

Testskjema

PID FUNKSJONSBLOKK

Introduksjon

1.1 Hensikt

Testskjemaet skal fungere som et dokument der funksjonalitetene på PID-funksjonsblokken kan verifiseres, og skjemaet inneholder retningslinjer for utprøvinger av disse. Det skal blant annet verifiseres at det kan tas i bruk forskjellige regulator typer og at de gir forventede resultat, at regulatorparametrene kan endres under drift, man unngår problemet med integrator-windup og aktivisering/deaktivisering av funksjonaliteter fungerer.

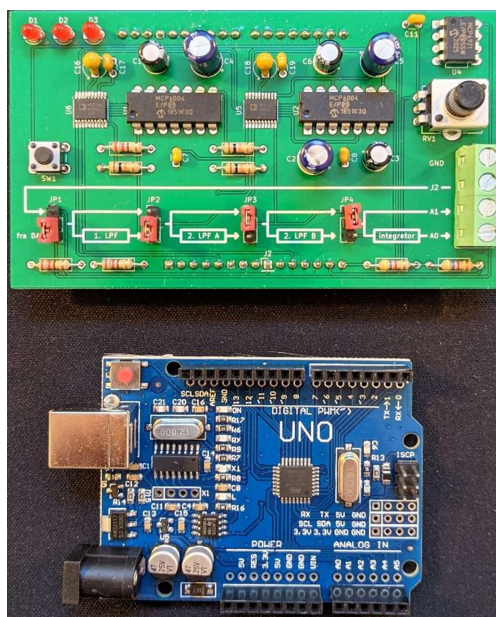
1.2 Utstysliste

For å gjennomføre testen av PID-funksjonsblokken, må følgende utstyr være tilgjengelig:

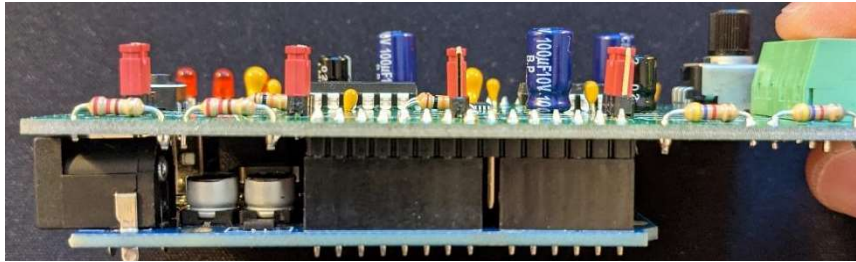
1. Mitsubishi Melsec FX2N PLS
2. Arduino Uno med prosesskjold (utviklet på ITK) og tilhørende kodebibliotek
3. PC med programmene GX Works 2 og Arduino IDE
4. PID funksjonsblokk laget i GX Works 2
5. USB 2.0 A-til-B-kabel (til Arduinoen)
6. USB 2.0 (til PLS-en)

1.3 Oppsett

1. Start med å koble prosesskjoldet (se bilde 1 og 2) til Arduino Uno-en, og koble USB-kabelen fra Uno-en til PC-en. Koble så den andre USB-kabelen fra PLS-en til PC-en. Nå skal det være to kabler tilkoblet PC-en.

