
AUT.410 Automaation reaaliaikajärjestelmät

Minipanosprosessi

Versio 1.0

Santeri Kuusniemi 274389 Ossi Koski 273282
Dokumentin tila: valmis
Muokattu: 16.12.2022

SISÄLLYSLUETTELO

Sisällysluettelo	2
1 Johdanto.....	3
2 Vaatimusmäärittely	4
2.1 Vaatimukset	4
2.2 Käyttötapaukset.....	5
2.2.1 KT 1: Yhteyden avaus.....	5
2.2.2 KT 2: Asetusten muutos.....	6
2.2.3 KT 3: Prosessin aloitus.....	6
2.2.4 KT 4: Prosessin keskeytys.....	6
2.2.5 KT 5: Näytä prosessin tila	7
2.2.6 KT 6: Ohjaa prosessia	7
2.3 Käyttöliittymähahmotelmat	7
3 Suunnittelu.....	9
3.1 Sovellusarkkitehtuuri	9
3.2 Rakenne	9
3.3 Toiminta ja tilat.....	10
3.4 Hylätyt ratkaisuvaihtoehdot.....	12
4 Toteutus	13
4.1 Kehitysympäristö	13
4.2 Toteutuksen keskeiset ratkaisut	13

1**JOHDANTO**

Tämä dokumentti on AUT.420 Automaation reaaliaikajärjestelmät-kurssin harjoitustyönä toteutetun sovelluksen dokumentaatio. Luvussa 2 on esitetty sovelluksen vaatimusmäärittely. Luvussa 3 on esitetty sovelluksen suunnitelma. Luvussa 4 kuvataan sovelluksen toteutukseen liittyvät asiat.

Testausdokumentti on tehty tästä raportista erillään.

2**VAATIMUSMÄÄRITTELY**

Tässä luvussa on dokumentoitu sovelluksen vaatimukset, käyttötapaukset, sekä käyttöliittymä.

2.1**Vaatimukset**

Tässä kappaleessa esitetään minipanosprosessin ohjausjärjestelmälle asetetut vaatimukset. Vaatimukset on jaoteltu toiminnallisiin ja ei-toiminnallisiin.

Taulukko 1. Toiminnalliset vaatimukset

ID	Kuvaus
R1001	Ohjausjärjestelmän täytyy ohjata prosessia tehtävänannossa annettujen asiakasvaatimuksien mukaisesti
R1002	Käyttäjälle annetaan ilmoitus, jos yhteys prosessiin katkeaa
R1003	Käyttäjälle annetaan ilmoitus virheellisestä syötteestä
R1004	Sovellus ei saa kaatua virheellisestä syötteestä
R1005	Käyttöliittymästä tulee nähdä, onko yhteys prosessiin muodostettu
R1006	Sekvenssin parametreja ei voi muuttaa, jos prosessi on käynnissä
R1007	Käyttöliittymässä tulee näkyä prosessin ajantasainen tila
R1008	Sovelluksen tulee toimia reaaliaikaisesti 100 millisekunnin jaksonajalla

Taulukko 2. Ei-toiminnalliset vaatimukset

ID	Kuvaus
R2001	Käyttöliittymän tulee olla selkeä
R2002	Käyttöliittymässä käytetään värejä johdonmukaisesti
R2003	Ohjelmakoodin tulee olla kommentoitu
R2004	Käyttäjän tulee kokea, että hän pystyy suorittamaan

	työnsä tehokkaasti
R2005	Käyttäjä ei pysty saattamaan järjestelmää epäturvalliseen tilaan

2.2

Käyttötapaukset

Tässä kappaleessa esitellään minipanosprosessin käyttötapaukset. Alla on esitetty käyttötapauskaavio, ja alaluvuissa käyttötapaukset on esitelty tarkemmin.



Kuva 1 Käyttötapauskaavio.

2.2.1

KT 1: Yhteyden avaus

Suorittajat: Käyttäjä, Ohjausjärjestelmä

Esiehdot: Käyttäjä on avannut ohjausjärjestelmän käyttöliittymän.
Simulaattori on käynnissä.

Kuvaus: Ohjausjärjestelmän käyttöliittymässä on yhteyden muodostuksesta vastaava painike. Käyttäjä painaa kyseistä painiketta, ja ohjausjärjestelmä ottaa yhteyden minipanosprosessin simulaattoriin.

Poikkeukset: (1) Yhteyttä ei voida muodostaa. Näytetään käyttäjälle virheilmoitus, ja kehoitetaan varmistamaan, että simulaattori on käynnissä.

