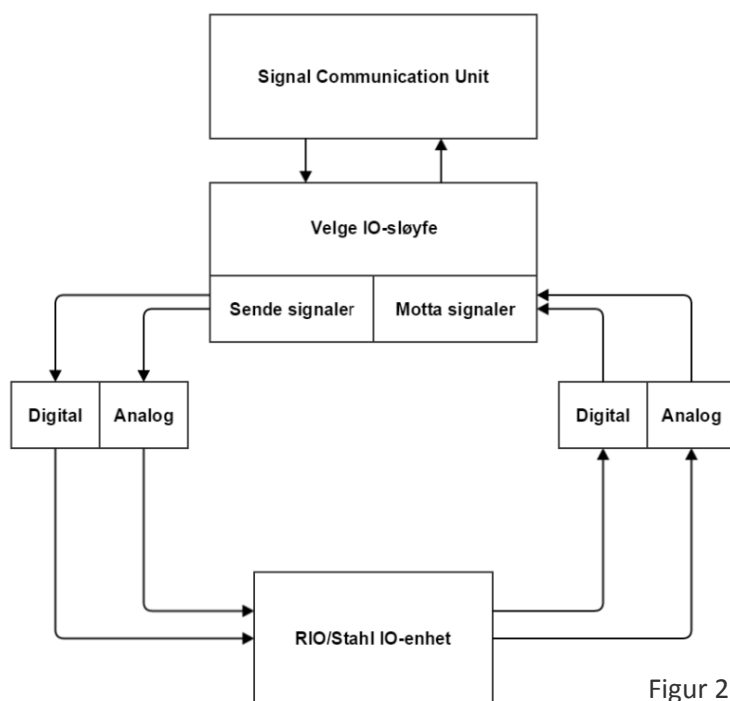
Kongsberg Maritime har dermed fremstilt en kravspesifikasjon. I denne har de stilt en rekke krav til produktet prosjektgruppen skal fremstille; dette er forskjellige krav til design, anvendelighet og funksjonalitet. I tillegg er det krav til fysisk størrelse, masse, forskjellige signaler som skal simuleres/leses i IO-sløyfene mm. I vedlegg 2: *Kravspesifikasjon* er samtlige krav til oppgaven beskrevet.

IO-modulene KM vil forenkle testprosedyrer på er henholdsvis RIO- og Stahl-moduler. RIO-modulene produseres av KM og kommer i flere versjoner. RIO-modulene kommuniserer med inn og utsignaler som er både digitale og analoge, prosjektgruppen har fått i oppgave å lage en boks som kan simulere eller lese disse signalene. Prosjektgruppen har fått utdelt en RIO-modul av typen RCU510 som i hovedsak er en sanntidskontroller. Denne brukes til å kontrollere deres systemer og brukes gjerne sammen med andre RIO-moduler som RDIOR, RMP, RSER med flere for IO-kommunikasjon i felt.

Stahl-modulene KM bruker fungerer på tilsvarende måte som RIO-modulene deres. Disse boksene brukes til IO-kommunikasjon, men Stahl-modulene har en boks til analog utgangssignal, analog inngangssignal, digitalt utgangssignal og digitalt inngangssignal. Samtlige av disse boksene ønskes å kunne testes fra den samme boksen som skal bli laget for testing av RIO-modulene. Den største forskjellen på RIO- og Stahl-modulene er at de sistnevnte er

eksplosjonssikre og brukes i områder med eksplosjonsfare fra for eksempel lett antenkelige gasser. Stahl-modulene vil derfor til enhver tid sørge for at effekten i hele kretsen er så lav at det ikke vil oppstå gnister som kan antenne denne gassen, noe som kompliserer testprosedyren.

For å illustrere hvordan IO-kommunikasjonen foregår kan man se for seg et scenario hvor en båt vil kjøre en propell konstant på 50 % av sin totale kraft. En sensor i felt vil da registrere den faktiske kraften propellen roterer og sende et tilsvarende signal til kontrollenheten i systemet, i dette tilfellet i form av et analogt signal. Deretter vil kontrollenheten kunne sende et analogt signal til en aktuator for å regulere denne propellen slik at den alltid kjører på 50 %, og videre øke eller minke kraften etter ønske. Hensikten med at boksen vår skal simulere eller lese disse signalene er så KM skal kunne teste at deres kontrollenheter vil klare å sende, eller oppfatte disse signalene riktig.



Figur 2-1: Blokkdiagram av systemet.

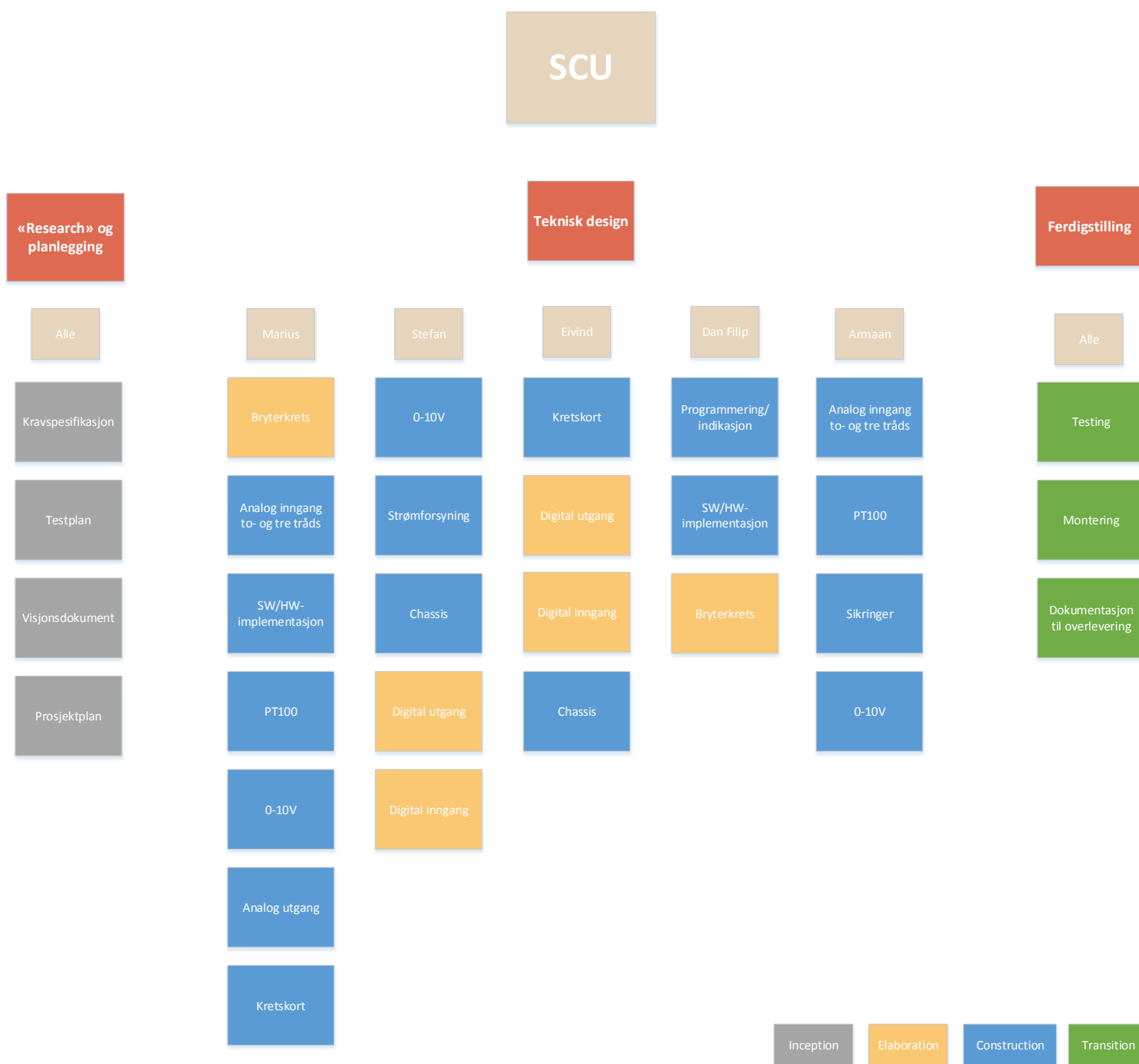
Blokkdiagrammet illustrerer prinsipielt hvordan systemet skal fungerer. Blokkdiagrammet illustrerer signalkommunikasjonen mellom studentgruppens boks og IO-modulene RIO og Stahl fra KM.

Vi hadde en visjon om hvordan løsningen av denne oppgaven skulle være; denne er beskrevet nærmere i vårt *Visjonsdokument*, vedlegg 1.

Da de forskjellige kravene var prioritert etter viktighet for å drifte systemet valgte gruppen å følge prosjektmodellen «Unified Process». Denne modellen er *agil*, har korte iterasjoner og består av å utvide funksjonaliteten på et system med forutsetningen at det er dannet en *stabil arkitektur*. Ut ifra dette ble arbeidsmetodikken planlagt og gruppen har arbeidet strukturert ved å sette seg mål for hver eneste iterasjon med innlevering på slutten. Vedlegg 4: *Prosjektplan* snakker mer om dette.

Kostnader har påløpt i løpet av hele prosjektet, og oppdragsgiver har ikke gitt gruppen noen budsjetttrammer. Forutsetningen har derimot vært at prosjektets kost skal holdes innenfor rimelighetens grenser etter prosjektgruppens beste vurdering. Gruppen har derfor prøvd å være så kosteffektive som overhodet mulig uten at dette skulle gå utover kvalitet. Det ble laget et budsjettestimat i starten av prosjektet, men det var vanskelig å gjøre en tilnærming før gruppen hadde fullstendig oversikt over hva som var forutsetningene for å dekke kravene. En mer detaljert oversikt over økonomien finnes i vedlegg 7: *Økonomidokument*.

Arbeidsfordelingen i prosjektet har vært jevn, og alle gruppemedlemmene har hatt forskjellige ansvarsområder, noe Fig. 2-2 viser.



Figur 2-2: Oversikt over arbeidsfordelingen.

Hovedkapitlene i dette dokumentet beskriver det tekniske aspektet av dette prosjektet, og skal gi leseren et innblikk i gruppens tankegang og fremgangsmåte som omhandler design og funksjonalitet til produktet. Vi har i dette dokumentet tatt for oss de forskjellige kravene for valg av funksjonalitet, oppbygging, testing, programmering og implementasjon.

I forkant av kretskonstruksjon ble det utført risikoanalyser til hver enkel sløyfe. Dette var for å kartlegge hvor faremomentene lå i prosjektet, hva det innebar hvis ting skulle gå galt og hvordan vi skulle unngå at disse feilene oppsto. Risikoanalyse har vært et nyttig verktøy for gruppen og alle analysene finnes i kapitlene prosjektgruppen anså det som relevant.

Fremgangsmåten som er brukt for å konstruere de forskjellige kretsene blir gjort rede for. Dokumentet vil beskrive hvordan hver enkelt av disse kretsene er bygget opp, hvordan vi har tenkt, hvilke komponenter vi har brukt og et kretsskjema til hver krets. Vi har tilegnet kretsene i en rekkefølge slik at implementasjonen mellom «hardware» og «software» gir best mulig resultat.

For å illustrere hvordan vi har løst dette, vil for enkelthets skyld kapittel 3.1 være modus 1 på enheten. Tilsvarende vil kapittel 3.2 vil være modus 2 osv. Hver modus vil også inneholde en «use-case», slik at brukeren får en oversikt over bruksfunksjoner i tilhørende modus.

Kretsene ble gjennomført på en slik måte at de vanskeligste A-krav og B-kravene ble fullført først, slik at vi dannet en *stabil arkitektur* for produktet. For at kravene skulle kvalifisere som fullførte måtte vi også teste disse kravene. Den stabile arkitekturen bygget vi på med flere og flere funksjoner utover i prosjektets faser, slik at produktet dekket flere og flere krav.

I dette dokumentet finnes også beregninger av effekten og strømmen i de forskjellige kretsene i systemet vårt. I hovedsak er formålet med dette å vise at systemet vårt tåler de forskjellige strøm- og spenningsforholdene det jobber under. Vi har i hovedsak benyttet oss av Ohms lov i kombinasjon med formlene for effekt, spenningsdelingsformel og Kirchhoffs lov for strøm og spenning.

Kretskonstruksjon skjedde stegvis og startet på brødbrett hvor de forskjellige kretsforslagene ble testet ut, endret og verifisert. Det har vært mye testing i dette prosjektet for å avdekke feil, samt verifisere produktets holdbarhet. Vedlegg 3: *Testplan* viser prosedyrene for testing, i tillegg til at man kan finne testresultater vedlagt i vedlegg 5: *Testrapport*.

Etter hvert som kretsene ble konstruert startet gruppen også å tegne kretsskjemaer for de forskjellige kretsene. Vi startet å finne mål på forskjellige komponenter og startet å designe såkalte «footprints» til kretskortet vårt. Når kretsene var på plass startet vi å arbeide med kretskortutlegget vårt. Først ble det designet et utlegg for betakortet, og deretter ble det endelige kretskortutlegget ferdig og sendt til produksjon. Endelig kretskortutlegg finnes i vedlegg 16.

Etter dette ble det laget en 3D-modell av boksen som deretter ble printet; systemet skulle implementeres i denne boksen. Forutsetningen for å lage boksen til produktet på en best mulig måte var at vi hadde nøyaktige mål på alt som skulle monteres inn i boksen, og derfor valgte vi å vente med å fullføre 3D-modellen til vi hadde målene på skjerm, potmetro, brytere og kretskort på plass.

Prosjektgruppen vil gjerne benytte anledningen til å takke alle de involverte fra Kongsberg Maritime AS og Høgskolen i Buskerud og Vestfold, samt andre ressurspersoner, for den hjelpen de har bidratt med. Gruppen ønsker å rette en spesiell takk til veilederne og sensorer: Sigmund Gudvangen, Petter Arne Mikalsen, Merethe Gotaas og Karoline Moholth.

3 KRETSDESIGN

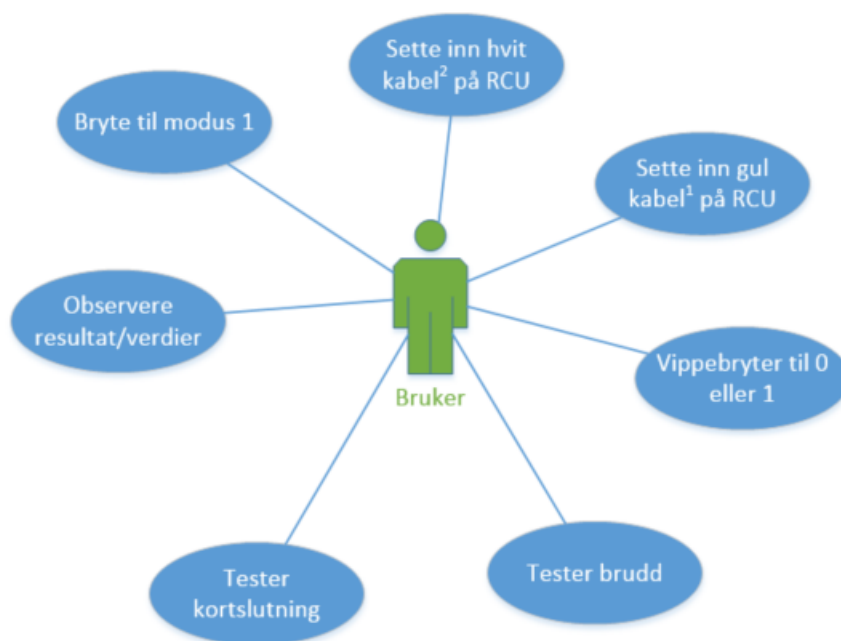
3.1 DIGITALT INNGANGSSIGNAL MED MOTSTAND (RIO)

3.1.1 Risikoanalyse

Siden dette er et minstekrav, ett A-krav, når det gjelder funksjonalitet, er det viktig å oppfylle kravet for at produktet skal gjøre det det skal. Kravets viktighet, og det at kravet igjen er forbundet med ytterligere krav, betyr at prosjektgruppen må arbeide med kretsen helt til den er unnagjort. Dette gir en nokså lav sannsynlighetsfaktor. Om prosjektgruppen likevel mislykkes, så er konsekvensene av utfallet enorme.

Tabell 3-1: Risikoanalyse for kretsen.

S	K	R	Kvalitetssikring
1	5	5	Sørge for at kretsen ikke påvirkes av noe eksternt under drift.



¹ Kabelen settes inn på terminal 1 på gitt kanal på RCU.

² Kabelen settes inn på terminal 3 på gitt kanal på RCU.

Figur 3-1: Bruksfunksjonene til DI /m motstand (RIO).

3.1.2 Hva har vi tenkt?

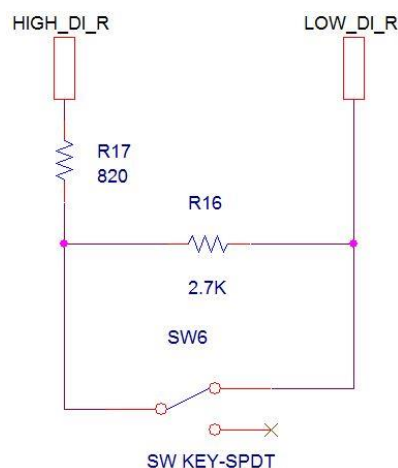
Vi får et 24 V-signal fra RIO-kortet. Dette skal i en løkke i vår krets og tilbake til RIO-kortet, og ut ifra hvor høyt signal RIO-kortet får tilbake vil den tolke dette som logisk 1 eller 0. Kretsen er derfor satt sammen av to motstandere og en bryter. En motstand på 2.7 k Ω er i parallell med bryteren og en 820 Ω -motstand er i serie med bryteren. Tanken er da at når bryteren er lukket vil 820 Ω -motstanden være den eneste som er i drift, da motstanden på 2.7 k Ω kortsluttes, dette tolkes som en logisk 1. Når bryteren er åpen vil disse to motstandene ligge i serie, da får vi en betydelig lavere strøm og dette tolkes som en logisk 0.

3.1.3 Generelt om kretsen

Denne kretsen skal bruke en realistisk spenningsverdi, og strømmen igjennom den ene eller begge motstandene vil da bestemme om signalet skal leses som en logisk 1 eller 0. Altså, når bryteren er lukket, får vi et spenningsfall på 24 V over 820 Ω motstanden noe som vil gi en relativt stor strøm og gi oss en logisk 1, og med bryteren åpen får vi det samme spenningsfallet men over 820 Ω og 2.7 k Ω i serie noe som vil gi oss en betydelig mindre strøm og logisk 0.

Tabell 3-2: *Komponenter brukt.*

Komponenter
Motstand, 820 Ω ¹
Motstand, 2.7 k Ω
Vippebryter (P2021B) ²

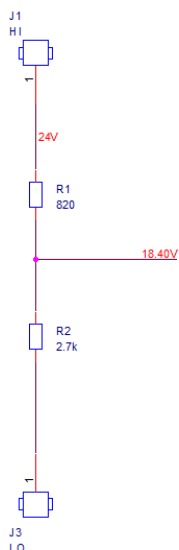


Figur 3-2: *Digitalt inngangssignal med motstand (RIO).*

¹ Lead (Pb)-free Thick Film, Rectangular Chip Resistors, 8/4-2005

² 7000 Miniature Toggle Switches

3.1.4 Effektregnskap



Figur 3-3: DI m/ motstand (RIO) – ekvivalent krets med bryter i lukket posisjon.

Tabell 3-3: Effektregnskap.

Komponent	Spenningsfall (V)	Strøm (mA)	Effekt (mW)
R1	5.6	6.79	38
R2	18.40	6.79	125
R _{TOT}	24	6.79	163

Med bryteren i åpen posisjon er det kun R1 som er aktuell:

Tabell 3-4: Effektregnskap med bryter i åpen posisjon.

Komponent	Spenningsfall (V)	Strøm (mA)	Effekt (W)
R1	24	29.16	0.7

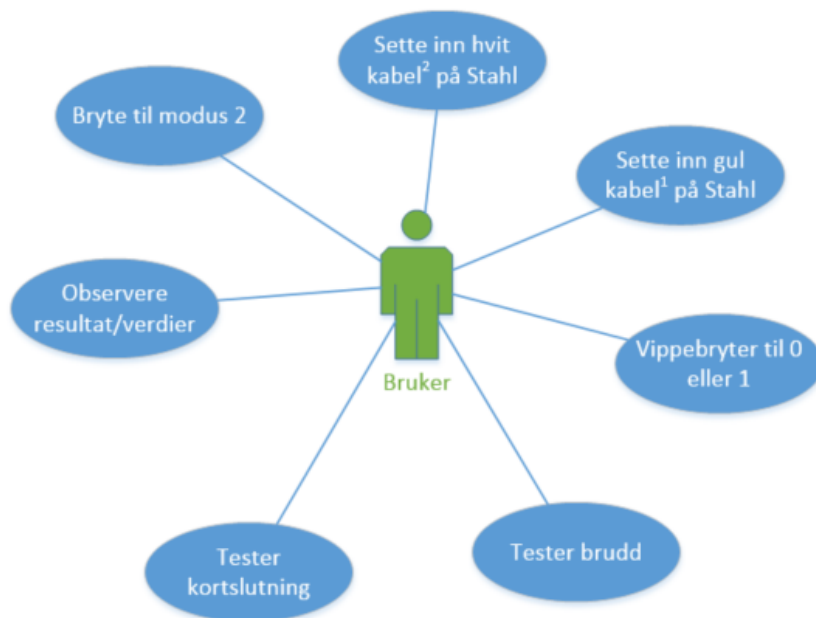
3.2 DIGITALT INNGANGSSIGNAL MED MOTSTAND (STAHL)

3.2.1 Risikoanalyse

Stahl digitalt inngangssignal er et C krav og er sånn sett ikke det mest essensielle signalet som skal simuleres, men det er et krav vi ønsker å få til. Før vi går i gang med å designe kretsen har vi en god plan på hvordan kretsen kan løses, så sannsynligheten for at vi ikke skal klare kretsen er liten.

Tabell 3-5: Risikoanalyse for kretsen.

S	K	R	Kvalitetssikring
1	2	2	Om kretsen krever mer tid eller er vanskeligere enn antatt kan den løses med jobbing en helg.



Figur 3-4: Bruksfunksjonene til DI m/ motstand (Stahl)

¹ Kabelen settes inn på terminal 1 på gitt kanal på Stahl DIM.

² Kabelen settes inn på terminal 2 på gitt kanal på Stahl DIM.

3.2.2 Hva har vi tenkt?

Vi får et høyt signal fra Stahl-kortet, som skal sendes gjennom motstander i en løkke og tilbake på lav inngang i Stahl-kortet. Stahl-kortet vil lese signalet som 1 eller 0 avhengig av strømmen den mottar i løkken; en bryter i løkken er derfor nødvendig. Vi har satt opp en 1.2 k Ω -motstand i serie med bryteren og en 15 k Ω -motstand i parallell med bryteren. På denne måten kan vi regulere strømmen i kretsen.

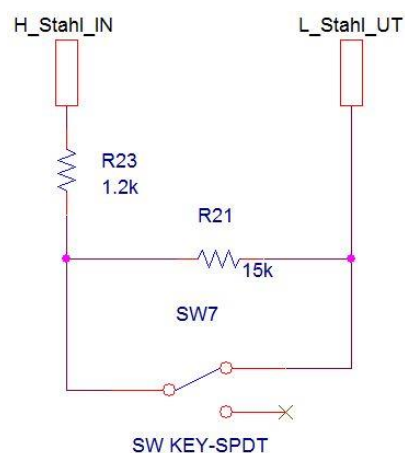
Denne kretsen vil ha samme funksjon som i RIO-kretsen. Når bryteren er lukket vil 15 k Ω -motstanden kortsluttes og vi vil da ha en større strøm gjennom 1.2 k Ω -motstanden, dette tolkes som en logisk 1. Når bryteren er åpen vil 15 k Ω -motstanden og 1.2 k Ω -motstanden ligge i serie, dette gir da mindre strøm og Stahl-kortet oppfatter dette som en logisk 0.

3.2.3 Generelt om kretsen

Kretsen består av to motstandere og en brytere. Kretsen er koblet opp som vist i Figur 3-2.

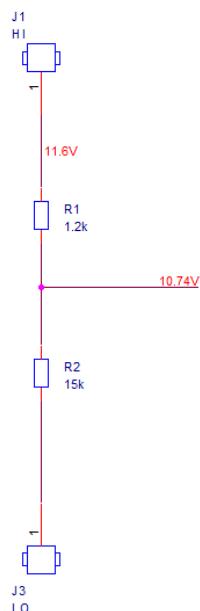
Tabell 3-6: Komponenter brukt.

Komponenter
Motstand, 1.2 k Ω
Motstand, 15 k Ω
Vippebryter (P2021B)



Figur 3-5: Digitalt inngangssignal med motstand (Stahl).

3.2.4 Effektregnskap



Figur 3-6: *D1 m/ motstand (Stahl) – ekvivalent krets med bryter i lukket posisjon.*

Tabell 3-7: Effektregnskap.

Komponent	Spenningsfall (V)	Strøm (mA)	Effekt (mW)
R1	0.86	0.71	0.61
R2	10.74	0.71	7.62
R _{TOT}	11.6	0.71	8.3

Med bryteren i åpen posisjon er det kun R1 som er aktuell;

Tabell 3-8: Effektregnskap med bryter i åpen posisjon.

Komponent	Spenningsfall (V)	Strøm (mA)	Effekt (mW)
R1	11.6	9.7	112

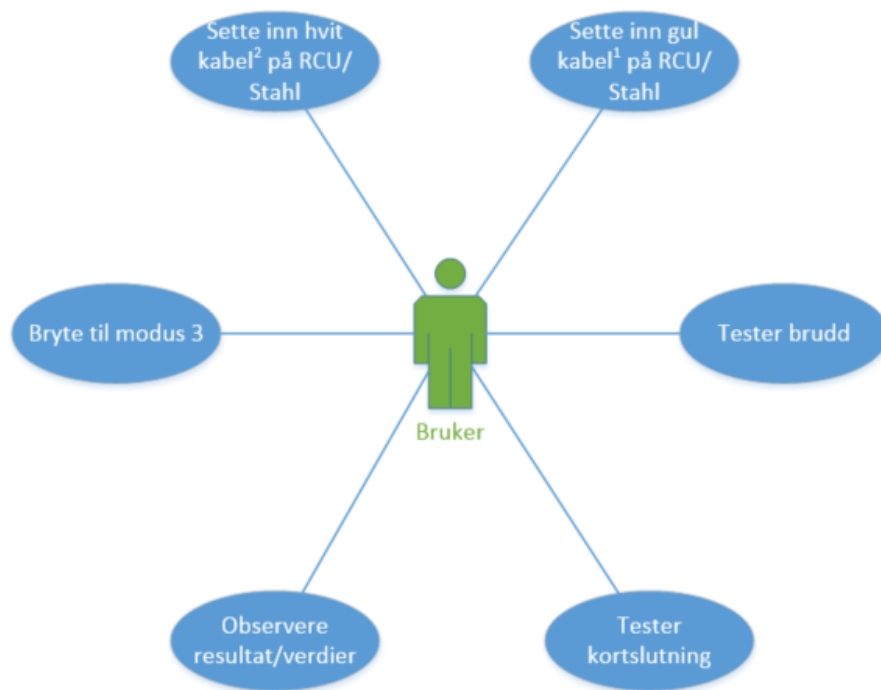
3.3 DIGITALT UTGANGSSIGNAL (RIO & STAHL)

3.3.1 Risikoanalyse

Siden dette er et minstekrav, ett A-krav, når det gjelder funksjonalitet, er det viktig å oppfylle kravet for at produktet skal gjøre det det skal. Kravets viktighet, og det at kravet igjen er forbundet med ytterligere krav, betyr at prosjektgruppen må arbeide med kretsen helt til den er unnagjort. Dette gir et nokså lav sannsynlighetsfaktor. Om prosjektgruppen likevel mislykkes, så er konsekvensene av utfallet enorme.

Tabell 3-9: Risikoanalyse for kretsen.

S	K	R	Kvalitetssikring
1	5	5	Sørge for at kretsen ikke påvirkes av noe eksternt under drift. Om nødvendig blir det satt av ekstra ressurser til å gjennomføre denne aktiviteten.



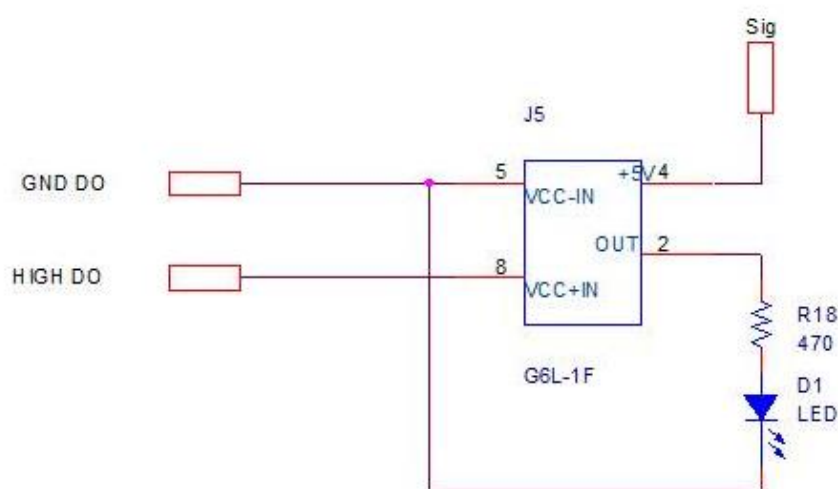
Figur 3-7: Bruksfunksjonene til DO (RIO og Stahl)

¹ Kabelen settes inn på terminal 1 på gitt kanal på RCU/Stahl DOM.

² Kabelen settes inn på terminal 2 på gitt kanal på RCU/Stahl DOM.

3.3.2 Generelt om kretsen

Denne kretsen skal kunne lese et digitalt signal som er simulert fra IO-kortet, men også ha mulighet for testing av kortslutning og brudd. Hensikten med kretsen er å kunne lage en sløyfe som har mulighet til å indikere digitalt utgangssignal fra RIO og Stahl modulene, henholdsvis logisk 1 og 0. Logisk 1 tilsvarer 24 V, dette vil lukke et reléet i sløyfen og en LED-lyspære vil starte å lyse. LED-en opererer med en spenning opp mot 5 VDC³, noe som hentes fra mikrokontrolleren og sendes gjennom en motstand på 470 Ω for økt levetid og behagelig lysstyrke. Reléet vil lukke seg på en spenning fra 10 VDC til 60 VDC⁴. Når man sender en logisk 0 fra RIO- eller Stahl-modulen vil LED-lyspæren slukke fordi reléet vil åpne seg, altså bryte koblingen mellom 5 VDC og LED-lyspæren.



Tabell 3-10: Komponenter brukt.

Komponenter
Motstand, 470 Ω
LED-lyspære
Relé G6L-1F

Figur 3-8: Digitalt utgangssignal (RIO & Stahl).

³ 557 Series High Intensity LED Panel for 11/16" Mounting Hole Watertight

⁴ Extremely Thin SPST-NO Flat Relay, One of the Thinnest Relays in the World

3.3.3 Effektregnskap

Den delen av reléet som er koblet til "HIGH" og "GND" har en effekt på 230 mW for RIO og 180 mW for Stahl. Dette er verdier som er hentet fra databladet til komponenten "G6L-1F".

Da det ikke står noe betydelig informasjon om LED-komponenten i databladet annet enn at den fungerer med 5 V har vi sett på dioden som en praktisk diodemodell. Altså har vi et spenningsfall på 0.7 V over denne. Vi har da tenkt at spenningen faller 4.3 V over 470 Ω -motstanden, mens de resterende 0.7 faller over dioden.

Tabell 3-11: *Effektregnskap.*

Komponenter	Spenningsfall (V)	Strøm (mA)	Effekt (mW)
R18	4.3	9.14	39
D1	0.7	9.14	6.4

3.4 ANALOGT INNGANGSSIGNAL

KM tester sitt analoge inngangssignal med 4-20 mA både med to- og tre tråder. Tre-tråds-kretsen er satt opp slik at den kan fungere med både to og tre tråder. Det vil derfor i utgangspunktet ikke være nødvendig for oss å ta i bruk to-tråds kretsen. Det vil likevel være et alternativ om problemer skulle oppstå med tre-tråds kretsen.

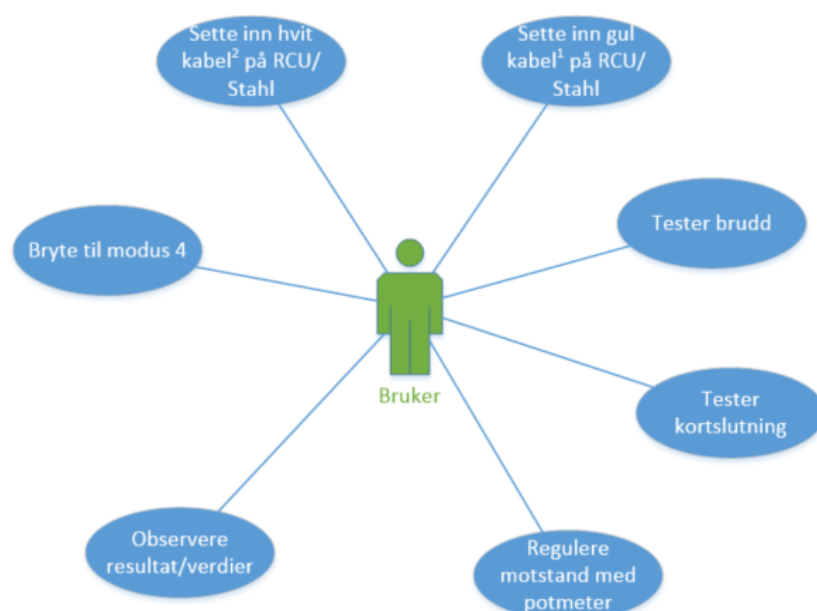
3.4.1.1 Risikoanalyse

De analoge signalene (spesielt til RIO) er blant de viktigste krav til funksjonalitet fra oppdragsgiver – om dette ikke er oppfylt vil ikke produktet gjøre det det skal. Det er derfor viktig å sette seg godt inn i kravet før man setter i gang arbeidet. Kravets viktighet og vanskelighetsgrad tilsier at prosjektgruppen må arbeide med kretsen i atskillige timer. Mange timer satt av gir også en nokså lav sannsynlighetsfaktor. Om prosjektgruppen likevel mislykkes, så er konsekvensene av utfallet store, men ikke katastrofale, da dette er B-krav (RIO) og C-krav (Stahl) fra oppdragsgiver

Tabell 3-12: Risikoanalyse for kretsen.

S	K	R	Kvalitetssikring
2	4	8	Legge av en del timer til planlegging og undersøkelser før kretsen påbegynnes. Sørge for at kretsen ikke påvirkes av noe eksternt under drift samt at tilstrekkelig med timer blir satt av til arbeid med kretsen.

3.4.2 To-tråds (RIO & Stahl)



Figur 3-9: Bruksfunksjonene til AI, to-tråds.

¹ Kabelen settes inn på terminal 1 på gitt kanal på RCU/Stahl AIM.

² Kabelen settes inn på terminal 3/(2) på gitt kanal på RCU/(Stahl AIM).

3.4.2.1 Hva har vi tenkt?

V_{IN} på pinne 2: I_{IN} i kombinasjon med motstanden R_{IN} styrer utgangsstrømmen IO som vi vil variere mellom 4 mA og 20 mA⁵. Et potmeter har blitt brukt for å regulere inngangsspenningen mellom 0 og 5 V, inngangsspenningen hentes fra Arduino.

3.4.2.2 Generelt om kretsen

XTR 117-komponenten skal generere 4-20 mA til strømsløyfen som dannes med IO-enheten til KM. IO-enheten til KM sender 24 VDC fra sin HSD-terminal (HIGH) på den respektive kanalen til pinne 7 på XTR (V+); dette er forsyningsspenningen til strømsløyfen. Inngangsspenningen, som nevnt i avsnittet over, reguleres ved hjelp av et 2 K Ω -potmeter⁶ som styrer utgangsstrømmen fra pinne 4 (IO) som går inn på Signal-terminalen (LOW) på RIO-enheten til KM som lukker strømsløyfen. Den eksterne transistoren BC107 er lagt til i henhold til databladet til XTR 117 for å drive signalet i strømsløyfen.

3.4.3 Tre-tråds (RIO)



Figur 3-10: Bruksfunksjonene til AI, tre-tråds.

¹ Kabelen settes inn på terminal 1 på gitt kanal på RCU.

² Kabelen settes inn på terminal 2 på gitt kanal på RCU.

³ Kabelen settes inn på terminal 3 på gitt kanal på RCU.

⁵ 4-20mA Current-Loop Transmitter, Texas Instruments

⁶ 7-8" (22.2 mm) Multi Turn Wirewound Potentiometer, Vishay, 30/7-2014

3.4.3.1 Hva har vi tenkt?

I likhet med to-tråds-kretsen, bruker vi her en komponent fra XTR-serien, i dette tilfellet stod det mellom XTR110 («through hole») og XTR111 (SMD) for å klare å sende 4-20 mA-signal i strømsløyfen. Grunnen til at vi har valgt disse komponentene er fordi de er ment til “3 wire transmission” og vil ikke bli forstyrret når det blir introdusert et jordpotensial; faktisk er komponenten avhengig av at jord er med for at den skal fungere. Vi har på samme måte som med XTR 117 tenkt at vi skal styre inngangen på komponenten slik at vi kan justere utgangsstrømmen i det respektive målområdet vi da har tenkt.

3.4.3.2 Generelt om kretsen

XTR111-komponenten er 4-20 mA-senderen vår, Vi styrer spenningen på pinne V_{in} for å regulere utgangen i det området vi vil. Utgangsstrømmen, inngangsspenningen og motstanden R_{set} henger direkte sammen, og utgangsstrømmen $I_o = 10 \left(\frac{V_{in}}{R_{set}} \right)$,⁷ så vi har valgt å bruke et V_{in} område mellom 0-5 V. Da henter vi 5 V fra mikrokontrolleren og justerer den med et 2 K-potmeter, hvor 5 V på V_{in} skal tilsvare 20 mA ut, og har ut ifra dette beregnet R_{set} -verdien. En annen fordel med XTR-komponenten er at den tåler en forsyningsspenning opp til 44 V som er, med veldig god margin, over den forsyningsspenningen vi henter fra IO-modulene til Kongsberg Maritime.

Formel 1

Videre er det koblet inn to transistorer, en P-kanals MOSFET og en PNP BJT⁸. MOSFET-en er i hovedsak en driver, og BJT-en er der for å beskytte ved eventuell overstrøm. Hvis spenningen på «source»-inngangen på MOSFET-en⁹ blir for stor vil BJT starte å lede og kortslutte kretsen for å beskytte.

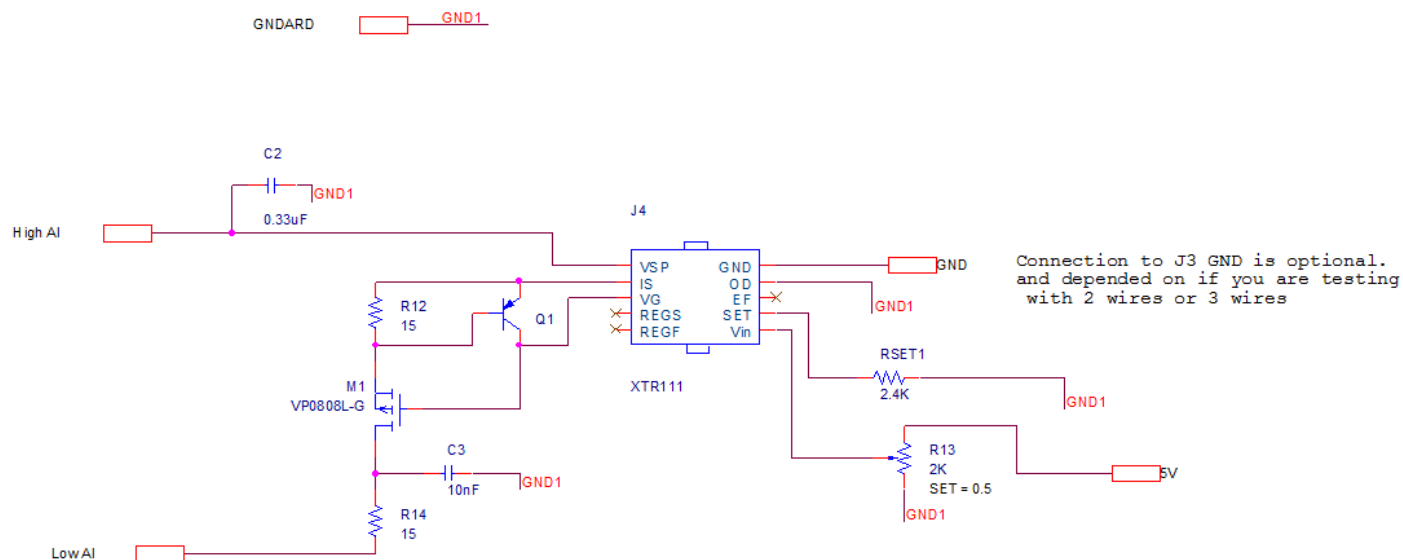
Tabell 3-13: Komponenter brukt.

Komponenter
Potmeter, 2 kΩ
BJT-transistor (BC856B)
XTR111 (4-20 mA-transmitter)
MOSFET (VP0808L-G)

⁷ Precision Voltage-to-Current Converter/Transmitter, Texas Instruments, 11-2006

⁸ Surface Mount General Purpose Si-Epi-Planar Transistors Si-Epi-Planar Universaltransistoren für die Oberflächenmontage, Diotec, 7/11-2011

⁹ P-Channel Enhancement-Mode Vertical DMOS FETs , Supertex inc, 2013



Figur 3-11: Analogt inngangssignal (RIO & Stahl), to- og tre tråds.

Begrunnelsen på hvordan vi landet på den valgte komponenten er vist under:

Tabell 3-14: Pugh-matrise.

Kriterier	Vektlagt (1-10)	XTR110	XTR111	XTR105	XTR117	DAC	Potmeter
Nøyaktighet	10	-	+	-	+	+	S
Implementasjon	9	+	+	S	S	+	-
Kostnad	5	S	S	S	S	+	S
Størrelse	5	S	S	S	S	+	-
Forventet levetid	3	S	S	S	S	S	+
Total +		1	2	0	1	4	1
Total -		1	0	1	0	0	2
Total sum		0	2	-1	1	4	-1
Total vektlagt +		9	19	0	10	29	3
Total vektlagt -		10	0	10	0	0	14
Total vektlagt sum		-1	19	-10	10	29	-11

3.4.4 Effektregnskap

Effektregnskapet er gjort på kretsen som bruker en XTR111-«transmitter» og ikke XTR117-«transmitteren», da vi gikk bort fra denne kretsen.

MOSFET VP0808L vil ikke få mer enn 6 V på sin “Gate”-inngang; dette er spenningen som skrur den på. Videre skal denne MOSFET-en drive 4-20 mA ut til «LOW»-utgangen. Spenningen fra IS på XTR111-komponenten skal aldri bli lavere enn $V_{CC}-6.5$ V, altså 17.5 V. I den neste tabellen vil vi derfor ta for oss den totale effektutviklingen på utgangen til XTR-komponenten, altså fra IS til «LOW»;

Ser fra denne tabellen at den totale effektutviklingen på utgangen av XTR kan variere mellom 70 mW – 480 mW. MOSFET-en som er en TO-92-pakke er mer vanskelig å kjøle, men denne tåler opp til 1 W og vi ser at vi har god margin her.

Tabell 3-15: *Effektregnskap.*

Spenningsfall (V)	Strøm (mA)	Effekt (mW)
24	4	96
24	20	480
17.5	4	70
17.5	20	350

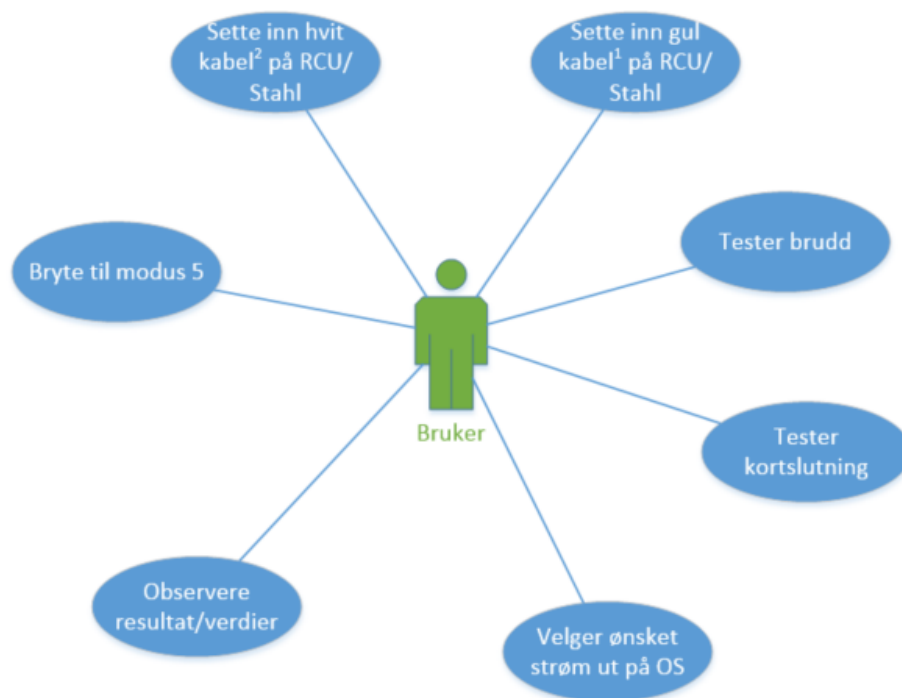
3.5 ANALOGT UTGANGSSIGNAL (RIO & STAHL)

3.5.1 Risikoanalyse

RIO analogt utgangssignal er en viktig del av kravene til oppgaven. Det er viktig at vi klarer å lage en slik kretsløkke. Sannsynligheten for at vi ikke skal klare å lage en tilfredsstillende kretsløkke er veldig liten; kretsen blir påbegynt tidlig i prosjektet og vil bli prioritert om vi begynner å få problemer.

Tabell 3-16: Risikoanalyse for kretsen.

S	K	R	Kvalitetssikring
1	4	4	Fordele ressurser slik at kretsen blir fullført tidlig i prosjektet.



Figur 3-12: Bruksfunksjonene til AO (RIO og Stahl).

¹ Kabelen settes inn på terminal 1 på gitt kanal på RCU/Stahl AOM.

² Kabelen settes inn på terminal 2 på gitt kanal på RCU/Stahl AOM.

3.5.2 Hva har vi tenkt?

Strømmen som RIO og Stahl modulene leverer ønsker vi å skrive ut på en skjerm. Det første vi måtte tenke på var hvordan vi på en enkel måte kan måle strømmen med vår mikrokontroller, slik at vi kan skrive resultatet på skjermen. Mikrokontrolleren vi bruker har porter laget til AD-konvertering med spenning 0-5 V.

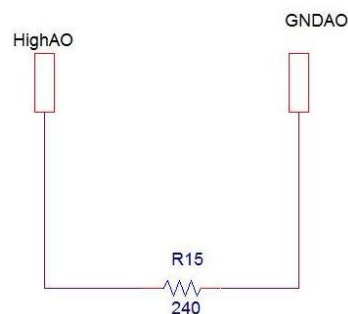
Tilsvarende XTR komponentene som ble brukt til å sende 4-20 mA fantes det også mottakere som skulle avlese et slikt signal i en strømsløyfe. Vi prøvde å bruke en slik mottaker, noe som ga et greit resultat, men med litt linearitetsfeil. Linearitetsfeil kan kompenseres for i software, men for å gjøre kretsen så enkel som mulig valgte vi å bruke én motstand; Vi beregnet at en motstand med verdi $240\ \Omega$ vil tilsvare en spenning fra 1-5 V, noe vi kan konvertere i mikrokontrolleren til strøm igjen og skrive resultatene ut på en skjerm. Resultatene ble også lineært.

3.5.3 Generelt om kretsen

Kretsen består av en motstand på $240\ \Omega$ som er koblet inn i en løkke med RIO-kortet fra høyt signal til jord. Mikrokontrolleren er koblet inn rett før $240\ \Omega$ -motstanden, slik at den vil måle spenning fra 1-5 V.

Tabell 3-17: Komponenter brukt.

Komponenter
Motstand, $240\ \Omega$



Figur 3-13: Analogt utgangssignal (RIO & Stahl).

Begrunnelsen på hvorfor vi har valgt 240 Ω er vist i matrisen:

Tabell 3-18: *Pugh-matrise.*

Kriterier	Vektlagt (1-10)	240 Ω	Mottaker
Nøyaktighet	10	+	S
Implementasjon til mikrokontroller	7	+	s
Kostnad	5	+	-
Størrelse	4	S	S
Forventet levetid	6	+	S
Total +		4	0
Total -		0	1
Total sum		4	-1
Total vektlagt +		28	0
Total vektlagt -		0	5
Total vektlagt sum		28	-5

3.5.4 Effektregnskap

Her går det en strøm fra «HIGH» til «GND» igjennom R15 som varierer mellom 4-20 mA.

Tabell 3-19: *Effektregnskap.*

Strøm (mA)	Spenningsfall (V)	Effekt (mW)
4	0.96	3.84
20	4.8	96

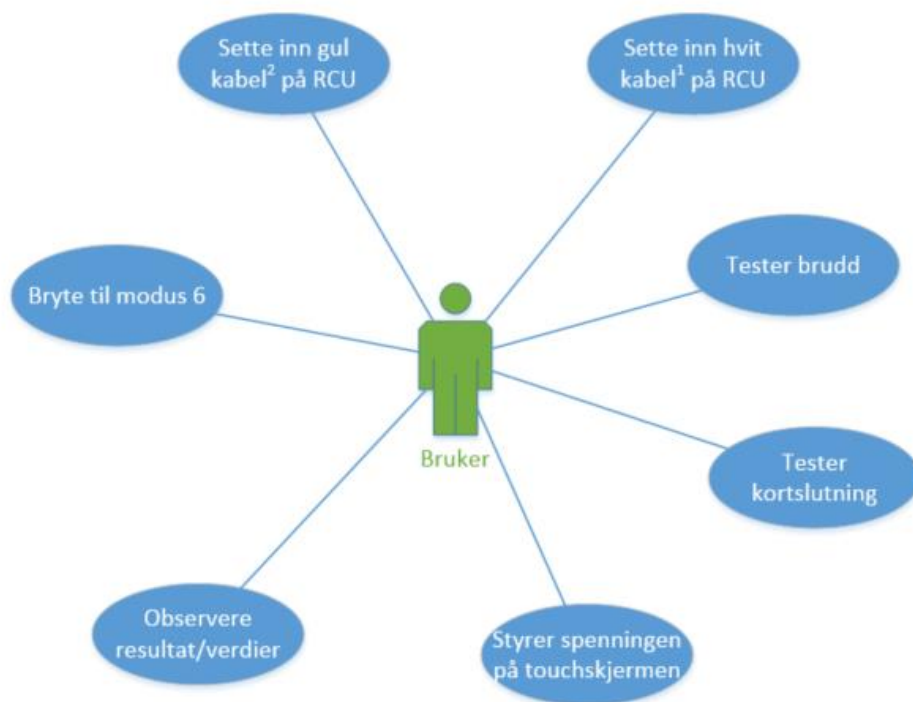
3.6 SPENNING 0-10 V

3.6.1 Risikoanalyse

Denne kretsen er et D-krav fra oppdragsgiveren, hvilket betyr at kretsen ikke kommer til å prioriteres om tiden blir knapp. Det er heller ingen krise om denne kretsen ikke er med på sluttproduktet. I så tilfelle kan prosjektet likevel fullføres tilfredsstillende, som betyr at konsekvensen får en lav verdi i denne analysen. Vi ønsker allikevel å ta utfordringen med denne kretsen om gjenstående tid etter at krav med høyere prioritering er ferdigstilt tilsier at det er mulig.

Tabell 3-20: Risikoanalyse for kretsen.

S	K	R	Kvalitetssikring
3	2	6	Vi kan planlegge godt, slik at vi har tid til å jobbe med denne kretsen.



¹ Kabelen settes inn på terminal 3 på gitt kanal på RCU-en.

² Kabelen settes inn på terminal 2 på gitt kanal på RCU-en.

Figur 3-14: Bruksfunksjonene til 0-10 V.

3.6.2 Hva har vi tenkt?

Vår teori går ut på at vi sender digitale signaler serielt til en DA-konverter (DAC). Om dette stemmer i praksis, skal bitsverdiene vi sender kunne bestemme spenningen som går ut fra konverteren. For eksempel tar vår DAC 12 bits. Ut ifra 12 enere som bitsverdi, sendes det ut maksimal spenning, mens 12 nullere gir minimal spenning. Siden bitslengden er 12, vil det gi oss desimalt 0 – 4095 oppløsning. Med dette tallet kan vi enkelt regne ut bitsverdiene vi trenger å sende ut for å oppnå ønsket spenning. Denne vil gå videre til LOW-kanalen på RCU-en.

