

Hoofdstuk 1 Algemene begrippen in verband met meet- en regeltechniek

DOELSTELLINGEN

- Aan de hand van voorbeelden de termen 'Meettechniek' en 'Regeltechniek' juist kunnen plaatsen.
- Aan de hand van voorbeelden het verschil tussen aan-uitregeling en een continue regeling bespreken.
- De begrippen sturen, regelen en het verschil tussen sturen en regelen kunnen verklaren aan de hand van voorbeelden.
- Het belang van meet- en regeltechniek in eigen woorden kunnen uitleggen.

1.1 Temperatuurregeling in een kamer

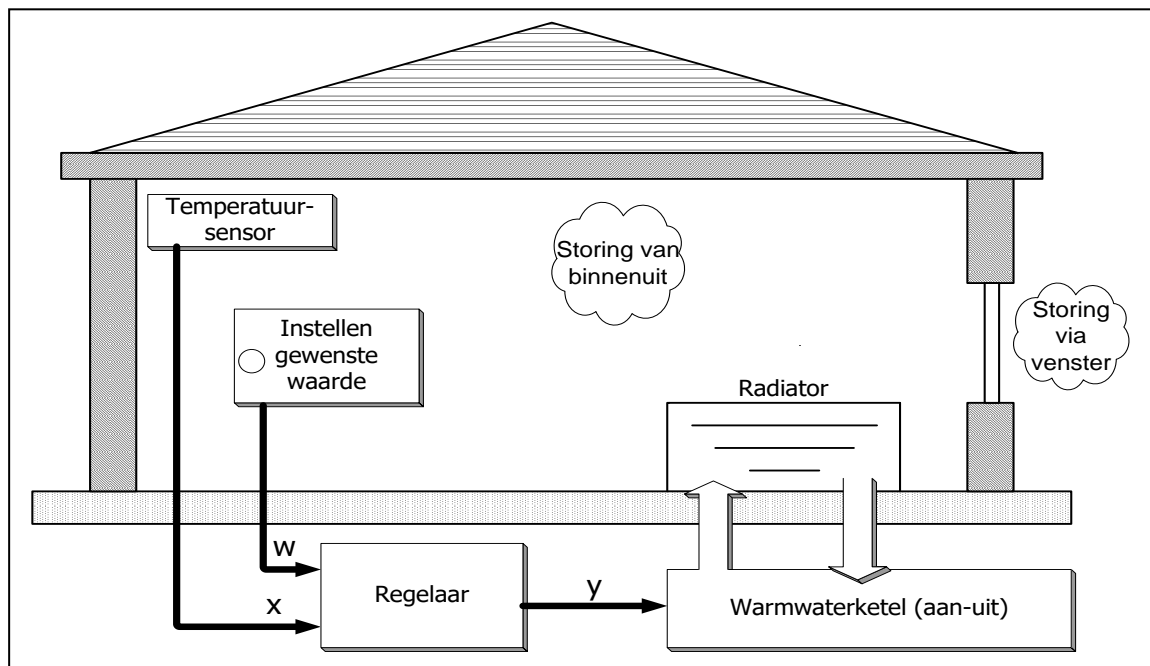


Fig. 1.1 Verwarming van een kamer

Als we deze regelkring eenvoudig blokschematisch gaan voorstellen, dan bekommen we volgend schema:

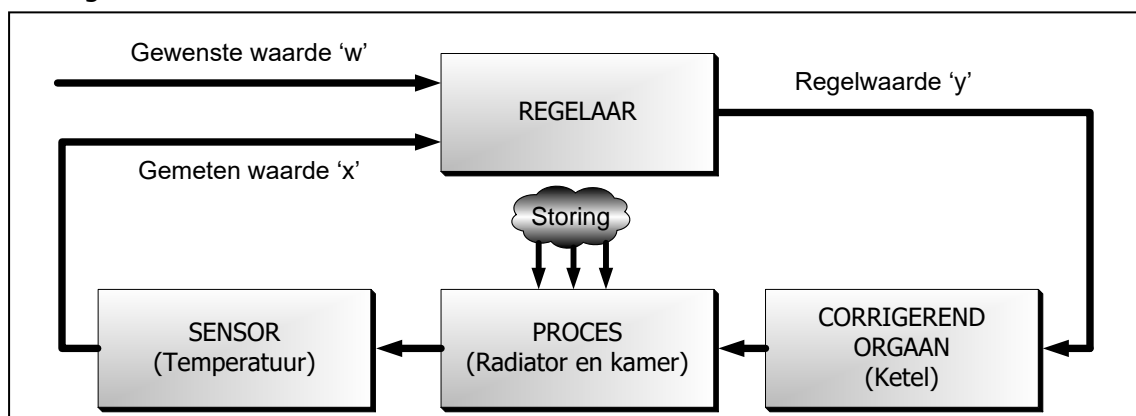


Fig. 1.2 Blokschematische voorstelling van een eenvoudige regelkring

Uitleg bij deze schema's:

- Het doel van deze regelkring is om de temperatuur in een kamer stabiel op de gewenste temperatuur te houden.
- Het evenwicht kan worden verstoord door een aantal factoren (**storing**):
 - Een raam dat openstaat (t° daalt)
 - Koudere buitentemperatuur (t° daalt)
 - Slechte isolatiewaarde van muren en ramen (t° daalt)
 - Een deur die opengaat (t° daalt)
 - Veel mensen in de kamer (t° stijgt)
 - Zware elektrische toestellen die veel warmte uitstralen (t° stijgt)
 - ...
- De temperatuurvoeler (**sensor**) laat constant aan de regelaar weten hoe warm het in de kamer is (**gemeten waarde x**).
- Via een regelknop kan je zelf aan de regelaar laten weten wat de temperatuur is die jij wenst (**gewenste waarde w**).
- De **regelaar** vergelijkt de gemeten waarde (x) met de gewenste waarde (w) en neemt volgende actie:
 - Als $x > w$ dan is de temperatuur te hoog en wordt de ketel uit gezet.
 - Als $x < w$ dan is de temperatuur te laag en wordt de ketel aan gezet.
- Het signaal dat van de regelaar naar het corrigerend orgaan loopt, noemen we het **stuursignaal of de regelwaarde (y)**.
- De ketel (**corrigerend orgaan**) verwarmt het afgekoelde water dat terugkomt van de radiator en stuurt het terug naar de radiator. Merk op dat dit een '**gesloten systeem**' is. Er wordt nergens water toegevoegd.
- De radiator zet de energie van het warme water om in warmtestraling. De lucht in de kamer, maar ook alle muren, meubels en dergelijke nemen deze temperatuur aan en gaan die ook in zekere mate vasthouden. Het is deze combinatie van radiator, kamer en alle mogelijke storingen die een invloed kunnen hebben op de temperatuur in de kamer, die samen het '**proces**' vormen.
- **Proces:**
 - Radiator die warmte afgeeft.
 - Kamer (muren, meubels en lucht) die deze warmte gaat 'opslaan'.
 - Personen en toestellen in deze kamer die een zekere warmte afgeven.
 - Open deuren en ramen, gebrekkige isolatie,... die warmte negatief gaan beïnvloeden.
- Het water in de radiator geeft zijn warmte af aan de kamer, koelt dus af en vloeit terug naar de ketel.

1.2 Verschil tussen meettechniek en regeltechniek

In het blokschema van de temperatuurregeling van de kamer wordt dit verschil al meteen duidelijk.

