

Hoofdstuk 2 Regelkringen

DOELSTELLINGEN

- Door middel van blokschema's het verschil tussen een open en een gesloten systeem visualiseren en de voor- en nadelen nagaan.
- In eigen woorden de functie van de regelaar beschrijven.
- De begrippen regelen en negatieve terugkoppeling toelichten.

2.1 Verschil tussen een open en een gesloten systeem

Dit lijkt heel sterk op de vergelijking tussen sturen en regelen van hoofdstuk 1. We behandelen het hier echter wat vollediger en wat meer blokschematisch.

De term 'open systeem' wordt gebruikt voor:

- Een open regelsysteem
- Een stuursysteem (zie hoofdstuk 1)

De term gesloten regelsysteem wordt enkel gebruikt voor:

- Een gesloten regelkring

We gaan even dieper in op de verschillen:

2.1.1 Een open regelsysteem (blokschematische voorstelling)

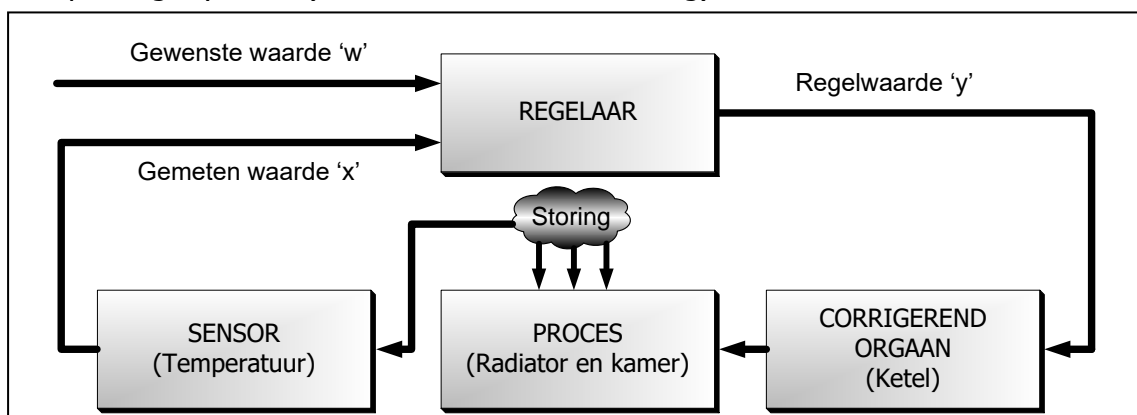


Fig. 2.1 Open regelsysteem

- We meten hier niet de proceswaarde, maar wel de storing zelf.
- Aan de hand van de meting van de storing gaat de regelaar een gepaste actie ondernemen.
- Voorbeeld:
 - Regeling van de temperatuur van een kamer, alleen hangt er hier geen temperatuursensor binnen, maar wel buiten.
 - Daalt de buitentemperatuur, dan zal de ketel opspringen en beginnen verwarmen.
 - Deze daling van buitentemperatuur had uiteindelijk als gevolg gehad dat de kamertemperatuur ook zou dalen, maar dat is nu reeds gecompenseerd door de extra verwarming van de kamer.

- Een stijging van de buitentemperatuur zou in dit systeem het moment van uitschakelen van de verwarming kunnen vervroegen.
- Voordelen t.o.v. de gesloten regelkring:
 - De regelaar moet niet wachten tot er zich in het proces een fout voordoet, vooraleer deze kan beginnen bijregelen.
 - Kan dus fouten wegwerken voor ze merkbaar worden in het proces.
- Nadelen t.o.v. de gesloten regelkring:
 - Storingen die niet gemeten worden (bv een raam dat wordt opengezet) kunnen ook niet gecompenseerd worden.
 - We kunnen niet meten of onze regeling enige invloed heeft gehad.
- We noemen het systeem hier al wel een 'regel'-systeem omdat de regelaar, afhankelijk van een gemeten waarde (de storing), een regelactie gaat ondernemen.
- Dit is echter geen gesloten systeem, omdat er bij een verandering van de stuurwaarde (y) nooit een resultaat kan gemeten worden via de gemeten waarde (x). Enkel een verandering van de gemeten waarde (x) heeft hier een invloed op de stuurwaarde (y).
- Er wordt in dit geval ook gezegd dat er **geen terugkoppeling** is. Sturing heeft geen verband met meting.