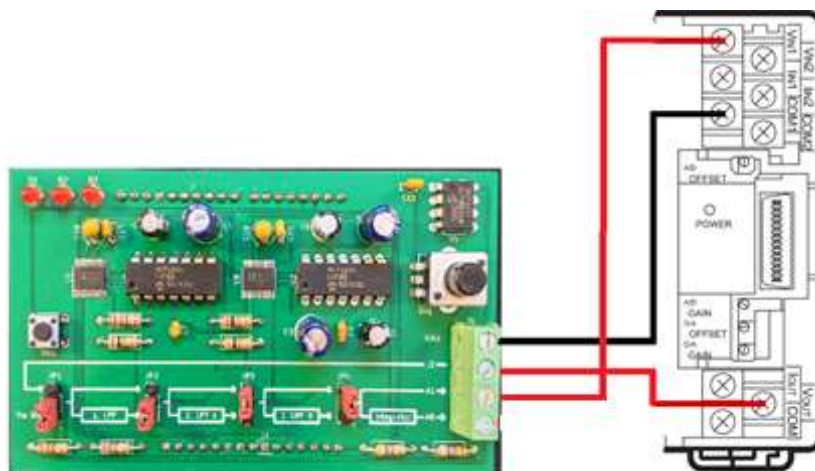


Bilde 1 – Prosesskjoldet øverst og Arduino Uno nederst



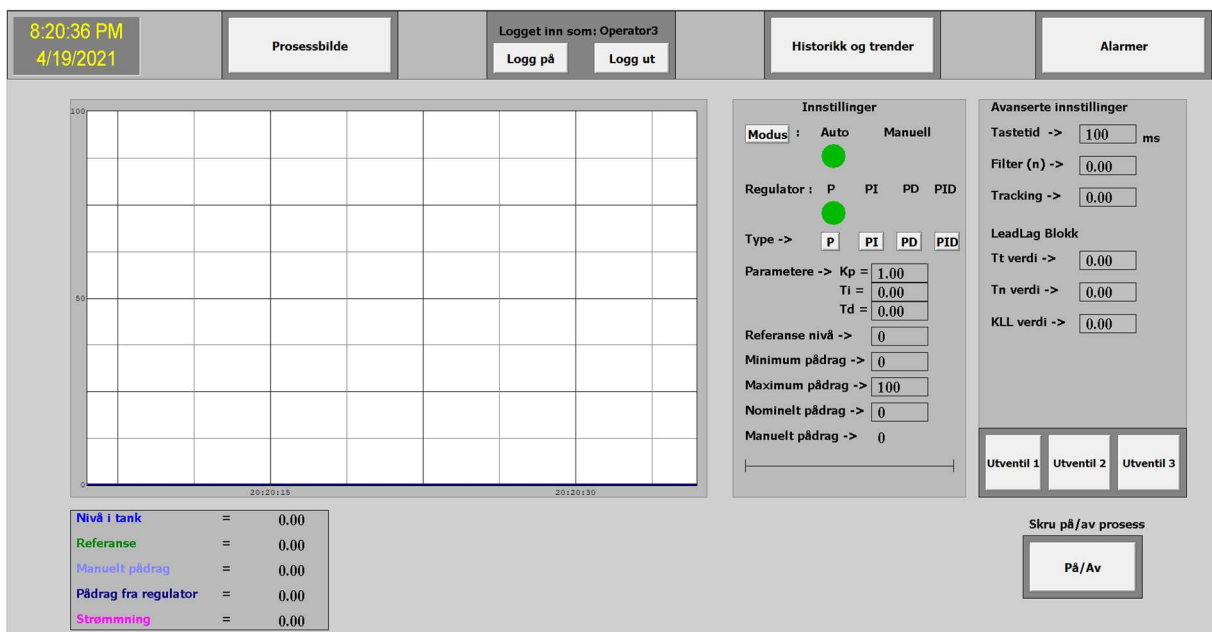
Bilde 2 – Prosesskjoldet påmontert Arduino Uno-en

2. Vær sikker på at ProcessShield.h-biblioteket er inkludert i «Libraries»-mappa i Arduino IDE, slik at IDE-en har tilgang til funksjonene som er utviklet til bruk på skjoldet.
3. Last opp Arduino C-koden til Uno-en som skal simulere den fysiske tankriggen. Sjekk at riktig korttype og COM-port er valgt under Tools -> Board: -> Arduino Uno og Tools -> Port -> COM#. Tips: Riktig COM-port finner man i Device Manager i Windows. Koden lastes til slutt opp ved å trykke Upload i IDE-en. Alt skal kunne lastes opp uten feilkoder (error).
4. Last opp PLS-koden fra GX Works 2 til PLS-en. Dette gjøres ved å åpne den riktige .gxw-filen som inneholder funksjonsblokkoden, og compilere denne ved å trykke på knappen «Rebuild All» (her må den riktige POU-en ligge i mappen Execution Program-mappa). Sjekk at riktig COM-port er valgt under Connection Destination -> Connection1 -> Serial USB -> COM Port. Tips: Riktig COM-port finner man i Device Manager i Windows. Koden lastes til slutt opp ved å trykke Write to PLC-knappen. Alt skal kunne lastes opp uten feilkoder (error).
5. Koble til Arduino Uno-en med prosesskjoldet til PLS-en. Dette gjøres i samsvar med bilde 3.



