



AARHUS SCHOOL OF ENGINEERING

SUNDHEDSTEKNOLOGI  
3. SEMESTERPROJEKT

---

# Dokumentation

---

*Gruppe 2*

Anne Bundgaard Hoelgaard (201404492)  
Mette Hammer Nielsen-Kudsk (201408391)  
Ditte Heebøll Callesen (201408392)  
Martin Banasik (201408398)  
Albert Jakob Fredshavn (201408425)  
Johan Mathias Munk (201408450)

*Vejleder*

Studentervejleder  
Peter Johansen  
Aarhus Universitet

26. november 2015

*Gruppemedlemmer*

Anne Bundgaard Hoelgaard (201404492)	Dato
Mette Hammer Nielsen-Kudsk (201408391)	Dato
Ditte Heebøll Callesen (201408392)	Dato
Martin Banasik (201408398)	Dato
Albert Jakob Fredshavn (201408425)	Dato
Johan Mathias Munk (201408450)	Dato

*Vejleder*

Peter Johansen	Dato
----------------	------

# Ordliste

---

Ord	Forklaring
(F)URPS+	Et akronym, der repræsenterer en model til klassificering af softwarens kvalitet
GUI	Graphical User Interface (Grafisk brugergrænseflade)
VPN	Virtual Private Network

# Indholdsfortegnelse

---

# Indledning 1

---

I dag bruges blodtryksmålere mange steder, både på hospitalet og i hjemmet. Blodtryksmålere kan måle en persons blodtryk, hvor den viser puls, samt diastoliske- og systoliske tryk i numeriskform og afbilledet i en graf.

Vi har i valgt at arbejde ud fra, at blodtryksmåleren skal bruges til forskning. Derfor skal systemet gemme samtlige målinger der bliver foretaget, så en forsker senere kan tilgå dem. Samtidig skal selve puls og tryk vises på en graf, som skal være nem at aflæse. Brugeren vil kunne benytte målere gennem et interface, hvor han kan starte og gemme målinger. Det er også her af grafen vises.

Fra start var der givet nogle krav som systemet skal opfylde, samtidig har vi tilføjet nogen for at få de ting løst, vi som gruppe synes var vigtige. Disse kan findes i Kravspecifikationen og i Krav.

Nærmere informationer om opbygning af Hardware og Software kan findes i Systemarkitektur, som er delt ind efter Hardware og Software. Her under findes også modultests. Under integrationstest kan det ses, hvordan vi har testet hele systemet samlet, både Hardware og Software. Under Accepttest ses, om systemet opfylder kravene der blev sat.

## Ansvarsområde

### Initialer:

Albert Jakob Fredshavn - AJF

Martin Banasik - MBA

Mette Hammer Nielsen-Kudsk - MHNK

Ditte Heebøll Callesen - DHC

Johan Mathias Munk - JMM

Anne Bundgaard Hoelgaard - ABH

Afsnit	Ansvarlig
--------	-----------

---

Indledning	
------------	--

Kravspecifikation	
-------------------	--

Hardware arkitektur	
---------------------	--

Software arkitektur	
---------------------	--

Software implementering	
-------------------------	--

Accepttest	
------------	--

## Fejlrapport

# Kravspekifikation 2

---

## 2.1 Versionshistorik

Version	Dato	Ansvarlig	Beskrivelse
0.1	21-09-2015	MH NK og MB	Oprettelse og udfyldning af kravspecifikation
0.2	24-09-2015	DHC og ABH	Omskrivning af UC1 - UC5
0.3	28-09-2015	ABH	Ikke-funktionelle krav
0.4	08-10-2015	Alle	Tilrette efter review med Grp. 1
0.5	15-10-2015	MB	Indskrevet i LaTeX
0.6	20-10-2015	MH NK	Tilretning

## 2.2 Godkendelsesformular

Forfattere      Anne Hoelgaard, Ditte Heebøll, Martin Banasik, Albert Fredshavn,  
Mathias Munk og Mette Hammer Nielsen-Kudsk

---

Godkendes af   Peter Johansen

Antal sider      ??

Kunde            IHA

Ved underskrivelse af dette dokument accepteres det af begge parter, som værende kravene til udviklingen af det ønskede system.

---

Sted

---

Dato

---

Kundens underskrift

---

Leverandørens underskrift

## 2.3 Indledning

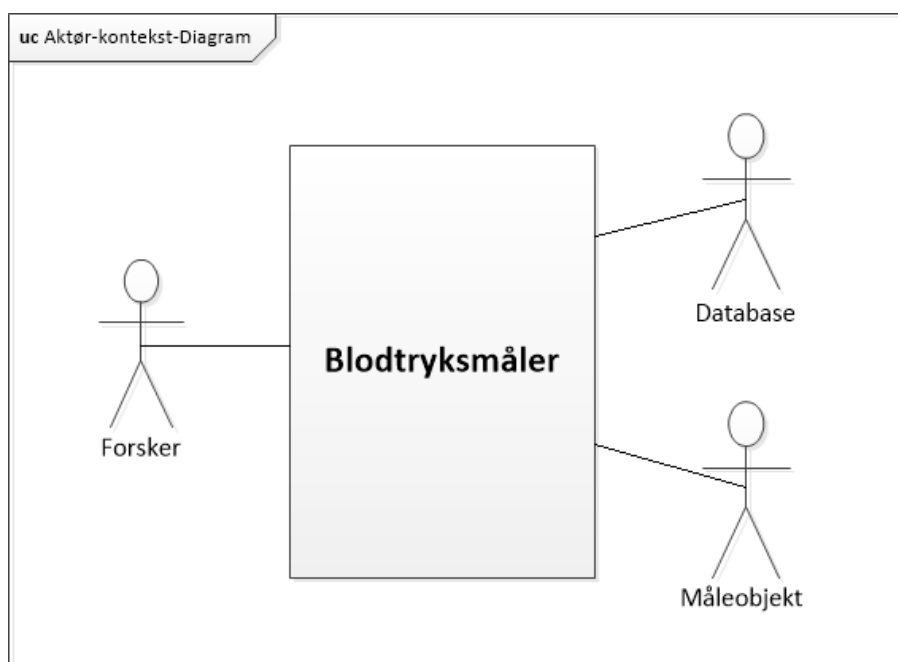
På baggrund af krav fra kunden samt hvad leverandøren finder muligt, er denne kravspecifikation blevet udarbejdet. Denne kravspecifikation har til formål at specificere kravene til produktet. Dette projekt tager udgangspunkt i en blodtryksmåler, hvortil der er en række aktører, som interagerer med et system, der er beskrevet yderligere nedenfor.

## 2.4 Systembeskrivelse

Blodtryksmålersystemet ønskes udviklet således at systolisk og diastolisk blodtryk samt puls kan bestemmes ud fra en invasiv arteriel blodtryksmåling. Der udvikles instrumentering til den udleverede transducer som hardware og et software-program til kontinuerligt visning af målt blodtryk, samt til udskrivelse af løbende systoliske, diastoliske og puls værdier. Disse to dele udgør til sammen systemet.

