



1 Grunnleggende begreper

- a) Hva er forskjellen på *repeterbarhet* (reproducibility) og *nøyaktighet* (accuracy)?
- b) Hva er en sensors *oppløsning*?
- c) Gi to eksempler på tilfeller hvor måleinstrumentet påvirker prosessen, slik at man får en målefeil.

2 Analog og digital prosessering (Johnson, kapittel 1_5)

- a) En analog sensor konverterer en strømningsmåling lineært, slik at en strømming på 0 til 300 m³/h blir omgjort til et strømsignal på 0 til 50 mA. Hva blir strømmen dersom strømmingen er 225 m³/h? (Johnson, side 46, oppgave 8)

3 Måleenheter, standarder og definisjoner (Johnson, kapittel 1_6)

- a) Atmosfærisk trykk ligger rundt 14.7 lb/in.² (psi). Hva blir trykket i Pascal? (Johnson, side 47, oppgave 15)
- b) Anta at væsknivået i en tank ligger innenfor området 5.5 til 8.6 m og at det blir omgjort lineært til et trykk på 20.7 til 103.4 kPa. (Johnson, side 47, oppgave 17)
 - 1. Hva blir trykket dersom høyden er 7.2 m?
 - 2. Hva er høyden dersom trykket er 4.7 psi?
- c) En kontroller bruker et 4 til 20 mA strømsignal til å styre væskestrømmen gjennom en ventil. Forholdet mellom strømsignalet og væskestrømmen er gitt av ligning 1. (Johnson, side 47, oppgave 18)

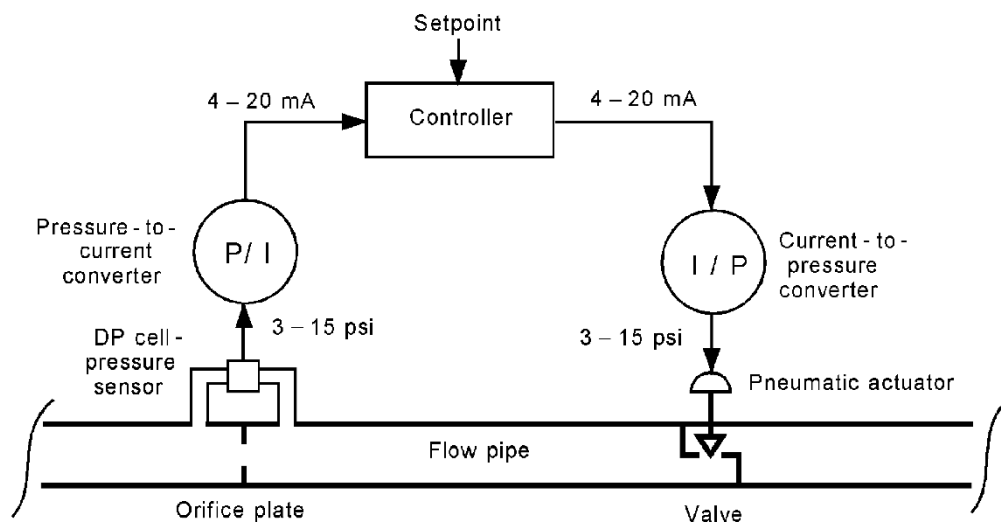
$$Q = 2.8 * 10^{-3} \sqrt{I - 2 \text{ mA}} \frac{\text{m}^3/\text{s}}{(\text{mA})^{1/2}} \quad (1)$$

- 1. Hva er væskestrømmen dersom strømsignalet er 12 mA?
- 2. Hva er verdien til strømsignalet dersom væskestrømmen er 10.2 * 10⁻³ m³/s
- d) Et instrument har en nøyaktighet på ±0.5% FS (fullskala) og kan måle motstand fra 0 til 1500 Ω. Hva er usikkerheten i en måling på 397 Ω? (Johnson, side 47, oppgave 19)
- e) En sensor har en transferfunksjon på 0.5 mV/°C og en nøyaktighet på ±1%. Hva kan med sikkerhet sies om spenningen på utgangen dersom temperaturen er 60 °C? (Johnson, side 47, oppgave 20)

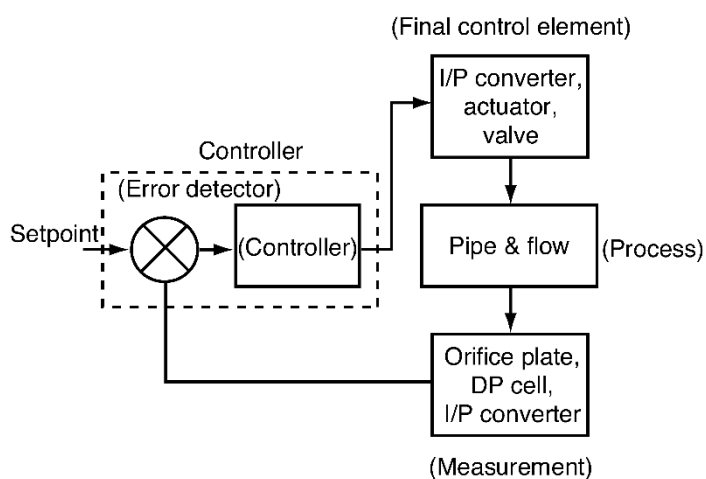
- f) Sensoren i oppgave 3e brukes sammen med en forsterker med forsterkning 15 ± 0.25 . Utgangssignalet vises på en måler med måleområde 0 til 2 V og usikkerhet $\pm 1.5\%FS$. (Johnson, side 47, oppgave 21)
 - 1. Hva er verst tenkelige usikkerhet for den totale målingen?
 - 2. Hva er rms (root-mean-square) usikkerheten for den totale målingen?
- g) Bruk de nominelle verdiene for transferfunksjonen i oppgave 3e/f (se bort fra usikkerheten). Hvilken temperatur er den største som kan måles? (Johnson, side 47, oppgave 22)
- h) En temperatursensor har en transferfunksjon på $44.5 \text{ mV}/^\circ\text{C}$. Utgangsspenningen er målt til 8.86 V på et tresifret voltmeter. Hva kan sies om temperaturen? (Johnson, side 47, oppgave 23)
- i) En nivåmåler kan måle et nivå på 1.37 til 3.23 m og gir ut et trykk på 20.7 til 103.4 kPa. Anta at omgjøringen er lineær. (Johnson, side 47, oppgave 24)
 - 1. Finn en ligning mellom nivå og trykk, slik at $c_m = mc + c_0$.
 - 2. Hva er trykket dersom nivået er 2.8 m?

4 P&ID (Piping and instrumentation) diagrammer (Johnson, kapittel 1_6)

- a) Tegn diagrammet på neste side (Figure 6) med standard P&ID symboler. (Johnson, side 47, oppgave 25)



(a) Physical diagram of a process-control loop



(b) Block diagram of the process-control loop

FIGURE 6

The physical diagram of a control loop and its corresponding block diagram look similar. Note the use of current- and pressure-transmission signals.