2.1.2 Een stuursysteem

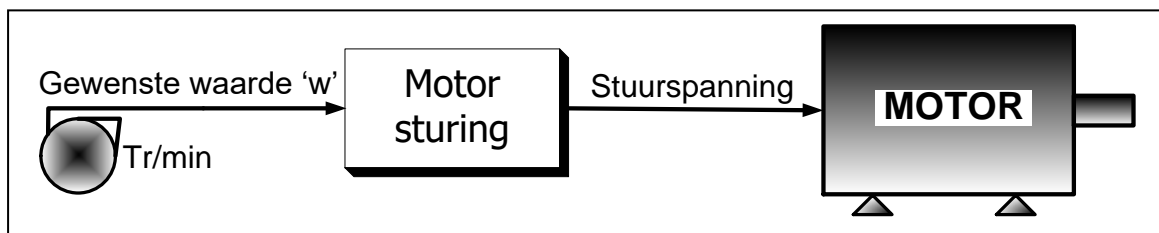


Fig. 2.2 Een stuursysteem

- Dit noemen we een stuursysteem omdat de regelaar louter dienst doet als sturing van het toerental.
- De enige waarde die invloed heeft op de stuurwaarde (y) van de regelaar is de gewenste waarde (w) waarmee we het toerental gaan instellen. Deze gewenste waarde bekijken we hier als een 'opdracht' die we aan de regelaar geven.
- Het is hier heel duidelijk dat we in dit geval niet met een gesloten systeem of regel-'kring' te maken hebben. Er is hier geen enkele vorm van meting en **terugkoppeling** naar de regelaar toe.
- Voorbeelden van een sturing: (zie ook voorbeeld sturing in hoofdstuk 1)
 - Het toerental van een handboormachine: Als je begint te boren zal het toerental dalen en als de boor terug uit het materiaal komt zal het toerental terug verhogen.
- Voordeel:
 - Goedkoop en eenvoudig
- Nadeel:
 - Geen controle of de actie wel degelijk het gewenste gevolg heeft gehad