Lopputulokset: Kun yhteys on muodostettu, yhteyden muodostuksesta vastaava painike poistuu käytöstä ja yhteyden

indikoinnista vastaavan pallon väri muuttuu. Tallenna-asetukset painike tulee saataville.

2.2.2

KT 2: Asetusten muutos

- Suorittajat:** Käyttäjä, Ohjausjärjestelmä
- Esiehdot:** Käyttäjä on avannut ohjausjärjestelmän käyttöliittymän.
Yhteys on muodostettu.
- Kuvaus:** Käyttöliittymässä on kohta, josta asetuksia voi vaihtaa. Valittavia asetuksia ovat kyllästysaika, keittoaika, keittolämpötila ja keittopaine. Asetusten valinnan jälkeen käyttäjä painaa tallenna asetukset -painiketta, joka päivittää asetukset ohjausjärjestelmään.
- Poikkeukset:** (1) Käyttäjä ei paina Tallenna asetukset -painiketta, vaan peruuttaa asetusten muutoksen. Asetukset pysyvät ennallaan, eikä käynnistä-painike tule saataville.
- Lopputulos:** Käyttäjän valitsemat asetukset on päivitetty ohjausjärjestelmään ja käynnistä-painike tulee saataville.

2.2.3

KT 3: Prosessin aloitus

- Suorittajat:** Käyttäjä, Ohjausjärjestelmä
- Esiehdot:** Yhteys on muodostettu.
Asetukset on tallennettu.
Prosessin toimilaitteet ovat alkutilassa.
- Kuvaus:** Käyttäjä painaa ohjausjärjestelmän käynnistä-painiketta. Ohjausjärjestelmä aloittaa ohjaussekvenssin.
- Poikkeukset:** (1) Yhteys katkeaa. Uudelleenyhdistämistä yritetään automaattisesti kerran. Käyttäjälle näytetään virheilmoitus, jonka jälkeen prosessi on keskeytynyt.
- Lopputulos:** Ohjausjärjestelmä on aloittanut ohjaussekvenssin. Käynnistä-näppäimen sijaan saatavilla on Keskeytä-näppäin. Tallenna asetukset -näppäin menee pois saatavilta.

2.2.4

KT 4: Prosessin keskeytys

- Suorittajat:** Käyttäjä, Ohjausjärjestelmä

- Esiehdot:** Prosessi on käynnissä ja Keskeytä -näppäin on saatavilla.
- Kuvaus:** Käyttäjä painaa ohjausjärjestelmän Keskeytä-näppäintä.
- Poikkeukset:** -
- Lopputulos:** Prosessi keskeytyy, toimilaitteet ajetaan alkutilaan ja näin itse prosessikin palautuu automaattisesti alkutilaan. Keskeytä-painike menee pois käytöstä ja käynnistä-painike tulee takaisin saataville. Tallenna asetukset -näppäin tulee saataville.

2.2.5 KT 5: Näytä prosessin tila

- Suorittajat:** Ohjausjärjestelmä
- Esiehdot:** Yhteys on muodostettu.
- Kuvaus:** Ohjausjärjestelmä välittää käyttöliittymään tietoja siitä, missä tilassa prosessi on.
- Poikkeukset:** (1) Yhteys katkeaa. Käyttäjälle näytetään virheilmoitus, jonka jälkeen prosessi on keskeytynyt.
- Lopputulos:** Prosessin tila on näkyvissä käyttöliittymässä.

2.2.6 KT 6: Ohjaa prosessia

- Suorittajat:** Ohjausjärjestelmä, Prosessi
- Esiehdot:** Yhteys on muodostettu.
Prosessi on käynnistetty.
- Kuvaus:** Ohjausjärjestelmä ohjaa prosessia sekvenssin ja käyttäjän asetusten mukaisesti.
- Poikkeukset:** (1) Yhteys katkeaa. Uudelleenyhdistämistä yritetään automaattisesti kerran. Prosessi keskeytyy.
- Lopputulos:** Ohjaussekvenssi on tullut päätökseen ja prosessi on palannut takaisin alkutilaan. Keskeytä-painike menee pois käytöstä ja käynnistä-painike sekä Tallenna asetukset -painike tulevat takaisin saataville.

