Kuumavesitankki - Tehtävä

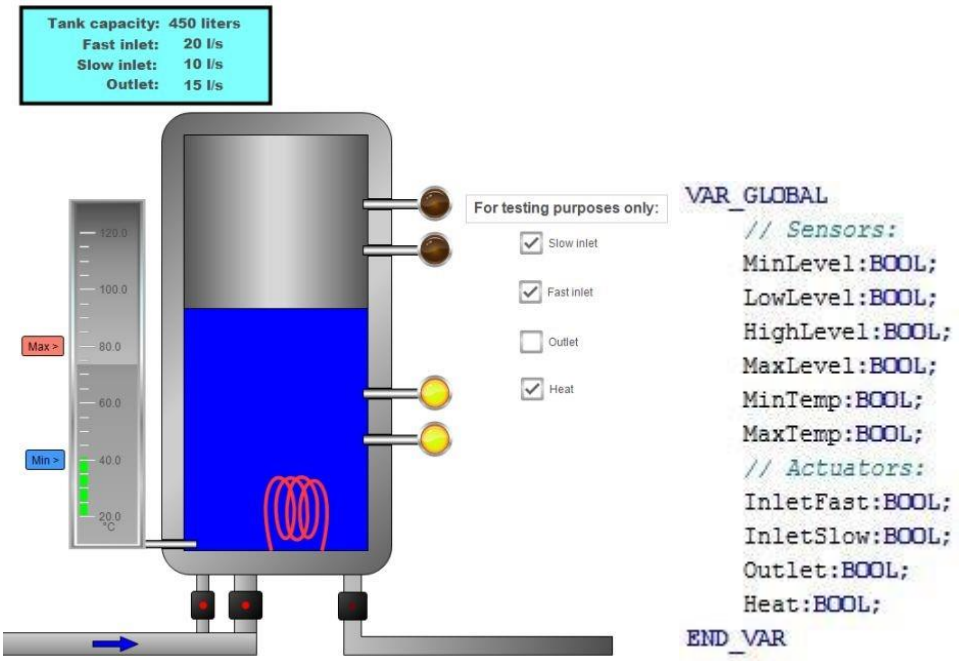
Sisällys

Pisteytys 1
Tehtävä 2
Ohjeet 4
Reflektointi 9

Pisteytys

- Max 20p
- Neljän pakollisen suunnitteluperiaatteen noudattaminen, 1 piste per periaate (4p)
- Sekvenssi toimii toiminnallisten määrittelyjen mukaan (4p)
- Pinnankorkeuteen liittyvät varoitukset ja hälytykset sekä Taulukko 1:ssa määritellyt lukitukset toimivat (4p). (Kuva 3:en lukitustesti pitää demota.)
- Kuva 3:en mukainen valvomo. Tuloksen ei tarvitse olla täsmälleen saman näköinen, mutta operaattorille pitää antaa sama informaatio ja mahdollisuudet ohjata prosessia kuin kuvassa. (4p)
- Reflektointi (4p): 1 piste jokaisesta heikkoudesta (max 2p) ja 1 piste jokaisesta edusta (max 2p)

Tehtävä



Kuva 1: Kuumavesitankki ja globaalit muuttujat joiden avulla tankin antureita luetaan ja toimilaitteita ohjataan

Sovelluksen ainoa merkittävä prosessikomponentti on Kuva 1:en tankki, joka on tiivis ja suljettu, eli jos tankki täyttyy, neste ei vuoda yli vaan paine alkaa nousta.

Tankin pinnankorkeutta seurataan neljän rajakytkimen avulla. Pinnankorkeuden säätöön käytetään kolmea venttiiliä. Pinnankorkeuden säätölogiikka riippuu valitusta sekvenssistä, mutta perusperiaate on, että vedenpinnan korkeus vaihtelee kahden arvon välillä.

Tankin lämpötilaa seurataan kahden rajakytkimen avulla ja sen säätöön käytetään lämmitysvastusta. Säätö on yksinkertainen: vastus on päällä kunnes max lämpötila saavutetaan, jolloin se kytketään pois. Vastus kytketään uudestaan päälle kun min lämpötila saavutetaan (heti kun min lämpötila on alitettu).

