
ASE-6030 Automaation reaaliaikajärjestelmät
Testausdokumentti
Minipanosprosessi
Versio 0.1

Santeri Kuusniemi H274389 Ossi Koski 273282
Dokumentin tila: valmis Muokattu: 16.12.2022

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto.....	3
2	Testimäärittely	3
2.1	Testattavat vaatimukset	4
2.2	Lähestymistapa	4
2.3	Hylkäys- ja hyväksymiskriteerit	5
3	Testitapausten määrittely.....	6
3.1	Testijoukot ja testitapausten nimeäminen	6
3.2	Testitapausten väliset riippuvuudet.....	6
3.3	Järjestelmätestauksen testitapaukset	7
3.3.1	Testijoukko XX: Toiminto A	7
3.4	Yksikkötestauksen testitapaukset.....	13
3.4.1	Testijoukko YY: Toiminto Z.....	13
4	Testitulokset.....	16
4.1	Arviointi	16

1**JOHDANTO**

Tämä dokumentti on AUT.420 Automaation reaaliaikajärjestelmät-kurssin harjoitustyönä toteutetun sovelluksen testien dokumentaatio. Luvussa 2 on määritelty testit yleisemmällä tasolla ja luvussa 3 testitapauksittain. Luvussa 4 esitellään testien tulokset poikkeavuuksien osalta ja arvioidaan testauksen onnistumista.

Tässä raportissa viitataan useampaan otteeseen ”Harjoitustyön raporttiin”, joka on pääraportti. Tämän dokumentti on raportti testeistä.

2**TESTIMÄÄRITTELY**

Tässä luvussa kerrotaan yleisesti, mitä testataan ja miten.

2.1**Testattavat vaatimukset**

Testattavat vaatimukset ovat hyvin kuvattu harjoitustyön raportissa. Sen kappaleessa 2.1, taulukossa 1 on kuvattu toiminnalliset vaatimukset, joita pitää testata. Tämän lisäksi käyttötapauksia, jotka on kuvattu harjoitustyön raportin kappaleessa 2.2, on pidetty pitkälti pohjana testaukselle. Yksikkötestauksessa on testattu PI-säädintä, ja sen vaatimukset on määritelty itse testausvaiheessa.

2.2**Lähestymistapa**

Lähestymistapamme harjoitustyön testaukseen oli enemmän järjestelmätesteihin pohjautuva. Tämä johtuu siitä, että yksikkötestatessa tynkien määrä olisi ollut arkkitehtuurimme takia suuri. Esimerkiksi ControlSystem luokka ottaa parametreiksi Communication- ja MainWindow -tyyppiset oliot. Näiden mockaaminen taas osoittautui haastavaksi eikä sitä opetettu kurssilla. Jos taas luokat ottaisi kokonaisuudessaan testeihin mukaan, tulisi äkkiä testattua myös riippuvuuksia ja yksikkötesteistä tulisi melko laajoja. Lisäksi sovelluksen luokissa ei juuri ole metodeja, jotka palauttaisivat jotain. Näin esimerkiksi palautusarvojen todentaminen ei ole mahdollista. Tämän lisäksi suuri osa testeistä esimerkiksi MainWindow-luokalle vaatisi painikkeiden klikkausten simulointia. Emme myöskään saaneet tätä yrityksistä huolimatta toimimaan, ja totesimme että on käytännön kannalta sama suorittaa testaus ei-automatisoidusti, vaikka se ei suuremmassa projektissa jatkon kannalta järkevää olisikaan.

Teimme kuitenkin sovellukseen yksikkötestejä vähemmän riippuvuutta tarvitsevalle osalle. Harjoitustyön yksikkötestiprojektiin on toteutettu PI-säätimen testiluokka.

Järjestelmätestauksessa pohjalle on otettu käyttötapaukset sekä tehtävänannossa annetut kriteerit. Lisäksi se on pyritty määrittelemään hyvin, ja testitapaukset on yritetty miettiä niin, että eri luokkien eri metodit tulisivat mahdollisimman laajalti testattua. Ohjelmaan on lisätty suuri määrä konsolitulostuksia auttamaan testaamisessa. Nämä eivät näy loppukäyttäjälle, mutta auttavat kehittäjää ja testin suorittajaa pysymään helposti perillä, missä kohtaa ohjelman suoritus menee.