## 2.5 Funktionelle krav

### 2.5.1 Aktør-kontekstdiagram



Figur 2.1: Aktør-kontekstdiagram



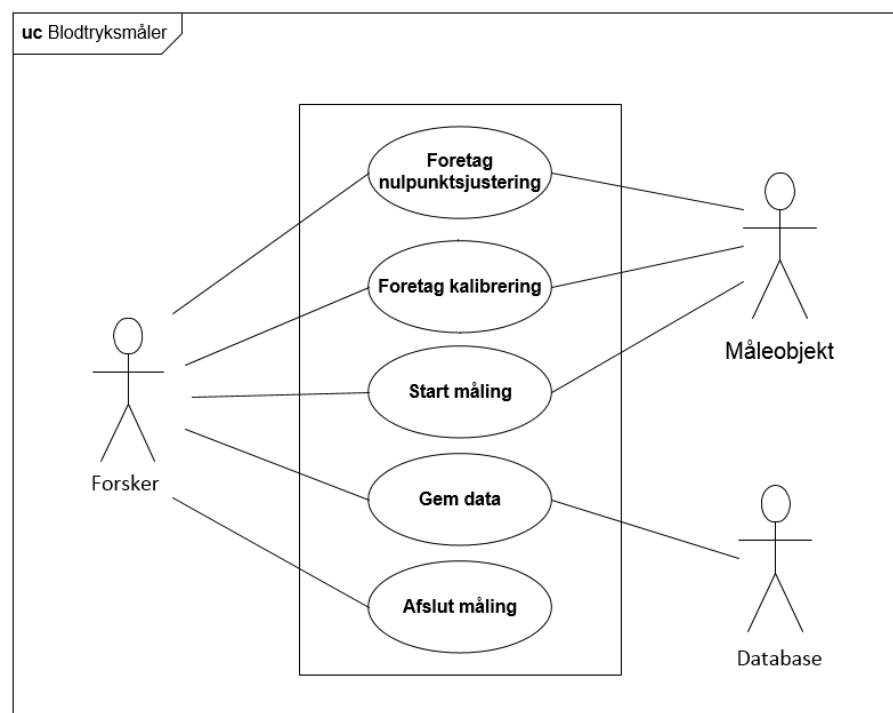
Af dette diagram ses vores aktører til at være: Forsker, Måleobjekt og Database. Herunder er der en detaljeret beskrivelse af hver aktør.

### 2.5.2 Aktørbeskrivelse

Aktørnavn	Type	Beskrivelse
Forsker	Primær	Forskeren er aktøren, der starter og giver besked om at data ønskes gemt samt afslutter fysisk måling af blodtryk.
Database	Sekundær	Databasen er aktøren, hvori måledata bliver gemt.
Måleobjekt	Sekundær	Måleobjekt er aktøren, hvorfra blodtrykssignalet indhentes. Måleobjektet er tilkoblet transduceren. I den endelige version er måleobjektet In Vitro maskinen, som findes i Cave Lab. Under løbende test i udviklingsprocessen benyttes Analog Discovery og Waveform.

*Tabel 2.3: Aktørbeskrivelse*

### 2.5.3 Use case-diagram



*Figur 2.2: Use Case-diagram*

Diagrammet ovenfor viser at systemet har fem Use Cases: Foretag nulpunktsjustering, Foretag kalibrering, Start måling, Gem data og Afslut måling. Herunder følger en nærmere beskrivelse af de enkelte Use Cases, gennem et fully-dressed Use Case skema.

Systemet består af en computer, hvor softwaren er placeret, en NI-DAQmx, en Analog Discovery samt en transducer med tilhørende implementering. Systemet gør det muligt at foretage en blodtryksmåling på et måleobjekt, som er tilsluttet og sender disse signaldata

ind i systemet via transduceren og det tilhørende hardware, hvor signalet vises. Det ønskede interval af blodtrykssignalet gemmes så i databasen.

I systemet benyttes algoritmer til at analysere signalet, ud fra opsatte grænseværdier, så systolisk, diastolisk og puls værdier hentes frem. Disse algoritmer undersøger signalet for hvor top og bund er placeret. Da top er signalets systoliske værdi og bund er signalets diastoliske. Puls bestemmes ved at tælle antallet af blodtryksperioder pr. minut.

Brugergrænseflade er det som forsker initierer med, altså herfra hvor systemet aktiveres. Brugergrænsefladen forkortes til GUI.

## 2.5.4 Use Cases

### Use Case 1

Scenarie	Hovedscenarie
Navn	Foretag nulpunktsjustering
Mål	At få foretaget en nulpunktsjustering
Initiering	Startes af Forsker
Aktører	Forsker (primær), Måleobjekt (sekundær)
Referencer	
Samtidige forekomster	Én nulpunktsjustering pr. kørsel
Forudsætninger	Alle systemer er ledige og operationelle
Resultat	Nulpunktsjustering er blevet foretaget efter ønske
Hovedscenarie	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pop-up vindue for nulpunktsjustering er åbent</li> <li>2. Forsker trykker på: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Ja-knap for at starte en nulpunktsjustering <ol style="list-style-type: none"> <li>i. System beder om udlignelse af atmosfærisk tryk</li> <li>ii. System venter på bekræftigelse fra forsker</li> <li>iii. Nulpunktsjustering foretages og vinduet lukker efter endt justering</li> </ol> </li> <li>b. Nej-knap for ikke at få foretaget en nulpunktsjustering <ol style="list-style-type: none"> <li>ii. Vinduet lukker</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>
Undtagelser	-

*Tabel 2.4: Fully dressed Use Case 1*

### Use Case 2

Scenarie	Hovedscenarie
Navn	Foretag kalibrering
Mål	At få foretaget et valg om kalibrering, samt evt. udført kalibrering
Initiering	Startes af Forsker
Aktører	Forsker (primær), Måleobjekt (sekundær)
Referencer	Use Case 1
Samtidige forekomster	Én kalibrering pr. kørsel
Forudsætninger	Alle systemer er ledige og operationelle
Resultat	Kalibrering er blevet foretaget efter ønske
<hr/>	
Hovedscenarie	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pop-up vindue for kalibrering er åbent</li> <li>2. Forsker trykker på: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Ja-knap for at starte en kalibrering <ol style="list-style-type: none"> <li>i. System beder om signal til justering</li> <li>ii. System venter på bekræftigelse fra forsker</li> <li>iii. Kalibrering foretages og vinduet lukker efter endt kalibrering</li> </ol> </li> <li>b. Nej-knap for ikke at få foretaget en kalibrering</li> </ol> </li> <li>ii. Vinduet lukker</li> </ol>
Undtagelser	-

Tabel 2.5: Fully dressed Use Case 2

### Use Case 3

---

Scenarie	Hovedscenarie
Navn	Start Måling
Mål	At få foretaget en blodtryksmåling
Initiering	Startes af Forsker
Aktører	Forsker (primær), Måleobjekt (sekundær)
Referencer	Use Case 1 og Use Case 2
Samtidige forekomster	Ét signal pr. måling