Teollisuudessa rajakytkimet ovat harvinainen ratkaisu lämpötilan mittaukseen ja yleisempää onkin käyttää analogisia lämpötila-antureita, jolloin rajojen ylitykset ja alitukset havaitaan PLC koodissa vertaamalla mittausarvoa ja etukäteen konfiguroitua ylä-/alaraja-arvoa. Alla on taulukoitu anturit ja toimilaitteet.

	pinnan korkeus				lämpötila	
Anturit	MinLevel	LowLevel	HighLevel	MaxLevel	MinTemp	MaxTemp
Toimilaitteet	InletFast	InletSlow	Outlet		Heat	

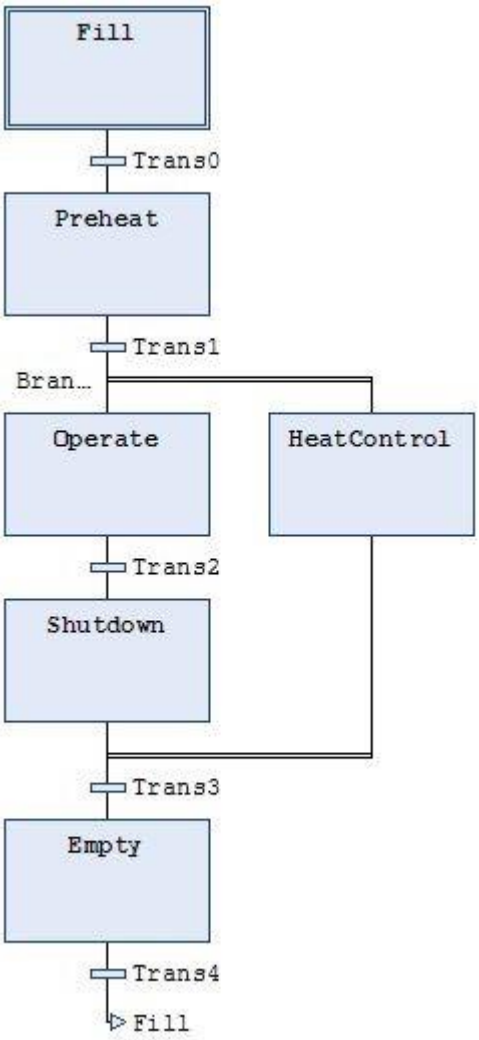
Taulukko 1: Järjestelmän anturit ja toimilaitteet

Tankkia ja lämmitysvastusta suojataan myöhemmin tarkemmin määritellyillä lukitusmekanismeilla. Sovelluksen toteutuksessa pitää noudattaa neljää suunnitteluperiaatetta. Suunnitteluperiaatteita noudattamalla opit SFC kielen ominaisuuksia, hyvää modularisointia ja turvallista PLC ohjelmointia.

Ohjeet

1. Lataa ja avaa projektipohja kurssin MyCourses-sivulta.

2. **Ensimmäinen suunnitteluperiaate**: Luo kuvan 2 mukainen SFC runko pääohjelmaan (PLC_PRG). Lämpötilan säätö tehdään ”HeatControl” askelessa, joka on aktiivinen rinnakkain ”Operate” ja ”Shutdown” askeleiden kanssa. Trans1 siirtymästä siirrytään siis samaan aikaan sekä ”Operate” että ”HeatControl” askeleisiin. ”HeatControl”:sta tullaan ulos vasta kun rinnakkainen haara on edennyt ”Shutdown”:iin ja Trans3 ehto toteutuu.



Kuva 2: Ensimmäinen suunnitteluperiaate

3. **Toinen suunnitteluperiaate:** “Preheat” ja ”HeatControl” askeleissa suoritetaan pinnankorkeuden on/off- säätöä. askeleessa säädetään lämpöä samalla periaatteella. Luo **oma toimilohkotyyppi** (function block) on/off säädölle joka on geneerinen (eli ei oleta, että säädetään lämpötilaa, pinnankorkeutta tai mitään muuta ennalta lukkoon lyötyä suuretta.) Toimilohkon voi toteuttaa haluamallaan kielellä, mutta suositellaan ST:tä. On/off säätö toimii seuraavasti:
   - Jos ohjattava suure ylittää ylärajan (high), laitetaan toimilaite (out) pois päältä.
   - Jos ohjattava suure alittaa alarajan (low), laitetaan toimilaite päälle.