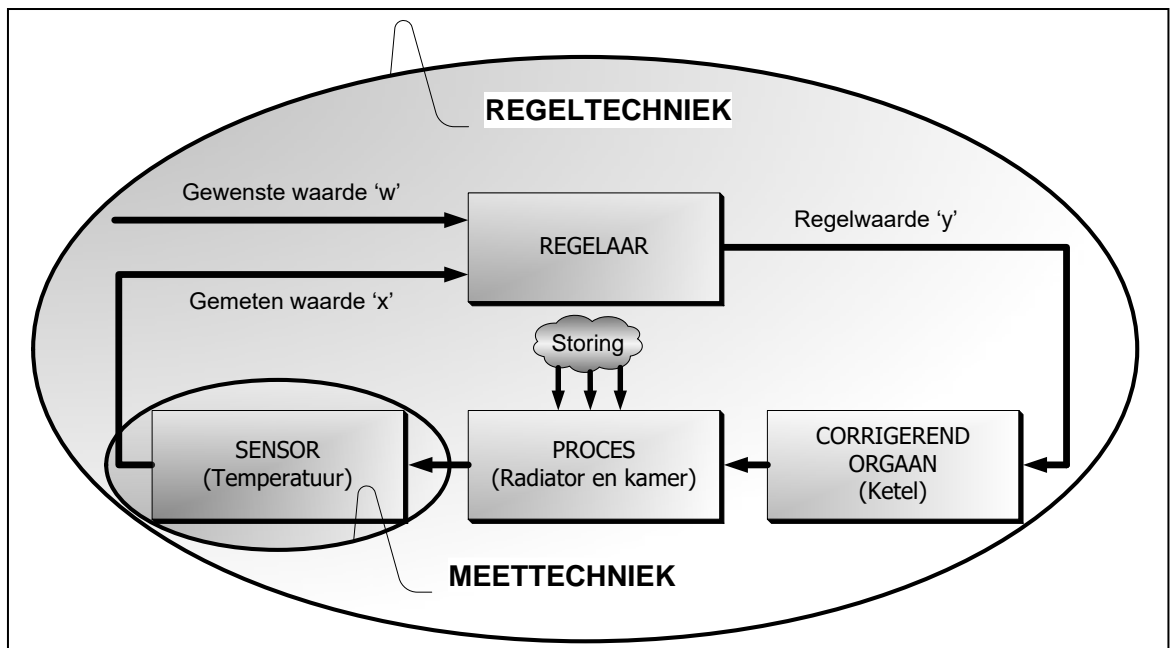


Fig 1.3 Verschil tussen meettechniek en regeltechniek

- Meettechniek is eigenlijk een onderdeel van de regeltechniek.
- De **regeltechniek** omvat alle technologie en wetenschap van de volledige regelkring.
- Zowel het proces, het corrigerend orgaan, de sensor en natuurlijk de regelaar zelf zijn allen een onderdeel van de 'regeltechniek'.
- De **meettechniek** behandelt enkel het gedeelte van de sensor in het blokschema. Het omvat de technologie om verschillende fysische grootheden te kunnen meten en die meting om te zetten naar voornamelijk elektrische signalen.
- Deze **fysische grootheden** kunnen de volgende zijn:
 - temperatuur
 - druk
 - volume
 - debiet
 - gewicht
 - niveau
 - snelheid
 - ...
- De omzetting van deze fysische grootheden naar elektrische grootheden wordt uitgebreid behandeld in **hoofdstuk 4 'Meettechniek'**.