2.3

Hylkäys- ja hyväksymiskriteerit

Koska harjoitustyössä luokat ja sovellus ovat loppujen lopuksi melko yksinkertaisia, totesimme, että yksittäinen luokka tai sovellus voidaan hylätä, jos se poikkeaa vaatimuksista tai toimii ei-halutulla tavalla.

3**TESTITAPAUSTEN MÄÄRITTELY**

Tässä luvussa kuvataan varsinaiset testitapaukset sekä niiden ryhmittely ja riippuvuudet.

3.1**Testijoukot ja testitapausten nimeäminen**

Järjestelmätestien testijoukot muodostetaan suurilta osin käyttötapausten perusteella. Lisäksi kunkin käyttötapausten mahdollinen virheellinen toiminta on sisällytetty siihen testijoukkoon. Testijoukot on nimetty seuraavalla logiikalla: Lyhenne on TJ_XX, jossa XX on juokseva numerointi. Testijoukot on jaettu muutamaan kategoriaan: ”Yhteys”, ”Asetukset”, ”Aloitus ja keskeytys”, ”Ohjaus”. Testitapaukset on nimetty kuvaavasti alaviivan jälkeen.

Yksikkötestien testitapaukset on saatu säätimille yleisesti asetettujen vaatimusten perusteella. Säätimen tulee toimia lineaarisesti ja sen tulee ottaa laskennassa oikein huomioon käytetty sykli aika. Koska prosessissa paine nousee, kun venttiiliä suljetaan, täytyy myös säätimen toimia käänteiseen suuntaan.

3.2**Testitapausten väliset riippuvuudet**

Harjoitustyön raportin luvussa 3.3 on esitetty tilakaavio. Tilakaaviosta voidaan nähdä, että käyttöliittymässä edellinen tila on ehtona seuraavalle: Esimerkiksi yhteys pitää olla muodostettu, että asetukset voidaan tallentaa. Myös käyttötapausten esiehtona on edellisen lopputulos. Testitapaukset seuraavat pitkälti näitä, joten myös testitapausten väliset riippuvuudet menevät ikään kuin jonossa.

Riippuvuudet ovat siis selkeitä: Testijoukko TJ01 Yhteys on riippuvuus testijoukolle TJ02 Asetukset, joka taas on riippuvuus testijoukolle TJ03 Aloitus ja lopetus. Sekvenssin ohjauksen testit, jotka ovat testijoukossa TJ04, riippuvat sekvenssin aloituksesta. PI-säätimen testit on toteutettu yksikkötesteinä. Ne kuitenkin riippuvat sekvenssin ohjauksesta.

3.3

Järjestelmätestauksen testitapaukset

Tässä luvussa on kuvattu järjestelmätestaukseen sisältyvät testitapaukset. Nämä on jaettu testijoukoittain omiin alilukuihinsa. Tapauksille on annettu lyhyt yksilöivä tunnus, ja siitä käy ilmi myös sen testijoukko. Lisäksi jokaiselle testille on määritetty kuvaus, esiehdot, syötteet ja vaaditut tulokset, sekä testin epäonnistumisen vakavuus- ja todennäköisyysparametrit. Näille parametreille on annettu kolme tasoa: (3 = fataali, 2 = keskivakava, 1 = vähäinen; 3 = todennäköinen, 2 = melko todennäköinen, 1 = ei todennäköinen).

3.3.1

Testijoukko TJ01: Yhteys

Tunniste	TJ01_Yhteyden_avaus
Kuvaus	KT 1:n perustoiminta
Esiehdot	Käyttäjä on avannut ohjausjärjestelmän käyttöliittymän. Simulaattori on käynnissä.
Syötteet	Klikataan Yhdistä-painiketta
Tulokset	Käyttöliittymässä oleva yhteyden indikaattori muuttuu vihreäksi. Yhdistä-painike poistuu käytöstä ja tallenna asetukset -painike tulee käyttöön. Käyttöliittymässä näkyvät järjestelmän tiedot (esim. säiliöiden pinnat) päivittyvät näkyviin. Konsoliin tulostuu tieto yhteyden tilan muutoksista, jonka tuottaa Communication-luokka.
Vakavuus	3
Todennäköisyys	1
Muuta	-

Tunniste	TJ01_Yhteys_ei_muodostu
Kuvaus	Yhteyden muodostus simulaattoriin ei onnistu.
Esiehdot	Käyttäjä on avannut ohjausjärjestelmän käyttöliittymän. Simulaattori on pois käynnistä.