4. Toteuta **Fill** sekvenssi seuraavasti: tankin ollessa tyhjä se täytetään avaamalla molemmat sisääntuloventtiilit ja sulkemalla ulostuloventtiili. Vastus pidetään pois päältä. Sekvenssi on valmis, kun minimipinnankorkeus on saavutettu. Testaa toimiiko Fill sekvenssi oikein. Voit kirjoittaa kaikkiin siirtymäehtoihin arvon *FALSE* , jotta ohjelma kääntyy.

5. Toteuta **Prehea**t sekvenssi seuraavasti:
   - sekvenssi alkaa automaattisesti kun Fill sekvenssi on valmis.
   - Lämmitysvastus pidetään päällä.
   - Inlet(fast) pidetään kiinni ja inlet (slow) pidetään auki.
   - Pinnankorkeus pidetään ”min” ja ”lower” rajojen välissä avaamalla ja sulkemalla outlet venttiiliä.
   - Sekvenssi on valmis kun lämpötila saavuttaa ”min” rajan.
   - Muista käyttää kohdassa 3. luotua toimilohkoa.
   - Kun olet valmis testaa toimiiko sekvenssi. Testaa myös jatkossa ohjelmaasi iteratiivisesti. Tämä on IT alalla todettu helpoksi ja nopeaksi tavaksi kehittää ohjelmistoja. Tämä edellyttää sitä, että testaus voidaan suorittaa nopeasti, mikä ei aina ole mahdollista tai turvallista automaatiosovelluksissa. Kurssin simulointiympäristö kuitenkin mahdollistaa tämän lähestymistavan.

6. **Kolmas suunnitteluperiaate:** Käytä Operate sekvenssin sisäiseen toteutukseen SFC:tä (jolloin kyseessä on hierarkkinen SFC ohjelma).

7. Toteuta **Operate** sekvenssi seuraavasti:

   - sekvenssi alkaa automaattisesti kun esilämmitys sekvenssi on valmis.
   - Tankin pinta pidetään ”lower” ja ”high” rajojen välissä siten että:
   - Ensin täytetään HighLevel rajaan siten että molemmat sisääntuloventtiilit ovat auki ja ulostuloventtiili kiinni.

- Sitten tyhjennetään LowLevel rajaan siten että molemmat sisääntulot ovat kiinni ja ulostulo on auki. Kun LowLevel saavutetaan, siirrytään takaisin askeleeseen 1.

8. Toteuta **Shutdown** sekvenssi seuraavasti:
   - tankki tyhjennetään ”min” korkeudelle avaamalla ulostulo ja sulkemalla sisääntulot
   - Lämpötilan säätöä jatketaan kuten käyttö **OPERTE** sekvenssissä.
   - Kun ”min” korkeus on saavutettu, siirrytään automaattisesti tyhjennys sekvenssiin.

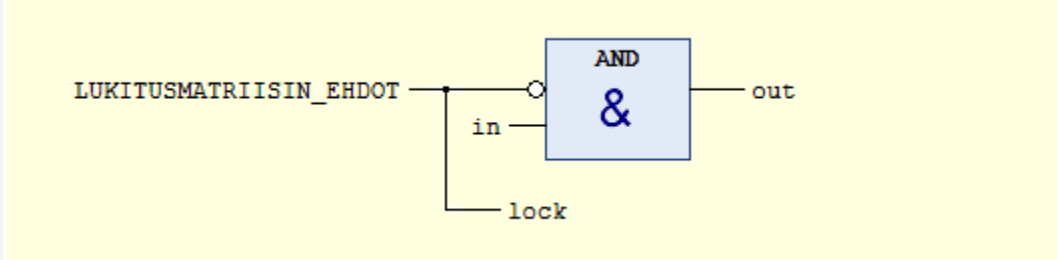
9. Toteuta **Empty** sekvenssi seuraavasti:
   - Lämmitysvastus laitetaan pois päältä
   - Sisääntuloventtiilit pidetään suljettuina ja ulostuloventtiili pidetään auki.
   - Toimilaitteet pidetään näissä tiloissa, kunnes operaattori käynnistää täyttö sekvenssin.
   - Täyttö voidaan käynnistää milloin vaan tyhjennys sekvenssin aikana, myös ennen kuin tankki on kokonaan tyhjä.

