

### 3. Semesterprojekt - Goofy Candy Gun Dokumentation - Gruppe 3

|                                    |                                |                               |
|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Rieder, Kasper<br>201310514        | Jensen, Daniel V.<br>201500152 | Nielsen, Mikkell<br>201402530 |
| Kjeldgaard, Pernille L.<br>PK94398 | Konstmann, Mia<br>201500157    | Kloock, Michael<br>201370537  |
|                                    | Rasmussen, Tenna<br>201406382  |                               |

22. marts 2016

# Indhold

|  |            |
|--|------------|
| <b>Indhold</b>                           | <b>ii</b>  |
| <b>Figurer</b>                           | <b>iii</b> |
| <b>1 Kravspecifikation</b>               | <b>1</b>   |
| 1.1 Aktør kontekst diagram . . . . .     | 1          |
| 1.2 Use Case Diagram . . . . .           | 1          |
| 1.3 Aktør beskrivelse . . . . .          | 2          |
| 1.4 Fully Dressed Use Cases . . . . .    | 2          |
| 1.5 Ikke funktionelle krav . . . . .     | 7          |
| <b>2 Accepttestspekifikation</b>         | <b>9</b>   |
| 2.1 Use case 1 - Hovedscenarie . . . . . | 9          |
| 2.2 Use case 2 - Hovedscenarie . . . . . | 11         |
| 2.3 Ikke-funktionelle krav . . . . .     | 13         |
| <b>3 Systemarkitektur</b>                | <b>14</b>  |
| 3.1 Blokbeskrivelse . . . . .            | 14         |
| 3.2 Signalbeskrivelse . . . . .          | 14         |
| 3.3 Hardware Arkitektur . . . . .        | 18         |
| 3.4 Software Arkitektur . . . . .        | 20         |
| <b>4 Referencer</b>                      | <b>32</b>  |
| <b>Litteratur</b>                        | <b>32</b>  |

## Figurer

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | Kontekst diagram for slikkanonen . . . . .          | 1  |
| 2  | Use case diagram for slikkanonen . . . . .          | 1  |
| 3  | Skitse af brugergrænsefladen . . . . .              | 8  |
| 4  | Overordnet BDD for Candygun 3000. . . . .           | 19 |
| 5  | IBD for Candygun 3000. . . . .                      | 19 |
| 6  | Sekvensdiagram for Devkit 8000. . . . .             | 21 |
| 7  | Klassediagram for Devkit 8000 . . . . .             | 22 |
| 8  | Sekvensdiagram for PSoC0. . . . .                   | 23 |
| 9  | Klassediagram for PSoC0. . . . .                    | 24 |
| 10 | Sekvensdiagram for PSoC1. . . . .                   | 25 |
| 11 | Klassediagram for PSoC1. . . . .                    | 26 |
| 12 | Sekvensdiagram for PSoC2. . . . .                   | 27 |
| 13 | Klassediagram for PSoC2. . . . .                    | 28 |
| 14 | Forbindelser mellem systemets komponenter . . . . . | 29 |
| 15 | Timing Diagram af 1-byte I2C aflæsning . . . . .    | 30 |
| 16 | Eksempel af I2C Protokol Forløb . . . . .           | 31 |

## 1 Kravspecifikation

Det følgende afsnit udpensler projektet ved specifikation af aktører, use cases, samt ikke-funktionelle krav.

### 1.1 Aktør kontekst diagram

Figur 1 viser et kontekst diagram for Goofy Candygun 3000.



Figur 1: Kontekst diagram for slikkanonen

### 1.2 Use Case Diagram

Figur 2 viser et use case diagram for Goofy Candygun 3000.



Figur 2: Use case diagram for slikkanonen

### 1.3 Aktør beskrivelse

Det følgende afsnit beskriver de identificerede aktører for Goofy Candygun 3000.

#### 1.3.1 Aktør - Bruger

|                  |  |
|------------------|--|
| Aktørens Navn:   | Bruger   |
| Alternativ Navn: | Spiller  |
| Type:            | Primær   |
| Beskrivelse:     | Brugeren initierer Goofy Candy Gun, ved at vælge spiltype på brugergrænsefladen. Derudover har brugeren mulighed for at stoppe spillet igennem brugergrænsefladen. Brugeren vil under spillet interagere med Goofy Candy Gun gennem Wii-Nunchucken.<br>Brugeren starter også Goofy Candy Gun system-testen for at verificere om det er operationelt. |

### 1.4 Fully Dressed Use Cases

Det følgende afsnit indeholder de *fully dressed use cases* for Goofy Candy Gun, som kan findes under afsnittet **Use Case Diagram**.



## 1.4.1 Use Case 1 - Spil Goofy Candy Gun 3000

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Navn</b>                        | Spil Goofy Candygun 3000  |
| <b>Mål</b>                         | At spille spillet   |
| <b>Initiering</b>                  | Bruger  |
| <b>Aktører</b>                     | Bruger  |
| <b>Antal samtidige forekomster</b> | Ingen   |
| <b>Prækondition</b>                | Spillet og kanonen er operationel. UC2 Test kommunikationsprotokoller er udført   |
| <b>Postkondition</b>               | Brugeren har færdiggjort spillet  |
| <b>Hovedscenarie</b>               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bruger vælger spiltype på brugergrænseflade</li> <li>2. Bruger vælger antal skud til runde</li> <li>3. Bruger fylder magasin med slik tilsvarende antal skud</li> <li>4. Bruger indstiller kanon med analogstick på Wii-nunchuck</li> <li>5. Bruger udløser kanonen med Wii-nunchucks trigger</li> <li>6. System lader et nyt skud</li> <li>7. Brugergrænseflade opdateres med spillets statistikker</li> <li>8. Punkt 4 til 7 gentages indtil skud er opbrugt <ul style="list-style-type: none"> <li>[Extension 1: Bruger vælger 2 player mode]</li> <li>[Extension 2: Bruger afslutter det igangværende spil]</li> </ul> </li> <li>9. Brugergrænseflade viser afslutningsinfo for runden</li> <li>10. Bruger afslutter runde</li> <li>11. Brugergrænseflade vender tilbage til starttilstand</li> </ol> |
| <b>Udvidelser/ undtagelser</b>     | <p><b>[Extension 1: Brugeren vælger 2 player mode]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bruger overdrager Wii-nunchuck til den anden bruger</li> <li>2. Punkt 4 til 7 gentages indtil skud er opbrugt</li> <li>3. Use case genoptages fra punkt 8</li> </ol> <p><b>[Extension 2: Bruger afslutter det igangværende spil]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brugergrænseflade vender tilbage til starttilstand</li> <li>2. Use case afsluttes</li> </ol>  |

**1.4.2 Use Case 2 - Test Kommunikationsprotokoller**

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Navn</b>                        | Test kommunikationsprotokoller                        |
| <b>Mål</b>                         | At teste kommunikations protokoller                   |
| <b>Initiering</b>                  | Bruger  |
| <b>Aktører</b>                     | Bruger  |
| <b>Antal samtidige forekomster</b> | Ingen   |
| <b>Prækondition</b>                | Systemet er tændt                                     |
| <b>Postkondition</b>               | Systemet er gennemgået testen og resultaterne er vist |



|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Hovedscenarie</b> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Bruger vælger test system på brugergrænseflade</li><li>2. Devkit sender start SPI test til PSoC0 via SPI</li><li>3. PSoC0 sender acknowledge til Devkit via SPI<br/>[Exception 1: PSoC0 sender ikke acknowledge]</li><li>4. Brugergrænseflade meddeler om gennemført SPI test</li><li>5. Devkit sender start I2C test til PSoC0 via SPI</li><li>6. PSoC0 sender start I2C test til PSoC slaver via I2C</li><li>7. PSoC slaver sender acknowledge til PSoC0 via I2C<br/>[Exception 2: PSoC slaver sender ikke acknowledge]</li><li>8. PSoC0 meddeler om gennemført I2C test til Devkit via SPI</li><li>9. Brugergrænseflade meddeler om gennemført I2C test</li><li>10. Brugergrænseflade anmoder bruger om at trykke på knap 'Z' på Wii-nunchuck</li><li>11. Wii-nunchuck sender besked "Knap Z trykket" til PSoC2 via I2C<br/>[Exception 3: Wii-nunchuck sender ikke "Knap Z trykket"]</li><li>12. PSoC2 sender besked om "Knap Z trykket" til PSoC0 via I2C</li><li>13. PSoC0 videresender besked om "Knap Z trykket" til Devkit via SPI</li><li>14. Brugergrænseflade meddeler om gennemført Wii-nunchuck test</li><li>15. Brugergrænseflade meddeler at test af kommunikationsprotokoller er gennemført</li></ol> |
|----------------------|--|