Skal DAC fungere fra 0-10 V må vi ha en referanse spenning in til DAC på minimum 10 V, vi vil ligge litt over det og legger oss på 12 V. Referanse inngangen på DAC tåler en spenning på 2.7 V¹⁰ mindre enn det vi kobler V_{CC} til, da ønsker vi en klaring på minimum 3 V, så vi må koble V_{CC} til 15 V.

V_{CC}-inngangen på DAC, kobles til en spenningsdelingskrets som består av en motstand på 820 Ω og 1.5 kΩ, 24 V er koblet på 820 Ω (R1) motstanden og 1.5 kΩ (R2) er koblet til jord. Gitt av formelen $V_{out} = \left(\frac{R2}{R1+R2} \right) V_{in}$ vil vi kunne hente ut 15.51 V mellom motstandene. På grunn av indre motstand i DAC vil spenningen synke til omtrent 15 V.

Formel 2

Vi hadde også en «plan B» som gikk ut på å bruke to spenningsregulator (linear omformere) selve regulatorene ville hatt behov for kjøleelement. Da ville vi brukt et potmeter til å regulere spenningen fra 0-10 V.

Om ingen av de to planene fungerte slik vi har sett det for oss, og for sikkerhetsskyld, har vi kommet opp med en «plan C». Denne vil eventuelt inneholde en spenningsdelingskrets som ble regulert av et potmeter og en kjent motstand, men da måtte vi også tatt hensyn til indre motstand i RIO-kortet. Dette er en mer ustabil løsning som lettere ville blitt påvirket av elementer utenfor kretsen.

¹⁰ Complete Single Supply 12-Bit Voltage Output DAC in SO-8 Linear Technology

Tabell 3-21: Pugh-matrise.

Kriterier	Vektlagt (1-10)	DA-konverter	Potmeter
Nøyaktighet	8	S	S
Behov for kjøleelement	3	S	S
Implementasjon med "software"	7	+	S
Digitalt styrt	5	+	–
Kostnad	4	S	–
Størrelse	4	S	–
Forventet levetid	6	S	+
Total +		2	1
Total -		0	3
Total sum		2	-2
Total vektlagt +		12	6
Total vektlagt -		0	13
Total vektlagt sum		12	-7

3.6.3 Generelt om kretsen

Kretsen består tre innganger fra Arduino¹¹ til DAC (heretter LTC1257) samt én input fra spenningskilden. Referansespenningen på LTC1257, altså pinne nummer 6 i tegningen er koblet til 12 V, som den mottar fra en 24 V til 12 V DC-omformer¹². V_{CC} på LTC1257 er koblet til 15 V mellom R32 og R33 i spenningsdelingskretsen. LTC1257 vil konvertere bits fra Arduino-en og sende ut analoge signaler til LOW-kanalen på RIO-kortet.

¹¹ DC/DC-Converter R-78xx-0.5 Series , Innoline, 27/3-2007

¹² Arduino MEGA 2560

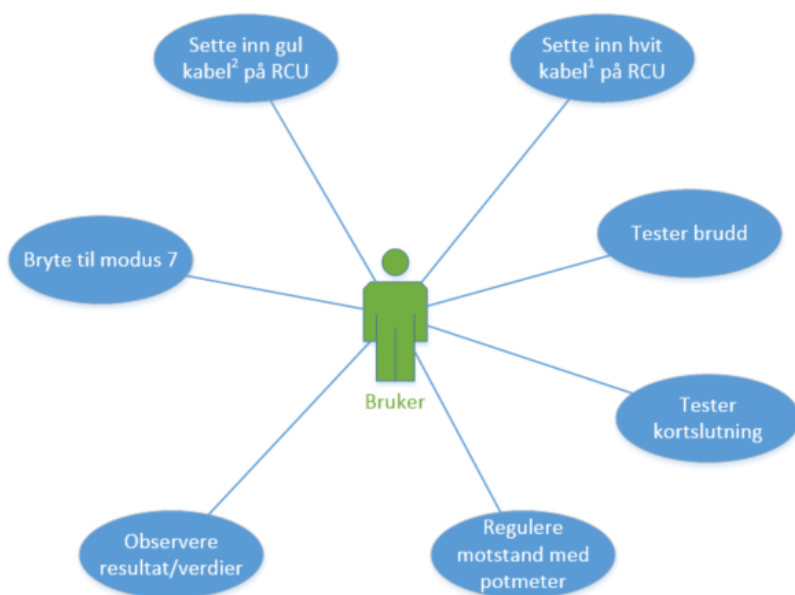
3.7 RIO PT100-SIGNAL

3.7.1 Risikoanalyse

PT100 er en temperatursensor (RTD) som baserer seg på å endre resistansen ut ifra temperaturen den er utsatt for. Vi skal kunne simulere et slikt signal, noe vi tenker ikke skal være så altfor vanskelig å utføre. Samtidig er dette et D-krav og kommer ikke til å prioriteres om tiden blir knapp. Det er heller ingen krise om denne sløyfen ikke er med i kretsen.

Tabell 3-24: Risikoanalyse for kretsen.

S	K	R	Kvalitetssikring
2	2	4	Vi kan planlegge godt, slik at vi har tid til å jobbe med denne kretsen.



¹ Kabelen settes inn på terminal 1 på gitt kanal på RCU.

² Kabelen settes inn på terminal 3 på gitt kanal på RCU.

Figur 3-16: Bruksfunksjonene til PT100.

3.7.2 Hva har vi tenkt?

Ettersom PT100 er en temperatursensor som baserer seg på å endre resistansen, måtte vi ha noe vi lett kunne endre resistansen på manuelt. Måleområdet til PT100 på Kongsberg Maritime sin «software» er fra 0 – 320 Ω , men siden 320 Ω ikke er en standard verdi har valget falt på et

500 Ω -potmeter, da dette dekker hele måleområdet. Videre har vi tenkt at signalet som går fra høy til lav igjennom potmeteret skal inn på en av de analoge pinnene på Arduino, hvor spenningen inn på denne pinnen tilsvarer en ohmsk verdi, denne ohmske verdien tilsvarer da også en temperatur som vi også vil skrive ut på vår skjerm. Forholdet mellom den ohmske verdien er gitt av funksjonen $Y = 0.385X + 100$, hvor Y er den ohmske verdien og X er temperatur i grader celsius. Ser ut ifra denne funksjonen at ved 0 grader vil den ohmske verdien være lik 100 Ω , derav navnet også PT100. Ser også at for en ideell PT100 uten linearitetsfeil vil resistansen øke med 38.5 Ω per 100 grader celsius. Denne funksjonen benyttes i algoritmen i koden for å konvertere fra ohm til grader.

3.7.3 Generelt om kretsen

Kretsen består av et potmeter på 500 Ω koblet i en sløyfe fra HIGH- til LOW inngangen på RIO-modulen. Signalet som kobles inn i LOW er også koblet inn i en operasjonsforsterker for å forsterke dette signalet slik at Arduino klarer å lese dette signalet. Operasjonsforsterkeren (LM7301) opererer med både "Single supply" og "dual-supply" som vil si at vi kan forsyne op-ampen med en enkel positiv forsyningsspenning noe som passer bra med tanke på strømforsyningen vi har fått fra KM.¹³

Vi har koblet den positive forsyningsspenningen på 10 V til V₊ og koblet jord til V₋-pinnen. Forsterkeren er koblet som en ikke-inverterende forsterker. Vi vil ha maks 5 V ut og signalet fra RCU gjennom potmeteret på inngangen. Vi har da tilbakekoblet igjennom en spenningsdeler slik det gjøres i en ikke-invertert forsterkertilkobling og utgangsspenningen er gitt som:

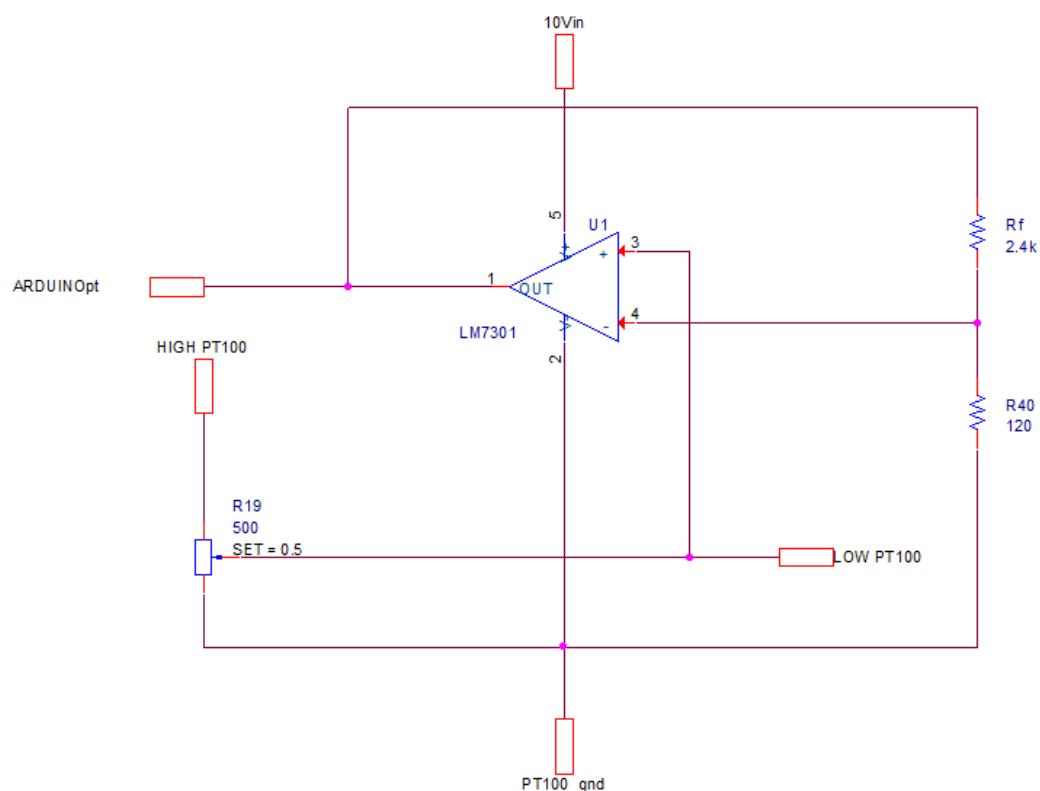
$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_f}{R_{40}}\right) V_{in}$$

Formel 3

Tabell 3-25: Komponenter brukt.

Komponenter
Potmeter, 500 Ω – Vishay 534 Series
LM7301 (op-amp)
Kondensator (0.1 μ F)

¹³ LM7301 Low Power, 4 MHz GBW, Rail-to-Rail Input-Output Operational Amplifier in TinyPak™ Package, National Semiconductor, 08-1999



Figur 3-17: RIO PT100-signal.

3.7.4 Effektregnskap

Strømmen gjennom potmeteret i denne kretsen som går videre til operasjonsforsterkeren er veldig stor, men operasjonsforsterkeren har en veldig stor inngangsimpedans som da vil si at strømmen vil bli tilnærmet lik 0 inn til operasjonsforsterkeren. Her har det kun blitt beregnet maks effektutvikling; da måler vi 1.2 V over potmeteret som viser 1.25 Ω som videre gir 4.8 V på utgangen på operasjonsforsterkeren.

Tabell 3-26: Effektregnskap

Komponent	Spenningsfall	Strøm	Effekt
R19	1.2V	0.96A	1.152W
R _f	4.58V	1.90mA	8.70mW
R40	0.22V	1.90mA	0.42mW
R _{TOT} (tilbakekobling)	4.8V	1.90mA	9.1mW

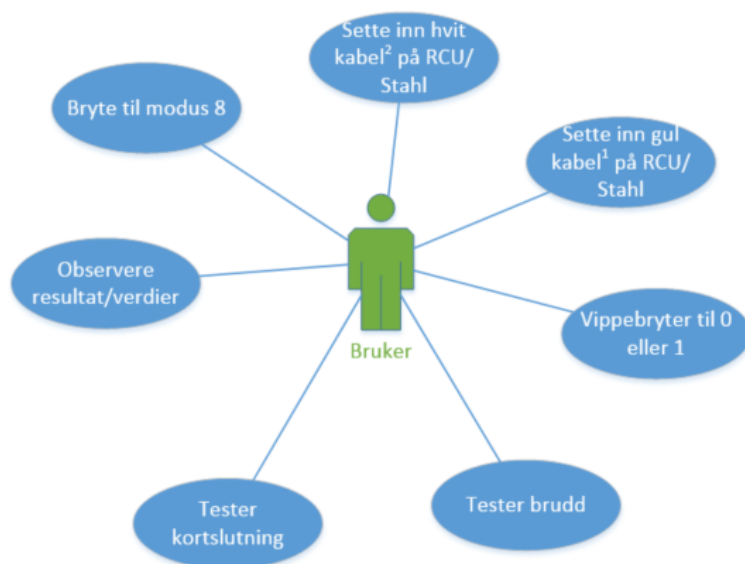
3.8 DIGITALT INNGANGSSIGNAL UTEN MOTSTAND (RIO & STAHL)

3.8.1 Risikoanalyse

Siden dette er et minstekrav, ett A-krav, når det gjelder funksjonalitet, er det viktig å oppfylle kravet for at produktet skal gjøre det det skal. Kravets viktighet, og det at kravet igjen er forbundet med ytterligere krav, betyr at prosjektgruppen må arbeide med kretsen helt til den er unnagjort. Dette gir en nokså lav sannsynlighetsfaktor. Om prosjektgruppen likevel mislykkes, så er konsekvensene av utfallet katastrofale, og vil påvirke hele prosjektet.

Tabell 3-27: Risikoanalyse for kretsen.

S	K	R	Kvalitetssikring
1	5	5	Sørge for at kretsen ikke påvirkes av noe eksternt under drift.



Figur 3-18: Bruksfunksjonene til DI (RIO og Stahl).

¹ Kabelen settes inn på terminal 1 på gitt kanal på RCU/Stahl DIM.

² Kabelen settes inn på terminal 3/(2) på gitt kanal på RCU/(Stahl DIM).

3.8.2 Hva har vi tenkt?

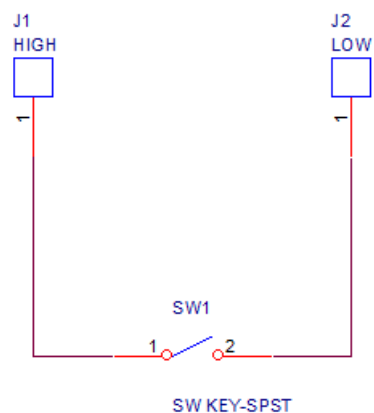
Denne kretsen skal sende et digitalt signal inn på den respektive kanalen på IO-enheten, i form av 1 eller 0, hvor 1 tilsvarer 24 V og 0 tilsvarer 0 V. Dette for å verifisere at IO-enheten mottar det samme signalet som vi sender.

3.8.3 Generelt om kretsen

I denne kretsen representerer spenningskilden IO-enheten; denne er koblet på en bryter. Når kretsen er lukket vil vi sende 24 V i sløyfen, men ved åpen krets vil det være 0 V i kretsen.

Tabell 3-28: Komponenter brukt.

Komponenter
Bryter 7201SYZBES



Figur 3-19: Digitalt inngangssignal uten motstand (RIO & Stahl).

3.9 YTTERLIGERE KRETSE

De to neste kretsene inngår ikke i de åtte forskjellige modusene enheten vår vil ha, men er essensielle for at hele systemet skal fungere som det skal.

3.9.1 Bryterkrets

3.9.1.1 Risikoanalyse

Bryterkretsen er essensiell for oppgaven – klarer vi ikke dette vil det ha svært stor konsekvens. Uten en bryterkrets som fungerer vil vi ikke ha mulighet til å bytte moduser på boksen, og det vil kun være mulig å bruke én modus, noe som gjør at boksen vår ikke vil fungere slik den må. Selv om dette er en vanskelig del av oppgaven, er sannsynligheten lav for at vi ikke klarer dette. På grunn av kretsens viktighet, må vi sette alt av ressurser til å få det i orden om problemene skulle oppstå.

Vi ønsker at bryterkretsen skal kunne fortelle mikrokontrolleren hvilken modus brukeren har valgt, slik at vi til enhver tid skal kunne vise hvilken modus vi er i. Det kan bli en utfordring med tanke på at flere kretsløkker har en 24 V-spenning og vår mikrokontroller har 5 V-inngangsspenning. Det er ikke et direkte krav fra kunden, men de har et krav om brukervennlighet, og dette vil øke brukervennligheten. Det er derfor ingen krise om vi ikke klarer dette, vi kan også få til indikasjon ved hjelp av lamper, men vi føler at dette vil øke brukervennligheten ganske mye og ønsker derfor å få dette til.

Tabell 3-29: Risikoanalyse for kretsen.

S	K	R	Kvalitetssikring
1	5	5	Får vi problemer må vi sette alt av ressurser til å ferdigstille denne delen av oppgaven, den er essensiell for å få et tilfredsstillende produkt.
3	3	9	Vurdere flere måter å sette opp bryterkretsen, slik at vi sikrer oss kunnskap til å kunne gjøre en god vurdering og komme frem til en krets som vil gi oss indikasjoner til mikrokontrolleren om valg av modus.

3.9.1.2 Hva har vi tenkt?

Vi ønsket å lage en logikk som gjorde det mulig for oss å ha to (i noen tilfeller tre) kabler inn og ut av boksen vår, men samtidig ha mulighet til å bytte mellom flere kretser inne i boksen. Inne i boksen skal vi ha åtte forskjellige kretser som skal gjennom de samme kablene inn og ut av boksen.

Her møtte vi på mange utfordringer, og vi har hatt mange idéer som ikke helt har tilfredsstilt våre ønsker for boksen. Vi har vurdert bruken av «Solid state relay», men vi fant fort ut at det innebar en del begrensninger som blant annet at i de fleste tilfeller av disse komponentene er de beregnet som en *av/på* bryter (én pol, én posisjon), og i noen sjeldne tilfeller fungerer de med en inngang og to forskjellige utganger (én pol, to posisjoner). I tilfellet med én inngang og to utganger var det selvfølgelig mulig å bygge opp en logikk med flere enheter som kunne gjort jobben for oss, men da ville vi trengt minimum åtte og maks 16 «solid state relay», noe som tar opp unødvendig med plass, unødvendig ressursbruk og kan gi kortere levetid ved bruk av flere komponenter enn nødvendig.

Vi vurderte også bruken av to roterbare brytere; en som styrte inngangskabel og en til å styre utgangssignaler. Dette ga oss fine kretsløkker med få komponenter som kunne blitt ødelagt. Det vi fant som en stor ulempe med denne måten å legge opp bryterkretsen på var at det ble vanskelig å sende nødvendig informasjon til mikrokontrolleren uten å tukle for mye med løkkene. Vi valgte å gå bort fra denne ideen også, men hadde den i bakhodet om vi ikke skulle klare å lage en krets som kan sende informasjon til mikrokontrolleren.

En logikk satt opp av «demultiplexer» (heretter demux) og «multiplexer» (heretter mux) fant vi som en veldig god idé, da vi kan bruke en roterbar bryter koblet til en enkoder som vil gi et tre bits signal som styrer både demux og mux, samt informere mikrokontrolleren om hvilken modus boksen befinner seg i. Problemet med denne kretsen er at demux og mux stort sett er brukt til digitale kretser med 5 V-signaler.

Studentgruppen fant en mux/demux som tåler 30 VDC. Problemet med denne muxen var at resistansen internt var i det høyeste laget (omtrent 400 Ω), samt at den tålte maks 30 mA, noe som vil bli i grenseland for våre kretser. Vi fant aldri en mux/demux som passet til dette formålet; om den tålte høy strøm og hadde liten intern resistans tålte den ikke en spenning på 24 V. Vi ville ikke ha noen komponenter som hele tiden måtte arbeidet i grenseland av dens kapasitet, slik at vi ville fått et lite holdbart produkt.

Logikken vi endte opp med er inspirert av både kretsen med to roterbare brytere, samt litt av mux/demux kretsen. Istedenfor å bruke to roterbare brytere fant vi ut at vi kunne finne brytere med flere etasjer. Vi fant da en roterbar bryter med tre etasjer, hvor hver etasje har én pol og 11 posisjoner¹⁴. Når man vrir på bryteren flytter alle tre etasjene posisjon. Grunnen til at vi har tre etasjer er at vi har en etasje til inngangssignalet, en etasje til utgangssignalet og en etasje vi kobler på et 5 V-signal. 5 V-signalet blir sendt til en mikrokontroller og ut ifra inngangen 5V-

¹⁴ Series HS TS PS Standard Size Rotaries, NKK Switches

signalet blir sendt til kan vi vite hvilken modus brukeren har valgt på bryteren, siden alle tre etasjene roterer likt. Vi kan da indikere på en skjerm hvilken modus brukeren har valgt.

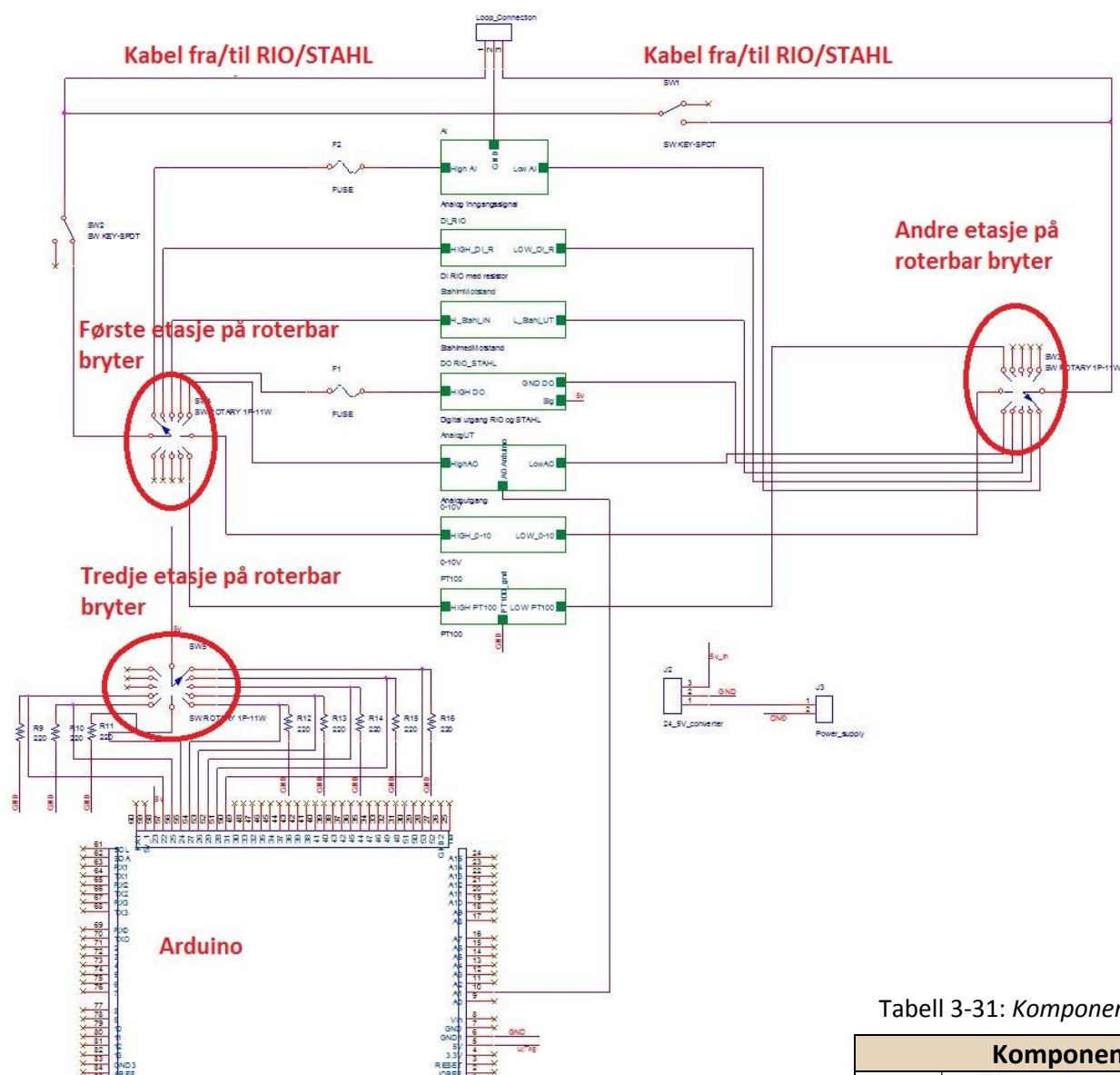
Begrunnelsen på hvorfor vi har valgt den bestemte bryteren er vist i Pugh-matrisen under:

Tabell 3-30: *Pugh-matrise.*

Kriterier	Vektlagt (1-10)	Roterbar bryter	Solid state relé	Mux/Demux
Funksjonalitet	9	+	-	-
Implementasjon med "software"	7	S	+	+
Kostnad	5	S	S	+
Størrelse	6	-	S	+
Forventet levetid	6	+	S	-
Total +		2	1	3
Total -		1	1	2
Total sum		1	0	1
Total vektlagt +		15	7	18
Total vektlagt -		6	9	15
Total vektlagt sum		9	-2	3

3.9.1.3 Generelt om kretsen

Kretsen er vist i figuren under; legg merke til avringede komponentene. Den roterbare bryteren er satt opp slik at første etasje sender signalet videre til riktig krets, mens andre etasje henter utgangen fra valgt krets og sender den til RIO eller Stahl, avhengig av hvem boks som skal testes. Tredje etasje brukes som indikasjon til Arduino-en på hvilken krets som er valgt.



Figur 3-20: Bryterkrets.

Tabell 3-31: Komponenter brukt.

Komponenter
Roterbar bryter (TS3N-RO NKK)
Arduino
LED-display

3.9.2 Strømforsyning

3.9.2.1 Risikoanalyse

Dette er et A-krav fra oppdragsgiver, hvilket betyr at kretsen må prioriteres. Dette er også et selvfølge for å få systemet til å fungere som det skal. Det vil si at kretsen er essensiell for oppgaven, og i takt med dette er konsekvensene enorme. Likevel er denne oppgaven verken stor eller vanskelig, noe som gir lav sannsynlighet for fiasko.

Tabell 3-32: Risikoanalyse for kretsen.

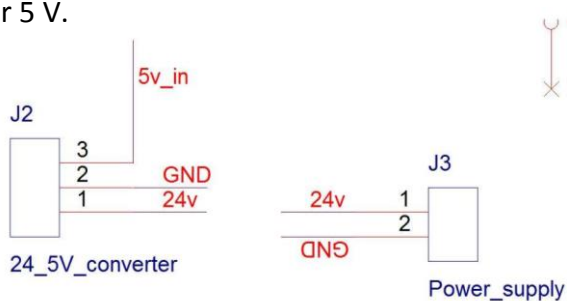
S	K	R	Kvalitetssikring
1	5	5	Sette inn flere ressurser om problemer begynner å oppstå.

3.9.2.2 Hva har vi tenkt?

Gitt at vi bruker rekkeklemme¹⁵ til å fordele inngangsspenning til alle kretsene, vi henter 24 VDC fra strømforsyningen til Kongsberg Maritime. Denne spenningen måtte tas ned for at Arduino ikke skulle ødelegges. Vi valgte da å bruke en 24 V til 5 V DC-omformer, som tåler en inngangsspenning fra 7-28 VDC, og sender ut 5 VDC.

3.9.2.3 Generelt om kretsen

24 V fra strømforsyningen vil gå gjennom DC-omformerer som regulerer spenningen ned til 5 V. Denne vil gå til Arduino, som vil fordele spenningen videre til de andre kretsene som også trenger 5 V.



Figur 3-21: Strømforsyning.

Tabell 3-33: Komponenter brukt.

Komponenter
DC/DC-omformer (5 VDC)

¹⁵ MKDS 1/12-3,5 , Phoenix Contact, 1/1-2003

4 KRETSKORT

4.1 RISIKOANALYSE

Før et kretskort kan sendes til produksjon er det utallige momenter der feil kan oppstå. For å være fullstendig klar over hvor og hvilke feil som kan oppstå, har prosjektgruppen valgt å utføre en risikoanalyse. Ved hjelp av denne kan gruppen forsikre seg om at de fleste feil blir unngått, eventuelt redusert.

Design av kretskort er et oppdrag med mange faremomenter. Vi har i dette kapitlet valgt å utføre risikoanalyse for noen av de mest kritiske punktene; de som potensielt vil trenge øyeblikkelig handling.

4.1.1 Kretsskjema

Første steg når en skal lage et kretskort er å lage et kretsskjema, denne fasen er kritisk da kretsskjemaet bestemmer hvordan komponenter skal kobles når kretskortutlegget tegnes. Feil i denne fasen vil sannsynligvis resultere i et defekt kretskort. Det finnes mange forskjellige grunner til at feil i kretsskjema kan være kritisk. Én enkel kabel som kobles feil, kan føre til store feil og hele kretsen kan gå tapt, da dette kan føre til feil spenningspotensial og feilstrøm. Dette kan da ødelegge komponenter og systemet vil være ustabilt, noe man naturligvis vil unngå. God planlegging fra start er helt essensielt for å opprettholde oversikt og unngå slike feil.

Vi har benyttet oss av et program som heter Allegro OrCad, grunnen til at vi valgte å bruke Allegro OrCad er at vi har benyttet dette i tidligere sammenhenger, og programmet var enkelt tilgjengelig for oss. Det er viktig å kvalitetssikre arbeidet underveis, når kretsskjemaet ferdigstilles bør man utføre en «Design rules check». Ved å utføre denne testen får man identifisert forskjellige feil. Dette er type feil, som for eksempel at to komponenter har samme navn, komponent uten verdi osv. Det er viktig å understreke at «Design rules check» ikke avdekker alle feil. Det er viktig å fortsette kvalitetssikringen av arbeidet.

Prosessen for å lage et kretsskjema er utfordrende. Det er viktig at alle kretser er testet og verifisert før man starter å designe et kretskort. Kretsene ble tegnet i OrCad. Under denne fasen er det essensielt at pinnenumrene på komponentene som er brukt i OrCad, samsvarer med pinnene på de faktiske komponentene som skal brukes på det endelige kretskortet. Feil i denne fasen vil resultere i at komponenter kobles feil, noe som vil ha store konsekvenser for systemet. En av de største utfordringene i design fasen er at en liten endring i en krets kan

forårsake store endringer på kretskortutlegget - at man erstatter en komponent er et eksempel på en slik endring.

Alle komponentene som skal være med på kretskortet er avhengig av å ha et «footprint». Dette er altså «avtrykkene» til komponentene på selve kretskortet. Dette er noe man indikerer i kretsskjemaet på hvert enkelt komponent. Noen komponenter som er like i form kan bruke samme type «fotavtrykk», mens andre komponenter krever spesielle typer. Nedenfor skal vi ta for oss hvordan disse typene «fotavtrykk» lages og blir til.

Tabell 4-1: Risikoanalyse for kretsskjema.

S	K	R	Kvalitetssikring
2	5	10	Kontrollere kretsen gjentatte ganger før den sendes videre. Vi skal også frese en betaversjon av kretskortet for test.

4.1.2 «Footprints»

Da det finnes forskjellige pakker av én komponent er det viktig at man er innforstått med hvilken pakke av komponenten som bestilles før fotavtrykket kan designes. Komponenter kan overflatemonteres eller hullmonteres, fotavtrykket designes deretter. Det finnes noen standardpakker ment for montering på kretskort, et eksempel på dette er «805». Dette er en standard pakke, motstander og kondensatorer finnes blant annet i denne formen. Det kan være lurt å bruke slike standardpakker da dette sparer designeren for mye arbeid. Da får man oppgitt av leverandør at dette er en 805-pakke og man enkelt kan bruke disse uten å ta hensyn til dimensjoner av pakken, da dette allerede ligger inne i programmet. I andre tilfeller er man avhengig av å lage egne «fotavtrykk». Vi ble nødt til å lage en del «fotavtrykk» for å kunne produsere kortet etter våre krav. Denne fasen er veldig kritisk da feilmarginen er svært liten.

Komponenter som er overflatemontert er enklere å lage «fotavtrykk» til i motsetning til hullmonterte komponenter. Noen datablader inneholder «anbefalte fotspor». I tilfeller der det ikke finnes anbefalte dimensjoner må man selv finne målene på komponentpakker og gjøre nødvendige beregninger. Måleenheten man bruker i disse tilfellene er mils. Dette gir bedre nøyaktighet enn da man bruker millimeter eller centimeter.

Tabell 4-2: Risikoanalyse for «footprints».

S	K	R	Kvalitetssikring
2	3	6	Forstå databladet til det fulle. Være forsiktig med verdiene.

4.1.3 Design

Den mest kritiske fasen i hele kretskort-design prosessen er når kretskortutlegget skal tegnes. I denne fasen er det mulig å forutse hvordan det endelige kortet vil se ut og hvilke dimensjoner det har.

God planlegging er essensielt i dette punktet da komponentplassering avgjør hvordan kabelbanene vil rutes. Det er viktig å holde seg innenfor visse regler og forhøre seg med leverandør om hvilke dimensjoner av kabelbaner de klarer å produsere.

Prosjektgruppen produserte en beta-versjon av kretskortet. Beta-kortet ble frest på Fagskolen Tinius Olsen i Kongsberg. En fresemaskin har problemer med å lage små kabelbaner i motsetning til en etsemaskin. Derfor er beta-kortet avhengig av større kabelbaner enn kortet som blir etset. Kortet som ble frest hos fagskolen ble brukt til å teste de forskjellige kretsene på kortet, men kunne ikke brukes til det endelige produktet da kvaliteten på dette var dårlig grunnet en feilkalibrert fresemaskin.

Tabell 4-3: Risikoanalyse for design.

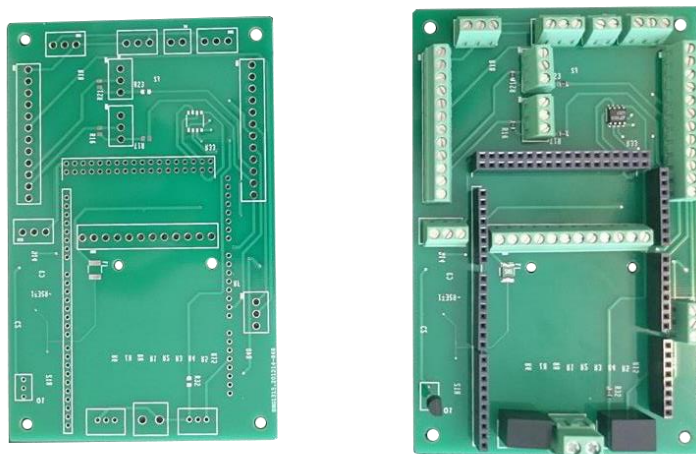
S	K	R	Kvalitetssikring
3	5	15	Bruke god tid. Fordele oppdraget på flere medlemmer.

4.2 FERDIGPRODUSERT KRETSKORT

Kretskortet til sluttproduktet ble produsert av Westcontrol AS, og etset etter prosjektgruppens kretskortutlegg, i motsetning til beta-kortet som ble frest. Resultatet fører til et mer presist sluttprodukt. Materialer som benyttes på etsede kort gir et sikrere produkt enn et kort som produseres på en naken kobberplate, slik et frest kort produseres. En enorm fordel med å få lagd dette kortet profesjonelt er at det blir loddet av fagfolk slik at det ikke blir noe feil med

loddingen da dette er ekstremt små komponenter som skal loddess og det krever stor presisjon. Størrelsen på kretskortet var en faktor som gjorde at prosjektgruppen hadde mulighet til å lage en mobil boks, derfor var dette en viktig faktor for et godt sluttprodukt.

For en mer detaljert oversikt over kretskortutlegget, se vedlegg 16.



Figur 4-1: Ferdigprodusert- til venstre, og ferdigloddet kretskort til høyre.

5 PROGRAMMERING

5.1 INNLEDNING

Om kunden vil redigere programvaren ved senere anledning, enten ved å legge til nye funksjoner eller fjerne feil, er koden nødt til å følge programmeringsskikk. Koden må være:

- Oversiktlig
- Kommentert
- Komprimert

Å løse dette fra starten er vanskelig. Det beste er å ha en visjon over hvordan det skal være komponert, og være klar over dette gjennom hele prosessen og utøve nødvendige endringer etterhvert som koden blir dannet.

Hovedsakelig er det løst ved å lage åtte hovedfunksjoner hvorav våre «moduser» er implementert samt nødvendige underfunksjoner. Disse underfunksjonene er helt nødvendig med tanke på oversiktighet for å se hva som skjer og kommenteringer er lettere å føre. De åtte hovedfunksjonene er planlagt å være «interrupt»-styrt med tanke på hovedbryteren (moduser).

5.2 OPPSTARTSFASEN

I startfasen ble de forskjellige komponentene implementert hver for seg, samt indikasjon av moduser og verdier til et midlertidig 16x2 LED-display. Grunnen til at dette ble brukt var å kunne se om programmet var i riktig modus og gjorde de nødvendige beregninger når vi ved senere anledning implementerte løkkene. For at programmet skulle vite hvilken modus den skulle være i ble det opprinnelig tenkt å bruke en 8-til-3-enkoder for å redusere antall inngangspinner.

Denne enkoder ble ikke brukt, da den ble overflødig og gjorde generell testing vanskeligere, i tillegg har Arduino tilstrekkelig med pinner, derfor benyttes det én pinne for hver modus.

Løkkene ble koblet opp på brødbrett og satt på hver sin «fellespinne» som styres fra bryteren, derfor var det viktig å starte programmeringsbasisen med å uttrykke de åtte hovedløkkene og feilsøke deretter.

På dette tidspunktet har hver løkke en «if-else» for å identifisere hvilken posisjon bryteren har og deretter en «while»-løkke for å holde den i samme modus til signalet fra hovedbryteren går

«LOW». Dette er for å resette og sette opp nødvendig data for hver enkelt modus én gang i «if-else», og deretter ha en kontinuerlig oppdatering av nødvendig indikering i «while». For eksempel:

```
If (digitalRead(mode1)==HIGH) {  
  «fjerne informasjon på display»  
  «sette ny data på display»  
  «oppdatere variable med ny modus»  
  while (digitalRead(mode1)==HIGH) {  
    «oppdatere variabel fra sensor input»  
    «registrere knappetrykk»  
    «pause»  
  }  
}  
elseif (digitalRead(mode2)==HIGH){  
  .....  
  while (digitalRead(mode2)==HIGH) {  
    .....  
    ...  
  }  
}
```

Disse «if-else»-erklæringene ble omgjort til «interrupt»-baserte funksjoner. Siden pausene i «while»-løkkene var veldig små så merkes ikke oppholdet mellom modusene når bryteren skifter posisjon. Et problem oppstår når ingen av modusene er «HIGH» mellom to indikasjoner. Arduinoen oppfatter ingen valgt modus og vil ikke gå i noen av løkkene her trengs en kode for å takle dette. Dette ble med «interrupt»-basing løst ved at den er i samme modus helt til et annet signal blir «HIGH», men det kunne også gjøres om på ved å endre betingelsene for hver «while»-løkke til å kjøre så lenge alle andre signaler er «LOW».

5.3 FERDIGPRODUKT

Det ble noen omgjøringer i programmeringen. Blant annet ble «interrupt»-styringen til modusene fjernet. Dette fordi «interrupt» trenger korte funksjoner for å fungere optimalt, og derfor ville det ikke være noe forskjell, da «if-else»-løkkene er nødvendige, «interrupt» funksjonene blir overflødig.

Produktets kretskort har en feil i skematikken. To pinner fra Arduinoen ble rutet feil inn til DA-

konverteren og dette medførte at 0-10 V måtte programmeres annerledes. De to pinnene er en del av SPI-grensesnittet til Atmel MCU-en (Microkontrolleren til Arduino MEGA). Med andre ord var dette fastkoblet og pinnene kunne ikke byttes om. En annen løsning på dette var å finne en måte å programmere pinnene til å «shifte» bits ut ifra egendefinerte preferanser.

5.4 VALG AV KONTROLLENHET

Opprinnelig tanke var å anvende en MSP-mikrokontroller. Dette var hovedsakelig på grunn av dens analoge behandling. Med mer informasjon om denne type kontroller, er det veldig tidskrevende å bruke disse som råformat. Nødvendige kretser og ekstraustyr til signalbehandling er nødt til å implementeres og konstrueres fra bunn av. En kontrollenhet basert på en MCU (mikrokontroller) ble i stedet benyttet, signalbehandlingen er allerede implementert. Derfor falt valget på Arduino. De analoge pinnene på en MCU-basert kontroller er hovedgrunnen for dette valget ovenfor et «gate-array»-basert kontroller som en FPGA. De analoge utgangspinnene er vanskelig å implementere uten å manipulere signalet på grunn av «Pulse Width Modulation» (PWM). Derfor fikk vi ikke brukt disse, men de analoge inngangspinnene ble brukt som sensorer.

Pugh-matrisen i Tabell 5-1 viser mer detaljert hvorfor Arduino ble valgt.

Tabell 5-1: Pugh-matrise.

Kriterier	Vektlagt (1-10)	Arduino	FPGA	MCU
Språk	5	+	–	+
Interface	7	+	–	–
Signalbehandling	3	S	+	+
Brukervennlighet	10	S	S	–
Kostnad	3	S	S	+
Størrelse	8	S	–	–
Forventet levetid	5	S	S	S
Total +		2	1	3
Total -		0	3	3
Total sum		2	-2	0
Total vektlagt +		12	3	11
Total vektlagt -		0	20	25
Total vektlagt sum		12	-17	-14

5.5 VALG AV DISPLAY

Et display fra 4D-systems ble vurdert siden det kunne monteres et «shield» og lett implementeres på Arduinon-en, men det var avhengig av et «mounting shield» som fører til større tykkelse på boksen. Et display fra MIDAS benyttes i stedet på grunn av størrelse. Denne hadde tilstrekkelig med valgmuligheter som tilfredsstiller prosjektgruppens krav. Tabell 5-2 viser en Pugh-matrise som begrunner valg av display.

Tabell 5-2: *Pugh-matrise.*

Kriterier	Vektlagt (1-10)	EA TFT	4D-systems	Midas TFT
Brukervennlighet	8	–	+	S
Interface	7	–	+	S
Kostnad	4	–	S	+
Størrelse	6	+	S	+
Produkttilgjengelighet	9	+	–	+
Forventet levetid	5	S	S	S
Total +		2	2	3
Total -		2	1	0
Total sum		0	1	3
Total vektlagt +		17	15	19
Total vektlagt -		21	9	0
Total vektlagt sum		-4	6	19

5.6 UTFORDRINGER

Det var to deler som skilte seg ut. Det første var programmeringen med DA-konverteren (DAC) som skulle kunne variere mellom 0-10 V-utgang. Implementasjonen krevde en «Serial Peripheral Interface» (SPI), som er en type kommunikasjon med tre ledninger mellom komponenter som sender serielle bits med «DIN», og en «Clock» og «Selector» som kontrollerer kommunikasjonen.

Problemet oppsto da konverteren ikke «shiftet» inn bits som programmert. DAC tar 12 bits og man må sende inn 8 bits av gangen. Dette vil si at vi må sende fire «junkbits» før den virkelige kommandoen «shiftes» på plass; hvor 8 første blir «highbyte» (4 junk og resterende 4 som starter med MSB) og 8 siste er «lowbyte» (hvor den siste er LSB) siden konverteren tar inn MSB først. Disse bitsene vil representere en verdi som «Vout» på konverteren skal gi. Det oppsto

problemer med «Vref», som er en referanse av «Vcc» for hva som skal deles opp av spenning. Denne var for høy noen ganger og CMOS-brikken ble ødelagt. Andre problemet var «highbyte» og «lowbyte» som skulle sendes; disse ble ikke mottatt riktig og ble forskjøvet videre til neste 16 bits-sending. Det ble funnet ut at programmet sendte i 16 MHz og DAC-en kunne bare registrere oppimot 1.4 MHz. Når dette ble endret fungerte DAC-en som den skulle.

Det andre som var vanskelig var programmeringen knyttet til skjermen. Når vi fikk den nye skjermen, var det lettere å håndtere bakgrunnsbildene. Men kommunikasjonen mellom displayet og Arduino var veldig problematisk, som blant annet førte til at «touch»-funksjonen ikke ble optimal. Se vedlegg 18 for detaljert beskrivelse for importering av bilder til display.

I databladet står det eksekveringstid på kommandoene som ble sendt til displayet. Disse stemte ikke i vårt tilfelle. For eksempel står det i databladet at skriving av tekst til skjerm bruker 0.8 millisekunder. Arduino legger til noe «overlay», teksten ble oppdatert hvert 250-300 millisekund. Om vi oppdaterte tekst med mindre forsinkelse, forårsaker det en «stall» i displayet i noen sekunder. Derfor var det helt nødvendig.

Dette resulterte videre i at «while»-løkkene hver modus i programmet vil bruke opptil 300-500 millisekunder før den begynner på nytt og skriver nytt tall til skjermen.

Måten skjermen og Arduino kommuniserer på, er at de sender beskjeder til hverandre via SPI. Problemet med å få implementert berøringsskjermen slik som på en SMART-telefoner, er at beskjeder (X/Y-berøring) fra skjerm til Arduino, ble enten borte underveis eller midlertidig lagret og sendt i bølger. Skjermen har to moduser for å sende berøringskoordinater:

- Sende koordinater hvert 100 millisekund når skjermen blir berørt
- Sende koordinater bare én gang når skjermen blir berørt

Begge metodene forårsaker denne kommunikasjonsproblematikken.

6 BOKSDESIGN

Kravene til boksen var at den skulle vært håndholdt, i tillegg til at den måtte være lett anvendelig under bruk. Krav 8.1 og 8.2 i vedlegg 2 presiserer dette.

6.1 IDÉSKISSER

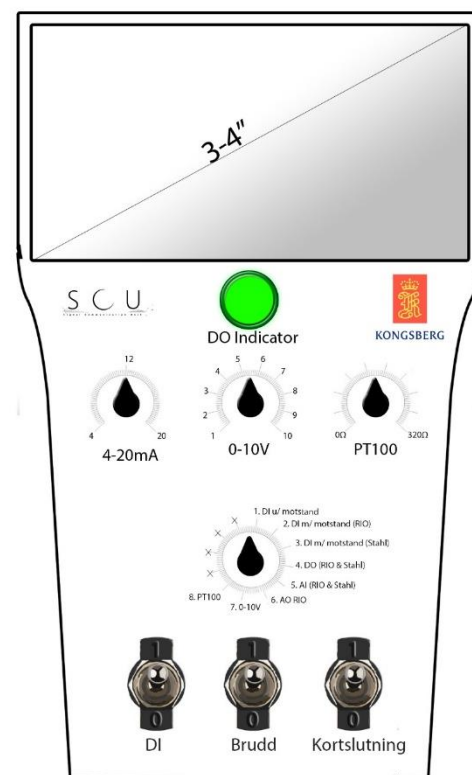
Bildet til høyre viser den første skissen. Den har i etterkant vært gjennom flere revurderinger og endringer. Ettersom designen på kretsene var i stadig forandring, var det også nødvendig å videreutvikle boksdesignen. Et eksempel er at ett av potmetrene ble fjernet. Skissen illustrerer tankeprosessen på hvordan grensesnittet bør være. Etter testing og utviklingen i prosjektet har vi klart å redusere med ett potmeter. Dette skyldes at vi har implementert funksjonene det potmetrene hadde før til en berøringsskjerm, som gjør det enklere og mer nøyaktig for den som bruker produktet.

6.2 BEREGNINGER

Boksen ble konstruert ut i fra størrelsen på kretskortet, brytere og skjerm. Kretskortets størrelse ble 12,9 cm i lengderetning og 8 cm i bredden. Selve boksen endte opp med en bredde på 11 cm. Lengden på boksen er på 29 cm og høyden på boksen ble på 6.5 cm, dette er tilstrekkelig til å romme innholdet som skal plasseres i boksen.

6.3 UTFØRELSE

Designen har blitt utført av prosjektgruppen, men for å digitalisere det helt nøyaktig har prosjektgruppen fått hjelp fra en tidligere student ved høgskolen med å lage en 3D – modell av boksen. Dette skyldes at vi har begrenset tid, samt kunnskap på dette feltet. Prosjektgruppen har laget en grov skisse til denne personen som ble jobbet videre på. Det er utrolig viktig at alt er gjort til punkt og prikke. Tanken var i utgangspunktet å printe skallet i ABS-plast hos Kongsberg Maritime. Men da printerens deres ikke var stor nok for å printe vårt design valgte prosjektgruppen i samarbeid med oppdragsgiver å printe boksen hos Nordic 3D. Nordic 3D printer i nylon, noe som er mer robust enn ABS plast. Dette er heller ikke et billig materiale, så det er viktig å ha en nøyaktig design. Dette er også til fordel for oppdragsgiver da de ønsker et så bra produkt som overhodet mulig.

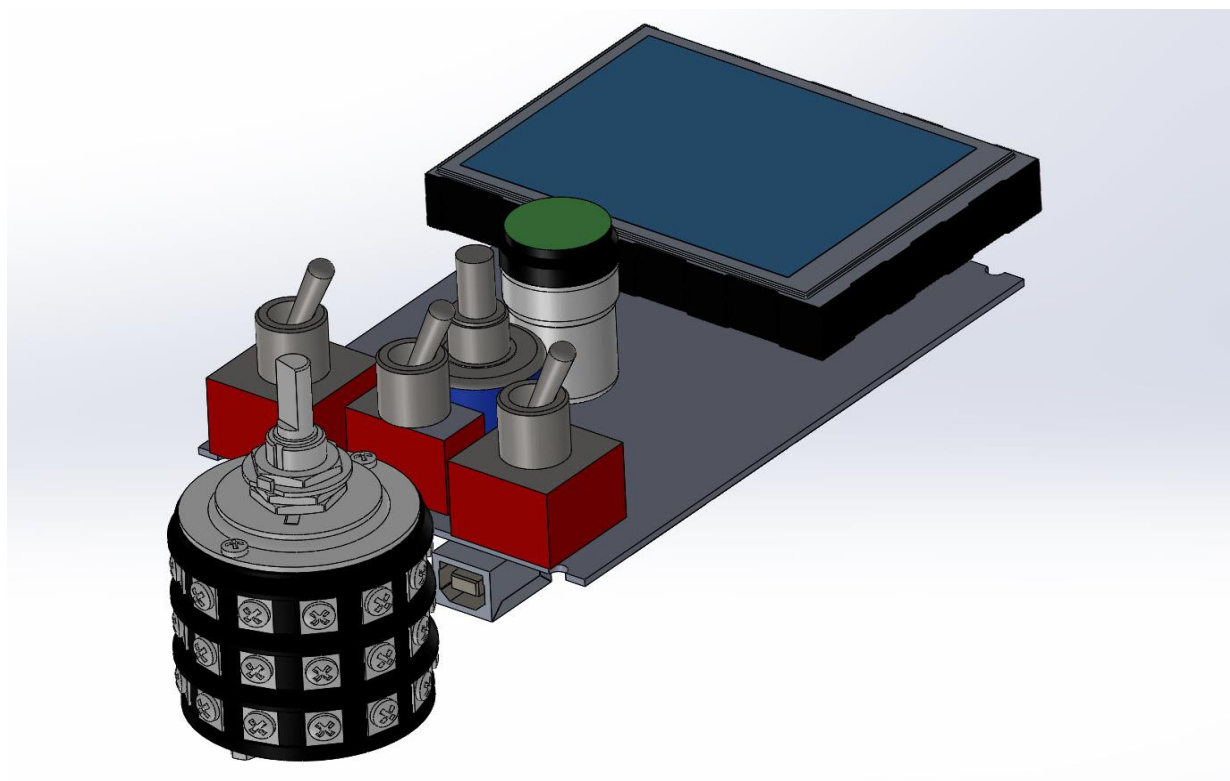


Figur 6-1: Den første skissen.