10. **Neljäs suunnitteluperiaate:** Luo kaikille taulukon 2 toimilaitteille **oma toimilohko** (yhteensä siis kolme function blockia), jotka pitävät sisällään taulukon lukitukset. Muuta pääohjelmaa niin että käytät näitä lohkoja rajapintana aina kun kirjoitat näille toimilaitteille. Näin lukituksia ei koskaan ohiteta. alla muutama vinkki:
    - Muista, että Function Blockilla ei voi olla samaa nimeä, kuin muuttujalla -> Kuvaavia nimiä toimilohkoille ovat Heater, SlowInlet ja FastInlet – älä sekoita muuttujiin!
    - Toimilaitteen lisäksi ulostulona on aina lock muuttuja (tätä voidaan käyttää muun muassa, kun tehdään valvomoa)
    - Intuitiivinen kuvaus lukoista:
      - Lämmitysvastusta tulee suojata kytkemällä se pois päältä aina kun lämpötila ylittää max arvon tai jos pinnankorkeus alittaa min arvon (ryhmä 10).
      - Tankkia tulee suojata ylivuodolta (tai räjähtämiseltä, olettaen että tankissa on tiivis kansi) siten että molemmat sisääntuloventtiilit suljetaan, jos max pinnankorkeus on saavutettu (ryhmä 20).

Syiden määrittely				Seurausten määrittely	
Ryhmä	**Nimi**	**Status**	**Operaattori**	**Nimi**	**Status**
10	MaxTemp	*TRUE*	OR	Heat	*FALSE*
10	MinLevel	*FALSE*			
20	MaxLevel	*TRUE*		InletSlow	*FALSE*
				InletFast	*FALSE*

Taulukko 2:Lukitusten logiikka

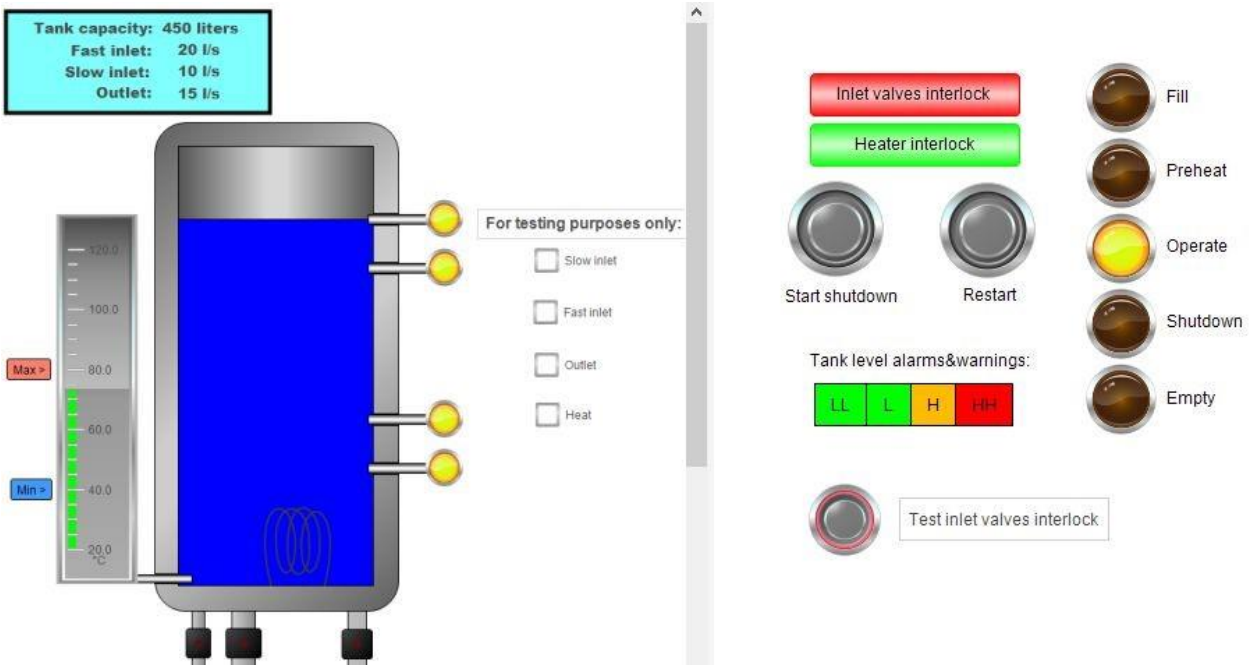
11. Kyseisen toimilohkon sisääntulot ovat toimilaitteelle menevä signaali ja relevantit mittaukset lukitusmatriisista. Lohkon ulostulo on toimilaitteelle menevä signaali. Jos lukitusehto ei toteudu, lohko laittaa toimilaitteelle menevän signaalin eteenpäin sellaisenaan. Muuten toimitaan lukitusmatriisin mukaisesti. Tilannetta on kuvattu kuvassa 3. **Suosittelemme tekemään lukon st-kielellä, vaikka periaate on kuvattu function blockilla.**