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Udvidelser/ undtagelser | <p><b>[Exception 1: PSoC0 sender ikke acknowledge]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brugergænseflade meddeler fejl i SPI kommunikation</li> <li>2. UC2 afsluttes</li> </ol> <p><b>[Exception 2: PSoC slaver sender ikke acknowledge]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. PSoC0 sender fejlmeddelse til Devkit</li> <li>2. Brugergænseflade meddeler fejl i I2C kommunikation</li> <li>3. UC2 afsluttes</li> </ol> <p><b>[Exception 3: Wii-nunchuck sender ikke "Knap Z trykket"]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. PSoC2 sender fejlmeddelse til PSoC0</li> <li>2. PSoC0 videregiver fejlmeddelse til Devkit</li> <li>3. Brugergænseflade meddeler fejl i I2C kommunikation med Wii-nunchuck</li> <li>4. UC2 afsluttes</li> </ol> |
|-------------------------|--|

### 1.5 Ikke funktionelle krav

1. Kanonen skal kunne drejes med en nøjagtighed på  $\pm 5^\circ$ 
  - 1.1. Vertikalt gælder dette for intervallet fra 0 til  $70^\circ$
  - 1.2. Horizontalt gælder dette for intervallet fra  $-45^\circ$  til  $45^\circ$
2. Kanonen skal kunne affyre projektiler med en diameter på  $1,25 \text{ cm} \pm 2 \text{ mm}$
3. Kanonen skal kunne affyre sit projektil minimum 1 meter
4. Kanonens størrelse må maksimalt være 40cm høj, bred og dyb
5. Fra aftryk på trigger til affyring må der maksimalt gå ti sekunder
6. Affyring af kanonen skal kunne afvikles minimum tre gange pr. minut
7. Figur 3 viser en skitse af hvordan den grafiskbrugergænseflade kommer til at se ud



Figur 3: Skitse af brugergrænsefladen

## 2 Accepttestspecifikation

### 2.1 Use case 1 - Hovedscenarie

| Step | Handling   | Forventet observation/resultat  | Faktisk observation/resultat | Vurdering (OK/FAIL) |
|------|--|---|------------------------------|---------------------|
| 1    | Vælg one-player mode.  | Brugergrænsefladen viser spilside for one-player mode og anmoder om valg af antal skud. |                              |                     |
| 2    | Vælg ti skud.  | Brugergrænseflade anmoder om, at der fyldes ti stykker slik i magasinet.                |                              |                     |
| 3    | Fyld ti stykker slik i magasinet og tryk på knap for at starte spil. | Brugergrænseflade går til spilside og anmoder om, at kanon indstilles.                  |                              |                     |
| 4    | Indstil kanon til affyring med Wii-nunchuck.                         | Kanon indstiller sig svarende til Wii-nunchucks placering.                              |                              |                     |
| 5    | Udløs kanon med trigger på wii-nunchuck.                             | Kanon udløses.  |                              |                     |
| 6    | Gentag punkt 4 og 5 ti gange.  | Punkt 4 og 5 gentages.  |                              |                     |
| 7    | Kig på brugergrænsefladen.   | Brugergrænsefladen viser info om spillet.   |                              |                     |
| 8    | Tryk på knap for at vende tilbage til starttilstand.                 | Brugergrænseflade vender tilbage til startside.   |                              |                     |

**2.1.1 Use case 1 - Extension 1**

| Step | Handling   | Forventet observation/resultat  | Faktisk observation/resultat | Vurdering (OK/FAIL) |
|------|--|---|------------------------------|---------------------|
| 1    | Vælg two-player mode.  | Brugergrænsefladen viser spilside for two-player mode og anmoder om valg af antal skud. |                              |                     |
| 2    | Vælg ti skud på brugergrænseflade.                                   | Brugergrænseflade anmoder om, at der fyldes ti stykker slik i magasinet.                |                              |                     |
| 3    | Fyld ti stykker slik i magasinet og tryk på knap for at starte spil. | Brugergrænseflade går til spilside og anmoder om, at kanon indstilles.                  |                              |                     |
| 4    | Indstil kanon til affyring med Wii-nunchuck.                         | Kanon indstiller sig svarende til Wii-nunchucks placering.                              |                              |                     |
| 5    | Udløs kanon med trigger på wii-nunchuck.                             | Kanon udløses.  |                              |                     |
| 6    | Giv Wii-nunchuck til den anden spiller.                              | Den anden spiller modtager Wii-nunchuck.  |                              |                     |
| 7    | Gentag punkt 4 til 6 indtil skud er opbrugt.                         | Punkt 4 til 6 gentages.   |                              |                     |
| 8    | Kig på brugergrænseflade.  | Brugergrænseflade viser info om spil.   |                              |                     |
| 9    | Tryk på knap for at vende tilbage til starttilstand.                 | Brugergrænseflade vender tilbage til startside.   |                              |                     |

**2.1.2 Use case 1 - Extension 2**

| Step | Handling   | Forventet observation/resultat  | Faktisk observation/resultat | Vurdering (OK/FAIL) |
|------|--|---|------------------------------|---------------------|
| 1    | Vælg one-player mode.  | Brugergrænsefladen viser spilside for one-player mode og anmoder om valg af antal skud. |                              |                     |
| 2    | Vælg ti skud på brugergrænseflade.                                   | Brugergrænseflade anmoder om, at der fyldes ti stykker slik i magasinet.                |                              |                     |
| 3    | Fyld ti stykker slik i magasinet og tryk på knap for at starte spil. | Brugergrænseflade går til spilside og anmoder om, at kanon indstilles.                  |                              |                     |
| 4    | Tryk på knap for afslutning af spil.                                 | Brugergrænseflade vender tilbage til startside.   |                              |                     |

**2.2 Use case 2 - Hovedscenarie**

| Step | Handling                             | Forventet observation/resultat  | Faktisk observation/resultat | Vurdering (OK/FAIL) |
|------|--------------------------------------|---|------------------------------|---------------------|
| 1    | Tryk start test på brugergrænseflade | Brugergrænsefladen udskriver at SPI og I2C testen er godkendt. Brugergrænsefladen anmoder bruger om tryk på Z på Wii-nunchuck |                              |                     |
| 2    | Tryk Z på Wii-nunchuck               | Brugergrænsefladen udskriver at Wii-testen er godkendt  |                              |                     |

**2.2.1 Use case 2 - Exception 1**

| Step | Handling                                | Forventet observation/resultat                                | Faktisk observation/resultat | Vurdering (OK/FAIL) |
|------|---|---|------------------------------|---------------------|
| 1    | Fjern SPI-kablet fra DevKittet.         |   |                              |                     |
| 2    | Tryk på start test på brugergrænseflade | Brugergrænsefladen udskriver SPI forbindelses fejlmeddelelse. |                              |                     |

**2.2.2 Use case 2 - Exception 2**

| Step | Handling                                | Forventet observation/resultat                                | Faktisk observation/resultat | Vurdering (OK/FAIL) |
|------|---|---|------------------------------|---------------------|
| 1    | Fjern I2C-kabler fra alle I2C slaver.   |   |                              |                     |
| 2    | Tryk på start test på brugergrænseflade | Brugergrænsefladen udskriver I2C forbindelses fejlmeddelelse. |                              |                     |