2.3 Käyttöliittymähahmotelmat

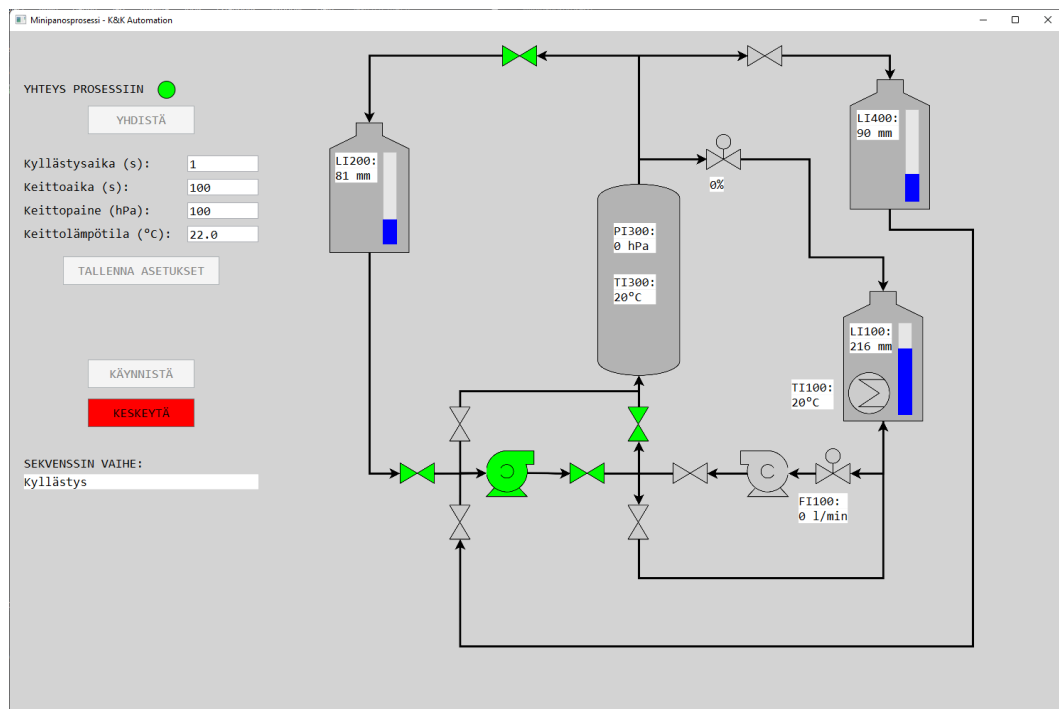
Sovelluksessa on graafinen käyttöliittymä, joka on esitetty kuvassa 2.

Prosessin tila on kuvattu käyttöliittymässä PI-kaavion mukaisesti. Prosessin ajon kannalta oleelliset mittaussignaalit on esitetty tekstinä. Säiliöiden pinnankorkeus on esitetty myös graafisesti. Toimilaitteiden tila on esitetty seuraavasti: mikäli toimilaite ei ole päällä, sen kuva käyttöliittymässä on harmaa, kun toimilaite on päällä, sen kuva muuttuu vihreäksi.

Sovellus voidaan yhdistää prosessiin painamalla YHDISTÄ-painiketta. Yhteyden tila on esitetty painikkeen yläpuolella. Sekvenssi voidaan käynnistää KÄYNNISTÄ-painikkeesta ja pysäyttää KESKEYTÄ-painikkeesta.

Prosessin asetukset voidaan syöttää niille varattuihin tekstikenttiin. Asetukset voidaan tallentaa painamalla TALLENNA ASETUKSET-painiketta. Painike ei ole käytössä sekvenssin ollessa käynnissä

Käynnissä oleva sekvenssin vaihe on esitetty käyttöliittymässä alhaalla vasemmalla.



Kuva 2. Sovelluksen käyttöliittymä

3

SUUNNITTELU

Tässä luvussa on dokumentoitu sovelluksen arkkitehtuuri, rakenne, sekä toiminta.

