

INGENIØRHØJSKOLEN ÅRHUS

ELEKTRO-INGENIØR LINIEN

SEMESTERPROJEKT E4PRJ4

---

# Bias Reducing Operating System

---

*Skrevet af:*

Nicolai GLUD

*Studienummer:* 11102

Johnny KRISTENSEN

*Studienummer:* 10734

Rasmus LUND-JENSEN

*Studienummer:* 11111

Mick HOLMARK

*Studienummer:* 11065

Jacob ROESEN

*Studienummer:* 10095

*Vejleder:*

Carl Jakobsen



AARHUS  
UNIVERSITET  
INGENIØRHØJSKOLEN

14. december 2012



# Resume 1

---



# **Abstract** 2

---

# Indholdsfortegnelse

---

<b>Kapitel 1</b>	<b>Resume</b>	<b>3</b>
<b>Kapitel 2</b>	<b>Abstract</b>	<b>5</b>
<b>Kapitel 3</b>	<b>Forord</b>	<b>9</b>
<b>Kapitel 4</b>	<b>Indledning</b>	<b>11</b>
4.1	Læsevejledning . . . . .	11
<b>Kapitel 5</b>	<b>Opgaveformulering</b>	<b>13</b>
<b>Kapitel 6</b>	<b>Projektformulering</b>	<b>15</b>
<b>Kapitel 7</b>	<b>Systembeskrivelse</b>	<b>17</b>
<b>Kapitel 8</b>	<b>Kravspecifikation</b>	<b>19</b>
8.0.1	Use case . . . . .	19
<b>Kapitel 9</b>	<b>Afgrænsning</b>	<b>21</b>
<b>Kapitel 10</b>	<b>Projektbeskrivelse</b>	<b>23</b>
10.1	Projektgennemførelse . . . . .	23
10.1.1	Rollefordelinger . . . . .	23
10.2	Metoder . . . . .	23
10.2.1	SCRUM . . . . .	24
10.2.2	V-model . . . . .	25
10.3	Analyse . . . . .	25
10.3.1	Hvordan måler vi hældning? . . . . .	25
10.4	Systemarkitektur . . . . .	25
10.4.1	Systemkomponenter . . . . .	25
10.5	Design og Implementering . . . . .	26
10.5.1	VBTE . . . . .	26
10.5.2	SM . . . . .	30
10.5.3	Kontrolinterfacet . . . . .	32
10.6	Resultater . . . . .	35
10.7	Opnåede erfaringer . . . . .	35
10.7.1	Generelt . . . . .	35
10.7.2	Udvikling af hældningssensor . . . . .	35
10.7.3	Metoder . . . . .	35
<b>Kapitel 11</b>	<b>Konklusion</b>	<b>37</b>
<b>Kapitel 12</b>	<b>Referencer</b>	<b>39</b>

---

12.1 Artefakter . . . . .	39
12.1.1 Kravspecifikation . . . . .	39
12.1.2 Accepttestspezifikation . . . . .	39
12.1.3 Systemarkitektur . . . . .	39
12.1.4 Integrationstestspezifikation . . . . .	39
12.1.5 Detaljeret design . . . . .	39
12.1.6 Enhedstestspezifikation . . . . .	39
12.2 Hjemmesider . . . . .	40
12.3 Liste over bilag på CD . . . . .	40
12.3.1 Kode . . . . .	40
12.3.2 Dokumentation . . . . .	40
12.3.3 Datablade . . . . .	40
12.3.4 Billeder . . . . .	40



# Forord 3

---

Denne rapport er udarbejdet af fem ingeniørstuderende ved Aarhus Universitet, Ingeniørhøjskolen. Rapporten er hovedproduktet i et obligatorisk projektforløb på 4. semester og gennemgår overordnet gruppens besvarelse og gennemførelse af projektet. Derudover er der blevet lavet en række projektdokumentationsdokumenter og et fysisk produkt. For yderligere detaljer henvises der til projektdokumentationen.

Rapporten er skrevet med henblik på at læseren er af samme faglige niveau som gruppen, hvilket vil afspejle sig i det faglige sprog.



# Indledning 4

---

Denne rapport omhandler 4. semesters projekt. Projektets emne er "slagsideregulering af bulkskib", som er et selvvalgt emne. Rapporten beskriver processen af projektet herunder hvordan forløbet har været, hvilke metoder der er anvendt og hvilke overvejelser der ligger til grund for de valgte løsninger. I forbindelse med, at de valgte løsninger bliver beskrevet vil der også blive fremlagt alternativer og begrundelser for at de ikke blev valgt.

Der har været stillet enkelte krav til projektet og det system der skulle udvikles. Nogle af disse krav afspejler derfor også hvordan arbejdsprocessen har været og ikke mindst nogle af de komponenter som igår i det færdige system.

Formålet med projektet er at anvende de teorier og metoder, som er blevet tilegnet gennem studiet, og ikke mindst tilegne sig ny viden på egen hånd, for at fuldføre gennemførelsen af et komplet projektforløb.

Projektet har været inddelt i et antal udviklingsfaser. Udviklingsfaserne er som følger:

- Kravspecifikation
- Analyse og arkitektur
- Detaljeret design
- Implementering
- Test

## 4.1 Læsevejledning

Rapportens opbygning er struktureret således at den giver den bedste gennemgang af hele projektforløbet. Rapporten er i hovedtræk delt op i 2 dele. De første afsnit beskriver det overordnede system og projekt. Tilblivelsen af systemet og projektet med tilhørende overvejelser beskrives i de efterfølgende afsnit. Denne adskillelse sker mellem afsnit 9 og 10<sup>1</sup>. Alle afsnit er skrevet så de som udgangspunkt godt kanstå alene, hvorfor der igennem rapporten vil komme gentagelser hvis man læser denne fortløbende. Rapportens egentlige indhold begynder fra afsnit 6 – opgaveformulering. Her gennemgås opgaveformuleringen givet fra vejledere til gruppen, som indeholder minimumskrav til projektet. I projektformuleringen bliver der defineret præcist hvad dette projekt kommer til at dreje sig om, og hvordan gruppen har formuleret dette. Herefter følger en beskrivelse af det samlede, tænkte system. I afsnit 8 – krav, fremlægges kravene der fra gruppen er stillet til projektet. Herefter beskrives projektafgrænsningen samt arbejdsmetoder og fremgangsmåde i afsnit 8 og 10.1. Afsnit 10.2 beskriver det analyse arbejde projektet har

---

<sup>1</sup>FiXme Note: lav dynamiske referencer

gennemgået. I afsnittene fra 10.2-10.5 nedbrydes hele projektet fra øverste abstraktion og ned til implementering. Der er her gået i dybden med de vigtige aspekter i forhold til dette projekt. Disse afsnit har samtidig også en naturlig overgang til hinanden ud fra systemarkitekturen. Hernæst samles der op på de opnåede resultater i afsnit 10.6. Efter resultaterne er præsenteret, fremlægges de erfaringer gruppen har opnået igennem hele projektforløbet, samt hvilke ting der har fungeret godt. I afsnit 10.8 snakkes der ganske kort om de anvendte udviklingsværktøjer. Afslutningsvist konkluderes der på hele projektet på godt og ondt i afsnit 11. Det anbefales dog at læse rapporten fortløbende for at få den bedste samlede forståelse for projektet og produktet.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>**FiXme Note:** Lave refrencerne til de enkelte afsnit.