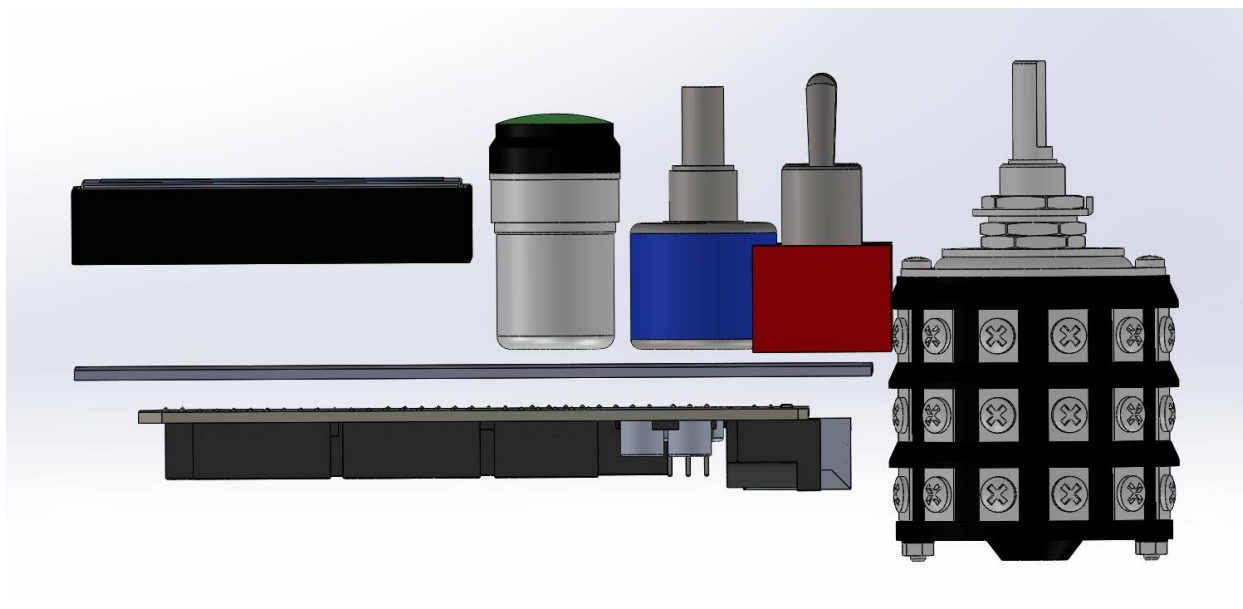
6.4 3D-MODELL

6.4.1 Versjon 0.1

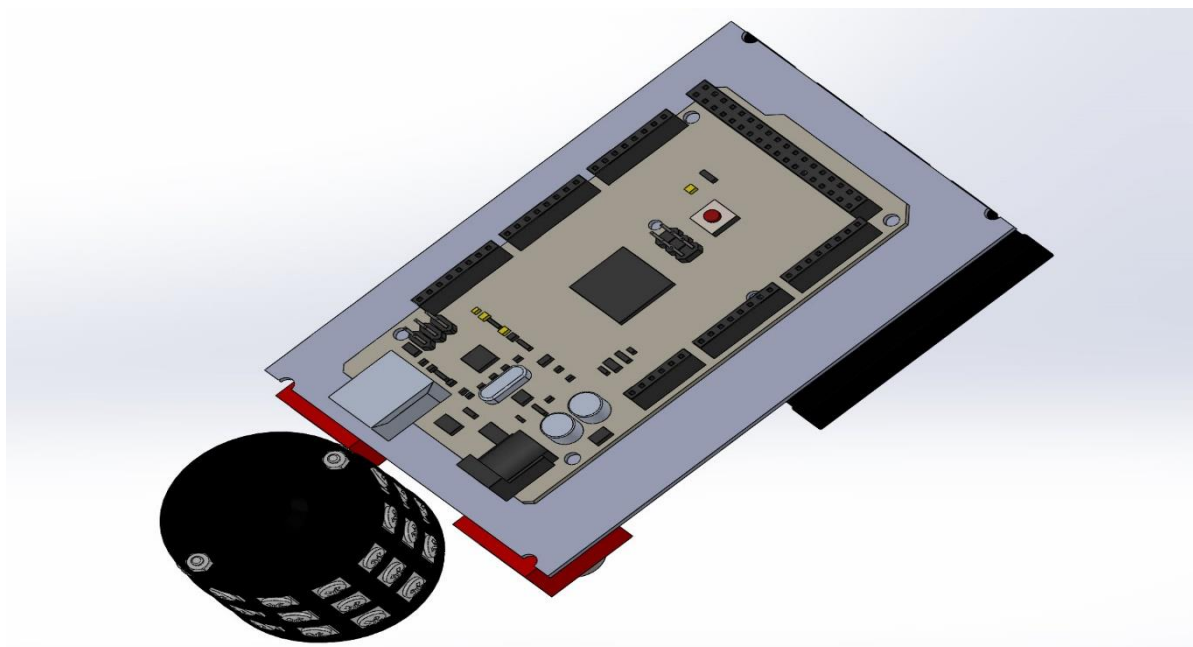
Figurene under inneholder bilder fra 3D-modellen i versjon 0.1. Denne versjonen av 3D-modellen består av innholdet som skal plasseres i boksen, skallet er ikke designet i denne versjonen.



Figur 6-2: Innhold i boksen sett ovenfra.



Figur 6-3: Innhold i boksen sett fra siden.



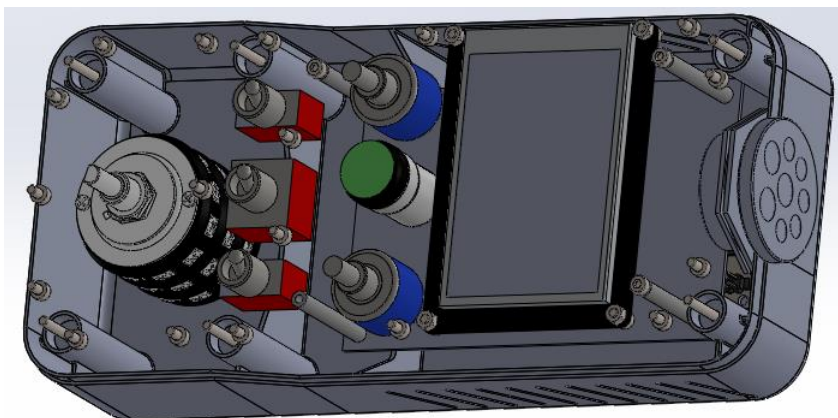
Figur 6-4: Innhold i boksen sett fra undersiden.

6.4.2 Versjon 1.0

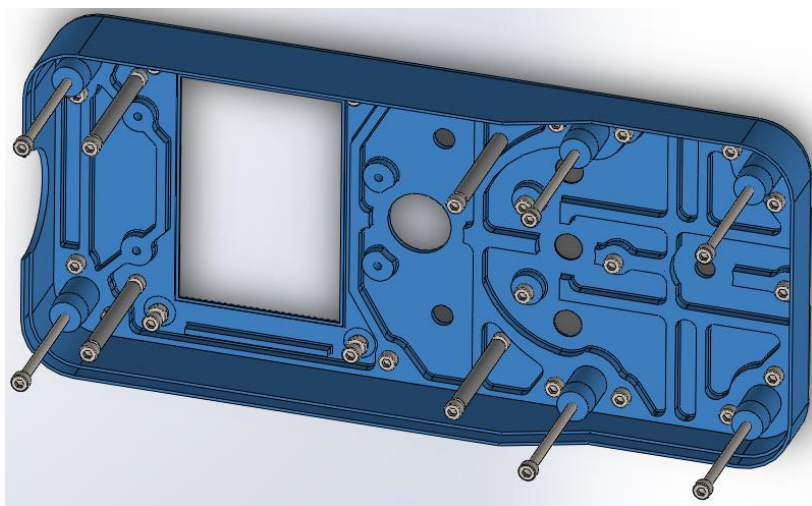
Mye arbeid ligger bak modellen vist under. I tillegg til at kravene til oppdragsgiveren vedrørende størrelse og masse ble ivaretatt, prøvde vi å komme opp med en boks som ville tilfredsstille oppdragsgiver visuelt også. Som bildene viser, er boksen delt i en over- og en underdel; dette av praktiske årsaker. Om noen tekniske problemer skulle oppstå inni boksen, trenger brukeren bare å ta av overdelen for en fullstendig oversikt av innmaten.



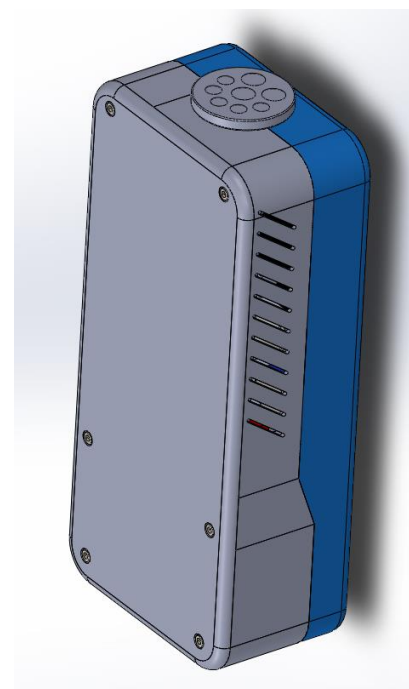
Figur 6-5: Boks sett ovenfra.



Figur 6-6: Innholdet i boksen.



Figur 6-7: Boks med tilhørende skruer.

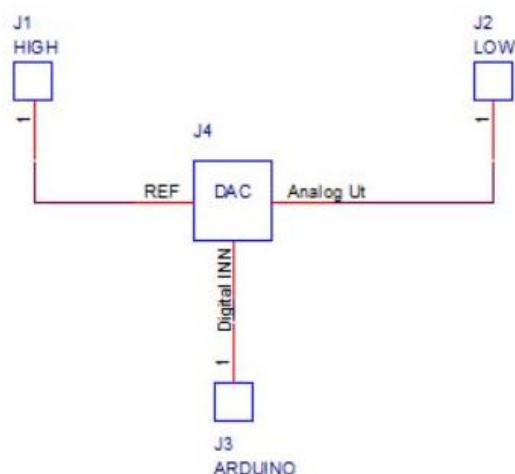


Figur 6-8: Boks sett fra undersiden.

7.2 PT100

PT100-sløyfen reguleres per i dag med et potmeter som regulerer inngangssignalet som er på 1.2 V til et utgangssignal som er mellom 0-1.2 V. En operasjonsforsterker er brukt til å forsterke dette signalet slik at det sendes et signal som Arduino-en kan lese. Problemet med dagens krets er at verdiene Arduino-en leser er noe ustabile, så vi vil bare ha mulighet til å gi en indikasjon på motstanden i potmeteret med en nøyaktighet på $\pm 30 \Omega$.

PT100-sløyfen kan også digitaliseres; dette kan gjøres med en DA-konverter. Referansen inn på DA-konverteren vil da kunne komme fra inngangssignalet på 1.2 V. Med en referanse på 1.2 V vil DA-konverteren kunne sende et analogt ut signal som vil kunne regulere spenningen fra 0-1.2 V, altså vil den oppføre seg som potmeteret som allerede opererer i dagens versjon av boksen. DA-konverteren kan igjen styres fra berøringsskjermen, og vil ha gode muligheter til å indikere både motstand og temperatur nøyaktig uten behov for en operasjonsforsterker krets. Kretsen under illustrerer muligheten:



Figur 7-2: PT100 digitalisert.

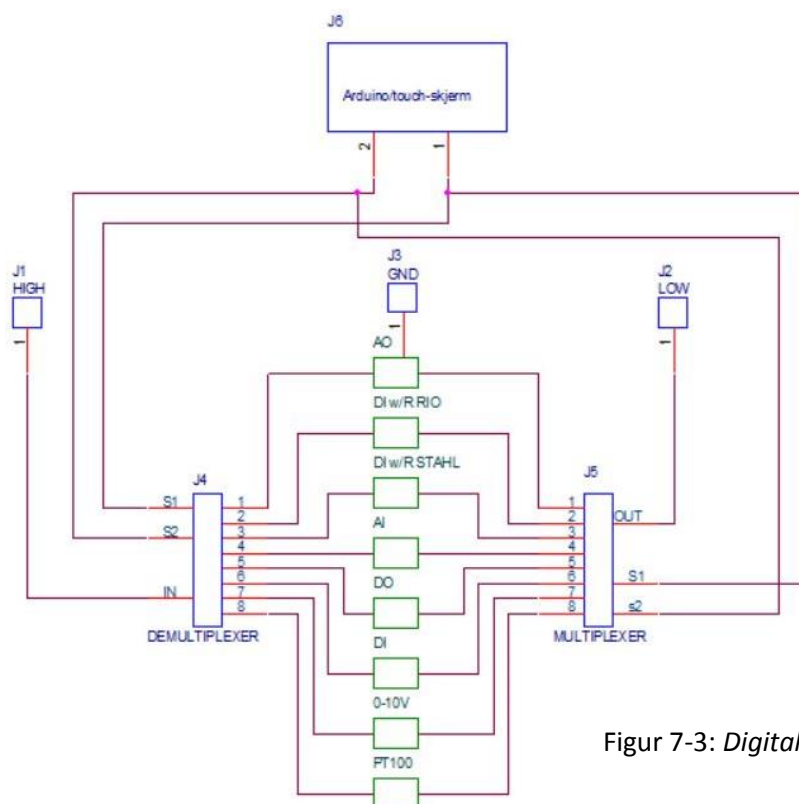
En enkel forbedring av PT100-sløyfen er å bruke et slider-potensiometer. Dette vil gi mer nøyaktige målinger enn hva man får med et vanlig potensiometer. Dette vil være en enkel oppgradering, da man ikke trenger å endre noe på kretskortet, men bare designet på selve boksen. Men alt i alt, vil prosjektgruppen anbefale å digitalisere det for å oppnå best mulig resultater i fremtiden.

7.3 MIKROKONTROLLER

Microkontrolleren som er i bruk på dagens versjon av boksen er en Arduino Mega. Denne har gitt gode resultater og er enkel å jobbe med, men den er stor og alle funksjoner er ikke nødvendig for dette produktet. Forslaget vil være å implementere en mikrokontroller direkte på kretskortet. Det ville vært nødvendig med en del ekstra logikk implementert på kretskortet for signalbehandling til mikrokontrolleren, det kreves en del tid for å kunne gjøre dette ordentlig, noe som er grunnen til at vi valgte en ferdig løsning i form av en Arduino Mega.

7.4 DIGITALISERING AV ROTERBARBRYTER

Det er også mulig å digitalisere bryterfunksjonen. Tanken er da å bygge en logisk krets ved hjelp av en «demultiplexer», «multiplexer» og berøringsskjermen. «Demultiplexer»-en vil kunne ta imot et signal og fordele det til kretsen som blir valgt av brukeren ved hjelp av berøringsskjermen, «multiplexer»-en vil da ta imot signalet fra den valgte kretsen og lede den til utgangskabelen. Det som blir en utfordring med å implementere dette forslaget er å finne en «demultiplexer» og «multiplexer» som tåler belastningen til samtlige kretser med hensyn til spenningsnivåer og strøm, samt at det er ønskelig med så liten intern resistans som mulig. Forslaget er tegnet opp med kretsskjema under, hvor J6 indikerer kontrolleren, Arduino/berøringsskjerm, J4 indikerer «demultiplexer»-en og J5 indikerer «multiplexer»-en.



Figur 7-3: Digitalisert bryterfunksjon.

7.5 ANALOGT INNGANGSSIGNAL (STAHL)

Analogt inngangssignal (4-20 mA) til Stahl fungerte ikke som ønsket, refererer til kapittel 6 i vedlegg 5: Testrapport.

Stahl-boksen har et ATEX-sertifikat; Ex ib [ia] IIC T4¹⁶, dette vil si at boksen klassifiseres som «intrinsic safety» eller eksplosjonssikkert og kan brukes steder det er høy fare for antennelse om det skulle oppstå en gnist. Som en følge av dette vil Stahl boksen hele tiden sørge for at effekten, altså forholdet mellom strøm og spenning er så lav at det ikke vil oppstå gnister som kan antenne for eksempel gasser, selv om en kabel ble kuttet av¹⁷. Når strømmen økes fra vår XTR 111-«transmitter» senker Stahl-boksen spenningen, og begrenser effekten i kretsen slik at det aldri vil kunne oppstå en farlig gnist. Som et resultat av den senkede spenningen klarer ikke kretsen vår å sende tilstrekkelig strøm til å dekke kravet om 4-20 mA, kretsen sender strøm fra 0-6,4 mA.

En krets som vil fungere er å bruke et 10 kΩ potmeter i en løkke, slik at strømmen vil bli definert av Ohms lov. Utfordringen med denne kretsen blir å få indikert strømmen på skjermen, med tanke på at spenningen ut fra Stahl-boksen vil kunne være opp mot 24 V.

Som i PT100-sløyfen vil det også her være en enkel forbedring med et slider-potensiometer som vil gi mer nøyaktige målinger enn hva man oppnår med et vanlig potensiometer, veldig enkel oppgradering.

7.6 ANNEN SKJERM

For en forbedret versjon av produktet vil det være gunstig å oppdatere til et forbedret skjerm. Et problem med dagens display er at skriftstørrelse og font ikke kan endres. Dette er et mindre problem med dagens versjon, men ikke noe som går utover bruksfunksjonene. Vi har vært i kontakt med *Midas Displays* og de har fortalt at en skjermen med disse funksjonene vil komme for salg innen kort tid. Skjermen vil ha følgende modellnummer; MCT043U6TW480272LMLC.

I og med at dette ikke ligger ute for salg enda, har vi ikke noe datablad å referere til, men dette kan man få tak i ved å kontakte *Midas Displays*.

¹⁶ Your Safety _ Our Reality , Rstahl, 10-2006

¹⁷ AN9003 - A Users Guide to Intrinsic Safety, COOPER Crouse-Hinds

7.7 FLERE KANALER

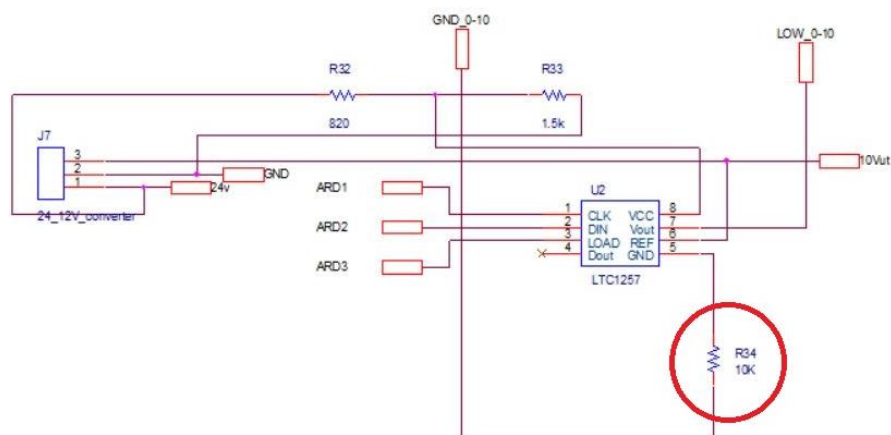
Per dags dato er boksen kun kapabel til å kunne teste en kanal av gangen, noe som fungerer godt til bruken den er ment til nå. Det er også mulig å implementere funksjoner for å teste flere kanaler samtidig. Dette vil føre til et enda mer effektivt arbeid for brukeren av boksen. Da må det kobles flere kabler opp mot hver krets, noe som vil resultere i at det må implementeres noe ny logikk i enkelte kretser, men det vil være mulig. Da vil det for eksempel være mulig å bruke flatkabler til å teste flere kanaler samtidig.

7.8 0-10 V

I utgangspunktet så det ut til at vi hadde lagd en fungerende krets til å generere 0-10 V. Kretsen fungerte bra med en DA-konverter som sendte 0-10 V regulert av berøringsskjermen. Det var også en nøyaktig krets. Det var en feil i kretsen som ikke ble oppdaget før FAT (kapittel 7 i vedlegg 5: *Testrappport*), og det var en detalj studentgruppen hadde oversett som gjør at kretsen ikke kan brukes og vi så oss nødt til å koble kretsen ut på denne versjonen av SCU. Problemet er at brukeren av boksen fort kan koble seg på en feil kanal (24 V istedenfor «GND»), og her har vi oversett et behov for en beskyttelse av kretsen.

Når brukeren kobler feil vil DA-konverteren få 24 V på «GND»-pinnen, dette lager en kortslutning i DA-konverteren og 24 V blir sendt inn på digitale pinner på Arduino-en. Dette tåler ikke Arduino-en og 0-10 V kretsen fungerer ikke lenger, men den største problemstillingen er at flere andre kretser også blir påvirket av dette siden Arduino-en blir ødelagt. Vi har etset kretskortet og feilen ble oppdaget så sent i prosjektet enn at det ikke var andre muligheter enn å koble kretsen ut, slik sikret vi at ingen andre kretser ble påvirket av dette.

Det er ingen andre kretser som er koblet til jordpotensialet DA-konverteren skal bli koblet til, så forslaget for å få en sikker krets til en neste versjon av produktet vil være å sette inn en stor motstand (for eksempel 10 k Ω) som vil ta seg av tilnærmet all effekttap i kretsen. Dette vil ikke påvirke andre kretser fordi at det ikke er noen kobling mellom «GND» på DA-konverteren og andre kretser. I Fig. 7-4 vises 0-10 V kretsen med en 10 k Ω -motstand for å beskytte DA-konverteren og Arduino-en.



Figur 7-4: 0-10V m/ motstand for beskyttelse.

Spenningsfallet vil være tilnærmet lik 24 V, siden R34 er så mye høyere enn den interne motstanden i DA-konverteren, derfor vil også strømmen og effekten beregnet her være tilnærmet.

Tabell 7-1: Effektreknskap.

Komponent	Spenningsfall (V)	Strøm (mA)	Effekt (mW)
R34	24	2.4	57.6

8 KONKLUSJON

Oppgaven var teknisk utfordrende da det var så mange faktorer som måtte være riktig for at systemet skulle fungere optimalt. Noen av kretsene var mer utfordrende enn andre, men implementasjonen av alle kretsene som en helhet var en stor utfordring i seg selv. Videre skulle også «hardware» og «software» spille sammen hele veien, noe som krevde mye planlegging og gjennomtenkning. Dette var utfordrende fordi mikrokontrolleren vi brukte ikke tåler å jobbe under de strøm- og spenningsforholdene RIO- og Stahl-modulene opererer med.

Et annet utfordrende aspekt ved oppgaven var å finne riktige komponenter til systemet. Da gruppen har hatt som mål å bruke de samme kretsene for både RIO- og Stahl-enhetene, som opererer med forskjellige strømmen og spenninger var det viktig å finne komponenter som ikke bare tålte å operere med begge enhetene, men også opererte optimalt under disse forholdene.

Utfallet av prosjektet er en fungerende boks som har mulighet til å effektivisere testprosedyrene Kongsberg Maritime bruker for denne type testing per i dag. Fordelene for Kongsberg Maritime vil være at boksen innehar muligheter til å teste flere forskjellige signalløyper fra en enhet. I tillegg til dette ligger informasjon som er nødvendig under testing tilgjengelig på skjerm, hvor de tidligere måtte slå dette opp i datablader.

9 REFERANSER

- [1] Lead (Pb)-free Thick Film, Rectangular Chip Resistors, 8/4-2005
- [2] 7000 Miniature Toggle Switches
- [3] 557 Series High Intensity LED Panel for $1\frac{1}{16}$ " Mounting Hole Watertight
- [4] Extremely Thin SPST-NO Flat Relay, One of the Thinnest Relays in the World
- [5] 4-20mA Current-Loop Transmitter, Texas Instruments
- [6] 7-8" (22.2 mm) Multi Turn Wirewound Potentiometer, Vishay, 30/7-2014
- [7] Precision Voltage-to-Current Converter/Transmitter, Texas Instruments, 11-2006
- [8] Surface Mount General Purpose Si-Epi-Planar Transistors Si-Epi-Planar Universaltransistoren für die Oberflächenmontage, Diotec, 7/11-2011
- [9] P-Channel Enhancement-Mode Vertical DMOS FETs , Supertex inc, 2013
- [10] Complete Single Supply 12-Bit Voltage Output DAC in SO-8 Linear Technology
- [11] DC/DC-Converter R-78xx-0.5 Series , Innoline, 27/3-2007
- [12] Arduino MEGA 2560
- [13] LM7301 Low Power, 4 MHz GBW, Rail-to-Rail Input-Output Operational Amplifier in TinyPak™ Package, National Semiconductor, 08-1999
- [14] Series HS TS PS Standard Size Rotaries, NKK Switches
- [15] MKDS 1/12-3,5 , Phoenix Contact, 1/1-2003
- [16] Your Safety _ Our Reality , Rstahl, 10-2006
- [17] AN9003 - A Users Guide to Intrinsic Safety, COOPER Crouse-Hinds

10 VEDLEGG

Tabell 10-1: *Vedlegg.*

Vedlegg	Beskrivelse
1	Visjonsdokument
2	Kravspesifikasjon
3	Testplan
4	Prosjektplan
5	Testrapport
6	Helse, miljø og sikkerhet (HMS)
7	Økonomidokument
8	Etteranalyse
9	Beskrivelse av aktiviteter
10	Forhold mellom krav og aktiviteter
11	Fremdriftsplan
12	Plan for FAT
13	Testmanual
14	Komponentliste
15	Kretsskjema
16	Kretskortutlegg
17	Timeføring
18	Importerings av bilder til display
19	Datablad
20	Brukermanual
21	Brosjyre



VEDLEGG 1



KONGSBERG



SCU

Visjonsdokument

PROSJEKT

Signal Communication Unit

OPPDRAAGSGIVER

Kongsberg Maritime AS

UTFØRT VED

Høgskolen i Buskerud og Vestfold, avd. Kongsberg

MEDLEMMER

Marius Johanssen, Stefan Dasic, Eivind Nielsen, Armaan Kamboj & Dan Filip Solberg

DOKUMENTHISTORIKK

REVISJON	UTGITT	BESKRIVELSE
1	30.01.2015	Første offisielle utgave
2	12.02.2015	Andre offisielle utgave
3	19.02.2015	Tredje offisielle utgave
4	18.03.2015	Fjerde offisielle utgave
5	30.04.2015	Femte offisielle utgave

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Dokumenthistorie	69
2	Innledning	70
3	Organisering.....	71
3.1	Ansvarsfordeling og oversikt.....	71
3.2	Oppdragsgiver av prosjektet.....	72
3.3	Veiledere og sensorer	72
3.4	Andre ressurspersoner.....	72
4	Oppgaven	73
4.1	Oppgavebeskrivelse	73
4.2	Detaljert oppgavebeskrivelse	75
5	Mål og forventninger med oppgaven	76
5.1	Gruppens mål.....	76
5.2	Oppdragsgiverens mål	76
6	Prosjektmodell	77
7	Tidsestimering.....	79
8	Referanser	80

1 DOKUMENTHISTORIE

Revisjon

Rev.	Skrevet av:		Sjekket av:		Godkjent av:		Beskrivelse:
	Dato	Sign.	Dato	Sign.	Dato	Sign.	
1	12.01.15	DFS	30.01.15	ARM	30.01.15	STD	Første utkast
2	04.02.15	STD	12.02.15	EN	12.02.15	MAR	Korrektur Lagt til ressurspersoner
3	17.02.15	STD	18.02.15	EN	19.02.15	MAR	Endret utgangspunkt for signalene
4	27.02.15	STD	18.03.15	DFS	18.03.15	ARM	Bytter fra internt matet til to- og tre-tråds
5	25.04.15	ARM	29.04.14	MAR	30.04.15	STD	Lagt til ressursperson

2 INNLEDNING

Dette dokumentet vil bli brukt som en felles veileder for gruppemedlemmene gjennom prosjektet og er opparbeidet som et før-prosjektsdokument. Hensikten med dokumentet er å estimere tidsbruk/ressurser og dermed bestemme milepæler vi må ha for prosjektgjennomføringen.

Eventuelle endringer under prosjektet vil bli ført opp under dokumenthistorikken.

3 ORGANISERING

3.1 ANSVARSFORDELING OG OVERSIKT

Tabell 3-1: Gruppemedlemmer.

	Navn: Marius Johanssen E-post: marius.johanssen@scu.no Tlf: 993 99 001	Hovedansvarsområder: Prosjektleder Økonomi
	Navn: Eivind Nielsen E-post: eivind.nielsen@scu.no Tlf: 906 00 354	Hovedansvarsområder: Design/konstruksjon
	Navn: Armaan Kamboj E-post: armaan.kamboj@scu.no Tlf: 977 75 497	Hovedansvarsområder: Informasjon Test
	Navn: Stefan Dasic E-post: stefan.dasic@scu.no Tlf: 984 77 264	Hovedansvarsområder: Dokumentasjon Presentasjon
	Navn: Dan Filip Solberg E-post: dan.filip.solberg@scu.no Tlf: 404 92 920	Hovedansvarsområder: Data/programmering Web

Hver enkelt gruppelem er blitt tildelt ulike ansvarsområder. Gruppelemmene er eneansvarlige for sitt hovedområdet, men deler av gruppen bidrar på hvert enkelt felt om det er ledige ressurser.

3.2 OPPDRAGSGIVER AV PROSJEKTET

Kongsberg Maritime (heretter kalt KM) er oppdragsgiver. KM er en del av Kongsberg Gruppen ASA og har hovedfokus på å levere teknologisk utstyr til offshore/maritimt/subsea. De har 4659 ansatte fordelt på 59 kontorer i 20 land.¹

3.3 VEILEDERE OG SENSORER

Under prosjektet vil vi ha to sensorer og to veiledere – hvorav én av hver er interne og eksterne.

På presentasjonene er ikke ekstern veileder pålagt å møte.

Tabell 3-2: Interne (HBV).

Navn	Kontaktinformasjon
Sigmund Gudvangen (veileder)	sigmund.gudvangen@hbv.no
Karoline Moholth (sensor)	karoline.moholth@hbv.no

Tabell 3-3: Eksterne (KM).

Navn	Kontaktinformasjon
Petter Arne Mikalsen (veileder)	petter.arne.mikalsen@kongsberg.com
Merethe Gotaas (sensor)	merethe.gotaas@km.kongsberg.com

3.4 ANDRE RESSURSPERSONER

Tabell 3-4: Andre personer som har hjulpet gruppen.

Navn	Ressursområde	Kontaktinformasjon
Espen Dischler Hahn	Testperson	espenhahn@hotmail.com
Rolf Longva	Teknisk bistand	rolf.longva@hbv.no
Svein Gjørn Nordbø	3D-modellering	sg_nordbo@hotmail.com

4 OPPGAVEN

Oppgaven er gitt av Kongsberg Maritime og vil være vårt hovedprosjekt for bachelorutdanningen ved Høgskolen i Buskerud og Vestfold, avdeling Kongsberg.

4.1 Oppgavebeskrivelse

Kongsberg Maritime oppgraderer kontrollsystemene sine jevnlig og må testes på nytt før de blir sendt ut til kunder. Én del av det som blir testet er IO-koblingene og dette kan være en tidskrevende jobb. KM ønsker en enhet som skal kunne brukes til å simulere testsignaler som går til eller fra kontrollsystemet. Noe av resultatene blir utelukket indikert på vår boks, mens andre må sees fra AIM2000-systemet til KM.

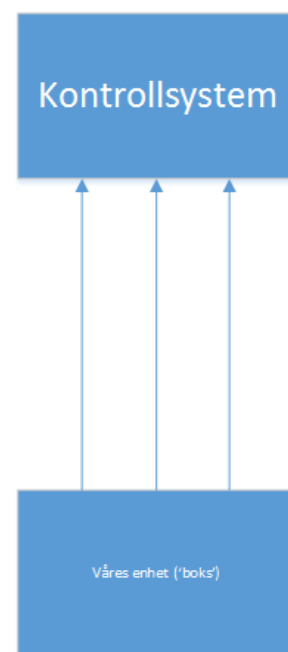
Det skal være tre ledninger og de skal kunne både sende og motta signaler for å lage sløyfer.

Signaltypene som skal lages er:

- Digitale innganger, med- og uten motstander
- Digitale utganger
- Analoge innganger (4-20 mA, to- og tre-tråds)
- Analoge utganger (4-20 mA)

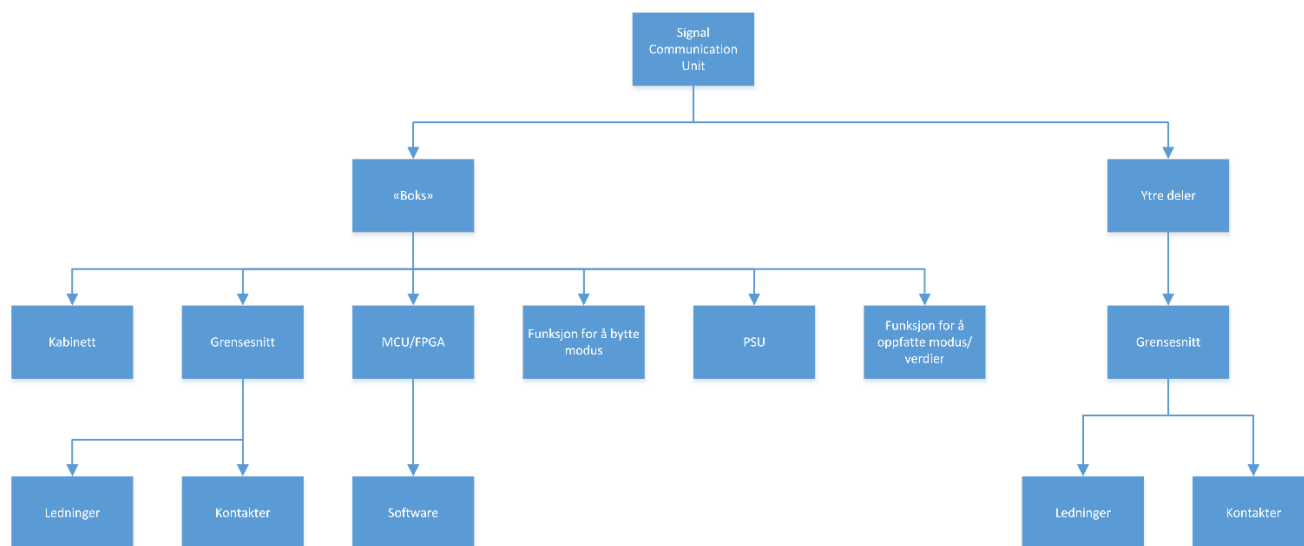
Enkelte av sløyfene trenger to av de tre ledningene, mens andre trenger alle tre. Hvilken modus boksen er i skal kunne velges av bruker. Boksen skal kunne brukes håndholdt med indikasjoner på styrke/signaltype/modus med lysdioder eller LED-display.

For tilføring av strøm er det gitt av oppdragsgiver at det skal benyttes strømforsyning. Det er forskjellig prioritering på hvilke sløyfer som er viktigst å implementere, og det vil ligge i vår kravspesifikasjon.



Figur 4-1: *Produktgrensesnitt.*

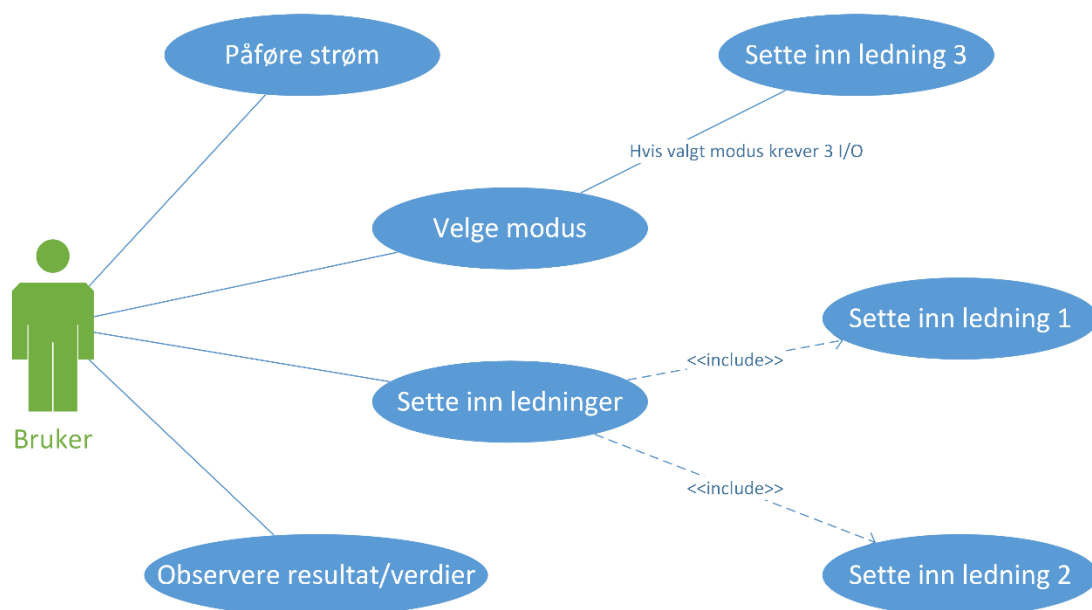
For å få en grov oversikt lagde vi et diagram over systemet og dets delsystemer:



Figur 4-2: Systemhierarki.

Her får vi oversikt over hvilke deler av systemet som må bli gjort gjennom prosessen.

Videre opprettet vi et diagram over bruksfunksjonene over hva som skal kunne utføres på vår enhet:



Figur 4-3: Oversikt over bruksfunksjonene til produktet.

Her ser vi at hovedfunksjonene brukeren kan utføre er å påføre strøm, velge modus, sette inn ledninger og observere resultat/verdier. Det å sette inn ledning 1 og 2 vil alltid måtte gjøres når man monterer ledninger for alle moduser, men ledning 3 vil bare være nødvendig om modusen den blir satt til krever tre ledninger.

4.2 DETALJERT OPPGAVEBESKRIVELSE

Sluttrapport som inneholder:

- Visjonsdokument
- Kravspesifikasjon
- Prosjektplan
- Testplan
- Designdokument
- Testrapport
- Økonomi
- Helse, miljø og sikkerhet (HMS)-dokument
- Etteranalyse
- Oppfølgings- og rapportdokumenter

I tillegg til sluttrapporten og sluttproduktet er det flere milepæler:

- Fremføring 1, 2 og 3
- Bryting
- Kretsdesign
- Testing og verifisering av A- og B-krav
- Testing og verifisering av C- og D-krav
- Jording
- «Internal Acceptance Test» (IAT)
- Fremstilling av chassis
- Innkjøp
- Ferdigstilling av montering
- «Factory Acceptance Test» (FAT)
- «Black box»-testing
- Ferdigstilling
- Demonstrasjon

5 MÅL OG FORVENTNINGER MED OPPGAVEN

Som gruppe håper vi oppgaven gir oss praksis knyttet opp mot industrien og klargjør oss for arbeidslivet. I tillegg håper vi oppdragsgiver blir fornøyd med produktet, samt at alle gruppemedlemmene får en tilfredsstillende karakter.

5.1 GRUPPENS MÅL

Vi har som mål å bli ferdig med alle kravspesifikasjonene, selv om vi ikke når C- og D-krav, forventer vi å få til alle A- og B-krav. Det vil bli gjort justeringer underveis siden vi ikke er helt sikre på verken omfanget eller alle funksjonene til boksen tidlig i prosjektet.

Vårt mål som gruppe er å lage så tilfredsstillende produkt som mulig til kunden. Dette gir oss en mulighet til å få et innblikk i arbeidslivet. Vi prøver å gjøre denne oppgaven så realistisk som vi kan i forhold til et vanlig prosjekt i arbeidslivet. Gruppen vår er ute etter å få testet seg på forskjellige emner, blant annet å jobbe under press over lengre tid, men fortsatt klare å levere det maksimale. Dette gir oss en indikasjon på hvordan det vil bli å være en ingeniør. Det er en selvfølge å klare å jobbe som en enhet gjennom hele perioden, og være samkjørt.

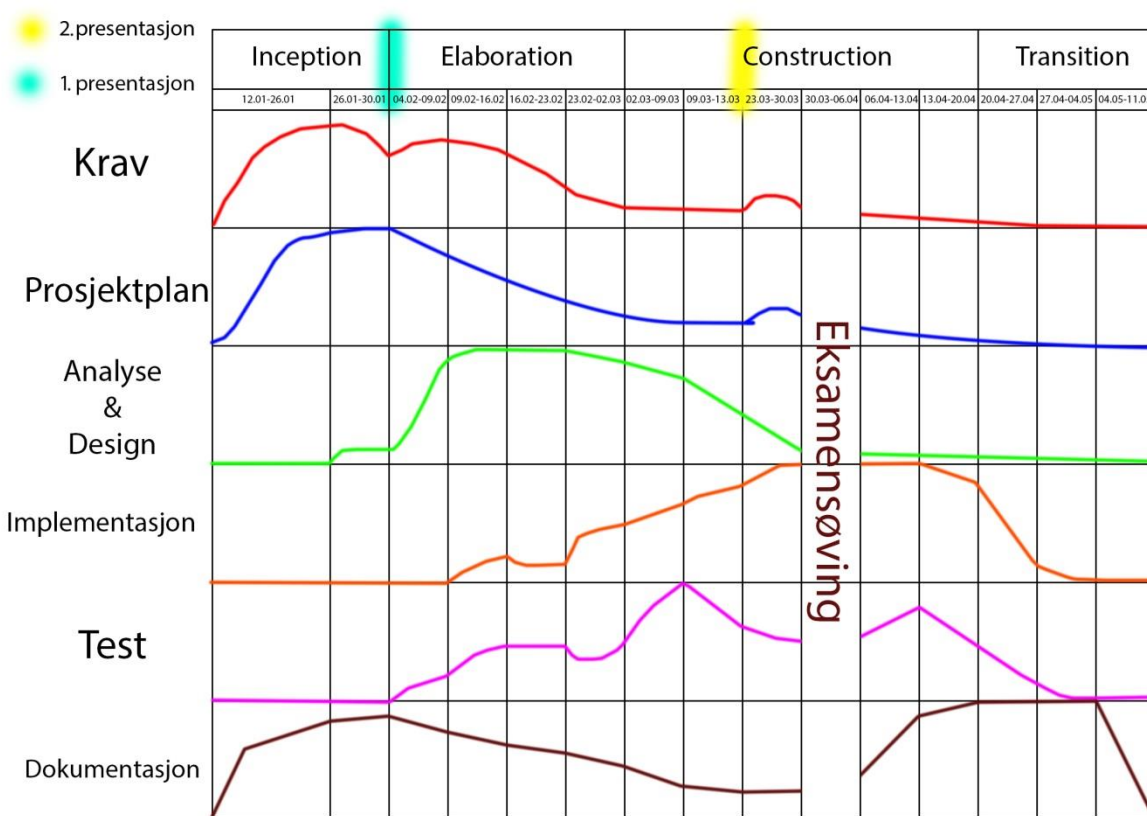
5.2 OPPDRAGSGIVERENS MÅL

Målet til oppdragsgiveren er å få et produkt som reduserer tidsbruken av nåværende testing. Det skal i tillegg forenkle arbeidet deres på KM og at man ikke skal behøve en teknisk bakgrunn for å kunne utføre enkle tester som boksen vår skal kunne utføre. Det skal i tillegg være et bærbart instrument som man kan lett forflytte seg rundt med uten å måtte dra på store *rack*. Et annet mål oppdragsgiver er ute etter er at, det kun skal være en enhet som de benytter. De skal slippe å bytte mellom forskjellige type instrumenter for å kunne utføre de forskjellige testene. Så ved hjelp av denne boksen, kan man oppnå alle disse målene.

6 PROSJEKTMODELL

Det er veldig viktig med en god prosjektmodell, det kan ofte være forskjellen på ett prosjekt som blir suksess og ett prosjekt som blir kansellert. Det finnes mange prosjektmodeller, så det er heller ingen fasit på hvilken modell som er best. Det som er viktig er å se hvilken prosjektmodell som passer best til den type prosjekt som skal gjennomføres.

Som prosjektmodell for dette prosjektet har vi valgt å gå for «Unified process». Dette er en evolusjonær modell som gir oss en rekke fordeler i forhold til tiden og kravene vi har til prosjektet vårt. En av fordelene er at vi ikke forventer at blant annet kravspesifikasjonene skal være 100 % definert etter første fase, prosjektplanen legger til rette for at vi skal oppdatere og endre etter tilbakemelding fra kunden. Vi forventer at kravene kommer til å endres i løpet av prosjektet.



Figur 6-1. «Unified process».

Prosjektmodellen vår består av fire faser; «Inception», «Elaboration», «Construction» og «Transition». Vi valgte å gå for en norsk/engelsk versjon. Dette på grunn av at vi vil unngå misforståelser så vi holder oss til standard fasenavn. Vi valgte å skrive på norsk på de vektlagte disiplinene. Om disse disiplinene hadde blitt skrevet på engelsk, ville det fort oppstått misforståelse utover i teksten, da resten er skrevet på norsk. Det er lagt av tid til presentasjoner, samt at det er lagt av tid på slutten av prosjektet til eventuelle uforutsette oppgaver. Vi har valgt å gå for korte iterasjoner for å få et press på oss hver uke. Dette er et bevisst valg, da vi vet vi jobber best med korte tidsfrister. En ulempe med lange tidsfrister vil være at man utsetter arbeidet så lenge som mulig. Vi har en iterasjon fra mandag til fredag hver uke, som gir oss en buffer i helgene.

Om målene til fredag ikke er gjennomført, har man helgen til gode å jobbe på. «Unified process» er en fase som gir oss frihet til å kunne endre mye utover i prosjektet, bare vi dokumenterer og har en god grunn til dette. Mye kan endre seg med tiden, og ting kan bli utsatt når det er flere leverandører i bildet. De kan være forsinket som igjen fører til at vi blir forsinket. Da har vi gode muligheter for å kunne gå inn å endre planen etter behov, for å kunne optimalisere prosjektets fremgang.

For ytterligere utredelser av prosjektplanen, se kapittel 6 i dokumentet *Prosjektplan*.

7 TIDSESTIMERING

Hovedprosjektet er et 20-studiepoengsfag. Hvert studiepoeng er beregnet å ha en tyngde på 25-30 timer. Det vil si at hver student burde bruke omtrent 500-600 timer på prosjektet. Prosjektstart var 5. januar og vi har satt intern sluttdato 9. mai. Dette tilsvarer 18 uker hvor disse timene skal være fordelt over. Snitt tidsbruk per student vil være omtrent 33 timer i uken eller syv timer per ukedag.

Fordeling av aktiviteter ligger i vår prosjektplan, mens timeoversikt ligger i timelistene.

8 REFERANSER

[1] Kongsberg Maritimes hjemmeside, <http://www.km.kongsberg.com/>



VEDLEGG 2



KONGSBERG



SCU

Kravspesifikasjon

PROSJEKT

Signal Communication Unit

OPPDRAGSGIVER

Kongsberg Maritime AS

UTFØRT VED

Høgskolen i Buskerud og Vestfold, avd. Kongsberg

MEDLEMMER

Marius Johanssen, Stefan Dasic, Eivind Nielsen, Armaan Kamboj & Dan Filip Solberg

DOKUMENTHISTORIKK

REVISJON	UTGITT	BESKRIVELSE
1	30.01.2015	Første offisielle utgave
2	12.02.2015	Andre offisielle utgave
3	19.02.2015	Tredje offisielle utgave
4	18.03.2015	Fjerde offisielle utgave
5	30.04.2015	Femte offisielle utgave

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Dokumenthistorie	83
2	Innledning	84
3	Kravspesifikasjon.....	85

1 DOKUMENTHISTORIE

Revisjon

Rev.	Skrevet av:		Sjekket av:		Godkjent av:		Beskrivelse:
	Dato	Sign.	Dato	Sign.	Dato	Sign.	
1	12.01.15	STD	30.01.15	ARM	30.01.15	MAR	Første utkast
2	04.02.15	STD	12.02.15	EN	12.02.15	MAR	Korrektur Rettet på krav 6.A Fjernet krav 1.4.B
3	17.02.15	STD	18.02.15	EN	19.02.15	MAR	Endret utgangspunkt for signalene
4	27.02.15	STD	18.03.15	MAR	18.03.15	ARM	Lagt til krav 1.6.C Endret krav 1.5.B
5	27.04.15	ARM	29.04.15	DFS	30.04.15	STD	Lagt til krav 11.4.D Flyttet krav 12 Endret krav 6 Endret krav 4

2 INNLEDNING

Kravspesifikasjon er et dokument som fullstendig beskriver noe som ikke ennå finnes, på en måte som gjør at ingen kan misforstå det. Dette dokumentet, som beskriver krav til et produkt, er et slikt dokument.

Denne kravspesifikasjonen, som tar for seg alle ønsker til det ytterste, er i utgangspunktet fremstilt av Kongsberg Maritime v/ veileder Petter Arne Mikalsen, som videre ble utvidet og bearbeidet av prosjektgruppen.

Kravspesifikasjonen danner grunnlaget for testspesifikasjonen som prosjektgruppen skal frembringe. Alle krav må kunne testes, og ved å gjøre dette kan man konkludere om produktet oppfyller kravene og prioriteringene som oppdragsgiver har uttrykket for.

En typisk kravspesifikasjon lar utviklerne forklare deres forståelse av hvordan kunden vil ha systemet til å virke. Den forteller også designere hvilken funksjonalitet og karakteristikk det ferdigbehandlede systemet skal ha. I tillegg forteller en kravspesifikasjon testgruppen hva de skal demonstrere for å overbevise kunden om at systemet blir levert slik det ble bestilt. Alt dette klargjør hvor vesentlig det er å ha en utformet kravspesifikasjon før arbeidet med produktet kan komme i gang, som igjen skaper et fundament for videre arbeid.

3 KRAVSPESIFIKASJON

I dette kapittelet vil vi presentere alle kravene, samt en kort beskrivelse på hvordan de ulike krav er klassifisert.

Vi har delt inn kravene i fire kategorier, og hver kategori har krav som er satt opp i prioritert rekkefølge. Prioriteringer, som er basert på oppdragsgiverens produktønsker, har derfor blir inndelt på følgende måte:

Tabell 3-1: *Kravprioritet.*

Prioritet	Beskrivelse
A	Utslagsgivende krav som <i>må</i> oppfylles for å tilfredsstille oppdragsgiver.
B	Betydningsfulle krav, som burde oppfylles for å tilfredsstille oppdragsgiver, og forbedre produktet.
C	Mindre viktige krav som prioriteres om tiden er tilstrekkelig.
D	Begrensete krav, som mest sannsynlig vil kreve lenger tid.

Når det gjelder kategoriene, har vi for enkelthetsskyld delt disse opp slik Tabell 3.2 viser.

Tabell 3-2: *Kravkategorier.*

Krav	Beskrivelse
Designkrav	Krav som stilles til systemet vårt, og dets funksjonalitet.
Implementasjonskrav	Krav som stilles til implementasjonen av systemet.
Dokumentasjonskrav	Krav som stilles til dokumentasjonen.
Testkrav	Krav som stilles til verifisering av systemet.

De resterende tabellene i dette kapittelet viser en oversikt over alle krav. Legg merke til at alle signaler tar utgangspunkt fra IO-kortet, og ikke vår boks.

Tabell 3-3: *Designkrav.*

Dato	#	Prioritet	Krav	Opphav
Produktet skal være en boks som skal simulere signaler for testing av IO-kort:				
15.12.2014	1.2	A	RIO digital inngang uten motstand. To ledninger.	KM
15.12.2014	1.3	A	RIO digital inngang med motstand. To ledninger. 820 Ω i serie med bryter, 2.7 k Ω i parallell med bryter.	KM
15.12.2014	1.5	B	RIO analog inngang 4-20 mA, to-tråds.	KM
27.02.2015	1.6	C	RIO analog inngang 4-20 mA, tre-tråds.	KM
15.12.2014	1.7	C	Stahl digital inngang uten motstand.	KM
15.12.2014	1.8	C	Stahl digital inngang med motstand. 1.2 k Ω i serie med bryter, 15 k Ω i parallell med bryter.	KM
15.12.2014	1.10	C	Stahl analog inngang med to-tråds loop.	KM
15.12.2014	1.11	D	RIO PT100-signal.	KM
15.12.2014	1.12	D	Skal sende ut spenning 0-10 V.	KM

Størrelse på boksen skal være på en slik måte at boksen vil være lett anvendelig under bruk:				
12.01.2015	8.1	A	Størrelse mindre enn 55 cm*35 cm*22 cm.	KM
12.01.2015	8.1	B	Størrelse mindre enn 35 cm*20 cm*22 cm.	SCU
12.01.2015	8.1	C	Størrelse mindre enn 25 cm*20 cm*15 cm.	SCU
12.01.2015	8.1	D	Størrelse mindre enn 20 cm*15 cm*10 cm.	SCU
12.01.2015	8.2	A	Massen må være mindre enn 10 kg.	SCU
12.01.2015	8.2	B	Massen må være mindre enn 5 kg.	SCU
12.01.2015	8.2	C	Massen må være mindre enn 3 kg.	SCU
Produktet skal være en boks som skal kunne lese signaler:				
15.12.2014	11.1	A	RIO digital utgang.	KM
15.12.2014	11.2	B	RIO analog utgang, 4-20 mA.	KM
15.12.2014	11.3	C	Stahl digital utgang.	KM
30.04.2015	11.4	D	Stahl analog utgang, 4-20 mA.	SCU

Tabell 3-4: Implementasjonskrav.

Dato	#	Prioritet	Krav	Opphav
12.01.2015	4	A	Maksimum tre ledninger skal brukes til alle sløyfetyper.	KM
12.01.2015	5	A	Boksen skal kunne bytte mellom de forskjellige sløyfetyper.	KM
12.01.2015	6	A	Boksen skal bli forsynt med energi fra en 24 VDC-strømforsyning.	KM
12.01.2015	7	A	Boksen skal være sikret mot kortslutning av bruker.	SCU
21.01.2015	12	A	Boksen må være jordet på en forsvarlig måte.	SCU
22.01.2015	13	A	Sløyfetyper til boksen må sammensettes til en fungerende enhet.	SCU
Indikasjon til bruker i form av ett display eller vanlige lamper:				
22.01.2015	9.1	A	Bruker skal få indikasjon på hvilke signaler som brukes.	KM
22.01.2015	9.2	A	Bruker skal få indikasjon på hvilke verdier signalene gir.	KM

Tabell 3-5: Testkrav.