Forudsætninger	Use Case 1 og Use Case 2 er kørt succesfuldt, samt alle systemer kører og er klar til at foretage en måling
Resultat	Systolisk-, diastolisk blodtryk samt puls bliver vist på GUI
Hovedscenarie	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Forsker indtaster Forsøgsnavn</li> <li>2. Filteret signal er valgt per default af systemet  <i>[Undtagelse 1:]</i> Forsker vælger ufiltreret signal på radiobutton</li> <li>3. Forsker trykker på Start-knap på GUI</li> <li>4. Signal for blodtryk vises på GUI</li> <li>5. Systolisk og diastolisk blodtryk samt puls bliver vist i bokse på GUI</li> </ol>
Undtagelser	<i>[Undtagelse 1]</i> Forsker vælger ufiltreret signal <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Use Case fortsættes fra punkt 3</li> </ol>

Tabel 2.6: Fully dressed Use Case 3

#### Use Case 4

Scenarie	Hovedscenarie
Navn	Gem data
Mål	At gemme data i databasen
Initiering	Startes af Forsker
Aktører	Forsker (primær), Database(sekundær)
Referencer	Use Case 1 - 3
Samtidige forekomster	Ét signal pr. måling
Forudsætninger	Use Case 1 og 2 er kørt succesfuldt, Use Case 3 kører. VPN er tilsluttet.
Resultat	Systolisk- og diastolisk blodtryk samt puls er blevet gemt i en Database under Forsøgsnavn
Hovedscenarie	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Forsker trykker på Gem-knap</li> <li>2. Systemet gemmer det fremadrettede ufiltreret signal i Database</li> <li>3. Forsker trykker på Gem-knap for at stoppe med at gemme</li> </ol>

	[ <i>Undtagelse 1:</i> ] Forsker trykker på Afslut-knap
4.	Det fremgår af GUI at data er gemt
Undtagelser	[ <i>Undtagelse 1:</i> ] Forsker trykker på Afslut-knap
a.	Systemet stopper med at gemme, hvorefter systemet lukker

Tabel 2.7: Fully dressed Use Case 4

## Use Case 5

Scenarie	Hovedscenarie
Navn	Afslut måling
Mål	At stoppe måling af blodtryk
Initiering	Startes af Forsker
Aktører	Forsker (primær)
Referencer	Use Case 1 -3
Samtidige forekomster	Ét signal pr. måling
Forudsætninger	Use Case 1 og 2 er kørt succesfuldt, Use Case 3 kører
Resultat	Måling af blevet stoppet
Hovedscenarie	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Forsker trykker på Afslut-knap</li> <li>2. Måling stopper, hvorefter systemet lukker.</li> </ol>
Undtagelser	-

Tabel 2.8: Fully dressed Use Case 5

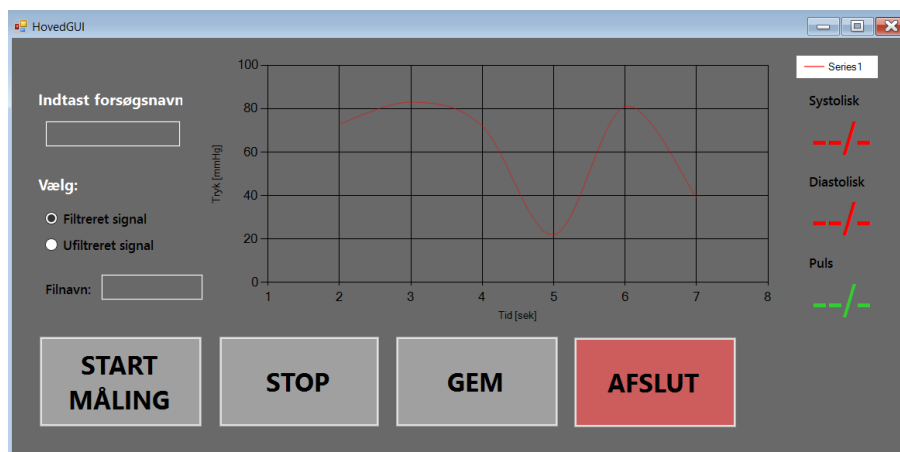
## 2.6 Ikke-funktionelle krav

### 2.6.1 (F)URPS+

#### Functionality

1. Blodtryksmåleren skal indeholde en Start-knap til at igangsætte målingerne.
2. Blodtryksmåleren skal indeholde en Afslut-knap hvorfra måling kan stoppes.
3. Blodtryksmåleren skal indeholde en Gem-knap til at gemme målingerne i Databasen.

4. Blodtryksmåleren skal indeholde en tekstboks til forsøgsnavn, hvori forsker indtaster det pågældende forsøgsnavn.
5. Blodtryksmåleren skal indeholde radiobutton til filtreret signal, denne skal være default valget.
6. Blodtryksmåleren skal indeholde radiobutton til ufiltreret signal.
7. Blodtryksmåleren skal indeholde tekstbokse til puls, systolisk og diastolisk blodtryk som vises med op til tre cifre.
8. GUI'en skal se ud som vist på figuren herunder:



Figur 2.3: Skitse af GUI

## Usability

1. Forskeren skal kunne starte en default-måling maksimalt 30 sekunder efter systemet er startet.

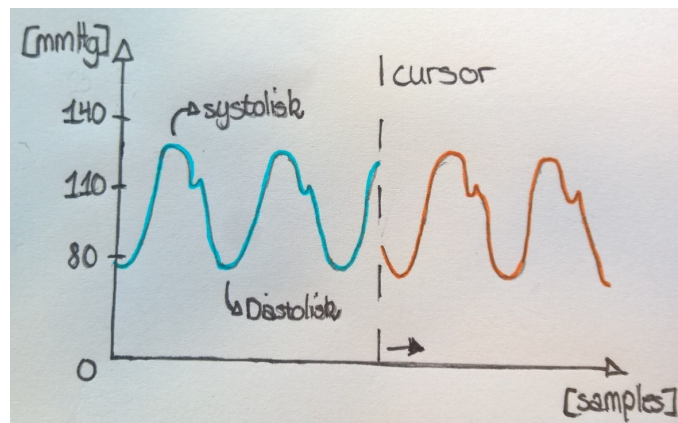
## Reliability

1. Det skal maksimalt tage 5 timer at gendanne systemet (MTTR - Mean Time To Restore)
2. Systemet skal have en opetid uden nedbrud på minimum 1 måned (720 timer) (MTBF - Mean Time Between Failure).
3. Systemet skal have en opetid/køretid på:

$$Availability = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100 = \frac{720}{720 + 5} * 100 = 99,31\% \quad (2.1)$$

## Performance

1. Blodtryksmåleren skal, indenfor 3 sekunder, kunne vise systolisk og diastolisk blodtryk via graf. Dette accepteres med en tolerance på  $\pm 15\%$ .
2. Blodtryksmåleren skal, inden for måleperioden, kunne alarmere hvis patienten har forhøjet eller for lavt blodtryk. Defineres efter grænseværdier beskrevet i... xxxx...
3. Blodtryksmåleren skal, indenfor 30 sekunder fra der er trykket på Gem-knap, kunne gemme målingerne i Databasen. Dette accepteres med en tolerance på  $\pm 15\%$ .
4. Grafen vises i ét vindue, hvor y-aksen måles i mmHg (millimeter kviksølv) og x-aksen i tid pr. sekund.
5. Hvert 7. sekund skal værdier for systolisk og diastolisk blodtryk samt puls opdateres. Dette accepteres med en tolerance på  $\pm 15\%$ .
6. Graf for blodtryk skal køre kontinuerligt i GUI efter følgende princip, hvor det blå signal erstatter det orange signal ved at den seneste måling altid sættes ved cursorens placering.