# Opgaveformulering 5

---

Gruppen skal fremstille et system der overholder nogle krav. Kravene er at systemet skal kunne interagere med omverdenen vha. af sensorer og aktuatorer. Endvidere skal der også anvendes faglige elementer fra fjerde semesterets kurser. Transmission af data mellem enheder i projektet skal være pålidelig. Til slut skal systemet indeholde brugerinteraktion.



# Projektformulering 6

---

Gruppen har valgt at arbejde med lastning og losning af et bulkskib. Vi vil gerne lave et system der aflaster skibets ansvarshavende officer, som står på broen under hele lastningen/losningen. Hans job er at holde øje med at hele operationen bliver gjort ordentligt. Denne opgave vil vi gerne gøre nemmere. Med et system der automatisk sørger for at skibet altid er i vatter skal kaptajnen kunne interagere med systemet hvis systemet kommer med en alarm. Kaptajnen kan manuelt vælge at flytte ballast til den ene side, hvis han ved at der komme en række tunge containere, der skal stå i modsatte side. For at sikre at alle skibe i havnen er i vatter, sender systemet statusbeskeder til en database på havnekontoret. Kontoret kan derfor sende bemanding eller tage kontakt til skibet, der har en alarm.



# Systembeskrivelse 7

---

BROS er et sikkerhedssystem til skibe. Systemet tages i brug ved lastning eller losning. Her er det systemets opgave at sørge for at skibet ikke får slagsside - heraf navnet: Bias Reducing Operating System (Slagsidereducerende Operativt System). I systemet er der indbygget en hældningssensor og to vandballasttanke - en i hver side af skibet. På baggrund af målinger fra hældningssensoren vil indholdet af tankene blive justeret således at der korrigeres for en slagseite af skibet.

Hele systemet styres fra Skibsførens kontor hvor et grafisk brugerinterface er installeret. Her kan der aflæses skibets hældning af skibet, vandindholdet af tankene og statusmeldinger for systemet. Som udgangspunkt vil systemet automatisk opretholde en hældning på nul grader, men hvis man ønsker det kan man her manuelt give skibet en mindre slagseite. Dette kan gøres for at imødekomme en større slagseite til modsatte side påført af en forestående ændring i skibets last.

For at indsætte et ekstra sikkerhedselement vil systemet under hele processen løbende sende værdier for systemet til en ekstern database. Dermed kan en repræsentant fra terminalen følge skibets status.



# Kravspecifikation 8

---

Kravspecifikationen er udarbejdet i begyndelsen af projektforløbet og omfatter use cases, ikke funktionelle krav samt kvalitets faktorer. For den fulde kravspecifikation, henvises der til dokumentations dokumentet.

## 8.0.1 Use case



# Afgrænsning 9

---

*En oversigt over de afgrænsninger dette projekt er udarbejdet med.*

Afgrænsninger sat på forhånd:

- Systemet skal interagere med omverdenen vha. sensorer og aktuatorer.
- Systemet skal omfatte pålidelig datatransmission.
- Systemet skal have brugerinteraktion.

Afgrænsninger sat af gruppen selv:

Gruppen udarbejdede i starten af projektet ideer til en række funktionaliteter. Disse funktionaliteter blev inddelt i henholdsvis grundsystem og udvidelser, som vist i tabel 9.1. Grundsystemet er det system gruppen har fastlagt sig på at implementere i projektforløbet. Funktionaliteterne her er valgt for at opfylde basiskrav fra opgaveformuleringen (se<sup>1</sup>). Udvidelser er nedprioriterede funktionaliteter da de enten har lille relevans eller ikke er kritiske for at systemets grundformål kan opfyldes (egen projektformulering, se<sup>2</sup>). De vil derfor kun blive prioriteret såfremt tiden er dertil. Man vil senere hen ligeledes kunne udvide systemet med funktionaliteter på baggrund af feedback fra kunden og markedsundersøgelser.

<b>Grundsystem:</b>	Elektronisk måling af hældning Automatisk regulering af niveau i ballasttanke Niveaumåling i ballasttanke Mulighed for brugerinteraktion Advarselsnugger
<b>Udvidelser:</b>	Måling af afstand til terminal-kaj Måling af dybdegang Manuel styring af ballast niveau Pålidelig kommunikation med ekstern enhed

**Tabel 9.1.** Grundsystem og Udvidelser til BROS

---

<sup>1</sup>Fixme Note: udfyld reference til opgaveformulering

<sup>2</sup>Fixme Note: reference til projektformulering



# Projektbeskrivelse

10

## 10.1 Projektgennemførelse

Projektet er udført af en gruppe på fem personer. Gruppen er ny og sammensat af personer fra fire forskellige projektgrupper. Dette har medbragt både gode som dårlige ting. Det er godt at opdage nye måder at anskue et projektforløb og nye vinkler på udfordringer i processen. Det har dog desværre kostet en del energi at skulle tilpasse sig hinanden. En proces hvor alle har måtte gå på kompromis på et eller flere punkter.

Længden af faserne har vist sig at være skæve da processen ikke har været lige så gnidningsfri som først håbet. Som følge heraf er tidsplanen blevet revirideret flere gange og opgaver fra ét SCRUM har måttet videreføres i det næste.

Projektets overordnede tidsplan for faserne og de eksterne milestones ligger som bilag.

### 10.1.1 Rollefordelinger

Projektleder:	Jacob Roesen
Projektkoordinator:	Nicolai Glud Jacob Roesen
Scrummaster:	Johnny Kristensen

*Tabel 10.1.* Tabel over rollefordelinger

Vi har valgt at lave roller ud fra vores udviklingsmetode, SCRUM, der er beskrevet senere. Projektlederen har haft som ansvar at strukture arbejds- og scrummøder. Projektkoordinators ansvar har ligget i at planlægge møder og bestille lokaler. Scrummasteren er anvarlig for udviklingsplatformen, SCRUM, og sørge for at metoden anvendes mest optimalt.