**2.2.3 Use case 2 - Exception 3**

| Step | Handling                                | Forventet observation/resultat  | Faktisk observation/resultat | Vurdering (OK/FAIL) |
|------|---|---|------------------------------|---------------------|
| 1    | Disconnect Wii nunchuck fra systemet.   |   |                              |                     |
| 2    | Tryk på start test på brugergrænseflade |   |                              |                     |
| 3    | Vent på timeout.                        | Brugergrænsefladen udskriver Wii Nunchuck forbindelses fejlmeddelelse |                              |                     |

### 2.3 Ikke-funktionelle krav

| Krav | Test  | Forventet observation/resultat                                       | Faktisk observation/resultat | Vurdering (OK/FAIL) |
|------|---|--|------------------------------|---------------------|
| 1.1  | Bruger styrer kanon fra "top"position til "bund"position, og måler vinkelforskellen.                                  | Den afmålte vinkelforskel må være $70^{\circ} \pm 5^{\circ}$         |                              |                     |
| 1.2  | Bruger drejer kanonen fra længst til højre til længst til venstre og måler vinkelforskellen.                          | Den afmålte vinkelforskel ligger indenfor $70^{\circ} \pm 5^{\circ}$ |                              |                     |
| 2    | Et projektil på 1.25 cm i diameter $\pm 5$ mm affyres fra kanonen.  | Projektilet bliver affyret   |                              |                     |
| 3    | Et projektil affyres, og distancen mellem kanonen og stedet hvor projektilet lander måles.                            | Distancen er blevet målt til at være større end 1 meter.             |                              |                     |
| 4    | Mål kanonens dimensioner med en lineal.   | Dimensionerne overstiger ikke 40cm x 40cm x 40cm.                    |                              |                     |
| 5    | Tryk på "triggeren" på Wii Nunchuck, og mål med et stopur hvor lang tid der går fra tryk, til kanonen bliver affyret. | Den målte tid er mindre end 10 sekunder.                             |                              |                     |
| 6    | Kanonens affyres 3 gange, og et stopur startes ved første skud, og stoppes ved det tredje skud.                       | Den målte tid er mindre end 60 sekunder.                             |                              |                     |



### 3 Systemarkitektur

#### 3.1 Blokbeskrivelse

##### DevKit 8000

*DevKit 8000* er en embedded Linux platform med touch-skærm der bruges til brugergrænsefladen for produktet. Det er her hvor brugeren interagerer med systemet og ser status for spillet.

##### Motorstyring

*Motorstyring* er blokken som består af Candy Gun 3000's motorer - brugt til at styre den - samt *PSoC1*, som bruges til styring af disse motorer.

##### Wii-Nunchuck-Styring

*Wii-Nunchuck-Styring* er blokken som består af den fysiske Wii-Nunchuck controller der bruges af brugeren til at styre kanonen, samt *PSoC2*, som bruges til at videresende I2C dataen fra controlleren.

##### Wii-Nunchuck

*Wii-Nunchuck* er controlleren brugeren styrer kanonen med.

##### Motor

*Motor* blokken er Candy Gun 3000's motorer der bruges til styring af kanonen i forskellige retninger.

##### PSoC0

*PSoC0* er PSoC hardware der både er I2C master og SPI slave. Denne PSoC fungerer som bindeled mellem resten af systemets hardware, så kommunikation er muligt.

##### PSoC1

*PSoC1* er PSoC hardware der bruges til softwarestyring af Candy Gun 3000's motorer samt affyringsmekanisme.

##### PSoC2

*PSoC2* er PSoC hardware der bruges til at videresende input data fra Wii-Nunchuck controlleren.

##### SPI (FlowSpecification)

*SPI (FlowSpecification)* beskriver signalerne der indgår i *SPI* kommunikation.

##### I2C (FlowSpecification)

*I2C (FlowSpecification)* beskriver signalerne der indgår i *I2C* kommunikation.

#### 3.2 Signalbeskrivelse

Generelt for signalbeskrivelsen gælder, at når et signal beskrives som 'højt' menes der i et spændingsområde på 3.5V til 5 V, som er defineret for CMOS kredse (Kilde [allaboutcircuits.com/textbook/digital/chpt-3/logic-signal-voltage-levels/](http://allaboutcircuits.com/textbook/digital/chpt-3/logic-signal-voltage-levels/)). På samme måde er signaler beskrevet som 'lav' defineret som spændinger indenfor 0 V til 1.5 V.

| Blok-navn | Funktionsbeskrivelse | Signaler | Signalbeskrivelse |
|-----------|----------------------|----------|-------------------|
|-----------|----------------------|----------|-------------------|

|              |   |            |  |
|--------------|---|------------|--|
| Devkit8000   | Fungerer som grænseflade mellem bruger og systemet.                 | masterSPI  | Type: SPI<br>Spændingsniveau: 0-5V<br>Hastighed: ??  |
|              |   | touch      | Type: touch<br>Tryk på DevKit8000 display.   |
| PSoC0        | Fungerer som I2C master for systemet samt SPI slave til DevKit8000. | slaveSPI   | Type: SPI<br>Spændingsniveau: 0-5V<br>Hastighed: ??  |
|              |   | masterI2C  | Type: I2C<br>Spændingsniveau: 0-5V<br>Hastighed: 100kbit/sekund  |
| Motorstyring | Modtager input fra Wii-Nunchuck og omsætter det til PWM signaler.   | motorSlave | Type: I2C<br>Spændingsniveau: 0-5V<br>Hastighed: 100kbit/sekund<br>Beskrivelse: Indeholder Wii-Nunchuck data der skal bruges til motorstyring.                               |
|              |   | power      | Type: $V_{CC}$<br>Spændingsniveau: 5V<br>Beskrivelse: Strømforsyning til motorstyringen.   |
| PSoC1        | Modtager input fra Wii-Nunchuck og omsætter det til PWM signaler.   | MotorI2C   | Type: I2C<br>Spændingsniveau: 0-5V<br>Hastighed: 100kbit/sekund<br>Beskrivelse: Indeholder formatteret Wii-Nunchuck data som skal bruges til styring af motorens PWM signal. |

|       |   |          |   |
|-------|---|----------|---|
|       |   | PWM      | Type: PWM<br>Frekvens: 22kHz<br>PWM %: 0-100%<br>Spændingsniveau: 0-5V<br>Beskrivelse: PWM signal til styring af motorens hastighed. Udregnet ud fra MotorI2C signalet. |
| Motor | Motorerne der skal styre kanonen  | PWM      | Type: PWM<br>Frekvens: 22kHz<br>PWM%: 0-100%<br>Spændingsniveau: 0-5V<br>Beskrivelse: PWM signal til styring af motorens hastighed.                                     |
|       |   | power    | Type: $V_{CC}$<br>Spændingsniveau: 12V<br>Beskrivelse: Strømforsyning til motorstyringen  |
| PSoC2 | Modtager input data fra Wii-Nunchuk og videresender det i behandlet format. | wiiSlave | Type: I2C<br>Spændingsniveau: 0-5V<br>Hastighed: 100kbit/sekund<br>Beskrivelse: Sender input data fra Wii-Nunchuck til PSoC2.   |
|       |   | WiiI2C   | Type: I2C<br>Spændingsniveau: 0-5V<br>Hastighed: 100kbit/sekund<br>Beskrivelse: Videre-sender behandlet Wii-Nunchuk data til andre dele af systemet.                    |

|              |   |             |  |
|--------------|---|-------------|--|
| Wii-nunchuck | Den fysiske controller som brugeren styrer kanonen med. | WiiSlave    | Type: I2C<br>Spændingsniveau: 0-5V<br>Hastighed: 100kbit/sekund<br>Beskrivelse: Denne I2C linje bruges til kommunikation mellem PSoC 2 og Wii-Nunchuck.              |
|              |   | buttonPress | Type: I2C<br>Det fysiske tryk når brugeren trykker på Wii-Nunchuck knapper.  |
| SPI          | Denne blok beskriver den ikke-atomiske SPI forbindelse. | MOSI        | Type: CMOS<br>Spændingsniveau: 0-5V<br>Hastighed: ??<br>Beskrivelse: Binært data som sendes fra master til slave.  |
|              |   | MISO        | Type: CMOS<br>Spændingsniveau: 0-5V<br>Hastighed: ??<br>Beskrivelse: Binært data som sendes fra slave til master.  |
|              |   | SCLK        | Type: CMOS<br>Spændingsniveau: 0-5V<br>Hastighed: ??<br>Beskrivelse: Clock signalet fra master til slave, som bruges til at synkronisere den serielle kommunikation. |
|              |   | SS          | Type: CMOS<br>Spændingsniveau: 0-5V<br>Hastighed: ??<br>Beskrivelse: Slave-Select, som bruges til at vælge slaven der skal modtage og sende data.                    |