Bilde 3 – Oppkopling av prosesskjold til PLS-en

6. Se til at laskene på prosesskjoldet er koblet riktig i samsvar med ønsket prosessmodell.
7. Sett PLS-en i RUN.
8. Trykk på Start Monitoring i GX Works 2 for å visualisere data i variablene på PLS-en.
9. Start opp KEPServerEX med administratorrettigheter og velg filen "kepsserverex_gr6.opf". Velg Runtime -> Connect for å starte serveren.
10. Start opp HMI-en i Aveva InTouch med navn "Automatiseringsprosjekt_gr6". Trykk på Runtime for å koble til KEPServerEX. Logg inn med brukernavn "Operator3" og passord "Operator3". Trykk Innstillinger -> Avanserte innstillinger for å se filterresponsvinduet, samt funksjonsblokkparametrene. Bildet på HMI-en skal se slik ut:



Bilde 4 – HMI-vindu i Aveva InTouch. I rutenettet vil man kunne se grafer for verdiene gitt i firkanten under grafvinduet.

Visst alt er gjort i samsvar med oppsettet, skal systemet nå være startet opp med oppstartsverdier. Dette er en ren P-regulator i automodus med null i referanseverdi.

Testskjema

Teknisk informasjon før igangsetting:

Testskjema oppsett godkjent: (Marker med kryss)	Godkjent:	Ikke godkjent:
Hva som skal testes:	Egenutviklet PID-funksjonsblokk for bruk på tankregulering	
Demonstrasjonsansvarlig:	Khuong Huynh	
Kunde/tester:	Torleif Anstensrud	
Andre tilstedeværende:	Prosjektmedarbeidere: Camilla Tran Håvard Olai Kopperstad Julie Klingenberg Martin Kristoffer Gløsmyr Sagit Ali Senkaya Veiledere: Torleif Anstensrud	
Dato og sted:	Fredag 23.04.2021 kl. 12:15, Microsoft Teams	
Testoppsummering:	Testen skal stegvis ta for seg hver enkeltdel av PID-funksjonsblokken og være en funksjonstest og verifikasjon på at alle delene av funksjonsblokken tilfredsstiller kundens krav.	
Kriterier for godkjenning:	Alle punktene i hver deltest skal være godkjente før testen av funksjonsblokken godkjennes. Dette innebærer at P-, PD-, PI- og PID-regulatoren fungerer som forventet og at det ikke oppstår rykk i pådraget og prosessverdien i svitsjingen mellom manuell og automodus eller mellom regulatortypene. I tillegg skal grenseverdier kunne endres, tastetid kunne endres, manuell regulering kjøres, tracking-inngang slås på/av og regulering endres mellom direkte og reversert regulering.	
Resultat: (Marker med kryss)	Godkjent:	Ikke godkjent:

Dato: 23.04.2021 Sted: Microsoft Teams

Testansvarlig:

Khuong Huynh

Kunde:

Torleif Anstensrud

Testutførelse:

Test av P-regulator	Forventet resultat	Godkjennelse
Beskrivelse: Testen skal fremvise reguletegenskapene til en P-regulator med og uten nominelt pådrag. I tillegg skal virkningen av å endre regulatorparametre fremvises.		
1. Sett referansenivå til 50.0 %	Pådraget fra regulatoren vil øke momentant og prosessverdien vil øke raskt. Forventer et stabilt system etter omtrent fem sekunder med et stasjonært avvik på omtrent 25.0 %.	
2. Sett Kp-verdien til 3.00	Pådraget fra regulatoren vil øke momentant og prosessverdien vil øke raskt. Forventer et stasjonært avvik på omtrent 15.0 %.	
3. Sett nominelt pådrag til 50.0 %	Pådraget fra regulatoren vil øke momentant og prosessverdien vil øke raskt. Forventer nå en prosessverdi uten stasjonært avvik.	
Kommentar: Med en P-regulator kan man se at regulatoren stabiliserer prosessverdien med en akseptabel hastighet. Ved en økning av Kp-verdien vil det stasjonære avviket minke, men aldri forsvinne. Ved en innføring av nominelt pådrag vil det stasjonære avviket forsvinne, men bare for et bestemt arbeidspunkt. I dette tilfellet får man null stasjonært avvik ved 50 % referanseverdi og 50 % nominelt pådrag.		

