**Kapittel 19 Automatisk nivåregulering**

19.1

Arbeidsoppdraget for bedriften Altos går ut på å installere automatisk nivåregulering på et pumpeanlegg. Figur 19.1 viser skisse av anlegget som skal nivåreguleres. Hva er nivåreguleringen basert på?

19.2

Figur 19.2 viser instrumentert flytskjema for modellen du skal få opplæring på. Skjemaet forteller hvordan vannet flyter i anlegget, hvilket reguleringsteknisk utstyr som inngår i reguleringen og signalgangen mellom utstyret. Skriv navnet på det reguleringstekniske utstyret som inngår i reguleringen.

19.3

I en bedrift er det ofte flere automatiske anlegg. Det reguleringstekniske utstyret som bruker blir derfor utstyrt med bokstavkode og løpenummer som forteller hvilket anlegg det hører til og hvilken type reguleringsteknisk utstyr det er. Hva forteller kodene LIC 1201 og HCV 1001?

19.4

På figur 19.2 er symbolet for LT tegnet med en sirkel, mens symbolet for LIC er tegnet med en sirkel med to streker. Hva angir et symbol som er tegnet med en sirkel og et symbol som er tegnet med sirkel og to streker?

19.5

Hva er størrelsen på analoge elektriske signaler som brukes til signaloverføring i automatiserte anlegg?

19.6

*Prosess* er et generelt begrep for operasjoner som bearbeiding, transport og lagring av materie, energi og informasjon. Hva er prosessen på modellen i figur 19.2?

19.7

Automatisering av pumpeanlegget på figur 19.1 går ut på å få anlegget til å virke eller fungere uten menneskelig innvirkning. Hva er det instrumentering av anlegget dreier seg om?

19.8

For regulering av nivået på figur 19.2 brukes betegnelsen er-verdi og ønsket-verdi om nivået i tank A. Hva er det betegnelsene står for?

19.9

Den automatiske reguleringen av nivået er avhengig av en kontinuerlig måling av nivået. Nivåmåleomformeren måler nivået kontinuerlig og omformer det til et elektrisk signal på 4–20 mA. På modellen har måleomformeren betegnelsen, LT 0101, den er plassert ved bunnen på tank A. Hva kalles området mellom laveste og høyeste nivået som skal måles?

19.10

Regulatoren LIC 0101 har som oppgave å regulere prosessen slik at nivået i tanken er på ønsket nivå. Regulatoren mottar et er-verdisignal fra måleomformeren og sammenligner dette med ønsket-verdi. På grunnlag av resultatet av sammenligningen sender regulatoren signal til frekvensomformeren som styrer rotasjonsfrekvensen til motoren som driver pumpen. Hvilke signal sender regulatoren om nivået er høyere enn ønsket nivå?

19.11

Dimensjoneringen av nivåreguleringen bør være basert på *det ideelle reguleringsforholdet*. Hva er et ideelt reguleringsforhold?

19.12

Figur 19.4 viser reguleringssløyfa på modellen. Den dannes av væskenivået i tanken, måleomformeren, regulatoren, frekvensomformeren, motoren og pumpen. Reguleringen av nivået skjer kontinuerlig ved at er-verdien hele tiden blir sammenlignet med ønsket-verdien i regulatoren. Hva er reguleringen basert på?

19.13

Væskenivået i tanken kan måles på ulike måter. På nivåmodellen måles nivået ved å måle det hydrostatiske trykket på bunnen av tanken. Hva bestemmer trykket på bunnen av en åpen tank?

19.14

Trykk er definert som kraft per arealenhet. Hva er overtrykk og undertrykk?

19.15

Vis beregningen av det hydrostatiske trykket på bunnen av en åpen vanntank når nivået i tanken er 1m.

19.16

Figur 19.8 viser en måleomformer koblet til bunnen av en tank, og forholdet mellom nivået og utgangssignalet fra måleomformeren. Hvordan er forholdet mellom nivået og utgangssignalet fra måleomformeren?

19.17

Figur 19.9 viser koblingsskjema for en benkjustering (benkinnstilling) og kontroll av en hydrostatisk nivåmåleomformer. Hvorfor kalles det benkjustering?