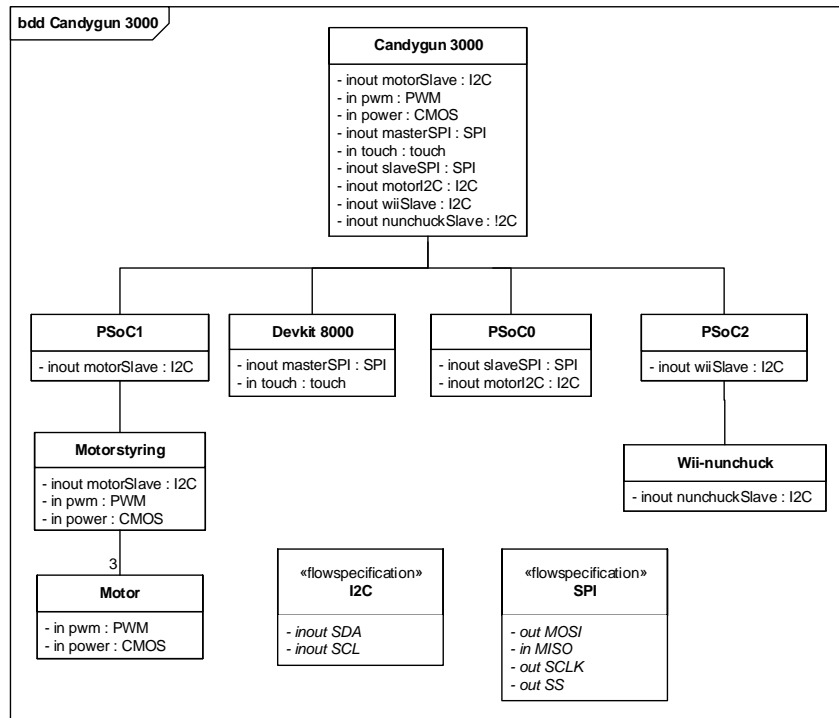
|     |   |     |  |
|-----|---|-----|--|
| I2C | Denne blok beskriver den ikke-atomiske I2C forbindelse. | SDA | Type: CMOS<br>Spændingsniveau: 0-5V<br>Hastighed: ??<br>Beskrivelse: Data-bussen mellem I2C masteren og I2C slaver.  |
|     |   | SCL | Type: CMOS<br>Spændingsniveau: 0-5V<br>Hastighed: ??<br>Beskrivelse: Clock signalet fra master til lyttende I2C slaver, som bruges til at synkronisere den serielle kommunikation. |

### 3.3 Hardware Arkitektur

I hardwarearkitekturen brydes systemet ned i dele, som senere gør det muligt at uddele arbejdsopgaver, og specificere grænseflader. Hardwarearkitekturen består af BDD og IBD for systemet.

#### 3.3.1 BDD for Candygun 3000

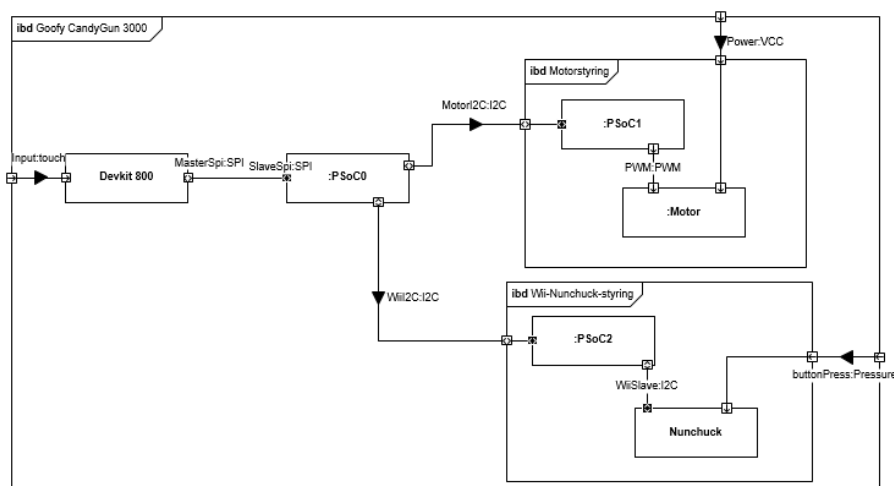
I BDD-diagrammet på figur 4 er Candygun 3000 brudt ned i blokkene PSoC0, PSoC1, PSoC2 og Devkit 8000. Devkit 8000 er brugergrænsefladen, som brugeren kan interagere med via touchskærmen. Den er forbundet via SPI til PSoC0, som er SPI-slave. PSoC0 er desuden også I2C-master. PSoC0 kommunikerer via I2C til PSoC1 og PSoC2. PSoC1 står for motorstyring, som via et PWM-signal styrer de 3 motorer. PSoC2 har til opgave at aflæse brugerinput fra Wii-nunchucken, som også kommunikerer via I2C. På figur 4 ses de forskellige blokke og deres porte. Desuden er der en flowspecifikation for I2C og SPI, hvor forbindelserne er beskrevet mere detaljeret (set fra master-synspunkt).



Figur 4: Overordnet BDD for Candygun 3000.

### 3.3.2 IBD for Candygun 3000

I IBD'et på figur 5 er forbindelserne mellem de forskellige blokke overskueliggjort. Det er dermed let at få et overblik over, hvilke grænseflader der skal tages højde for i den videre udvikling.