Test av PD-regulator	Forventet resultat	Godkjennelse
<p>Beskrivelse:</p> <p>Testen skal fremvise regulatorregenskapene til en PD-regulator, samt virkningen av å endre regulatorparametre på denne regulatoren.</p>		
1. Nullstill disse parametrene: Kp = 1.00 Referansenivå = 0.00 Nominelt pådrag = 0.00	Prosessverdien vil resettes til 0.00 % etter omtrent ti sekund, og ligge der.	
2. Trykk på PD-regulator	Grønn lampe som indikerer regulatortype skal lyse under PD. Td-parameteren endres automatisk til 1.00 og filterkonstanten n endres til 10.0.	
3. Sett referansenivå til 50.0 %	Pådraget fra regulatoren vil øke momentant og prosessverdien vil øke raskt. Forventer et stabilt system etter omtrent tre sekunder med et stasjonært avvik på omtrent 25.0 %.	
4. Sett Td = 5.00 og videre sett referansenivå til 70.0 %	Pådraget fra regulatoren vil øke roligere og prosessverdien vil reagere tregere. Forventer et stabilt system etter omtrent ti sekunder med et stasjonært avvik på omtrent 35.0 %.	
<p>Kommentar:</p> <p>En PD-regulator vil kunne motvirke endring i prosessverdien og gi et pådrag som reagerer raskere på disse endringene. Man kan se at pådraget fra regulatoren justeres etter de små endringene som oppstår i prosessverdien. Stasjonært avvik vil ikke forsvinne, men dette kan fjernes ved å anvende samme metode som for en ren P-regulator ved gitte arbeidspunkt.</p> <p>Med en svært stor Td-verdi vil derivatvirkningen motvirke endringer i prosessverdien mye, og reguleringen blir veldig treg ved endringer i referansenivå.</p>		

Test av PI-regulator	Forventet resultat	Godkjennelse
Beskrivelse: Testen skal fremvise regulatorregenskapene til en PD-regulator, samt virkningen av å endre regulatorparametre på denne regulatoren.		
1. Nullstill disse parametrene: Kp = 1.00 Referansenivå = 0.00	Prosessverdien vil resettes til 0.00 % etter omtrent ti sekund, og ligge der.	
2. Trykk på PI-regulator	Grønn lampe som indikerer regulatortype skal lyse under PI. Td-parameteren endres automatisk til 0.00 og Ti-parameteren endres til 1.00.	
3. Sett referansenivå til 50.0 %	Forventer null stasjonært avvik etter omtrent tre sekunder, med null oversving (Ti = 1.00 er en svært rask integratortid).	
4. Sett Ti = 5.00 og referansenivå til 70.0 %	Forventer null stasjonært avvik etter omtrent 15 sekund. Ti = 5.00 er en tregere integratortid. Dette ser man i sammenligningen i tid for stasjonært system i pkt. 3 og pkt. 4.	
Kommentar: En PI-regulator vil gi en prosess med null stasjonært avvik uten bruk av nominelt pådrag. Man ser at ved en økning av Ti-parameteren vil tiden regulatoren bruker på å fjerne det stasjonære avviket øke. Man må passe på å ikke ha for lav Ti-verdi, da dette kan føre til at prosessen blir ustabil.		