## 10.2 Metoder

En kort præsentation af de to mest dominerende arbejds metoder der er anvendt.

I dette projekt er der anvendt metoder indlært gennem et tidligere projekt. Værktøjerne er de værktøjer som gruppen føler sig trygge ved og som gruppen føler bidrager mest til processen.

### 10.2.1 SCRUM

I gruppens implementering af SCRUM startes der med at lave en produktbacklog, som er den kunden ser. Derefter planlægges det første sprint. Et sprint spænder over 2 uger. Når et sprint starter bliver opgaver overført fra backloggen til sprintet. Når nye opgaver bliver sat på sprintet bliver opgaven vurderet for hvor stort et omfang den har. Derefter diskuteres der hvilke opgaver de forskellige dele af gruppen skal lave. En gang om ugen laver man et SCRUM-Meeting. Her bliver fulgt op på opgaver lavet i løbet af ugen samt tilføjelse af nye opgaver. Alle de opgaver der ikke er færdige, når sprintet er slut, overføres til næste sprint.

I projektet er der i alt 7 sprint. På *Figur 10.1* vises det 2. sprint.

Sprint nr:	Scrummaster:	JK	Koordinator:	NG		
2	Projektleader:	JR				
Overordnet opgave:	Opgaver:	Arbejdsvægtning:	Resource #1	Resource #2	Process (% done):	Kommentar:
Videreført Accepttest	Videreført: Jura Videreført: Snak m. Arne vedr. sensor	3 1 2	MH NG RLJ	RLJ JK NG	100% 100% 100%	NG, JK NG, JR, JK, MH
Systemarkitektur	Systemkomponenter - Enheder	2	JR	RLJ	80%	JR, JK
	Komponentvalg	3	ALLE		100%	RLJ: er afsnittet skrevet og læst af alle?
	Strukturel systemarkitektur Behavior systemarkitektur	4 5	MH JK	JK MH	60% 60%	MH: Tilrettelse af tegning, tror vi skal sætte os ned os diskutere, flere ting JK, NG
Teknologiundersøgelse	HW Systemarkitektur Grænseflader / interface Forside	0 3 1 5	JR NG JR ALLE	JK JR 20% 80%	20% 20% 100%	NG, JK
Integrationstest		3	NG		80%	NG, JK
	Total:	32		Procentvis færdig:	81.25 %	

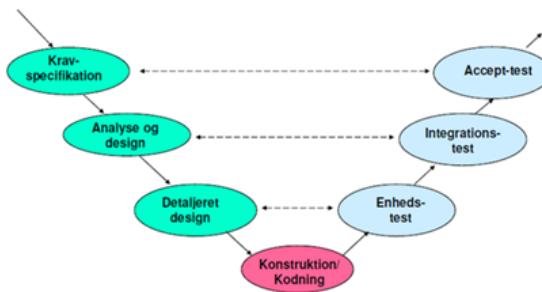
*Figur 10.1.* Sprint 2

Sprintet er afsluttet og man kan se hvordan nogle opgaver er færdige og hvordan resten skal overføres til næste sprint. Billedet illustrerer også hvordan planlægningen er opbygget. Forklaring af statusfarver er vist på *Figur 10.2*

0%	Ikke startet
20%	Påbegyndt
40%	Godt i gang
60%	Umiddelbart færdigt. Mangler 2. oppinion
80%	Mangler gennemlæsning af alle
100%	Gennemlæst af alle

*Figur 10.2.* Forklaring af sprint points

### 10.2.2 V-model



**Figur 10.3.** V modellen

Vi har valgt at anvende V modellen som udviklingsmodel. Dette muliggør iterative processer hvilket er optimalt for vores udviklingstil.

## 10.3 Analyse

### 10.3.1 Hvordan måler vi hældning?

Før vi kunne begynde på at lave en niveau sensor blev vi nødt til at finde ud af hvilke muligheder der var niveaumåling. En af mulighederne var at anvende et pendul eller en libelle. Disse løsninger blev undersøgt og en redegørelse er findes i afsnit 10.7.

Valget faldt på at anvende et accelerometer. Det var en fordel af at anvende det accelerometer, der er monteret på PSoC'en.

## 10.4 Systemarkitektur

Dette afsnit beskriver systemarkitekturen for projektet "BROS" som formuleret i projektbeskrivelsen og specificeret i kravspecifikationen. Afsnittet indeholder beskrivelse af systemkomponenter, systemarkitektur, SW-komponenter, HW-komponenter og interfaces, i den givende rækkefølge.

### 10.4.1 Systemkomponenter

Ud fra kravspecifikationen er der udvalgt disse beslutninger om komponenter til systemet og deres placering. Der refereres derfor til kravspecifikationens, ikke-funktionelle krav og krav generelt.

Brugeren integrerer med systemet igennem KI. KI er styringsmodulet for hele systemet. På KI har brugeren mulighed for at til- og frakoble systemet, justere den ønskede hældning på skibet. KI giver mulighed for at brugeren kan aflæse handlinger foretaget i systemet samtidig med at denne modtager advarsler i tilfælde at hældningen bliver for stor eller vandbalast tanke bliver overfyldte.

KI kommunikere til SM modulet igennem en uart. for at denne kommunikation kan foregå er der lavet en protocol for denne kommunikation. Kommunikationsformen er ved I<sub>2</sub>C.

SM står for at måle skibets hældning og sende denne til KI. KI kan så informere dette

til brugeren. Når SM har målt hældningen på skibet giver denne besked til VBTE1 og VBTE2 om at åbne og lukke for ventilerne til tankene. VBTE1 og VBTE2 styres fra en PSoC. VBTE1 og VBTE2 er placeret på være deres tank. For at kunne kontrollere hvor meget vand der er i tankende dette gøres ved hjælp af to ultra lydssensore som hele tiden mäter og vidergiver denne information til SM som så sender dette videre til KI der kan advare om vandstanden i tankene i tilfælde af at systemet af sat på manuel styring. KI sender data om skibet til databasen som lagre disse data i en MySQL database som så kan tilgås via et web interface.

