

Remote Ischemic Conditioning System Design

Simon Vammen Grønbæk
Karl-Johan Schmidt
Aarhus University
Aarhus School of Engineering
Efteråret 2015

Titel:

System design

Projekt:

Remote Ischemic Conditioning

Godkendelse:

Karl-Johan Schmidt

Projektperiode:

Juli 2015 - December 2015

Projektgruppe:

15155

Simon Vammen Grønbæk

Deltagere:

Simon Vammen Grønbæk
Karl-Johan Schmidt

Peter Johansen

Vejledere:

Peter Johansen

Projektudbyder:

Rolf Blauenfeldt

Rolf Blauenfeldt

Versionsnummer: 0.5

Sidetal: ??

Afsluttet 16-12-2015

| Indholdsfortegnelse

Kapitel 1	Indledning	5
1.1	Formål	5
1.2	Projektreferencer	5
1.3	Læsevejledning og dokumentstruktur	5
1.4	Versionshistorik	5
1.5	Definitioner og forkortelser	6
Kapitel 2	Systemets dele	7
2.1	Microcontroller	7
2.2	Manchetten	7
2.3	User interface, knapper og displays	7
2.4	Power system	7
2.5	Pumpe	8
2.6	Ventil	8
2.7	Tryksensor	8
2.8	SD kort	8
2.9	Pulsoximeter	8
Kapitel 3	Arkitektur	9
3.1	4+1 view architecture	9
3.2	Logic	11
3.2.1	Block definition diagram	11
3.2.2	Domænemodel	11
3.2.3	State machine diagram	13
3.2.3.1	Boot	13
3.2.3.2	Konditionering	14
3.2.3.3	Okklusion	15
3.2.3.4	Setup	16
3.3	Process	17
3.3.1	Sekvensdiagrammer	17
3.3.2	Konditionering - UC1	17
3.3.3	Initialiser blodtryksmåling - UC2	18
3.3.4	Mål blodtryk - UC3	19
3.3.5	Overfør data - UC4	20
3.3.6	Sikkerhedskontrol med pulsoximeter - UC5	21
3.3.7	Okklusionstræning - UC6	21
3.3.8	Afbryd - UC7	22
3.3.9	Setup - UC8	23

3.4	Implementation	24
3.4.1	Hardware	24
3.4.1.1	Beskrivelse af hardware	24
3.4.1.2	Arduino Mega 2560 og Motor Shield	24
3.4.2	Software	25
3.4.2.1	Klasse diagram	25
3.4.2.2	Sprog	26
3.4.2.3	3-lags modellen	26
3.4.2.4	Udviklingsværktøjer	26
3.5	Deployment	26

1 | Indledning

Designet beskrivelsen giver en formel præsentation og forklaring af systemet. Her beskrives hvordan systemet er organiseret, hvilke strukturelle elementer der indgår og hvordan elementerne interagerer med hinanden. Der lægges både vægt på software og hardware, samt deres grænseflade. System designet beskriver hvordan *Konditioneringsapparatet* er opbygget både hardware og software mæssigt.

1.1 Formål

System designdokumentet har til formål at beskrive og give forståelse for systemet. Dokumentet fastlægger overordnede softwarekomponentet og hardwarekomponentet, samt strukturen og grænsefladerne mellem disse. Dokumentet udgør en plan for, hvordan systemet skal udvikles og hvilke undersystemer det skal bestå af.

1.2 Projektreferencer

- Reference til kravspecifikation
- Reference til accepttest

1.3 Læsevejledning og dokumentstruktur

Dokumentet ligger sig tæt op af kravspecifikation, da disse krav ligger til grunde for hvad systemet skal kunne. For at give en struktureret gennemgang af system arkitekturen gøres der brug af modellen “*4+1 view architecture*”, der beskriver systemet fra flere forskellige vinkler. Forklaring af modellen kan læses i kapitel 3.1. Der gøres som udgangspunkt brug af SysML til at beskrive systemet. Alt SysML udvikles og skrives på engelsk.

1.4 Versionshistorik

Versions nummer	Ændring	Dato og initialer
0.1	Oprettelse af system arkitekturen og skabelon	01.10.15 KJS
0.2	Tilføjet beskrivelse af <i>Logical view</i>	08.10.15 KJS
0.3	Rettelse efter fælles gennemgang	19.10.15 SVG
0.4	Rettelser efter review	23.10.15 KJS
0.5	Opdatering af sysML diagrammer	26.11.15 SVG

1.5 Definitioner og forkortelser

Udtryk / Forkortelse	Forklaring
UML	Unified Modeling Language, sprog til forklaring af software arkitektur
SysML	System Modeling Language, sprog til forklaring af system arkitektur
PWM	Pulse-width modulation
Modeswitch	Knap til at styre hvilket program Konditioneringsapparatet skal køre

2 | Systemets dele

Dette afsnit beskriver systemet, *Konditioneringsapparats*, fysiske dele og deres funktionalitet.

2.1 Microcontroller

Styring af alle systemets dele. Her processeres brugerens interagering med *Konditioneringsapparat* og handlingerne eksekveres. Microcontrolleren er en AtMega32 og styringen af chippen skrives i C++.

2.2 Manchetten

Trykmanchet til at skabe okklusion af armen. Manchetten skal kunne holde trykket, som skabes af pumpen. Manchetten kobles til apparatet via en lufttæt slange.

2.3 User interface, knapper og displays

Brugerfladen består af et display hvor blodtryk, antal okklusioner, resterende tid og mm. vises. Displayet skal bruges til at give brugeren feedback og fx. informere det medicinske personale hvor lang tid der er indtil konditioneringen er færdig.

På *Konditioneringsapparatet* er der to knapper [Start/Stop] og [Mål blodtryk]. Disse knapper bruges til at initierer konditioneringsbehandling, blodtryksmålinger og okklusionstræning. På bagsiden af apparatet sidder desuden en Modeswitch, hvor brugeren kan skifte mellem *Okklusionstræning*, *Konditionering*, eller *Setup*.

2.4 Power system

Forsyning af systemet foregår med 8 batterier af typen AAA for at opnå en spænding på 12V. Systemet forsynes med en batteriløsning, for at gøre det mere mobilt.

Foruden at forsyne apparatet, er power system også bestående af et motorshield. Når microcontroller fx ønsker at starte pumpen, sørger motorshieldet for at levere det korrekte spænding.

2.5 Pumpe

Består af en motor og et luftindtag. Pumpe kan både bruges til at skabe tryk og vakuum. Pumpen skal bruges til at inflatere manchetten til måling af blodtryk og til okklusion af armen, både under konditionering og under træning. Pumpen skal forsynes med 12 V og hastigheden kan styres med PWM.

2.6 Ventil

Ventilen indgår i systemet til at nedregulere trykket i manchetten. Ventilen er “Normally closed”. Funktionen af ventilen under en blodtryksmåling er gradvis at lukke trykket ud, så det er muligt at registrere oscillationerne og det aktuelle tryk. Under okklusion har ventilen en anden funktion, her indgår ventilen i reguleringen.

2.7 Tryksensor

En 5 V tryksensor, der bruges til registrering af trykket i manchetten og til efter regulering. Tryksensoren skal også registrere oscillationerne, der skabes i manchetten når trykket er omkring systolisk niveau og ved middeltrykket. Ved okklusionstræning skal tryksensoren bruges til at holde trykket konstant omkring 100 mmHg.

2.8 SD kort

Apparatet udstyres med ekstern hukommelse, for at det er muligt for *Konditioneringsapparatet* at gemme information omkring behandlingsforløbet. Der er valgt et SD kort, fordi når behandlingen er færdig, er det muligt at skifte SD kortet ud, og på den måde have backup af information og det er nemmere at overføre informationen.