Figur 2.4: Graf for blodtryk

7. Når der trykkes på Gem-knap gemmes det ufiltrerede signal under det indtastede forsøgsnavn og et autogenereret nr. "forsøgsnavn\_nr"
8. Systemet skal kunne måle blodtryksværdier fra 0 til 250 mmHg.

### Supportability

1. Forskeren skal kunne udskifte hardwaren på 10 minutter.
2. Softwaren skal opbygges med lav kobling.

# Systemarkitektur 3

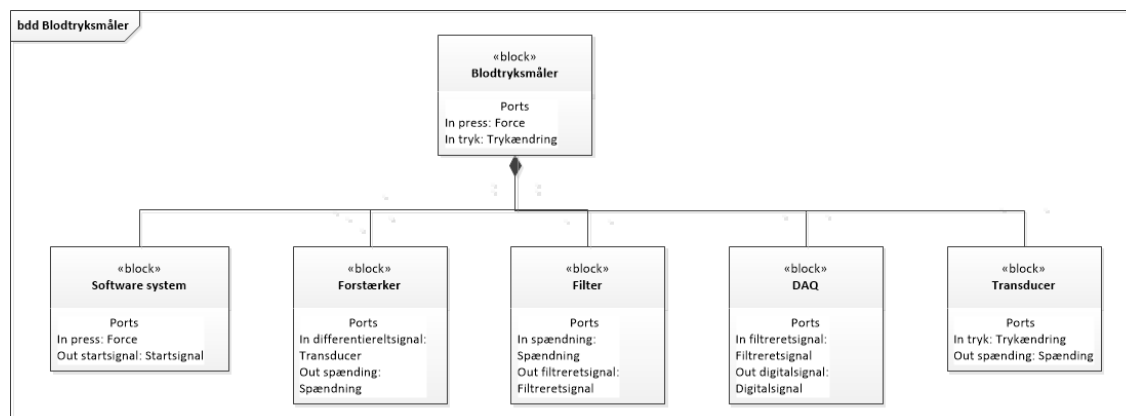
Version	Dato	Ansvarlig	Beskrivelse
0.1	03-11-2015	MB	Oprettelse
0.2	10-11-2015	DHC, MB	HW Start af skrivning, indsætning af billeder
0.3	11-11-2015	DHC	HW Forstrækning
0.4	18-11-2015	ABH	HW rettelse af diagrammer
0.5	18-11-2015	DHC, AJF	HW Forstrækning, modultest

I det følgende beskrives arkitekturen for systemet. Systemarkitekturen er vores udviklingsramme for den videre udvikling af design og implementering af blodtrykssystemet. Designet af systemet er grebet an således at først kigges der på det overordnede system, hvorefter systemet arbejdes ned i mindre brudstykker. Dette gøres ved at benytte diagrammer med tilhørende beskrivelser.

## 3.1 Hardware

### 3.1.1 Design

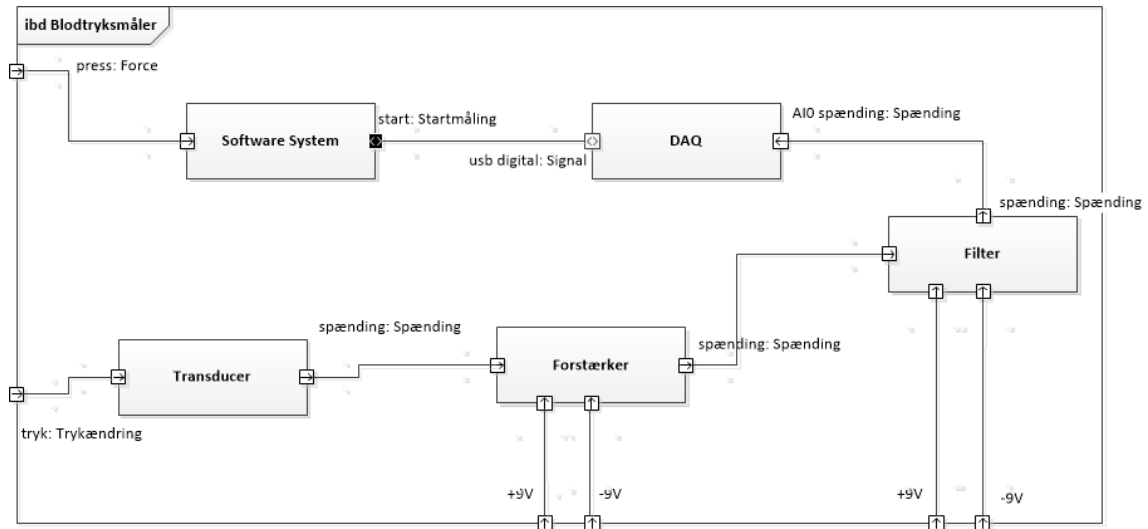
Systemets hardware kan illustreres i et BBD. Det ses at nedestående figur at systemet består af fem hardware blokke: software system, forstærker, filter, DAQ og transducer. Disse fem blokke udgør til sammen selve blodtryksmåleren.



Figur 3.1: Block Definition Diagram for hardware



Ovenstående BDD-diagram fører videre til udarbejdelsen af IBD for hardware komponenterne. I dette diagram vises koblingen mellem de forskellige blokke gennem port forbindelser. Det ses at signalet starter ved transduceren, hvorefter det bliver behandlet gennem forstærker, filter og DAQ. Til sidste sendes det ind i software systemet, som bliver påvirket at tryk på knapper på GUI.



Figur 3.2: Infernal Block Diagram for hardware

### Forstærkning

Transduceren måler en trykændring som den omsætter til en spænding. Dette er udtrykt ved et differentieret signal, som sendes ind i forstærkning-blokken. Da signalet fra transduceren ligger i et interval på 0 - 11.28 mV, skal dette forstærkes op så det passer med NI-DAQ. I projektet er det valgt at DAQ'ens input skal ligge mellem 0-5V. Derved skal signalet forstærkes:

$$11.28mV \cdot x = 5V \Rightarrow x = 443 \quad (3.1)$$

Under simulering bruges Analog Discovery som en funktionsgenerator, der simulerer det differentieret signal. Analog Discovery har dog en vis usikkerhed, når der arbejdes med små spændinger. Dette kan modarbejdes med en spændingsdeler, hvor der bygges et kredsløb som ligger før selve forstærkningen. Dette gør at Analog Discovery kan sende en højere spænding, som så gøre mindre igen ved spændingsdeler princippet.

### Lavpas

I projektet skal der laves et 2. ordens lavpasfilter. Dette filter skal være et Salen-Key Buttenworth-filter, med en knæfrekvens på 50 Hz.