## 10.5 Design og Implementering

### 10.5.1 VBTE

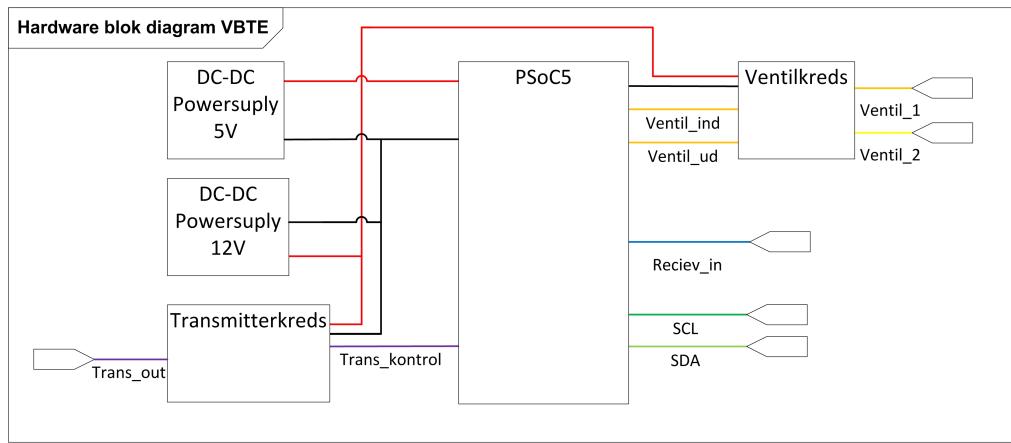
I dette afsnit beskrives design og implementering af VBTE for både software og hardware.

#### Hardware

Til VBTE'en er der blevet designet hardware til at styre de to ventiler samt den keramiske ultralydstrmitter og receiver. Hardware er blevet udfærdiget i to dele. Den ene er programmeret hardware på PSoC'en, den anden er hardware uden for PSoC'en. Hardware designprocessen til VBTE'en gik igennem 3 faser:

1. Overordnet design
2. Nedbrydning af blokke
3. Opbygning af design

Gennem disse faser er designet blevet udfærdiget. Fremgangsmåden er anvendt for at overskueligtgøre systemet og lette arbejdet ved at dele systemet op i små dele. På *figur 10.4* ses det overordnede design af VBTE'en. Der vil i rapporten tages udgangspunkt i ventilkredsen samt receiverdriveren på PSoC'en.

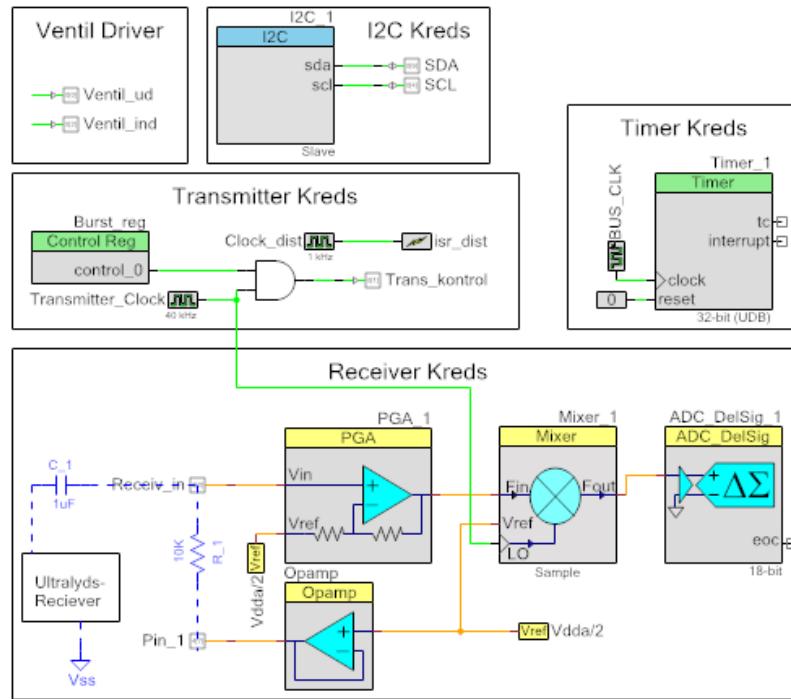


*Figur 10.4.* Illustrering af overordnet design af hardware på VBTE.

#### Hardware på PSoC'en

Hardware opbygget på PSoC'en kunne uden problemer være blevet designet uden for PSoC'en, men PSoC miljøet gør det meget nemt at arbejde med mange forskellige

elementer. Der vil i rapporten ligges vægt på transmitterkredsen samt receiverkredsen. På figur 10.4 ses hardware designet på PSoC'en.



Figur 10.5. Hardware på PSoC'en.

## Transmitterkreds

Transmitterkredsen står for at sende burst samt at time hvert burst. Dette opnåes med to clocks, en AND gate, en output pin samt et kontrol register. Transmitterclocken er indstillet til 40kHz da ultralydstransmitteren, ifølge databladet, opererer ved  $40\text{ kHz} \pm 1\text{ kHz}$ . Clocken er blevet målt på oscilloskop til  $40,3\text{ kHz}$ . Burst kontrolregisteret er anvendt til at AND'e clocken ud på trans\_kontrol pinden.

Clock\_dist interruptrutinen sørger for at tælle en variabel op der anvendes i main til at kalde burst funktionen. Dette gøres for at lave et nonblocking delay så andet kan køres på PSoC'en mens en burst er sendt afsted og der afventes detektion.

## Receiverkreds

Receiverkredsen modtager signalet fra ultralydsreceiveren og omsætter det til en detektion. Dette sker efter følgende opskrift:

Løfte signalet → Forstærkning → Mixning.

Signalet bliver løftet på  $\frac{V_{dd}}{2}$  fordi PSoC'en ikke kan arbejde med værdier under Vssa (GND). Dette gøres ved hjælp af en kondensator, en modstand og en spændingsfølger med  $\frac{V_{dd}}{2}$  på det positive ben.

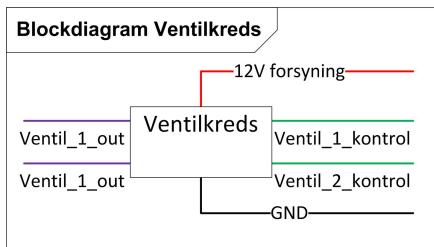
Efter signalet er løftet bliver det forstærket op af en PGA. Efter undersøgelser, hvor der blev sendt burst, er der valgt en forstærkning på 16, da der ca. modtages et signal på  $200\text{ mV}_p - p$ .

Herefter bliver signalet mixet med  $40\text{ kHz}$  og filtreret. Efter mixeren giver det, stort set, en DC og summen af de to signaler. Filteret er inbygget i Delta-Sigma ADC'en og har en

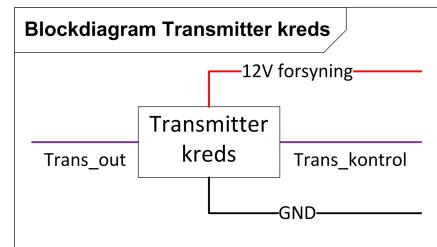
knækfrekvens ved  $\frac{Samplefrekvens}{3}$ . For at være sikker på at det meste af signalet er kommet over regnes der en opladningstid på filteret til 1/4 ms. Efter undersøgelser af signalet ind på ADC'en blev en spænding på 0,3 V.