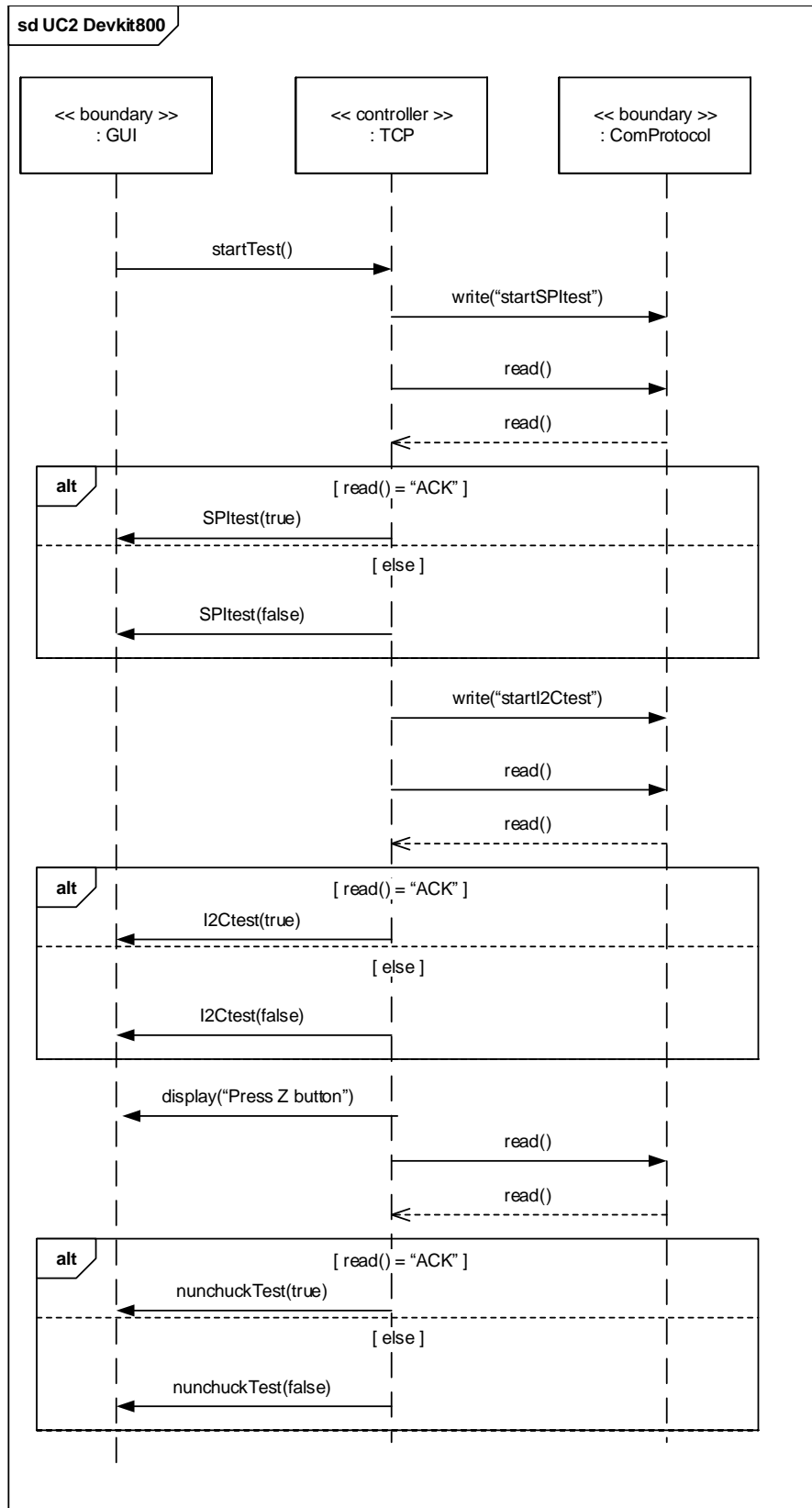
Figur 5: IBD for Candygun 3000.

### 3.4 Software Arkitektur

I softwarearkitekturen udarbejdes der applikationsmodeller bestående af sekvensdiagrammer og klassediagrammer for hvert delsystem med udgangspunkt i use case 2. Denne arkitektur overskueliggøre kravene til de boundaryklasser, der muliggør kommunikation mellem delsystemerne. Desuden bliver der gennem analyse af use case og sekvensdiagrammer udledt grundlæggende metoder i klasserne.

#### 3.4.1 Applikationsmodel for Devkit 8000

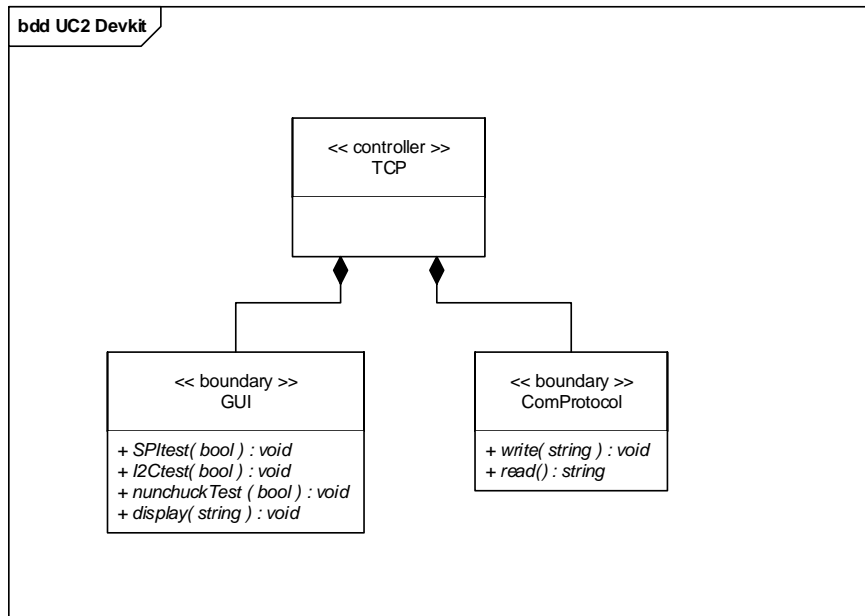
Sekvensdiagrammet for Devkit 8000 ses på figur 6. Det tager udgangspunkt i use case 2. Der er to boundaryklasser, da brugergrænsefladen skal kommunikere med brugeren og PSoC0. Ud til brugeren er der en GUI. Boundaryklassen ComProtocol, skal kunne håndtere SPI-kommunikationen til PSoC0. Som det ses af diagrammet initieres testen af brugeren via GUI'en, og derfra er det controlklassen på Devkittet, der sørger for, at de forskellige tests bliver sat i gang, og melder resultatet ud til brugeren via GUI'en.



Figur 6: Sekvensdiagram for Devkit 8000.



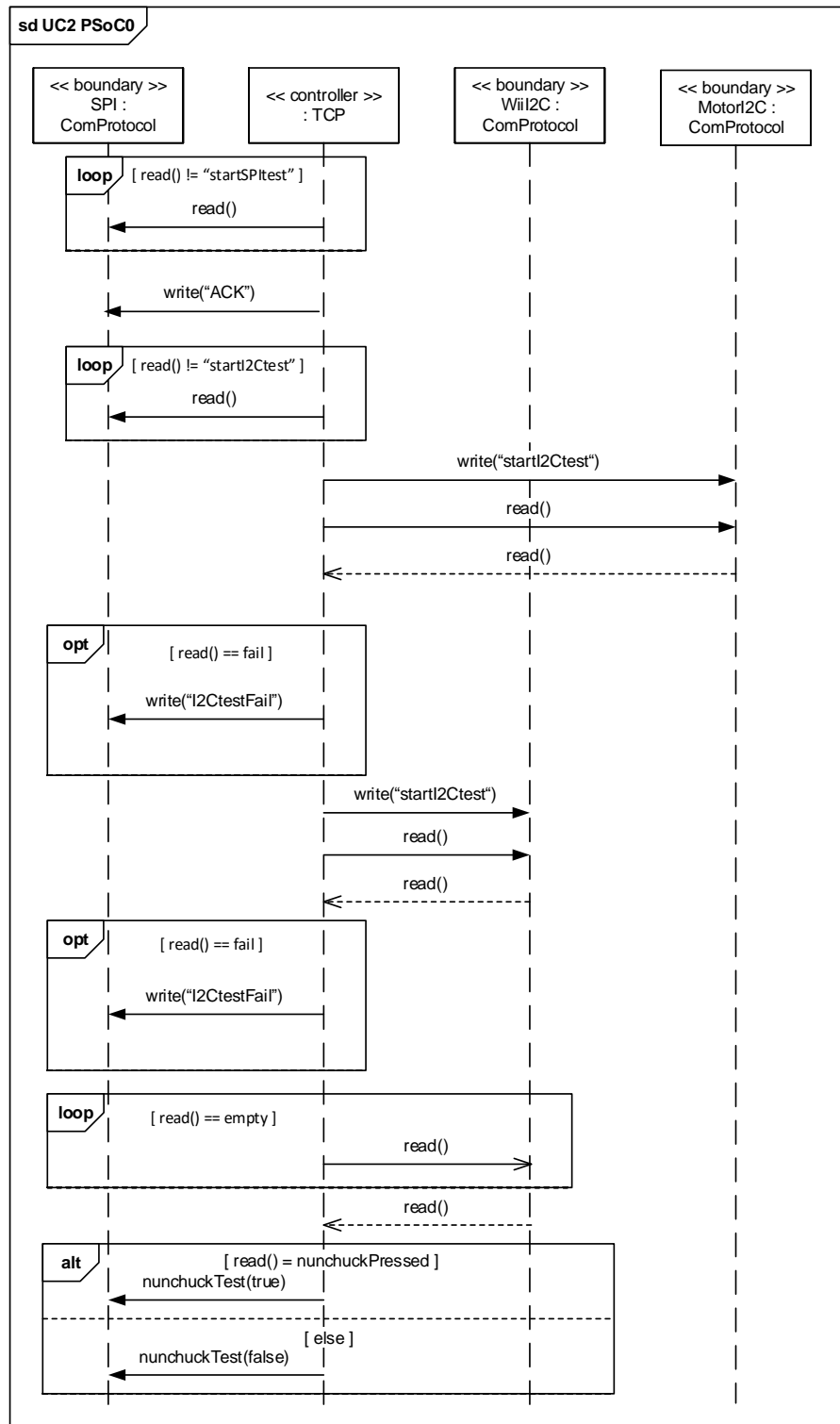
Ud fra sekvensdiagrammet for Devkit 8000 er der udledt foreløbige metoder til klasserne. De ses i klassediagrammet på figur 7.