### 3.1.2 Implementering

#### Forstærkning

For at få den rette forstærkning har vi valgt at benytte operationsforstærkeren INA-114. Her kan transduceren sættes på med det differentieret signal. Under opbygning

og modultestning vil det differentieret signal blive simuleret af Analog Discovery. For at udregne den korrekte forstærkning bruger vi følsomheden fra transduceren og eksitationsspænding. Først udregnes det maksimale output:

$$9V \cdot 250mmHg \cdot 5 \cdot 10^{-5}uv/V/mmHg = 11.25mV \quad (3.2)$$

Da det er besluttet at den maksimale input til DQA'en er 5V, kan forstærkningen ( $G$ ) nu udregnes.

$$\begin{aligned} 5V &= 11.25mV \cdot G \\ G &= 444.44 \end{aligned} \quad (3.3)$$

For at få den rette forstærkning udregnes den "indre" modstand ( $R_g$ ) til INA114. Dette gøres ved formelen:

$$\begin{aligned} G &= 1 + \frac{50k\Omega}{R_g} \\ 444.44 &= 1 + \frac{50k\Omega}{R_g} \Rightarrow R_g = 112.75\Omega \end{aligned} \quad (3.4)$$

Derved har vi nu en værdi for den indre modstand til INA114, som skaber den ønskede forstærkning.

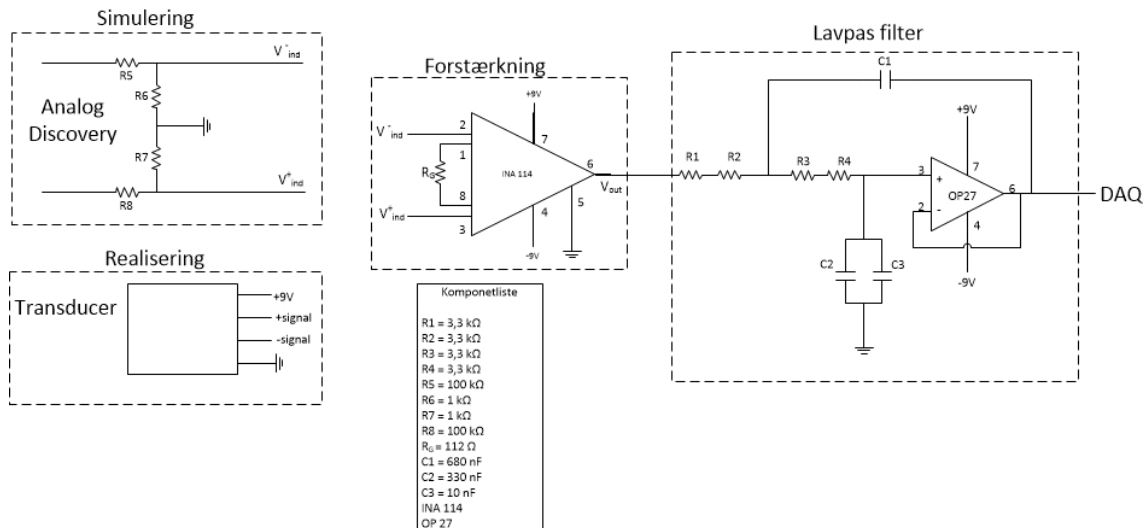
Det skal nu sikres at dette kan lade sig gøre. Derfor sikres det at den ønskede forstærkning kan ske ved båndbredden. Dette kan undersøges da produktet af forstærkning og båndbredde er en konstant. Konstanten aflæses i databladet. XX-reference til datasheet.

$$\begin{aligned} 1000000Hz &= G \cdot BW \\ BW &= 2250Hz \end{aligned} \quad (3.5)$$

Da båndbredden ligger over knæfrekvensen, fra lavpas filtret, er dette godkendt. Hvis båndbredde havde lagt under knæfrekvensen vil den ikke kunne arbejde med de rigtige frekvenser.

For at imødekomme usikkerheden ved Analog Discovery ved små signaler, laves et lille kredsløb efter spændingsdeler princippet. Her bruges  $R_1 = 100k\Omega$  og  $R_2 = 1k\Omega$ . Da vi kender signalet som skal ind i INA114 og modstanden, kan vi derved finde størrelsen af den spænding som skal sendes fra Analog Discovery.

$$\begin{aligned} U_{INA} &= U_{analog} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \\ 5mV &= U_{analog} \cdot \frac{1k\Omega}{100k\Omega + 1k\Omega} \\ &\Rightarrow U_{analog} = 505mV \end{aligned} \quad (3.6)$$



Figur 3.3: Diagram over HW

### Lavpas

For at opnå den ønskede effekt i lavpasfilteret, blev det oplyst at  $f_c = 50$  Hz,  $R_1 = R_2$  og  $C_2 = 680$  nF. Ud fra det udregnes de resterende komponentværdier for filteret.

#### 3.1.3 Modultest

##### Forstærkning

##### Lavpas

For at teste lavpasfilteret foretages målinger med en sinus, hvor frekvensen variere for hver måling. Derved aflæses fasen, mellem indgang- og udgangssignal, og amplituden for hver måling. Ved knækfrekvensen skal fasendrejningen være  $90^\circ$ . Amplituden skal ændre sig XXX. Dette kan aflæses på billedet Måling for 50 Hz. Efter knækfrekvensen skal amplituden blive mindre og mindre (går mod nul). På Måling for 60 Hz, kan det ses hvordan amplituden er faldet drastisk efter knækfrekvensen.