1.3 Verschil tussen een aan-uit regelaar en een continue regelaar

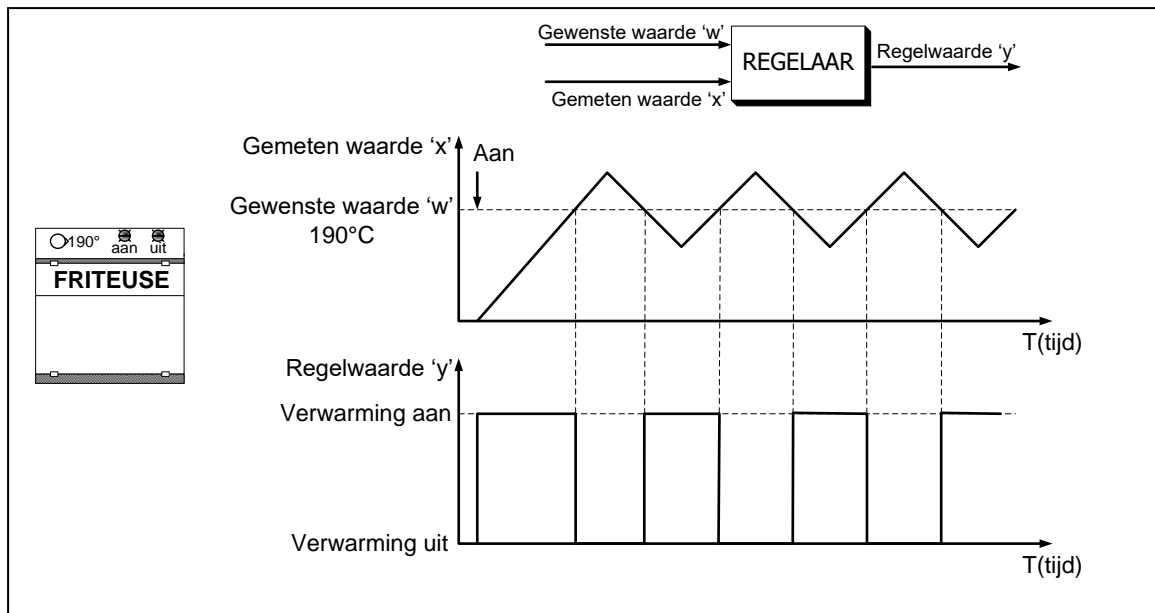


Fig 1.4 Aan/uit regeling

1.3.1 Aan- uit regelaar:

In ons voorbeeld van de temperatuurregeling van een friteuse hebben we gebruik gemaakt van een aan-uit regelaar. Dit is veruit de meest gebruikte regelaar door zijn toepassing in allerlei alledaagse apparaten.

Deze regelaar heeft volgende acties:

Temperatuur van olie te laag => Regelaar zet de friteuse op de volle 100%.
Temperatuur van olie te hoog => Regelaar zet de friteuse helemaal uit.

Voordelen:

- heel eenvoudige en dus goedkope regelaar
- eenvoudig in te stellen
- bedrijfszeker

Nadelen:

- enkel te gebruiken bij zeer trage, logge processen
- enkel te gebruiken als de gewenste nauwkeurigheid niet te hoog ligt

Toepassingen:

- Koelkast, diepvriezer
- Frituurketel
- Koffiezetapparaat
- Waterkoker
- Elektrisch fornuis
- Oven
- Bij eenvoudige thermostaten in huizen
-

Verdere uitdieping aan- uit regelaar: zie **hoofdstuk 7 'Regelaars'**

1.3.2 Continue regelaar:

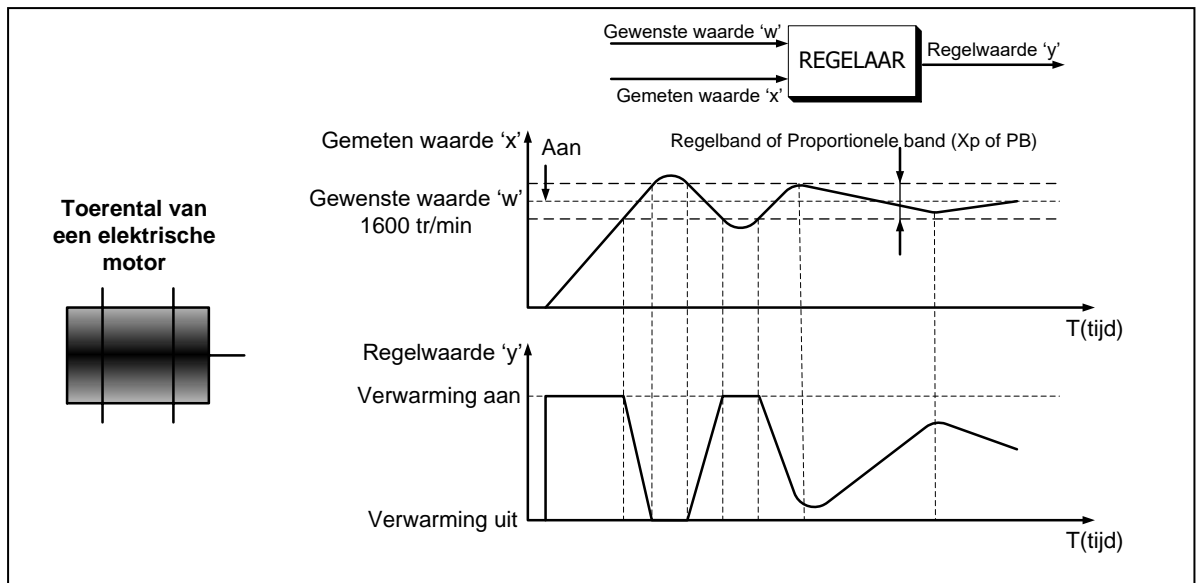


Fig. 1.5 Continue regelaar

U begrijpt vanzelfsprekend dat de toepassing van een aan-uit regelaar in een aantal gevallen niet de meest ideale keuze is.