Syötteet	Klikataan Yhdistä-painiketta
Tulokset	Käyttöliittymän päälle aukeaa virheikkuna. Konsoliin tulostuu tieto yhteyden tilan muutoksista, jonka tuottaa Communication-luokka. Saatavilla olevissa painikkeissa tai yhteysindikaattorissa ei tapahdu muutoksia.
Vakavuus	2
Todennäköisyys	1
Muuta	-

Tunniste	TJ01_Yhteys_katkeaa
Kuvaus	Yhteys katkeaa kesken järjestelmän käytön.
Esiehdot	Käyttäjä on avannut ohjausjärjestelmän käyttöliittymän. Simulaattori on käynnissä ja siihen on otettu yhteys, joten yhteysindikaattori on vihreä.
Syötteet	Simulaattori laitetaan pois käynnistä. Sama toistetaan (eli simulaattori laitetaan käyntiin ja yhteys muodostetaan, ja sitten katkaistaan) järjestelmän ollessa eri tiloissa: Asetukset tallennettuna tai ohjaussekvenssi käynnissä.
Tulokset	Käyttöliittymän päälle aukeaa virheikkuna. Konsoliin tulostuu tieto yhteyden tilan muutoksista, jonka tuottaa Communication-luokka. Muut painikkeet menevät pois käytöstä ja yhdistä-painike tulee käyttöön. Yhteysindikaattori muuttuu vihreästä ensin keltaiseksi (logiikka yrittää uudelleenyhdistää) ja sitten punaiseksi.
Vakavuus	2
Todennäköisyys	1
Muuta	Yhteyden katketessa logiikka yrittää kertaalleen yhdistää uudelleen. Keltainen väri indikaattorissa näkyy kuitenkin vain lyhyen aikaa.

3.3.2

Testijoukko TJ02: Asetukset

Tunniste	TJ02_Asetukset_tallennettu
Kuvaus	Asetukset tallennetaan käyttöliittymästä.
Esiehdot	Käyttäjä on avannut ohjausjärjestelmän käyttöliittymän. Simulaattori on käynnissä ja siihen on otettu yhteys, joten yhteysindikaattori on vihreä.
Syötteet	Sekvenssin parametrit on syötetty käyttöliittymään (esim. oletus-placeholder-arvot) ja ne ovat numeromuotoisia ja yli nollan. Käyttäjä klikkaa tallenna asetukset -painiketta.
Tulokset	Käyttöliittymän päälle aukeaa infoikkuna. Konsoliin tulostuu tieto, että myös ControlSystem on saanut tiedon asetusten muutoksesta.
Vakavuus	3
Todennäköisyys	1
Muuta	

Tunniste	TJ02_Virheelliset_asetukset
Kuvaus	Asetukset tallennetaan käyttöliittymästä, mutta joku luvuista on virheellinen.
Esiehdot	Käyttäjä on avannut ohjausjärjestelmän käyttöliittymän. Simulaattori on käynnissä ja siihen on otettu yhteys, joten yhteysindikaattori on vihreä.
Syötteet	Sekvenssin parametrit on syötetty käyttöliittymään, mutta yksi tai useampi arvoista on negatiivinen. Käyttäjä klikkaa tallenna asetukset -painiketta. Testi toistetaan siten, että yksi tai useampi parametrin arvoista ei ole numeromuotoinen.
Tulokset	Käyttöliittymän päälle aukeaa virheikkuna. Konsoliin ei tulostu tietoja.