### Kalibrering med vandsøjle

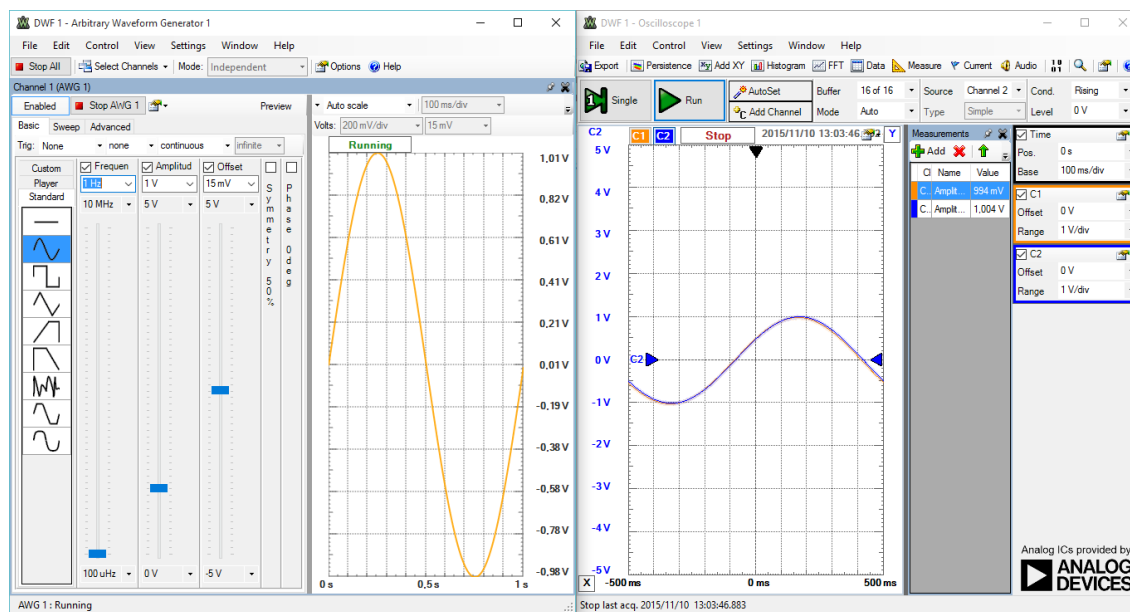
## 3.2 Software

### 3.2.1 Design

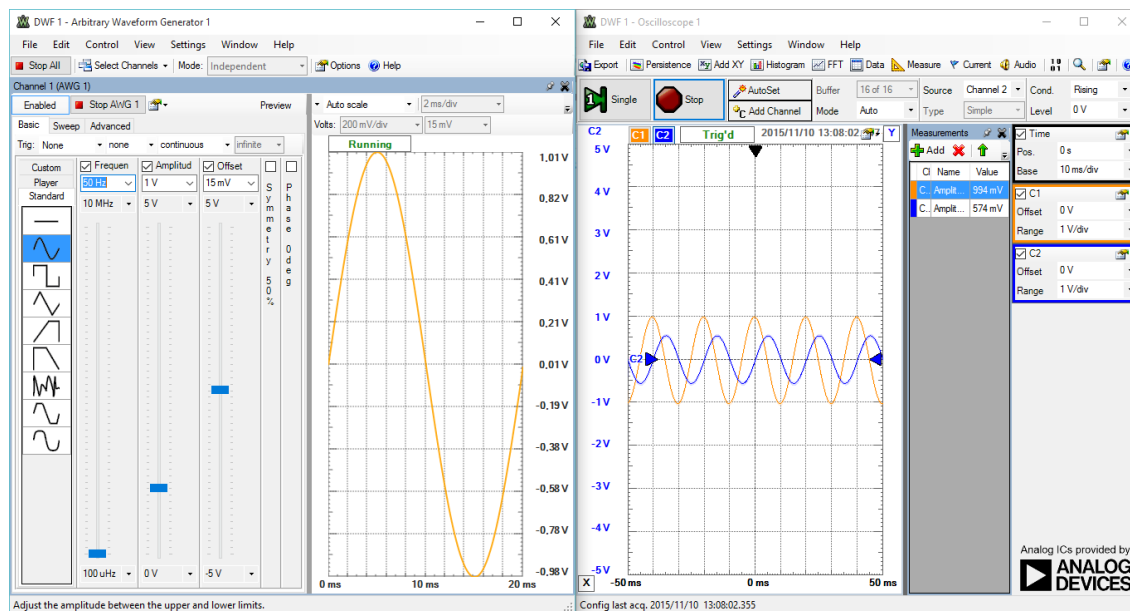
I dette beskrives systemets softwaredesign på baggrund af systembeskrivelsen og kravspecifikationen. De overvejelser vi har gjort i forbindelse med design og implementering af software vil blive præsenteret i dette afsnit.

### Overordnet sekvensdiagram

Overordnet set ønskes det at udvikle et system, der kan interagerer med en forsker. Diagrammet herunder viser at forskerens opgave består i at starte, tage stilling til



Figur 3.4: Måling for 10 Hz

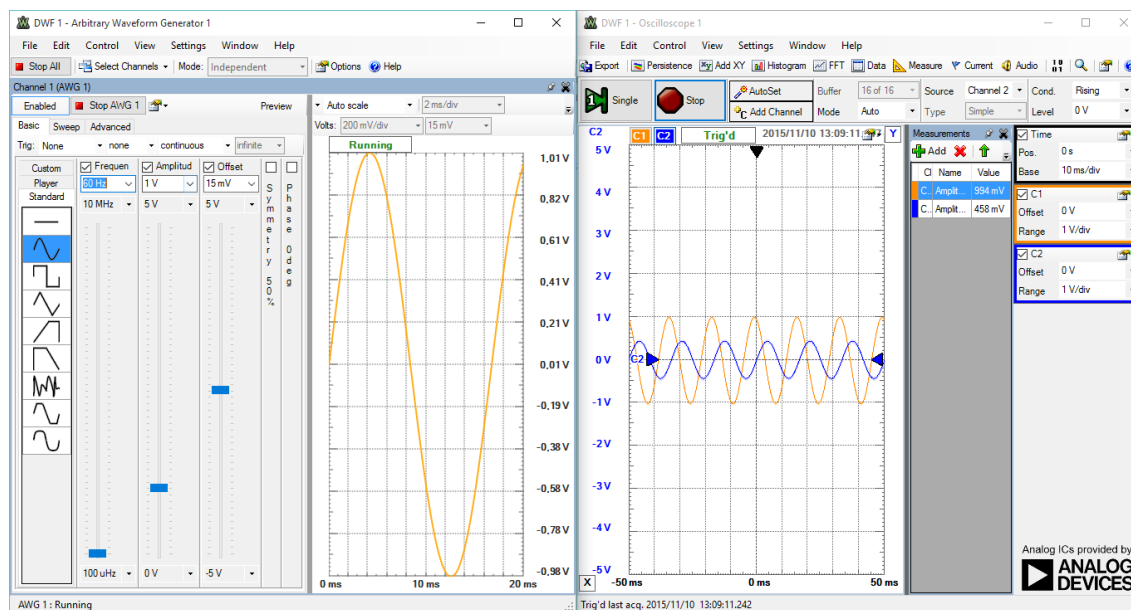


Figur 3.5: Måling for 50 Hz

nulpunktsjustering og kalibrering samt gemme de ønskede data. Diagrammet er en simpel illustration som viser systemets adfærd gennem alle fem Use Cases. Formålet med dette diagram er udelukkende at skabe et overblik over det samlede system.

## Problemidentifikation

Første step i software designet er at klarlægge hvilke klasser systemet skal bestå af. Til dette er en domænenmodel derfor udarbejdet med udgangspunkt i de fem Use Cases. I de fem Use Cases er de konceptuelle klasser blevet identificeret, og derefter indført som klasser i nedestående domænenmodel. Modellen har til formål at vise hvilke dele systemet skal holde styr på. Diagrammet viser tydeligt forskerens interaktion med display, samt hvilke



Figur 3.6: Måling for 60 Hz

handler denne interaktion starter i system. Hardware-komponenterne er medtaget for at vise signalets vej fra måleobjekt til system.

### Klasseidentifikation

Ud fra domænemodellen kan et klassediagram så udarbejdes, således tager dette diagram også udgangspunkt i de fem Use Cases. Hensigten med et klassediagram er at klarlægge hver klasses individuelle formål. Dermed ses det at denne model er delt op i tre niveauer:

1. Grænsefladeklasse
  - a) Transducer - Indhentet data fra måleobjekt
  - b) Display - Brugergrænseflade til forsker
2. Kontrolklasse
  - a) UC1: Foretag nulpunktsjustering
  - b) UC2: Foretag kalibrering
  - c) UC3: Start måling
  - d) UC4: Gem måling
  - e) UC5: Afslut måling
3. Domæneklasse
  - a) Database

### Metodeidentifikation

Klasserne i ovenstående klassediagram er med til at definere, hvilke blokke de følgende sekvensdiagrammer må indeholde. Det er yderst vigtigt at der er en sammenhæng mellem

klasserne i klassediagrammet og blokkene i sekvensdiagrammet. Vi har valgt at udarbejde et sekvensdiagram for hver enkelt Use Case, hvori systemets interne kommunikation beskrives, når både normalforløb og undtagelser gennemløbes. I alle diagrammerne beskrives forløbet via de metodekald, der er nødvendige for at få de ønskede handlinger mellem blokkene udført.