Dato	#	Prioritet	Krav	Opphav
12.01.2015	2	A	Sløyfetyper i Krav: 1.1.A, 1.3.A, 1.B, 1.5.B, 1.6.C, 11.2.B, 1.C, 11.3.C, 1.C og 1.11.D må ha funksjon for å kunne teste brudd.	KM
12.01.2015	3	A	Sløyfetyper i Krav: 1.1.A, 1.3.A, 1.B, 1.5.B, 1.6.C, 11.2.B, 1.C, 11.3.C, 1.C og 1.11.D må ha funksjon for å kunne teste kortslutning på IO-kortet.	KM
22.01.2015	14	A	Alle krav må kunne testes mot funksjonalitet.	SCU

Tabell 3-6: Dokumentasjonskrav.

Dato	#	Prioritet	Krav	Opphav
12.01.2015	10	A	Brukermanual til boksen.	KM
27.01.2015	10	B	Elektronikkdokumentasjon.	SCU



VEDLEGG 3



KONGSBERG



SCU

Testplan

PROSJEKT

Signal Communication Unit

OPPDRAUGSGIVER

Kongsberg Maritime AS

UTFØRT VED

Høgskolen i Buskerud og Vestfold, avd. Kongsberg

MEDLEMMER

Marius Johanssen, Stefan Dasic, Eivind Nielsen, Armaan Kamboj & Dan Filip Solberg

DOKUMENTHISTORIKK

REVISJON	UTGITT	BESKRIVELSE
1	30.01.2015	Første offisielle utgave
2	12.02.2015	Andre offisielle utgave
3	19.02.2015	Tredje offisielle utgave
4	19.03.2015	Fjerde offisielle utgave
5	07.05.2015	Femte offisielle utgave

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Dokumenthistorie	89
2	Innledning	90
2.1	Antakelser	90
3	Testobjekter	91
4	Fremgangsmåte	92
4.1	Testfaser.....	93
4.1.1	Pre-alfa	93
4.1.2	Alfa	93
4.1.3	Beta	94
4.1.4	IAT	94
4.1.5	FAT	95
4.1.6	Utgivelse.....	95
4.2	Testmanuskript.....	96
5	Godkjenningskriterier	98
5.1	Testspesifikasjon	98
5.2	Kriterier til start, avbrudd og gjenopptakelse av test	100
6	Resultatdokumenter	101
7	Aktivitet og tidsplan	102
8	Referanser	103

1 DOKUMENTHISTORIE

Revisjon

Rev.	Skrevet av:		Sjekket av:		Godkjent av:		Beskrivelse:
	Dato	Sign.	Dato	Sign.	Dato	Sign.	
1	20.01.15	ARM	30.01.15	STD	30.01.15	MAR	Første utkast
2	04.02.15	STD	12.02.15	EN	12.02.15	MAR	Korrektur Ny testrapport-mal
3	17.02.15	STD	18.02.15	EN	19.02.15	MAR	Endret utgangspunkt for signalene
4	27.02.15	STD	19.03.15	ARM	19.03.15	EN	Lagt til krav 1.6.C. Korrektur Lagt til kapittel 4.1
5	15.04.15	ARM	06.05.15	MAR	07.05.15	EN	Oppdaterer «Plan for FAT» Korrektur

2 INNLEDNING

Testen skal verifisere at kravene i kravspesifikasjon er oppfylt, samt at den skal avdekke feil. Systemet som testes er en signalgenerator med mulighet for å sende og lese både analoge- (4-20mA, 0-10 og PT100) og digitale signaler til oppdragsgiveren sine gitte IO-kort. Se blokkdiagrammet i visjonsdokumentet for en mer detaljert beskrivelse av dette systemet. Mye av testingen vil skje i slutten av prosjektet og dermed er de forskjellige testene prioritert; kravspesifikasjonen for prioritering av de forskjellige kravene som skal testes viser en fin oversikt. Prioriteringen er klassifisert fra A-D i synkende rekkefølge:

Tabell 2-1: *Klassifikasjon av feil.*

Kategori A:	Feil i en eller flere funksjoner som forårsaker stopp. For eksempel maskin/system/funksjon som behøver omstart.
Kategori B:	Feil har alvorlige konsekvenser i systemet eller tilstøtende systemer, for eksempel feil i databaser, alvorlige feil i rapporter slik at disse tolkes feil osv.
Kategori C:	Feil med mindre alvorlige konsekvenser, for eksempel mindre grad av ustabilitet, mindre funksjons- og egenskapsmangler osv.
Kategori D:	Feil uten alvorlige konsekvenser, for eksempel layout-/trykkfeil i skjermbilder, rapporter eller dokumentasjon som ikke har konsekvenser for forståelsen av disse.

Fra Kongsberg Maritime (heretter kalt KM) mottar vi et relativt lite AIM-system oppsett. Det vil si at vi får en RCU, PSU, samt de RIO- og Stahl-modulene vi skal bruke. I tillegg får vi «software» som brukes i operatørstasjonene deres, som heretter vil refereres til som OS; dette skal kjøres igjennom et «software» som heter «vmware» slik at vi virtuelt får Windows XP på våre datamaskiner.

2.1 ANTAKELSER

- Signalgenerator med multimeter er tilgjengelig å låne hos KM fra start av testfasen.
- Elektronisk utstyr som trengs er tilgjengelig enten fra høghskolen eller KM (kan eventuelt bestilles).
- Analoge signaler (inngang og utgang) er de samme for RIO- og Stahl-moduler.
- Laboratorium med utstyr er tilgjengelig for bruk på høghskolen i testperioden.
- Testdeltakere er tilgjengelig under testperioden.

3 TESTOBJEKTER

Det er først og fremst vår signalgenerator som skal ut i drift, og hver av funksjonene til denne skal testes. Alle disse funksjonene er sett fra vår signalgenerator.

Legg merke til at hver prioritet er gitt av bokstav;

Tabell 3-1: *Tester vedrørende drift av systemet.*

Testobjekt	Krav
1. Digital inngang (med og uten motstandsnettverk koblet til digital inngang på KM sine respektive IO-kort)	1.2.A, 1.3.A, 1.7.C og 1.8.C
2. Digital utgang (til alle de respektive IO-kortene)	11.1.A og 11.3.C
3. Analog inngang (4-20 mA, to- og tre-tråds)	1.5.B, 1.6.C og 1.10.C
4. Analog utgang (4-20 mA)	11.2.B
5. Spenningsinngang (0-10 V)	1.12.D
6. RIO PT100-signal (simulert PT100-signal til IO-boks)	1.11.D
7. Bytting mellom hver av de respektive sløyfetyper	5A
8. Tre ledninger skal kunne brukes til alle sløyfetyper	4A
9. Strømforsyning	6A
10. Test av brudd	2A
11. Test av kortslutning	3A
12. Indikasjon	9A

Tabell 3-2: *Tester vedrørende sikkerhet, brukbarhet, størrelse og masse.*

Testobjekt	Krav
13. Sikringer og jord	7.A og 12.A
14. Brukermanual	10.A
15. Størrelse og masse	8.1 og 8.2

4 FREMGANGSMÅTE

Testarbeidet vil i prinsippet være manuelle tester hvor vi konstruerer testkretser for å se at kravene er oppfylt og at dette fungerer på en god måte. Resultatene vil sjekkes opp mot en testspesifikasjonen. Alle testresultater vil noteres, og til slutt bli samlet i en testrapport.

Videre vil testarbeidet bli delt i to faser; statisk og dynamisk testing. Vi vil starte med den statiske testingen allerede i «Elaboration»-fasen av prosjektet. Denne fasen vil stort sett bestå av design og analyse av forskjellige kretser, og selve testingen vil være simulering av de forskjellige kretsene tilhørende hvert delsystem. Når feilene har blitt avdekket og fikset kan dynamisk testing av delsystemene starte hvor vi fysisk kobler opp slik det er beskrevet i kapittel 4.1 for å se om det som ble testet i den statiske testfasen også fungerer i praksis. Her tester vi alle delsystemene sammen for å se at alt fungerer like bra sammen som det gjør individuelt. Dette kalles for en alfa-test.

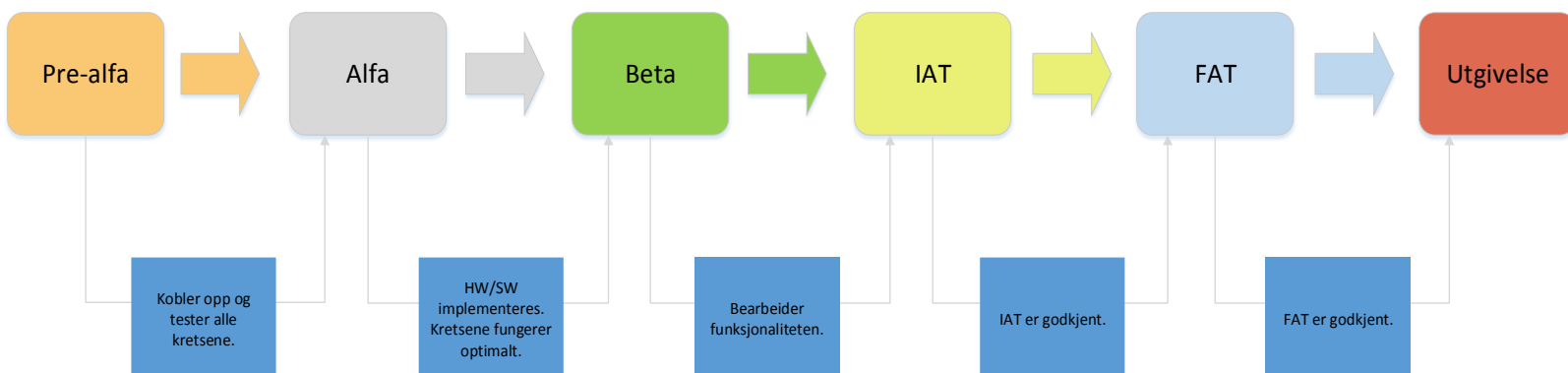
En beta-test blir utført for å avdekke feil og verifisere at kretskortdesignet er korrekt. Dette gjøres for at studentgruppen skal være sikre på at designet fungerer før kretskortet blir produsert av en profesjonell produsent, dette for å spare penger og unngå så mange feil som mulig ved endelig produkt.

«Internal Acceptance Test» (heretter kalt IAT) blir utført internt i studentgruppen for å verifisere og avdekke feil ved det endelige kretskortet. Dette gjøres for å kvalitetssikre produktet på en god måte før oppdragsgiver blir invitert til en test av produktet.

Når alle delsystemene er på plass og alt blir satt sammen til et komplett system skal det kjøres en «Factory Acceptance Test» (heretter kalt FAT) på hele systemet for å verifisere at alt fungerer sammen slik det skal. Denne testprosedyren er beskrevet i kapittel 5.1.

Til slutt skal vi ha en «black box»-test av systemet vårt; her vil vi hente inn en tredjepartsressurs uten noe kunnskap om den interne oppbyggingen av systemet som vil gå igjennom FAT-prosedyren ved hjelp av brukermanual til systemet. Målet med dette er å verifisere at systemet møter oppdragiveren sitt krav til brukervennlighet.

4.1 TESTFASER



Figur 4-1: Testfaser.

4.1.1 PRE-ALFA

Pre-alfa refererer til alle aktiviteter som utføres før testingen finner sted. Disse aktivitetene kan omfatte analyser av krav, design, implementasjon, testing osv. I tillegg er det vanlig at en milepælsoversikt blir opprettet, slik at prosjektgruppen til enhver tid vet når en spesifikk funksjon skal være ferdigstilt.

I denne fasen vil testingen foregå uten display. Vi vil hovedsakelig kjøre en test for hver enkelt krets som boksen skal kunne simulere ved senere anledning. Planen er å sette opp hver enkelt krets på et brødbrett, for å kunne verifisere at det vi tenker er riktig. Når kretsen er oppkoblet vil den bli testet mot RIO- og Stahl-boksene. Her vil vi få muligheten til å rette på enkle feil og bytte ut komponenter om det skulle være nødvendig. I tillegg får man et godt overblikk om hvordan hver enkel krets operere.

4.1.2 ALFA

Alfa-testen er veldig lik som pre-alfa, men her går konseptet ut på å ta alle de kretsene vi testet i pre-alfa og implementere disse sammen til et system, samtidig som vi implementere «software» opp mot systemet. Planen for å gjennomføre testen vil være å teste hver enkel «modus». Det vil si teste hver enkelt krets opp mot RIO- og Stahl, og ha muligheten til å kunne bytte modus ved hjelp av en bryter. Hovedsakelig er dette hvordan systemet vil funke i praksis, men uten at alle testene er laget på et kretskort. Her vil vi få en indikasjon på hvordan alle kretsene vil fungere sammen og opp mot «software».

Etter denne testen vil man kunne vite hva man må endre på av «hardware» og «software» før man går i gang med fresing av et betakort.

Prosjektgruppen er enige om at denne testen ikke er godkjent før alle kretsene fungerer som de skal. Med tanke på displayet som skal bli brukt, vil det bli brukt et forenklet display, kun for å lese av hvilken «modus» systemet står i og lese av eventuelle verdier. Dette skyldes at displayet som skal bli brukt i et ferdig produkt, ikke er ferdig enda.

4.1.3 BETA

Definisjon på betatesting er at det utføres etter alfa-testingen, og før produktet slippes ut til brukeren for offentlig testing. Betaversjon er vanligvis ment som en offentlig utgivelse, ofte til begrenset antall brukere, for å få tilbakemeldinger på produktet. Beta-testingen vil avdekke og redusere feil, og danne et høyere potensial for fremstillingen av bedre kvalitet på sluttproduktet.¹

I denne fasen blir funksjonaliteten av systemet bearbeidet, basert på resultatene fra alfa-testingen. Det er viktig å legge merke til at produktet vårt allerede i denne fasen har en stabil arkitektur og kan utgis som et ferdig produkt. Men mest sannsynlig med mangler i funksjonalitet som ikke har blitt bearbeidet nok. Om det endelige produktet vil ha de samme funksjonalitetene som betaversjonen avhenger av testresultater og tilbakemeldinger fra oppdragsgiver.

Siden vi må ha lett tilgjengelighet på innmaten, så har vi valgt å ikke inkludere chassis i denne fasen av testingen.

Under testingen av denne versjonen vil vi først og fremst teste betaproduktets funksjonalitet som nevnt, i vår situasjon vil vi da se om kretskortet fungerer slik som vi har tenkt at det skal. Da utføres det både statiske og dynamiske tester av dette kortet før vi er klare for en IAT. Den statiske testingen er først og fremst visuell i denne situasjonen, vi ser over kretskortet for å se om banene er laget riktig og for å se om kortet i det hele tatt vil fungere. Da ser vi eventuelt etter kortslutninger og feilforbindelser. Når feilene i denne statiske testfasen er avdekket og rettet kan vi gå over på den dynamiske testingen hvor vi setter betaversjonen i drift. Altså setter vi strøm på kretskortet og ser at alle de forskjellige delkretsene får riktig strøm og gjør det de skal.

4.1.4 IAT

IAT eller “Internal Acceptance Test” kommer etter betatestingen. Dette er en komplett test av “hardware” på det endelige produktet. Her følges prosedyren i testmanuskriptet (delkapittel 4.2) for å verifisere at kretskortet takler alle sløyfetyperne spesifisert i kravspesifikasjonen. Om denne faktisk gjør det vil vi vurdere ut ifra punktene satt opp i godkjenningskriteriene (kapittel 5). Om testen er bestått vet vi at vi har et produkt som vil fungere, og vi kan starte å sette sammen hovedproduktet vårt. Neste steg i rekken er FAT.

4.1.5 FAT

FAT eller “Factory Acceptance Test” er den siste store testen for å verifisere at produktet har møtt kravene spesifisert i kravspesifikasjon, og for å verifisere at vi nå er klare for å overlevere systemet til kunden. FAT vil deles inn i tre delfaser: «Pre-FAT», FAT og «black box»-test.

I «pre-FAT»-fasen tester vi det ferdigproduserte kretskortet i likhet med IAT som er nevnt over. Her tester vi alle baner og komponenter og ser at det er riktig spenning og strømmer overalt. Når denne er godkjent går vi videre til hovedfasen av FAT-testen. I FAT følger vi prosedyren i testmanuskriptet i likhet med IAT; det er den samme prosedyren vi følger. Vi bruker FAT-sjekklisten for å verifisere at kravene til alle sløyfetyperne er nådd. Når denne testen er bestått og ferdig retter vi oss videre mot “black-box”-testen.

I “black box”-fasen vil vi bruke en tredjepartsressurs uten noe forkunnskap om vårt system til å utføre FAT-prosedyren som er beskrevet. Dette er for å verifisere oppdragsgiverens krav til brukervennlighet.

Når FAT er komplett og bestått er vi klare for å overlevere produktet til kunden.

4.1.6 UTGIVELSE

Når alle testene er utført og alle kriteriene spesifisert i kapittel 5 er nådd og godkjent er vi klare til å offisielt gi ut produktet og overrekke dette til oppdragsgiver.

4.2 TESTMANUSSKRIPT

Det har blitt utredet en rekke tester for de forskjellige kravene;

Tabell 4-1: *Krav for RIO.*

Hvordan teste digitalt signal fra RIO-modul
Koble den digitale utgangen fra RIO-modulen inn på kretsen designet til å motta RIO-digital signal. Når RIO-modulen sender logisk 1, må indikasjonslampen (LED) lyse. Når RIO sender logisk 0 vil indikasjonslampen slukke.
Hvordan teste digitalt signal fra boksen vår til RIO-modul uten motstandsnettverk
Vi tester dette med en bryter; altså kobler vi en spenning uten motstander gjennom en bryter, hvor den fulle spenningen vil indikere en logisk 1 og et brudd eller åpen krets vil indikere en logisk 0. Denne spenningen må naturligvis være i henhold til RIO-modulens spesifikasjoner.
Hvordan teste digitalt signal fra boksen vår til RIO-modul med motstandsnettverk
Kobler vi dette med motstander vil mye av det samme prinsippet gjelde som i punktet over, men istedenfor x V og 0 V bestemmes den logiske verdien av strømmen i kretsen. Når bryteren er lukket får vi et spenningsfall på 24 V over 820 Ω motstand noe som vil gi en relativ stor strøm og gi oss en logisk 1, med bryteren åpen vil strømmen blir betydelig mindre med et spenningsfall på 24 V over 820 Ω og 2.7 k Ω i serie, dette gir oss logisk 0.
Hvordan teste analogt signal fra boksen vår til RIO-modul
Når vi sender et analogt 4-20 mA-signal fra vår boks skal vi først klare med signalgenerator/multimeter å måle det samme signalet boksen vår indikerer for å verifisere at vi ikke sender et signal som kan skade RIO, deretter skal vi se om KM sine OS får samme verdi av signalet som boksen vår indikerer.
Hvordan teste analogt signal fra RIO-modul
Først vil vi bruke signalgenerator/multimeter til å sende et 4-20 mA-signal til vår mottakerkrets, for å se at vi kan lese denne nøyaktig. Deretter må vi bruke RIO-modul som signalkilde og klare å måle det samme signalet med signalgenerator/multimeter i vår mottakerkrets.

Tabell 4-2: *Krav for Stahl.*

Hvordan teste digitalt signal fra Stahl-modul
Koble den digitale utgangen fra Stahl-modul inn på kretsen designet til å motta Stahl digitalt signal. Når Stahl-modulen sender logisk 1 må indikasjonslampen (LED) lyse. Når Stahl sender logisk 0 vil indikasjonslampe slukke.

Hvordan teste digitalt signal fra boksen vår til Stahl-modul uten motstandsnettverk
Vi tester dette med en bryter; altså kobler vi en spenning uten motstander igjennom en bryter, hvor den fulle spenningen vil indikere en logisk 1 og et brudd eller åpen krets vil indikere en logisk 0. Denne spenningen må naturligvis være i henhold til Stahl-modulens spesifikasjoner.
Hvordan teste digitalt signal fra boksen vår til Stahl-modul med motstandsnettverk
Kobler vi dette med motstander vil mye av det samme prinsippet gjelde som i punktet over, men istedenfor x V og 0 V bestemmes den logiske verdien av strømmen i kretsen. Når bryteren er lukket får vi et spenningsfall på 11,6 V over 1.2 k Ω -motstand noe som vil gi en relativ stor strøm og gi oss logisk 1, med bryteren åpen vil strømmen blir betydelig mindre med et spenningsfall på 11,6 V over 1.2 k Ω og 15 k Ω i serie, dette gir logisk 0.
Hvordan teste analogt signal fra boksen vår til Stahl-modul
Når vi sender et analogt 4-20 mA-signal fra vår boks skal vi først klare med signalgenerator/multimeter å måle det samme signalet boksen vår indikerer for å verifisere at vi ikke sender et signal som kan skade RIO. Deretter skal vi se om KM sine OS får samme verdi av signalet som boksen vår indikerer.

Tabell 4-3: Ytterligere krav.

Hvordan teste at boksen fungerer med en strømforsyning
Vi må ta en stikkprøve å se om alle kretsene får sin respektive inngangsspenning når vi kobler til en strømforsyning.
Hvordan teste at boksen er forsvarlig jordnet
Verifisere at alt er koblet på en felles jord og sørge for at vi ikke har noen kretser med jordfeil som kan skade produktet eller bruker.
Hvordan teste at boksen er sikret mot kortslutning av bruker
Vi må se at sikring ryker på inngangen til hvilket som helst av kretsene når vi lager en kortslutning eller annen feil i krets.

Videre må vi måle og veie boksen vår for å se at krav om størrelse og masse er oppfylt.

5 GODKJENNINGSKRITERIER

Enhver test skal verifiseres av enten Armaan Kamboj eller Eivind Nielsen for at denne testen skal kunne regnes som vellykket eller feilet. Det stilles en rekke kriterier til systemet før konstruksjon:

- Alle delsystemer skal fungere i henhold til krav.
 - Delsystem regnes som funksjonelt når det ikke finnes feil av Kategori A og B samt at det har oppfylt kravet spesifisert i testspesifikasjonen.
- Antall feil som avdekkes skal være synkende.
- Alle avdekkede feil av Kategori A skal være rettet i hele systemet.
- Alle avdekkede feil av kategori B skal være rettet i hele systemet.

Det er også en rekke kriterier for at systemet skal kunne være komplett:

- Alle nådde krav er testet og verifisert.
- Systemet skal ha passert FAT beskrevet i testspesifikasjonen.
- Systemet skal ha passert «black box»-test.

5.1 TESTSPESIFIKASJON

Det er laget en testspesifikasjon hvor det er *ja/nei* utfall. For at en test skal kunne regnes som suksessfull må utfallet være *ja*. Dette er de kravene systemet må møte for å passere FAT og vil også være basisen for FAT-sjekklisen.

Tabell 5-1: *Kommunikasjon med RIO.*

Hva vi tester:	Hva dette innebærer:
Klarer den å lese et digitalt signal?	Indikerer boksen en 1 når vi sender 1 fra IO-kort? Og samme for 0?
Klarer den å sende et digitalt signal?	Får vi ut samme verdi på OS som vi har sendt fra boksen vår? Dette gjelder både med og uten motstandsnettverk.
Klarer den å lese et analogt signal?	Indikerer boksen samme verdi (mA) som vi sender fra IO-kortet?
Klarer den å sende et analogt signal?	Leser vi samme verdi (mA) på OS som boksen indikerer at vi sender?

Tabell 5-2: Kommunikasjon med Stahl.

Hva vi tester:	Hva dette innebærer:
Klarer den å lese et digitalt signal?	Indikerer boksen en 1 når vi sender 1 fra IO-kort? Samme for 0?
Klarer den å sende et digitalt signal?	Får vi ut samme verdi på OS som vi har sendt fra boksen vår? NB! Dette gjelder både med og uten motstandsnettverk.
Klarer den å sende et analogt signal?	Leser vi samme verdi (mA) på OS som boksen indikerer at vi sender?

Tabell 5-3: Andre krav.

Hva vi tester:	Hva dette innebærer:
Klarer den å gi ut 0-10 V?	Ser vi at dette kan justeres mellom 0 og 10 V når vi måler med et voltmeter?
Er boksen jordet på en forsvarlig måte?	Har alle kretsene det samme referansepunktet? Forstyrres noen av signalene som et resultat av et fremmed jordpotensial? Finnes det spenninger eller strømmer på steder der det ikke skal være det som et resultat av jordfeil?
Er boksen sikret mot kortslutning fra bruker?	Når vi lager en kortslutning ryker sikringen på inngangsspenningen der vi kortslutter?
Kjører boksen på en strømforsyning?	Kan boksen bli forsynt med spenning fra samme kilden som forsyner systemet som skal bli testet (AIM i vårt tilfelle)
Klarer boksen å bytte mellom de forskjellige sløyfetyperne?	Klarer vi å koble oss til en kanal, deretter bytte modus på vår boks og konfigurere den samme kanalen på IO-boksen til KM til en annen mode (for eksempel fra DI til AO) og se at boksen vår takler dette for alle modusene?
Klarer vi å teste brudd og kortslutning?	Når vi lager et brudd eller kortslutning fra vår boks indikerer "software" ved hjelp av «loop monitorerings»-funksjon den samme tilstanden som vi har påtvunget systemet?
Er massen og størrelsen slik at boksen er lett anvendelig?	Er størrelsen på boksen mindre enn en stresskoffert, og veier den mindre enn 10 kg?
Er det en fungerende form for display eller indikasjon?	Har vi en måte å indikere hvilken modus vi jobber i og verdien på signalene vi sender?

Har vi en brukermanual?	Har vi en enkel brukermanual som forklarer hvordan man skal bruke boksen, slik at hvem som helst kan anvende boksen enkelt?
-------------------------	---

5.2 KITERIER TIL START, AVBRUDD OG GJENOPPTAKELSE AV TEST

Det stilles en rekke kriterier til start, avbrudd og gjenopptakelse av test. Disse er:

- Armaan Kamboj og Eivind Nielsen må konsulteres før en vurdering tas for start og gjenopptakelse av test.
- Kategori A og B vil være grunnlag for å avbryte testing og starte feilretting.
- Feil av Kategori C må vurderes av enten Armaan Kamboj, Marius Johanssen eller Eivind Nielsen for å avbryte.
- Feil av Kategori D danner grunnlag for en kommentar.

6 RESULTATDOKUMENTER

Siden det er behov for omkjøring av all testing er det viktig at alle tester også dokumenteres, og alt av resultater skal kunne refereres til:

- Testplan
- Testspesifikasjon (Kapittel 5.1 i dette dokumentet)
- Testmanuskript (Kapittel 4.2 i dette dokumentet)
- Bokføring av de konfigurasjoner som er testet
- Testlogg og feilrapporter
- Sluttrapport for test
- FAT-sjekkliste
- Resultater fra statisk testing (simulasjoner)

7 AKTIVITET OG TIDSPLAN

For mer informasjon om aktivitet og tidsfordeling av test, se Gantt-diagrammet i vedlegg 11: *Fremdriftsplan*.

Videre vil det foregå testing etter at hver aktivitet er ferdigstilt i “Elaboration” fasen. FAT blir kjørt i “Construction”-fasen og «black box» blir kjørt i “Transition”-fasen.

8 REFERANSER

[1] Alpha Vs Beta testing, <http://www.guru99.com/alpha-beta-testing-demystified.html>



VEDLEGG 4



KONGSBERG



SCU

Prosjektplan

PROSJEKT

Signal Communication Unit

OPPDRAAGSGIVER

Kongsberg Maritime AS

UTFØRT VED

Høgskolen i Buskerud og Vestfold, avd. Kongsberg

MEDLEMMER

Marius Johanssen, Stefan Dasic, Eivind Nielsen, Armaan Kamboj & Dan Filip Solberg

DOKUMENTHISTORIKK

REVISJON	UTGITT	BESKRIVELSE
1	30.01.2015	Første offisielle utgave
2	12.02.2015	Andre offisielle utgave
3	20.02.2015	Tredje offisielle utgave
4	18.03.2015	Fjerde offisielle utgave
5	12.05.2015	Femte offisielle utgave

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Dokumenthistorie	107
2	Innledning	108
3	Mål og rammer	109
3.1	Bakgrunn	109
3.2	Prosjektmål	109
3.3	Rammer.....	109
4	Oppgavespesifikasjon	110
5	Prosjektorganisering	112
5.1	Ansvarsforhold	112
5.2	Øvrige roller og bemanning	112
5.3	Hierarkisk oppgavestruktur.....	113
6	Planlegging og gjennomføring av prosjektmodell	114
6.1	Prosjektmodell	114
6.2	Faser	115
6.2.1	«Inception»	116
6.2.2	«Elaboration».....	116
6.2.3	«Construction».....	117
6.2.4	«Transition»	118
6.3	Gjennomføring.....	119
6.3.1	«Inception»	119
6.3.2	«Elaboration».....	120
6.3.3	«Construction».....	121
6.3.4	«Transition»	123
7	Oppfølging og rapportering	124
7.1	Oppfølgingsdokument	124
7.2	Timelister	124
7.2.1	Registrering av arbeidstimer.....	124
7.3	Møtestruktur.....	124
7.3.1	Møte med intern veileder	124
7.3.2	Møte med ekstern veileder.....	124
7.4	Nettside.....	125

8	Risikoanalyse.....	126
8.1	Risikoanalyse.....	126
8.2	Kritiske suksessfaktorer	127
8.2.1	Administrative suksessfaktorer.....	128
8.2.2	Tekniske suksessfaktorer	128
8.3	Kvalitetssikring	130
8.3.1	Organisering av kvalitetssikring	130
9	Gjennomføring.....	131
9.1	Hovedaktiviteter	131
9.1.1	Administrative aktiviteter	131
9.1.2	Tekniske aktiviteter.....	131
9.2	Milepæler.....	133
9.3	Tids- og ressursplaner	134
9.4	Kostnader	134

1 DOKUMENTHISTORIE

Revisjon

Rev.	Skrevet av:		Sjekket av:		Godkjent av:		Beskrivelse:
	Dato	Sign.	Dato	Sign.	Dato	Sign.	
1	12.01.15	MAR	30.01.15	DFS	30.01.15	STD	Første utkast
2	04.02.15	STD	12.02.15	DFS	12.02.15	MAR	Korrektur Oppdatert fremdriftsplan Oppdatert budsjett Lagt til «Elaboration» 1
3	17.02.15	STD	19.02.15	DFS	20.02.15	MAR	Endret utgangspunkt for signalene Lagt til «Elaboration» 2 & 3
4	23.02.15	STD	18.03.15	EN	18.03.15	MAR	Utfylt oppgavespesifikasjon Lagt til akt. 34-37 og 1022 Oppdatert milepælene Lagt til «Elaboration» 4 og «Construction» 1-4 Oppdatert gjennomføringen av fasene Nytt vedlegg (2)
5	25.03.15	DFS	11.05.15	MAR	12.05.15	STD	Oppdatert milepælene Oppdatert gjennomføringen av fasene Skrevet om stabil arkitektur

2 INNLEDNING

Prosjektplanen skal gi oss en plan på hvordan vi skal jobbe mot ett ferdig produkt som tilfredsstiller kravene fra arbeidsgiveren. Prosjektplanen er et nyttig verktøy for prosjektleder til å ha oversikt over prosjektets fremgang, men det er også et nyttig verktøy for øvrige gruppe-medlemmer så de til enhver tid vet hva som står på agendaen. Det er en beskrivelse av rollefordeling, organisering, aktiviteter og fremdriftsplaner.

Bruk av prosjektplan vil automatisk gi bedre flyt gjennom alle prosesser som skal gjennomgås i løpet av perioden prosjektet blir utført. Dette er ikke nyttig bare for prosjektets medarbeidere, det åpner samtidig en mulighet for kunden å følge prosjektets gjennomføring og ha en pekepinn på når de kan vente seg levering av produktet. Med prosjektplanen får man en indikasjon på hvilke ressurser og aktiviteter som må gjennomføres for å lykkes. I tillegg vil det være mulig å følge opp kostnader og tidsbruk i forhold til prosjektgjennomføringen. Med en solid prosjektplan vil man alltid ligge et steg foran, slik at utsettelse av produktet blir unngått, som igjen vil hindre store økonomiske tap.

3 MÅL OG RAMMER

3.1 BAKGRUNN

Som en del av en treårig bachelorgrad innen ingeniørfag på Høgskolen i Buskerud og Vestfold, avd. Kongsberg (heretter kalt HBV) skal vi som gruppe gjennomføre ett prosjekt som vil gjøre oss mest mulig klar for en hverdag som ingeniører. I den forbindelse fikk vi ett prosjekt fra Kongsberg Maritime AS (heretter kalt KM).

Til å assistere gruppen om nødvendig har vi både intern veileder (fra skolen) og ekstern veileder (fra KM). Vi har også fått en introduksjon til prosjektstyring og prosjektmodeller helt i starten av oppgaven.

3.2 PROSJEKTMÅL

- Målet og hensikten med prosjektet er å ferdigstille et produkt som tilfredsstiller kravene til KM.
- Som gruppe har vi mål om at oppgaven vil utfordre våre kunnskaper og gi oss nyttig praksis som vil gjøre oss så klar som mulig for arbeidslivet.
- Et mål er å forenkle hverdagen til de ansatte ved KM og gjøre arbeidet deres mer effektivt.
- Som gruppe er vi også opptatt av å kunne kjenne på store arbeidsmengder og takle disse på best mulig måte.
- Klare å levere innen tidsfrister.
- Lære oss å arbeide i lag og klare å tilpasse seg hverandre. Dette er et vesentlig felt innenfor en ingeniørs hverdag.
- Takle uventede hendelser som kan sette prosjektet bakpå.

3.3 RAMMER

Prosjektrammene er satt av HBV og KM i form av tidsrammer, tidspunkter og kostnader. Når det gjelder kostnader skal vi som prosjektgruppe lage budsjett og sende dette til KM for godkjenning og eventuelle tilbakemeldinger. Fremføringer av prosjektet holdes i bestemte tidsperioder satt av HBV, men prosjektgruppen bestiller selv tid for fremføring innenfor tidsperiodene. Når det gjelder frist for innlevering av selve prosjektet er dette også satt opp av HBV til å være tirsdag 19. mai.

4 OPPGAVESPEKIFIKASJON

Oppgaven går ut på å lage en boks som vil kunne sende- og motta signaler for å kunne bedre og forenkle testarbeid for Kongsberg Maritime. Denne testingen gjøres hver gang ved oppgraderinger av eksisterende systemer – noe som skjer jevnlig. Når KM driver med dette, er det vesentlig å kunne teste kontrollsyste^met før det eventuelt går ut til kunder. Det er disse IO-koblingene produktet vårt skal kunne teste.

Det finnes flere forskjellige typer signaler som må simuleres for å kunne teste IO-kortet, noe som gjør det tidkrevende å måtte bytte instrumenter for hver test. Derfor vil KM at vi skal lage en universal boks som gjør denne jobben for dem, med kun ett verktøy. Dette vil forenkle testprosessene deres og gjøre at de får mer flyt i arbeidet sitt.

For å se om IO-kortet fungerer skal vi generere løkker og signaler for å gjenskape de virkelige scenariene den har. Om våre inngangs- og utgangssignaler og løkker fungerer, vil disse brukes til testing av IO-kortet. Et dataprogram brukes til å se om signalene inn til IO-kortet stemmer overens med det som er simulert av vår enhet. Stemmer disse tallene overens så bekrefter vi at IO kommunikasjonen også stemmer.

Kongsberg Maritime sine systemer brukes blant annet til å styre skip; disse systemene består ofte av en rekke sensorer, operatørstasjoner og IO-enheter som styrer alt dette. Det er disse IO-enhetene vår boks skal teste. I et virkelig scenario kan mannskapet på et skip se det nødvendig å utføre visse handlinger for å styre skipet. Det kan være handlinger som å skru noe av eller på i systemet deres. Da vil de enkelt fra sin operatørstasjon kunne trykke på en knapp som gjør at IO-enheterne til KM sender et signal (logisk 1 eller 0) for å utføre denne handlingen. Videre er det også faktorer i systemet som varierer; her kan mannskapet trenge å avlese eller å justere fra sin operatørstasjon. Fordi faktorene som må justeres eller avleses (for eksempel en sensor) kan fysisk ligge langt unna operatørstasjonen, vil det her brukes 4-20 mA strømsløyfer. Med denne sløyfen kan man sende et signal over lange avstander uten at dette blir påvirket betydelig av støy eller for eksempel indre motstand i kablene det sendes med. Dette vil si at med en strømsløyfe kan man gjøre svært presise justeringer eller avlesninger selv over lange avstander.

De forskjellige signaltypene som boksen skal kunne teste er; digital innganger (DI) med- og uten motstander, så man kan simulere logiske enere og nuller inn på kortene. Digitale utganger (DO), analoge innganger (4-20 mA) og analoge utganger (4-20 mA). Et viktig krav er at det skal kun være tre signalkabler som skal kunne simulere de forskjellige IO-sløyfene. Dette vil da si at vi

trenger flere moduser boksen må kunne operere som. Disse tilstandene skal enkelt kunne byttes av en bruker. Enkelte av de forskjellige kretsene trenger kun to kabler, mens andre trenger alle tre. Når det brukes to kabler, må kretsen klare å kunne bryte den ene kabelen, slik at kun to er i drift.

KM bruker forskjellige IO-enheter til å utføre sine operasjoner, egenproduserte samt enheter fra eksterne leverandører. I vår oppgave skal vi fokusere på kommunikasjon med to av disse; deres RCU510 som er en RIO-enhet («remote input/output») og en IO-enhet som leveres av "Stahl", som er en ekstern leverandør. Med enheten vi lager skal vi kunne lage IO-sløyfer til både RIO- og Stahl-enhetene, hvor noen av sløyfetyperne vi genererer er universale for begge og noen tilhørende hver sin respektive enhet.

5 PROSJEKTORGANISERING

5.1 ANSVARSFORHOLD

Oppdragsgiver: Kongsberg Maritime AS

Prosjektleder: Marius Johanssen

Tabell 5-1: Ansvarsforhold.

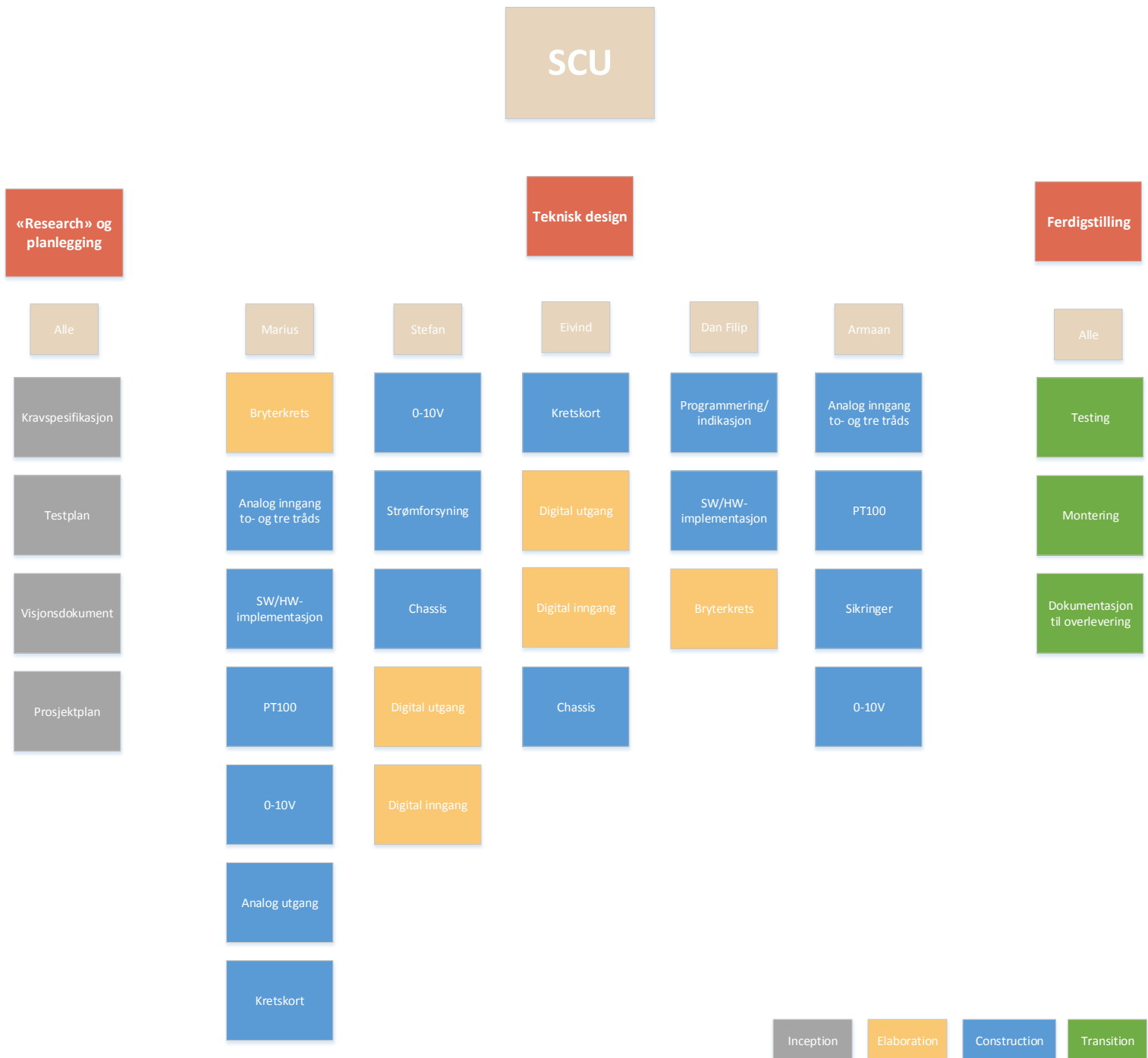
Ansvarsområde	Beskrivelse	Gruppemedlem
Prosjektleder	Ansvar for at prosjektet gjennomføres etter planen. Følger opp gruppen, fordeler oppgaver. Utfører kvalitetssikring.	Marius Johanssen
Økonomiansvarlig	Hovedansvar for den økonomiske delen av prosjektet, og et budsjett som må holdes innenfor rimelige grenser.	
Dokumentansvarlig	Har ansvar for all dokumentasjon. Utfører dokumentkontroll og setter dokumenter sammen. Passer på at malene følges.	Stefan Dasic
Presentasjon	Hovedansvar for presentasjon og dens fremstilling.	
Design/konstruksjon	Ansvar for design og produktets oppbygning.	Eivind Nielsen
Informasjonsansvarlig	Ansvarlig for all informasjon tilhørende prosjektoppgaven.	Armaan Kamboj
Testansvarlig	Har ansvar for testrapportene, samt utførelsen av alle testene.	
Web	Tar seg av nettsiden og holder denne oppdatert.	Dan Filip Solberg
Data/programmering	Har ansvar for kontroller og utvikling av «software».	

5.2 ØVRIGE ROLLER OG BEMANNING

Rådgivende personer:

- Sigmund Gudvangen
- Petter Arne Mikalsen

5.3 HIERARKISK OPPGAVESTRUKTUR



Figur 5-1: Oversikt over oppgavefordelingen.

6 PLANLEGGING OG GJENNOMFØRING AV PROSJEKTMODELL

6.1 Prosjektmodell

Etter evaluering av oppgavens omfang og gjennomgang av fordeler og ulemper med ulike prosjektmodeller har vi valgt å benytte oss av en «Unified Process»-modell som vi har tilpasset våre behov. Det er mange gode grunner til at vi valgte akkurat denne modellen, blant annet dens *agilitet*. «Unified Process» gir oss altså muligheter til å endre mye underveis, noe vi også forventer vil skje. Denne modellen gir oss muligheter til å handle når vi får en tilbakemelding fra kunden – ett eksempel kan være at noen av kravene bør endres. Det er definert klare «må gjøres»-aktiviteter for hver iterasjon i prosjektet.

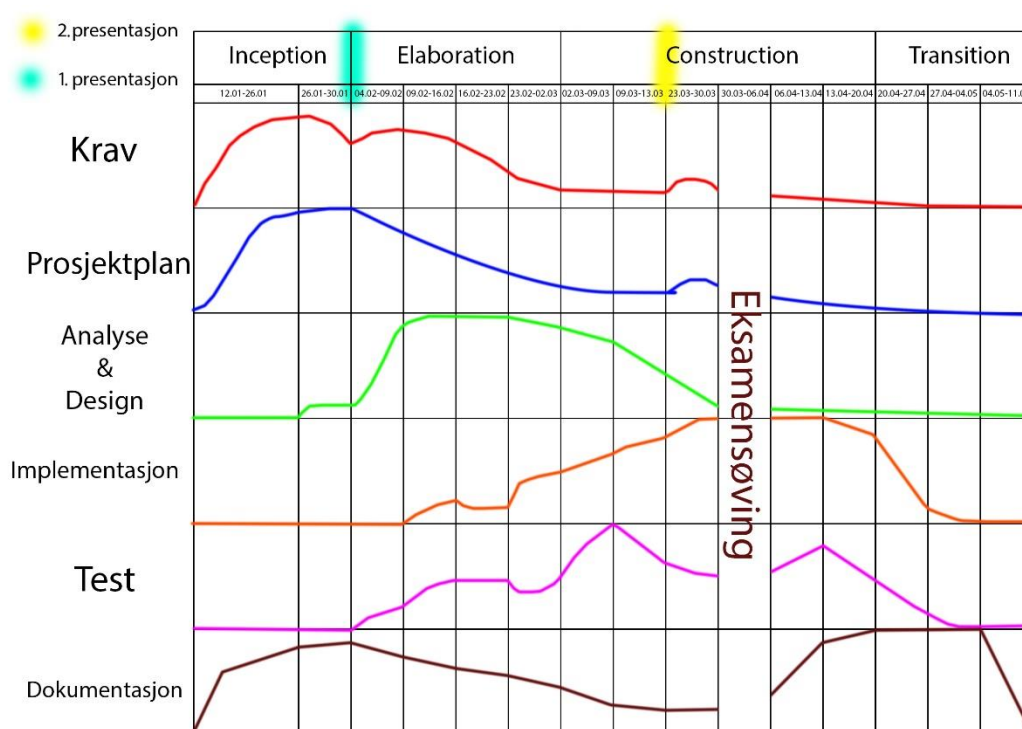
Prosjektmodellen vi har laget har også korte iterasjoner på fem arbeidsdager med unntak de to første ukene i prosjektet. Iterasjoner på fem arbeidsdager gir oss noen klare fordeler med tanke på blant annet effektivitet og fleksibilitet. Som en stor andel mennesker presterer vi best under press, det vil si timer og dager før tidsfrister, og derfor korte iterasjoner. Iterasjonene går fra mandagsmorgen til fredagskveld. Dette gir store fordeler til fleksibilitet. Er det en eller flere av «må gjøres»-aktivitetene som tar lenger tid enn planlagt og vi ikke rekker den opprinnelige fristen, som er fredagskveld, har vi både lørdag og søndag samt fem personer til disposisjon. Da kan vi fullføre aktivitetene før en ny iterasjon starter igjen mandagsmorgen. Dette gjør at prosjektet går videre etter planen og vi unngår en forsinkelse av hele prosjektet.

«Unified Process» er delt inn i fire hovedfaser med flere iterasjoner i hver fase. Den består av «Inception», «Elaboration», «Construction» og «Transition», hvor «Construction» er den største av de fire fasene. I «Elaboration»-fasen legges grunnlaget for produktet som det senere blir bygget rundt og utbedret i «Construction»-fasen, dette danner en stabil arkitektur. De fire fasene er ytterligere definert i delkapittel 6.2 samt gjennomføringen i 6.3.

Prosjektet vil også bli gjennomført på en slik måte at de vanskeligste A-krav og B-kravene vil bli prioritert, og fullstendig utredet og testet før andre krav påbegynnes. Dette gjøres for å danne en *stabil arkitektur* med de viktigste kravene som en grunnpilar. Flere og flere funksjoner og krav vil bli bygget på den stabile arkitekturen underveis i prosjektets faser. Krav vil bli testet fortløpende når utredelsen av krav er fullført, slik at vi i teorien skal ha mulighet til å overlevere et produkt til enhver tid etter at de viktigste kravene er fastlagt og produktet har en stabil arkitektur.

6.2 Faser

Figur 6-1 viser vår versjon av «Unified Process»-modellen. Her har vi lagt av tid til både presentasjoner og eksamensøving til faget vi har ved siden av bacheloroppgaven. Det er også en buffer på slutten av prosjektet, da vi ser for oss at det er ting vi ikke har forutsett og timer som vil være beregnet feil. Grunnet lite erfaring med prosjektstyring på denne måten og at dette vil fungere som en læringsprosess for oss er vi nødt til å ha fleksibilitet gjennom prosjektmodellen og planlagt ferdigstillingsdato er da satt til fredag 9. mai. Vi har da ti dager til uforutsette utfordringer.



Figur 6-1: Prosjektmodell.

6.2.1 «INCEPTION»

Dette er startfasen i prosjektet. Målet med denne fasen er å opprette en prosjektprosedyre for det foreslåtte systemet. Meningen med denne prosedyren er for å gi et overblikk i oppgaven og hvordan prosjektgruppen planlegger å løse den. I tillegg er dette en verifikasjon for oppdragsgiver om gruppens forpliktelse til å løse oppgaven. "Inception"-fasen er delt opp i to iterasjoner, med første iterasjon på ti dager og andre på fem dager. Det er viktig å nevne at denne fasen er den eneste fasen med en ti dagers iterasjon. Grunnen til dette er fordi den første uken består av innledende arbeid og det er vanskelig å ferdigstille noen av målene i løpet av de fem første dagene. Fasen avsluttes etter første presentasjon.

I denne fasen opprettes det en rekke dokumentasjon som skal utgjøre prosjektprosedyren; *visjonsdokument*, *kravspesifikasjon*; etteranalyse av krav stilt av oppdragsgiver, *testplan* i henhold til kravspesifikasjonen og *prosjektplan*. Det har også blitt opprettet administrative dokumenter for timeføring, oppfølgingsdokumenter, budsjettestimering samt andre maler. I tillegg har en tidsplan blitt utredet som beskriver strukturen i prosjektet. Målet med denne er for å sikre at fremdriften i prosjektet er tilstrekkelig i henhold til leveringsdato, slik at kravene fra oppdragsgiver nås.

En offentlig hjemmeside som omhandler prosjektet og prosjektmedlemmene skal bli opprettet. Her blir dokumentasjonen arkivert og gjort tilgjengelig for de personene dette er relevant for.

Anskaffelse av utstyr blir også planlagt i denne fasen. Gruppen starter å forhøre seg og gjøre «research» på hvilket utstyr som trengs og hvor det kan skaffes.

For å konkludere har gruppen i løpet av arbeidet i denne fasen klart å få et overblikk over hva systemet skal bestå av og hvordan det skal brukes. Kravene som er blitt analysert er stilt slik at vi kan kartlegge hvilke krav som er signifikante til å starte å drive utviklingen av systemet. Risikoen med arbeidet er blitt analysert slik at vi kan kartlegge de mest kritiske risikoene og utfordringene vi kan møte i løpet av prosjektet. Studentgruppen ønsker at dette produktet skal være kosteffektivt å produsere. Det vil ha mange fordeler i industriell testing og er derfor verdt å utføre.

6.2.2 «ELABORATION»

Som nevnt tidligere skal «Elaboration»-fasen lage et godt grunnlag for produktet. Fasen strekker seg over 20 arbeidsdager fordelt på fire iterasjoner. Her starter vi å drøfte noen av de mest kritiske kravene til produktet, slik at dette vil være på plass på et tidlig stadiet. Når det kommer til prioritering av krav i denne fasen blir det tatt hensyn til vanskelighetsgrad av

kravene samt kundens ønsker til absolutte krav. De kravene vi anser som mest vanskelig, samtidig som at de er en viktig del av produktet for kunden, vil bli prioritert, slik at vi kan bygge de letteste delene av systemet rundt de vanskeligste delene – ikke omvendt. Vi ønsker å danne en stabil arkitektur av produktet i denne fasen.

Kravspesifikasjoner og planer vil også med jevne mellomrom bli vurdert og eventuelt endret om vi, i dialog med kunden, finner dette nødvendig. Det er lagt opp flere «må gjøres»-aktiviteter til hver iterasjon i fasen. Aktivitetene i denne fasen vil bestå av omfattende analyse og design av kretser, og det vil samtidig være en voksende kurve med både test og implementasjon utover i fasen. Delsystemer som er ferdig designet vil bli testet og evaluert gjennom en fast testprosedyre før vi kvalifiser delsystemet som ferdigbehandlet og klar til å implementeres.

En plan til innkjøp og pris av diverse elektriske komponenter skal også inkluderes i design av delsystemer. Et eksempel kan være en elektrisk krets som blir designet, slik at det skal være en enkel jobb å bestille nødvendig utstyr når den tid kommer i en senere fase.

6.2.3 «CONSTRUCTION»

Dette er den lengste fasen i vårt prosjekt, og strekker seg over 25 arbeidsdager. Det er tatt hensyn til både eksamensøving og fremføring i denne perioden, hvilket gir oss 25 effektive arbeidsdager til prosjektarbeid. Det blir samme oppsett som fasene nevnt over med fem arbeidsdager i hver iterasjon. I denne fasen bygger vi videre på arbeidet vi har gjort i «Elaboration» og utvider funksjonaliteten på produktet til å inkludere flere av kundens ønsker. De siste designoppgavene blir fullført og ferdigstilt til implementasjon ved hjelp av tester. Implementasjon av delsystemer blir også utført i en større grad enn i «Elaboration».