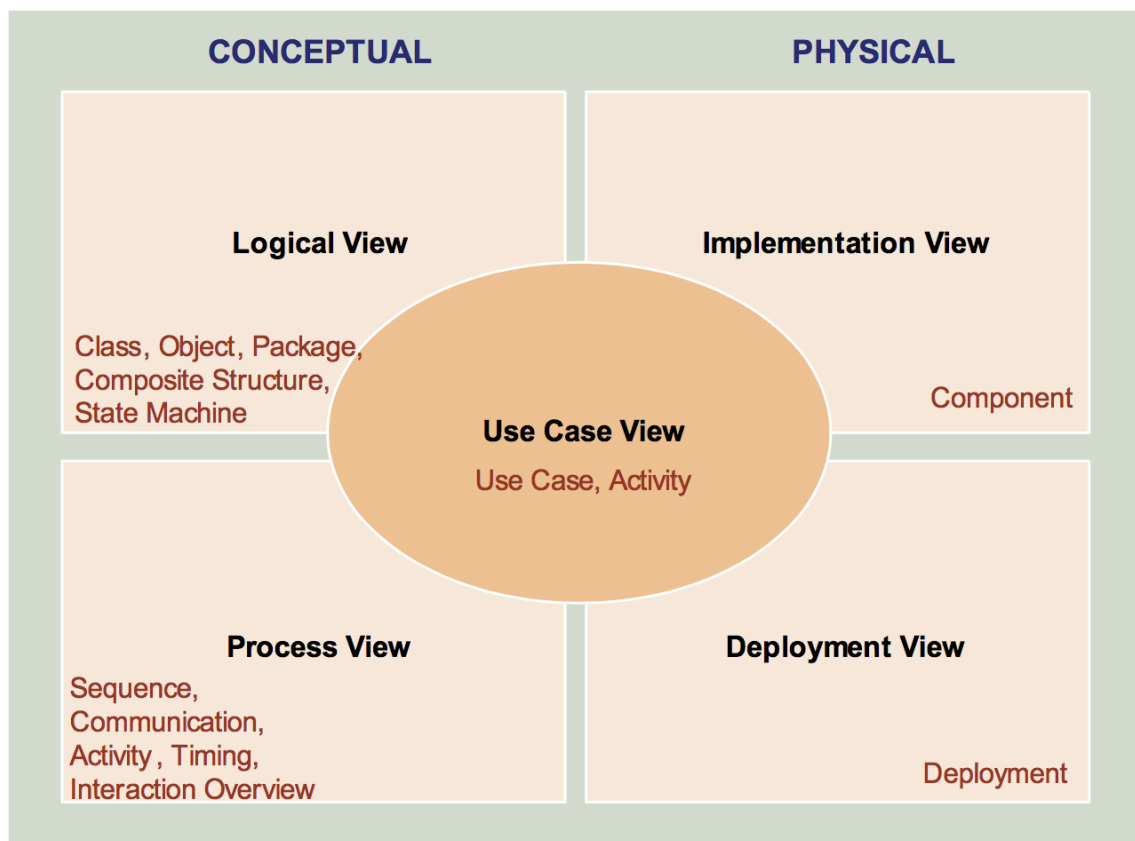
2.9 Pulsoximeter

Som undersystemet i *Konditioneringsapparatet* indgår et pulsoximeter, der skal bruges til overvågning af patientens tilstand under konditioningsbehandling. Pulsoximeteret levere en saturation efter hver endt okklusion og den saturation er med til at bestemme om patientens kredsløb kan tåle behandlingen.

3 | Arkitektur

3.1 4+1 view architecture

Denne model beskriver arkitekturen af software baserede systemer. For at skabe en fyldestgørende gennemgang af systemet gøres brug af fire forskellige synsvinkler. Disse synsvinkler har til formål at tilfredsstille alle interessenter og sørge for at alle parter forstår systemet. Eksempler på parter kunne være kunden, projektleder eller udviklere. Med udgangspunkt i use cases består modellen af følgende punkter:



Figur 3.1. 4+1 view architecture model

Logical view: Denne synsvinkel beskriver systemets funktionalitet via centrale elementer, mekanismer og stadier.

Process view: Beskæftiger sig med de dynamiske aspekter af systemet, forklarer system processer, hvordan de kommunikerer, og fokuserer på systemet opførsel i drift.

Implementation view: Denne vinkel involverer udviklerens perspektiv og beskæftiger sig med hvordan software implementeres.

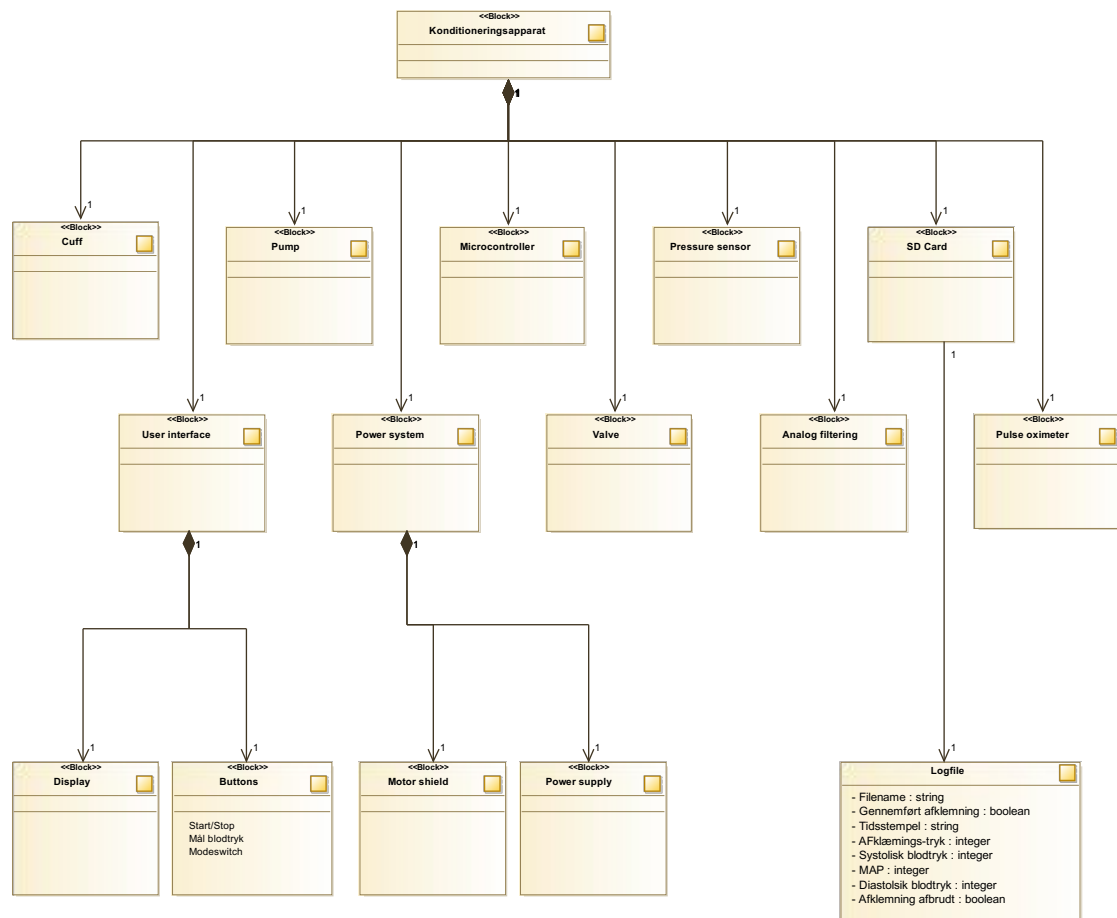
Deployment view: Beskriver systemet fra en fysisk synsvinkel, blandt andet hvordan eksekveringen af softwares skal foregå på apparatet og hvordan systemets fysisk setup skal ser ud.

Modellen “*4+1 view architecture*” er beregnet primært til software baserede udviklingsprojekter og derfor bruges den som en retningslinje og inspiration til systemet arkitekturen. Da Konditioneringsapparatet er en prototype som involvere både hardware og software er modellen blevet tilpasset dertil. Endvidere vil systemet blive præsenteret og gennemgået ved hjælp af SysML standarden, selvom modellen er lavet til UML.