Figur 7: Klassediagram for Devkit 8000

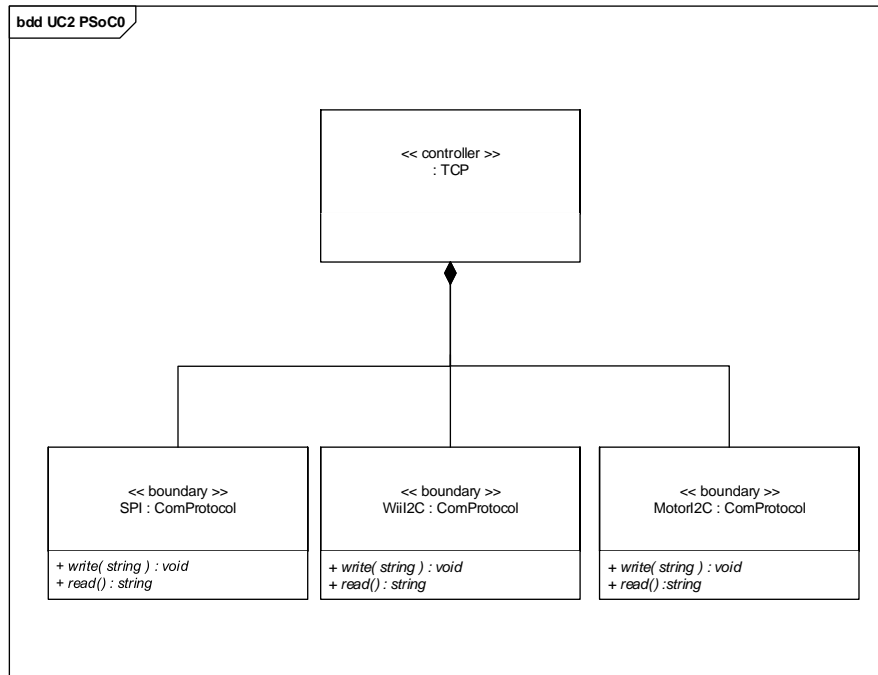
### 3.4.2 Applikationsmodel for PSoC0

På figur 8 ses et sekvensdiagram for PSoC0 med udgangspunkt i vores test use case - usecase 2. Controlklassen, som er opkaldt efter use case navnet, hedder Test of Protocols. Hvilket på figur 8 er forkortet til TOP. Desuden er der tre boundaryklasser, da PSoC0 skal kommunikere både med Devkit 8000 og de to andre PSoC'er. Som det ses på sekvensdiagrammet, står TOP-klassen og tjekker på boundaryklassen med SPI-forbindelse til Devkit 8000, for at holde øje med om en test bliver startet. Derudover sørger controlklassen for at kommunikere videre ud til de andre PSoC'er, der styrer henholdsvis motorerne og Wii-nunchucken.



Figur 8: Sekvensdiagram for PSoC0.

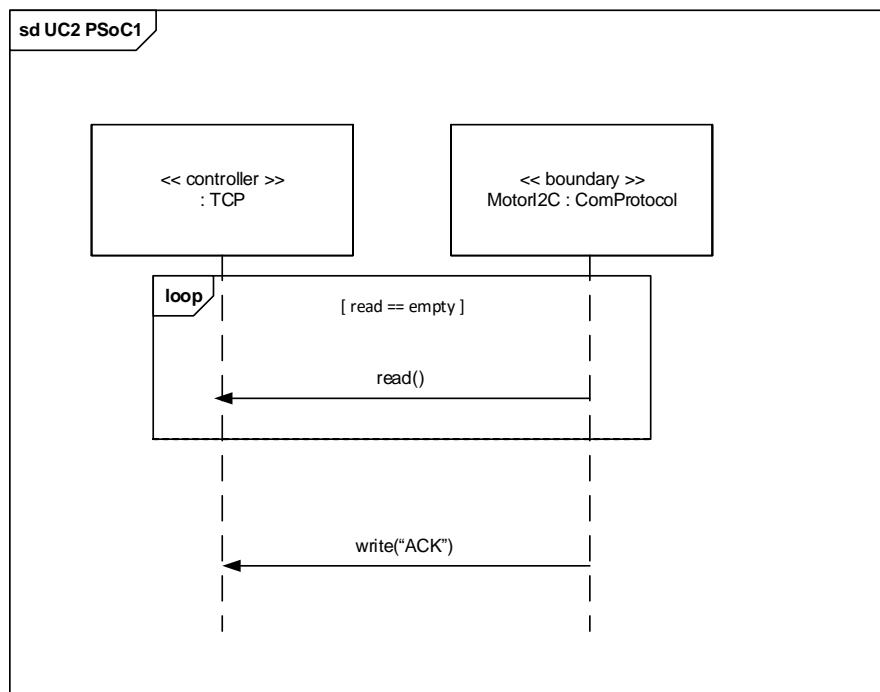
I klassesdiagrammet på figur 9 ses controlklassen og de tre boundaryklasser, som hører til PSoC0. I klasserne er der tilføjet metoder, som er udledt ud fra sekvensdiagrammet på figur 8. Det giver en god struktur at starte ud fra, når der skal designses og implementes.



Figur 9: Klassesdiagram for PSoC0.