3.1

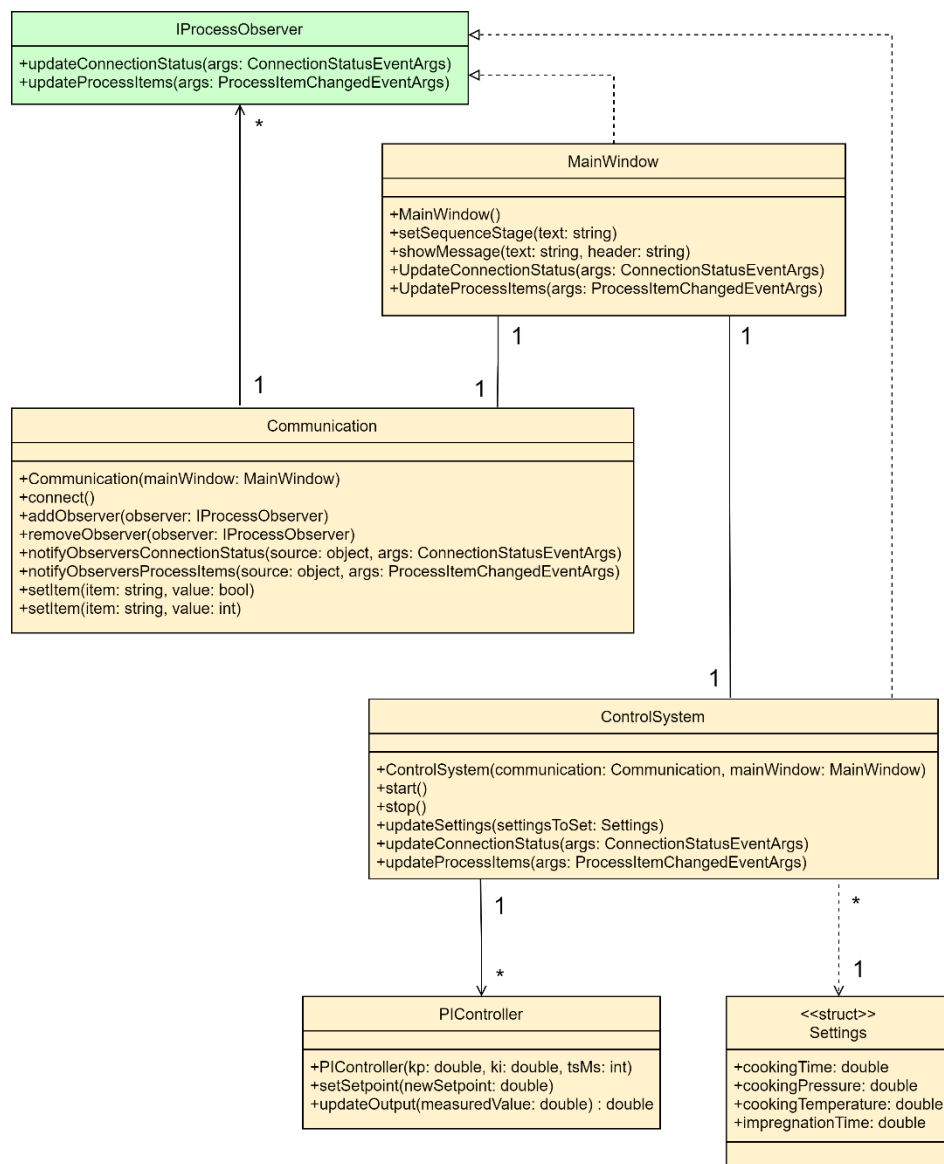
Sovellusarkkitehtuuri

Sovellusta suunniteltaessa on käytetty hyödyksi observer-suunnittelumallia. Suunnittelumallin avulla prosessimuuttujien arvot saadaan päivitettyä joustavasti sekä käyttöliittymään, että varsinaiseen ohjausjärjestelmään

3.2

Rakenne

Sovelluksen luokkakaavio on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Luokkakaavio.

Sovellus koostuu kolmesta luokasta, yhdestä rajapinnasta, sekä yhdestä tietueesta.

Communication-luokka toteuttaa tietoliikenteen sovelluksen ja prosessin välillä. Luokan metodien avulla voi yhdistää prosessiin, sekä muuttaa ohjattavien toimilaitteiden tilaa. Luokka toimii myös observer-mallin subject:ina.

MainWindow-luokka toteuttaa sovelluksen graafisen käyttöliittymän. Luokka toteuttaa IProcessObserver-rajapinnan, jonka kautta prosessin tila päivitetään käyttöliittymään.

ControlSystem-luokka toteuttaa prosessia ohjaavan sekvenssin. Luokan julkisten metodien avulla sekvenssin asetuksia voidaan muuttaa ja sekvenssi voidaan käynnistää sekä pysäyttää.