### **3.2.2 Implementering**

### **3.2.3 Modultest**

# Accepttest 4

---

Version	Dato	Ansvarlig	Beskrivelse
0.1	28-09-2015	MHNC og MB	Oprettelse og udfyldelse af Accepttest
0.2	30-09-2015	ABH	Tilrette accepttest
0.3	08-10-2015	Alle	Tilrette efter review med Grp. 1
0.4	15-10-2015	MB	Indskrevet i LaTeX
0.5	20-10-2015	MHNC	Tilretning

## 4.1 Accepttest af Use Cases

## 4.2 Indledning

Accepttestene skal vise om produktet lever op til de standarder vi har sat op for, at den aktivt kan indgå i en forskningssituation. Accepttesten er en opfølgning af kravspecifikation, som har til formål at sikre at alle kravene er overholdt. Der vil blive testet både på hovedscenarier samt på undtagelser. Det er målsætningen, at disse test sikrer produktets kvalitet, idet produktet vil blive afprøvet før det tages i brug. Derfor er det accepttestens ansvarsfunktion, at godkende de opsatte delmål for produktet hvad angår både funktionalitet samt ikke funktionelle krav. Data der benyttes til målingerne fås fra In Vitro, der i form af tryk genererer et fysiologisk tryk. Brugergrænsefladen er det som forskeren initierer med, altså hvorfra systemet aktiveres. Brugergrænsefladen forkortes til GUI. Den benyttede Database er en lokal Database. Når der i feltet Godkendt er et flueben, betyder det at testen er godkendt. Hvis der er et flueben i parenteser, betyder det at den er delvis godkendt.

### 4.2.1 Use Case 1

Indsæt beskrivelse og figurer med NI-DAQ, Analog discovery og transduceren. Det forventes for Use Case 1, at forskeren har fået påmonteret det væskefyldte kateter samt tændt for apparaturet.

---

Test af Use Case 1	Foretag nulpunktsjustering
--------------------	----------------------------

Scenarie	Hovedscenarie
----------	---------------

Prækondition	Blodtryksmålesystemet er monteret korrekt. Forskeren har tændt for Blodtryksmåleren og pop-up vindue for nulpunktsjustering er åbent
--------------	--

Handling	Forventet observation/resultat	Faktisk observation/resultat	Godkendt
<i>Hovedscenarie</i>			
1. Forsker trykker på Ja-knap for at starte en nulpunktsjustering	Systemet foretager nulpunktsjustering, hvorefter vinduet lukker		
2. Forsker trykker på Nej-knap for ikke at få foretaget en nulpunktsjustering	Vinduet lukker		

Tabel 4.3: Accepttest af Use Case 1

#### 4.2.2 Use Case 2

Test af Use Case 2	Foretag kalibrering
Scenarie	Hovedscenarie
Prækondition	Blodtryksmålesystemet er monteret korrekt. Forskeren har tændt for Blodtryksmåleren og pop-up vindue for kalibrering er åbent. UC1 er kørt succesfuldt.

Handling	Forventet observation/resultat	Faktisk observation/resultat	Godkendt
<i>Hovedscenarie</i>			
1. Forsker trykker på Ja-knap for at starte en kalibrering	Systemet foretager kalibrering, hvorefter vinduet lukker.		
2. Forsker trykker på Nej-knap for ikke at få foretaget en kalibrering	Vinduet lukker		



Tabel 4.5: Accepttest af Use Case 2

### 4.2.3 Use Case 3

Test af Use Case 3	Start måling
Scenarie	Hovedscenarie
Prækondition	Blodtryksmålesystemet er monteret korrekt. Forskeren har tændt for Blodtryksmåleren. UC1 og UC2 er kørt succesfuldt.

Handling	Forventet observation/resultat	Faktisk observation/resultat	Godkendt
<i>Hovedscenarie</i>			
1. Forsker indtaster Forsøgsnavn.	Systemet godkender Forsøgsnummeret og tilgængeliggør Start-knap		
2. Filteret signal er valgt per default af systemet	Radiobutton til filtret signal er checket af.		
3. Forsker trykker på Start-knap på GUI.	GUI skriver at Start-knappen er blevet trykket.		
4. Signal for blodtryk vises på GUI.	GUI viser blodtryksmåling kontinuerligt.		
5. Systolisk og diastolisk blodtryk samt puls bliver vist i bokse på GUI.	GUI udskriver systoliske, diastoliske og puls værdier.		

Tabel 4.7: Accepttest af Use Case 3

#### 4.2.4 Use Case 3 - Undtagelse 1

---

Test af Use Case 3	Start måling
Scenarie	Undtagelse 1
Prækondition	Blodtryksmålesystemet er monteret korrekt. Forskeren har tændt for Blodtryksmåleren. UC1 - 2 er kørt succesfuldt.

---

Handling	Forventet observation/resultat	Faktisk observation/resultat	Godkendt
<i>Hovedscenarie</i>			
1. Forsker indtaster Forsøgsnavn.	Systemet godkender Forsøgsnummeret og tilgængeliggør Start-knap		
2. Forsker vælger ufiltreret signal	Radiobutton til ufiltreret signal er checked af.		
3. Forsker trykker på Start-knap på GUI.	GUI skriver at Start-knappen er blevet trykket.		
4. Signal for blodtryk vises på GUI.	GUI viser blodtryksmåling kontinuerligt.		
5. Systolisk og diastolisk blodtryk samt puls bliver vist i bokse på GUI.	GUI udskriver systoliske, diastoliske og puls værdier.		

---

Tabel 4.9: Accepttest af Use Case 3 - Undtagelse 1

#### 4.2.5 Use Case 4

---

Test af Use Case 4	Gem data
Scenarie	Hovedscenarie

Prækondition	Blodtryksmålesystemet er monteret korrekt. Forskeren har tændt for Blodtryksmåleren. Use Case 1 og 2 er kørt succesfuldt, Use Case 3 kører.
--------------	---

Handling	Forventet observation/resultat	Faktisk observation/resultat	Godkendt
<i>Hovedscenarie</i>			
1. Forsker trykker på Gem-knappen.	Systemet viser at Gem-knappen er blevet trykket.		
2. Systemet gemmer det fremadrettede ufiltreret signal i Database	Ufiltreret signal er blevet gemt i Database		
3. Forsker trykker på Gem-knap for at stoppe med at gemme.	Det fremgår af GUI at data er gemt i Database.		

Tabel 4.11: Accepttest af Use Case 4

#### 4.2.6 Use Case 4 - Undtagelse 1

Test af Use Case 3	Gem data
Scenarie	Undtagelse 1
Prækondition	Blodtryksmålesystemet er monteret korrekt. Forskeren har tændt for Blodtryksmåleren. Use Case 1 og 2 er kørt succesfuldt, Use Case 3 kører.