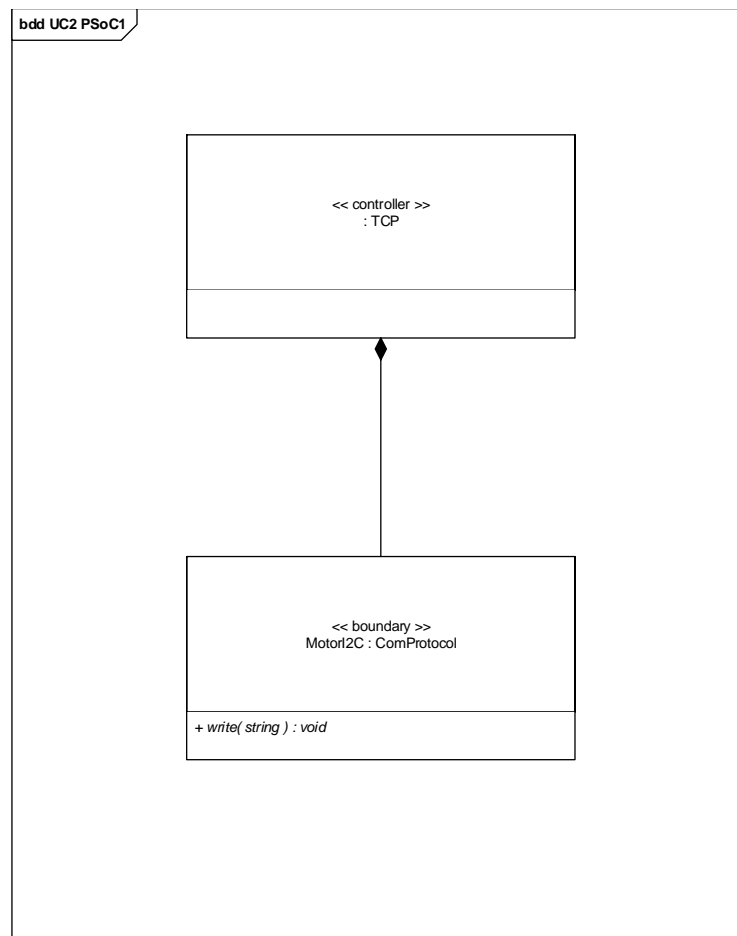
### 3.4.3 Applikationsmodel for PSoC1

Sekvensdiagrammet for PSoC1 med udgangspunkt i use case 2 ses på figur 10. Også her er controlklassen opkaldt efter use case navnet "Test of Protocols" og i diagrammet forkortet til TOP. Her er der kun én boundaryklasse, da PSoC1, som ellers står for motorstyring, i use case 2, kun anvendes til test af I2C. Dermed skal den kommunikere med PSoC, men har ikke behov for at have andre boundaryklasser. I sekvensdiagrammet ses det, at controlklassen tjekker boundary klassen, for at se om der bliver kommunikeret fra PSoC0.



Figur 10: Sekvensdiagram for PSoC1.

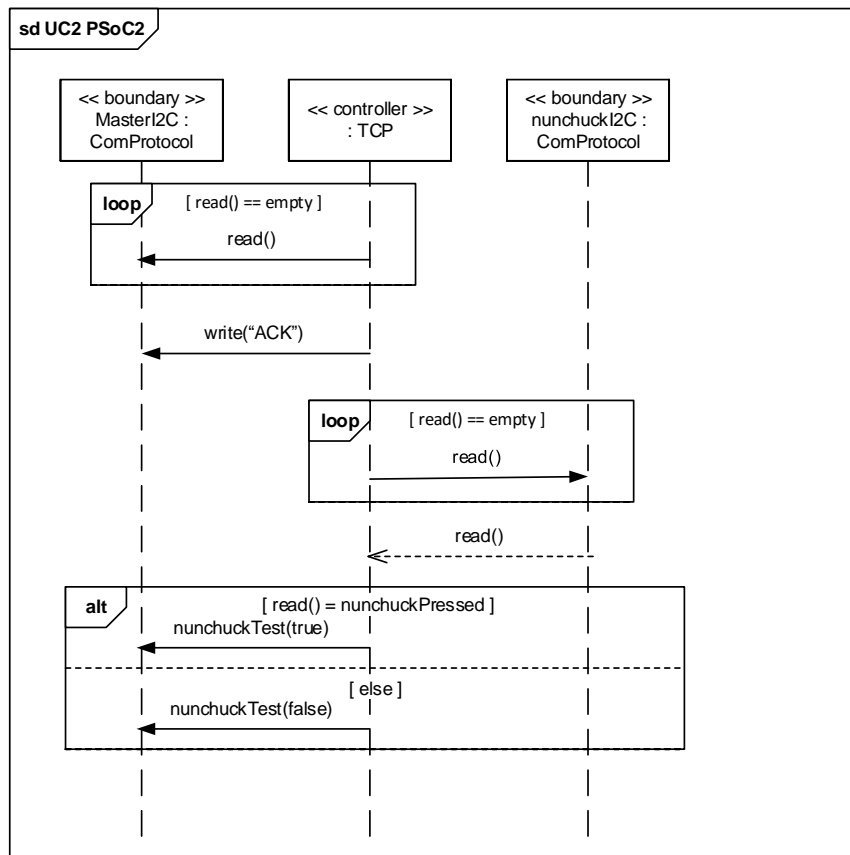
Fra det simple sekvensdiagram på figur 10, er der også udledt et simpelt klassediagram, som kan håndtere de få funktioner, som ses af det tilhørende sekvensdiagram.



Figur 11: Klassediagram for PSoC1.

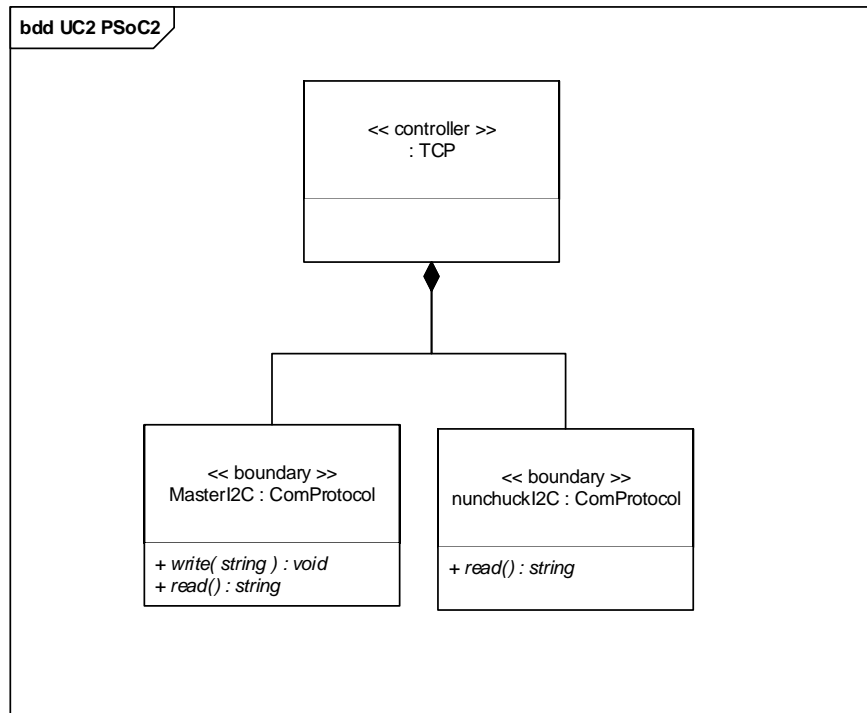
#### 3.4.4 Applikationsmodel for PSoC2

Af sekvensdiagrammet på figur 12 ses kommunikationen mellem klasserne for PSoC2 - også her med udgangspunkt i use case 2. Controlklassen hedder, som i de andre diagrammer TOP, og delsystemet har to boundaryklasser. PSoC2 skal kommunikere med PSoC0, som fortæller, når der skal testes. Den kommunikation foregår gennem "MasterI2C: ComProtocol-klassen, og så skal PSoC2 også aflæse brugerinput fra Wii-nunchucken, hvilket også foregår via I2C, dog gennem den anden boundaryklasse.



Figur 12: Sekvensdiagram for PSoC2.

Ud fra sekvensdiagrammet på figur 12 er der udledt metoder til et klassediagram, som ses på figur 13. Her ses controlklassen og de to boundaryklasser med deres foreløbige metoder, der skal anvendes, som et udgangspunkt til design og implementering af softwaren på PSoC2.

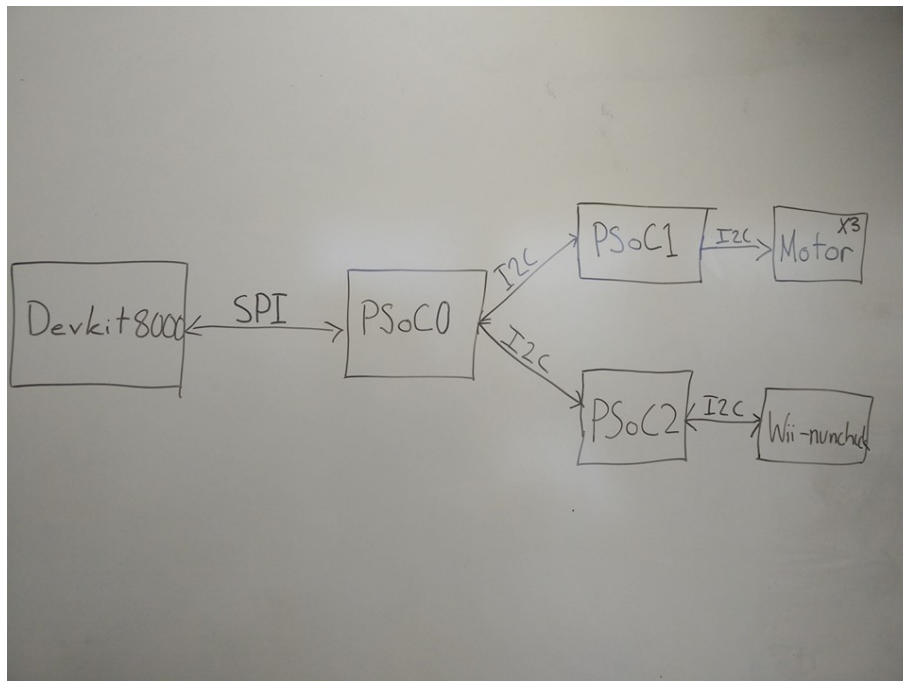


Figur 13: Klassediagram for PSoC2.