### Hardware uden for PSoC'en

Uden for PSoC'en er der lavet 2 hardwareblokke. Disse har til ansvar at omsætte et kontrolsignal til en større spænding over de respektive enheder.



**Figur 10.6.** Hardwareblok for ventil



**Figur 10.7.** Hardwareblok for transmitteren

### Ventilkreds

Ventilkredsen får to kontrolsignaler fra PSoC'en og disse skal styre de to ventiler. Ventilerne monteret på kredsen er fra Danfoss og er af modellerne EV210A-1.2 og EV210A-4.5. Disse ventiler drives ved 12V 0.4A. Der er valgt en BD139 transistor til at forstærke signalet op. Denne har en forstærkning mellem 40 og 160 (aflæst fra databladet<sup>1</sup>). IO's på PSoC'en kan maksimalt trække en strøm på 4 mA og det vil i værste tilfælde ikke være nok til at trække ventilerne.

Der er derfor lavet en darlington kobling for at mindske belastningen af PSoC'en og for at sikre at der bliver lukket nok op for transistoren. Dette er gjort med en transistor af typen BC547. Transistorne er valgt ud fra pris og tilgængelighed. Der var først valgt en MOSFET IRLZ44n men denne var både for dyr og kunne klare en unødvendig stor effekt. Det smarte ved MOSFET'en er dog at den er spændingsstyret i forhold til de to andre transistorer.

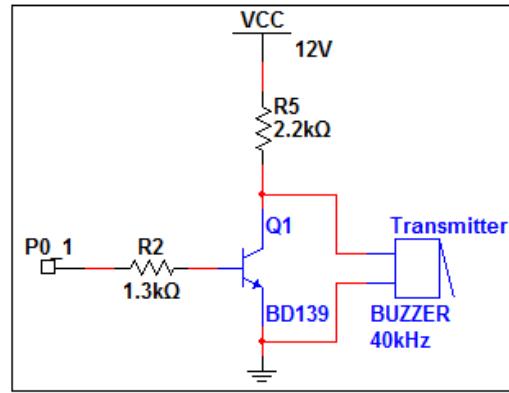
### Transmitterkreds

Transmitterkredsen anvender ultralydstranduceren som en højttaler. Denne er koblet over transistoren (Her anvendes også en BD139).

<sup>1</sup>Se bilag/BD139.pdf

Via. kontolsignalet fra PSoC'en, der bliver sendt ud ved 40 kHz, bliver der sat en spænding over transduceren.

Forsyningen hertil trækkes fra samme forsyning som ventilkredsen der bliver leveret fra powersupply'en. Ud fra databladet er der aflæst en ohmsk modstand på omtrent 10 k $\Omega$ . Derfor kan PSoC'en uden problemer selv trække denne kreds.

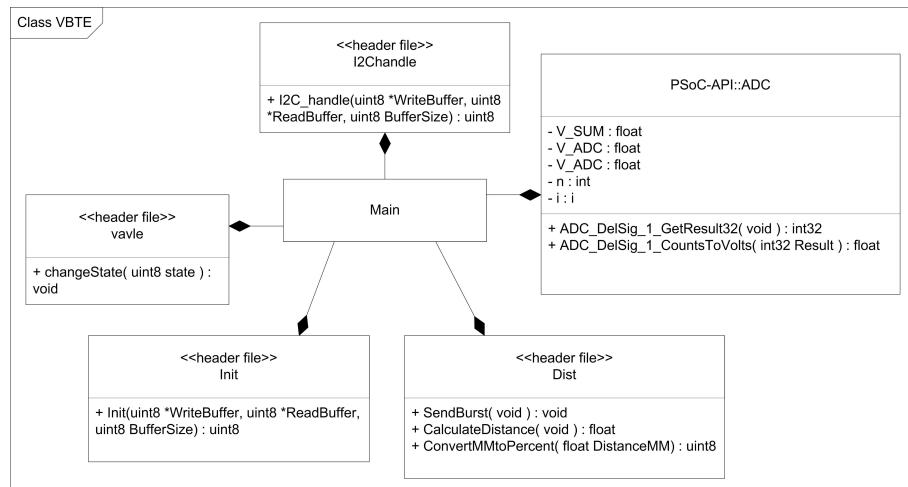


**Figur 10.8.** Transmitterkreds

For yderligere detaljer vedrørende hardware på VBTE henvises til *Deltajeret hardware design*.

## Software

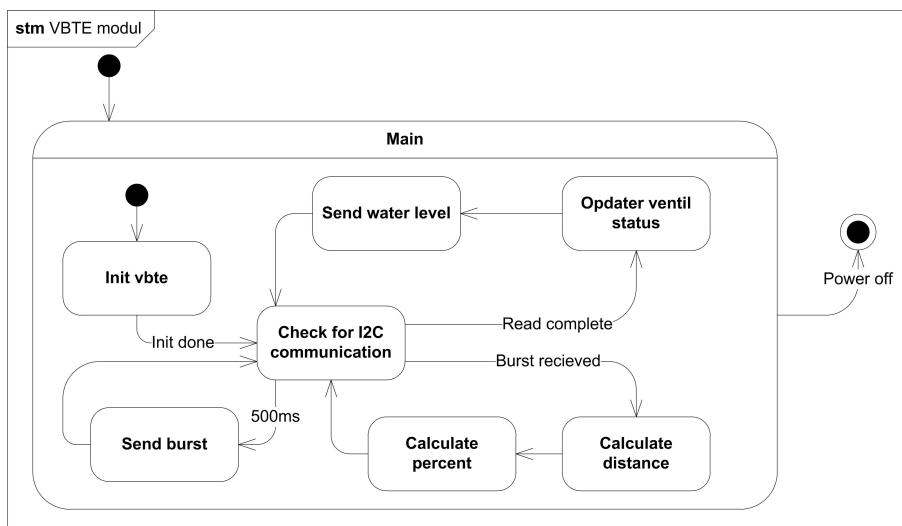
Softwareen til VBTE modulet er blevet designet til at kunne opfylde kravene i kravspecifikationen samt arkitekturen i systemarkitekturen. Den er blevet designet til at passe til hardwaren så den kan kontrollere de enkelte elementer. I designfasen er der blevet udfærdiget et klassediagram samt en statemachine over funktionaliteten. På figur 10.5.1 ses klassediagrammet for VBTE modulets software.