2.1.3 Een gesloten regelkring

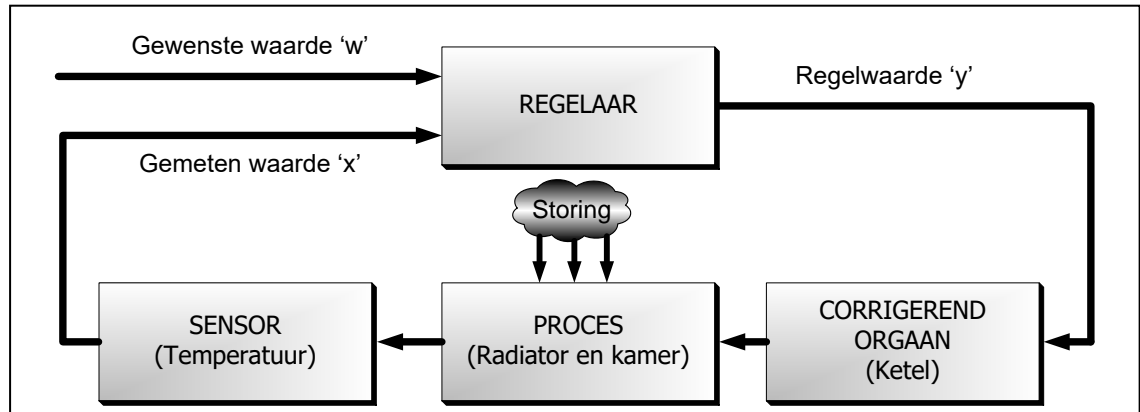


Fig 2.3 Gesloten regelkring

- Hier meten (x) we wel rechtstreeks het gevolg van een stuursignaal (y) dat de regelaar naar het proces stuurde om het bij te regelen.
- Deze gemeten waarde (x) wordt in de regelaar vergeleken met de gewenste waarde (w) die de operator had ingesteld.
- Afhankelijk van het verschil tussen (w) en (x) 'weet' de regelaar of de gedane regelactie het gewenste effect heeft gehad en of er nog meer moet geregeld worden.
- Het moet duidelijk zijn dat we hier wel over een 'gesloten systeem' of 'regelkring' kunnen spreken.
- Er wordt in dit geval ook gezegd dat er **een terugkoppeling** is. De meting (x) heeft een rechtstreeks verband (omgekeerd evenredig) met de sturing (y).
- Voordelen:
 - Alle fouten worden weggeregeld
 - Ook tegen storingen die niet op voorhand werden voorzien, kunnen acties ondernomen worden.
 - Ook heel complexe processen kunnen worden geregeld
- Nadelen:
 - Begint pas te werken als de fout zich al heeft voorgedaan
 - Er moet dus eerst een meetbare fout zijn in het proces zelf voordat de regelaar een actie kan ondernemen (opm.: dit was bij het open regelsysteem, waar de storing zelf gemeten werd, dus niet het geval)
- Opmerking: Een combinatie van een gesloten regelkring (die kan reageren op elke mogelijke fout maar altijd pas kan regelen als er zich reeds een fout heeft voorgedaan) en een open regelsysteem (die de storing zelf meet en hierop de regelaar al een actie kan laten ondernemen, maar met andere mogelijke invloeden geen rekening houdt) zou dus eigenlijk een heel goed systeem vormen.
- Deze combinatie wordt tegenwoordig steeds meer toegepast bij de verwarming van gebouwen. Een buitenvoeler meet de buitentemperatuur (open systeem) en een binnenvoeler meet de binnentemperatuur (gesloten systeem). Een complexe regelaar gaat a.d.h.v. deze 2 binnenkomende meetwaarden een gepaste actie ondernemen.

2.2 Standaard signalen

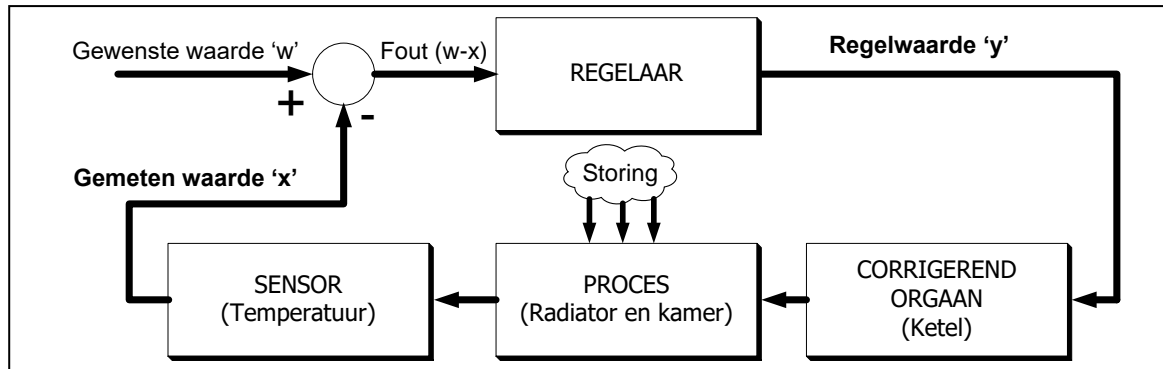


Fig 2.4 standaard signalen

Omdat verschillende regelaars met allerhande sensoren en corrigerende organen moeten kunnen gecombineerd worden, is er een bepaalde standaard afgesproken. Alle fabrikanten kunnen slechts uit enkele signaalsoorten kiezen om hun 'blokje' met de andere 'blokken' uit de totale regelkring te kunnen laten samenwerken.