3.2 Logic

3.2.1 Block definition diagram

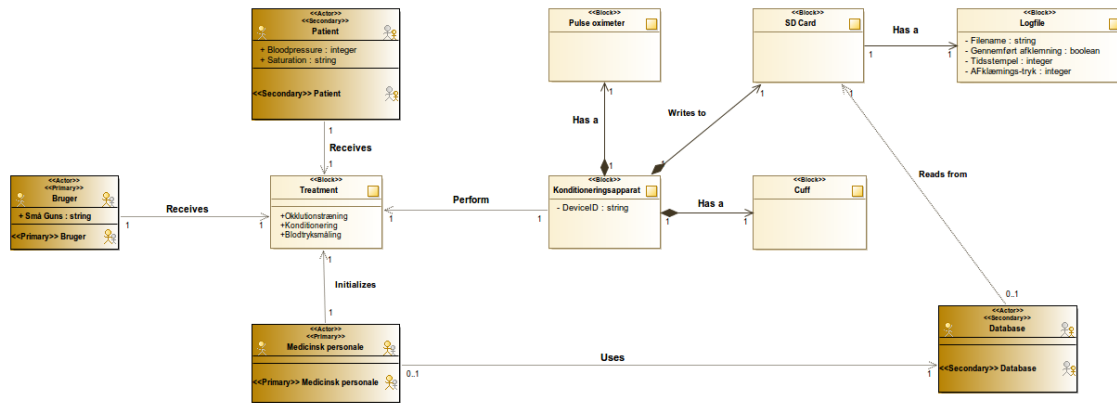
Blokdiagrammer giver et indblik på den overordnede strukturen af *Konditioneringsapparatet*. Hver kasse skal ses som en del der indgår i systemet



Figur 3.2. Block definition diagram over *Konditioneringsapparatet*

3.2.2 Domænemodel

Diagrammer beskriver det systemet som helhed. Ved gennemgang af alle use cases findes væsentlig navneord og disse oprettet som konceptuelle klasser. Det konceptuelle klasser er derefter oversat til engelsk.

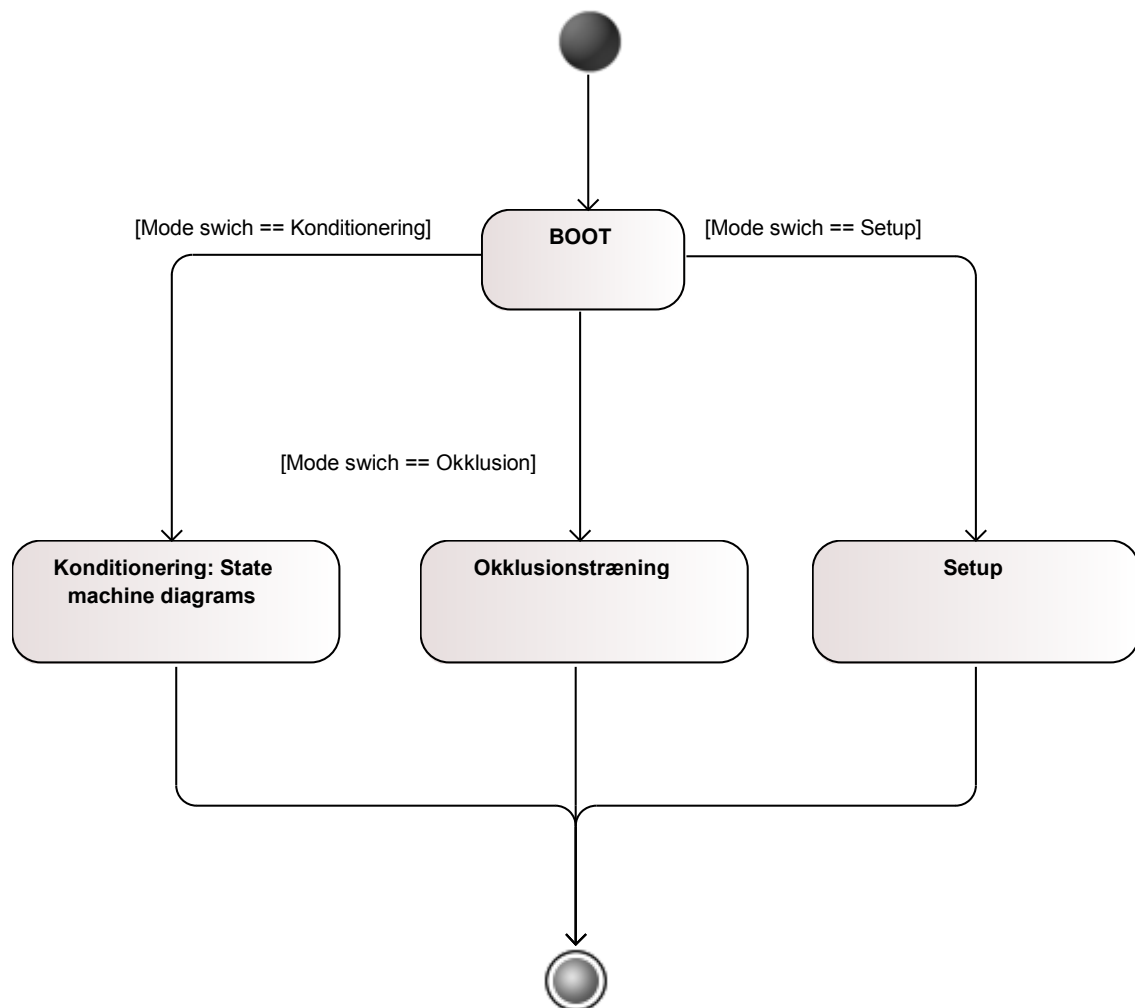


Figur 3.3. Domæne model over *Konditioneringsapparatet*

3.2.3 State machine diagram

For at hjælpe med forståelsen af *Konditioneringsapparatets* opbygning er der udarbejdet sekvens diagrammer over systemets tre programmer hhv. konditionering, okklusionstræning og setup. Der er desuden lavet et overordnede sekvens diagram over hele systemet. Sekvens diagrammerne beskæftiger sig med hvilke stadier programmet operer i, og hvilke parametre der skal være opfyldt før der skiftes til et andet stadie.

3.2.3.1 Boot



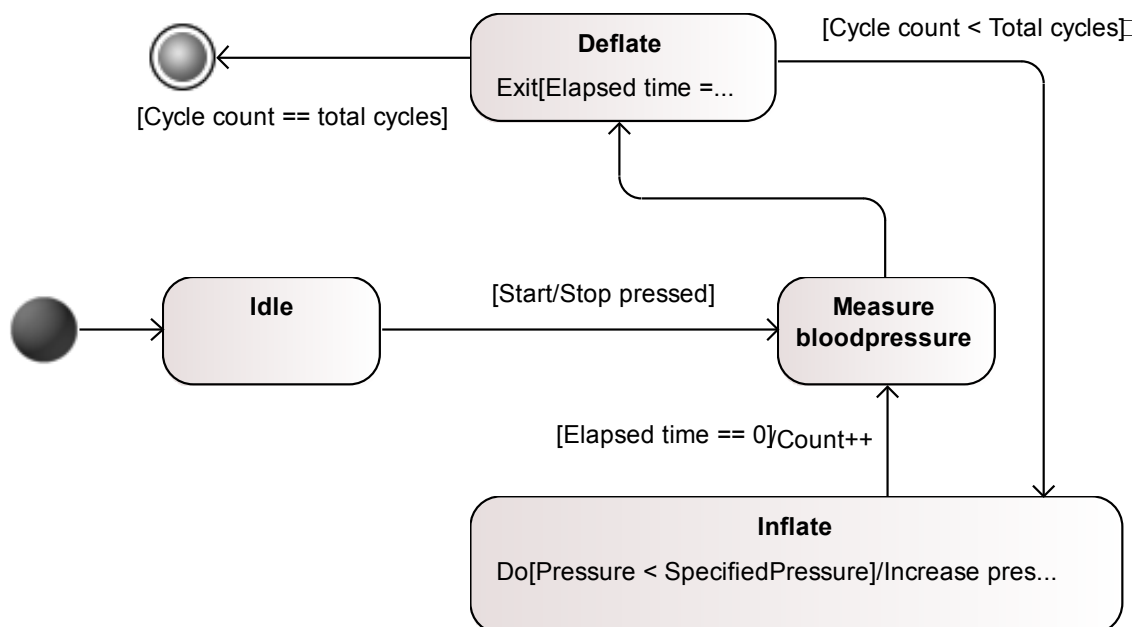
Figur 3.4. State machine diagram over programvalg på *Konditioneringsapparatet*