Bestilling av alle komponenter, kretskort og chassis skal gjøres i denne fasen. All informasjon som er nødvendig til bestilling skal være klart på forhånd, slik at bestilling kan gå smertefritt. Bestillingene er planlagt å finne sted i den tredje iterasjonen av «Construction», altså kort tid etter andre presentasjon. Det skal også være en klar plan på hvor vi kan få tak i chassis, og leveringstid på dette, slik at vi kan få den i god tid til å ferdigstille produktet.

Implementasjon av alle delsystemene til ett stort system vil foregå i denne fasen. IAT (Internal Acceptance Test) er planlagt gjennomført og evalueres i denne fasen. Brukermanual vil også bli startet på mot slutten av denne fasen.

6.2.4 «TRANSITION»

Hovedmålet med denne fasen er å levere en fungerende versjon av systemet til oppdragsgiver hvor vi også skal kunne adressere de feilene, bekymringer og ønsker til funksjonalitet oppdragsgiver oppdager i systemet.

For å nå dette målet må vi dekke en del punkter; vi må gjøre klart rigget vi skal bruke til å demonstrere systemet vårt. Vi må ferdigstille all dokumentasjon som er nødvendig for kunden, i tillegg sette systemet i drift.

Vi når disse punktene ved å ferdigstille testrapport, brukermanualen og ved kjøre FAT (Factory Acceptance Test) og «black box»-test for å verifisere brukervennligheten i systemet.

6.3 GJENNOMFØRING

6.3.1 «INCEPTION»

Fredag 8. januar hadde vi møte med oppdragsgiver, men prosjektet startet offisielt mandag den 12. januar. Vi innkalte til møte med intern veileder dagen etter og avtalte ukentlige møter på torsdager. Fra og med vi fikk grupperom på skolen arbeidet vi sammen der og utarbeidet en plan framover.

Vi fokuserte på å fullføre de første revisjonene:

- Kravspesifikasjon
- Testspesifikasjon
- Risikoanalyse
- Budsjett
- Aktiviteter
- Prosjektplan
- Prosjektmodell
- Forhold mellom aktiviteter og krav
- Gantt-diagram og WBS ("Work Breakdown Structure")
- Visjonsdokument

I tillegg hadde vi som mål å fullføre diverse illustrasjoner til dokumenter, innsamling av informasjon og nettside. Vi dannet en plan for føring av timer med tanke på personer, aktiviteter, estimering og faktiske timer.

Vi fordelte ansvarsområder i gruppen basert på studiespesialisering, interesser og hva folk ikke nødvendigvis hadde gjort før, men ville lære mer om. Vi hadde valgt en prosjektmodell, noe som ble fastslått først etter vi etterspurte en dialog med intern sensor hvor vi begrunnet valget vårt. Vi fikk inntrykk av at det var rett valg, samt noen god råd på gjennomføring av den samme modellen.

Først begynte vi med kravspesifikasjon og testspesifikasjoner. Når de nærmet seg foreløpig ferdigstilte, begynte vi med prosjektplan og prosjektmodell. Tidlig i fasen ble det utført mindre arbeid enn mot slutten. Det gikk bortimot lineært oppover til vi fikk en klar oversikt over hva vi hadde som mål å utføre. Fordeling av oppgaver ble noenlunde like og de ble etterrettelig utjevnet når ressurser ble frigitt.

6.3.2 «ELABORATION»

Som nevnt i delkapittel 6.2.2, er denne fasen delt i fire iterasjoner. Vi valgte å begynne på den første iterasjonen rett etter den første presentasjonen, og den varte bare i to dager, fra 04.02. til 06.02. Etter flere tilbakemeldinger på dokumentasjonen, var det viktig å sette i gang en revurderingsfase, som ville ta for seg alle de fire dokumentene vi leverte inn. Dette er noe som ble utført gjennom hele iterasjonen, med mål om å komme offisielt ut med andre revisjon.

Samtidig begynte prosjektgruppen å lese seg opp detaljert på en bryterkrets, og hvordan dette kunne løses. Det samme gjelder analogt inngangssignal. Vi analyserte og designet kretser, og diskuterte hvordan disse kunne implementeres utover i fasen. Kretsen for digitalt utgangssignal som også skulle utrettes i løpet av denne iterasjonen gikk etter planen, og denne ble unnagjort på fredag. En testrapport ble også skrevet. Prosjektgruppen tok også for seg spørsmålet om innkjøp av diverse elektriske komponenter, samtidig som bestillingen av noen komponenter ble foretatt.

Den andre iterasjonen i fasen begynte mandag 9. februar, og varte naturligvis frem til fredag. Her tok vi for oss kretsene som ble undersøkt i de tidligere iterasjonene; RIO analogt inngangssignal og RIO digitalt inngangssignal, med og uten motstand. De to sistnevnte kretsene, som vel og merke var A-krav fra oppdragsgiver, gikk greit for seg og ble utført på forholdsvis mandag og tirsdag. En fullstendig krets- og testrapport ble tilsvarende skrevet her også. RIO analogt inngangssignal som også skulle fullføres innen fredag hadde vi litt utfordringer med. Mye av kretsen ble utrettet, men forsinkelser av diverse komponenter gjorde at vi satt denne på pause midlertidig, slik at ferdigstillingen av denne kommer i den tredje iterasjonen.

Etter mye «research» begynte vi også på å konstruere en løsning når det gjelder brytere. Her var det mye diskusjon og drøfting av forskjellige kretser og komponenter. Denne aktiviteten brukte vi mye tid på, da vi ønsket å komme med en løsning som ville tilfredsstille både våre, og oppdragsgiverens krav. En løsning på kretsen ble mot slutten av uken ferdigstilt i teorien, men vi manglet komponenter for testing, så vi har satt av rom og tid for en eventuell endring i neste iterasjon. Samtidig ble designet av kretskortet påbegynt. Her rakk vi å lage noen «footprints» før iterasjonen tok slutt.

Mandagen etter, i den tredje iterasjonen, fortsatte vi med «footprints». Her er det snakk om mange komponenter, og det er ekstremt mye man må passe på. Dette er altså årsaken til at denne aktiviteten strekker seg gjennom flere iterasjoner. Kretsen til strømforsyning ble det også jobbet med i denne iterasjonen. Dette var viktig å få på plass, da kretsen var ett A-krav og uten den ville ingenting fungert. I tillegg jobbet vi med kretsen som skulle sende ut spenning 0-10 V. Her ble det bestilt noen komponenter, som vi nå mangler for å ferdigstille hele kretsen. Etter en mer omfattende analyse av bryterkretsen kom vi frem til ett muligens problem. Det viser seg nemlig at strømforbruket til de forskjellige kretssløyfene er større enn det

«multiplexer»-en tåler. Videre vil vi prøve å finne en «multiplexer» som vil være i stand til å tilfredsstille våre krav. I tilfelle dette ikke går som det skal, har vi lagt opp en «plan B», som innebærer at vi tar i bruk en trepolet dreiebryter, som vil sørge for at mikrokontrollen også vet hvilken modus bryteren er i.

På «software»-siden har vi begynt å programmere, men har foreløpig bare «et skall» av systemet. Ingenting av dette har blitt testet imot «hardware»-delen; dette vil gjøres i neste iterasjon, da videre arbeid gjenstår. Da vil vi også prøve å implementere disse to med hverandre. I henhold til prosjektplanen, begynte vi også å undersøke på forskjellige løsninger når det kommer til sikring av boksen.

I den siste iterasjonen i denne fasen fortsatte designen av kretskortet. Selv om det fortsatt gjenstår en god del arbeid, er det tydelig at det går fremover. Vi har også kommet i gang med implementasjon av «software» og «hardware». Vi begynte med å skrive en kode for Arduino. Deretter koblet vi hovedbryteren opp mot Arduino, som igjen ble koblet opp mot de fleste kretsene. Dette valgte vi å kalle en såkalt alpha-test. Årsaken til at vi ikke fikk koblet opp alle kretser er fordi vi fremdeles venter på diverse komponenter.

6.3.3 «CONSTRUCTION»

Denne fasen bygger videre på arbeid vi har gjort i «Elaboration». I den første iterasjonen har vi satt som mål å ferdigstille alle kretsene, noe som ble overholdt bortsett fra PT100 og 0-10 V. Samtidig jobbet vi med implementasjonen av «hardware» og «software», noe som bød på flere utfordringer. Det viste seg blant annet at vi hadde bestilt en komponent som ikke var helt tilfredsstillende, noe som ble klart for oss da vi prøvde å koble den bestemte kretsen mot Arduino.

Vi har også samlet all informasjon som er nødvendig til bestilling av utstyr og komponenter, slik at denne kan gå smertefritt. Bestilling av noen komponenter, nødvendig til testing, betaversjonen, og det endelige produktet, ble også realisert. Det skal også være en klar plan på hvor vi kan få tak i chassis, og leveringstid på dette, slik at vi kan få den i god tid til å ferdigstille produktet. Her har vi gjort klart dimensjonene på boksen, som så vil modelleres i «SolidWorks», før den printes ut ved hjelp av 3D-printer.

Arbeidet med kretskortet ble også foretatt i løpet av hele den første iterasjonen, og vi regner med at dette blir fullført i neste iterasjon...

... og det ble det. Kretskortdesignen ble, med små endringer, endelig fullført torsdag 12. mars. Dagen etter hadde vi, i samarbeid med Fagskolen Tinius Olsen, avtalt å få kortet frest. Dette kortet var først og fremst ment til testing, så vi la ikke stor vekt på dets kvalitet. Planen videre er å lodde på alle komponentene på kortet, noe som vil gjøres i neste iterasjon.

Samtidig sørget vi for at implementasjonen mellom «hardware» og «software» fortsatte, dette innebærer blant annet programmeringen av skjermen.

Vi jobbet også med designet på boksen. Her ble det foretatt nøyaktige beregninger og dimensjonene på alle komponenter, skjerm, kretskort, Arduino ble notert. Vi ble inspirert av multimeteret, så vi tegnet opp en skisse av hvordan vi ville at boksen skulle se ut. Her tok vi hensyn til alle brytere, LED-lyspæren, potmeteret, slik at alt fikk en akseptabel plassering. Vi kom så i kontakt med en tidligere student ved høghskolen, som var villig til å hjelpe oss med modelleringen.

I neste iterasjon ble det fokusert på å ferdigstille de siste kretsene som vi hadde som mål å få implementert. PT100 og 0-10 V var de to som manglet og ble omsider ferdigstilt. I PT100-kretsen var det største problemet å konvertere volt til ohm. Forholdet mellom volt og ohm var ikke lineært og heller ikke som en ordinær polynom. Dette resulterte i at vi lagde diagrammer over forholdene og hadde funksjoner ut ifra spesifikke definisjonsområder.

På 0-10 V-kretsen var det usikkerhet på om det var programvaren eller matingen til DA-konverteren som lagde problemer. Det viste seg at det var problemer med begge, men programvare-problemene ble lett å feilsøke etter at konverteren ble forsynt riktig.

Vi jobbet mot en betatest av det freste kortet, men det var problemer med noen signaler og komponenter. Vi fant ut hovedfeilene med kretskortdesignet vårt og gjorde de om, for å kvalitetssikre det endelige kretskortet som skulle produseres til det ferdige produktet.

Oppdateringer av dokumentasjon og forberedning av presentasjon ble også gjort i denne iterasjonen. Selve presentasjon ble foretatt mandag den 23. mars. Tilbakemeldinger vi fikk her ble jobbet med hele iterasjonen. Resten av uken gikk på å fokusere på bestilling av kretskortet og komponenter i henhold til innkjøpsplan.

Siste iterasjon i denne fasen fikk vi ferdigstilt designet av chassis. Dette ble en tidskrevende prosess, da ekstremt mange detaljer skulle passe sammen. Etter mye finpusning endte vi opp med et design vi var veldig fornøyd med. Vi endte opp med et resultat som tilfredsstiller våre krav, så vi må si oss meget fornøyd med det. Videre denne uken holdt vi en IAT. Her fikk vi avduket noen små feil, som vi er i gang med å rette og andre feil er allerede blitt fikset opp i. Gruppen mener IAT gikk som planlagt og vi forbereder oss mot en FAT. I tillegg til alt dette, er det startet på en brukermanual til boksen.

Det meste av dokumentasjon begynner også å bli ferdig, så nå venter vi bare på å få chassis og begynne å montere sammen boksen.

6.3.4 «TRANSITION»

Etter å ha fått boksen, kunne monteringen komme i gang. Etter det gikk vi over til testing og feilsøking, og begynte med det å forberede oss til FAT. Samtidig jobbet gruppen med elektronikk dokumentasjon, som for eksempel datablad og brukermanual til produktet. I tillegg ble mye av dokumentasjonen fulgt opp, og vi kom i gang med brosjyre og plakat.

Mandag 4. mai gjennomførte vi FAT med oppdragsgiver, det ble oppdaget noen feil som måtte jobbes med. Etter dette gjestod mye dokumentasjon som måtte kontrolleres og skrives, og vi startet stegvis å ferdigstille dokumentasjon til hovedrapporten. Deretter var det på tide med "black box"-test; vi fikk en økonomistudent på HBV til å gjennomføre denne testen sammen med prosjektgruppen.

Deretter startet ferdigstilling av den resterende dokumentasjonen og gruppen kom i gang med forberedelser til innlevering, overlevering og presentasjon.

7 OPPFØLGING OG RAPPORTERING

7.1 OPPFØLGINGSdokUMENT

Det har blitt skrevet et oppfølgingsdokument som ble fylt ut hver uke, i hovedsak for å få en oversikt over arbeid som er gjort, som skal gjøres for å se at fremdriften er tilstrekkelig i henhold til prosjektplan. Dette dokumentet sendes også til intern veileder minst 24 timer før møtet, slik at han også kan holde oversikt over fremdriften i gruppen.

7.2 Timelister

7.2.1 REGISTRERING AV ARBEIDSTIMER

Under hele prosjektperioden vil alle registrere timer på forskjellige aktiviteter avhengig av hva de har gjort. Alle er innforstått med viktigheten av dette slik at vi har kontroll på timeforbruk i forhold til estimerte timer i prosjektplanen. Det er samtidig opprettet et Excel-dokument hvor alle fører sine timer, som igjen blir ført inn i et felles dokument. Her blir alle aktiviteten samt hver person sitt timeforbruk per aktivitet, listet. I tillegg legges det ved oppfølgingsdokumentet en kopi av alle gruppemedlemmers ukentlige timelister samlet i et felles dokument.

7.3 MØTESTRUKTUR

7.3.1 MØTE MED INTERN VEILEDER

Hver torsdag klokken 09:00 er det møte med intern veileder, Sigmund Gudvangen. Prosjektleder sender møteinnkalling til alle møtedeltakere og sender også oppfølgingsdokument vedlagt ukentlige timelister til intern veileder minimum 24 timer før møtet. Prosjektleder er møteleder under disse møtene, og det refereres til oppfølgingsdokumentet, slik at intern veileder får et mer detaljert innblikk i fremdriften i gruppen. Referat skrives etter hvert møte og sendes til intern veileder.

7.3.2 MØTE MED EKSTERN VEILEDER

Møter med ekstern veileder avtales ved behov, og de avtales fortløpende med KM v/ Nina Sebergsten Kløvstad eller Petter Arne Mikalsen. Disse møtene foregår hos KM. Møtene består av oppdatering fra arbeidsgiver og opplæring på KM-utstyr ved behov. Referat skrives etter hvert møte og sendes til intern veileder, men ikke oppdragsgiver.

7.4 Nettside

Etter bestemmelse fra skolen er det blitt opprettet en nettside for prosjektet. Nettsiden forteller hva oppgaven går ut på, informasjon om gruppemedlemmene, samt et arkiv der dokumentasjon legges ut etter forespørsel fra intern veileder. Siden oppdateres fortløpende i prosjektet slik at de som er interesserte kan følge fremdriften i prosjektet.

Nettside: **www.scu.no**

8 RISIKOANALYSE

Når man designer et system vil det alltid oppstå problemer der det er vanskelig å vite hva den riktige og beste avgjørelsen for systemet er. Imidlertid kan denne prosessen gjøres mye enklere hvis vi definerer hva våre mål og målsettinger er, og hvordan vi skal nå dem. På denne måten vil vi alltid vite hvilke aspekter som er viktige, slik at det er ikke så vanskelig å måle de alternative løsningene opp mot hverandre. Når vi startet dette prosjektet ønsket vi å definere hva systemet må oppnå for at det skal lykkes, og på samme tid unngå større risiko forbundet med våre utviklingsmål. Det er mange problemer som kan oppstå under et prosjekt som dette, og det er viktig å iverksette tiltak raskt om enkelte faremomenter skulle oppdages.

8.1 RISIKOANALYSE

Grunnet bedre oversiktighet har vi valgt å presentere den utførte risikoanalysen i tabeller og matriser. Ved hjelp av slike analyser prøver vi å forutse hendelser frem i tid. Vi må likevel være forsiktige med å tillegge risikoanalysen høyere presisjonsnivå enn det den faktisk har. Risiko defineres som sannsynligheten for at noe skjer multiplisert med konsekvensen av om det skjer. For eksempel kan en lite sannsynlig hendelse representere en stor risiko dersom konsekvensene er store nok. Vi vil i dette kapitlet drøfte noen av disse eksemplene.

Tabell 8-1: Oversikt over hvordan sannsynlighet og konsekvens påvirker prosjektet.

	Påvirkning på prosjektet	
	Sannsynlighet	Konsekvens
Svært liten	< enn én hendelse pr. 1000 time	Prosjektet vil kunne gå videre uten vansker.
Liten	ca. én hendelse pr. 1000 time	Litt motvind, som løses kontrollert av gruppen.
Middels	ca. én hendelse pr. 100 time	Prosjektet stagnerer, og tiltak må vurderes.
Stor	ca. én hendelse pr. 10 time	Prosjektet stopper opp, og tiltak er nødvendig.
Svært stor	> enn én hendelse pr. 10 time	Kritisk punkt. Handling må skje umiddelbart.

Matrisen i tabellen under angir risikoen i forhold til sannsynlighet og konsekvens. Denne kan brukes til å beregne på visse risikoscenarier, ved å multiplisere de to klassene med hverandre. På denne måten vil vi kunne se hvilken risikofaktor hvert scenario får, og ut ifra dette vurdere eventuelle tiltak. Det er uendelig mange risikoscenarier – noen av disse vil vi diskutere om i delkapittel 8.2.

Tabell 8-2: *Risikomatrise.*

Sannsynlighet	Konsekvens					
		1. Svært liten	2. Liten	3. Middels	4. Stor	5. Svært stor
	1. Svært liten	1	2	3	4	5
	2. Liten	2	4	6	8	10
	3. Middels	3	6	9	12	15
	4. Stor	4	8	12	16	20
	5. Svært stor	5	10	15	20	25

Tabell 8-3: *Risikofaktor.*

Risikofaktor	Risikorangering	Forklaring
15-25	1. Kritisk	Øyeblikkelig handling.
10-12	2. Høy prioritet	Uakseptabel risiko. Tiltak er nødvendig.
5-9	3. Medium prioritet	Tiltak må vurderes.
2-4	4. Lav prioritet	Risikoen er akseptabel, og tiltak er ikke nødvendig.
1	5. Veldig lav prioritet	Risikoen <i>eksisterer ikke</i> .

NB! Legg merke til at det er nødvendig å iverksette risikoreduserende tiltak dersom krav i lov og forskrift ikke er oppfylt, uansett risikofaktor.

8.2 KRITISKE SUKSESSFAKTORER

Om prosjektet blir en suksess eller fiasko i forhold til de definerte målene er avhengig av flere kritiske suksessfaktorer. Vi har valgt å dele opp faktorene i to forskjellige kategorier, og ved å gå gjennom noen scenarioer skal vi prøve å presisere hvorfor akkurat de utvalgte faktorene er vitale for prosjektets endelige resultat. Vi har valgt å kalle kategoriene for forholdsvis tekniske-, og administrative suksessfaktorer.

8.2.1 ADMINISTRATIVE SUKSESSFaktorER

For at selve prosjektet skal bli suksessfullt og for at funksjonaliteten skal bli så effektiv som mulig, er det viktig å se på forskjellige scenarioer som kan påvirke gruppens samarbeid og det administrative, deriblant det menneskelige. Ved å ta i bruk verktøyet fra delkapittel 8.1, viser vi i tabellen 8.4 noen utvalgte scenarioer.

Legg merke til at risikotallet R kommer fra: $SK = R$, hvor S er sannsynlighet, og K er konsekvens.

Tabell 8-4: Risikoanalyse av administrative suksessfaktorer.

Faktorer	Årsak	S	K	R	Tiltak
Tap av data	PC-svikt, menneskelig feil.	1	3	3	Sikkerhetskopi, både lokalt på PC-en, og på nettet.
Sykdom	–	3	2	6	Melde om fravær i god tid, slik at prosjektoppgavene koordineres.
Uenigheter	Diskusjon, misforståelser, forskjellige meninger	4	2	8	Ta opp ting, stemme, demokrati gjelder.
Stagnasjon i prosjektet	Ineffektivitet, mangel på materialer	3	3	9	Få nødvendig hjelp av veiledere.
Ligge bak tidsplanen	Arbeidet følger ikke prosjektplanen.	2	3	6	Analysere feilene, gå gjennom prosjektplan.
Inaktive medlemmer	Mangel på interesse, forsinkelse, latskap.	1	4	4	Viktig med dialog med vedkommende.
Trekk av oppdragsgiver	Brudd på kontrakt eller forpliktelser.	1	5	5	Viktig med godt samarbeid med oppdragsgiver.

Vi ser at ingen av de overnevnte scenarioer havner i den grønne, mest kritiske kategorien. Om noen eventuelt skulle dukke opp, er det viktig at alle gruppemedlemmer holder seg samlet, slik at de sammen med prosjektlederen kunne fortsette det videre arbeidet smertefritt, så lenge det er overkommelig. Det er likevel viktig å merke at disse scenarioer også avhenger av deres proporsjoner.

8.2.2 TEKNISKE SUKSESSFaktorER

For at produktet vårt skal bli så suksessfullt som ønskelig, er det viktig at funksjonalitet er på sin plass. Det er for eksempel vesentlig at alt fungerer når hele systemet er i drift, inkludert minstekravet fra oppdragsgiver; digitale- og analoge IO-signaler.

At produktet opererer slik det skal, i tillegg til dets sikkerhet, brukervennlighet og robusthet er noen av de faktorene som er betydningsfulle. Kvalitetssikringen av disse faktorene, i tillegg til noen flere, er nøye omtalt i tabell 8.5. Dette er utført på samme måte som i delkapittel 8.2.1.

Tabell 8-5: Risikoanalyse av tekniske suksessfaktorer.

Faktorer	Årsak	S	K	R	Kvalitetssikring
Digitale IO-signaler	Minstekrav til funksjonalitet fra oppdragsgiver – om dette ikke er oppfylt vil ikke produktet gjøre det det skal.	1	5	5	Sørge for at kretsen ikke påvirkes av noe eksternt under drift.
Analoge IO-signaler	Blant de viktigste krav til funksjonalitet fra oppdragsgiver – om dette ikke er oppfylt vil ikke produktet gjøre det det skal.	2	4	8	Sørge for at kretsen ikke påvirkes av noe eksternt under drift samt at justeringsmekanisme er optimalt kalibrert.
Bytting mellom moduser	Viktig å kunne bytte mellom de forskjellige modusene tilhørende sin respektive kanal på vår enhet ved testing av de forskjellige kanalene på IO-kortene til KM.	3	4	12	Sørge for at ingen feil skjer når vi bytter modus og at enheten ikke sender signal etter bytte før vi sender det.
Funksjonalitet av systemet	Alle delsystemer må yte optimalt sammen når alt settes i drift. Elektrisk støy som påvirker ytelsen til systemet, er et mulig problem.	3	4	12	Sørge for at alle delsystemer fungerer optimalt når de er i drift sammen som når de kjører alene.
Minimal varmeutvikling	Minimere varmeutvikling for å unngå skade på produktet, slik at det har lang levetid og vil yte optimalt.	2	3	6	Brøker avkjølingselementer for å unngå overoppheting; bekreftes under dynamisk testing.
Strømforsyning fra ekstern kilde	Forespørsel fra KM var at vår enhet skulle kjøre på strømforsyning og ikke på batteri, fordi kunden ikke vil risikere å gå tom for strøm under testing.	2	4	8	Kontrollere at hele boksen blir forsynt med en inngangsspenning fra PSU.
Jord og sikring	Av sikkerhetsmessige årsaker må bruker være sikret fra å få strøm og vår enhet må være sikret ved en eventuell kortslutning eller feil.	3	5	15	Kontrollerer at sikringer ryker ved overbelastning, og ved å kjøre en jordfeilstest.
Robusthet	Boksen må være holdbar og tåle lettere skader som kan forårsakes av fall, slag eller klemming.	2	3	6	Polstre/beskytte boksen slik at den tåler, for eksempel, et fall.
Brukervennlighet	Boksen skal kunnes brukes av hvem som helst ved hjelp av brukermanual slik at kunnskap om den interne oppbyggingen av enheten vår ikke er nødvendig for bruker.	1	4	4	Kontrolleres med «black box»-testing.

8.3 KVALITETSSIKRING

Det er viktig at vi har god oversikt over de forskjellige risikofaktorene slik at vi kan unngå de mest kritiske, og fortsatt dekke de utslagsgivende kravene fra oppdragsgiver slik at produktet blir suksessfullt.

8.3.1 ORGANISERING AV KVALITETSSIKRING

Kvalitetssikring av produktet blir organisert internt i gruppen, men kvalitetssikringen må stå til oppdragsgiver sine krav og dermed blir ekstern veileder konsultert under prosessen.

Ansvarlig for kvalitetssikring: Armaan Kamboj

Deltakere: Eivind Nielsen og Marius Johansen

Ekstern veileder: Petter Arne Mikalsen, Kongsberg Maritime AS

9 GJENNOMFØRING

9.1 HOVEDAKTIVITETER

Nedenfor har vi valgt å beskrive noen hovedaktiviteter, delt opp i administrative- og tekniske aktiviteter. For mer utfyllende informasjon, se vedlegg 9.

9.1.1 ADMINISTRATIVE AKTIVITETER

Tabell 9-1: *Administrative aktiviteter.*

Kravspesifikasjoner	Hensikten med å lage en kravspesifikasjon er for å kunne tilfredsstille alle behovene kunder har, og gjøre det enklere for oss som produserer å kunne frembringe et optimalt produkt ut ifra kundens krav.
Testplan	Hensikten med å lage en testplan er å kunne ha optimale prosedyrer under testing. Dette gjør da at man lett kan feilsøke problemer som kan oppstå underveis. Ved å følge prosedyrene vil man alltid vite hvor i systemet under testingen man befinner seg. Uten en testplan vil man kunne oppleve mange problemer, blant annet foreta tester av forskjellige vitale krav.
Prosjektplan	Hensikten med en prosjektplan er at man kan strukturere og fordele arbeidet gjennom hele prosjektet på en taktisk måte. Uten en god prosjektplan blir det vanskelig å planlegge hvor lang tid ting tar, hvem som utfører hva og hva som allerede har blitt gjort. Om man produserer en godt gjennomtenkt prosjektplan, med for eksempel Gantt-diagram, prosjektmodell, aktiviteter, så vil man automatisk få et bedre, og mer strukturert prosjekt.
Dokumentasjon	Hensikten med dokumentasjon er for å kunne loggføre alt som har blitt utført av arbeid under hele prosessen. Dette gjør det betraktelig lettere å kunne spore opp hvem som har gjort hva, og når ting er blitt gjort. Samtidig kan man se hvilke prosesser som har blitt gjort, hvilke feil og hvor de har oppstått.
Visjonsdokument	Hensikten med dokumentet er å estimere tidsbruk/ressurser og dermed bestemme milepæler vi må ha for prosjektgjennomføringen.

9.1.2 TEKNISKE AKTIVITETER

Tabell 9-2: *Tekniske aktiviteter.*

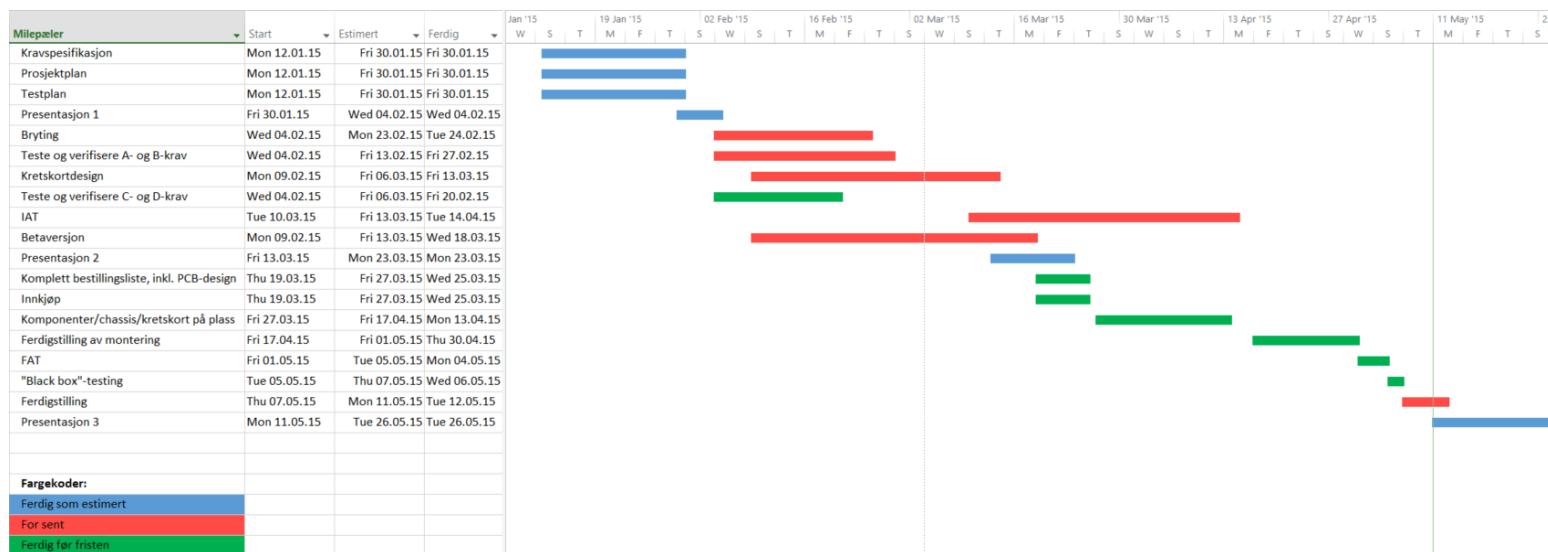
RIO digitalt utgangssignal	Lesing av et digitalt signal som er simulert fra et eksternt IO-kort. Skal også kunne teste om det er brudd eller kortslutning i IO-kortet.
RIO digitalt inngangssignal	Simulasjon et digitalt RIO-inngangssignal med og uten motstander fra boksen. Skal også kunne teste om det er brudd eller kortslutning i IO-kortet.
RIO analogt inngangssignal, 2W	Hensikten med denne kretsen er å kunne sende et analogt signal fra boksen til IO-kortet. Signalet skal være 4-20 mA, to-tråds. I denne kretsen skal det også være mulighet for å kunne teste brudd og kortslutning på IO-kortet.
RIO analogt inngangssignal, 3W	Hensikten med denne kretsen er å kunne sende et analogt signal fra boksen til IO-kortet. Signalet skal være 4-20 mA, tre-tråds. I denne kretsen skal det også være mulighet for å kunne teste brudd og kortslutning på IO-kortet.
RIO analogt utgangssignal	Hensikten med dette er å kunne måle 4-20 mA signal fra IO-kortet.

	Her må det også være mulighet for å kunne teste brudd og kortslutning på IO-kortet.
Stahl digitalt inngangssignal	Hensikten er å kunne sende et digitalt signal til et Stahl IO-kort, med og uten motstand. Med motstand må det være mulig å teste brudd og kortslutning på IO-kortet.
Stahl digitalt utgangssignal	Hensikten er å kunne måle et digitalt signal fra Stahl IO-kort, men også ha mulighet for testing av brudd og kortslutning på IO-kort.
Stahl analogt inngangssignal	Hensikten er å kunne sende et analogt signal til Stahl IO-kort med en <i>loop</i> på to kabler. Altså må én av de tre kablene være inaktiv i dette tilfellet.
Bryting	Hensikten med bryting er for å kunne bytte til de forskjellige modusene boksen skal kunne arbeide i. Dette er vesentlig da det kun skal være tre signalkabler, og ikke tre per krets. Da må man ha en funksjon som lett kan bryte mellom disse kretsene.
Programmering/indikasjon	Programmeringen er viktig for at kretskort, skjermer og IO-kort skal kunne kommunisere seg imellom. Uten kommunikasjon mellom disse komponentene vil vi ikke få muligheten til å kunne lese av verdier på skjermen, for eksempel. Det vil også være viktig dersom vi tar «multiplexer» i bruk, for å kunne programmere de forskjellige «selector»-bitsene.
Jording	Vi må jorde boksen forsvarlig i tilfelle berøringsspenningen ved en jordfeil skal kunne gå rett i bakken rundt seg så det ikke skal bli noen personskader mens man bruke boksen. Dette er en kritisk del av forskrifter rundt bruk av elektriske systemer.
Kretsdesign	Hensikten med å få på plass et kretsdesign er at vi skal kunne vite nøyaktig hvordan man skal koble kretsene våre. I dette tilfellet vil det også bli vesentlig med tanke på produksjon av kretskortet. Uten gode kretstegninger kan man risikere å få feil på kretskortene. Dette kan da føre til store økonomiske tap samt tap av tid
Sikring	Hensikten med å bruke sikringer i boksen er for kunne unngå overbelastning eller kortslutning av elektriske strømkretser. Ved disse tilfellene kan man oppleve at komponenter blir ødelagt og i verste fall starte å brenne.
Innkjøp/økonomi	Innkjøp og økonomi henger godt sammen i dette tilfellet. Man skal ha et overkommelig budsjett, så det er viktig å kjøpe riktige deler til prosjektet som holder, men samtidig har en rimelig pris. Derfor er det viktig å gjøre gode «research» rundt dette og forholde seg på et stabilt nivå når det kommer til innkjøp og budsjett.
FAT	Hensikten med å kjøre en FAT er for å kunne verifisere a produktet funker som det skal før kunden skal kunne ta det i bruk. Det blir gjort en rekke tester når systemet er ferdig for å kunne vise til at alt går som det skal uten kritiske feil. Dette er en siste sikring, så ikke man sender ut et produkt som ikke fungerer som det skal.
Brukermanual	En god brukermanual er ekstremt viktig til boksen. Det gjør at folk uten teknisk bakgrunn og erfaring kan ta boksen i bruk uten at noe skal gå galt.

9.2 MILEPÆLER

Tabell 9-3: *Milepælsplan.*

Milepæl	Hendelse	Estimert ferdig	Ferdig
Kravspesifikasjon	Første offisielle revisjon ferdigstilt	30.01.2015	30.01.2015
Prosjektplan	Første offisielle revisjon ferdigstilt	30.01.2015	30.01.2015
Testplan	Første offisielle revisjon ferdigstilt	30.01.2015	30.01.2015
Presentasjon 1	Første presentasjon utført	04.02.2015	04.02.2015
Bryting	Ferdigstilt krets	23.02.2015	24.02.2015
Teste og verifisere A- og B-krav	–	13.02.2015	27.02.2015
Kretskortdesign	Ferdigstilt kretskortet	06.03.2015	13.03.2015
Teste og verifisere C- og D-krav	–	06.03.2015	20.02.2015
IAT	Utført «Internal Acceptance Test»	13.03.2015	18.03.2015
Betaversjon	Betaversjon av produktet	13.03.2015	18.03.2015
Presentasjon 2	Andre presentasjon utført	23.03.2015	23.03.2015
Innkjøp, inkl. PCB-design	Innkjøp av alle komponenter, utstyr og PCB-design utført	20.03.2015 – 27.03.2015	25.03.2015
Komponenter/chassis/kretskort /skjerm på plass	Utstyr på plass	10.04.2015 – 17.04.2015	13.04.2015
Ferdigstilling av montering	Boksen er ferdig montert	01.05.2015	30.04.2015
FAT	FAT med oppdragsgiver utført	05.05.2015	04.05.2015
«Black box»-testing	Test utført med en ressursperson	07.05.2015	06.05.2015
Ferdigstilling	Hovedrapporten levert	11.05.2015	12.05.2015
Presentasjon 3	Tredje presentasjon utført	26.05.2015	26.05.2015



Figur 9-1: *Milepælsstatus.*

9.3 TIDS- OG RESSURSPLANER

For mer informasjon, se vedlegg 11. Denne fremdriftsplanen vil oppdateres kontinuerlig, slik at den til enhver tid viser en to ukers periode, og hvilke aktiviteter som må gjennomføres.

9.4 KOSTNADER

Målet er å være så kosteffektive som mulig, og prøve å ikke overskride budsjettet som blir satt opp. Vi forventer likevel en stor forandring i budsjettestimater i løpet av de senere fasene hvor vi får kartlagt en mer nøyaktig og større utstyrsliste.

Tabell 9-4 viser et røft estimat av budsjettet.

Vi understreker igjen at dette er et tidlig estimat av budsjettet.

Tabell 9-4: *Budsjettestimering.*

Beskrivelse	Pris
Mikrokontroller	800,-
Komponenter	3000,-
Kabler	600,-
Skjerm	800,-
Kretskort	2000,-
Chassis	2000,-
Sum	kr 9 200.00,-

For en mer detaljert oversikt over budsjett, regnskapsberegning og kostnader, se vedlegg 7: *Økonomidokument*.



VEDLEGG 5



KONGSBERG



SCU

Testrapport		
PROSJEKT		
Signal Communication Unit		
OPPDRAAGSGIVER		
Kongsberg Maritime AS		
UTFØRT VED		
Høgskolen i Buskerud og Vestfold, avd. Kongsberg		
MEDLEMMER		
Marius Johanssen, Stefan Dasic, Eivind Nielsen, Armaan Kamboj & Dan Filip Solberg		
DOKUMENTHISTORIKK		
REVISJON	UTGITT	BESKRIVELSE
1	19.03.2015	Første offisielle utgave
2	08.05.2015	Andre offisielle utgave

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Dokumenthistorie	137
2	Innledning	138
2.1	Terminologi	138
3	Pre-alfa-testing.....	139
3.1	Digitalt inngangssignal med motstand (RIO)	139
3.2	Digitalt inngangssignal med motstand (Stahl)	140
3.3	Digitalt utgangssignal (RIO & Stahl)	141
3.4	Analogt inngangssignal	142
3.4.1	To-tråds (RIO & Stahl)	142
3.4.2	Tre-tråds (RIO).....	144
3.5	Analogt utgangssignal (RIO og Stahl)	146
3.6	Spenning 0-10V	147
3.7	RIO PT100-signal	148
3.8	Digitalt inngangssignal uten motstand (RIO og Stahl)	150
3.9	Andre kretser	151
3.9.1	Bryterkrets	151
3.9.2	Strømforsyning.....	153
4	Alfa-test.....	154
5	Beta-test.....	155
6	IAT	158
7	FAT	160
8	«Black box»-test.....	166
8.1	Konklusjon av «black box»	170
9	Konklusjon.....	171

1 DOKUMENTHISTORIE

Revisjon

Rev.	Skrevet av:		Sjekket av:		Godkjent av:		Beskrivelse:
	Dato	Sign.	Dato	Sign.	Dato	Sign.	
1	18.03.15	ARM	19.03.15	STD	19.03.15	EN	Første utkast
2	16.04.15	ARM	06.05.15	MAR	08.05.15	EN	Utført IAT, Beta-test og FAT

2 INNLEDNING

I dette dokumentet er alle testrapporter for alle de forskjellige kretsene eller sløyfetyperne samlet. Her beskrives det hva som ble testet, hvilket utstyr vi har brukt, relevant bakgrunnsinformasjon om testingen eller sløyfetyperne, feil som ble avdekket, endringene som har blitt gjort i henhold til kretsen som i utgangspunktet ble utredet, resultatet av testingen og en konklusjon etter hver test. Testrapportene er skrevet i kapittel 3. Videre har hver av sløyfetyperne fått tildelt et delkapittel; rekkefølgen av delkapitlene er tilsvarende modus rekkefølgen sløyfetyperne vil ha i vårt system.

Kretsene til de forskjellige sløyfetyperne er ikke beskrevet i dette dokumentet. Dette er gjort i designdokumentet hvor også kretsskjemaer er vedlagt. Testprosedyren er heller ikke beskrevet her; dette er gjort i testplanen hvor også testmanuskript og testspesifikasjon ligger vedlagt.

2.1 TERMINOLOGI

Tabell 2-1: Forklaring av uttrykk brukt i dette dokumentet.

Sløyfetype	En eller flere kretser som skal sende det respektive signalet i sløyfen spesifisert i kravspesifikasjon (f. eks. analog inngang)
“Internal Acceptance Test” (IAT)	Komplett intern «hardware»-test av det endelige produktet.
“Factory Acceptance Test” (FAT)	Komplett test av systemet etter ferdigstilling og før levering til kunde.
«Black-box»-test	FAT-prosedyre kjørt av en tredjepartsressurs som ikke har noe forkunnskap om systemets interne oppbygging.

3 PRE-ALFA-TESTING

3.1 DIGITALT INNGANGSSIGNAL MED MOTSTAND (RIO)

Testrapport	
Testansvarlig: Eivind Nielsen	Dato: 06.02.2015
Deltakere: Stefan Dasic & Eivind Nielsen	
Hva testes: RIO digitalt inngangssignal, med motstand	

Bakgrunn

Vi har koblet opp kretsen for å simulere digitalt inngangssignal for testing av IO-kortet. Dette ble utført med en bryter som ble koblet opp sammen med to motstander.

Testen ble utført i henhold til fremgangsmåten spesifisert i testplanen.

Tabell 3-1: *Utstyr brukt.*

Utstyr
RCU510
Koblingsbrett (Project Board Model GL-36)
Bryter 7201SYZBES
Motstand, 2.7 k Ω
Motstand, 820 Ω
Ledninger
Fluke 177 True RMS Multimeter

Avdekkede feil:

Ingen feil ble avdekket.

Konklusjon

Resultatet var som forventet og tilfredsstillende. Ingen feil ble avdekket.

Resultat

Godkjent	Ikke godkjent

3.2 DIGITALT INNGANGSSIGNAL MED MOTSTAND (STAHL)

Testrapport	
Testansvarlig: Marius Johanssen	Dato: 19.02.2015
Deltakere: Marius Johanssen & Armaan Kamboj	
Hva testes: Stahl digitalt inngangssignal, med motstand	

Bakgrunn

Vi har koblet opp kretsen for å simulere digitalt inngangssignal til Stahl IO-kortet. Dette ble utført med en bryter som ble koblet opp sammen med to motstander. Vi observerte resultatet av å sette bryteren på og av i form av logisk 1 og 0 på operasjonsstasjonen (OS) til Stahl-kortet.

Testen ble utført i henhold til fremgangsmåten spesifisert i testplanen.

Tabell 3-2: *Utstyr brukt.*

Utstyr
Stahl DIM
Koblingsbrett (Project Board Model GL-36)
Motstand, 1.2 k Ω
Motstand, 15 k Ω
Vippebryter (P2021B)
Ledninger
Fluke 177 True RMS Multimeter

Avdekkede feil:

Ingen feil ble avdekket.

Konklusjon

Resultatet var som forventet og tilfredsstillende. Ingen feil ble avdekket.

Resultat

Godkjent	Ikke godkjent

3.3 DIGITALT UTGANGSSIGNAL (RIO & STAHL)

Testrapport	
Testansvarlig: Eivind Nielsen	Dato: 05.02.2015
Deltakere: Eivind Nielsen & Stefan Dasic	
Hva testes: RIO/Stahl digitalt utgangssignal	

Bakgrunn

Vi har koblet opp kretsen for å simulere digitalt utgangssignal på IO-kortet. Kretsen ble koblet opp med et relé som koblet inn en LED-lampe når RIO- og Stahl-kortet sendte en logisk 1.

Testen ble utført i henhold til fremgangsmåten spesifisert i testplanen.

Tabell 3-3: *Utstyr brukt.*

Utstyr	
	RCU510
	Stahl DOM
Utstyr	Koblingsbrett (Project Board Model GL-36)
RCU510	Relé (V23016-A0005-A101)
Stahl DOM	Motstand, 470 Ω
Koblingsbrett (Project Board Model GL-36)	LED-lyspære
Relé (V23016-A0005-A101)	Ledninger
Motstand, 470 Ω	Fluke 177 True RMS Multimeter
LED-lyspære	
Ledninger	
Ingen feil ble avdekket.	
Fluke 177 True RMS Multimeter	

Konklusjon

Resultatet var som forventet og tilfredsstillende. Ingen feil ble avdekket.

Resultat

Godkjent	Ikke godkjent

3.4 ANALOGT INNGANGSSIGNAL

3.4.1 TO-TRÅDS (RIO & STAHL)

Testrapport	
Testansvarlig: Armaan Kamboj	Dato: 20.02.2015
Deltakere: Armaan Kamboj & Marius Johanssen	
Hva testes: RIO/Stahl analogt inngangssignal, to-tråds	

Bakgrunn

Testen som har blitt gjort har hatt som mål å verifisere at vi klarer å sende ut 4-20 mA i en to-tråds sløyfe, og at vi enkelt har hatt muligheten til å justere og sende verdier innen det respektive området.

Testprosedyren spesifisert i testplanen har blitt fulgt, men kretsen som ble utredet i utgangspunktet og simulert under den statiske testingen har ikke blitt fulgt i ettertid, fordi den ikke fungerte i praksis. Videre ble det bestemt at vi skulle bruke XTR117 eller XTR105 for denne kretsen. Disse IC-komponentene er "4-20 mA-transmittere" og kunne brukes til vårt formål. Grunnen til at vi har testet med begge er fordi XTR105 var hullmontert og enklere å teste på et brødbrett enn XTR117, som var overflatemontert. Under testingen kom det frem at XTR105 ikke fungerte til våre formål, og vi fikk ikke sendt de signalene vi ønsket. Dermed endte vi med å bruke XTR117.

Videre brukte vi også et 1 k Ω -potmeter til å justere inngangssignalet, men det fungerte ikke optimalt. Derfor endte vi med et 2 k Ω -potmeter.

Tabell 3-4: Utstyr brukt.

Utstyr
RCU510
Stahl AIM
Koblingsbrett (Project Board Model GL-36)
Fluke 177 True RMS Multimeter
BJT-transistor (BC107)
XTR117 (4-20 mA-transmitter)
Potmeter, 2 k Ω

Tabell 3-5: Avdekkede feil.

Feil	Kategori	Rettet (Ja/Nei)
Ekstern transistor blir brent pga. varmeutvikling, som videre forårsaket kortslutning og svikt i funksjonalitet i kretsen.	A	Ja
1 k Ω -potmeter hadde ikke stort nok justeringsområdet og utgangene 4-20 mA ble begrenset til andre verdier som ikke var tilfredsstillende.	B	Ja

Tabell 3-6: Endringer gjort i kretsen.

Endringer gjort i utredet krets
Byttet 1 k Ω -potmeter med 2 k Ω -potmeter
Brukte samme transistor, men monterte på et kjøleelement

Konklusjon

Resultatet av denne kretsen var til slutt tilfredsstillende og den gjorde det den ville, men siden XTR117 er en IC-komponent ment kun til to-tråds sending av signal mener vi dette blir for begrenset. Blir denne introdusert til et jordpotensial forstyrres signalgenereringen og den vil ikke fungere. Derfor velger vi å ikke bruke denne kretsen, men isteden velger vi å gå for en IC-komponent som kan generere disse signalene både i en to-tråds og tre-tråds sløyfe.

Resultat

Godkjent	Ikke godkjent

3.4.2 TRE-TRÅDS (RIO)

Testrapport	
Testansvarlig: Armaan Kamboj	Dato: 09.03.2015
Deltakere: Armaan Kamboj & Marius Johanssen	
Hva testes: RIO analogt inngangssignal, tre-tråds	

Bakgrunn

Under testingen av denne kretsen har vi i hovedsak hatt to tanker; å bruke XTR110 og XTR111 for å nå vårt formål. Vi startet kretstestingen med XTR110-komponenten, da denne er tilgjengelig som hullmontert pakke. Vi fulgte oppkoblingen av denne og startet da i henhold til en av "typical application"-kretsene angitt i databladet. Dette fungerte meget dårlig da denne gjorde at RCU senket utspenningen ned til et meget lavt nivå ved tilkobling og påføring av strøm, som igjen førte til at vi ikke fikk strøm på utgangen av XTR-pakken. Vi prøvde å modifisere og feilsøke kretsene, men dette virket som et vedvarende problem. Det ble til slutt tatt en beslutning på at vi skulle bruke XTR111-komponenten isteden; dette bestemte vi oss for fordi den interne kretsen i XTR111 virket mer fornuftig til vår bruk.

Den eneste grunnen til at vi ikke brukte denne i utgangspunktet var for å se om den hullmonterte løsningen faktisk fungerte. XTR111-komponenten ble loddet på en IC-sokkel for test, og testen ble koblet opp. XTR111 gav strøm ut ved første forsøk, og for første gang var vi på rett spor. Da gjenstod kalibrering. Vi startet med å bytte MOSFET-en, istedenfor å bruke IRF9530 som vi fikk på skolen bestilte vi en VP0808L som tålte en høyere spenning enn IRF-komponenten. Dette forbedret ytelsen til kretsen også. I tillegg til det skaffet vi et potmeter med større måleområde, noe som ga oss en bedre rekkevidde på utgangssignalet. Vi oppdaget også visse tegn på ustabilitet under testing, men dette fikk vi luket vekk.

Tabell 3-7: Utstyr brukt.

Utstyr
RCU510
Stahl AIM
Koblingsbrett (Project Board Model GL-36)
Fluke 177 True RMS Multimeter
PNP-transistor (BC161)
XTR111 (4-20 mA-transmitter)
Potmeter, 2 k Ω
P-Kanals MOSFET (VP0808L)

Tabell 3-8: Avdekkede feil.

Feil	Kategori	Rettet (Ja/Nei)
MOSFET hadde tålt for lav spenning	A	Ja
Manglende kjøling på BJT	B	Ja
Noe ustabil signal uten kondensator	D	Ja

Tabell 3-9: Endringer gjort i kretsen.

Endringer gjort i utredet krets
Endret potmeter til 2 k Ω (fra 1 k Ω)
Byttet MOSFET (fra IRF til VP0808)
Benyttet PNP-transistor, SMD (trenger ikke kjøling)

Konklusjon

Dette var en krets som krevde mye feilsøking og kalibrering samt mye finpusning for optimal funksjonalitet. Dette var den mest tidskrevende kretsen av alle, den tok lengre tid enn først estimert og det måtte brukes flere personer. Til syvende og sist var resultatet av denne tilfredsstillende og vi endte med en løsning som kunne brukes både i en to- og tre-tråds sløyfe. Dette var den optimale løsningen vi ønsket oss.

Resultat

Godkjent	Ikke godkjent

3.5 ANALOGT UTGANGSSIGNAL (RIO OG STAHL)

RIO analogt utgangssignal	
Testansvarlig: Armaan Kamboj	Dato: 18.02.15
Deltakere: Armaan Kamboj & Marius Johanssen	
Hva testes: RIO/Stahl analogt utgangssignal	

Bakgrunn

Testen blir gjennomført med en Arduino som leser spenningsfallet over en motstand på 240 Ω , spenningsfallet skal da endres proporsjonalt med strømmen som blir sendt fra RIO. Spenningsfallet skal da bli regnet om til strøm i Arduino-en og skrevet til en LCD-skjerm.

Tabell 3-10: Utstyr brukt.

Utstyr
RCU510
Stahl AOM
Motstand, 240 Ω
Arduino
LCD-display

Avdekkede feil:

Ingen feil ble avdekket.

Konklusjon

Resultatet var som forventet og tilfredsstillende.

Resultat

Godkjent	Ikke godkjent

3.6 SPENNING 0-10V

Testrapport	
Testansvarlig: Armaan Kamboj	Dato: 17.03.2015
Deltakere: Stefan Dasic, Dan Filip Solberg & Marius Johanssen	
Hva testes: Spenning 0-10 V	

Bakgrunn

DA-konverteren (heretter DAC), LTC1257, er koblet med 15 V til V_{cc} og 12 V koblet til referansepinnen. Vi koblet da Arduino-en til slik at den kan sende bits til DAC. V_{out} på DAC er koblet til RCU510 RIO-kort, og vi skal da kunne måle en spenning fra 0-10 V.

Tabell 3-11: Utstyr brukt.

Utstyr
RCU510
DA-konverter (LTC1257CN8)
DC/DC-omformer (12 VDC)
Arduino MEGA
Ledninger

Tabell 3-12: Avdekkede feil.

Feil	Kategori	Rettet (Ja/Nei)
DAC sendte feil verdier til RIO-kortet	B	JA

Tabell 3-13: Endringer gjort i kretsen.

Endringer gjort i utredet krets
Endret bits som ble sendt fra Arduino-en slik at det et mer nøyaktig resultat

Konklusjon

Avdekket og rettet feil; etter det var kretsen som forventet og godkjent.