19.18

En mye brukt måleomformer er *differansetrykkmåleomformer, dP-celle*. Den har to trykktilkoblinger, et for lavt trykk og et for høyt trykk. Hva er det den måler?

19.19

I regulatoren blir ønsket-verdi sammenlignet med er-verdi. Fra regulatoren blir det sendt signal til frekvensomformeren om hvilken rotasjonsfrekvens pumpen skal ha for å holde nivået på innstilt verdi. På modellen er det brukt en PID-regulator. Hva er det bokstavene PID står for?

19.20

Figur 19.11 viser blokkskjema for en PID-regulator. I summeringspunktet Σ 1 summeres ønsket-verdi og er-verdi. Er det avvik mellom verdiene dannes det et avvikssignal, ε (epsilon). Hva er det som summeres i summeringspunktet Σ 2?

19.21

Hva er en frekvensomformer?

19.22

Det som kjennetegner en P-regulering er at utgangssignalet fra regulatoren er proporsjonalt med inngangssignalet. For å forstå hvordan en P-reguleringen virker skal vi se på hvordan en enkle mekanisk P-regulering av nivået i en tank virker. Figur 19.14 viser skisse av reguleringen. Hvordan virker reguleringen når forbruket av vann øker?

19.23

En P-regulering klarer ikke å holde konstant nivå om forbruket øker eller minker i forhold til normalt forbruk. Ved forbruk som avviker fra normalt forbruk, dannes det et stasjonært (fast) avvik som regulatoren ikke klarer å ta inn, vi sier at reguleringen er *lastavhengig* eller *forbruks­avhengig*. Det stasjonære avviket kalles *restavvik*. Hvordan kan restavviket reduseres?

19.24

Forholdet mellom inn- og utgangssignalet angir reguleringens forsterkning. Bevegelsen til flottøren er inngangssignalet, mens bevegelsen til ventilen V1 er utgangssignalet. Forholdet mellom de to bevegelsene og forsterkningen er bestemt av opplagringspunktet på forbindelsesstangen. Beregn forsterkningen når l1 er 100cm og l2 er 20cm.

19.25

Den mekaniske P-regulering virker slik at bevegelsen til ventilen V1 er proporsjonal med avviket. Hva er det proporsjonalbåndet angir?

19.26

Forsterkningen er 3 ganger. Beregn hvor stort proporsjonalbåndet er.

19.27

Figur 19.21 viser forholdet mellom ventilåpning på V1 og nivå og proporsjonalbåndet. Hva forteller figuren om 50 % og 100 % proporsjonalbånd?

19.28

For å forstå hvordan en elektronisk PID-regulator virker inn på reguleringen, brukes det som kalles sprangsvaranalyse. Hva er det en sprangsvaranalyse går ut på?

19.29

Figur 19.16 Elektronisk PID-regulator koblet for sprangsvaranalyse. Hvilken oppgave har motstanden på 250 Ω?

19.30

Figur 19.17 viser sprangsvardiagrammet for en reverserende P-regulator. Hva forteller diagrammet?

19.31

Hvor raskt I-reguleringen i en PI- og PID-regulering skal gripe inn i reguleringen blir angitt med I-tiden (Integraltiden). Hvordan blir I-tiden angitt?

19.32

Figur 19.19 Viser sprangsvardiagrammet for en reverserende PI-regulator. Hva forteller diagrammet?

19.33

Figur 19.22 viser i prinsippet hvordan en PID-regulator svarer på et sprang i er-verdi signalet. Hva forteller diagrammet?

19.34

Hvordan regulatoren skal stilles inn for best mulig regulering, avhenger av hva som skal reguleres og om det ønskes en rask eller stabil regulering. Det er derfor vanskelig å lage generelle regler for å foreta innstillinger av regulatorer. For innstilling av regulatorer er laget en erfaringsbasert metode. Hva kalles metoden?

19.35

Figur 19.27 viser sløyfeskjema for instrumenteringen på modellen. På skjema er det to silisiumdioder. Hvilken oppgave har diodene?

19.36

Skriv en kort rapport om hvordan oppkoblingen ble utført og resultatet av funksjonsprøvingen.