**Figur 10.9.** Klassediagram over VBTE

Selvom softwareen er skrevet i C er der lavet klasser for alle h-filer for at gøre systemet overskueligt. For detaljerede metodebeskrivelser henvises til detaljert software design.

For at overskueligtgøre funktionaliteten af softwaren anvendes statemachinediagrammet. Dette viser de forskellige tilstande programmet til enhver tid kan befinde sig i.



**Figur 10.10.** Statemachine for VBTE software

### 10.5.2 SM

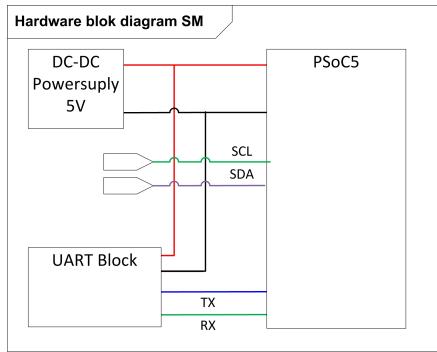
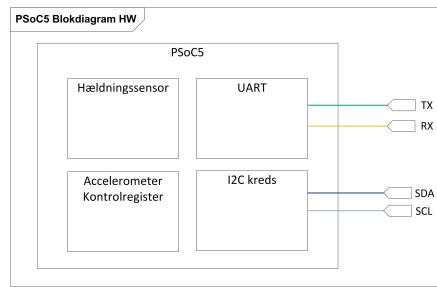
I dette afsnit beskrives design og implementering af SM modulet. SM modulet består af både software og hardware.

#### Hardware

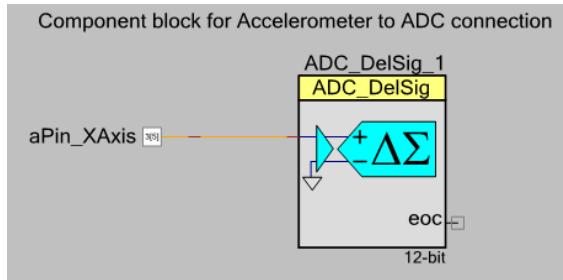
SM modulets hardware består af en konverteringskreds og en PSoC. På PSoC'en er monteret et Kionix KXSC7-2050 accelerometer. Konverteringskredsen anvendes til at sende UART signaler fra PSoC til en KI modulet. Accelerometerets x-akse anvendes til hældningsmålinger for hældningssensorblokken. Designfasen til SM er delt op i 3 faser:

1. Overordnet design
2. Nedbrydning af blokke
3. Opbygning af design

Denne fremgangsmåde gør det muligt for en udefrakommende at følge med i processen og at kunne implementere modulet så det overholder de krav der er stillet. Ligeledes gør fremgangsmåden det lettere at overskue flere løsninger til hvert problem. på *Figur 10.11* ses det Overordnede design og på *Figur 10.12* ses PSoC blokken i SM. Der bliver efterfølgende taget udgangspunkt i Hældningssensoren.

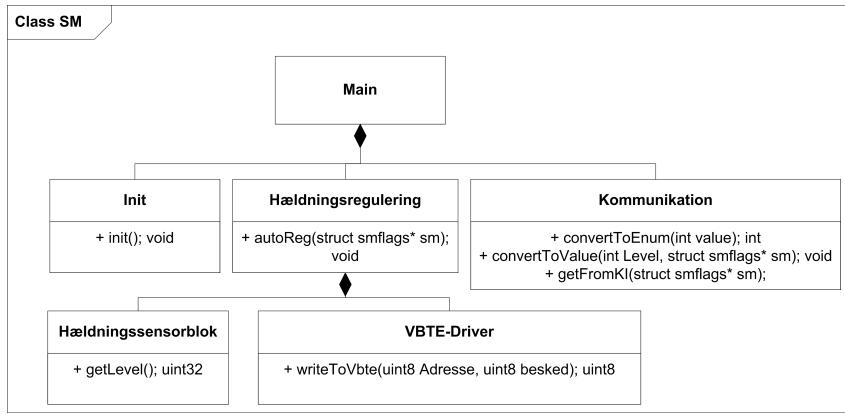
**Figur 10.11.** Hardware blok for SM**Figur 10.12.** PSoC blok for sm

Hældningssensoren består af 2 komponenter: det fornævnte accelerometer samt en DelSig ADC internt i PSoC'en. Valget af accelerometer kommer af at have lavet en række prototyper der ikke mødte vores krav, hvilket accelerometeret i PSoC'en gjorde. Valget af ADC faldt på en DelSig da, den er meget støj immun grundet det indbyggede lavpas filter og har en høj opløsning. Valgte komponenter er illustret på *Figur 10.13*. ADC konverterer det analoge signal fra, en pin forbundet til, accelerometeret til en digital værdi der så senere bliver anvendt i softwaren. For ADC og accelerometerets opsætning se da afsnit 12.1.5 *Detaljeret hardware design* i Bilag.

**Figur 10.13.** Hældningssensorens implementering

## Software

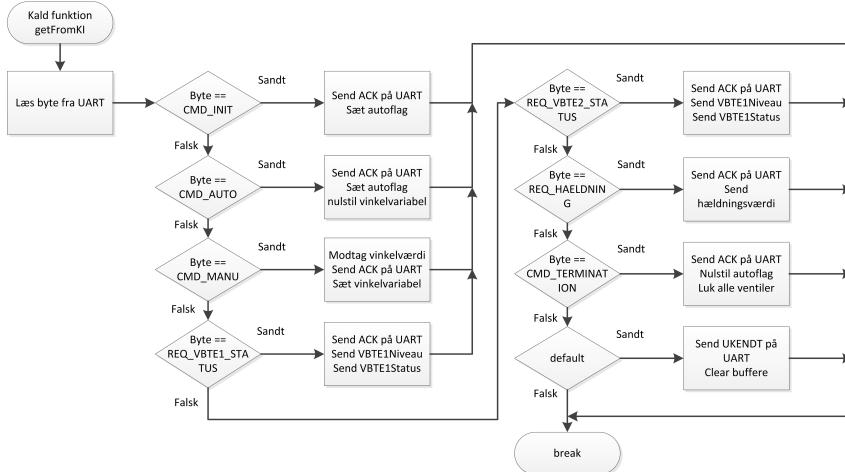
SM software behandler den konverterede data fra ADC'en samt kommunikation med VBTE og KI modulernerne. Sofwarens udvikling har fulgt de samme faser som hardwaren, hvilket har ført til letforståelig og læselig kode. Softwaren er illustreret på *Figur 10.14*. Der vil efterfølgende blive taget udgangspunkt i funktionerne autoReg og getFromKI.