Kuva 3: Lukko

12. Seuraavaksi tarkastetaan, että tankin ylivuodon estävä lukitus toimii. Normaali operoinnin puitteissa MaxLevel anturi ei milloinkaan aktivoidu. Lisätään sovellukseen ominaisuus, jolla ”Operate” askelessa automaatio pakotetaan pysymään täyttövaiheessa, kunnes lukitus aktivoituu. Tätä varten, luo uusi visualization- sivu, jonne rakennat valvomon (kohta 14). Lisää visualization sivulle Push swich ja liitä siihen Label ”Test inlet valves interlock”. Lisää PLC_PRG:hen BOOL-tyypin muuttuja, jonka avulla estät tyhjentämisen tilanteessa, jossa HighLevel anturi aktivoituu. Kannattaa alustaa anturin arvo FALSEksi.

Vedenpinnan muutosta koskevan prosessin tulee lukitusmatriisin mukaisesti pysähtyä, kun vedenpinta osuu MaxLevel anturiin. Tilanne puretaan painamalla ”start shutdown” nappia valvomosta.



Kuva 4: Tankin oikealla puolella on esimerkki operaattorin käyttöliittymästä

13. Luo ohjelmaan yksi BOOL muuttuja sekvenssin jokaiselle vaiheelle ja aseta sen arvo vastaavan SFC askelen entry ja exit toiminnossa. Muuttujan nimenä suositellaan käytettävän In<Vaiheen nimi> (esim. InFill). Voit luoda entry- ja exit toiminnon painamalla steppiä oikealla hiirennäppäimellä ja valitsemalla ”add entry action” tai ”add exit action”. Valitse kieleksi ST. Tilaa kuvaavia muuttujia käytetään valvomon lamppujen yhteydessä.

14. Jotta tankkia päästään operoimaan, rakennetaan sille valvomo. Luo tankkiprosessille kuvan 4 mukainen operaattorin käyttöliittymä. Tuloksen ei tarvitse olla täsmälleen

saman näköinen, mutta operaattorille pitää antaa sama informaatio ja mahdollisuudet ohjata prosessia kuin kuvassa. Kuva 4:n valvomosta operaattori näkee seuraavat asiat:

- Sekvenssi on vaiheessa “Operate”
- Inlet valve interlock (ryhmä 20) on päällä
- Pinnankorkeuden ylärajaan liittyvät varoitukset ja hälytykset on päällä.
- Lukitusnäyttö molemmille lukituksille (Taulukko 2), siten että vihreällä näytetään että lukitus ei ole päällä ja punaisella näytetään että lukitus on päällä.
- Napit joilla käynnistetään ”alasajo” ja ”täyttö” sekvenssit.
- Nappi jolla voidaan testata Inlet valve interlock operate vaiheessa.

Pohdi millä väreille kuvaat mitäkin pinnankorkeuden tilaa eli mistä eri hälytykset varoittavat? Kuuluuko esimerkiksi LL- hälytyksen olla vihreä, kun vedenpinta on MinLevelin alapuolella?

Vinkkejä valvomon toteutukseen:

- Kertaa tarvittaessa ”Kuutioiden pakkaus” harjoituksessa ohjeistetut valvomo-ohjelmointi tekniikat.
- Visualisaation Properties ikkunassa laita rasti ”Expert” ruutuun niin saat kaikki ominaisuudet näkyviin
- Tarkoitus on lukea Visualisaation Help dokumentaatiota ja sitä kautta selvittää miten valvomon elementit kuten napit toimivat. Jos asiat eivät avaudu nopeasti, niin kysy vinkkiä, mutta on tarkoitus että sitä ennen hetken yrität löytää vastauksen työkalun dokumentaatiosta, koska tiedonhaku tällaisesta dokumentaatiosta on keskeinen osa kehittäjän ammattitaitoa.

Reflektointi

Mitä heikkouksia simulointipohjaisella testauksella on verrattuna siihen, että testattaisiin ohjattavalla laitteistolla? Keksi 2 heikkoutta.

Mitä etua simulointipohjaisella testauksella on verrattuna siihen, että testattaisiin ohjattavalla laitteistolla? Keksi 2 etua.

Onko simulointi halpaa?