Vakavuus	2
Todennäköisyys	1
Muuta	

3.3.3

Testijoukko TJ03: Aloitus ja keskeytys

Tunniste	TJ03_Aloitus
Kuvaus	Sekvenssin ajo aloitetaan
Esiehdot	Käyttäjä on avannut ohjausjärjestelmän käyttöliittymän. Simulaattori on käynnissä ja siihen on otettu yhteys, joten käyttöliittymän yhteysindikaattori on vihreä. Asetukset on tallennettu.
Syötteet	Käyttäjä klikkaa käynnistä-painiketta
Tulokset	Sekvenssi alkaa: Sekvenssin vaihe -ikkunaan tulee ensin näkyviin Kyllästys-vaihe, ja vaiheen mukaiset toimilaitteet aktivoituvat. Konsoliin tulostuu ControlSystemin luokan tuottamia tulostuksia. Käynnistä-, sekä tallenna asetukset -painikkeet poistuvat käytöstä ja keskeytä-painike tulee käyttöön.
Vakavuus	3
Todennäköisyys	1
Muuta	

Tunniste	TJ03_Keskeytys
Kuvaus	Sekvenssin ajo keskeytetään
Esiehdot	Simulaattori on käynnissä ja siihen on otettu yhteys, joten käyttöliittymän yhteysindikaattori on vihreä. Sekvenssi on käynnistetty käyttöliittymästä (TJ03_Aloitus lopputila).
Syötteet	Käyttäjä klikkaa keskeytä-painiketta

Tulokset	Sekvenssi keskeytyy: Sekvenssin vaihe -ikkunaan tulee näkyviin teksti ”Keskeytetty”. Kaikki käyttölaitteet ajetaan alkutilaan. Käynnistä-, sekä tallenna asetukset -painikkeet tulevat käyttöön ja keskeytä-painike menee pois käytöstä.
Vakavuus	3
Todennäköisyys	1
Muuta	

Tunniste	TJ03_Uudelleenaloitus
Kuvaus	Sekvenssin ajo aloitetaan uudelleen keskeytyksen jälkeen.
Esiehdot	Ajo on aloitettu kertaalleen ja keskeytetty keskeytä-painikkeesta (TJ03_Keskeytys lopputila).
Syötteet	Käyttäjä klikkaa käynnistä-painiketta
Tulokset	Sekvenssi alkaa: Sekvenssin vaihe -ikkunaan tulee ensin näkyviin Kyllästys-vaihe, ja vaiheen mukaiset toimilaitteet aktivoituvat. Konsoliin tulostuu ControlSystemin luokan tuottamia tulostuksia. Käynnistä-, sekä tallenna asetukset -painikkeet poistuvat käytöstä ja keskeytä-painike tulee käyttöön. Kiinnitettävä huomiota siis siihen, että sekvenssi alkaa alusta.
Vakavuus	2
Todennäköisyys	1
Muuta	

3.3.4

Testijoukko TJ04: Ohjaus

Tunniste	TJ04_Ohjaussekvenssi
Kuvaus	Asetukset tallennetaan käyttöliittymästä, mutta joku luvuista on virheellinen.
Esiehdot	Käyttäjä on avannut ohjausjärjestelmän käyttöliittymän. Simulaattori on käynnissä ja siihen on otettu yhteys, joten yhteysindikaattori on vihreä. Sekvenssi on käynnistetty.
Syötteet	-
Tulokset	Konsoliin tulostuu ControlSystem luokan toimesta tulostuksia. Esimerkiksi "waiting for LI400 < 35", jonka jälkeen "LI400 < 35 done", kun mustalipeän täytössä käyttöliittymän perusteella tankin LI400 taso laskee alle 35 millimetrin.
Vakavuus	3
Todennäköisyys	2
Muuta	Tässä kohtaa ei ole selitetty jokaista sekvenssin kohtaa, vaan niitä täytyy seurata esimerkiksi harjoitustyöraportin aktiviteettikaaviosta.

Tunniste	TJ04_Keittämisen_säätö
Kuvaus	Keittovaiheessa asiakasvaatimukset olivat, että lämpötila saa poiketa enintään 0,3 Celsius-astetta ja paine enintään 10 hPa asetusarvoista.
Esiehdot	Käyttäjä on avannut ohjausjärjestelmän käyttöliittymän. Simulaattori on käynnissä ja siihen on otettu yhteys, joten yhteysindikaattori on vihreä. Sekvenssi on käynnistetty ja ajettu keittovaiheeseen asti.
Syötteet	-
Tulokset	Konsoliin ei saa tulostua ControlSystem-luokasta tulostuksia, jotka kertovat liian suurista poikkeamista asetusarvoihin nähden.

Vakavuus	2
Todennäköisyys	2
Muuta	

3.4

Yksikkötestauksen testitapaukset

Alla on kuvattu PIController-luokan yksikkötestauksessa käytetyt testitapaukset.

