

Hoofdstuk 8

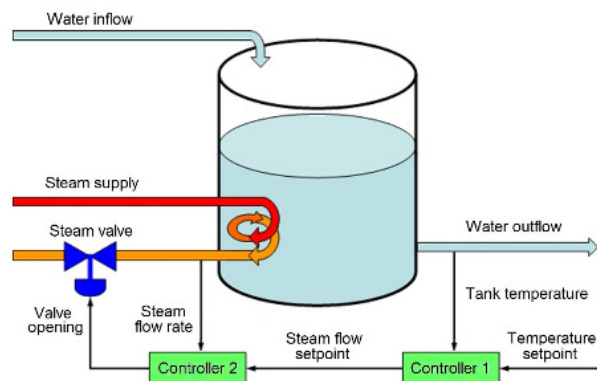
Speciale regelstructuren

Doelstellingen

1. Weten dat er meerdere regelstructuren bestaan
2. De voor- en nadelen van deze regelstructuren kennen

8.1 De cascaderегeling

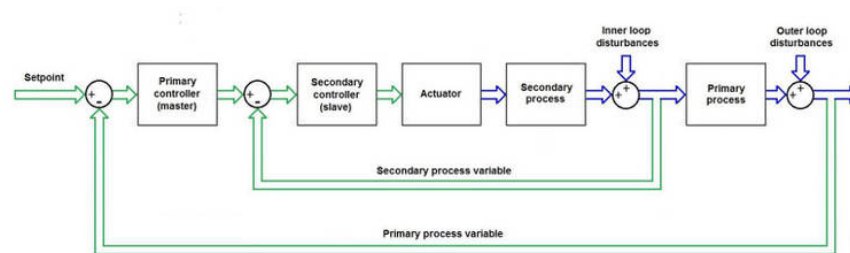
Deze regeling staat ook bekend onder de naam master-slave regeling. Hier gebeurt de regeling als volgt: de meesterregelaar regelt de grootheid maar stuurt zijn uitgangssignaal niet naar de regelklep maar naar een tweede regelaar die dit uitgangssignaal gebruikt als setpunt.



Figuur 8.1: bron: <https://www.controleng.com/articles/fundamentals-of-cascade-control/>

Het systeem is eigenlijk een temperatuursregeling van een reactor. De temperatuur wordt geregeld via stoom dat doorheen een leiding gestuurd wordt. Nu kan het gebeuren dat er een storing optreedt op de temperatuur van het koelwater waardoor de reactor minder goed verwarmd kan worden. Daarom zal om de temperatuur van de reactor te behouden het debiet van de stoom geregeld worden. Hoe kouder de stoom, hoe meer debiet door de leiding gestuurd wordt. Het debiet wordt geregeld via de gewenste temperatuur van de reactor. In dit geval zien we ook direct het grote voordeel van de cascaderegeling. Als de temperatuur zakt van de stoom moet de sensor eerst deze daling opmerken en daarna gaat de stoomklep verder open terwijl in het geval van de cascaderegeling de temperatuur gemeten wordt aan de uitgang en de temperatuurregelaar aan de uitgang het setpunt van de regelaar van de stoomklep direct bijstuurt om de temperatuur in de reactor te behouden.

Onderstaande figuur geeft het blokdiagram van een cascadering



Figuur 8.2: bron:<https://www.controleng.com/articles/fundamentals-of-cascade-control/>

Als we het blokdiagram bekijken zien we de hoofdregelaar R_1 die de fout regelt op het te regelen signaal. De uitgang van R_1 dient als setwaarde van de tussenliggende regelaar of knechtregelaar. Het belangrijkste voordeel is dat op deze wijze de snelheid van de hoofd lus aanzienlijk verhoogd kan worden.

Het nadeel is meer onderdelen in de regelkring dus een grotere kost in investering en onderhoud.