Resultat

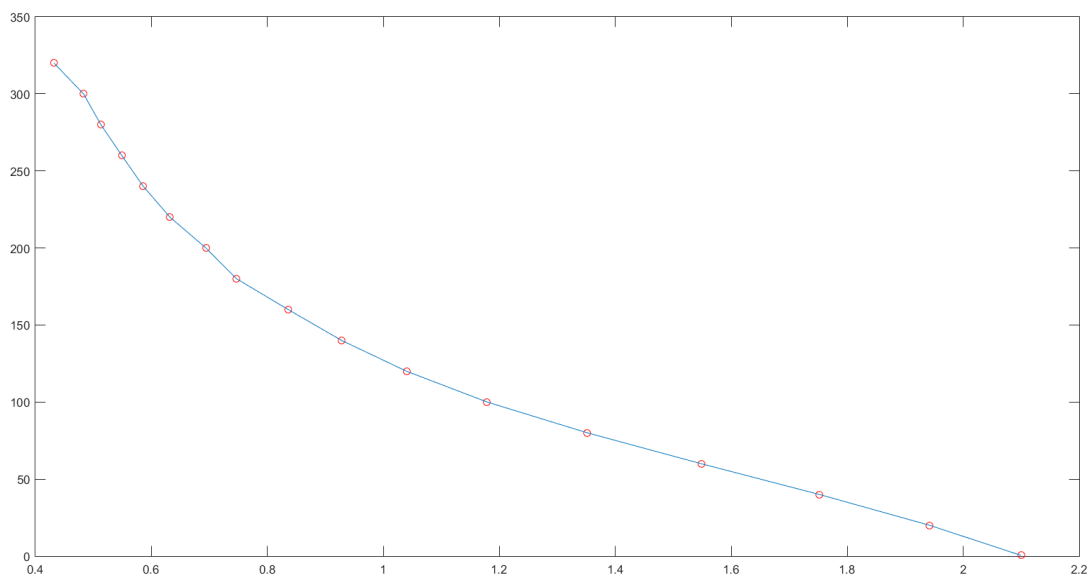
Godkjent	Ikke godkjent

3.7 RIO PT100-SIGNAL

Testrapport	
Testansvarlig: Armaan Kamboj	Dato: 18.02.2015
Deltaker: Armaan Kamboj & Marius Johanssen	
Hva testes: RIO PT100-signal	

Bakgrunn

Vi fulgte testprosedyren spesifisert i testplanen, men måtte gjøre arbeid utover dette også. Vi klarte med suksess å variere resistansen slik at vi kunne se dette i operatørstasjonen (OS) og som vi tenkte varierte også spenningen på utgangen på operasjonsforsterkeren når vi varierte denne motstanden. Vi måtte foreta målinger for å se hvordan disse verdiene sank og steg i forhold til hverandre og brukte MATLAB for å finne en graf. Dette var nødvendig å gjøre for å få den tilsvarende temperaturen som blir skrevet ut til skjermen riktig i henhold til resistansen som vi manuelt varierer. Som det kommer frem av Fig. 3-8, er ikke PT100-kretsen linear.



Figur 3-1: Spenning (V) i X-aksen og resistans (Ω) i Y-aksen.

Tabell 3-14: *Utstyr brukt.*

Utstyr
RCU510
Koblingsbrett
Potmeter, 500 Ω

Tabell 3-15: *Avdekkede feil.*

Feil	Kategori	Rettet (Ja/Nei)
Koblet ikke siste pinne på pot til jord, forårsaket at «software» leste feil Ω -verdier	B	Ja
Altfor lav spenning ut av pot til Arduino uten forsterkning	A	Ja
Med oppkobling i Wheatstone-målebro fikk vi veldig ulineær avlesning av verdier	A	Ja
Ulinearitet ved visse verdier	D	Ja (blir kompensert i koden, med litt ulinearitet)

Tabell 3-16: *Endringer gjort i kretsen.*

Endringer gjort i utredet krets
Byttet fra målebro til det gjeldende oppsettet
Brukte operasjonsforsterker for å forsterke signal til Arduino
Benytter 500 Ω - istedenfor 100 Ω -potmeter

Konklusjon

Resultatet var til slutt tilfredsstillende og vi fikk gode målinger som passer bra med hva som leses i KM sin «software».

Resultat

Godkjent	Ikke godkjent

3.8 DIGITALT INNGANGSSIGNAL UTEN MOTSTAND (RIO OG STAHL)

Testrapport	
Testansvarlig: Eivind Nielsen	Dato: 06.02.2015
Deltakere: Stefan Dasic & Eivind Nielsen	
Hva testes: RIO/Stahl digitalt inngangssignal, uten motstand	

Bakgrunn

Vi har koblet opp kretsen for å simulere digitalt inngangssignal for testing av IO-kortet. Dette ble utført med en bryter; altså kobler vi en spenning uten motstander gjennom en bryter. Når kretsen leder vil en logisk 1 bli sendt til RIO- eller Stahl-modulene, mens når bryteren bryter kretsen får modulene en logisk 0.

Testen ble utført i henhold til fremgangsmåten spesifisert i testplanen.

Tabell 3-17: Utstyr brukt.

Utstyr
RCU510
Stahl DIM
Koblingsbrett (Project Board Model GL-36)
Bryter 7201SYZBES
Motstand, 1.2 kΩ
Ledninger
Fluke 177 True RMS Multimeter

Avdekkede feil:

Ingen feil ble avdekket.

Konklusjon

Resultatet var som forventet og tilfredsstillende. Ingen feil ble avdekket.

Resultat

Godkjent	Ikke godkjent

3.9 ANDRE KRETSE

3.9.1 BRYTERKRETS

Testrapport	
Testansvarlig: Marius Johanssen	Dato: 26.02.15
Deltakere: Marius Johanssen & Dan Filip Solberg	
Hva testes: Bryterkretsen og indikasjon til Arduino	

Bakgrunn

Testen ble gjort ved at vi koblet opp den roterbare bryteren sammen med Arduino-en, den skulle lese hvilken krets som hadde blitt valgt av bryteren. Til å begynne med leste Arduino-en høye innganger på flere digitale innganger enn den ene som var valgt av bryteren. Vi koblet derfor utgangene til bryteren til en 220 Ω -motstand og til jord, for så å sette målingen fra Arduino-en inn før motstandene. På den måten kan vi måle spenningsfallet over motstandene, slik at vi alltid får indikert hvilken krets som er valgt.

Tabell 3-18: *Utstyr brukt.*

Utstyr
Tre etasjers roterbar bryter
Arduino
LED-Display
Motstand, 7 x 220 Ω

Tabell 3-19: *Avdekkede feil.*

Feil	Kategori	Rettet (Ja/Nei)
Modus som var valgt av bryter stemte ikke med modus Arduino-en leste.	B	Ja

Tabell 3-20: *Endringer gjort i kretsen.*

Endringer gjort i utredet krets
Terminerte indikasjonskablene fra bryteren med 220 Ω -motstand til jord.

Konklusjon

Feil ble avdekket og rettet. Etter det var resultatet som forventet og tilfredsstillende.

Resultat

Godkjent	Ikke godkjent

3.9.2 STRØMFORSYNING

Testrapport	
Testansvarlig: Armaan Kamboj	Dato: 05.03.2015
Deltakere: Armaan Kamboj & Stefan Dasic	
Hva testes: Strømforsyning	

Bakgrunn

Vi koblet 24 V fra strømforsyningen inn på inngangspinnen på regulatoren, mens utgangspinnen ble jordet. Utgangen fra regulatoren ble koblet til jord, gjennom en motstand på 6.4 k Ω , slik at vi kunne måle spenningen over motstanden. Vi fikk da målt 5.09 V over motstanden, som ønskelig.

Tabell 3-21: *Utstyr brukt.*

Utstyr
RCU510
Koblingsbrett (Project Board Model GL-36)
DC/DC-omformer (5 VDC)
Motstand, 6.4 k Ω
Ledninger

Avdekkede feil:

Ingen feil ble avdekket.

Konklusjon

Resultatet var som forventet og tilfredsstillende. Ingen feil ble avdekket.

Resultat

Godkjent	Ikke godkjent

4 ALFA-TEST

Alfa-testen ble utført ved at alle sløyfene som tidligere har blitt testet og rettet hver for seg, nå blir testet som en sammensatt krets. Alle sløyfetyper ble koblet til brødbrett med bryter og Arduino, slik at alle modusene kan testes. Det ble brukt et testskjema som vist i tabell 4-1 til å gjennomføre testen. Grunnen til denne testen er for å avdekke eventuelle feil som kan oppstå når alle sløyfene og bryterfunksjonene blir sammenkoblet. På dette stadiet regner vi ikke med at alle løkkene fungerer optimalt, vi vil vite at de kan fungere som et sammensatt system.

For at løkkene får bestått, kreves det at de kan fungere på måten de er satt opp og at implementasjon med andre løkker ikke påvirker kretsen, det kreves derfor ikke at kretsen er fullstendig justert for optimalt resultat.

Tabell 4-1: Resultater fra Alfa.

Modus	Sløyfetype	RIO	Stahl	Kanal
1	DI m/ motstand (RIO)			2
2	DI m/ motstand (Stahl)			DIM X ₂
3	DO (RIO/Stahl)			3 / DOM X ₁
4	AI, to-tråds (RIO/Stahl)			9 / AIM X ₁
4	AI, tre-tråds (RIO)			5
5	AO (RIO)			6 / AOM X ₁
6	0-10 V			7
7	RIO PT100			13
8	DI (RIO/Stahl)			1 / DIM X ₁

Fargekode:

Bestått test	Ikke bestått test	N/A
--------------	-------------------	-----

Konklusjon

Resultatet var som forventet og tilfredsstillende. Ingen feil ble avdekket.

Resultat

Godkjent	Ikke godkjent

5 BETA-TEST

Beta-testen ble utført ved hjelp av første utgaven av kretskortet. Dette kortet ble laget hos Tinius Olsen i Kongsberg og frest av prosjektgruppen. Ved hjelp av dette kunne vi avduke en del feil, som vi vil unngå på et ferdig produkt. Ulempen med denne testen var at kortet var frest og ikke etset, slik at kortet ikke ble utført med ønskelig presisjon. Vi måtte i tillegg lage kortet større enn først antatt da fresing tok litt mer plass enn vi hadde beregnet. Fresen vi brukte var også feilkalibrert, noe som førte til at vi fikk feil på kortet og måtte finne andre løsninger før vi fikk startet på beta-testen. Vi fikset alt som var mulig å fikse på og gjorde det beste ut av testen, men resultatet ble litt amputert. Noen sløyfer fikk vi testet på kretskortet, andre sløyfer måtte vi finne en annen måte å teste.

For å fullføre testen på en skikkelig måte, valgte vi å koble samtlige av kretsene som ikke fungerte på kretskortet opp på et brødbrett. Da koblet vi oss opp ved hjelp av våre kretskort tegninger, for å verifisere at alt fortsatt gikk som planlagt. Disse tegningene er akkurat de samme som vi bruker til kretskortet, slik at vi verifiserte at tegningene var korrekte, altså at feilene var forårsaket av det feilfreste betakortet men kretsene våre fortsatt var korrekte. Testen gikk ut på å teste hver enkelt krets i rekkefølge ut ifra et kretskort. Vi klarte å avdekke noen feil, som igjen førte til at feilretting måtte til før testen kunne bli godkjent. Disse feilene var vesentlige feil å oppdage før et ferdig produkt, da dette kunne ført til kritiske feil på sluttproduktet.

For at løkkene får bestått, kreves det at de kan fungere på måten de er satt opp og at implementasjon med andre løkker ikke påvirker kretsen. Det kreves derfor ikke at kretsen er fullstendig justert for optimalt resultat.

Tabell 5-1: Resultater fra Beta.

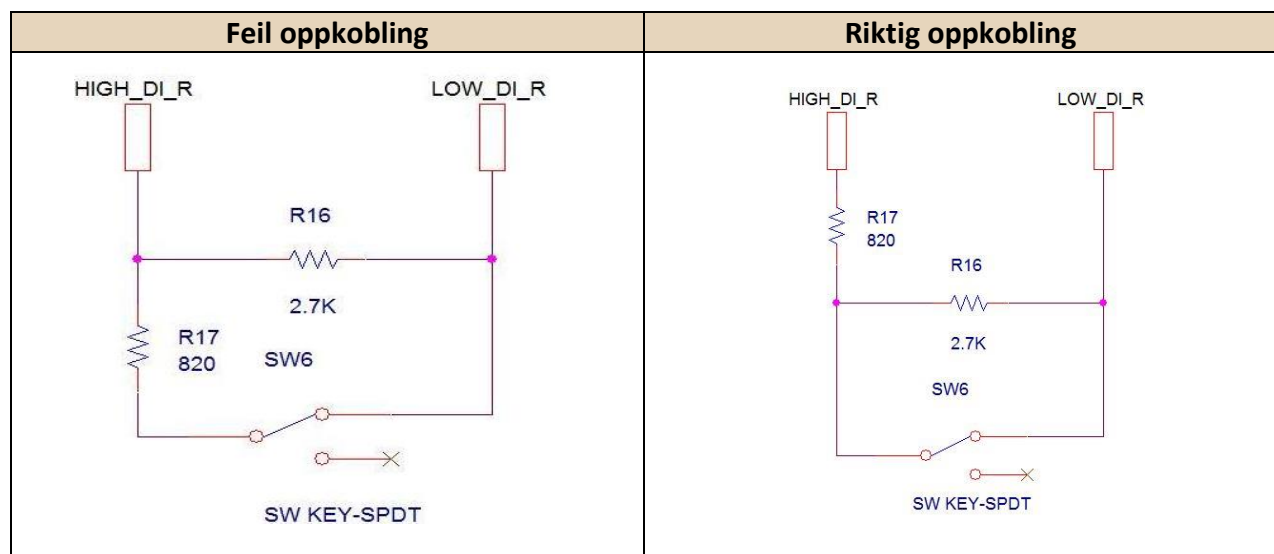
Modus	Sløyfetype	RIO	Stahl	Kanal
1	DI m/ motstand (RIO)			2
2	DI m/ motstand (Stahl)			DIM X ₂
3	DO (RIO/Stahl)			3 / DOM X ₁
4	AI, to-tråds (RIO/Stahl)			9 / AIM X ₁
4	AI, tre-tråds (RIO)			5
5	AO (RIO)			6 / AOM X ₁
6	0-10 V			7
7	RIO PT100			13
8	DI (RIO/Stahl)			1 / DIM X ₁

Fargekode:

Bestått test	Ikke bestått test	N/A
--------------	-------------------	-----

Tabell 5-2: *Avdekkede feil.*

Feil	Kategori	Rettet (Ja/Nei)
DI m/ motstand (RIO); Her lå 820 Ω -motstanden i parallell med den på 2.7 k Ω og i serie med bryteren. Riktig oppkobling er at motstanden på 820 Ω skal ligge i serie med den på 2.7 k Ω og bryteren, se Tabell 6-2. Enkel feil å løse, men dette gjorde at vi ikke kunne teste dette nøyaktig på koret vårt. Men ved hjelp av et brødbrett fikk vi verifisert at kretsen funker nøyaktig som den skal.	A	Ja
DI m/ motstand (Stahl); Akkurat samme feilen som i kretsen over.	A	Ja
AI, to-tråds (RIO/Stahl); XTR111 ble svidd, slik at vi måtte avbryte testen på denne sløyfen. Dette skyldtes feil på det freste kretskortet. Det var ikke nøyaktig nok, og gjorde at XTR111 fikk strøm på pinner som ikke skulle ha dette. Vi verifiserte også denne kretsen med hjelp av brødbrett og oppkobling via våre kretskorttegninger.	A	Ja
AI, tre-tråds (RIO); Akkurat samme problemstilling som i kretsen over.	A	Ja
0-10 V; LTC1257 ble svidd. Dette skyldes en feil på kortet, som gjorde at referansen fikk en mye høyere spenning enn forsyningsspenningen. Dette kom av at 24 V til 12 V omformerer hadde svidd seg og klarte ikke å regulere spenningen den skulle. Referansen skal alltid være 2.7 V mindre enn forsyningsspenningen, ellers svir den seg. Dette ble også rettet på og verifisert med hjelp av et brødbrett.	A	Ja
RIO PT100; Kretsen fungerer, men problemet er å indikere resultatet på skjermen. Operasjonsforsterker funker ikke som den skal og riktige verdier ble ikke sendt til Arduino for display. For å rette på dette prøvde vi å bytte fra en operasjonsforsterker med dobbel forsyningsspenning til en med enkel forsyningsspenning. Vi har forsøkt å koble opp dette på brødbrett med dobbel forsyningsspenning og dette ga tilfredsstillende resultater. Under IAT vil vi få en endelig bekreftelse på om dette vil fungere som antatt.	C	Ukjent

Tabell 5-3: *Feilen i DI m/ motstand.*

Konklusjon

Testen ble godkjent, men med mange utfordringer. Vi godkjenner testene som ble utført på brødbrett, da disse var koblet opp direkte fra kretskort tegningene, så de vil også verifisere om kretskortet er tegnet riktig. Vi har fått verifisert og rettet opp i det vi hadde feil, og kan dermed konkludere at testen var vellykket, til tross for feil som var mulig å rette opp i.

Resultat

Godkjent	Ikke godkjent

6 IAT

IAT ble utført etter at det endelige kretskortet ble ferdig produsert. Deretter ble alt koblet opp slik det skal være i det endelige produktet, og alle sløyfetyper ble testet. Grunnen til denne testen er for å verifisere at kravene var nådd og at produktet fungerte slik vi hadde tenkt at det skulle. Videre var det også for å avdekke eventuelle feil og mangler i det endelige produktet i henhold til kravspesifikasjonen.

For at løkkene får bestått, kreves det at de kan fungere på måten de er satt opp og at implementasjon med andre løkker ikke påvirker kretsen. Det kreves derfor ikke at kretsen er fullstendig justert for optimalt resultat. Videre må det ikke forekomme feil av kategori A eller B.

For at IAT skal være godkjent kreves det at alle løkkene har bestått sin test samt at alle feil av kategori A og B må være rettet.

Tabell 6-1: Resultater fra IAT.

Modus	Sløyfetype	RIO	Stahl	Kanal
1	DI m/ motstand (RIO)			2
2	DI m/ motstand (Stahl)			DIM X ₂
3	DO (RIO/Stahl)			3 / DOM X ₁
4	AI, to-tråds (RIO/Stahl)			9 / AIM X ₁
4	AI, tre-tråds (RIO)			5
5	AO (RIO)			6 / AOM X ₁
6	0-10 V			7
7	RIO PT100			13
8	DI (RIO/Stahl)			1 / DIM X ₁

Fargekode:

Bestått test	Ikke bestått test	N/A
--------------	-------------------	-----

Tabell 6-2: Avdekkede feil.

Feil	Kategori	Rettet (Ja/Nei)
AI, to-tråds (Stahl); får kun sendt mellom 0-6.3 mA da forsyningsspenningen blir senket ved tilkobling og blir regulert når inngangsspenningen V_{in} reguleres.	B	Rettet med løsningsforslag
0-10 V; tilkobling fra Arduino til DAC (LOAD og D_{in}) var tegnet feil i skematikk. Da disse er koblet til spesifikke pinner på Arduino forårsaket det svikt i funksjonaliteten til den respektive løkken.	B	Ja
PT100; Signalet fra løkken til Arduino ble ikke forsterket slik vi ønsket, noe som gjorde at konvertering til temperatur når dette skrives ut på display ikke fungerte.	D	Nei

Konklusjon

AI, to-tråds (Stahl) får ikke godkjent denne testen, da den ikke tilfredsstiller kravet. Kretsen blir derfor ikke tatt med som en del av det endelige produktet; dette er et C-krav til produktet.

Studentgruppen har lagt opp en løsningsforslag til denne kretsen i kapittel 7.5 i

Designdokumentet. De resterende løkkene har nådd kravene for å bestå IAT, da feilene med alvorlige konsekvenser har blitt rettet og feil med mindre alvorlige konsekvenser ikke forårsaker fullstendig svikt i funksjonalitet. Med løsningsforslag til AI, to-tråds (Stahl), samt resterende kretser godkjent kan vi konkludere med at IAT er godkjent.

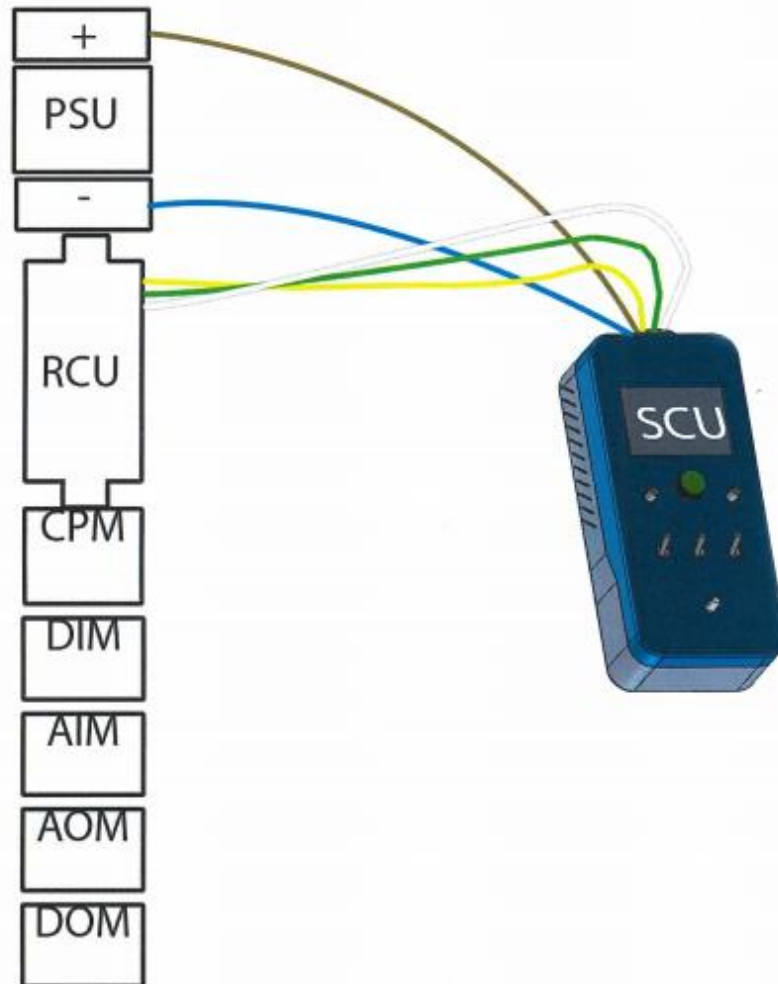
Resultat

Godkjent	Ikke godkjent

7 FAT

Testoppsett:

Versjon 1 av SCU testes opp mot RCU510, Stahl DIM16, Stahl AOM08 og Stahl DOM08. Testen gjennomføres på Høgskolen i Buskerud og Vestfold, campus Kongsberg med representanter fra Kongsberg Maritime og studentgruppen.



Ting som må være på plass før FAT:

- IAT må fullføres
- Feilene må rettes, evt. må det foreslås oppgraderinger til neste versjon for alle feil og mangler
- Produktet må være helt klart slik det skal overleveres til oppdragsgiver
- Godkjenningskriteriene må være presise og klare for oppdragsgiver.
 - Offisiell sjekkliste
- Brukermanual må være på plass

Ting som må gjøres under FAT:

- Alle punktene på sjekklisten må sjekkes
- Testen må utføres med oppdragsgiver tilstede
- Må få dokumentert fra oppdragsgiver (underskrift) fra sensor og veileder på at kravene er tilfredsstilt

Ting som må gjøres etter FAT:

- All FAT-dokumentasjon må fullføres og implementeres i den fullstendige testrapporten
- Det må gjøres klart for «black box»-test

SCU		
Testfaser	Hardware	Software
Alfa	V0.1	V0.1
Beta	V0.2	V0.2
IAT	V0.3	V0.3
FAT	V1.0	V1.0

FAT-sjekkliste			
Testansvarlig:	Dato: 4. mai 2015		
Deltakere: Petter Arne, Merethe			
Hva testes:	Krav	Fungerer	Feil (ref. nr.)
Kommunikasjon med RIO			
Klarer den å lese et digitalt signal?	11.1.A	ok	
Klarer den å sende et digitalt signal uten motstand?	1.2.A	ok	
Klarer den å sende et digitalt signal med motstand?	1.3.A	ok	
Klarer den å lese et analogt signal på 4-20mA?	11.2.B	ok	
Klarer den å sende et analogt signal på 4-20mA med 2-tråds løkke?	1.5.B	ok	1 1
Klarer den å sende et analogt signal på 4-20mA med 3-tråds løkke?	1.6.C	ok	1 1
Klarer den å sende ut 0-10V?	1.12.D		2 2
Klare å simulere PT100-sensor?	1.11.D	ok ÷	3 3
Kommunikasjon med Stahl			
Klarer den å lese et digitalt signal?	11.3.C	ok	
Klarer den å sende et digitalt signal uten motstand?	1.7.C	ok	
Klarer den å sende et digitalt signal med motstand?	1.8.C	ok	
Klarer den å lese et analogt signal på 4-20mA?	11.4.D		4
Annet			
Klarer boksen å bytte mellom de forskjellige sløyfetyperne?	5.A	ok	
Klarer vi å teste kortslutning?	3.A	ok	
Klarer vi å teste brudd?	2.A	ok	
Er størrelsen slik at boksen er lett anvendelig?	8.1	ok!	😊
Er massen slik at boksen er lett anvendelig?	8.2	ok	
Klarer bruker å lese av hvilken modus som er valgt på displayet?	9.1.A	ok	
Klarer bruker å lese av verdier som er valgt på displayet?	9.2.A	ok	
Er brukermanualen oversiktlig og forståelig for nye brukere?	10.A	ok	
Koble DI (RIO) med feil polaritet	11.1.A	ok	

Feilkategori:

- A og B – Må rettes før FAT kan godkjennes
- C – Feil, men rettes i neste versjon
- D – Kommentar

Feil punkt 2 og 4 må rettes for å godkjenne hele FAT 100%
Punktene kan lukkes dersom løsningsforslag for feil er funnet.

X Petter A. Mikelsen
Representant fra KM

X [Signature]
Testansvarlig fra prosjektgruppe

Ved signering bekreftes det at FAT er gjennomført.

Tabell 7-1: Feilliste avduket på FAT.

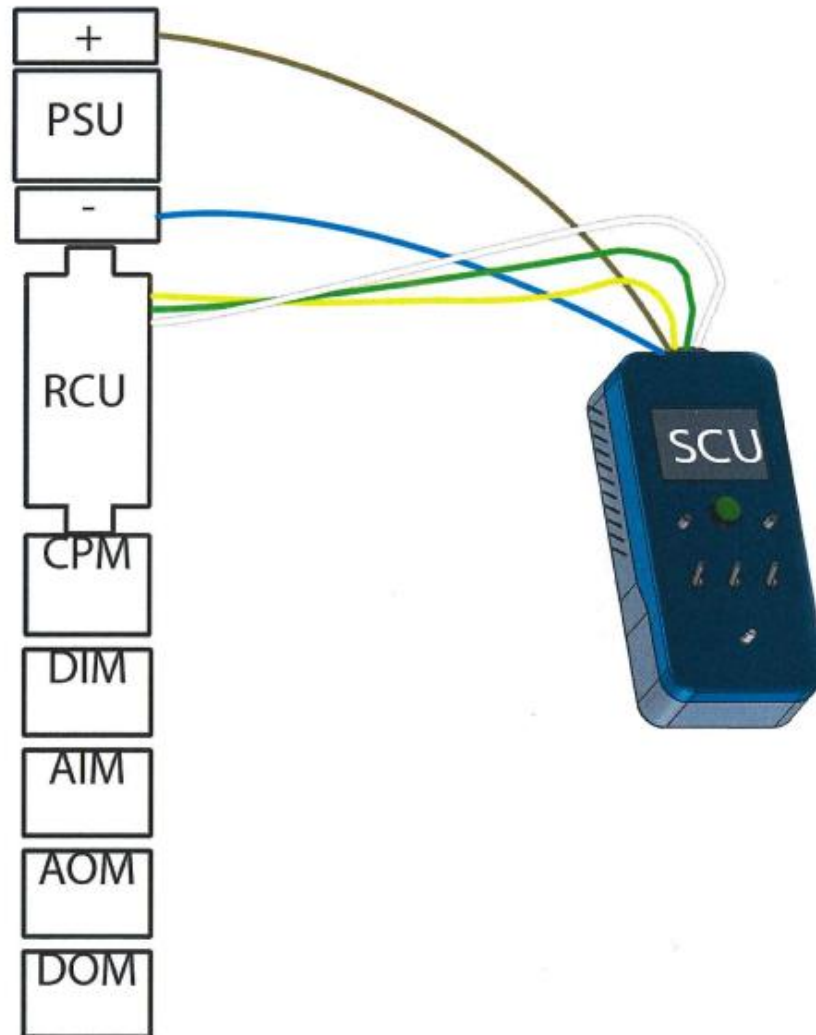
Feilretting			
Ref. (Feilkategori)	Hva er feil?	Hvordan det rettes?	Kommentar
1-D	Rotasjonsretningen på potmeteret er snudd i.h.t signalet som justeres. Dette skjer fordi potmeteret styrer en inngangsspenning til XTR111. Øker man resistansen på potmeteret senkes strømmen.	Dette rettes ved å bruke en DAC til å digitalt justere inngangsspenningen mellom 0-5 V	Ved å digitalisere justeringsmekanismen fjernes potmeteret helt fra denne kretsen og man justerer mellom 4-20 mA digitalt.
2-B	Denne feilen forekommer når man bytter til modus 6 (0-10 V) mens kablene er koblet i en kanal tilhørende en annen sløyfe. Dette gjør at det blir sendt 24 V på «GND-pinne» på DAC, noe den ikke tåler som gjør at kretsen ikke lenger fungerer, IC-komponenten får en intern kortslutning, slik at den også gir spenning ut på pinner den ikke skal. I dette scenarioet skades også Arduino.	Denne feilen rettes enkelt ved å koble inn en motstand som tåler den nødvendige effekten et spenningsfall fra 24 V til 0 V forårsaker. På "GND"-nettet til DAC.	Ved å koble inn denne motstand beskytter vi Arduino i scenarioet beskrevet her. Effekttapet skjer over motstanden noe som gjør at Arduino-en ikke ødelegges. Viktig å nevne at ingen andre komponenter er koblet på samme potensial som DAC, derfor vil ikke en stor motstand påvirke noe annet.
3-C	Som et resultat av at Arduino skades i scenarioet beskrevet i 2-B svikter også funksjonaliteten i denne sløyfen. Da denne kretsen ble testet etter at Arduino-en var skadet, ble det et stort avvik mellom verdiene som ble skrevet på skjermen og de faktiske verdiene.	Ved å beskytte Arduino slik som det er beskrevet i 2-B vil også verdiene som skrives ut til skjermen i denne sløyfen stemme mye bedre. Da en optimalt fungerende Arduino gir målinger med betydelig mindre avvik.	Ved å bruke en DAC istedenfor potmeter i denne sløyfen kan vi også få enda bedre nøyaktighet på verdiene våre da dette gjør at hele sløyfen styres digitalt.
4-B	Da Arduino skades i 2-B-scenarioet vil også målingene som blir gjort i denne sløyfen drifte økende når signalet justeres.	Prosjektgruppen byttet til en ny Arduino og kretsen fungerte optimalt. Feil rettet på denne versjonen.	

Forslag til feilretting og oppgradering av kretser til neste versjon av SCU er ytterligere beskrevet i kapittel 7 i *Designdokumentet*.

8 «BLACK BOX»-TEST

Testoppsett:

Versjon 1 av SCU testes opp mot RCU510, Stahl DIM16, Stahl AOM08 og Stahl DOM08. Testen gjennomføres på Høgskolen i Buskerud og Vestfold, campus Kongsberg med representanter studentgruppen og Espen Dischler Hahn (økonomistudent, 2 året).



Ting som må være på plass før Black-box test:

- IAT må fullføres
- Feilene må rettes, evt. må det foreslås oppgraderinger til neste versjon for alle feil og mangler
- Produktet må være helt klart slik det skal overleveres til oppdragsgiver
- Godkjenningskriteriene må være presise og klare for oppdragsgiver.
 - Offisiell sjekkliste
- Brukermanual må være på plass

Ting som må gjøres under Black-box test:

- Alle punktene på sjekklisten må sjekkes
- Testen må utføres av Espen Dischler Hahn kun ved hjelp av SCU med brukermanual

Ting som må gjøres etter Black-box test:

- All Black-box test-dokumentasjon må fullføres og implementeres i den fullstendige testrapporten
- Gjennomgang av resultater fra testen slik at studentgruppen kan verifisere boksens brukervennlighet



SCU		
Testfaser	Hardware	Software
Alfa	V0.1	V0.1
Beta	V0.2	V0.2
IAT	V0.3	V0.3
FAT	V1.0	V1.0
Black-box test	V1.0	V1.0

Kommunikasjon med RIO			
Klarer den å lese et digitalt signal?	11.1.A	OK	
Klarer den å sende et digitalt signal uten motstand?	1.2.A	OK	
Klarer den å sende et digitalt signal med motstand?	1.3.A	OK+	
Klarer den å lese et analogt signal på 4-20mA?	11.2.B	OK	
Klarer den å sende et analogt signal på 4-20mA med 2-tråds løkke?	1.5.B	OK	
Klarer den å sende et analogt signal på 4-20mA med 3-tråds løkke?	1.6.C	OK	
Klare å simulere PT100-sensor?	1.11.D	OK	
Kommunikasjon med Stahl			
Klarer den å lese et digitalt signal?	11.3.C	OK	
Klarer den å sende et digitalt signal uten motstand?	1.7.C	OK	
Klarer den å sende et digitalt signal med motstand?	1.8.C	OK	
Klarer den å lese et analogt signal på 4-20mA?	11.4.D	OK	
Annet			
Klarer boksen å bytte mellom de forskjellige sløyfetyperne?	5.A	OK	
Klarer vi å teste kortslutning?	3.A	OK	
Klarer vi å teste brudd?	2.A	OK	
Er størrelsen slik at boksen er lett anvendelig?	8.1	OK	
Er massen slik at boksen er lett anvendelig?	8.2	OK	
Klarer bruker å lese av hvilken modus som er valgt på displayet?	9.1.A	OK	
Klarer bruker å lese av verdier som er valgt på displayet?	9.2.A	OK	
Er brukermanualen oversiktlig og forståelig for nye brukere?	10.A	OK	

X 
Representant fra RØH
Test dummy

X 
Testansvarlig fra prosjektgruppe

Ved signering bekreftes det at FAT er gjennomført.

8.2 KONKLUSJON AV «BLACK BOX»

Testdeltakeren Espen Dischler Hahn har lite til ingen erfaring med tekniske fag. Før testen startet hadde prosjektgruppen en gjennomgang med testdeltakeren hvor det ble forklart blant annet hva forskjellen mellom analoge og digitale signaler er, og hva "HIGH", "LOW" og "GND" er. Etter dette klarte deltakeren enkelt å gjennomføre testen. Målet er at en hvilken som helst bruker skal kunne ta i bruk SCU til testing kun ved hjelp av brukermanualen prosjektgruppen har laget. Brukeren brukte brukermanualen minimalt da den nødvendige informasjonen er oppgitt på skjermen til SCU. Vi har med denne testen bevist at produktet er brukervennlig, intuitivt og kan brukes av en hvilken som helst bruker med minimal opplæring.

9 KONKLUSJON

Da alle testfasene er gjennomført i henhold til testplanen har prosjektgruppen fått et overblikk over hva den endelige funksjonaliteten i produktet er og hva som kan forbedres til neste versjon av produktet. Ved å følge prosedyren satt opp i testplanen har gruppen enkelt kunnet få full oversikt over hva feilene og manglene i systemet er, og hva som forårsaker disse, noe som har gjort det lettere å rette de feilene som har dukket opp. Alle testfasene beskrevet i testplanen bygger på hverandre noe som gjør at vi har hatt en klar rød tråd gjennom all testingen; gruppen har verifisert at de har dannet en *stabil arkitektur* og videre klart å bygge på med bruksfunksjoner som har blitt verifisert at skal fungere. Til slutt har alt blitt implementert i systemet som sluttproduktet består av.

Etter all testingen står produktet til forventningene, alle funksjonene som er med i systemet fungerer stabilt og har ingen kritiske feil. De funksjonene som til slutt ikke fungerte som forventet av forskjellige årsaker har blitt analysert og gruppen har skrevet løsningsforslag på. Dette gjelder for 0-10 V-sløyfen og AI (Stahl).

Gruppen mener at produktet er tilfredsstillende og fungerer slik oppdragsgiver ønsker, og konkluderer med at prosjektet er en suksess.



VEDLEGG 6



KONGSBERG



SCU

Helse, miljø og sikkerhet (HMS)

PROSJEKT

Signal Communication Unit

OPPDRAAGSGIVER

Kongsberg Maritime AS

UTFØRT VED

Høgskolen i Buskerud og Vestfold, avd. Kongsberg

MEDLEMMER

Marius Johanssen, Stefan Dasic, Eivind Nielsen, Armaan Kamboj & Dan Filip Solberg

DOKUMENTHISTORIKK

REVISJON	UTGITT	BESKRIVELSE
1	05.05.2015	Første offisielle utgave

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Dokumenthistorie	174
2	Innledning	175
3	Sikkerhetsfunksjoner	176
3.1	Utseende	176
3.2	Brannsikkerhet	176
3.3	Størrelse	176
3.4	Jordfeil	176

1 DOKUMENTHISTORIE

Revisjon

Rev.	Skrevet av:		Sjekket av:		Godkjent av:		Beskrivelse:
	Dato	Sign.	Dato	Sign.	Dato	Sign.	
1	16.04.15	EN	04.05.15	ARM	05.05.15	DFS	Første utkast

2 INNLEDNING

Helse, miljø og sikkerhet (HMS) er et vesentlig punkt når det kommer til oppgaven. Vi vil gi brukere og menneskene som befinner seg rundt produktet til enhver tid maksimal trygghet og unngår personskader og andre materielle skader som kan forkomme ved feil bruk av produktet. Det skal også forebygges miljøskader ved bruk av produktet. HMS-dokumentet vil hjelpe til å forebygge mot alle disse faktorene som kan påvirke omgivelsene og sikkerheten.

3 SIKKERHETSFUNKSJONER

3.1 UTSEENDE

For å få en så sikker boks som mulig, er det avhengig av et utseende eller form på boksen slik at den ikke kan påføre noen personskader. Derfor er man avhengig av å ha avrundede kanter, slik at man ikke kan påføres noen, for eksempel kuttskader. Med skarpe kanter kan det i tillegg påføre skader på andre ting som befinner seg rundt boksen. Et eksempel på dette er om kablene som kommer ut av boksen begynner å gnisse på skarpe kanter. Dette kan påføre hull i kabelen og man kan ende opp med en defekt kabel. I verste fall kan man få strøm.

3.2 BRANNSIKKERHET

Vi har valgt å implementere riller på chassiset, for å forhindre overoppheting. I tillegg har vi merket kabler slik at det ikke skal være mulig å koble spenningen inn på boksen feil, som kan føre til en eventuell brann i komponentene inne i boksen. Derfor er det veldig viktig holde boksen brann sikker. En brann kan føre til store materielle ødeleggelser, men samtidig kan det gi alvorlige personskader.

3.3 STØRRELSE

Størrelsen på boksen er veldig viktig med tanke på at den skal være bærbar. Om boksen blir for stor og tung kan det forårsake skader på mennesker som skal løfte den. Noen kan allerede slite med ryggskader for eksempel, men i og med at boksen blir såpass liten som den gjør vil man unngå dette.

3.4 JORDFEIL

Ved jordingsfeil kan det komme spenning på uønskede steder. Dette kan føre til brann og personskader i form av brannskader og at man får strøm. Dette har vi løst ved å ha et felles jordingspunkt så alt er jordnet forsvarlig inne i boksen. Om man følger alle prosedyrer til punkt og prikke før man tar produktet i bruk, vil det da utelukke for jordingsfeil.



VEDLEGG 7



KONGSBERG



Økonomidokument		
PROSJEKT		
Signal Communication Unit		
OPPDRAKSGIVER		
Kongsberg Maritime AS		
UTFØRT VED		
Høgskolen i Buskerud og Vestfold, avd. Kongsberg		
MEDLEMMER		
Marius Johanssen, Stefan Dasic, Eivind Nielsen, Armaan Kamboj & Dan Filip Solberg		
DOKUMENTHISTORIKK		
REVISJON	UTGITT	BESKRIVELSE
1	18.03.2015	Første offisielle utgave
2	08.05.2015	Andre offisielle utgave

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Dokumenthistorie	179
2	Innledning	180
3	Budsjett	181
4	Utgifter	183
4.1	Konklusjon	185
5	Innkjøp	186
5.1	Relevant informasjon	187

1 DOKUMENTHISTORIE

Revisjon

Rev.	Skrevet av:		Sjekket av:		Godkjent av:		Beskrivelse:
	Dato	Sign.	Dato	Sign.	Dato	Sign.	
1	04.02.15	STD	18.03.15	DFS	18.03.15	MAR	Første utkast
2	25.03.15	ARM	07.05.15	STD	08.05.15	MAR	Oppdatert utgiftene

2 INNLEDNING

Som i ethvert prosjekt, og som en del av hovedprosjektet, er det nødvendig å føre et budsjett og regnskap over utgifter. Det innebærer at prosjektgruppen utfører et budsjettestimater tidlig i prosjektet. Selv om dette estimatet kan vise seg å være feil i senere faser av prosjektet, er det viktig å ha en oversikt, som vi kan ta hensyn til.

Det er ikke gitt konkrete budsjetttrammer fra Kongsberg Maritime, men vi er fullstendig klare over at budsjettet må holdes innenfor rimelighetens grenser. Målet er å være så kosteffektive som mulig, og prøve å ikke overskride budsjettet som blir satt opp. Vi skal derfor være hensynsfulle når det kommer til valg av diverse deler og komponenter, men vil likevel sørge for at produktet vårt ser presentabelt ut, ikke minst at funksjonalitet og kvalitet er på sin plass.

Vi forventer likevel en stor forandring i budsjettestimater i løpet av de senere fasene hvor vi får kartlagt en mer nøyaktig og større utstyrsliste. Utgiftene vi fører vil sorteres i tabeller i de neste kapitlene.

3 BUDSJETT

Dette kapittelet illustrerer gruppens estimerte budsjett. Tabell 9-5 i dokumentet «Prosjektplan» viser en initial, grov estimering over det viktigste utstyret vi kom til å ha bruk for. For eksempel, så har vi estimert «Komponenter» til kr 3000,-, men har ikke spesifisert hvilke komponenter det er snakk om. En mer grundig oversikt skal vi presentere i dette kapittelet.

Tabell 3-1: *Estimert budsjett for komponenter.*

Beskrivelse	Estimert budsjett
Motstander	300,-
Kondensatorer	200,-
Regulatorer	400,-
Reléer	300,-
Rekkeklemmer	600,-
Potmetre	300,-
Brytere	500,-
LED-lyspærer	100,-
Sikringer	100,-
Operasjonsforsterkere	200,-
SUM	3 000,-

Tabell 3-2: *Estimert budsjett for PCB.*

Beskrivelse	Estimert budsjett
Etsning	600,-
Lodding	1 000,-
Kort	400,-
SUM	2 000,-

Tabell 3-3: *Estimert budsjett for diverse utstyr.*

Beskrivelse	Estimert budsjett
Mikrokontroller	800,-
Skjerm	800,-
Kabler	600,-
SUM	2 200,-

Tabell 3-4: *Estimert budsjett for chassis.*

Beskrivelse	Estimert budsjett
Oppdrag	500,-
Materiale	1 500,-
SUM	2 000,-

Tabell 3-5: *Totalt estimert budsjett.*

	Estimert budsjett
TOTALSUM	9 200,-

4 UTGIFTER

Dette kapitelet gir en oversikt over hvilke utgifter prosjektgruppen har hatt under hele prosjektet. Dette dokumentet vil oppdateres kontinuerlig ettersom det er mange komponenter som skal bestilles, brukes, skiftes ut osv. Det endelige regnskapet vil dermed ikke være komplett før den siste revisjonen blir offisielt utgitt.

Legg merke til alle verdier er i NOK.

Tabell 4-1: Oversikt over komponentutgifter.

Beskrivelse	Antall	Enhetspris	Totalt	Budsjettert	Differanse
DA-konverter	6	75.26,-	451.56,-	–	–
DA-konverter, SMD	2	69.88,-	139.76,-	–	–
DC/DC-omformer, 5 VDC	3	27.20,-	81.60,-	–	–
DC/DC-omformer, 12 VDC	2	72.00,-	144.00,-	–	–
Rekkeklemme for kretskort, 12P	6	52.30,-	313.80,-	–	–
Rekkeklemme for kretskort, 3P	12	12.00,-	156.00,-	–	–
Rekkeklemme for kretskort, 2P	4	8.77,-	35.08,-	–	–
Rekkeklemme for kretskort, 6P	2	26.00,-	52.00,-	–	–
Motstand, SMD 220Ω	30	0.75,-	22.44,-	–	–
Motstand, SMD 240Ω	10	0.75,-	7.48,-	–	–
Motstand, SMD 470Ω	10	0.75,-	7.48,-	–	–
Motstand, SMD 1.2kΩ	10	0.75,-	7.48,-	–	–
Motstand, SMD 2.4kΩ	10	0.748,-	7.48,-	–	–
Motstand, SMD 15kΩ	10	0.75,-	7.48,-	–	–
Motstand, SMD 820Ω	10	0.75,-	7.48,-	–	–
Motstand, SMD 2.7kΩ	10	0.75,-	7.48,-	–	–
Motstand, SMD 1.5kΩ	10	0.75,-	7.48,-	–	–
Motstand, SMD 39Ω	10	0.75,-	7.48,-	–	–
Motstand, SMD 15Ω	50	0.165,-	8.25,-	–	–
Motstand, SMD 15Ω	10	0.748,-	7.48,-	–	–
Kondensator, SMD 330nF 50 VDC	25	1.93,-	48.25,-	–	–
Kondensator, SMD 220nF 50 VDC	5	8.87,-	44.35,-	–	–
Kondensator, SMD 30nF 50 VDC	5	1.93,-	9.65,-	–	–
Kondensator, SMD 10nF	20	0.55,-	11.00,-	–	–
Signalrelé, 24 VDC	2	37.50,-	75.00,-	–	–
Laboratoriekort	1	98.00,-	98.00,-	–	–
Sikring, SMD 24 VDC 1A	6	2.74,-	16.45,-	–	–
Spenningsregulator, LM317	2	18.80,-	37.60,-	–	–
Apparatknapp, svart 20mm	2	12.90,-	25.80,-	–	–
SPST	2	108.00,-	216.00,-	–	–

DPST	1	118.00,-	118.00,-	–	–
On/off plate	3	5.51,-	16.53,-	–	–
Cap, svart	2	8.49,-	16.98,-	–	–
Cap, rød	1	6.73,-	6.73,-	–	–
Potmeter, 500Ω	1	121.37,-	121.37,-	–	–
Potmeter, 2kΩ	1	142.27,-	142.27,-	–	–
Transmitter 4-20mA, XTR	4	19.08,-	76.32,-	–	–
Transistor SOT-23	10	0.317,-	3.17,-	–	–
Socket-adapter	2	65.66,-	131.32,-	–	–
DA-konverter	2	55.24,-	110.48,-	–	–
Encoder 8 til 3, PDIP	5	4.22,-	21.10,-	–	–
Encoder 8 til 3, SOIC	5	2.54,-	12.70,-	–	–
Avstandsbolt 40mm	4	7.98,-	31.92,-	–	–
Avstandsbolt 15mm	2	2.10,-	4.20,-	–	–
Avstandsbolt 18mm	2	2.19,-	4.38,-	–	–
Avstandsbolt 12mm	2	1.79,-	3.58,-	–	–
Rund kabelinnføringsplate	1	136.00,-	136.00,-	–	–
SUM		3018.40,-	3 000,-	-18.40,-	

Tabell 4-2: Oversikt over PCB-utgifter.

Beskrivelse	Antall	Enhetspris	Totalt	Budsjettert	Differanse
Etsning	1	–	–	600,-	–
Lodding	1	–	–	1000,-	–
Kort	15	–	–	400,-	–
SUM		4687.50,-	2 000,-	-2687.50,-	

Tabell 4-3: Oversikt over annet utstyr.

Beskrivelse	Antall	Enhetspris	Totalt	Budsjettert	Differanse
Mikrokontroller	3	335,-	1005.00,-	800,-	-205.00,-
Skjerm	1	1010.91,-	1010.91,-	800,-	-210.91,-
Kabler	0	0	0	600,-	+600,-
SUM		2015.91,-	2 200,-	+184.09,-	

Tabell 4-4: Oversikt over chassis-utgifter.

Beskrivelse	Totalt	Budsjettert	Differanse
Oppdrag	0	500,-	+500,-
Materiale	6816.25,-	1 500,-	-5316.25,-
SUM	6816.25,-	2 000,-	-4816.25,-

Tabell 4-5: *Total oversikt.*

TOTALSUM	Totalt	Budsjettert	Differanse
	16 538.06,-	9 200,-	-7338.06,-

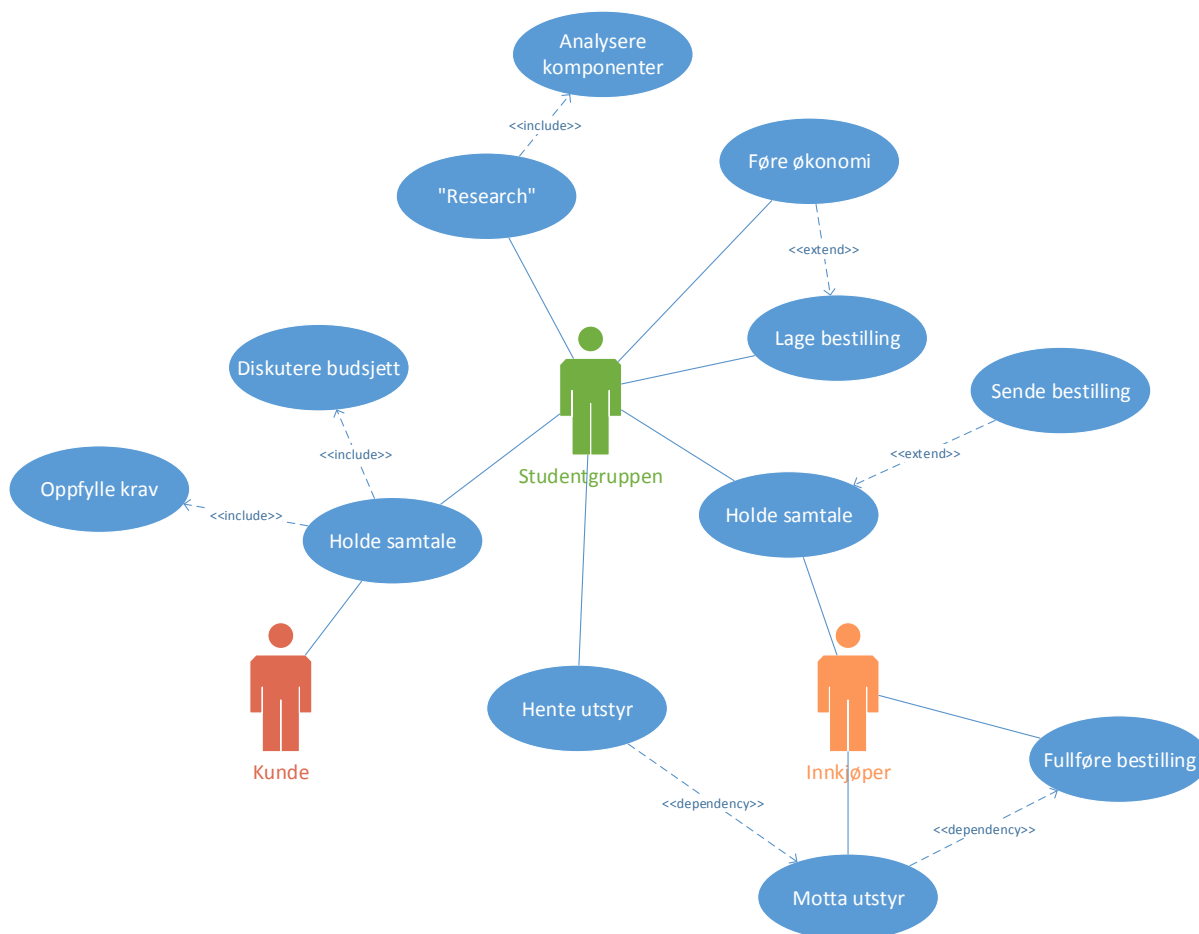
4.1 KONKLUSJON

Helt i starten av prosjektet ble det satt et budsjett for å få et estimat på hva prosjektet i sin helhet vil koste. Det var vanskelig for oss å gjøre helt i starten når vi ikke visste alt av utstyr vi kom til å trenge. I tillegg har vi veldig lite erfaring med å estimere budsjetter i utgangspunktet. De store kostandene som kretskort og 3D-print av boks kunne vi heller ikke få et estimat på da dette krevde ferdige design før en pris kunne bli estimert. Vi har prøvd å være så kosteffektive som overhodet mulig, men vi har oversteget budsjettestimaten vi i utgangspunktet satt opp. Vi har tatt med oss mye lærdom fra dette; vi har lært at det er vanskelig å estimere hva et prosjekt vil koste helt i starten. Vi har også lært at ting koster gjerne litt mer enn hva man først forventer og at det vil alltid dukke opp uforutsette kostnader i løpet av et prosjekt.