**Figur 10.14.** Klassediagram for SM

### getFromKI

Funktionen er bedst beskrevet med et flowdiagram:



**Figur 10.15.** Flowdiagram for funktionen getFromKI

Funktionen har til ansvar at kommunikere med KI efter de krav opsat i Kravspecifikation. Hver ACK er relateret til den besked, der er modtaget, så KI modulet ved hvilken besked, SM har modtaget. Dette sikre pålidelig overførsel.

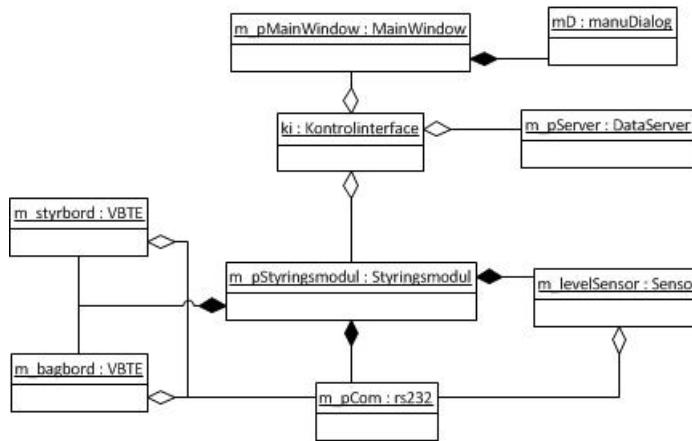
### 10.5.3 Kontrolinterfacet

I dette afsnit beskrives design og implementering af Kontrolinterfacet som lavet på baggrund af kravspecifikationen og systemarkitekturen.

Designet af Kontrolinterfacet afspejler meget den generelle opbygning af systemet. Således er hvert element af systemet implementeret som en klasse. Derudover er der nogle hjælpeklasser. En oversigt over klasserne og deres ansvar kan ses i tabel 10.2

Det gælder for VBTE-, SM- og Sensor-klasserne at når der efterspørges en af de værdier, klassen har ansvaret for, så benyttes RS232-objektet til at fremskaffe disse værdier ved

hjælp af den serielle kommunikationsprotokol.



**Figur 10.16.** Oversigt over, og sammenhæng mellem, objekter i kontrolinterface-programmet

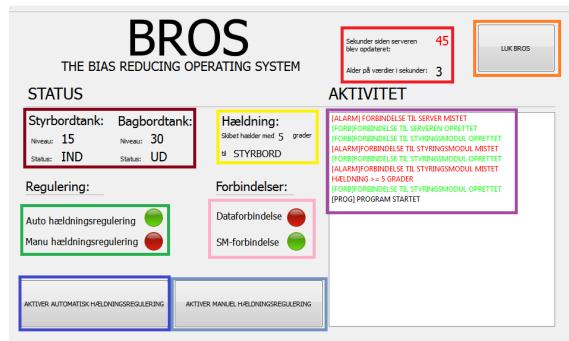
### Kontrolinterfacets klasser

Kontrolinterface:	Programmets hovedklasse. Eksisterer for at rydde op i main-funktionen.
DataServer:	Står for alt TCP-kommunikationen med databasen. Oprettet af KI-klassen
Styringsmodul:	Oprettet af KI og opretter VBTE-, Sensor- og RS232klasserne.
Sensor:	Oprettet af SM og er ansvarlig for hældningsværdien.
VBTE:	Der eksisterer et VBTE-objekt for hvert fysisk VBTE-modul. Det er objektets ansvar at holde styr på værdierne for sit VBTE-modul.
RS232:	Objektet oprettes af SM-klassen og VBTE- og Sensorobjekterne har en delt association til den. Objektet har ansvaret for kommunikationen med det fysiske SM-modul. Objektet formidler sig på en protokol forstået den kommunikationsansvarlige kode på SM-modulet. Protokollen kan ses i dokumentet for det detaljerede softwaredesign.
MainWindow:	Oprettet af KI-klassen. Kontrollerer og overvåger den grafiske brugergrænseflade.
manudialog:	Oprettet af MainWindow og styrer den dialog, der fremkommer når man ønsker en manuel hældningsregulering.

**Tabel 10.2.** Kontrolinterfacets klasser

### Grafisk brugergrænseflade

I denne sektion vil der kort blive gennemgået det vigtigste vindue i den grafiske brugergrænseflade; hovedvinduet. En gennemgang af de resterende vinduer vil kunne findes i Softwaredesign Appendix A: Kontrolinterface. På figur 10.5.3 er hovedvinduet vist. Her er vinduets elementer indrammet. En beskrivelse af hvert element vil kunne findes i tabel 10.5.3.



**Figur 10.17.** På figuren ses hovedvinduet for Kontrolinterface-programmet

## Hovedvinduets elementer

### 1: Forsinkelse i sekunder

Det øverste tal fortæller tiden i sekunder siden serveren sidst er blevet opdateret succesfuldt. Nedenunder udskrives tiden i sekunder siden værdierne i boks tre og fire er blevet opdateret.

### 2: Nedlukningsknap

Anvendes til at lukke programmet. Programmet åbner dialogen som ses i ??

### 3: Vandballasttankene

Her kan status for vandballasttankene aflæses. Niveauet er hvor fyldt tanken er angivet i procent. Hvis niveauet er over 70% skrives tallet med rødt. Status angiver vandets flow i tanken: IND/UD/LUKKET.

### 4: Hældningssensor

Værdien for hældningen af skibet angives i antal grader og i hvilken side skibet hælder.

### 5: Reguleringsstatus

Her angives hvorvidt automatisk eller manuel hældningsregulering er aktiveret. Der vil altid kun være en og kun en af disse aktiveret. Derfor vil der altid være en rød og en grøn indikator tændt. I dette eksempel er den automatisk hældningsregulering aktiveret.

### 6: Forbindelser

Indikerer hvorvidt der er forbindelse til Styringsmodulet og serveren. Dataforbindelse er rød hvis det ikke lykkedes at oprette forbindelse til serveren ved sidste forsøg. SM-forbindelse er rød hvis det ikke lykkedes at få de ventede svar fra Styringsmodulet. I denne situation er der forbindelse til styringsmodulet, men ikke serveren.

### 7: Automatisk reguleringsknap

Ved tryk på denne knap vil man komme til dialogen på ?? såfremt automatisk styring ikke er aktiveret. Hvis den er aktiveret og man trykker på knappen vil dialogen på figur ?? fremkomme.

Bringer dig til dialogen på figur ??