Deze signaalsoorten zijn:

- Analooog stroom:
 - **4-20 mA** (zeer veel gebruikt)
 - **4-20 mA + HART** (wordt onder hoofdstuk 'temperatuur meting' verder besproken)
- Analooog spanning
 - 2-10 V (soms nog gebruikt in frequentieregelaars voor motoren)
- Digitaal bussysteem
 - Profibus (veel gebruikt) zie automatisatie deel 1
 - Fieldbus
 - Asi
 -
- Pneumatisch
 - 0.2 – 1 bar
 - 3 tot 15 psi

Voordelen:

- Geen invloed van elektrische stoorsignalen
- Explosieveilig
- Luchtdruk is een mechanische energie en kan zo gebruikt worden om rechtstreeks een klep aan te sturen, terwijl elektrische energie eerst moet worden omgezet naar mechanische energie voordat deze een klep zou kunnen aansturen.

Nadelen:

- Signaaltransport beperkt tot ca. 100m
- Omzetters nodig om koppeling met PC mogelijk te maken
- Voedingslucht moet olievrij en droog zijn.
- Nauwkeurigheid.

2.2.1 Twee redenen van de toepassing van stroom t.o.v. spanning:

Dit heeft 2 redenen:

- Stroom is minder storingsgevoelig voor grote stoorspanningen die in de industrie veel voorkomen.
- Uitschakelen van fouten door spanningsvallen over lange draden. (Dit is enkel van belang als er ook degelijk een noemenswaardige stroom door de draad vloeit. In de meeste hedendaagse situaties zijn de sensors en regelaars zo hoogohmig dat deze stroom en de bijhorende spanningsval dus te verwaarlozen is.)

Toch willen we deze spanningsval over lange leidingen even verder verduidelijken. Zoals jullie ongetwijfeld weten is geen enkele geleider perfect. Elke geleider heeft een zekere weerstand en die zorgt voor een bepaalde spanningsval over die geleider.

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

R	weerstand van de draad in ohm
l	draadlengte in m
A	doorsnede in mm ²
ρ	soortelijke elektrische weerstand in (ohm.mm ²)/m
	koperdraad $\rho=0,0178$
	aluminiumdraad $\rho=0,030$
	staaldraad $\rho=0,17$

Oefening: Bereken de spanningsval over een koperkabel van 112m lang en een doorsnede van 0,4 mm². De stroom die door deze kabel moet vloeien is 20 mA.

Stel u even het volgende voor: Een regelaar in een groot bedrijf staat in een centrale regelkamer en meet een fout op een proces dat enkele honderden meters verder staat. De regelaar neemt een gepaste actie en verhoogt de spanning van het regelsignaal (y) van 3V naar 4V (0-10V signalen) om de fout weg te regelen. Van deze 4 volt komt, door spanningsval over de leiding, slechts 3 volt aan, aan het proces en slechts een sterk afgezwakte actie zal plaatsvinden. De klep zal minder ver opengaan als de regelaar gepland had en het proces wordt onvoldoende bijgeregeld. Dit kan niet de bedoeling zijn van regeltechniek.

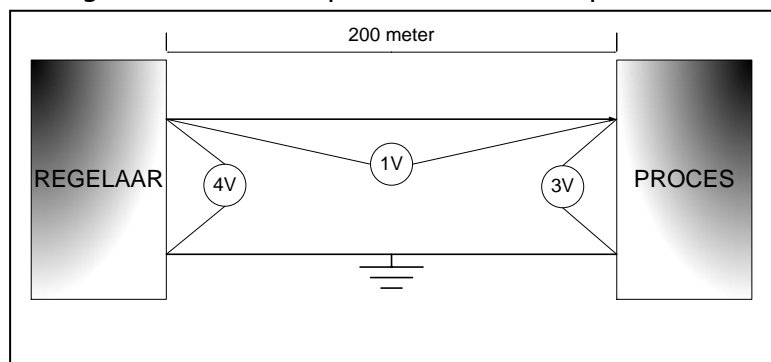


Fig. 2.5 Sturen met spanning

Daarom is men al snel overgestapt op een stroomsturing. Men gaat een stroom gebruiken van 4-20mA i.p.v. een spanning omdat de stroom in een gesloten kring overal dezelfde is, ongeacht de lengte van de geleider.

Een 12mA signaal dat vertrekt in de regelaar komt altijd als 12mA aan in het proces en komt terug via de retourleiding als exact 12mA. In een gesloten kring is de stroom namelijk altijd dezelfde.