5 INNKJØP

I dette kapitlet beskrives leverandørene og ressursene vi skal bruke for å bestille tingene vi trenger for å ferdigstille systemet vårt samt relevant informasjon om hver av dem.

Innkjøp av alt nødvendig utstyr ble foretatt av innkjøpsavdelingen på Kongsberg Maritime (KM) v/ Erik Didriksen Guldsten i samarbeid med prosjektgruppen. Dette inkluderer både utstyr til betaversjonen og det endelige sluttproduktet.



Figur 5-1: «Use-case» til innkjøp.

Tabell 5-1: Leverandører.

Hva	Hvem	Hvor	Nettside
Kretskort	Westcontrol	Notodden	http://www.westcontrol.com/no/forside/
Boks	KM	Kongsberg	http://www.km.kongsberg.com/
Komponenter	Elfa Distrelec	Oslo	https://www.elfaelektronikk.no/elfa3~no_no/elfa/init.do?toc=0&page=home
Komponenter	RS Components	Skjetten	http://no.rs-online.com/web/
Komponenter	Digikey	Thief River Falls, MN, USA	http://www.digikey.no/no/en/digihome.html

5.1 RELEVANT INFORMASJON

I dette delkapittelet forklares hvorfor vi har valgt å bruke de oppgitte leverandørene samt annen relevant informasjon om disse. Alle de oppgitte leverandørene er på leverandørlisten til Kongsberg Maritime og derfor bestilles alt igjennom dem.

Tabell 5-2: *Begrunnelse for valg av leverandører.*

Leverandør	Hvorfor
Westcontrol AS	Vi hadde i utgangspunktet to valg når det kom til produksjon av det endelige kretskortet; Westcontrol AS (Notodden) og Mectro AS (Horten). Begge firmaene står på KM sine leverandørlistene og begge har interne lager med komponenter, men siden vi har en del spesielle komponenter som ikke finnes på disse lagrene er det lettere for oss å levere komponenter på Notodden enn i Horten. Videre brukes Westcontrol AS av KM sin avdeling i Kongsberg, mens Mectro AS brukes av KM sin avdeling i Horten. Derfor falt valget vårt til slutt på Westcontrol AS.
KM	Når det kommer til produksjon av boksen vi skal bruke så har KM 3D-printer i Kongsberg som vi kan bruke, og siden de har mulighet til det vil de helst gjøre det internt, som også er den optimale løsningen for oss.
Elfa Distrelec	Grunnen til at vi har tre forskjellige leverandører av komponenter er fordi alt vi trenger ikke finnes hos bare én av dem.
RS Components	
Digikey	



VEDLEGG 8



KONGSBERG



SCU

Etteranalyse		
PROSJEKT		
Signal Communication Unit		
OPPDRAKSGIVER		
Kongsberg Maritime AS		
UTFØRT VED		
Høgskolen i Buskerud og Vestfold, avd. Kongsberg		
MEDLEMMER		
Marius Johanssen, Stefan Dasic, Eivind Nielsen, Armaan Kamboj & Dan Filip Solberg		
DOKUMENTHISTORIKK		
REVISJON	UTGITT	BESKRIVELSE
1	08.05.2015	Første offisielle utgave

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Dokumenthistorie	190
2	Innledning	191
3	Administrativ vurdering	192
3.1	Planlegging	192
3.2	Timeestimat & aktiviteter	192
3.3	Møter	192
3.4	Oppfølging og rapportering	193
3.5	Presentasjoner	193
4	Teknisk vurdering	194
4.1	Oppkobling	194
4.2	Testing	194
4.3	Programmering	194
4.4	Implementering	194
4.5	Konstruksjon	194
5	Evaluerings	196
5.1	Tilbakemeldinger etter demonstrasjon	196
6	Egenvurdering	197
6.1	Marius Johanssen	197
6.2	Stefan Dasic	198
6.3	Eivind Nielsen	199
6.4	Armaan Kamboj	200
6.5	Dan Filip Solberg	201

1 DOKUMENTHISTORIE

Revisjon

Rev.	Skrevet av:		Sjekket av:		Godkjent av:		Beskrivelse:
	Dato	Sign.	Dato	Sign.	Dato	Sign.	
1	04.04.15	STD	08.05.15	EN	08.05.15	DFS	Første utkast

2 INNLEDNING

Dette dokumentet vil fremstille en komplett vurdering av prosjektperioden. Vi vil i de neste kapitlene ta for oss administrative-, tekniske- og personlige erfaringer gjort i dette semesteret.

I den administrative delen vil vi først og fremst ta for oss hvordan vi har jobbet med prosjektet, med fokus på planlegging, timelister, aktiviteter, møter og presentasjonene. Videre vil vi vurdere det tekniske arbeidet, med størst vekt på oppkobling, testing, programmering, implementering av hele systemet, ikke minst konstruksjonen i slutfasen.

Og sist, men ikke minst, vil samtlige gruppemedlemmer få lov til å uttrykke sine erfaringer i form av en egenvurdering i kapittel 5.

3 ADMINISTRATIV VURDERING

Gjennomføringen av den administrative delen av prosjektet er noe som blir lagt stor vekt på av både høgskolen, oppdragsgiver og studentgruppen. Dette kapitlet vil gi en vurdering på hvordan det administrative arbeidet har hjulpet oss til å fullføre prosjektet på en best mulig måte.

3.1 PLANLEGGING

Planleggingsfasen er essensiell i ethvert prosjekt. Uten en god plan vil sannsynligheten for et godt sluttprodukt være liten. Studentgruppen har valgt å følge prosjektmodellen «Unified Process» til å veilede prosjektet fra kravspesifikasjoner til ferdig produkt. Det er lagt stor vekt fra studentgruppen på å gjennomføre prosjektet etter denne modellen, slik at vi hadde en stor sannsynlighet for å gjennomføre prosjektet på en god måte og ende opp med et produkt vi håper oppdragsgiveren kan ha mye glede av. Prosjektet ble fra en tidlig stadiet delt opp i faser som inneholdt korte iterasjoner for mest mulig effektivitet.

For mer informasjon om hvordan prosjektet ble planlagt og gjennomført se kapittel 6 i vedlegg 4: *Prosjektplan*.

3.2 TIMEESTIMAT & AKTIVITETER

Som en del av prosjektet har gruppen estimert timeforbruk til de forskjellige aktivitetene, både administrative- og tekniske. Estimering av timer har ikke vært en enkel jobb, da vi i flere tilfeller ikke hadde formodning om hvor mange timer en bestemt aktivitet trengte. Det viste seg i etterkant at vi hadde estimert for mange timer på visse aktiviteter, og for få på noen andre. Det skal også nevnes at vi underveis i prosjektet har lagt til nye aktiviteter, som vi ikke forutså i starten. Selv om slike avvik oppstod, så vi likevel på dette som en god læringsprosess.

Tilhørende de estimerte timene har gruppemedlemmene ført timelister knyttet til aktivitetene i prosjektet. Hvert gruppemedlem hadde som mål å nå omtrent 500 til 600 timer i løpet av prosjektperioden, tilsvarende et fag på 20 studiepoeng. Tatt det andre faget i hensyn, ble det veldig intensiv jobbing til tider. Med god planlegging og konkrete arbeidsoppgaver var det likevel gjennomførbart.

3.3 MØTER

Gjennomføring av møter med intern veileder Sigmund Gudvangen ble holdt ukentlig i starten av prosjektet, for så å bli holdt ved behov mot slutten av prosjektet. Møter ble også holdt med oppdragsgiver ved behov, spesielt i starten av prosjektet for å få en god introduksjon av kravene deres til oppgaven.

Prosjektgruppen holdt interne iterasjonsmøter hver mandag. Her ble det lagt frem hvordan forrige iterasjon ble gjennomført, samt hvordan den nåværende iterasjonen skal gjennomføres. Det fant vi veldig effektivt, da alle planlagte aktiviteter måtte være gjennomført innen dette iterasjonsmøte.

3.4 OPPFØLGING OG RAPPORTERING

Oppfølgingsdokumenter og timelister ble sendt til intern veileder hver uke.

Oppfølgingsdokumentene inneholder en beskrivelse av hva som ble gjort uken før, samt hva som er planen neste uke. Ved avvik fra planen ble det også markert i oppfølgingsdokumentet. Timelistene inneholder en oversikt over samtlige gruppemedlemmers tidsbruk på ulike aktiviteter.

3.5 PRESENTASJONER

Totalt ble det holdt tre presentasjoner i løpet av prosjektet. Den første presentasjonen på 20 minutter ble hovedsakelig brukt til å presentere prosjektgruppens prosjektmodell og plan for hvordan oppgaven skulle angripes.

Andre presentasjon på 20 minutter ble brukt til å presentere prosjektgruppens foreløpige design og utredede kretser. Det ble også presentert hvordan dette skal kvalitetssikres i form av forskjellige testfaser. Kretskortet ble presentert og bestilt kort tid etter presentasjonen.

Tredje presentasjon på 40 minutter bestod av to hoveddeler; salgsdel og teknisk del. Salgsdelen gikk ut på å fremheve fordeler ved produktet, og hvorfor oppdragsgiver kommer til å få god nytte av produktet. Den tekniske delen bestod av å presentere produktet fra et teknisk perspektiv, og gi forklaringer på hvordan ting er utført.

4 TEKNISK VURDERING

Når man jobber med en oppgave som denne, som har et helt klart teknisk preg gjennom hele prosessen er det naturlig at det dukker opp mange tekniske utfordringer på veien. Vårt system består av veldig mange forskjellige bruddstykker som skal spille sammen, og å få dette til å fungere stabilt og samtidig være robust har vært en av våre største utfordringer i dette prosjektet.

4.1 OPPKOBLING

Det er vanskelig å generalisere oppkoblingsprosessen gjennom hele prosjektet da det har vært et relativt bredt spekter av vanskelighetsgrad på de forskjellige kretsene vi har hatt å jobbe med. Noen av kretsene har vært nokså enkle og igjen vært enklere å håndtere i motsetning til de mer intrikate kretsene som har vært mer utfordrende å arbeide med. Dette har blitt løst stegvis og løsningen vi endte med har et profesjonelt preg.

4.2 TESTING

Testingen har hele veien blitt gjort på en strukturert måte, delt opp i flere faser og alt i alt vært godt planlagt fra start. Dette har gjort at vi hele veien har hatt et godt overblikk over systemet vårt hvor vi stegvis alltid har visst hva manglende i systemet vårt har vært og hva vi må gjøre for å klare å nå målet vårt som har vært å møte kravene til oppdragsgiver.

4.3 PROGRAMMERING

For vårt produkt er gjennomføring av programmeringsdelen oversiktlig slik at man lett kan se hva som skjer og eventuelt gjøre endringer. De delene som er mer teknisk enn andre er lagt i funksjoner slik at man kan benytte seg av andre løsninger.

4.4 IMPLEMENTERING

Når et system er bygget opp av mange delsystemer slik som vårt system, er det essensielt at dette blir implementert på en god måte for å få et godt sluttprodukt. Prosjektgruppen har hele veien hatt som mål at sluttproduktet skal være et profesjonelt preg. SCU er implementert i en boks, men det er flere ting som utgjør boksen; Skjerm, brytere, potmetre, LED-indikasjon, kretskort og mikrokontroller. Kretskortet er nøye planlagt og produsert av et eksternt firma, videre er selve boksen 3D-printet etter en modell laget av gruppen. Dette er faktorer som har hjulpet med å gi produktet det profesjonelle preget vi i utgangspunktet ønsket.

4.5 KONSTRUKSJON

Boksen er printet i nylon hos Nordic3D. Nylon blir smeltet lag for lag og satt sammen i motsetning til ABS som er varm plast som blir spredt på kalde overflater; dette gjør at en nylon-konstruksjon er mer robust enn for eksempel ABS. Det er også laget riller i boksen slik at det slipper til luft. Videre er alt av brytere, potmetre og skjerm festet i en plate slik at man enkelt kan ta boksen fra hverandre. Kretskortet er koblet til mikrokontroller, skjerm og rotasjonsbryteren. Rotasjonsbryteren er koblet til kretskortet i henhold til de forskjellige modusene. Alt dette tatt i betraktning har dette gitt oss en robust og stabil konstruksjon som er lett anvendelig og ser estetisk bra ut.

5 EVALUERING

5.1 TILBAKEMELDINGER ETTER DEMONSTRASJON

Onsdag 29. april var prosjektgruppen på en demonstrasjon på Kongsberg Maritime, avd. Carpus. Denne ble foretatt for de ansatte på «HW Assembly & Test»-avdelingen. Dette er tilbakemeldingene vi fikk:

«Dette ser veldig lovende ut. Bra demonstrasjon, store muligheter. Viktig å nevne at disse gutta har tenkt også på EX-utstyr. BRA!!!»

- Orlando Zuleta Ortiz
Team Manager

«Et nyttig testprodukt for HW opp mot SW, både for oss på HW Assembly & Test-avdelingen, men også for Applikasjon som kjører mer SW-tester. Selv Produkt & Utvikling-avdelingen vil kunne ha glede av dette. Ser frem til neste versjon med Multi-channel testing»

- Heidi Rørdam Bergersen
Testingeniør

«Produktet ble presentert på en ryddig og profesjonell måte. Produktet viser en bred range av testmuligheter og ser ut til å fungere teknisk bra. Designmessig tar produktet seg godt ut, og med de forespeilede ytterligere forbedringer som ble presentert vil det bli veldig bra, kunne kanskje vært fysisk mindre. Alt i alt svarer produktet til mine forventninger.»

- Helge Bjørnsen
Testingeniør

6 EGENVURDERING

Som et siste kapittel i dette dokumentet vil hvert gruppemedlem gi en egenvurdering på prosjektet og samarbeidet som har ført til det endelige produktet.

6.1 MARIUS JOHANSEN

I det hovedprosjektet og min bachelorgrad på HBV nærmer seg slutten ønsker jeg å reflektere over hvordan prosjektet har gått i sin helhet og erfaringer prosjektet har gitt meg. Prosjektet har vært både krevende, spennende, lærerikt og morsomt; det har uten tvil vært den største utfordringen i mitt studiet. Jeg sitter igjen med mange inntrykk og gode erfaringer fra prosjektet, både som prosjektleder og prosjektdeltager. Det at vi har gått fra en idé til et ferdig produkt har vært veldig givende.

Prosjektgruppen i seg selv består av fire elektrostudenter og én datastudent, og samarbeidet i gruppen har vært enestående. Selv med lange dager og tøffe tider hvor ting har gått mot oss har miljøet i gruppen vært veldig bra. Det ønsker jeg å kreditere samtlige medlemmene i gruppen for, og det mener jeg vi kan se tilbake på og være stolte av.

Oppgaven ble gitt av Kongsberg Maritime AS (KM), og har gått ut på å lage en boks som skal forenkle testing av deres IO-moduler. Boksen kan sende og lese diverse digitale og analoge signaler fra disse IO-modulene. Tidligere har KM måtte koblet opp kretser for test av hvert enkelt signal både inn og ut av IO-modulene, med resultatet fra dette prosjektet vil KM ha en boks som kan erstatte alt dette manuelle arbeidet. Oppgaven har vært veldig relevant til vår utdanning og vi har fått bruk for en del av det vi har lært tidligere på skolen her som blant annet analog elektronikk, digitalteknikk, programmering og Systems Engineering. Det skal samtidig sies at vi har lært utrolig mye nytt!

Gjennom hele prosjektet har gruppen hatt interne møter hver mandag for å drøfte progresjon og planer fremover; dette har fungert veldig bra. Vi har også hatt møter med intern veileder en gang i uken i starten av prosjektet, for så å bli mer ved behov mot slutten av prosjektet. Møter med ekstern veileder har foregått ved behov. Fordeling av arbeidsoppgaver har gått bra, vi har spilt på gruppemedlemmenes styrker og ikke minst ønsker. Vi har også vært flinke til å hjelpe hverandre når utfordringer ble møtt. Samarbeidet i gruppen har vært den viktigste bidragsyteren for at dette prosjektet har gått så bra som det har. Prosjektmodellen vår har også vært et sterkt hjelpemiddel til å veilede prosjektet fra kravspesifikasjoner, ideer og tanker til et ferdigstilt produkt.

Jeg ønsker å takke alle ressurspersoner som har hjulpet oss med dette prosjektet. Jeg vil også rette en ekstra stor takk til medlemmene av denne gruppen for samarbeidet og for at vi sammen har gjort dette til et utrolig bra og lærerikt prosjekt. Det har uten tvil vært den største utfordringen vi har møtt i løpet av dette bachelorstudiet, og jeg mener vi kan se tilbake på dette prosjektet og være stolte!

6.2 STEFAN DASIC

Etter flere måneder med hardt arbeid, sitter jeg igjen med ulike inntrykk og erfaringer. Hovedprosjektet har utvilsomt vært min største utfordring gjennom studietiden, men samtidig den oppgaven jeg har fått størst utbytte av. I motsetning til andre praktiske oppgaver og prosjekter jeg har deltatt i tidligere, har denne gitt meg muligheten til å erfare et prosjekt helt fra idéfasen, via kravspesifikasjoner og design til ferdigstilling av et fysisk produkt.

Oppgaven har gått ut på å lage en boks som vil kunne sende- og motta signaler for å kunne bedre og forenkle testarbeid for Kongsberg Maritime AS (KM). Denne testingen gjøres hver gang ved oppgraderingen av eksisterende systemer – noe som skjer jevnlig. Når KM driver med dette, er det vesentlig å kunne teste kontrollsystemet før det eventuelt går ut til kunder. Det er disse IO-koblingene produktet vårt skal kunne teste.

Faglig sett er jeg veldig fornøyd med oppgaven vi har fått, da den er relevant, og i stor grad omhandler, de fagene vi har hatt på HBV. Elektronikk, signalbehandling, digital teknikk, og ikke minst Systems Engineering, er blant noen av fagfeltene som ble tatt i bruk. Det har vært interessant å se hvordan det vi hittil kun har drevet med i teorien, faktisk ser ut i virkeligheten. Det var helt nytt for meg som ikke er vant til å praktisere fag i felt. Jeg har tilegnet meg nye metoder og teknikker for å løse praktiske utfordringer ved hjelp av teori. Det har også vært svært interessant å bli kjent med KM's utstyr, de forskjellige modulene og hvordan de fungerer.

Jeg synes det har vært interessant, og ikke minst lærerikt å ta del i en såpass stor utfordring som *Signal Communication Unit*. Ikke bare har det faglige nivået mitt blitt satt på prøve, men jeg har også fått muligheten til å teste min evne til å samarbeide i en gruppe hvor det har vært mye drøfting og faglige situasjoner. Gruppen vår har hatt en god dynamikk der vi har erfart hvordan det er å dele på ansvar og målsetninger. Selv om vi har delt spesifikke ansvar på enkeltpersonene har arbeidet til hver enkelt ofte sklidd sammen og vi har klart å utfylle hverandre.

Jeg ønsker å takke alle ressurspersoner som har hjulpet oss med dette prosjektet. Jeg vil også rette en stor takk til de andre medlemmene på gruppen, ikke bare for arbeidet gjennom

bacheloroppgaven, men også for arbeidet gjennom hele studietiden min ved HBV. Vi har hatt et godt miljø med en avslappet tone og mye godt humør, som etter min mening har gjort arbeidet mer flytende, og dernest også suksessfullt.

6.3 EIVIND NIELSEN

Da går det mot slutten av skolegangen på Høgskolen i Buskerud og Vestfold, med en bachelor som elektroingeniør. Den siste tiden har det gått med ekstremt mye tid på bacheloroppgaven vår. Denne oppgaven har vi fått utdelt av Kongsberg Maritime AS, noe som jeg så på som en stor fordel fra min side, da jeg har arbeidet hos Kongsberg Maritime litt før og har noe kjennskaper til deres produkter.

Vi ble raskt en gruppe, da 4 av oss elektrostudenter kjente hverandre fra før av. Vi valgte å ta med en datastudent som kunne lette på programmeringsdelen vår og for å optimalisere produktet. Så etter litt ble vi en gruppe på 5 studenter som skulle gjennomføre oppgaven. Oppgaven vi fikk testet mye av det vi har drevet med før. Alt fra prosjektarbeid, elektrofag, programmering osv. Ut ifra dette synes jeg dette var en perfekt oppgave for oss som gruppe, i tillegg til at vi fikk lage et sluttprodukt. Når man først får lage et produkt, kan man se enden i ting og dette gir ekstra motivasjon til å stå på. Kongsberg Maritime har vært enestående til å hjelpe oss underveis og stilt opp der det trengs.

Det å ha et så bredt spekter av oppgaver og prosesser gir det oppgaven en fin dybde og gjør den veldig morsomt å jobbe med. Gruppen har fungert utrolig bra sammen. Vi har hatt en fin struktur i gruppen, delt inn oppgaver etter ferdigheter og ønsker. Det er vel noe av dette som har gjort gruppen vår såpass bra, siden vi har klart å fylle hverandre ut der det trengs. Jeg tror alle på gruppen har lært utrolig mye nyttig som kan gi de mye glede videre i arbeidslivet. Sånn har hvert fall jeg opplevd dette.

Jeg har selv fått oppleve mye nytt med denne oppgaven. Å være i et prosjekt krever så mye mer enn bare å lage et produkt. Man skal forholde seg til andre parter, man må finne løsninger, forhandle osv. Dette har gitt meg et innblikk i mange interessante arbeidsområder og i tillegg en liten veiviser på hva jeg kan tenke meg å jobbe med. Oppgaven vi fikk utdelt, var i korte trekk å lage en boks som skulle teste forskjellige IO-signaler på RIO og Stahl. Grunnen til at vi skulle lage denne boksen var for å kunne forenkle arbeidet med testing og oppgradering av systemer hos Kongsberg Maritime. Man skulle teste alle sløyfene fra en boks og ikke være avhengig av mange forskjellige apparater. Vi har kommet frem til et veldig tilfredsstillende resultat og kan se oss svært fornøyd med hva vi har klart å produsere. Så alt i alt vil jeg si dette har vært et svært vellykket prosjekt.

6.4 ARMAAN KAMBOJ

Nå er det slutten av hovedprosjektet og innlevering nærmer seg med stormskritt. I denne egenvurderingen vil jeg reflektere over hvordan prosjektet har vært både for meg selv, og vil også reflektere over hvordan prosjektet har gått i sin helhet. Etter å ha arbeidet med dette prosjektet så lenge sitter jeg igjen med en del ulike erfaringer og inntrykk. Og det har vært veldig givende å kunne arbeide i et prosjekt hvor man ser utviklingen fra idé til ferdig produkt.

Det gikk like bra som forventet å jobbe i denne prosjektgruppen da jeg kjenner majoriteten av gruppen fra før. Vi fikk oppgaven vår fra KM; oppgaven vi fikk av dem virket veldig interessant og elektrodelene av denne oppgaven var nokså omfattende, og i tillegg krevde «software». Oppgaven virket utfordrende, men likevel overkommelig. I startfasen ble det mye dokumentasjonsskriving og mye å sette seg inn i, siden ingen av oss hadde arbeidet i et prosjekt som dette før, ingen av oss i gruppen kjente KM sine produkter i detalj. Prosjektleder gjorde en veldig god jobb med å delegerer oppgaver i starten, men medlemmene i gruppen ble fort mer selvgående etter hvert og arbeidsfordelingen gikk mer automatisk. Og etter første presentasjon, altså i «Elaboration»-fasen ble det ganske klart hvilken rolle hver av gruppemedlemmene hadde i gruppen.

Gruppen har vært veldig flinke på å jobbe i felleskap på skolen, dette har absolutt vært med på å styrke kvaliteten på arbeidet som har blitt gjort, da det alltid har vært mulighet for å drøfte sine ideer til hver eneste utfordring som har oppstått under arbeidet. Og slik har vi som oftest klart å komme til enighet om hvordan ting skulle løses. Selvfølgelig har det oppstått uenigheter og diskusjoner under prosessen, men det har alltid vært en saklig tone, og gruppen har klart å bli enige om konstruktive løsninger.

Fra et faglig synspunkt har dette vært et utrolig givende prosjekt, og læringsutbyttet har vært enormt. Det faglige spekteret var mye bredere enn hva jeg først så for meg, vi har måttet bruke alt fra digitalteknikk, analog elektronikk, signalbehandling til programmering. I tillegg fått se hvordan arbeid skal dokumenteres og hvordan vi kan bruke prosjektmodeller med andre akademiske verktøy for å kvalitetssikre og hjelpe gruppen med å komme igjennom prosjektet.

Min forståelse for elektrofagene har blitt mye bedre av å jobbe med prosjektet enn da jeg satt i forelesningene og gjorde dette på papir. Å kunne få teori til å fungere i praksis er ingen lett prosess, i hvert fall når man ikke har en fasit på hvordan sluttproduktet skal være, men det har vært utrolig gøy å se ens egne ideer bli satt til verks, og at det har fungert slik man trodde til slutt. Prosjektet har vært utrolig motiverende å jobbe med, det har vært med på å styrke min interesse i feltet og hjulpet meg med å gjøre opp en mening på hva jeg har lyst til å gjøre når jeg er ferdig med utdanningen. Det har også vært utrolig interessant å få et innblikk i hvordan KM sine systemer fungerer. Kontrollenhetene til KM har jeg arbeidet med før, men etter prosjektet

har jeg fått en mye bedre innsikt i hvordan de faktisk opererer i deres egne systemer. Og det har vært veldig utfordrende å utvikle et system skreddersydd for de vilkårene KM sine moduler driftes under.

Det har også vært veldig krevende å jobbe med dette prosjektet når det kommer til både tid og energi. Mye fritid og annet har blitt ofret til fordel for prosjektet, og arbeidsintensiteten har naturligvis variert i forskjellige perioder. Til slutt vil jeg takke alle medlemmene i gruppen for et kjempegodt samarbeid hvor alle har vært med på å skape et motiverende miljø, en god tone og ha det gøy blant all jobbingen.

6.5 DAN FILIP SOLBERG

Når gruppen startet med prosjektet, var jeg den eneste som ikke kjente noen fra før. Det å komme inn i en gruppe som alle kjenner hverandre fra før og i tillegg har gått en annen ingeniørgren på skolen var spennende og interessant. Det tok ikke lang tid før vi hadde en god tone og vi hadde samme visjoner med utførelsen av prosjektet.

De andre medlemmene i prosjektgruppen hadde hverandre å spørre når det gjaldt det tekniske med tanke på elektrodelen. Med tanke på at jeg ikke er veldig trygg på mine programmeringsevner, gikk det greit gjennom prosjektets gang. Det var ikke bare programmeringsdelen som jeg gjorde og jeg lærte veldig mye om elektroingeniørers oppfattelse av ting. Vi så kanskje ting på forskjellige måter, men i bunn og grunn hadde vi samme visjon.

Dette prosjektet har gitt meg mye innblikk i hvordan elektronikken og signaler fungerer som jeg trenger videre. Jeg var nysgjerrig på hvordan det elektroniske fungerer og prosjektgruppen har gitt meg mye. Etter prosjektet føler jeg meg mer klar for jobb, siden det har vært så og si ingen praksis i skolen. Jeg føler at vi har fulgt prosjektmodellen tilstrekkelig og det gjenspeiler seg på sluttproduktet. Det har ikke vært plankekjøring hele veien. Vi har møtt både medgang og motgang. Noe har vist seg til å ta mye mindre ressurser enn planlagt og andre ting har vært veldig utfordrende og tidskrevende.

Alt i alt har prosjektet vært veldig lærerikt og det å få smake på hvordan man jobber i prosjekter er givende.

VEDLEGG 9: BESKRIVELSE AV AKTIVITETER

Tabell 1-1: *Beskrivelse av administrative aktiviteter.*

Navn	Nummer	Beskrivelse	Tid i timer
Kravspesifikasjoner	1001	Lage et oversiktlig dokument hvor vi spesifiserer kravene produktet må ha for å opprettholde den standarden det trenger.	40
Testplan	1002	En testplan blir laget for å få en bra fremgangsmåte på testingen. I dette dokumentet vil hvert testobjekt bli beskrevet og det ligger godkjenningskriterier til de forskjellige kravene	20
Testspesifikasjoner	1003	Lage en testspesifikasjon, for å kunne gjennomføre en forsvarlig test, hvor hvert punkt skal bli testet og dokumentert at det er godkjent.	20
Prosjektmodell	1004	Lage en prosjektplan for hele prosjektet og perioden dette skal gå over. I dette tilfelle en «Unified process» modell.	30
Gantt-diagram	1005	Lager et Gantt-diagram for å kunne ha en oversikt over når ting i de forskjellige fasene skal bli gjort. Dette gir også muligheten for å kunne vite hvem som gjør hva til enhver tid.	30
Aktiviteter	1006	Et dokument med alle aktiviteten som prosjektet kommer til å innebære. I tillegg er det estimert en tid til hver aktivitet, med en leder til hver aktivitet og hvem som er deltagere	30
Møter	1007	Ukentlige møter med veileder, møter med arbeidsgiver, og diverse andre møter som kan forekomme.	75
Dokumentasjon	1008	All dokumentasjon er i henhold til våre krav og standarder.	70
Innledende «research»	1009	Gjøre «research» på grunnleggende informasjon rundt starten til prosjektet.	75
Nettside	1010	En hjemmeside som vil følge prosjektet og gruppen.	50
Visjonsdokument	1011	Et dokument som blir brukt innad i gruppen som en felles referanse.	35
Oppfølgingsdokumenter	1012	Ukentlige dokumenter til veileder med oppfølging av prosjektets fremgang og hva som skal bli gjort videre.	25
Timeføring	1013	Timeføring til hver enkelt person og alt i et felles dokument, for å kunne dokumentere hva som har blitt gjort når og hvor lang tid ting tar.	35
Prosjektplan	1014	Vi lager en beskrivelse av planlagt gjennomføring av prosjektet.	35
Forberede presentasjon	1015	Lage en presentasjon til hver av de tre fremføringene.	20
Presentasjon/øving	1016	Fremføring og øving for de tre presentasjonene som er satt opp.	70
Plakat	1017	Lage en plakat som oppsummerer prosjektet i korte trekk.	20
Økonomistyring	1018	Budsjett og kontroll på alt av økonomi og innkjøp.	50
Ferdigstilling	1019	Ferdigstilling av all dokumentasjon til innlevering av prosjekt.	60
Dokumentkontroll	1020	Kontrollere at alle offisielle dokumenter følger samme standard og rette skrivefeil.	75
Innkjøp	1021	Innkjøp av komponenter som skal bli brukt.	30
Risikoanalyse	1022	Risikoanalyse av alle kretser og andre faremomenter i prosjektet.	30

Tabell 1-2: *Beskrivelse av tekniske aktiviteter.*

Navn	Nummer	Beskrivelse	Tid i timer
RIO digitalt utgangssignal	1	Design en krets som kan måle ett digitalt utgangssignal fra IO-kortet; må også ha mulighet for testing av brudd.	25
RIO digitalt inngangssignal	2	Design en krets som skal kunne sende ett digitalt signal til RIO-modulen med og uten motstand fra vår boks til IO-kortet. Med motstand må det være mulig å teste brudd og kortslutning på IO-kortet.	50
RIO analogt inngangssignal, 2W	3	Design en krets som skal kunne sende ett analogt signal fra vår boks til IO-kort; signalet skal være 4-20 mA, to-tråds. Må også ha mulighet for testing av brudd og kortslutning på IO-kortet.	60
RIO analogt utgangssignal	4	Design en krets som skal kunne måle ett analogt signal sendt fra IO-kortet; måleområdet skal være 4-20 mA. Må også ha mulighet for testing av brudd og kortslutning på IO-kortet.	50
Stahl digitalt inngangssignal	5	Design en krets som skal kunne sende ett digitalt signal til ett Stahl IO-kort, med og uten motstand. Med motstand må det være mulig å teste brudd og kortslutning på IO-kortet.	40
Stahl digitalt utgangssignal	6	Design en krets som skal kunne måle ett digitalt signal fra Stahl IO-kort. Må også ha mulighet for testing av brudd og kortslutning.	35
Stahl analogt inngangssignal	7	Design en krets som skal kunne sende ett analogt signal til Stahl IO-kort, med to tråds loop. Må også ha mulighet for testing av brudd og kortslutning på IO-kortet.	60
RIO PT100-utgang	8	Simulerer en PT100-sensor. Må også ha mulighet for testing av brudd og kortslutning.	60
Sende ut spenning 0-10V	9	Sende ut en spenning mellom 0-10 V. Må også ha mulighet for testing av brudd og kortslutning.	50
Bryting	10	Boksen vår må ha en mulighet for å bytte mellom alle kretsene som skal brukes, da vi kun skal ha tre ledninger ut fra boksen. Det må designes en metode for å bytte mellom kretser.	60
Strømforsyning	11	Sette opp en måte å få strømforsyning til boksen som vil være tilstrekkelig for å kunne kjøre alle kretsene boksen skal inneholde.	60
Sikring	12	Boksen må sikres mot kortslutning og overbelastning av bruker.	40
Indikasjon	13	Det må lages en slags indikasjon til bruker om hva slags verdier han måler/sender og hva slags krets han bruker; dette i form av ett display eller vanlige.	75
Brukermanual	14	Det skal lages en brukermanual som skal følge med boksen, slik at brukeren lett skal kunne sette seg inn i hvordan ting fungerer.	75
Programmering for indikasjonsheten(e)	15	Programmering av «software» for skjermer og andre ting som skal indikere verdier og informasjon.	75

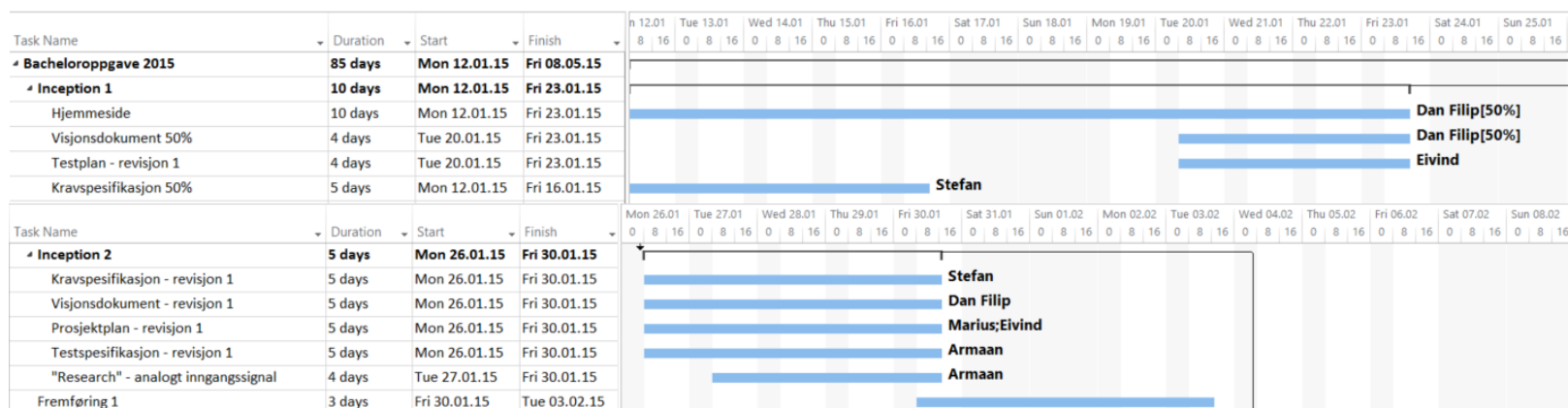
A-krav-testing	16	Teste alle A-kravene under en test for å se etter feil og eventuell rette opp i disse feilene.	60
B-krav-testing	17	Teste alle B-kravene under en test for å se etter feil og eventuell rette opp i disse feilene	60
C-krav-testing	18	Teste alle C-kravene under en test for å se etter feil og eventuell rette opp i disse feilene	60
D-krav-testing	19	Teste alle D-kravene under en test for å se etter feil og eventuell rette opp i disse feilene	60
Kretsdesign	20	Design en samlet krets av alle sløyfetyper.	75
Jording	21	Passe på at alle kretser er jordet forsvarlig-	75
Montering	23	Montere og koble opp systemet til ett produkt.	70
FAT	24	«Factory Acceptance Test» - testing av produktet som ett sammensatt system.	70
El.-dokumentasjon	25	Lage ett oversiktlig dokument som beskriver produktets elektronikk.	25
HMS-dokumentasjon	26	Et dokument med sikkerhet og trygghet for de ansatte/brukere av produktet. Forebygger skader og miljøforstyrrelser.	15
Testrapport	27	Skrive en rapport etter hver test og hovedtest, for å dokumentere hvordan hver test har gått.	20
Komponentanalyse	28	Gå gjennom datablader på komponenter slik at vi velger de komponentene som vil gi best resultat til vårt produkt.	75
Fremstilling av chassis	29	Få formet en chassis til å passe våre behov.	30
IAT	30	Teste sammensatt system for å avdekke feil som kan forekomme når alle delsystemene er i drift samtidig.	15
SW/HW-implementasjon	31	Implementere «software» og «hardware» sammen etter at bestilt utstyr er mottatt. Gjøre eventuelle kodejusteringer til å passe med «hardware».	70
MTTF (“mean time to failure”)	32	Kalkulere levetid kunden kan forvente med produktet vi ender opp med.	70
«Black box»-testing	33	Systemet skal testes for brukervennlighet og en person utenfor prosjektgruppen skal teste systemet ved hjelp av brukermanualen og FAT-sjekkliste.	10
Beta-versjon	34	Lage et kretskort fysisk, av laber kvalitet.	70
RIO analogt inngangssignal, 3W	35	Design en krets som skal kunne sende ett analogt RIO-signal fra vår boks til IO-kort; signalet skal være 4-20 mA, tre-tråds. Må også ha mulighet for testing av brudd og kortslutning på IO-kortet.	60
3D-modellering	36	Design av en 3D-modell av chassis av produktet vårt som vil kunne printes ut av en 3D-printer.	40
Alfa-testing	37	Her testes alfa-versjonen av produktet.	15

VEDLEGG 10: FORHOLD MELLOM KRAV OG AKTIVITETER

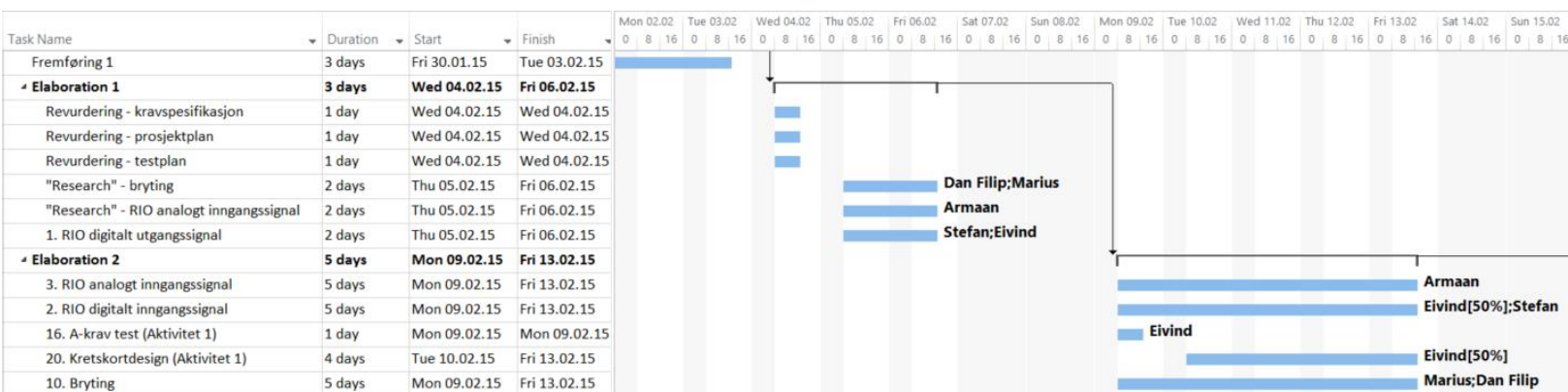
Tabell 1-1: Forhold mellom krav og aktiviteter.

Krav	Aktivitet	Aktivitet	Krav
1.2.A	2	1	11.1.A, 2.A, 3.A
1.3.A	2	2	1.2.A, 1.3.A, 2.A, 3.A
1.5.B	3	3	1.5.B, 2.A, 3.A
1.6.C	35	4	11.2.B, 2.A, 3.A
1.7.C	5	5	1.7.C, 1.8.C, 2.A, 3.A
1.8.C	5	6	11.3.C, 2.A, 3.A
1.10.C	7	7	1.10.C, 2.A, 3.A
1.11.D	8	8	1.11.D, 2.A, 3.A
1.12.D	9	9	1.12.D
2.A	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 27	10	4.A, 5.A
3.A	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 27	11	6.A
4.A	10	12	7.A
5.A	10, 31	13	8.A
6.A	11	14	9.1.A, 9.2.A
7.A	12, 26	15	10.A
8.1.A	29	16	9.1.A, 9.2.A
8.1.B	29	17	14.A
8.1.C	29	18	14.A
8.1.D	29	19	14.A
8.2.A	29	20	14.A
8.2.B	29	21	12.A
8.2.C	29	23	13.A
9.1.A	14, 16, 31	24	14.A
9.2.A	14, 16, 31	25	10.B
10.A	15	26	12.A, 7.A
10.B	25, 32	27	2.A, 3.A, 14.A
11.1.A	1	28	13.A
11.2.B	4	29	8.1.A, 8.1.B, 8.1.C, 8.1.D, 8.2.A, 8.2.B, 8.2.C
11.3.C	6	30	14.A
12.A	21, 26	31	5.A, 13.A, 9.1.A, 9.2.A
13.A	23, 28, 31	32	10.B
14.A	17, 18, 19, 20, 25, 27, 30, 33	33	14.A
		34	1.2.A, 1.3.A, 1.5.B, 1.6.C, 1.7.C, 1.8.C, 1.10.C, 1.11.D, 1.12.D, 11.1.A, 11.2.B, 11.3.C, 2.A, 3.A, 4.A, 5.A, 6.A
		35	1.6.C
		36	8.1.A, 8.1.B, 8.1.C, 8.1.D,
		37	1.2.A, 1.3.A, 1.5.B, 1.6.C, 1.7.C, 1.8.C, 1.10.C, 1.11.D, 1.12.D, 11.1.A, 11.2.B, 11.3.C, 2.A, 3.A, 4.A, 5.A, 6.A

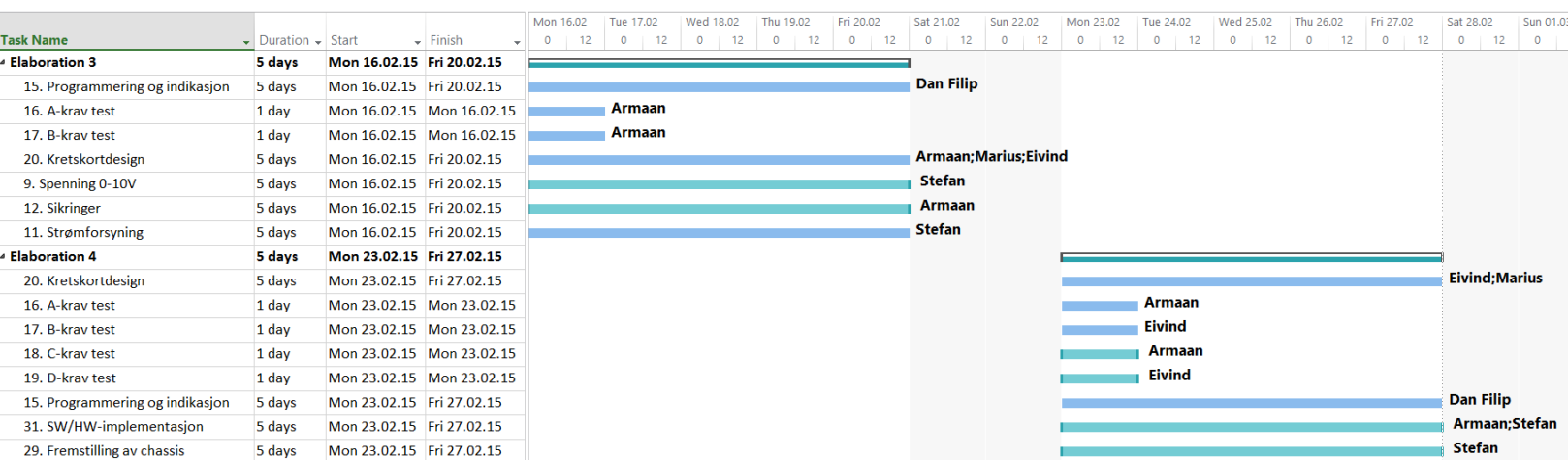
VEDLEGG 11: FREMDRIFTSPLAN



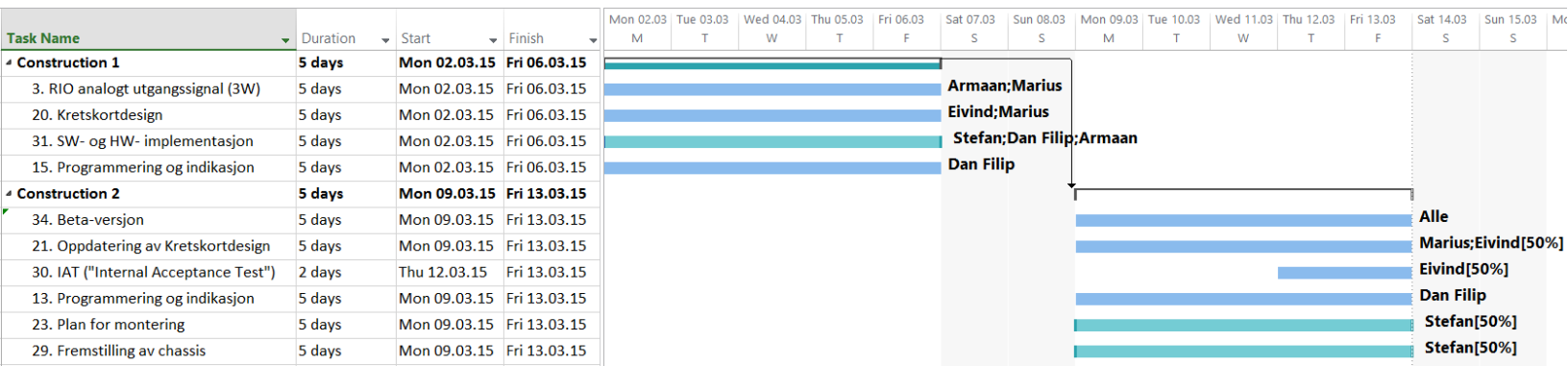
Figur 1-1: «Inception» 1 & 2.



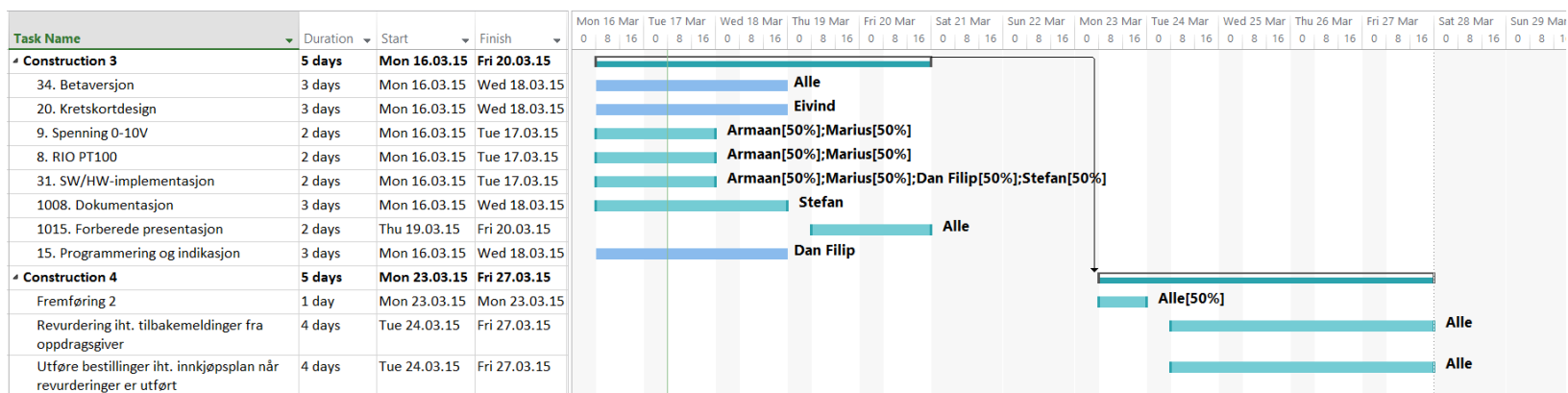
Figur 1-2: «Elaboration» 1 & 2.



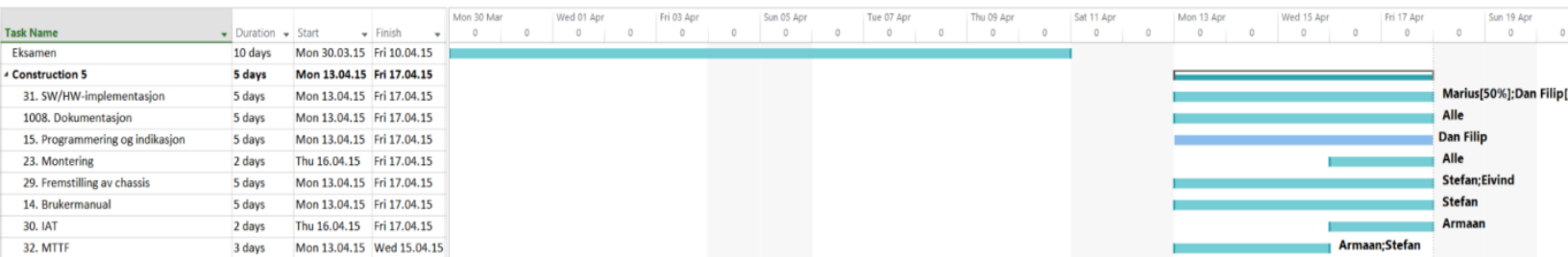
Figur 1-3: «Elaboration» 3 & 4.



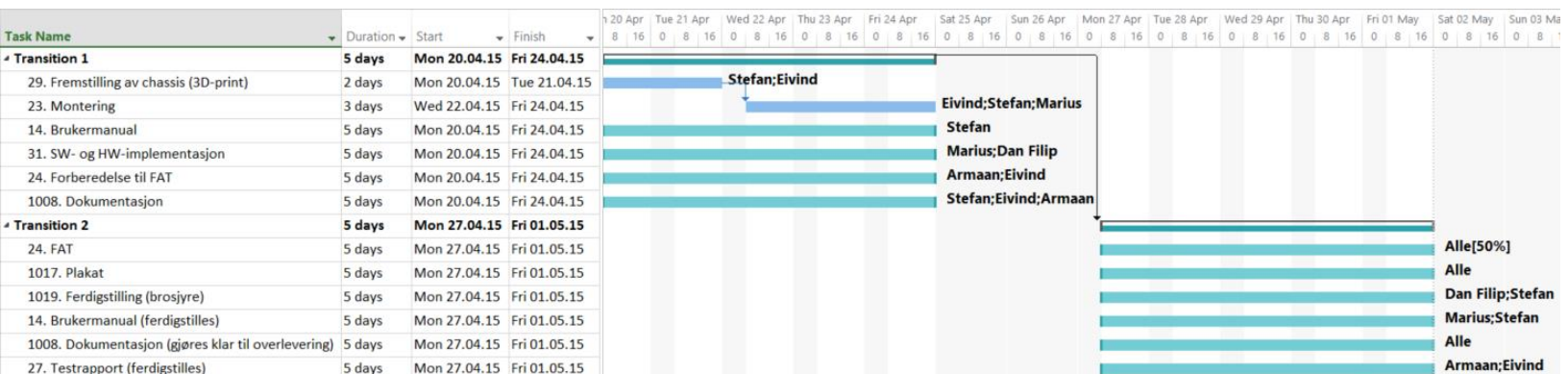
Figur 1-4: «Construction» 1 & 2.



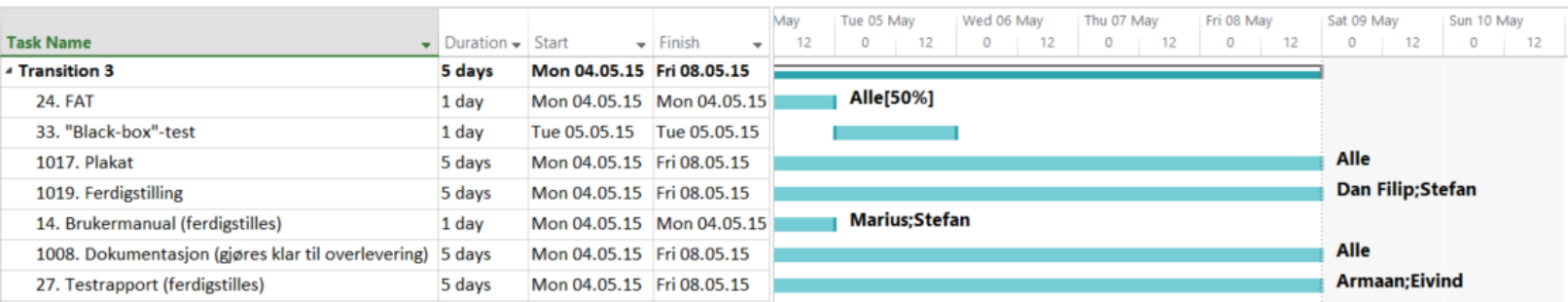
Figur 1-5: «Construction» 3 & 4.