3.2.3.2 Konditionering

I programmet *Konditionering* har brugeren mulighed for både at starte en konditioneringsbehandling eller måle et blodtryk, derfor er der udarbejdet et state machine diagram for hvert senarie. Beskrivelse af stadierne:

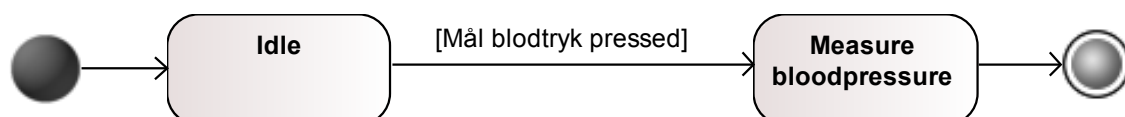
- **Idle:** Stadiet som programmet befinder sig i, før *Medicinsk personale* har foretaget noget.
- **Deflate:** Reperfusionssfasen, efter en endt afklemning befinder systemet sig i denne fase.
- **Measure blood pressure:** Måling af blodtryk, ved knaptryk på [Start/Stop], efter en endt afklemningsfase eller hvis *medicinsk personale* trykker på [Mål blodtryk].
- **Inflate:** Okklusionsstadiet, her befinder systemet sig hver gang en afklemning skal foretages.

Ved knaptryk på [Start/Stop]



Figur 3.5. State machine diagram over Konditioneringsforløb

Ved knaptryk på [Mål blodtryk]

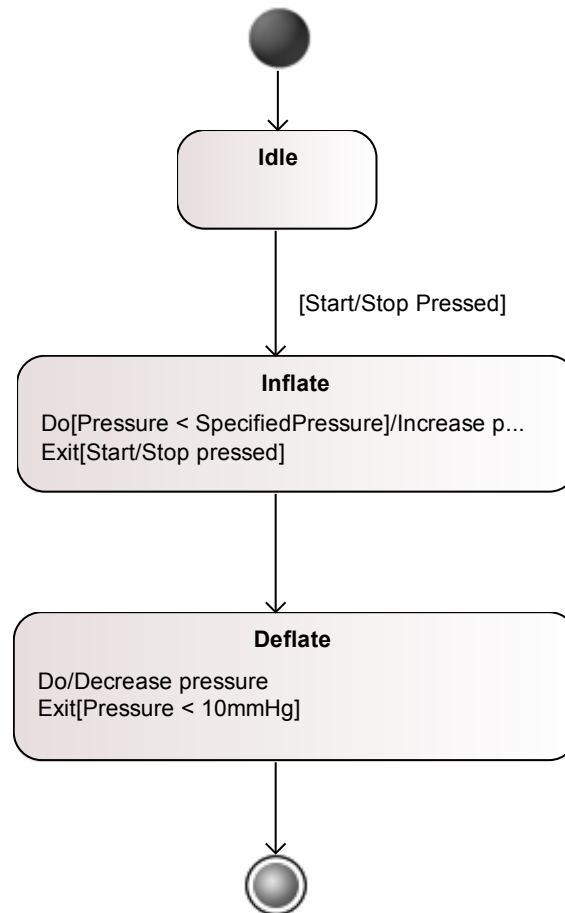


Figur 3.6. State machine diagram over blodtryksmåling

3.2.3.3 Okklusion

Beskrivelse af stadierne:

- **Idle:** Stadiet som programmet befinder sig i, før brugeren har foretaget noget.
- **Inflate:** Ved knaptryk på [Start/Stop] skifter systemet til dette stadiet, her holdes trykket konstant på 100mmHg.
- **Deflate:** Dette stadiet er manchetten tømt for luft.

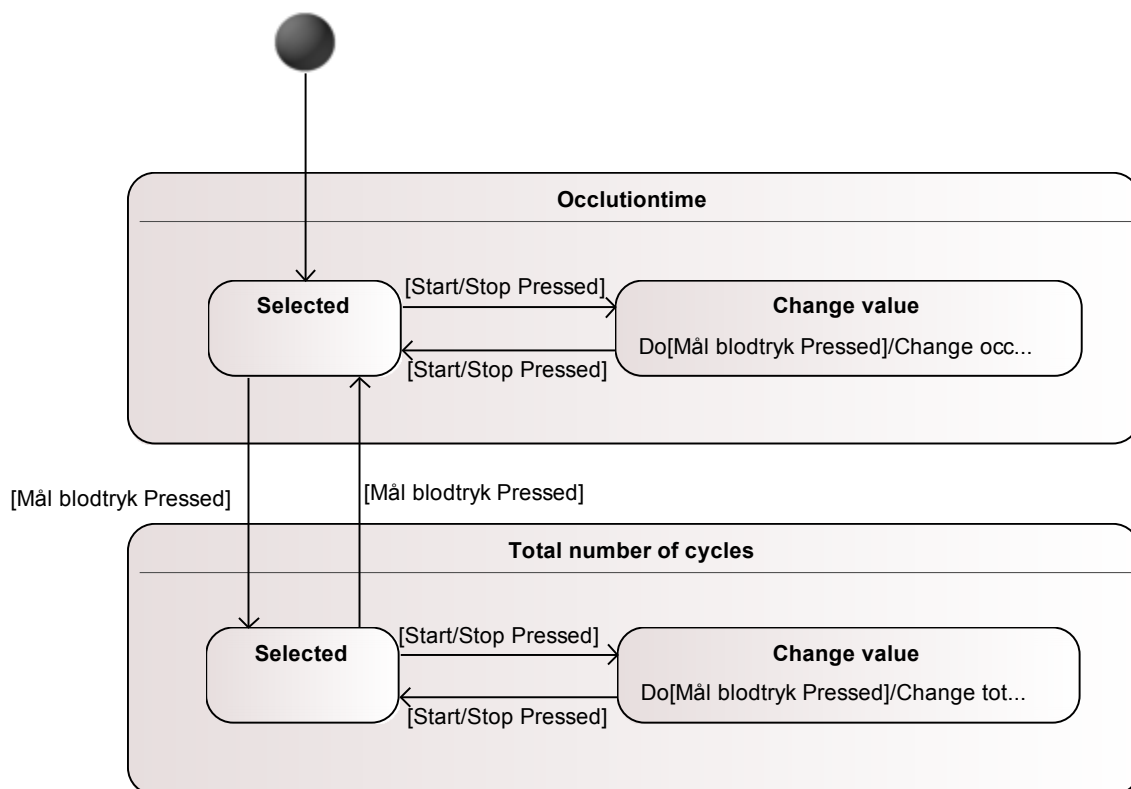


Figur 3.7. State machine diagram over okklusionsforløb

3.2.3.4 Setup

Dette state machine diagram beskriver stadierne for programmet *Setup*. Dette program har ingen slut stadie, cirklen med en cirklen inden i, da dette program ikke kan forlades, uden at apparatet slukkes. Beskrivels af stadier

- **Occlusion time:** Stadie hvor *Medicinsk personale* kan ændre tidsintervallet for hvor længe en afklemnings skal vare.
- **Total number of cycles:** Opsætning af hvor mange afklemnings/reperfusions cyklusser systemet skal udføre.
- **Selected** og **Change value:** er begge stadier hvor *Medicinsk personale* enten skifter mellem *Tid pr cyklus* og *Antal cyklusser* eller ændringen af disse værdier.