Stel je voor: Het toerental van een belaste motor regelen met een aan-uit regelaar.

Toerental onder gewenst toerental => motor inschakelen

Toerental boven gewenst toerental => motor uitschakelen

Dit leidt onherroepelijk naar een zeer onstabiel toerental en een aan-uit regelaar die veel te snel moet overschakelen en waarvan dus de levensduur sterk achteruitgaat.

Dit verklaart meteen ook waarom aan-uit regelaars enkel toe te passen zijn in regelkringen met trage, logge processen. Het toerental van een belaste motor daalt veel te snel na uitschakelen van de spanning en stijgt veel te snel na inschakelen ervan. Een toerental van een motor is dus een snel proces.

Als je echter in een goedgeïsoleerde kamer de temperatuur op de gewenste waarde hebt gebracht en de verwarming af slaat, dan duurt het een lange tijd alvorens de kamertemperatuur terug onder de gewenste waarde daalt en de ketel terug moet opspringen. De volledige kamer (lucht, muren en inboedel) heeft deze temperatuur immers 'opgeslagen' en geeft deze slechts traag af. De temperatuur van een kamer is dus een traag proces. Hier is een aan – uit regeling dus wel bruikbaar, al begint de continue regelaar ook hier al zijn intrede te doen om wat zuiniger met het energieverbruik te kunnen omgaan.

Bij de motorregeling is dus een regelaar nodig die wat minder drastisch gaat reageren om het toerental gelijk te houden aan de gewenste waarde.

Zo'n regelaar noemen we een continue regelaar. Deze regelaar gaat zich, als het verschil tussen gewenste en gemeten waarde heel groot is, nog steeds als aan-uit regelaar gedragen, maar gaat, naarmate het toerental meer in de buurt komt van de

gewenste waarde, wat subtieler regelen. Deze regelaar kan behalve aan(100%) en uit(0%) ook alle tussenliggende procenten uitsturen (bv spanning op 70% brengen).

De band rond de gewenste waarde waarbinnen de regelaar zich niet meer als aan/uit regelaar gedraagt, maar wel als continue regelaar, noemen we de **proportionele band**. Deze wordt in de regeltechniek aangeduid met **PB**.

Er zijn verschillende soorten continue regelaars (P, PI, PD, PID en Fuzzy logic) die in **hoofdstuk 7 'Regelaars'** verder zullen besproken worden.

Voordelen:

- Ook regeling van snelle en complexe processen is mogelijk.
- Oneindig veel instelmogelijkheden voor een perfecte afstelling.
- Heel nauwkeurig en stabiel indien correct ingesteld.

Nadelen:

- Veel complexer om in te stellen
- Veel duurder
- Minder robuust

Toepassingen:

- Temperatuur-, druk-, niveau-, snelheid-, en debietregelingen waar de eisen wat hoger liggen.
- Vooral in petrochemie en voedingsindustrie
- Regelingen van machines in productie-eenheden.
- Temperatuurregelingen in huizen die gebruik maken van meer complexe verwarmingssystemen zoals gas-condensatieketels en vloerverwarming.
- ...

1.4 Verschil tussen sturen en regelen

STUREN:

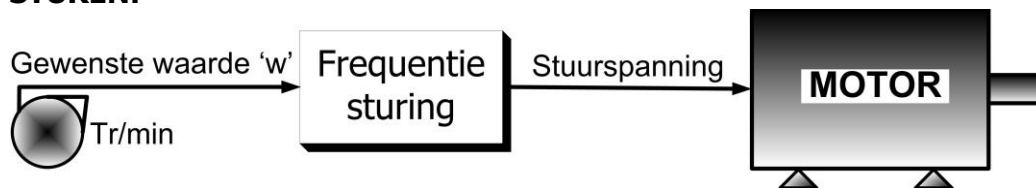


Fig. 1.6 Sturen

- Het grote verschil tussen sturen en regelen is dat er bij sturen geen enkele vorm van automatische terugkoppeling is. Dit wil zeggen dat er geen meting wordt gedaan van het proces, of dat de meting louter een indicatie is en dat deze meting niet wordt gebruikt om informatie over het proces aan de regelaar te geven.
- Er kan hier niet worden gesproken van een 'gesloten regelkring'.
- Er wordt niet gemeten of de gewenste waarde wel wordt bereikt.
- De regelaar kan dus niet gaan bijregelen.
- Er is geen bijregeling als de belasting verandert.
 - Vb als de motor een lift in een gebouw aandrijft, dan zal de belasting groter zijn als de lift vol zit dan als de lift leeg is.
 - Bij een sturing zou dit betekenen dat bij een volle lift het toerental serieus zou dalen.
- Een voordeel is dat het goedkoper is als er geen dure meting en regeling moet geplaatst worden.
- Een sturing kan gerust gebruikt worden voor processen waar geen belastingsveranderingen voorkomen en waar er geen te grote nauwkeurigheid vereist is.
- Opmerking: manueel bijregelen van het toerental kan niet als automatische regeling worden beschouwd. De persoon doet hier dienst als regelorgaan.

MANUEEL REGELEN:

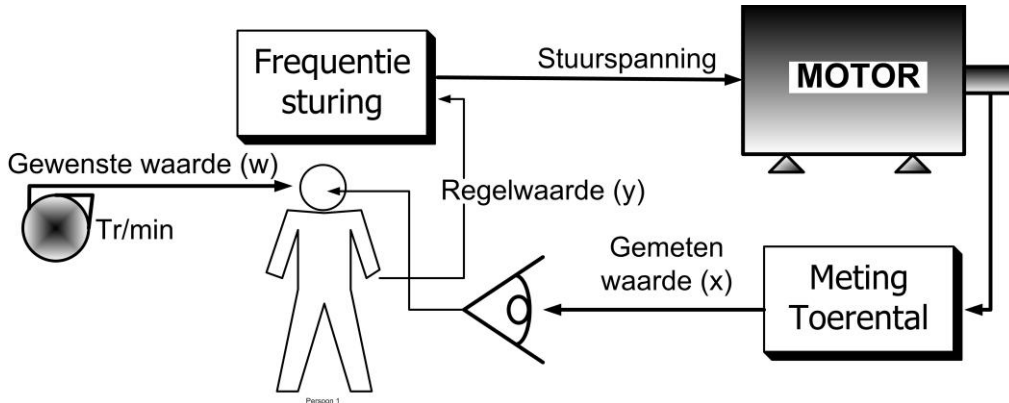


Fig. 1.7 Manueel regelen

- Bij manueel regelen doet een persoon dienst als regelaar.
- Deze persoon leest het gemeten toerental af van de toerentalmeting.
- Hij of zij vergelijkt dit met de gewenste waarde die hij of zij in gedachte had en regelt zo manueel het motor toerental bij.
- Hier is er ook al sprake van een regelkring, maar nog niet van een automatische regeling.

AUTOMATISCH REGELEN:

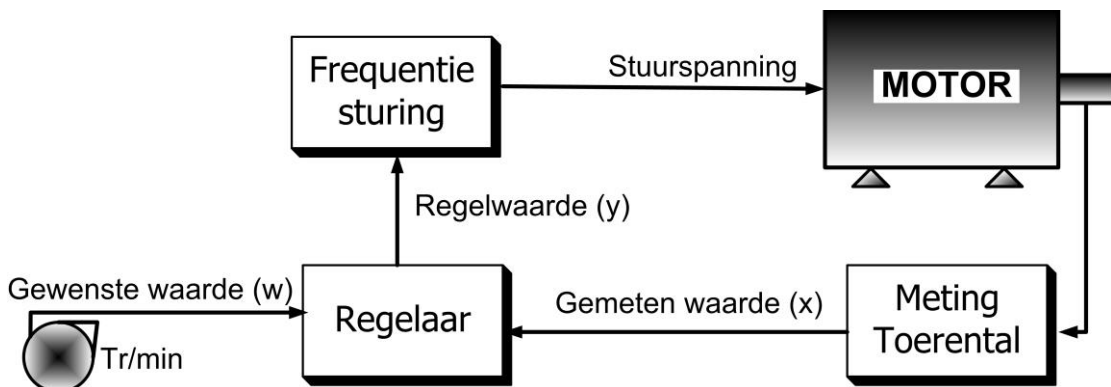


Fig. 1.8 Automatisch regelen

- Bij regelen in plaats van sturen wordt de proceswaarde wel degelijk gemeten en teruggekoppeld naar de regelaar.
- De regelaar houdt hier de proceswaarde constant, ongeacht belastingsveranderingen.
- Hier kan er dus wel gesproken worden van een gesloten regelkring.
- De regelaar kan nu 'zien' of de proceswaarde gelijk is aan de gewenste waarde en of er al dan niet nog moet worden bijgeregeld.
 - Een regeling toepassen op de lift in het gebouw zou betekenen dat als de regelaar aan het dalende toerental merkt dat de belasting gestegen is, deze regelaar meteen de motor meer energie geeft en zo het toerental terug op de gewenste waarde brengt.
- Voordeel is dat je deze regeling na afstelling gewoon alleen kan laten en dat je altijd zeker bent dat je gemeten waarde gelijk zal zijn aan je gewenste waarde.

1.5 Belang van Meet- en Regeltechniek:

Waarom automatisch regelen:

Technische redenen

- Een proces moet worden bijgesteld om storingen weg te werken.
 - Invloed buitentemperatuur
 - Openen van een raam in de kamer
 - Opzetten van een extra warmtebron in de kamer
 - Plots veel mensen in de kamer
- Het proces moet worden bijgesteld om gevaarlijke situaties te vermijden.
 - Temperatuur van frituurolie mag niet te warm worden (zelfontbranding)
- Soms moeten een aantal ingestelde waarden na elkaar behaald worden en zo kan dit geautomatiseerd worden
 - Bij pasteuriseren van melk moet de melk meerdere keren tot een verschillende temperatuur worden verhit.

Economische redenen

- Kwaliteitseisen worden enkel gehaald als het proces onder controle is.
 - Kwaliteit van levensmiddelen (vb gepasteuriseerde melk)
- Goedkopere productie
 - Minder slijtage van productie-installatie door stabiel gebruik
 - Mensenkracht (handregeling) vervangen door regelaar (automatische regeling)
 - Een goed afgestelde regelaar beperkt het energieverbruik tot een minimum.

Sociale redenen

- Handmatige regeling is eentonig en geestdodend
- Het bedieningscomfort is hoger

Veiligheidsredenen

- Sommige processen zijn te gevaarlijk om met de hand te regelen.
- Machines kunnen veel meer factoren in het oog houden dan mensen.
- Machines maken geen fouten.
- Een regelaar kan bij een fout automatisch een passend alarm genereren.

Milieu

- Een goed afgestelde regelaar beperkt het energieverbruik tot een minimum. Minder energieverbruik, dus minder milieuvervuiling.
- Een proces dat goed is afgeregeld produceert minder afvalstoffen.

1.6 Oefeningen

1. Stel: een waterpompje aan je bromfiets regelt hoeveel water er naar je motorblok gaat, om dat motorblok op de gewenste temperatuur te houden (niet te koud, maar zeker ook niet te warm). Het koelwater koelt het motorblok af en warmt dus zelf op. Om dit koelwater terug af te koelen sturen we het door een radiator. Een temperatuursensor op je motorblok stuurt de gemeten temperatuur naar een eenvoudige regelaar en deze maakt op zijn beurt duidelijk aan het waterpompje hoeveel koelwater naar het blok moet vloeien.

a. Teken deze situatie duidelijk

b. Duid d.m.v. cirkels de regelaar, de sensor en het proces aan op je tekening.

c. Noem 3 mogelijke storingen die ervoor gaan zorgen dat de regelaar de snelheid van het pompje zal moeten bijsturen.

2. Leg in je eigen woorden het verschil uit tussen een aan/uit regelaar en een continue regelaar.

3. Een continue regelaar gedraagt zich binnen de proportionele band als(continue regelaar – aan/uit regelaar) en buiten de proportionele band als(continue regelaar – aan/uit regelaar).
4. Zijn de volgende zaken sturingen of regelingen?
- a. Centrale verwarming
 - b. Schietstoel in een vliegtuig
 - c. Airbag in een auto
 - d. ABS systeem op een wagen
 - e. Automatische piloot in een vliegtuig
5. Wat versta jij onder het begrip **gewenste waarde** en door welke letter stel je dit voor?
6. Wat versta jij onder het begrip **regelwaarde** en door welke letter stel je dit voor?
7. Wat versta jij onder het begrip **gemeten waarde** en door welke letter stel je dit voor?