Bij het afstellen van cascaderelgelaars moet men een aantal zaken in het oog houden:

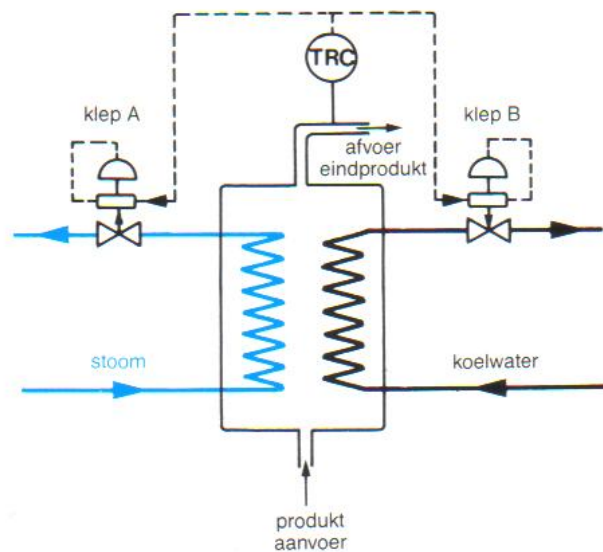
- De binnenlus wordt eerst afgesteld, daarna de hoofd lus.
- Er kunnen problemen ontstaan als de beide kringen even snel zijn. De vuistregel is dat de binnenkring minstens vijf tot tien keer sneller is dan de buitenkring.
- De binnenkring is meestal een D-regelaar en de buitenkring en PI-regelaar. Let wel op voor debietregelingen, want hier moet men ruisfluctuaties wegwerken.

- De buitenkring moet zoveel mogelijk procesvertragingen omsluiten en de binnenkring moet zoveel mogelijk storingen opvangen.

8.2 De split-range regeling

Het kan voorvallen dat een proces moet geregeld worden zowel in positieve als in negatieve zin. Als dit gebeurt maakt men gebruik van een split-range regelaar. Men heeft één regelaar en één opnemer maar twee regelkleppen.

Een voorbeeld is weergegeven in onderstaande figuur. Hier regelt men de temperatuur door of op te warmen of af te koelen. Naargelang de temperatuur van het afgevoerde produkt zal men de reactor moeten koelen of opwarmen en zal men de ene of de andere klep openzetten.

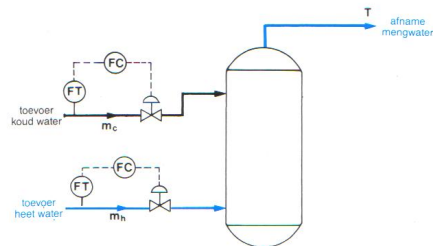


Figuur 8.3: bron: regeltechniek2, Die Keure

8.3 De verhoudingsregeling

De verhoudingsregeling wordt meestal toegepast bij de controle van twee debietstromen, waartussen een bepaalde verhouding moet bestaan. Hierin onderscheidt men nog twee types namelijk de onafhankelijke en de afhankelijke debietswaarden.

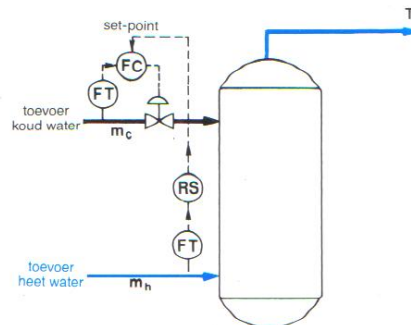
8.3.1 Onafhankelijke debietregeling



Figuur 8.4: bron: regeltechniek2, Die Keure

In elke toevoerlijn wordt een debietregeling ingebouwd. Beide debieten worden ingesteld op hun setpunt in de gewenste debietsverhouding. Het probleem is wel dat de praktijk uitwijst dat tijdens de overgangsverschijnselen de verhouding niet behouden blijft. Dit is eigenlijk geen ratio regeling want de twee regelaars reageren onafhankelijk van mekaar.