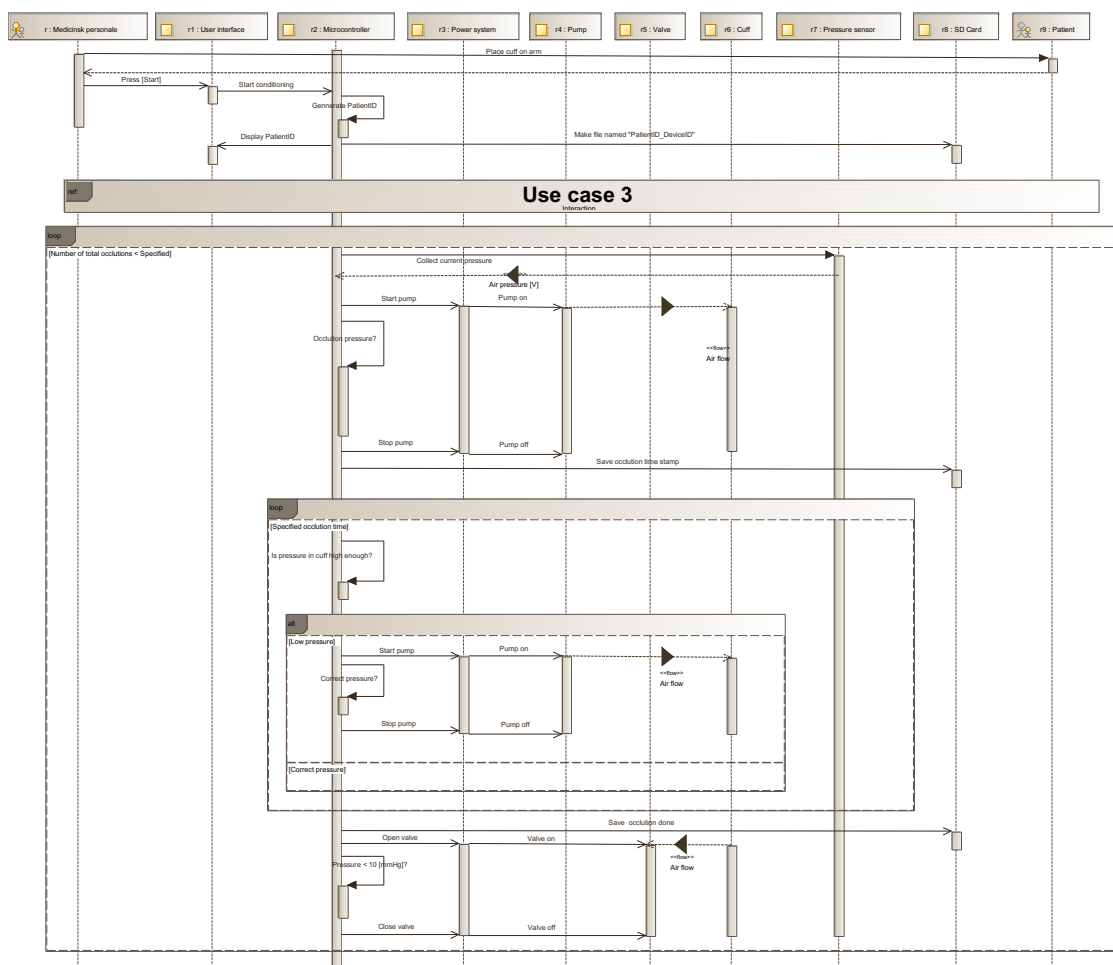
Figur 3.8. State machine diagram over setup forløbet

3.3 Process

3.3.1 Sekvensdiagrammer

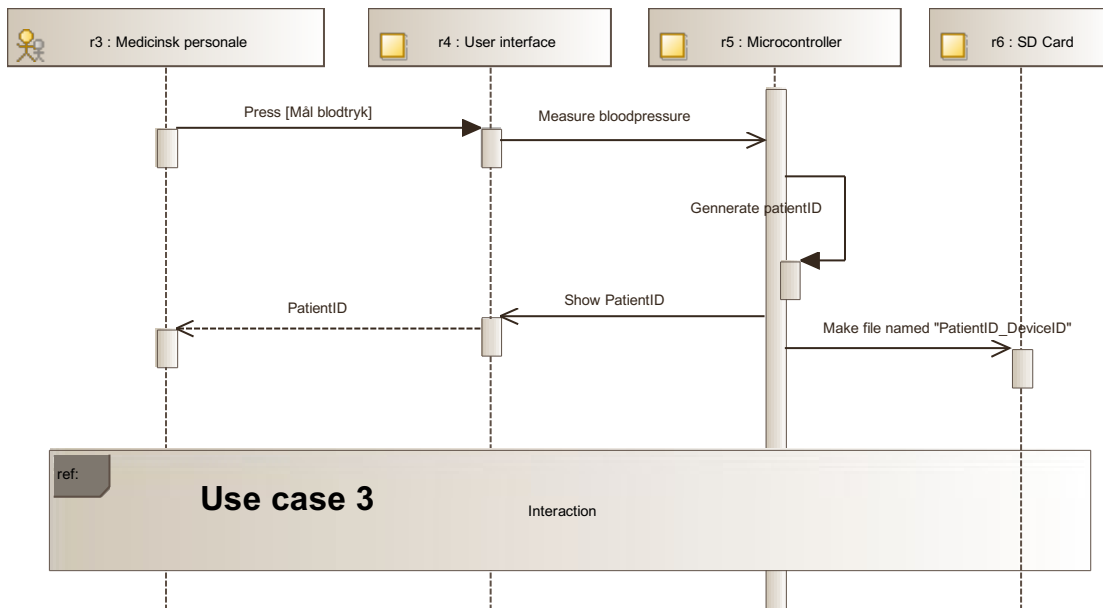
Der er udarbejdet et sekvensdiagram for hver use case. Sekvensdiagrammerne beskriver hvordan systemets dele og aktører interagerer med hinanden, og hvilke processer der sker ved disse interaktioner. For at simplificere store sekvensdiagrammer gør nogle af dem brug af andre use cases, dette ses fx. i sekvensdiagrammet for use case 1.

3.3.2 Konditionering - UC1



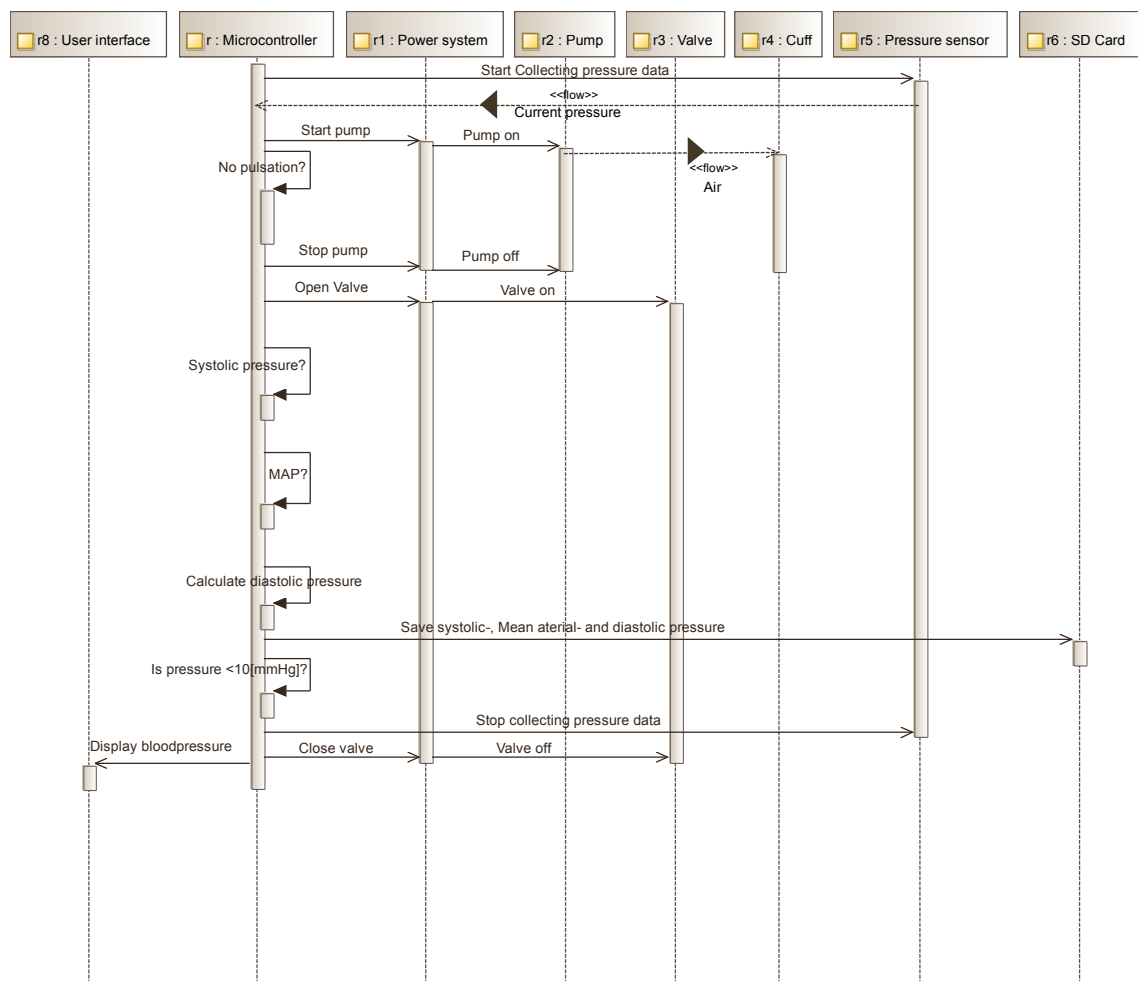
Figur 3.9. Sekvens diagram over forløb i use case 1