Test av PID-regulator	Forventet resultat	Godkjennelse
Beskrivelse: Testen skal fremvise reguletegenskapene til en PID-regulator, samt virkningen av å endre regulatorparametre på denne regulatoren.		
1. Nullstill disse parametrene: Kp = 1.00 Referansenivå = 0.00	Prosessverdien vil resettes til 0.00 % etter omtrent ti sekund, og ligge der.	
2. Trykk på PID-regulator	Grønn lampe som indikerer regulatortype skal lyse under PID. Td-parameteren endres automatisk til 1.00 og Ti-parameteren endres til 1.00.	
3. Sett referansenivå til 50.0 %	Forventer null stasjonært avvik etter åtte sekunder, med et lite oversving.	
4. Sett Td = 0.50, Ti = 2.50 og referanseverdi til 70.0 %	Forventer null stasjonært avvik etter 15 sekunder, og nå uten oversving.	
Kommentar: En PID-regulator vil ha egenskapene til både en PI- og en PD-regulator. Det vil si at prosessen vil ha null stasjonært avvik og vil kunne reagere raskt på endringer i prosessverdien.		

Test av manuell modus og grenseverdier	Forventet resultat	Godkjennelse
Beskrivelse: Testen skal fremvise at den manuelle reguleringen fungerer, og at grenseverdier for regulatorpådrag kan settes og justeres.		
1. Trykk på «Modus» og så videre på «Manuell»	Grønn lampe som indikerer regulatormodus skal lyse under «Manuell». Det manuelle pådraget vil være den samme verdien som pådraget var rett før endring av regulatormodus. Den stasjonære prosessverdien endrer seg ikke.	
2. Sett manuelt pådrag til 32.0 % ved bruk av slider eller inntasting i vindu	Pådraget fra regulatoren endres til 32.0 % og blir der. Prosessverdien stabiliserer seg også på 32.0 %.	
3. Sett minimum pådrag til 50.0 %	Pådraget fra regulatoren endres til 50.0 %. Prosessverdien stabiliserer seg også på 50.0 %.	
4. Sett maksimum pådrag til 60.0 % og manuelt pådrag til 85.0 %	Pådraget fra regulatoren endres til 60.0 %. Prosessverdien stabiliserer seg også på 60.0 %.	
5. Sett minimum pådrag til 0 % og maksimum pådrag til 100 %	Pådraget fra regulatoren endres til 85.0 %. Prosessverdien stabiliserer seg også på 85.0 %.	
Kommentar: I manuell modus gir regulatoren alltid ut den pådragsverdien som er gitt i det manuelle pådraget så lenge det er innenfor de satte minimum- og maksimumsverdiene.		

Test av tracking-inngang og tastetid	Forventet resultat	Godkjennelse
<p>Beskrivelse:</p> <p>Denne deltesten skal fremvise at tracking-funksjonen i funksjonsblokken fungerer som forventet. En slik fremvisning skjer gjennom demonstrasjon av: anti-windup og rykkfrie overganger mellom regulatormoduser. I tillegg fremvises endring av tastetid.</p>		
1. Nullstill disse parametrene: Regulatorstype: P Referansenivå = 0.00 Manuelt pådrag = 0.00	Prosessverdien vil resettes til 0 % etter omtrent ti sekund, og ligge der.	
2. Sett maksimalt pådrag = 50.0 og referansenivå = 70.0. Trykk på «Modus» og så videre på «Auto». Avslutt med å trykke på PID-regulator. Vent fem sekunder. Sett referanse til 40.0 %.	Regulatoren vil gi ut maksimalt tillatt pådrag på 50.0 %. Integratoren vil integrere avviket så lenge maksimalt pådrag er lavere enn referansenivået. Etter referanseverdien er satt ned vil man ikke få en respons på pådraget før det har gått omtrent åtte sekunder. Dette er resultatet av integrator-windup.	
3. Sett tracking = 1.00 og referansenivå = 70.0. Vent fem sekunder. Sett referanse til 40.0 %.	Etter referanseverdien er satt ned vil man få en momentan respons på pådraget. Problemet med integrator-windup er nå løst ved hjelp av tracking-inngang.	
4. Sett tracking = 0.00 og maksimalt pådrag = 100.0. Trykk igjen på «Modus» og så videre på «Manuell». Sett manuelt pådrag til 20.0 %. Vent fem sekunder. Trykk på Modus og så videre på Auto.	Regulatoren vil momentant gi et stort sprang i pådraget, altså et rykk i overgangen mellom regulatormoduser.	
5. Sett tracking = 1.00. Trykk igjen på «Modus» og så videre på «Manuell». Sett manuelt pådrag til 20.0 %. Vent fem sekunder. Trykk på «Modus» og så videre på «Auto».	Regulatoren vil momentant begynne å regulere mot referansenivået på 40.0 %, uten det store hoppet som i pkt. 4. Man unngår altså problemet med rykk i overgangen mellom regulatormoduser.	
6. Sett tastetid til 2000 og referansenivå til 60.0 %.	Systemet vil bli ustabilt og målingene upålitelige. Pådraget og prosessverdien roer seg ikke.	
<p>Kommentar:</p> <p>Under denne deltesten ser man viktigheten av en tracking-inngang på regulatorer med integratorvirkning når det gjelder anti-windup og rykkfrie overganger mellom manuell og automodus. I tillegg ser man nødvendigheten for en tastetid som er kort nok for å kunne regulere på en god måte.</p>		