### 3.4.5 Kommunikationsprotokoller

Dette afsnit beskriver de kommunikationsprotokoller som bruges til at sende data mellem systemets komponenter på de brugte bustyper - I2C og SPI.

På figur 14 gives et overblik over systemets forbindelser mellem dets embedded linux platform og microcontrollers. For hver forbindelse ses typen af bus der bruges.



Figur 14: Forbindelser mellem systemets komponenter

### SPI Protokol

### I2C Protokol

I2C[1] er en bus bestående af to ledninger. Den ene ledning bruges som data-bus og navngives *Serial Data Line* (SDA). Den anden ledning bruges til clock signalet, for at synkronisere kommunikationen, og navngives *Serial Clock Line* (SCL). Enheder på I2C bussen gør brug af et master-slave forhold til at sende og læse data. En fordel ved I2C bussen er at netværket kan bestå af multiple masters og slaver, hvilket gavner sig godt for dette system da fire I2C komponenter skal sende data mellem hinanden.

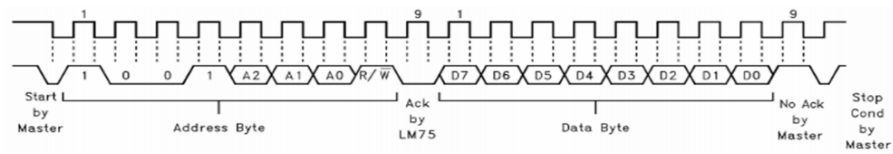
I2C gør brug af en integreret protokol der anvender adressering af hardware-enheder for at identificere hvilken enhed der kommunikeres med. På tabel 3 ses adresserne tildelt systemets PSoCs.

| I2C Adresse bits | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | LSB er read/write indikator |
|------------------|---|---|---|---|---|---|---|-----------------------------|
| PSoC0            | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0/1                         |
| PSoC1            | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0/1                         |
| PSoC2            | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/1                         |

Tabel 3: Adresser brugt på systemets I2C bus

Den integrerede I2C protokol sender data serielt i pakker af 8-bit (1 byte). På figur 15 ses et timing-diagram for aflæsning af 1 byte. Her ses at processen begynder med en adresse-byte, efterfulgt af en data-byte.



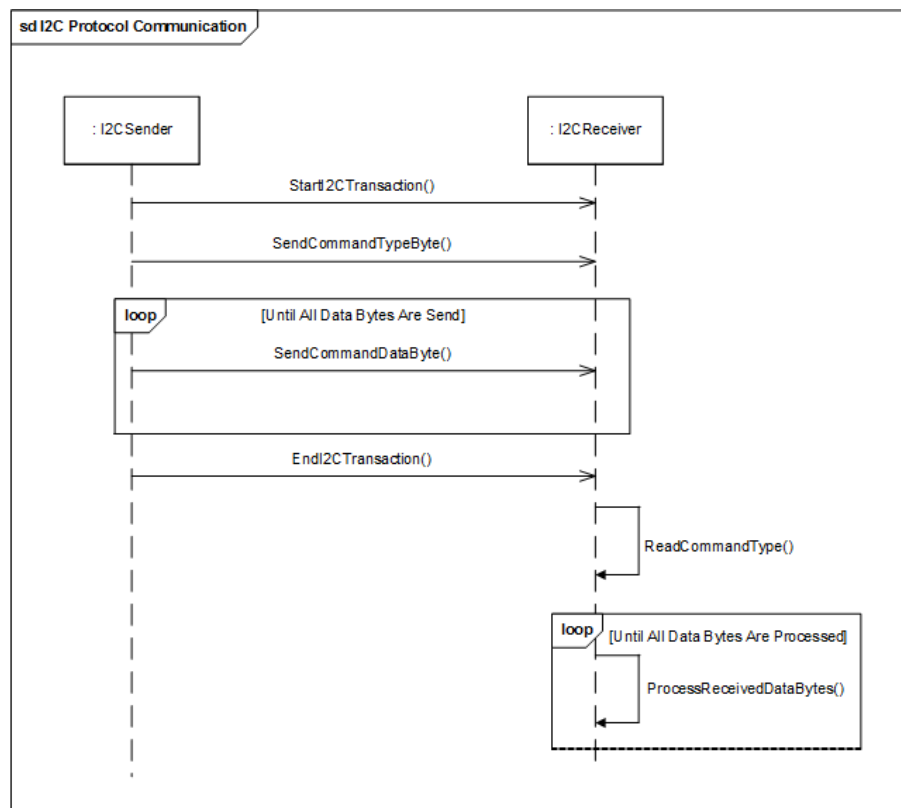


Figur 15: Timing Diagram af 1-byte I2C aflæsning

Systemet gør brug af denne integrerede I2C protokol via en højere abstraheret *Application Programming Interface* (API). Ved brug af denne API er en brugerdefineret protokol udviklet, som gør det muligt at sende kommandoer og data mellem systemets PSoC's.

Da I2C data udveksling - som beskrevet før - underliggende sker bytevist, er den brugerdefinerede I2C protokol opbygget ved at første modtagne byte indikerer typen af kommando. Herefter følger  $N$  bytes som kommandoen tilhørende data.  $N$  er et vilkårligt heltal og bruges i dette afsnit når der refereres til en mængde data-bytes der sendes med en kommandotype.

Modtagere bruger kommandoen type til at vide hvordan de efterfølgende data-bytes fortolkes. På figur 16 ses et sekvensdiagram der demonstrerer forløbet mellem en I2C afsender og modtager ved brug af I2C protokollen via pseudo-kommandoer.



Figur 16: Eksempel af I2C Protokol Forløb

Det kan på figur 16 ses at afsenderen først starter en I2C transaktion, hvorefter typen af kommando sendes som den første byte. Efterfølgende sendes  $N$  antal bytes, afhængig af hvor meget data den givne kommandotype har brug for at sende. Efter afsluttet I2C transaktion læser I2C modtageren typen af kommando, hvor den herefter frit kan fortolke  $N$  antal modtagne bytes afhængig af den modtagne kommandotype.

På tabel 4 ses de definerede kommandoer der gøres brug af.

| Kommandotype | Beskrivelse  | Binær Værdi | Hex Værdi | Data Bytes                       |
|--------------|--|-------------|-----------|----------------------------------|
| NunchuckData | Indeholder aflæst input data fra Wii-Nunchuck Controlleren | 00101010    | 2A        | Byte #1:<br>Analog Stick Y værdi |
|              |  |             |           | Byte #2:<br>Analog stick X værdi |
|              |  |             |           | Byte #3:<br>Knap tryk            |

Tabel 4: I2C Protokol Kommandotyper

Kolonnerne "Binær Værdi" og "Hex Værdi" i tabel 4 viser kommandotypens unikke tal-ID i både binær- og hexadecimalform. Det er denne værdi der sendes som den første byte, for at identificere kommandotypen.

## 4 Referencer

### Litteratur

- [1] UM10204, *I2C Bus Specification and user manual*, 4 April 2014