3.3.3 Initialiser blodtryksmåling - UC2



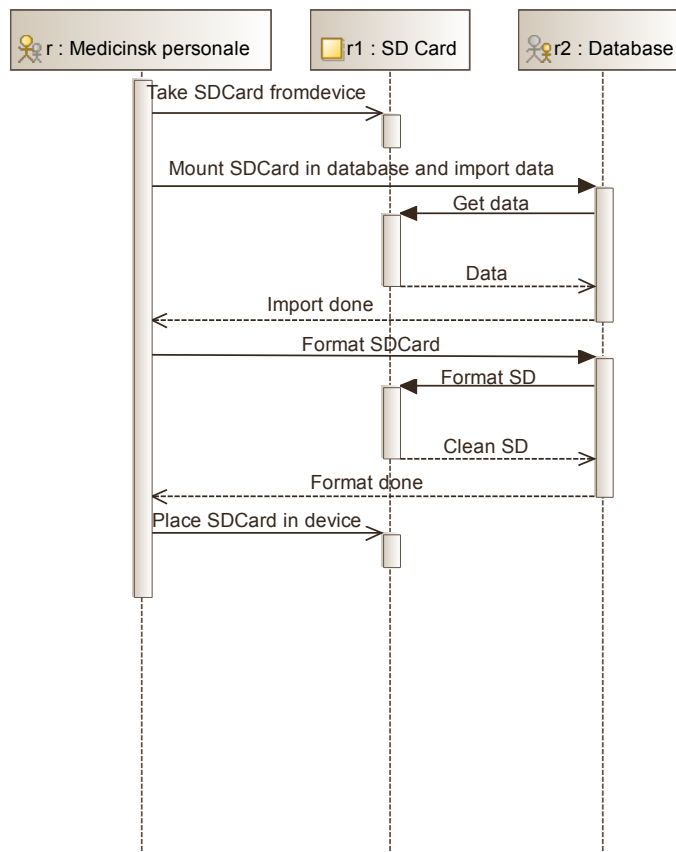
Figur 3.10. Sekvens diagram over forløb i use case 2