Test av bytting mellom regulatortyper	Forventet resultat	Godkjennelse
Beskrivelse: Testen skal fremvise at bytting mellom forskjellige regulatortyper forstyrrer prosessen så lite som mulig.		
1. Nullstill disse parametrene: Modus = Auto Regulator = P $K_p = 1.00$ $T_i = 1.00$ Referansenivå = 60.0 Maksimum pådrag = 100.0 Nominelt pådrag = 50.0	Prosessverdien stabiliserer seg på 55.0 % etter omtrent fem sekunder, og blir liggende der.	
1. Bytt fra P- eller PD-reg. til PI-reg.	Prosessverdien stabiliserer seg uten stasjonært avvik på 60.0 %. Det er ingen sprang i referansenivå eller prosessverdi.	
2. Bytt fra PI-reg. til P- eller PD-reg. når systemet er stabilt	Prosessverdien vil ligge stabilt på 60.0 %. Det nominelle pådraget blir justert til 60.0 % automatisk.	
3. Sett nominelt pådrag til 50.0 % og vent åtte sekunder til systemet er stabilt. Bytt fra P- eller PD-reg. til PID-reg.	Prosessverdien stabiliserer seg uten stasjonært avvik på 60.0 %. Det er ingen sprang i referansenivå eller prosessverdi.	
4. Bytt fra PID-reg. til P- eller PD-reg. når systemet er stabilt	Prosessverdien vil ligge stabilt på 60.0 %. Det nominelle pådraget blir justert til 60.0 % automatisk.	
Kommentar: Ved inn/utkobling av integralvirkningen på enten en P- eller PD-reg, vil det ikke oppstå rykk i regulatorovergangen. Ved innkobling vil pådraget og prosessverdien gå rolig mot referanseverdien, mens i utkoblingen vil prosessverdien ligge der den lå før regulatorendringen.		

Test av direkte og reversert regulering	Forventet resultat	Godkjennelse
Beskrivelse: Testen skal fremvise at endring av direkte og reversert regulering gir forventede resultat.		
1. Sett regulator i PID med disse verdiene: $K_p = 1.00$ $T_d = 1.00$ $T_i = 1.00$ Referansenivå = 50.0 Tastetid = 100.00 Filter (n) = 1.00 Tracking = 1.00	Systemet stabiliserer seg på prosessverdi 50 % etter omtrent ti sekunder, og blir liggende der.	
2. Trykk på knappen Div/Rev og trykk videre på «På». Sett referansenivå til 20.0 %.	Pådraget fra regulator vil øke i stedet for å minke, og prosessverdien følger etter dette. Pådraget og prosessverdien legger seg fast på 100 %.	
3. Trykk på knappen Div/Rev og trykk videre på «Av».	Pådraget og prosessverdien endres, og jobber seg ned mot referansenivået på 20.0 %. Stabiliserer seg på 20.0 % etter omtrent seks sekunder.	
Kommentar: I denne enkle prosessmodellen som er simulert, er det riktige valget av regulering reversert regulering. Dette gjelder også prosessen til kunde, da simuleringen er en enkel modell av denne. Ved en prosess med reguleringsventil på utløpet hadde det vært riktig å anvende direkte regulering.		