Figur 1-6: «Construction» 5.



Figur 1-7: «Transition» 1 & 2.



Figur 1-8: «Transition» 3.

VEDLEGG 12: PLAN FOR FAT

Tabell 1-1: Plan for FAT.

FAT-sjekkliste			
Testansvarlig:		Dato:	
Deltakere:			
Hva testes:	Krav	Fungerer	Feil (ref. nr.)
Kommunikasjon med RIO			
Klarer den å lese et digitalt signal?	11.1.A		
Klarer den å sende et digitalt signal uten motstand?	1.2.A		
Klarer den å sende et digitalt signal med motstand?	1.3.A		
Klarer den å lese et analogt signal på 4-20 mA?	11.2.B		
Klarer den å sende et analogt signal på 4-20 mA med 2-tråds løkke?	1.5.B		
Klarer den å sende et analogt signal på 4-20 mA med 3-tråds løkke?	1.6.C		
Klarer den å sende ut 0-10 V?	1.12.D		
Klare å simulere PT100-sensor?	1.11.D		
Kommunikasjon med Stahl			
Klarer den å lese et digitalt signal?	11.3.C		
Klarer den å sende et digitalt signal uten motstand?	1.7.C		
Klarer den å sende et digitalt signal med motstand?	1.8.C		
Klarer den å lese et analogt signal på 4-20 mA?	11.4.D		
Annet			
Klarer boksen å bytte mellom de forskjellige sløyfetyperne?	5.A		
Klarer vi å teste kortslutning?	3.A		
Klarer vi å teste brudd?	2.A		
Er størrelsen slik at boksen er lett anvendelig?	8.1		
Er massen slik at boksen er lett anvendelig?	8.2		

Klarer bruker å lese av hvilken modus som er valgt på displayet?	9.1.A		
Klarer bruker å lese av verdier som er valgt på displayet?	9.2.A		
Er brukermanualen oversiktlig og forståelig for nye brukere?	10.A		
Koble DI (RIO) med feil polaritet	11.1.A		
Koble PT100 med feil polaritet	1.11.D		
Lage kortslutning mellom V_{CC} og GND på 0-10 V	7.A		

Tabell 1-2: Feilliste for FAT.

Feilliste			
Referanse	Krav	Feil/kommentar	Feilkategori

Feilkategori:

- A og B – Må rettes før FAT kan godkjennes
- C – Feil, men rettes i neste versjon
- D – Kommentar

VEDLEGG 13: TESTMANUAL

Testmanual	
Testansvarlig:	Dato:
Deltakere:	
Hva testes:	

Bakgrunn

Her skriver du litt generelt om testen som har blitt gjort;

Har du brukt fremgangsmåten spesifisert i testplanen, eventuelt begrunn hvorfor ikke?

Var resultatet fra simulasjon tilfredsstillende?

Utstyr
Her nevnes alt
utstyr som
har blitt
brukt under
testing

Avdekkede feil:

Her føres også følgefeil som kommer av konfigurasjon av kretser og retting.

Feil	Kategori	Rettet (Ja/Nei)
Eksempel	A-D	Ja/nei

Endringer gjort i utredet krets
Eks: Forandret motstand R2 fra 100 Ω til 220 Ω

Konklusjon

Her skrives det opp nevneverdige ting som kom frem under testingen, og om antallet feil som avdekkes synker eller stiger.

Resultat

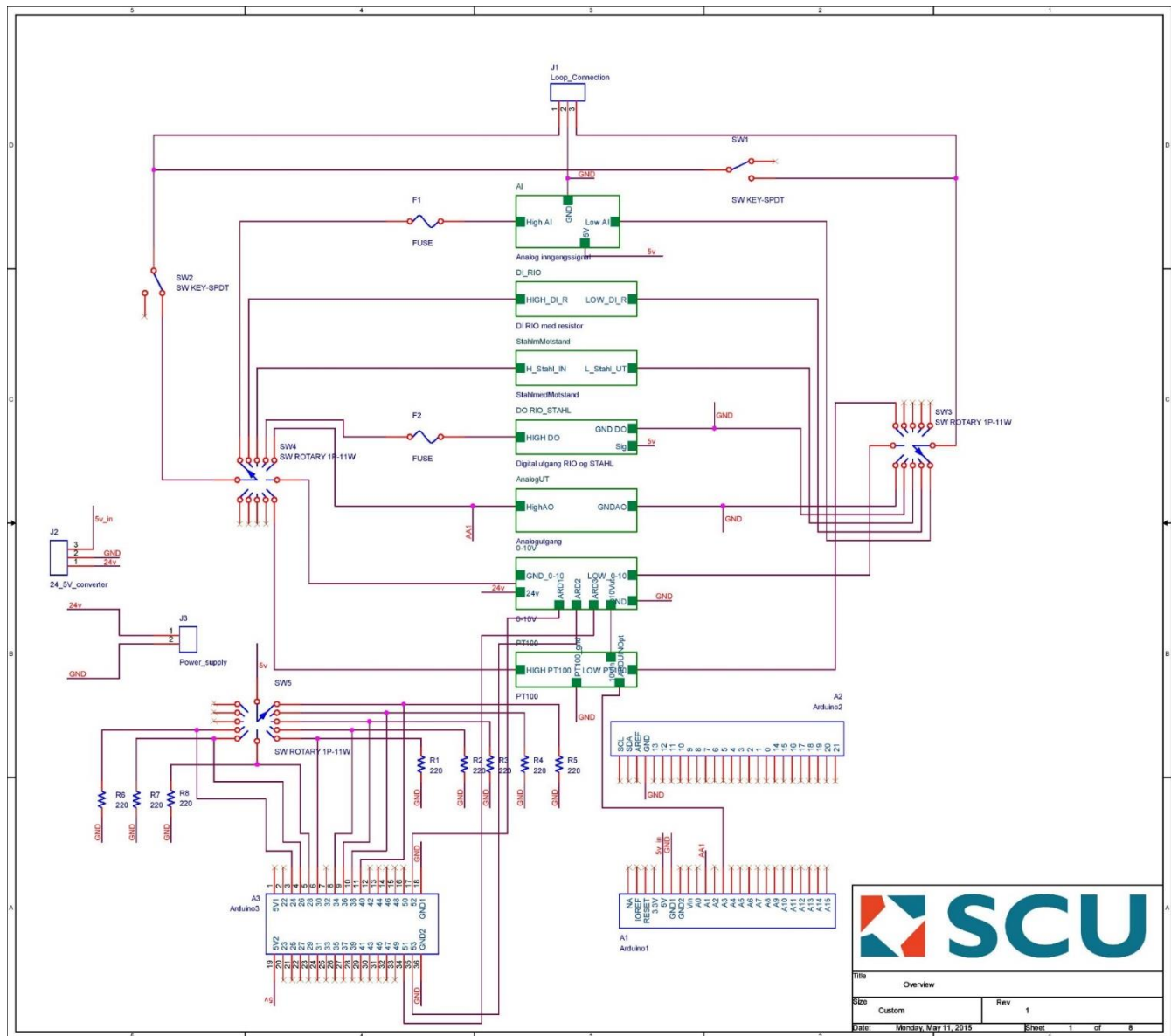
Godkjent	Ikke godkjent

VEDLEGG 14: KOMPONENTLISTE

Tabell 1-1: Komponentliste.

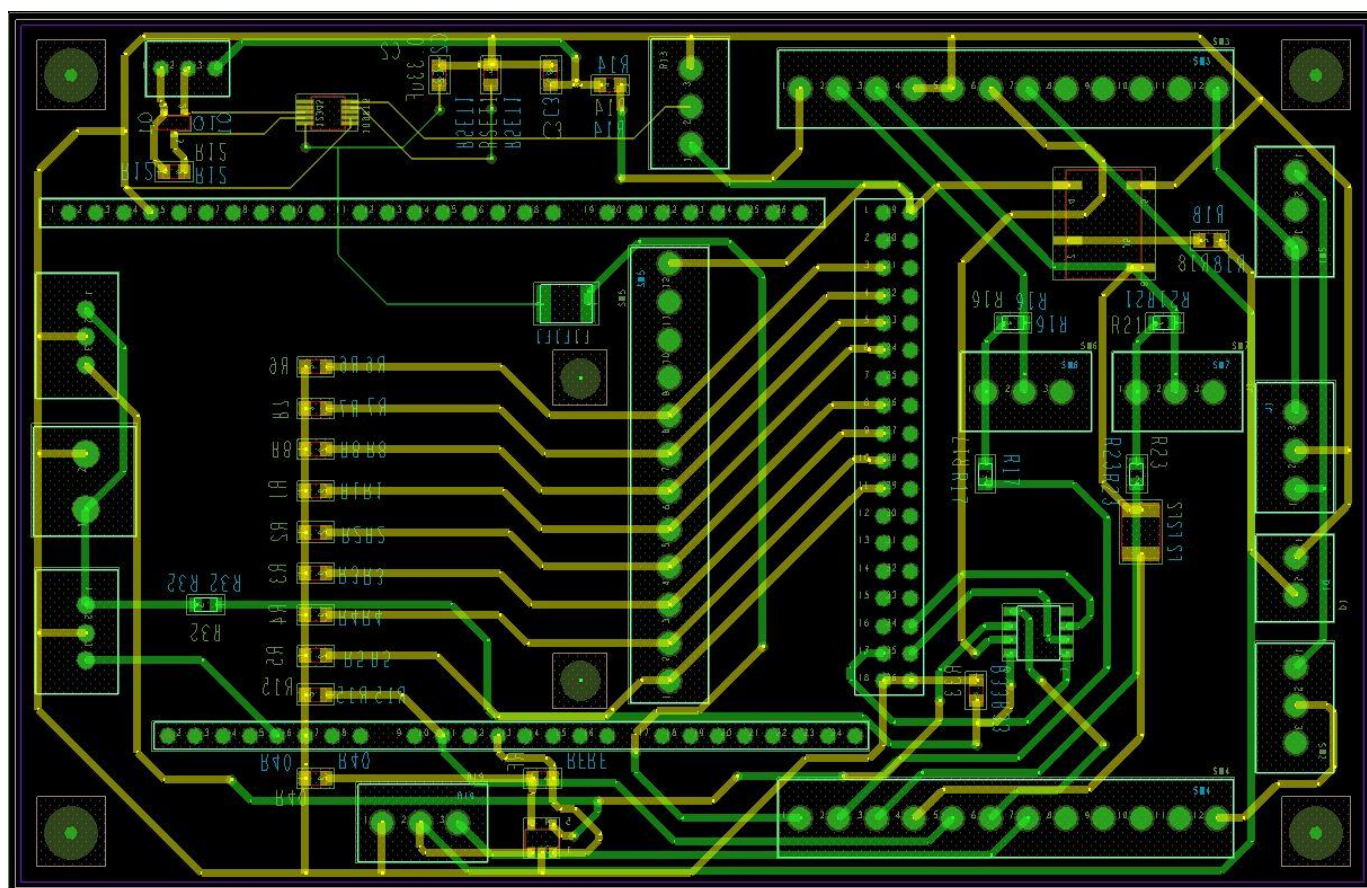
Komponentnavn	ELFA/RS/DigiKey	Antall	Referanse til kretskort
Arduino Mega 2560	10-389-20	1	A1
Midas LCD Colour Display	819-5005	1	N/A
Vippebryter, SPST	35-275-00	2	N/A
Vippebryter, SPDT	35-275-02	1	N/A
Switch Rotary 3-deck	360-2358-ND	1	N/A
LTC1257	786-9786	1	U2
VP0808	VP0808L-G-ND	1	M1
LM7301	73-293-29	1	J12
Transistor PNP	71-009-78	1	Q1
XTR111	661-3407	1	J4
G6L-1F	37-028-59	1	J5
DC/DC-omformer, 12 VDC	69-076-82	1	J7
DC/DC-omformer, 5 VDC	10-345-13	1	J2
LED-pære	350-2414-ND	1	N/A
Vishay Wirewound Potentiometer, 500 Ω	486-7144	1	N/A
Vishay Wirewound Potentiometer, 2 k Ω	486-7116	1	N/A
Sikring, 24 VDC, 1 A	60-267-69	2	F1, F2
Motstand 220 Ω	60-587-02	8	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8
Motstand 15 Ω	60-586-74	2	R12, R14
Motstand 240 Ω	60-587-03	1	R15
Motstand 2.7 k Ω	60-587-28	1	R16
Motstand 820 Ω	60-587-16	2	R17, R32
Motstand 470 Ω	60-587-10	1	R18
Motstand 15 k Ω	60-587-46	1	R21
Motstand 1.2 k Ω	60-587-20	1	R23
Motstand 1.5 k Ω	60-587-22	1	R33
Motstand 120 Ω	60-587-46	1	R40
Motstand 2.4 k Ω	60-587-27	2	RF, RSET1
Kondensator 0.33 μ F	698-3421	1	C2
Kondensator 10 nF	65-724-13	1	C3
Rekkeklemme 2P	48-383-15	1	D1
Rekkeklemme 3P	48-383-23	5	J1, SW1, SW2, SW6, SW7
Rekkeklemme 12P	48-383-60	3	SW3, SW4, SW5

VEDLEGG 15: KRETSSKJEMA



Figur 1-1: Kretsskjema.

VEDLEGG 16: KRETSKORTUTLEGG



Figur 1-1: Kretskortutlegg.

VEDLEGG 17: TIMEFØRING

I starten av prosjektet ble det opprettet forskjellige aktiviteter hvor vi estimerte hvor mange timer vi kom til å bruke på hver av de. Naturlig nok ble det en del avvik fra disse estimatene da det ikke er enkelt å forutse hva som vil ta lengst og minst tid i et slikt prosjekt, uten noe særlig erfaring med dette på forhånd. Avvikene har vært lærerike og prosjektgruppen har erfart hva som tar tid i et prosjekt som dette, og i ettertid ville vi nok estimert noe annerledes. Under vil det være en oversikt over timer som er estimert og brukt tilhørende hver aktivitet. I tillegg vil man finne kommentarer der avvikene er store.

Tabell 1-1: Administrative aktiviteter.

Se vedlegg for beskrivelse av aktiviteter samt forhold mellom aktiviteter og krav								
			Ansvar					
			Deltaker					
			Alle					
Administrative aktiviteter								Timer brukt
		Timer estimert	Deltakere					
Aktivitet:	Nummer		Marius	Stefan	Dan Filip	Armaan	Eivind	
Kravspesifikasjoner	1001	40	5,0	11,5	4,0	4,0	3,0	27,5
Testplan	1002	30	2,0	6,5		14,0	1,0	23,5
Testspesifikasjoner	1003	20				8,5	3,0	11,5
Prosjektmodell	1004	30	15,5				4,5	20,0
Gantt-diagram	1005	30	26,0					26,0
Aktiviteter	1006	50	11,0	2,0		2,0	13,5	28,5
Møter	1007	75	26,5	20,5	10,0	22,0	33,0	112,0
Dokumentasjon	1008	70	22,5	72,0	10,0	19,5	22,5	146,5
Innledende "research"	1009	75	9,5	7,0	10,0	27,5	13,5	67,5
Nettside	1010	50		5,0	41,0			46,0
Visjonsdokument	1011	35	1,5		15,5	2,0	1,0	20,0
Oppfølgingsdokument	1012	25	1,0	4,0			1,0	6,0
Timeføring	1013	35					22,0	22,0
Prosjektplan	1014	75	25,0	22,0		7,5	14,0	68,5
Økonomistyring	1018	50	5,5	9,5				15,0
Forberede presentasjon	1015	20	6,5	13,0	16,0	9,0	6,5	51,0
Presentasjon/øving	1016	70	23,5	22,5	5,5	19,5	18,5	89,5
Dokumentkontroll	1020	75	55,0	57,0	40,0	48,0	48,5	248,5
Plakat	1017	20	3,0		34,0	2,5		39,5
Ferdigstilling	1019	75	24,0	35,0	10,0	42,0	30,5	141,5
Risikoanalyse	1022	30	5,0	7,0	4,5		3,5	20,0
	Total:	980,00	268,0	294,5	200,5	228,0	239,5	1230,5

I denne tabellen er det en oversikt over administrative aktiviteter. Grunnen til at det er avvik på noen av enkeltaktivitetene er fordi mange av disse tok lenger eller mindre tid enn hva vi trodde da mange dokumenter stadig måtte oppdateres i løpet av prosjektets gang. Det er også mye av grunnen til at det er et avvik på den totale timesummen, fordi mange av dokumentene måtte oppdateres jevnlig når nye ting kom frem i lys. Estimerte timer på administrative aktiviteter var 980 timer; prosjektgruppen brukte totalt 1230,5 timer.

Tabell 1-2: *Designaktiviteter.*

			Ansvar					
			Deltaker					
			Alle					
Designaktiviteter								
		Timer estimert	Deltakere					Timer brukt
			Marius	Stefan	Dan Filip	Armaan	Eivind	
Aktivitet:	Nummer							
RIO digitalt utgangssignal	1	25		9,5			18,5	28,0
RIO digitalt inngangssignal	2	50		13,5		3,0	7,5	24,0
RIO analogt inngangssignal, 2W	3	60	19,5	1,0	3,0	40,0		63,5
RIO analogt utgangssignal	4	50	5,5			3,0	1,0	9,5
Stahl digitalt inngangssignal	5	40	4,0			1,0	1,0	6,0
Stahl digitalt utgangssignal	6	35	1,0			1,0	4,0	6,0
Stahl analogt inngangssignal	7	60	1,0			13,0		14,0
RIO PT100-signal	8	60	8,0	4,0		11,0	3,0	26,0
Spenning 0-10 V	9	50	11,0	18,0	15,0	6,0		50,0
Bryting	10	60	41,0		20,5		12,0	73,5
Strømforsyning	11	60		6,0				6,0
Programmering/indikasjon	15	75			98,0			98,0
Kretskortdesign	20	75	18,5	4,0			109,5	132,0
Jording	21	75				3,0		3,0
RIO analogt inngangssignal, 3W	35	60	16,0			30,0	0,0	46,0
3D-modellering	36	40	7,0	13,5			4,5	25,0
	Total:	875	132,5	69,5	136,5	111,0	161,0	610,5

Prosjektgruppen brukte færre timer på designaktiviteter enn først antatt. Totalt estimert var 875, totalt brukt ble 610,5 timer. Noe av grunnen til dette var for eksempel at noen av kretsene designet til å fungere mot RIO-modulen også fungerte opp mot Stahl-modulene.

Tabell 1-3: Implementasjonsaktiviteter.

			Ansvar					
			Deltaker					
			Alle					
Implementasjonsaktiviteter								
		Timer estimert	Deltakere					Timer brukt
Aktivitet:	Nummer		Marius	Stefan	Dan Filip	Armaan	Eivind	
Sikring	12	40	9,0			3,5		12,5
Indikasjon	13	75	4,0		60,5			64,5
Innkjøp	22	30	2,0	2,0		12,0	24,5	40,5
Fremstilling av chassis	29	30	11,0	24,0			17,5	52,5
Komponentanalyse	28	75	7,0	4,0	4,0	27,0	3,0	45,0
Montering	23	70	16,5	17,5		4,0	13,5	51,5
SW/HW-implementasjon	31	70	47,5	11,5	59,0	5,0		123,0
Beta-versjon	34	70	28,0	21,5		28,0	36,0	113,5
	Total:	460	125,0	80,5	123,5	79,5	94,5	503,0

Implementasjonsaktiviteter ble det estimert 460 timer, totalt brukt ble det 503 timer. Totalt brukt ble noe høyere enn estimert. Mye av den tiden ble brukt på «software»- og «hardware»-implementasjon samt betaversjonen som tok mer tid enn vi hadde estimert.

Tabell 1-4: Testaktiviteter.

			Ansvar					
			Deltaker					
			Alle					
Testaktiviteter								
		Timer estimert	Deltakere					Timer brukt
Aktivitet:	Nummer		Marius	Stefan	Dan Filip	Armaan	Eivind	
A-krav testing	16	60	2,0			22,5	4,0	28,5
B-krav testing	17	60	3,0			16,5	3,5	23,0
C-krav testing	18	60	2,0					2,0
D-krav testing	19	60	2,0			3,0		5,0
"Black box"-testing	33	10				2,0	2,0	4,0
IAT	30	15	4,5	4,0	0,0	5,5	4,0	18,0
FAT	24	15	7,0	6,0	4,0	6,5	7,0	30,5
Alfa-testing	37	15	2,0			3,0		5,0
	Total:	295	22,5	10,0	4,0	59,0	20,5	116,0

Testaktiviteter ble totalt estimert 295 timer, mens 116 timer ble brukt. Mye av grunnen til dette var at testing ofte ble gjennomført på samme tidspunkt som kretsene ble designet. Timene ble

loggført på designaktiviteter isteden da testing og designaktivitetene ofte har gått litt over hverandre.

Tabell 1-5: Tekniske dokumentasjonsaktiviteter.

			Ansvar					
			Deltaker					
			Alle					
Tekniske dokumentasjonsaktiviteter								
		Timer estimert	Deltakere					Timer brukt
Aktivitet:	Nummer		Marius	Stefan	Dan Filip	Armaan	Eivind	
El. dokumentasjon	25	25	6,0	13,0		7,0	9,0	35,0
HMS-dokument	26	15					5,0	5,0
Brukermanual	14	75	3,0	28,5	6,0	7,5	3,0	48,0
Testrapport	27	20		15,0		15,0	6,5	36,5
MTTF	32	35		1,0				1,0
								0,0
								0,0
								0,0
	Total:	170	9,0	57,5	6,0	29,5	23,5	125,5

Teknisk dokumentasjonsaktiviteter ble det estimert 170 timer og brukt totalt 125,5 timer. Mye av grunnen til avviket kommer fra «MTTF» («mean time to failure»), da dette ikke var praktisk å gjennomføre i dette prosjektet. Det ble brukt en time på denne aktiviteten til å ringe leverandører av komponenter vi har brukt, men det var svært vanskelig å få tak i nødvendig informasjon, da leverandørene ikke ville oppgi dette.

Tabell 1-6: Total antall timer.

	Timer estimert	Total antall timer pr person					Timer brukt
		Marius	Stefan	Dan Filip	Armaan	Eivind	
Total:	2780	557,0	512,0	470,5	507,0	539,0	2585,5

Totalt i hele prosjektet ble det estimert 2780 timer, timer brukt i løpet av prosjektet endte på 2585,5. Prosjektgruppen estimerer omtrent 40 timer per person til tredje presentasjon; dette inkluderer forberedelser og presentasjon. Totalt antall timer brukt til dette prosjektet vil da bli estimert til rundt 2785,5 timer – 5,5 timer mer enn estimert. Medlemmene i prosjektgruppen har lært mye om tidsforbruk i løpet av dette prosjektet. Noen aktiviteter har tatt færre timer enn estimert, mens andre har tatt flere timer enn estimert. Det er en god erfaring for medlemmene i prosjektgruppen å ta med seg videre, da vi har fått erfart hva som tar tid i et prosjekt som dette.

VEDLEGG 18: IMPORTERING AV BILDER TIL DISPLAY

1 IMPORTERING AV BILDER TIL DISPLAY

Det første man må gjøre er å lage alle bildene man vil benytte med stigende rekkefølge med tre siffer (000, 001, 002, 003, ...). Disse **må** lagres i 24-bit-bitmap (.bmp) med «Art Optimized (Supersampling)» for å kunne bli konvertert ned til en binærfil som skjermen kan lese. Det at man må lagre med «Art Optimized» står ikke oppført i databladet til skjermen. Det må opprettes en mappe på din egen disk. Inne i denne, oppretter man to nye mapper: «BMP_DATA» og «BMP_FILE». Bildene legges så i «BMP_FILE»-mappen, mens «BMP_DATA» skal være tom. I hovedmappen legger man BMPTOBIN.BAT eller BmpToBinForM.exe (som ligger på vår DVD). Kjører deretter dette programmet (BMPTOBIN.BAT eller BmpToBinForM.exe) og det blir generert to filer i «BMP_DATA»-mappa; Én «.h»-fil og én «.bin»-fil. Sørg for at boksen *ikke* får strøm og *Arduino-en* ikke får strøm (ikke koblet til USB).

Nå kobler man sammen *skjermen* til *dataen* med en USB-kabel og sletter filene som ligger der. Flytt over disse to filene (.h og .bin) rett på flashminnet (ikke i noen undermappe). Vent i 1 minutt, så trykk på den hvite «reset»-knappen under skjermen. Vent i ett minutt til og fjern USB-kabelen fra skjermen. Nå kan man gi strøm til Arduinoen eller boksen og bildene er oppdaterte.

2 ENDRINGER AV NÅVÆRENDE BAKGRUNNSBILDER

Disse bildene er lagret i «Flashminne-importering til skjerm»-mappen på DVDen i form av Illustrator-filer i «(Råformat (illustrator))» -mappa og heter «Mode1.ai», «Mode2.ai»....»Mode10.ai».

Man må bruke Adobe Illustrator for å gjøre endringer på disse. «Welcome.ai» er det som blir brukt som oppstartsbildet og er «000.bmp», oppbygningen av modus-bildene er derfor slik:

- Welcome.ai -> 000.bmp
- Modus1.ai -> 001.bmp
- Modus2.ai -> 002.bmp
- Modus3.ai -> 003.bmp
- Modus4.ai -> 004.bmp
- Modus5.ai -> 005.bmp
- Modus6.ai -> 006.bmp
- Modus7.ai -> 007.bmp

- Modus8.ai -> 008.bmp
- Modus9.ai -> 009.bmp (2-wire for Modus 4)
- Modus10.ai -> 010.bmp (3-wire for Modus 4)

Endrer man rekkefølgen på disse må man endre koden til Arduino-en.

Om man vil legge til flere bakgrunnsbilder kommer an på minnekapasiteten til skjermen.

3 FARGEKODER PÅ SKJERMEN

Vi er vant med å bruke «vanlig» RGB 255 (24-bit) som er oppbygd av 8-bit per farge, men skjermen opererer i RGB 565. Det består av 16-bits hvorav rødt begynner med MSB og blå slutter i LSB - konvertert til desimalt.

Antall bits	5	6	5
MSB til LSB	R R R R R	G G G G G G	B B B B B

Da vil eksempelvis 1111100000000000 bli maksimum rødt og skrives som 63488 (desimalt) i koden.

3.1 ET EKSEMPEL PÅ RGB 255 TIL RGB 565

Skal man konvertere en vanlig RGB 255 farge, 24-bits hvorav hver er 8-bit (255), kan man tilnærmet estimere prosentvis (fargeintensitet) for hver farge for eksempel slik; R88 G150 B24 - 1011000 10010110 00011000.

	Rødt desimalt	Grønt desimalt	Blått desimalt	Rødt i bits	Grønt i bits	Blått i bits
RGB 24-bit	88	150	24	1011000	10010110	00011000
Fargeintensitet	88/255	150/255	24/255			

Nå kan vi lage RGB 565 koder ut ifra fargeintensiteten.

	Rødt desimalt	Grønt desimalt	Blått desimalt	Rødt i bits (5)	Grønt i bits (6)	Blått i bits (5)
Utrekning	31x(88/255)	63x(150/255)	31x(24/255)			
RGB 565 16-bit	11 (10,7)	37 (37.1)	3 (2.9)	01011	100101	00011

Man må huske RGB 565 fordelinga er slik: R5 G6 B5. Da blir det fra 255 til 31, 255 til 63, 255 til 31. Sluttresultatet blir da 01011 100101 00011. Det vil si 23715 desimalt i koden.

Siden området til 24-bit RGB er større enn RGB 565, vil det ofte være en tilnærming.

VEDLEGG 19: DATABLAD



KONGSBERG

DATABLAD

Signal Communication Unit

11-i-ETT

Produktet inneholder 11 funksjoner:

- DI m/ motstand (RIO)
- DI m/ motstand (Stahl)
- DI
- DO (RIO)
- DO (Stahl)
- AI, to-tråds (RIO)
- AI, tre-tråds (RIO)
- AO (RIO)
- AO (Stahl)
- 0-10V
- PT100 (RIO)

FORDELER

Ved bruk av SCU slipper brukeren å koble opp flere forskjellige testkretser, noe som sparer brukeren for tid og forenkler arbeidet. Brukeren har kun tre signalkabler å forholde seg til, noe som gjør arbeidet veldig oversiktlig og beleilig.



**PRODUKTET VISER EN BRED
«RANGE» AV TESTMULIGHETER
OG FUNGERER TEKNISK BRA!**

Helge Bjørnsen
Testingeniør
HW System Test
Kongsberg Maritime

Hva er SCU?

- Et unikt og revolusjonerende produkt som har evnen til å forenkle testing av IO-enhetene RIO & Stahl!
- Et produkt som forbedrer nåværende testprosedyrer og sparer brukerne for mye tid og unødvendig arbeid!
- Produktet er praktisk og veldig brukervennlig – kan enkelt tas med ut på serviceoppdrag!

Ved hjelp av en analog bryter kan man bytte mellom de forskjellige løkkene. Siden noen av kretsene som skal bli testet bruker samme løkke som en annen, betyr det at det kun er 8, og ikke 11, forskjellige moduser. Displayet gir brukeren en enkel veiledning i hvordan boksen skal brukes ved å vise hvordan man skal koble den opp mot RIO- og Stahl-modulene.

I tillegg til å lese verdier **kan SCU også simulere brudd- og kortslutningsfunksjonene** for test av kundens «loop monitorings»-system. Denne operasjonen foretas enkelt ved hjelp av brytere.





KONGSBERG

BOKSSPESIFIKASJON

- Berørings skjerm 3.2"
- LED-indikator
- To potetre
- Én hovedbryter
- Tre brytere

SYSTEMKRAV

- Strømforsyning 24VDC

For mer informasjon om produktet vennligst besøk oss på: www.scu.no

Boksdesign

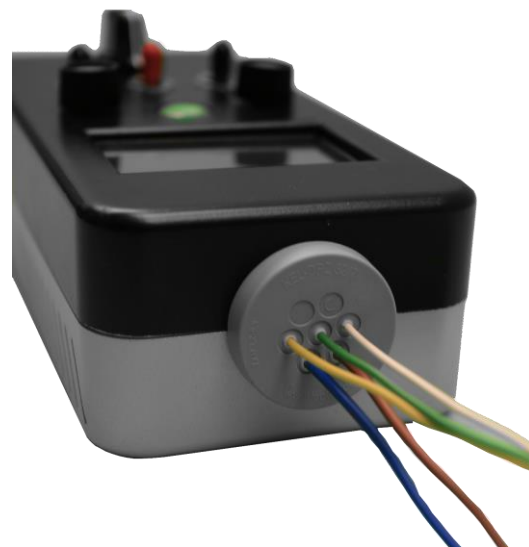
Boksen er i utgangspunktet designet slik at innholdet er lett tilgjengelig for feilsøking ved at front- og bakdekselet enkelt kan skilles fra hverandre.

For at brukeren skal ha kablene lett tilgjengelig har boksen en kabelinnføringsplate som er plassert i front av boksen.

For å unngå inneklemt varme er boksen også utstyrt med riller, slik at luft kan passere gjennom.

Produktet har følgende dimensjoner:

Lengde	230mm
Høyde	66mm
Bredde	110mm



VEDLEGG 20: BRUKERMANUAL



Brukermanual

www.scu.no

INNHALDSFORTEGNELSE

1. Innledning	3
2. Informasjon om boksen	4
2.1. Roterbar bryter	4
2.2. Vippebrytere (DI, kortslutning og brudd)	4
2.3. Kabler for strømforsyning	4
2.4. Kabler for IO-løkke-testing	4
2.5. Hjul (signaljustering)	5
2.6. LED-indikasjon	5
2.7. Skjerm	5
3. Bruksfunksjoner	6
3.1. Oppstart av boks	6
3.2. Modusvalg	6
4. FAQ	8

Vi forbeholder oss retten til å kunne endre på dokumentet gjennom hele prosjektet. Varsel vil bli gitt bare i tilfelle en slik endring anses å være av betydning for kunden. ©2015

1. INNLEDNING

Dette dokumentet er en brukermanual for produktet, og vil ta for seg hvordan hver av bruksfunksjonene skal brukes, og annen viktig og relevant informasjon for brukeren.

Bruerveiledningen inneholder all nødvendig informasjon for bruk av produktet. Håndboken inneholder en beskrivelse av systemet funksjoner, evner og forutsetninger, og trinnvise prosedyrer for systemtilgang og bruk.

Først og fremst er SCU et produkt som skal brukes til å teste IO-kommunikasjon med Kongsberg Maritimes (heretter KM) RIO- og Stahl-enheter respektivt. For brukeren sin del skal dette gjøres kun ved å koble opp maksimalt fem kabler, bruke opptil tre vippebrytere, justere på to hjul, og ved hjelp av en roterbar bryter.

I tillegg til dette vil brukeren måtte bruke en skjerm til å observere resultater og innhente nødvendig informasjon om den respektive IO-løkken som testes, og en LED som vil indikere signaler.

2. INFORMASJON OM BOKSEN

Som beskrevet over vil boksen bestå av en rekke kabler, brytere, hjul og indikasjonsverktøy som brukeren trenger å forholde seg til. I dette kapitlet vil vi gå mer inn på hvilken rolle hver av disse elementene spiller i systemet.

2.1. ROTERBAR BRYTER

Dette er bryteren som blir brukt for å bytte mellom de forskjellige modusene eller IO-løkkene. Det er en vridningsbryter hvor én posisjon på bryteren tilsvarer én modus.

2.2. VIPPEBRYTERE (DI, KORTSLUTNING OG BRUDD)

Dette er brytere som blir brukt for å teste kortslutning og brudd og for å bytte mellom 0 og 1 på DI-kretsene. Dette er vippebrytere med to posisjoner som enten er *av/på*.

2.3. KABLER FOR STRØMFORSYNING

Dette er to kabler som stikker ut fra boksen som skal kobles til KM sin strømforsyning for å forsyne SCU med strøm. Disse kablene har standard farger for strøm hvor vi har en brun kabel som er koblet til 24V og en blå kabel som er koblet til 0V.

2.4. KABLER FOR IO-LØKKE-TESTING

Dette er tre kabler som stikker ut av boksen; disse skal kobles inn i terminalene på IO-enhetene til KM for test. Hvordan disse skal kobles opp er forskjellig for hver av modusene, og vi vil gå mer inn på det i neste kapittel.

2.5. HJUL (SIGNALJUSTERING)

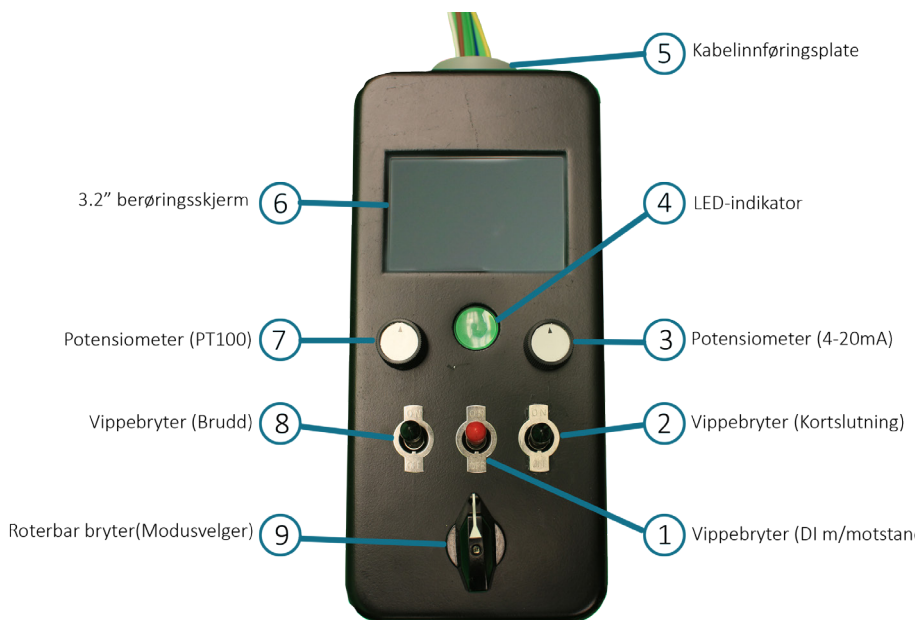
Det er to hjul på produktet som sitter på toppen av to potensiometre. Disse brukes til å justere AI (4-20mA) og PT100-signalet respektivt. Etter oppkobling snurrer man på hjulet for å justere innen måleområdet til den respektive IO-løkken.

2.6. LED-INDIKASJON

Dette er en lampe for å indikere logisk 1 i DO-løkken. Når man sender en 1 til SCU i DO-modusen vil denne lyse for å indikere at en 1 er mottatt.

2.7. SKJERM

Berøringsskjermen vil vise verdier i de forskjellige IO-løkkene og vil også indikere hvilke kabler som skal kobles på hvilken terminal for alle løkkene respektivt. Den vil også brukes til å digitalt justere 0-10V-signalet innen måleområdet med en knapp på displayet.



3. BRUKSFUNKSJONER

Ved oppstart vil en velkomstskjerm forekomme.

3.1. OPPSTART AV BOKS

For å starte å bruke boksen er det noen steg som må gjøres:

- Påføre boksen strøm ved å koble brun- (24V) og blå (0V) kabel til KM sin strømforsyning
- Velge riktig modus på bryteren
- Koble de gjenstående kablene til terminalene på IO-modulen, avhengig av hvor mange kabler og hvilke kabler den valgte modusen krever

For å kunne lese på skjermen hvilke kabler den valgte modusen krever er det viktig at strøm blir påført og modus blir valgt før man kobler seg inn på IO-modul med SCU. Om brukeren vet hvilke kabler som skal kobles hvor har det ingenting å si hvilken rekkefølge disse stegene blir utrettet.

Når det skal påføres strøm på boksen, er det helt essensielt at man kobler med riktig polaritet til strømforsyning, ellers risikerer man at boksen blir ødelagt. Dette vil da si at man må koble brun kabel til 24V (+), og blå kabel til 0V (-).

3.2. MODUSVALG

Produktet inneholder til sammen åtte forskjellige moduser. Disse modusene vil kunne velges av brukeren ved å vri på den store bryteren (9); bryteren vris med klokken. Valg av modus vil også forekomme på skjermen. Ved å vri bryteren til ønskelig modus, vil skjermen indikere hvilke kabler som skal kobles til riktig terminal på ønskelig IO-modul. Bruksfunksjonene i hver modus vil også bli vist på skjermen.

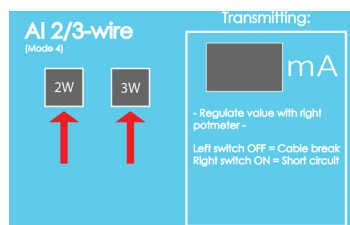
Hver modus tilsier hvilket signal som skal testes **fra** den respektive IO-modulen. For eksempel, om skjermen står på «DO (RIO)», så vil det digitale utgangssignalet fra RIO-modulen testes.

Bryteren har til sammen 11 mulige posisjoner, men bare de åtte første er funksjonelle. Tabellen nedenfor viser en oversikt over alle modusene.

Modus	Sløyfe	Bryterposisjon
1	Digitalt inngangssignal m/motstand (RIO)	1
2	Digitalt inngangssignal m/motstand (Stahl)	2
3	Digitalt utgangssignal (RIO & Stahl)	3
4	Analogt inngangssignal	4
5	Analogt utgangssignal (RIO & Stahl)	5
6	0-10V	6
7	PT100	7
8	Digitalt inngangssignal (RIO & Stahl)	8

Ved oppstart av produktet vil skjermen alltid vise modusen til bryterens posisjon. Det betyr at dersom brukeren slår av produktet mens bryteren står i posisjon 7, vil modus 7 forekomme på skjermen neste gang brukeren starter opp boksen.

Ved valg av modus 4, vil man få muligheten til å velge mellom to forskjellige sløyfer; en to-tråds-, og en tre-tråds-sløyfe. Dette gjøres direkte på skjermen, ved å trykke på ønsket sløyfe.



4. FAQ

1. Hvordan starter jeg opp produktet?

Ved å påføre boksen strøm ved å koble brun- (24V) og blå (0V) kabel til strømforsyning.

2. Hvordan vet jeg hvor jeg skal koble inn hvilken kabel?

Ved å velge ønsket modus, vil man på skjermen få en oversikt hvor hvilken kabel skal kobles til i rekkeklemmen.

3. Hva gjør jeg om skjermen er mørk?

Sjekk om boksen får tilført strøm og om kablene er koblet på en korrekt måte.

4. Hvordan bytter jeg mellom de forskjellige modusene?

Vri på den store bryteren (nederst på boksen) med klokken.

5. Hva gjør jeg når skjermen ikke registrerer at bryteren vris?

Start produktet på nytt.

6. Hva brukes LED-lyspæren til?

LED-lyspæren indikerer logisk 1 i DO-løkken. LED-en vil lyse når man sender en 1 til boksen.

7. Kan jeg justere lysstyrken på skjermen?

Nei, det er ikke mulig.



User manual

www.scu.no

TABLE OF CONTENTS

1. Introduction	3
2. Product information	4
2.1. Rotatable switch	4
2.2. Toggle switches (DI, short circuit & open circuit)	4
2.3. Power supply cables	4
2.4. IO-loop cables	4
2.5. Wheel (Signal adjustment)	5
2.6. LED bulb	5
2.7. Display	5
3. Functions	6
3.1. Startup	6
3.2. Mode selection	6
4. FAQ	8

We reserve the right to change the document throughout the project. Notification will be given only in case such a change is considered to be of importance for the customer. ©2015

1. INTRODUCTION

This document is a User manual for the product, and will examine how each functions is to be used, and other important and relevant information for the user.

The User manual contains all essential information for the user to make full use of the information system. This manual includes a description of the system functions, and step-by-step procedures for system access and use.

First and foremost the SCU is a product used to test IO communication with Kongsberg Maritime's (hereafter KM) RIO- and Stahl units respectively. The only thing the user shall do is to connect maximum of five cables, use up to three toggle switches, adjust on two wheels, and use a rotatable switch.

In addition to this, the user might use a monitor to observe the results and obtain the necessary information about the respective IO loop under test, and an LED which will indicate signals.

2. PRODUCT INFORMATION

As described above, the box will consist of a series of cables, switches, wheels and tools indication that the user needs to deal with. In this chapter we will go more into the role of each of these elements.

2.1. ROTATABLE SWITCH

This switch is used to switch between the different modes or IO loops. This is a shift switch where one position of the switch corresponds to one mode.

2.2. TOGGLE SWITCHES (DI, SHORT CIRCUIT & OPEN CIRCUIT)

These are switches that are used to test short circuit and open circuit and to switch between *0* and *1* on the DI circuit. This toggle switch with two positions which are either *on/off*.

2.3. POWER SUPPLY CABLES

There are two cables sticking out from the box to be connected to KM's power supply to supply power to the SCU. These cables have standard colors for electricity where we have a brown cable connected to 24V and a blue cable connected to 0V.

2.4. IO-LOOP CABLES

There are three cables sticking out of the box; these should be connected into the terminals on the IO devices to KM for test. How these should be applied is different for each of the modes, and we'll go more into it in the next chapter.

2.5. WHEEL (SIGNAL ADJUSTMENT)

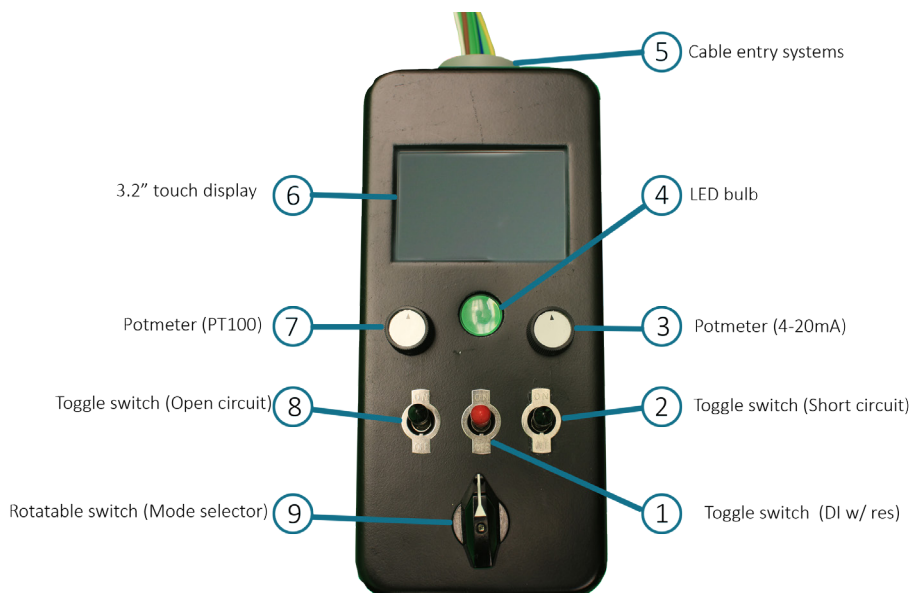
There are two wheels on the product that sits on top of two potentiometers. These are used to adjust the AI (4-20mA) and PT100 signal respectively. After connecting the user spins the wheel to adjust the measurement range of the respective IO loop.

2.6. LED BULB

This is a lamp that indicates logical 1 in the DO loop. When sending a 1 to SCU in DO mode, this light indicates that 1 is received.

2.7. DISPLAY

The touch screen will display values in the different IO loops and will also indicate which cables to be connected to the terminal for all loops respectively. It will also be used to digitally adjust 0-10V signal within the measuring range with a button on the display.



3. FUNCTIONS

At startup, a welcome screen will occur.

3.1. STARTUP

In order to start to use the box, there are some preparation needed to be carried out:

- Apply power to the box by connecting brown (24V) and blue (0V) cable to KM's power supply
- Select the right mode on the switch
- Connect the remaining cables to the terminals on the IO module, depending on how many and which cables the selected mode require

To be able to read on the screen which cables the selected mode require, it is important that the power is applied and the mode is selected before connecting into the IO module with SCU. If the user knows which cables to connect where it has nothing to say which order these steps are accomplished.

When applying power to the box, it is absolutely essential that you connect with the correct polarity to the power supply, otherwise there is a risk that the box will be damaged. This means that the user must connect brown cable to 24V (+) and blue cable to 0V (-). Apply power to the box by connecting brown (24V) and blue (0V) cable to KM's power supply.

3.2. MODE SELECTION

The product contains a total of eight different modes. These modes will be selected by the user by turning on the big switch (9); the switch is to be turned clockwise. Mode selection will also occur on the screen. By

turning the switch to the desired mode, the screen will indicate which cables to connect to the correct terminal on the desirable IO module. Features of each mode will also be displayed on the screen.

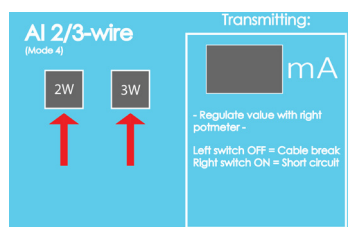
Each mode indicates the signal to be tested **from** the respective IO module. For example, if «DO (RIO)» is chosen, then the digital output from the RIO module is tested.

The switch has a total of 11 possible positions, but only the first eight are functional. Table below shows an overview of all modes.

Mode	Loop	Switch position
1	Digital input w/ resistance (RIO)	1
2	Digital input w/ resistance (Stahl)	2
3	Digital output (RIO & Stahl)	3
4	Analog input	4
5	Analog output (RIO & Stahl)	5
6	0-10V	6
7	PT100	7
8	Digital input (RIO & Stahl)	8

At startup, the screen will always display the mode for current position of the switch. This means that if the user turns off the product while the switch is in position 7, the mode 7 will occur on the screen next time the user powers up the box.

By selecting mode 4, the user will get the opportunity to choose between two different loops; a two wire, and a three wire loop. This is done directly on the screen by pressing on the desired loop.



4. FAQ

1. How do I start up the product?

Apply power by connecting brown (24V) and blue (0V) cable to the power supply.

2. How do I know which cable goes where?

By selecting the desired mode, the display will show where the cables are supposed to get connected in the terminal block.

3. What do I do if the screen is dark?

Check if the unit are supplied with power and whether the cables are connected in a correct manner.

4. How do I switch between different modes?

Turn the big switch clockwise.

5. What do I do when the screen does not detect the switch?

Restart the product.

6. What is the LED bulb used for?

LED bulb indicates logic 1 in the DO loop. The LED will light when sending a 1 to the box.

7. Can I adjust the screen brightness?

No, this is not possible.

VEDLEGG 21: BROSJYRE

BESØK OSS!

www.scu.no

Produktet er et resultat av en hovedoppgave ved Høgskolen i Buskerud og Vestfold, studiested Kongsberg

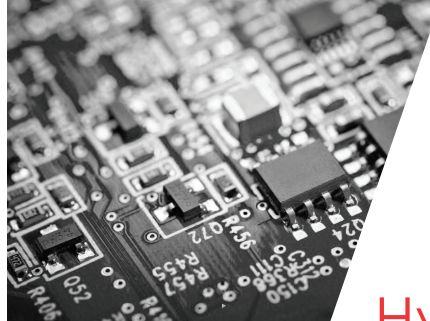


 SCU



KONGBERG





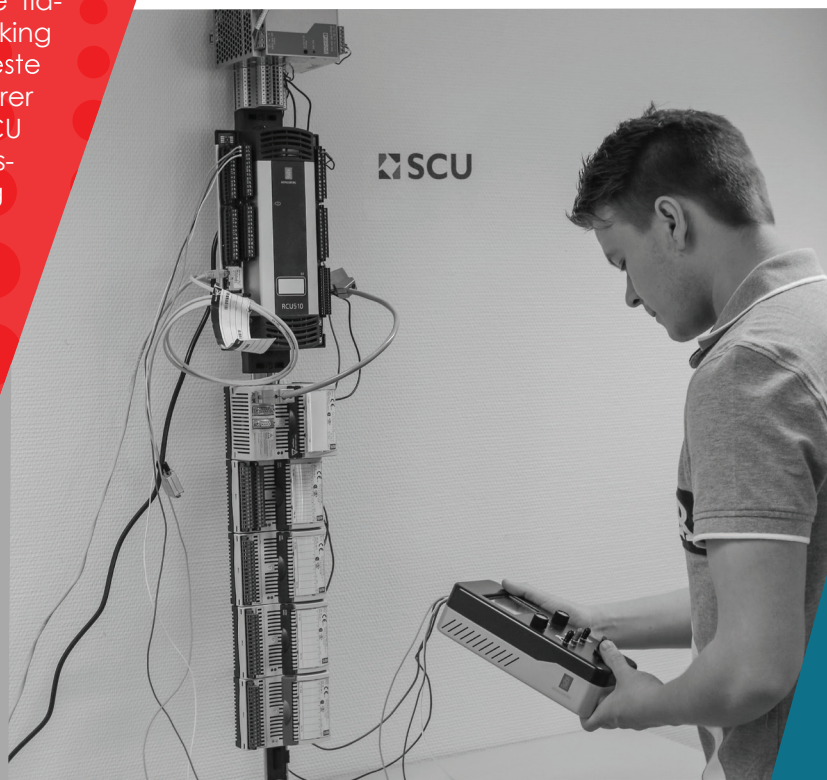
Hva er SCU?

SCU er i hovedsak et instrument som skal simulere kommunikasjonen kundens kontrollenheter gjør med instrumenter, sensorer og aktuatorer ute i felt. Systemet er konstruert slik at det skal være enklest mulig for brukeren å utføre sine nødvendige oppgaver. Produktet er utstyrt med en berøringsskjerm, hvor informasjon om hvordan systemet skal kobles opp mot deres eget system vil være tilgjengelig, samt indikasjon for verdier av simulasjonene eller avlesningene som blir gjort.



VIL DU SATSE PÅ ET INNOVATIVT PRODUKT?

Som ansatt i teknisk industri vil man møte på mange ulike utfordringer som er både tid- og energikrevende, hvor test og feilsøking heller ikke er et unntak. En ting de fleste bedrifter har til felles er at deres prosedyrer alltid kan gjøres mer effektivt. Med SCU får kunden et komplett skreddersydd system som dekker deres behov for testing av systemene. Du vil få et system som er meget brukervennlig, krever minimal opplæring og kan gjøre testing som krever tid og energi på en brøkdel av tiden.



Brukervennlig

SCU er et instrument som enkelt kan teste IO-kommunikasjonen til kontrollenheter til kunden. Dette gjøres enkelt ved å koble SCU til en strømforsyning, velge modus ut ifra hvilket signal som skal testes og dermed koble kablene indikert på skjermen i riktig inngang på riktig kanal på modulen som testes. Deretter kan man enkelt lese verdier, skru av/på signalet fra SCU, justere signalet og påtvinge brudd og kortslutning for å teste "loop monitorings"-funksjonene i systemet til kunden.