3.3.4 Mål blodtryk - UC3



Figur 3.11. Sekvens diagram over forløb i use case 3

3.3.5 Overfør data - UC4

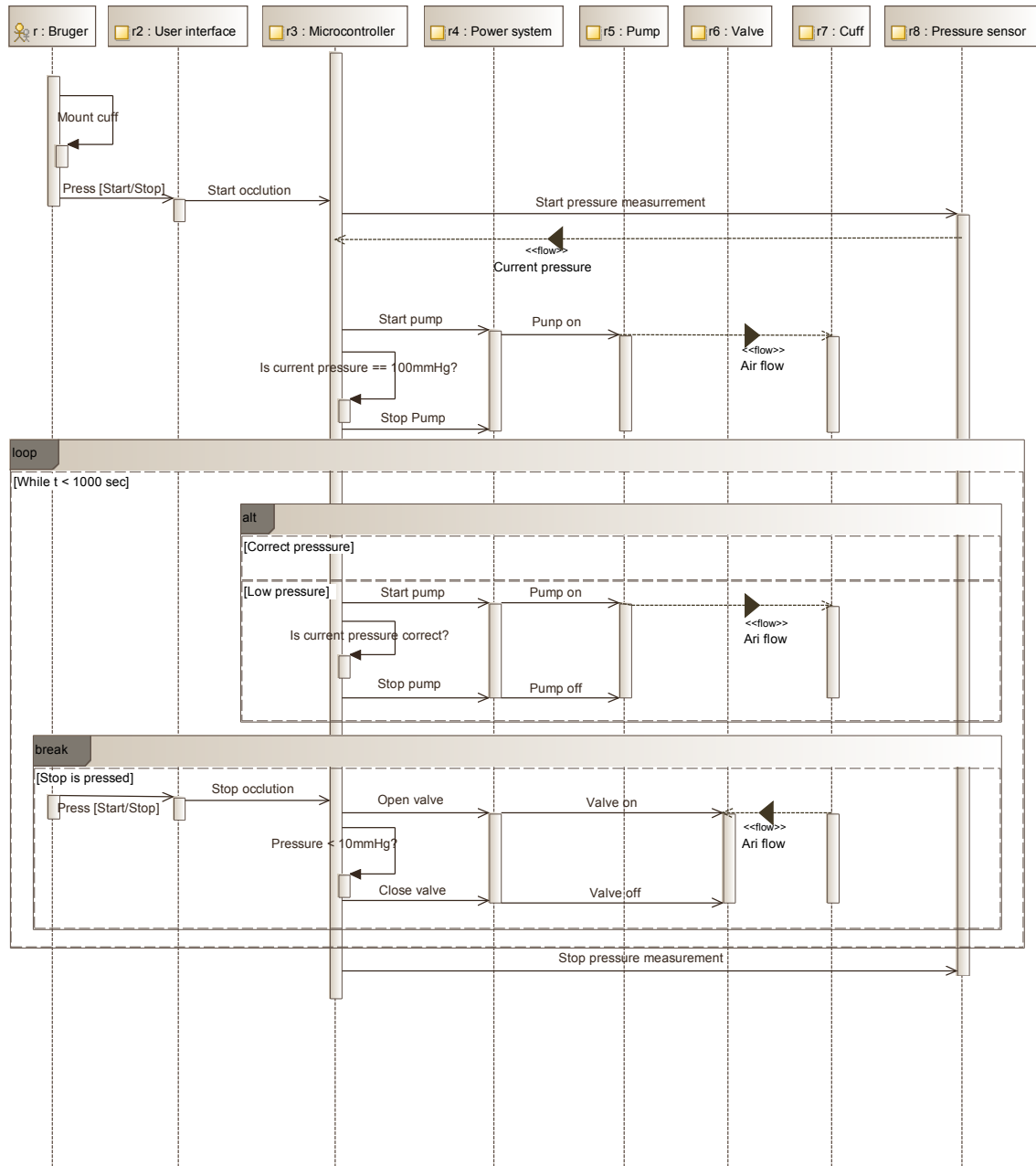


Figur 3.12. Sekvens diagram over forløb i use case 4

3.3.6 Sikkerhedskontrol med pulsoximeter - UC5

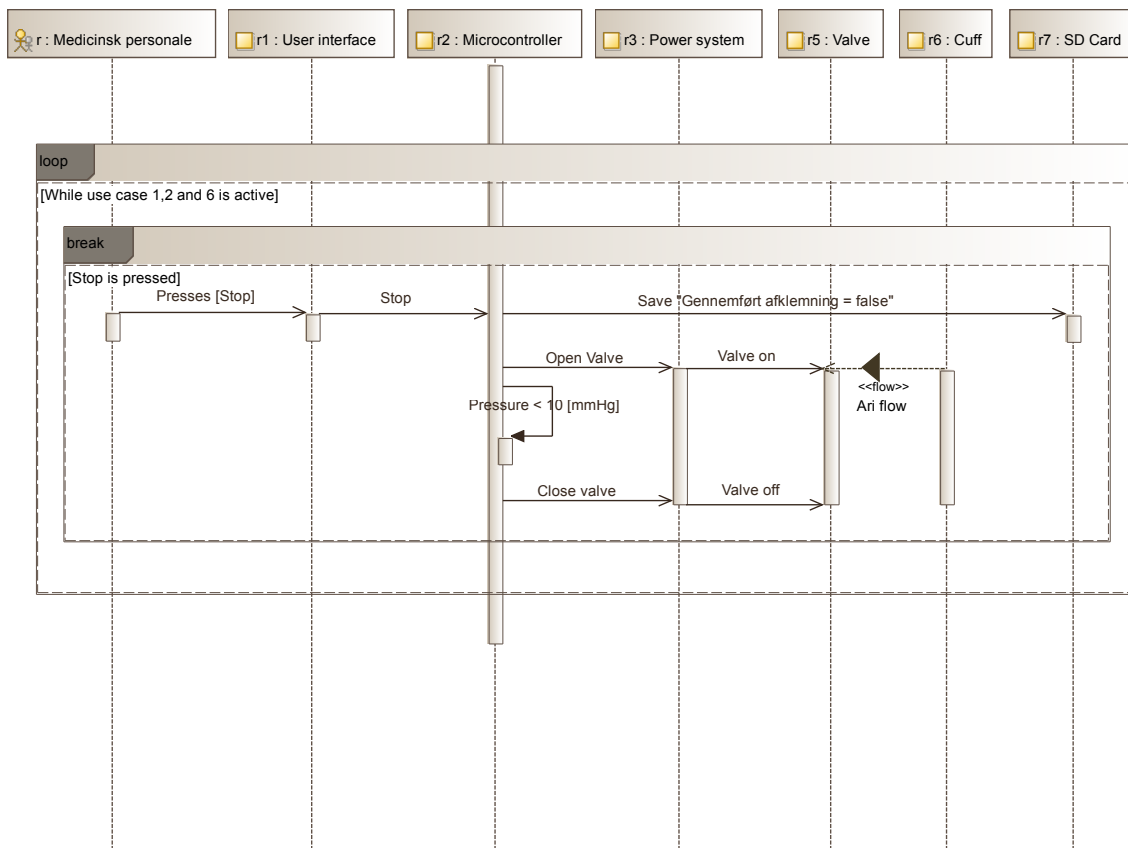
Mangler stadig...

3.3.7 Okklusionstræning - UC6



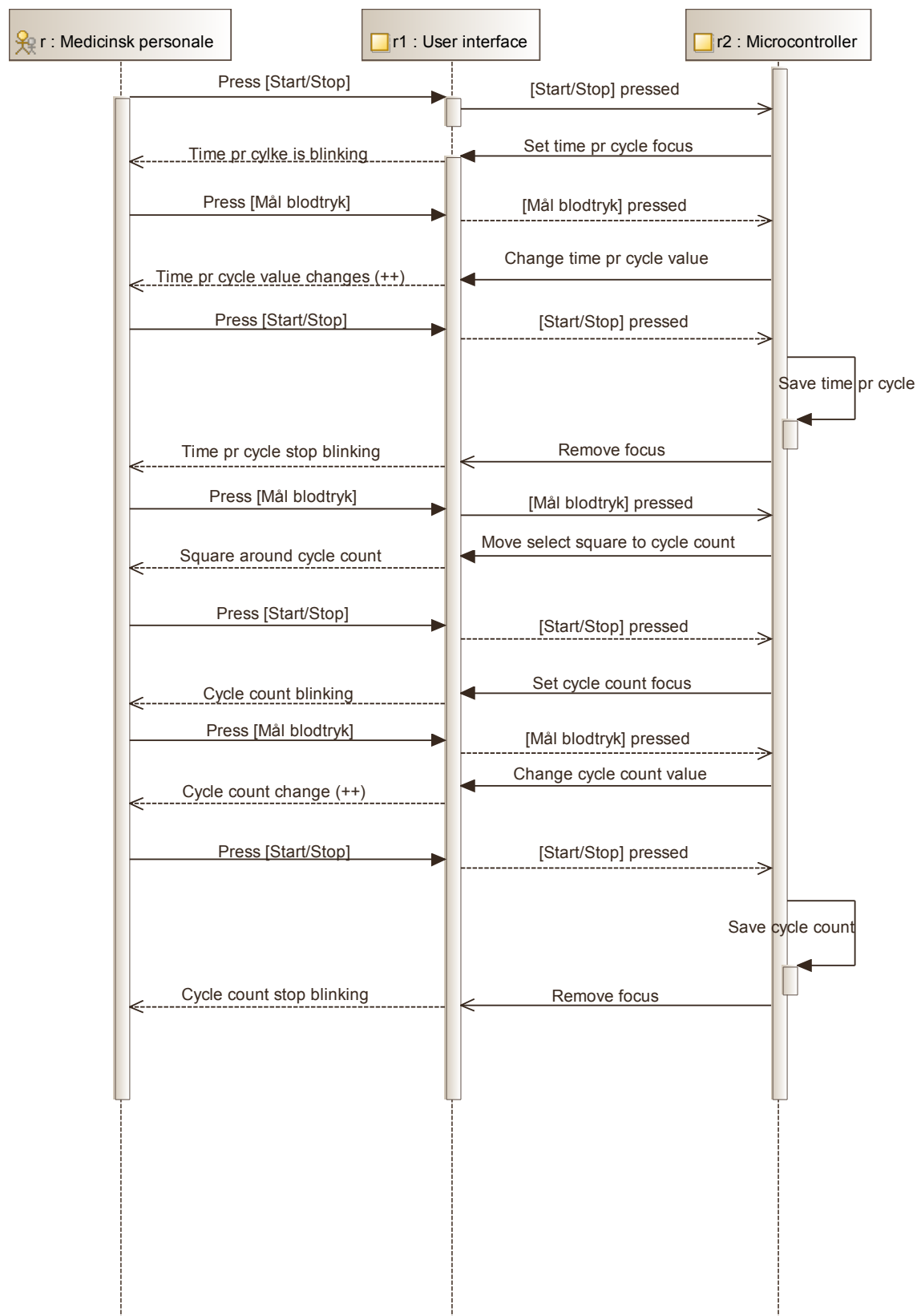
Figur 3.13. Sekvens diagram over forløb i use case 6

3.3.8 Afbryd - UC7



Figur 3.14. Sekvens diagram over forløb i use case 7

3.3.9 Setup - UC8

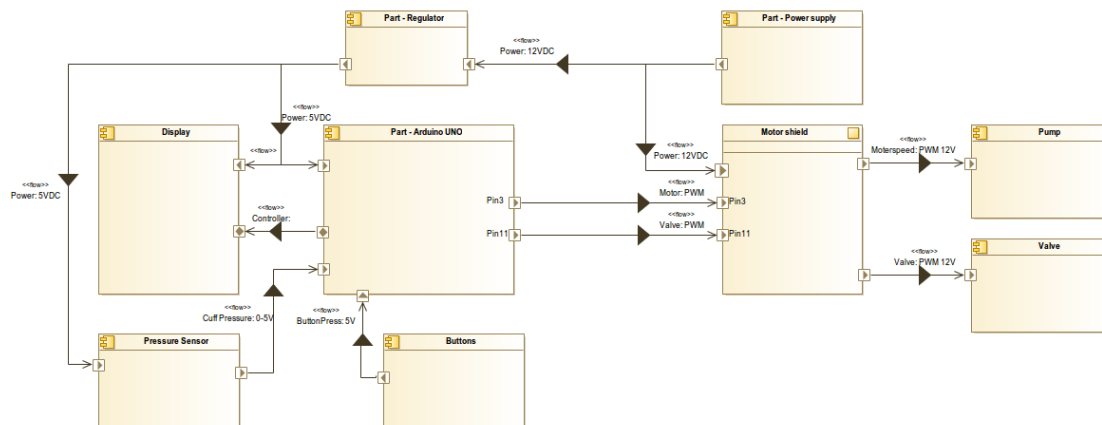


Figur 3.15. Sekvens diagram over forløb i use case 8

3.4 Implementation

3.4.1 Hardware

Diagrammet viser interaktioner mellem systemets hardware dele



Figur 3.16. Internal block diagram over flow for hardwaren i *Konditioneringsapparatet*