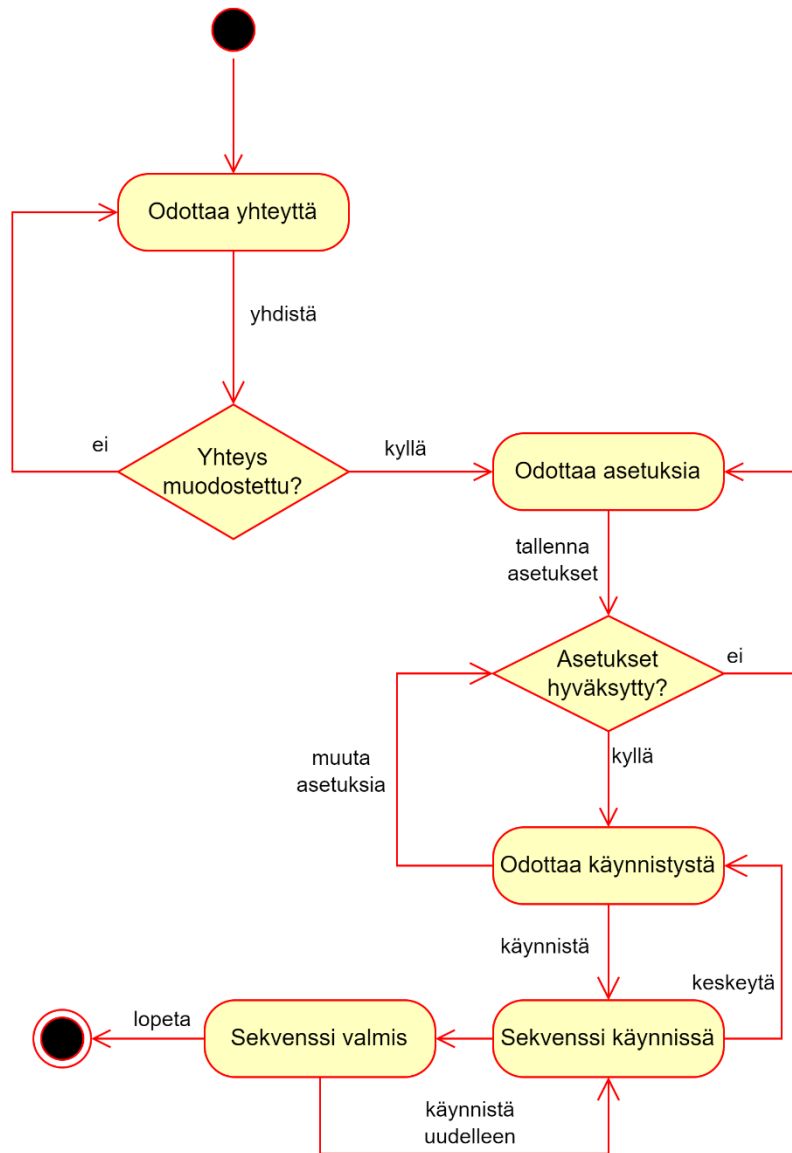
Settings-tietuetta käytetään tallentamaan prosessin ajossa tarvittavat asetukset. Tietueessa on likuluku-tyyppiset muuttujat keittoajalle, keittopaineelle, keittolämpötilalle sekä kyllästysajalle.

Sovelluksen luokat, metodit ja rajapinnat on dokumentoitu HTML-muodossa liitteessä A.