Handling	Forventet observation/resultat	Faktisk observation/resultat	Godkendt
<i>Hovedscenarie</i>			

- |    |  |   |
|----|--|---|
| 1. | Forsker trykker på Gem-knappen.                                | Systemet viser at Gem-knappen er blevet trykket.          |
| 2. | Systemet gemmer det fremadrettede ufiltreret signal i Database | Ufiltreret signal er blevet gemt i Database               |
| 3. | Forsker trykker på Afslut-knap                                 | Systemet stopper med at gemme, hvorefter systemet lukker. |

---

*Tabel 4.13: Accepttest af Use Case 4 - Undtagelse 1*

#### 4.2.7 Use Case 5

---

Test af Use Case 4	Afslut måling
Scenarie	Hovedscenarie
Prækondition	Blodtryksmålesystemet er monteret korrekt. Forskeren har tændt for Blodtryksmåleren. Use Case 1 og 2 er kørt succesfuldt, Use Case 3 kører.

---

Handling	Forventet observation/resultat	Faktisk observation/resultat	Godkendt
<i>Hovedscenarie</i>			
1. Forsker trykker på Afslut-knappen.	Måling stopper, hvorefter systemet lukker ned.		

---

*Tabel 4.15: Accepttest af Use Case 5*

### 4.3 Accepttest af ikke-funktionelle krav

Krav nr.	Krav	Test	Forventet resultat	Resultat	Godkendt
1.	Blodtryksmåleren skal indeholde en Start-knap til at igangsætte målingerne	Åbn systemet og kørs Use Case 1 og Use Case 2	Start-knap er på GUI		
2.	Blodtryksmåleren skal indeholde en Afslut-knap hvor fra måling kan stoppes.	Åbn systemet og kørs Use Case 1 og Use Case 2	Afslut-knap er på GUI		
3.	Blodtryksmåleren skal indeholde en Gem-knap til at gemme målingerne i Databasen.	Åbn systemet og kørs Use Case 1 og Use Case 2	Gem-knap er på GUI		
4.	Blodtryksmåleren skal indeholde en tekstboks til forsøgsnavn, hvori forsker indtaster det pågældende forsøgsnavn.	Åbn systemet og kørs Use Case 1 og Use Case 2	Tekstboks til forsøgsnavn er på GUI		
5.	Blodtryksmåleren skal indeholde radiobutton til filtreret signal, denne skal være default valget.	Åbn systemet og kørs Use Case 1 og Use Case 2	Radiobutton til filtreret signal er på GUI		

6.	Blodtryksmåleren skal indeholde radiobutton til ufiltreret signal.	Åbn systemet og kørs Use Case 1 og Use Case 2	Radiobutton til ufiltreret signal er på GUI
7.	Blodtryksmåleren skal indeholde tekstboks til puls, systolisk og diastolisk blodtryk som vises med op til tre cifre.	Åbn systemet og kørs Use Case 1 og Use Case 2	Systolisk-boks, diastolisk-boks og puls-boks er på GUI
8.	GUI'en skal se ud som på figur xxx i KS	GUI'en ser ud som figur xxx i KS	GUI'en ser ud som figur xxx i KS
9.	Forskeren skal kunne starte en default-måling maksimalt 30 sekunder efter systemet er startet	Systemet åbnet samtidig med at der startes et stopur. Når måling er startet stoppes uret.	Måling er startet og stopuret viser mindre end 30 sekunder.
10.	Det skal maksimalt tage 5 timer at gendanne systemet (MTTR - Mean Time To Restore)		Kan ikke testes på prototypen

11.	Systemet skal have en opetid uden nedbrud på minimum 1 måned (720 timer) (MTBF - Mean Time Between Failure).		Kan ikke testes på prototypen
12.	Systemet skal have en opetid/køretid på: $\frac{MTBF}{MTBF+MTTR} * 100 = 99,31\%$		Kan ikke testes på prototypen
13.	Blodtryksmåleren skal, indenfor 3 sekunder, kunne vise systolisk og diastolisk blodtryk via graf. Dette accepteres med en tolerance på +/- 15 %.	Use Case 1 og 2 køres. Der trykkes på Start-knappen samtidig med at et stopur startes. Når måling vises i graf stoppes uret.	Stopuret viser mellem 2.55 - 3.45 sekunder.

14.	Blodtryksmåleren skal, inden for måleperioden, kunne alarmere hvis patienten har forhøjet eller for lavt blodtryk. Defineres efter grænseværdier beskrevet i... xxxx...	Use Case 1 - 2 køres. Indsend et signal i systemet der indeholder værdier uden for grænseværdierne. Der trykkes på Start-knappen samtidig med at et stopur startes. Når alarm starter stoppet uret. Måleperiode: 30 sek.	Alarm er startet og stopuret viser mindre end 30 sekunder.
15.	Blodtryksmåleren skal, indenfor 30 sekunder fra der er trykket på Gem-knap, kunne gemme målingerne i Databasen. Dette accepteres med en tolerance på +/- 15 %.	Use Case 1 - 3 køres. Der trykkes på Gem-knappen samtidig med at et stopur startes. Når målingerne er gemt i Database stoppes uret.	Stopuret viser mellem 25.5 - 34.5 sekunder.
16.	Grafen vises i ét vindue, hvor y-aksen måles i mmHg og x-aksen i tid pr. sekund.	Use Case 1 - 3 køres.	På GUI er y-aksen målt i mmHg og x-aksen i tid pr. sekund.



17.	Hver 7 sekund skal værdier for systolisk og diastolisk blodtryk samt puls opdateres. Dette accepteres med en tolerance på +/- 15 %.	Use Case 1 - 2 køres. Forsøgsnummer indtastes og der trykkes på Start-knappen samtidig med at et stopur startes. Når værdier i bokse vises stoppes uret.	Stopuret viser mellem 5.95 - 8.05 sekunder.
18.	Graf for blodtryk skal køre kontinuerligt i GUI efter princip beskrevet i KS	Use Case 1 - 3 køres.	Grafen i GUI kører kontinuerligt efter beskrevet princip i KS
19.	Når der trykkes på Gem-knap gemmes det ufiltrerede signal under det indtastede forsøgsnavn og et autogenerated nr. <i>"forsøgsnavn_nr"</i>	Use Case 1 - 4 køres.	Data er blevet gemt i Datatabasen under filnavnet <i>"forsøgsnavn_nr"</i>
20.	Systemet skal kunne måle blodtryksværdier fra 0 til 250 mmHg.	Use Case 1 - 3 køres.	Det indhentede signals blodtryksværdier er indenfor 0 til 250 mmHg på grafens y-akse.

21.	Forskeren skal kunne udskifte hardwaren på 10 minutter.	Udskiftning af hardware påbegyndes samtidig med at stopur startes. Når hardware er udskiftet stoppes uret.	Stopuret viser mindre end 10 minutter.
22.	Softwaren skal opbygges med lav kobling.	Åbn systemets programkode.	Koden er opbygget med lav kobling.

*Tabel 4.16: Accepttest af Ikke-funktionelle krav*

## 4.4 Godkendelsesformular

---

Godkendes af Peter Johansen

Kunde IHA

Dato for test \_\_\_\_\_

Ved underskrivelse af dette dokument godkendes den kørte accepttest.

\_\_\_\_\_  
Sted

\_\_\_\_\_  
Dato

\_\_\_\_\_  
Kundens underskrift

\_\_\_\_\_  
Leverandørens underskrift