### 8: Manuel reguleringsknap

Her udskrives vigtige hændelser i programmet med farvekoder. I dette eksempel kan det ses hvordan alarmer skrives med rødt og oprettede forbindelser skrives med grønt.

### 9: Aktivitetslog

## 10.6 Resultater

### 10.7 Opnåede erfaringer

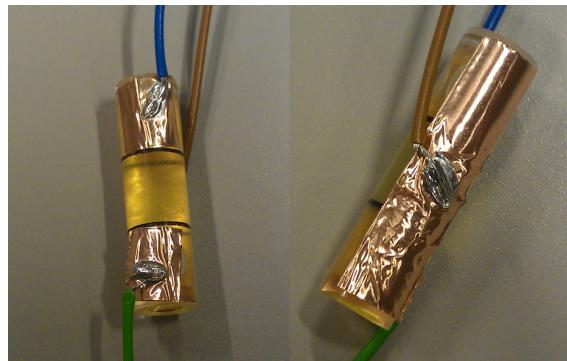
#### 10.7.1 Generelt

Gruppen har fra start ville uddelegerede opgaver og ansvar for at lette arbejdsprocessen. Systemet blev derfor opdelt i moduler med en ansvarlig tilknyttet. Modulerne blev uddelt efter interesse. Dette har været en rigtig god løsning for flere af gruppens medlemmer tidligere, men i dette forløb har det vist sig også at være en hæmsko. Det fælles projektarbejde blev hurtigt fem personer, der sad med hvert deres lille område af projektet. Den interne kommunikation udeblev, og sparringen blev mangelfuld på grund af manglende indsigt i hvad de resterende gruppemedlemmer lavede.

Gruppen har i dette projekt bestået af 5 elektronik ingenørstuderende. Dette har skabt nogle problemer med hensyn til programmeringsdelen af projektet. Gruppen har dog været god til at søge hjælp til problematiske opgaver, hvilket har gjort at programmeringstunge moduler er blevet implementeret korrekt.

#### 10.7.2 Udvikling af hældningssensor

Vi har startede med at udvikle på en prototype af en libellesensor vist på *Figur 10.18*. Vi



*Figur 10.18.* henning

kom frem til at den har en kapacitet på omkring  $1 * 10^{-15} [F]$ . Det gør det praktisk umuligt at anvende da vores filter så har en alt for stor cutoff frekvens liggende over 3.0 MHz. Den høje frekvens giver en stor selvinduktion i vores ledning. Samtidig kan vi ikke lave sinus med denne frekvens med PSoC'en. Dette gjorde at vi måtte finde en anden løsning.

Næste prototype bestod af et potmeter og et pendul. Dog havde potmeteret en for stor friktionsmodstand, der gjorde det upræcist i forhold til vores krav.

Vi har gennem et tredje semestersfag fundet ud af at PSoC'en indeholder et accelerometer. Vi valgte så at lave en prototype med det. Dette viste sig at være en god løsning.

#### 10.7.3 Metoder

Gruppen var opsatte på at have læst review på projektets dokumentation, men de adspurgte grupper havde ingen interesse i at lave review udvekslinger. Dette har ført

til at dokumentationen blev gennemlæst på et senere tidspunkt af gruppens vejleder. Grundet udskydelsen havde gruppen set sig nødsaget til at forlænge tidsplanen for at opdatere og forbedre foreløbigt færdig dokumentation. Dette førte til at design og, i sidste ende, implementering blev udskudt, hvilket medfører et stort pres imod slutningen af projektforløbet.

Gruppens opdeling i udviklingsmetoden har været meget flydende. Selv om der har været en projektleder og scrummaster har det ikke været nødvendigt, da gruppen har arbejdet godt sammen og diskuteret udviklingsmetoden til fuldest. Der har i forløbet været en udskiftning i koordinatorposten, hvorefter rumkoordinering har forløbet godt.

Gruppen har fået en bedre forståelse for eventuelt kommunikation med en kunde gennem flere iterationer af kravspecifikation.

# Konklusion 11

---



# Referencer 12

---

## 12.1 Artefakter

### 12.1.1 Kravspecifikation

Kravspecifikationsdokumentet er udarbejdet i begyndelsen af projektet og omfatter beskrivelse af Use Cases, ikke funktionelle krav samt kvalitetsfaktorer. Den fuldstændige kravspecifikation kan ses i bilag. (Kravspecifikation.pdf)

### 12.1.2 Accepttestspezifikation

Accepttestspezifikationsdokumentet beskriver de tests der skal laves for at undersøge om de ønskede krav er opfyldt. Den fuldstændige accepttestspezifikation kan ses i bilag (Accepttest.pdf).

### 12.1.3 Systemarkitektur

Systemarkitektur dokumentet beskriver systemets HW/SW opbygning og grænseflader. Den fuldstændige systemarkitektur kan ses i bilag (Systemarkitektur.pdf).

### 12.1.4 Integrationstestspezifikation

Integrationstestspezifikation beskriver de test der skal laves for at undersøge hvorledes de forskellige komponenter kan kommunikere. Den fuldstændige Integrationstest kan ses i bilag (Integrationstest.pdf).

### 12.1.5 Detaljeret design

Det detaljerede design dokument beskriver hvordan HW/SW er designet og hvordan systemets komponenter fungerer. Det fuldstændige Detaljeret design dokument kan ses i bilag (Detaljeret Hardware design.pdf og Detaljeret Software design.pdf).

### 12.1.6 Enhedstestspezifikation

Enhedstestspezifikation beskriver de tests der skal laves for at undersøge om de forskellige stubbe af systemet fungere hensigtsmæssigt. Den fuldstændige enhedstestspezifikation kan ses i bilag (Enhedstest.pdf).

## 12.2 Hjemmesider

<http://www.docs.google.com> <http://office.microsoft.com/en-us/visio/> [http://www.maplesoft.com/](http://www.maplesoft.com)  
<http://www.ni.com/multisim/>

## 12.3 Liste over bilag på CD

Komponentliste.pdf SCRUM.xls Logbog.pdf

### 12.3.1 Kode

#### KI

hest

#### SM

hestning

#### VBTE

honning

#### Server

### 12.3.2 Dokumentation

Accepttest.pdf

Arkitektur.pdf

Detaljeret.hardware\_design.pdf

Detaljeret.software\_design.pdf

Enhedstest.pdf

Integrationstest.pdf

Kravspecifikation.pdf

### 12.3.3 Datablade

PSoC Kionix KXSC7 datasheet (Accelerometer) ST3232 OSV! HESTE

### 12.3.4 Billeder

hvis vi har billeder af vores produkt!