3.4.1

Testijoukko TJ05: Paineen säätö

Tunniste	TJ05_Kääteinen_toiminta
Kuvaus	PIController-luokan updateOutput()-metodin tulee toimia käänteisesti. Kun erosuure on positiivinen, tulee ohjauksen kasvaa negatiiviseen suuntaan.
Esiehdot	PIController-luokasta luodulle oliolle on annettu vahvistukset, sykli aika, ja asetusarvo.
Syötteet	K _p = 1.0 K _i = 1.0 sykli aika = 1000 asetusarvo = 10.0 mittausarvo = 5.0 updateOutput()-metodia kutsutaan kaksi kertaa mittausarvolla.
Tulokset	updateOutput()-metodin tulee palauttaa arvot: paluuarvo1 = -10.0 paluuarvo2 = -15.0
Vakavuus	3
Todennäköisyys	2
Muuta	

Tunniste	TJ05_Erilaiset_sykliajat
-----------------	--------------------------

Kuvaus	PIController-luokan tulee laskea ohjaus oikein syklijajan suhteen. Kahden eri syklijajalla toimivan säätimen tulee antaa sama ohjaus, mikäli toista kutsutaan niin monta kertaa, kuin monta kertaa pienempi sen sykli aika on.
Esiehdot	PIController-luokasta on luotu kaksi oliota, joille on annettu eri syklijajat.
Syötteen	Kp = 1.0 Ki = 1.0 sykli aika1 = 1000 sykli aika2 = 100 asetusarvo = 10.0 mittausarvo = 5.0 Syklijajalla1 olevan säätimen updateOutput()-metodia kutsutaan kerran ja syklijajalla2 olevan säätimen samaa metodia kutsutaan 10 kertaa.
Tulokset	Molempien säätimien tulee palauttaa sama arvo.
Vakavuus	2
Todennäköisyys	1
Muuta	

Tunniste	TJ05_Lineaarisuus
Kuvaus	PIController-luokan laskeman ohjauksen tulee riippua lineaarisesti sille asetetuista vahvistuksista.
Esiehdot	PIController-luokasta on luotu kaksi oliota, joille on annettu erisuuret vahvistukset.
Syötteen	Kp1 = 1.0 Ki1 = 1.0 Kp2 = 10.0 Ki2 = 10.0 sykli aika = 1000

	asetusarvo = 10.0 mittausarvo = 5.0 Molempien säätimien updateOutput()-metodia kutsutaan mittausarvolla.
Tulokset	10 kertaa suuremmilla vahvistuksilla olevan säätimen tulee palauttaa 10 kertaa suurempi ohjausarvo.
Vakavuus	1
Todennäköisyys	1
Muuta	

4**TESTITULOKSET**

Testitapauksissa ei tullut poikkeavuuksia odotettuihin tuloksiin.

4.1**Arviointi**

Järjestelmätestit menivät odotetulla tavalla. Mielestämme sovelluksen logiikan testaaminen järjestelmätesteillä oli hyvä asia, koska tällöin logiikka tuli testattua kokonaisuudessa laajemmin. Yksikkötestien puuttuminen tältä alueelta aiheuttaisi sen, että jos projektiin tulisi muutoksia, olisi testien suorittaminen uudelleen ja uudelleen huomattavasti vaivalloisempaa. Tässä kohtaa, kun projekti on valmis, olisi järjestelmätestit kuitenkin joka tapauksessa pakko suorittaa. Näissä esille tulisi samat asiat kuin yksikkötesteissä, koska ne on suunniteltu siten, että käytännössä kaikki yksikkötesteissä testatut asiat tulevat myös testatuksi.

PI-säätimen yksikkötestit olivat onnistuneita ja ne kattavat sovelluksen kannalta olennaiset ominaisuudet säätimen toiminnasta. Säätimen laskenta-algoritmi on yksinkertainen, joten voidaan olla varmoja, että nykyiset testit takaavat säätöpiirin oikean toiminnan prosessin ajossa. Mikäli säätimeen lisättäisiin ominaisuuksia, kuten erilaisia konfiguraatiomahdollisuuksia tai rajoituksia, täytyisi myös yksikkötestejä laajentaa.