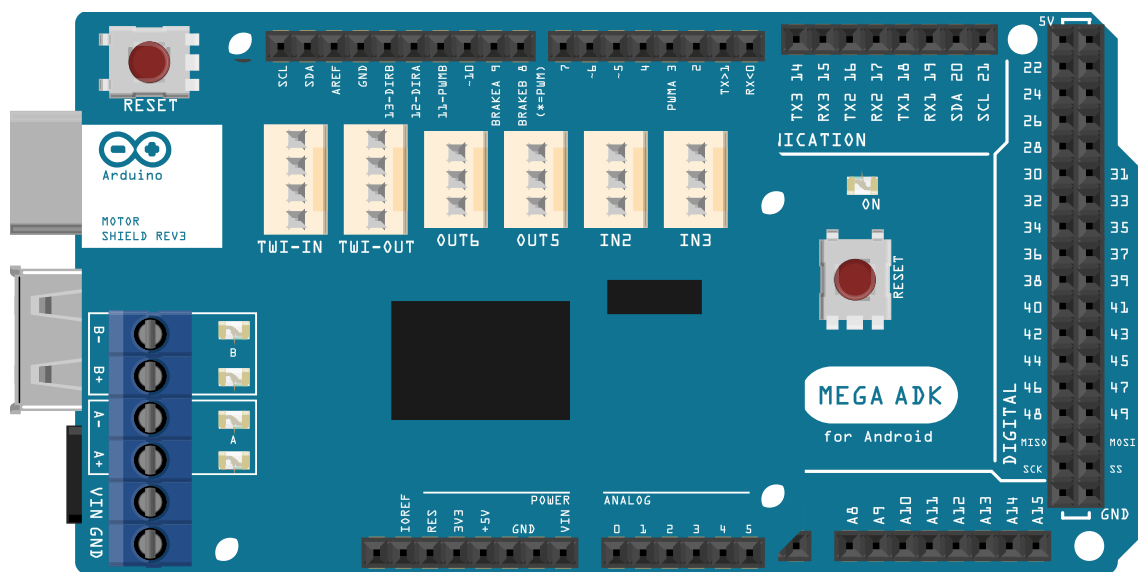
(Skal rettes til PDF)

3.4.1.1 Beskrivelse af hardware

Se beskrivelser i kapitel 2

3.4.1.2 Arduino Mega 2560 og Motor Shield

Til udvikling af prototypen bruges en Arduino Mega med en AtMega2560 processor og et 12V motor shield. Se oversigt tegning nedenfor



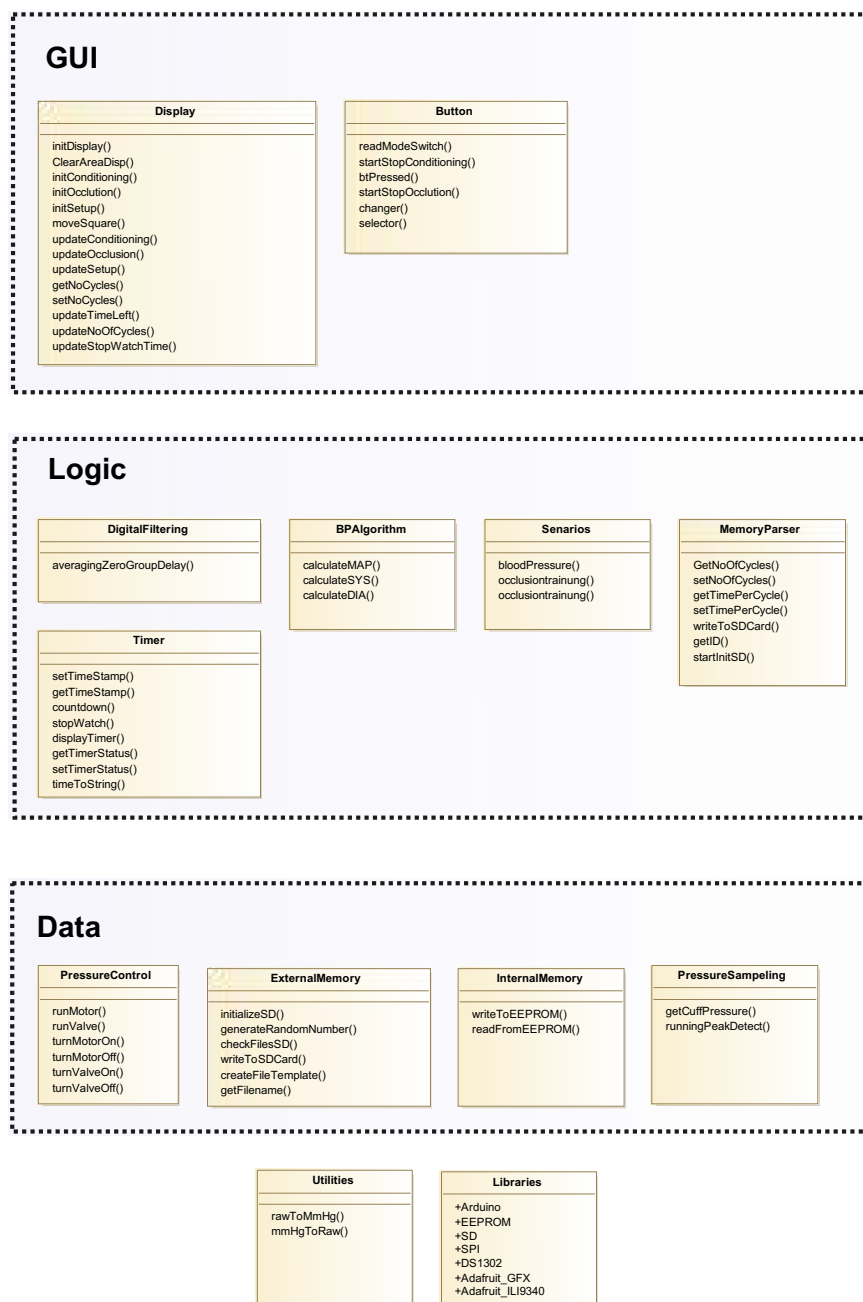
Figur 3.17. Arduino Mega med 12V motor shield monteret

3.4.2 Software

Konditioneringsapparatet består kun af ét software system og det kræver ikke flere software systemer for at apparatet fungere. Dette giver derfor et simpelt struktur for softwaren

3.4.2.1 Klasse diagram

Diagrammet præsentere software klasser med funktioner og de er opdelt i hver sit namespace. Denne struktur er valgt for at opnå høj samhørighed og lav kobling.



Figur 3.18. Class diagram for softwaren i *Konditioneringsapparatet*

3.4.2.2 Sprog

- C++ - brugt til at skrive source code til arduino
- SysML - brugt til udvikling af system diagrammer

3.4.2.3 3-lags modellen

Software er struktureret efter 3-lags princippet. Dette design er valgt for at give klare grænseflader og ansvarsfordeling. De tre lags er præsentationslaget, logik laget og datalaget. Lagdelingen giver stor fleksibilitet fordi det er nemmere at vedligeholde og genbruge kode fra et bestemt lag uden at den influere med andre lag. De tre lag er repræsenteret som hvert sit namespace i software arkitekturen

3.4.2.4 Udviklingsværktøjer

Eclipse

IDE til udvikling af C og C++. Dette miljø bruges til at skrive koden til arduinoen og dermed styringen af prototypen. Der er valgt versionen: “Juno Service Release”. Denne version understøtter integration af Arduino’ eget IDE, samtidig med at man kan gøre brug af Eclipses programmerings funktioner.

Arduino IDE

Arduinos eget udviklingsmiljø bruges som et plugin via Eclipse. Den brugte version er 1.5.5. Grundet manglende funktion er det blevet fravalgt at bruge Arduino IDE alene.

Git, GitHub Desktop og SmartGit

Til versionsstyring af til projekt dokumentation og source code. Bachelor gruppen har købt et privat repository grundede den igangværende patentsag. Som bruger interface for git er blevet brugt henholdsvis GitHub Desktop og SmartGit

Eksterne biblioteker

Arduino biblioteker

- EEPROM - muliggøre operationer på arduinoen indbyggede hukommelse
- SD - muliggøre operationer med SD kort
- TFT - funktioner til at bruge tft displays til arduino

3.5 Deployment

Da produktet Konditioneringsapparat er en prototype beskæftiger projektet sig ikke med de redskaber der bruges i deployment view. Dette view beskriver blandt andet hvordan software mappes på hardware, kaldet et deployment diagram. Konditioneringsapparatet består kun af én software eksekverende enhed og derfor er dette overflødigt at beskrive.