Is er dan geen spanningsval meer? Jawel, nog steeds, maar hier is het de stroom die telt, en niet de spanning. Voor hele lange verbindingen begint het wel belangrijk te worden dat de stroombron van de regelaar ook voldoende spanning kan leveren om de spanningsval te compenseren.

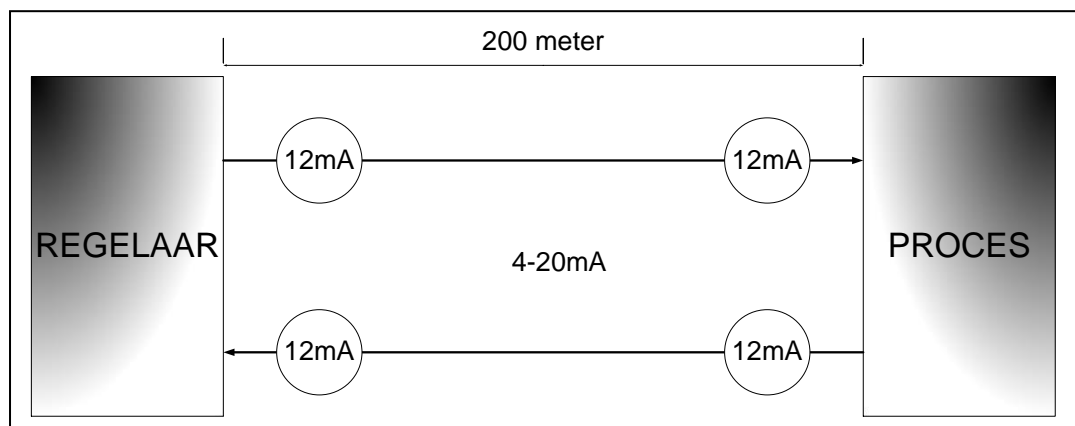


Fig 2.6 Sturen met stroom

2.2.2 Twee redenen van de toepassing van 4mA i.p.v. 0mA:

- Energie leveren voor de transmitters.

Een groot aantal transmitters werkt volgens het 'twee draads principe'. Er gaan slechts 2 draden naar de transmitter en de transmitter zal de stroom die in deze draden vloeit ook gaan gebruiken om zelf te kunnen functioneren. Er is dus een minimum van 4mA nodig om de transmitters in werking te houden.

- Gevaarlijke situaties vermijden in het geval van een draadbreek.

Stel u voor: Een signaal van 0-20mA. 0mA wil zeggen 'klep van de koeling van de kerncentrale volledig dicht' en 20mA wil zeggen 'klep van de koeling van de kerncentrale volledig open'

Wat gebeurt er nu als er in deze situatie iemand per toeval de kabel tussen regelaar en geleider doorknipt (bv. bij graafwerken). In dit geval komt er 0mA aan, aan het proces en zal de klep van de koeling volledig dicht worden gezet, terwijl dit helemaal niet de bedoeling kan zijn, met in dit 'fictieve' voorbeeld natuurlijk rampzalige gevolgen.

Daarom is er afgesproken dat we i.p.v. 0mA een signaal van 4mA gebruiken om de situatie: 'klep volledig dicht' aan te duiden.

Indien er nu toch 0mA aankomt aan het proces, dan weet het proces dat er een draadbreek is en dat het zichzelf in een veilige toestand moet brengen en een alarm moet geven.

2.3 Oefeningen

1. Leg in je eigen woorden uit wat jij verstaat onder het verschil tussen een open regelsysteem en een stuursysteem.

2. Leg in je eigen woorden uit wat jij verstaat onder het verschil tussen een open regelsysteem en een gesloten regelkring.

3. Wat versta jij onder de term 'terugkoppeling' bij een gesloten regelkring?

4. Wat versta jij onder de uitdrukking 'de meting (x) is omgekeerd evenredig met de regelwaarde (y)' in een gesloten regelkring?

5. Benoem en verklaar kort de 4 redenen waarom men gekozen heeft voor standaardsignalen tussen 4 en 20mA.