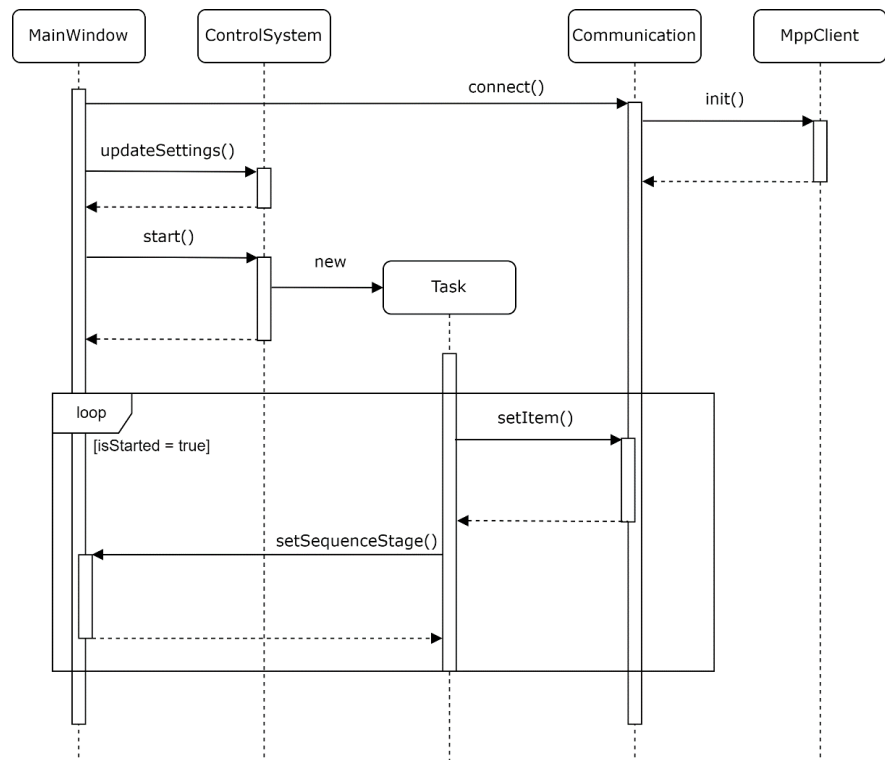
3.3

Toiminta ja tilat

Tässä luvussa on esitetty luokkien välistä yhteistoimintaa ja sovelluksen tilat käyttämällä tila- ja sekvenssikaavioita. Itse ohjaussekvenssi on esitetty vielä tarkemmin aktiviteettikaaviona.



Kuva 4. Sovelluksen tilakaavio



Kuva 5. Sovelluksen sekvenssikaavio

Kuvassa 4 on esitetty sovelluksen toiminta tilakaavion avulla ja kuvassa 5 sekvenssikaavion avulla. Sellunkeittoprosessin ohjaussekvenssin aktiviteettikaavio on liitteessä B.

3.4

Hylätyt ratkaisuvaihtoehdot

Jossain kohtaa ajattelimme, että sekvenssin keskeytys tehtäisiin lähettämällä http-pyyntö simulaattorin /reset päätepisteeseen. Pohdimme kuitenkin, että tämä olisi hieman epärealistista, vaikka toki helppoa.

Aluksi teimme lämpötilan säädön keittovaiheessa säätämällä TI300 anturin perusteella. Totesimme kuitenkin, että TI100 anturilta saatu mittausta vähentää viivettä säädölle. Säättöä nopeutti myös, kun lämmitin laitettiin pois vasta kun TI100 lämpötila ylitti keittolämpötilan + 0.4 astetta celsius, eikä heti kun se ylitti keittolämpötilan.

4**TOTEUTUS**

4.1**Kehitysympäristö**

Sovellus on kehitetty C#-ohjelmointikielellä WPF-sovelluksena Microsoftin .NET-ympäristöön (.NET Framework 4.7.2). Käytetty ohjelmointiympäristö on Visual Studio 2019.

4.2**Toteutuksen keskeiset ratkaisut**

Keskeisiin ratkaisuihin voitaisiin sisällyttää se, että käyttöliittymässä eteneminen täytyy tehdä tiettyjen tilojen kautta. Muut painikkeet on otettu pois käytöstä. Esimerkiksi asetusten tallentaminen onnistuu vasta, kun yhteys on muodostettu ja sekvenssin käynnistäminen onnistuu vasta kun asetukset on tallennettu. Tämä näkyy kuvassa 4, jossa on sovelluksen tilakaavio.

Toisena keskeisenä ratkaisuna voisi pitää sitä, että käyttöliittymä kokonaisuudessaan on tehty suomen kielellä.

Yksi ratkaisu oli toteuttaa paineen säätö PI-säätimellä. Se oli mielestämme hyvä ratkaisu, koska PI-säädin on hyvin yksinkertainen implementoida, ja toimii varmasti. Sekvenssin ohjaukset vaiheet laitettiin omiin funktioihinsa, jotta ohjelmakoodi olisi helpommin luettavaa.

4.3**Arviointi**

Parannettavana asiana aivan lopuksi huomasimme, että jos sovelluksen lopettaa painamalla vain ruksia, eikä klikkaa keskeytä-painiketta niin toimilaitteet jäävät siihen tilaan, missä ne ovat. On siis käyttäjän vastuulla painaa simulaattorista reset-painiketta ennen seuraavan ajon aloittamista.

5**LIITTEET**

Liite A: HTML-muotoinen dokumentaatio sovelluksen luokista, metodeista ja rajapinnoista. Tämä on kansiossa docs.

Liite B: Aktiviteettikuvaaja

Liite C: Ohjelman lähdekoodi. Tämä on kansiossa Minipanosprosessi