8.3.2 Afhankelijke debietsregeling



Figuur 8.5: bron: regeltechniek2, Die Keure

De warmwaterstroom wordt gemeten en omgezet naar een standaard signaal. Dit signaal wordt naar een schakeling gestuurd die de gemeten waarde vermenigvuldigd met een constante k_{RS} welke de gewenste verhouding is. Wordt het

debiet van het warm water verandert dan wordt ook het debiet van het koud water verandert in de gewenste verhouding.

8.4 De feed forward regeling

Er bestaan kritische toepassingen waar het nodig is om reeds vooruit te kijken en corrigerende acties door te voeren nog voor de storing kans heeft gekregen om een afwijking te veroorzaken. Dit is wat de feed forward regeling doet.

Er bestaan twee ontwerpmethodes namelijk

- het invers dynamisch model
- statische foutenanalyse

Het ontwerp zelf valt buiten het bestek van de cursus maar de filosofie wordt wel toegelicht.

8.4.1 Principe

In principe heeft elk proces drie variabelen: de storing: z , de wenswaarde: x en de proceswaarde: y . Bij feed forward wordt de storing z gemeten. Daarna wordt berekend hoe groot de instelwaarde moet zijn om het effect van de storing te compenseren, zodat een bepaalde gewenste waarde behouden blijft. Stel dat er een temperatuurstoring is en dat de temperatuur met ΔT stijgt. Dan wordt uitgerekend hoeveel de klepstand moet veranderen om de temperatuur met hetzelfde bedrag te doen dalen. Feed forward komt erop neer dat de storing gekend is. Er wordt een model opgesteld van deze storing en dit model wordt gebruikt om met een controlerende variabele de storing weg te werken.

8.4.2 Mengregeling met feed forward

Men gaat heet en koud water mengen om zo de temperatuur van het uitgaande water te regelen met een mengregeling.

Het vermogen afgegeven door het heet water wordt opgenomen door het koud water om de resulterende temperatuur te bekomen.

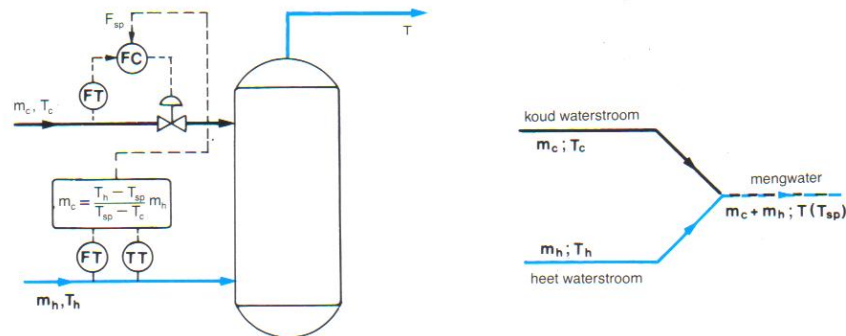
$$m_h(T_h - T) = m_c(T - T_c)$$

waaruit

$$m_c = \frac{T_h - T}{T - T_c} \cdot m_h$$

Hierin stelt T de gewenste temperatuur voor.

Men ziet dat het debiet van de koudwaterstroom geregeld wordt aan de hand van temperatuurs- en flowmeting van de warmwaterstroom. Volgende invloeden kunnen zich voordoen



Figuur 8.6: bron: regeltechniek2, Die Keure

- Het debiet van de warmwaterstroom kan stijgen dus dan zal de temperatuur ook stijgen. Als nu gelijktijdig het debiet van het koud water mee stijgt met het juiste bedrag dan zal de storing teniet worden gedaan.
- De temperatuur van de warmwaterstroom kan stijgen en dan zal de temperatuur ook stijgen. Als dan het debiet van de koudwaterstroom ook stijgt met het juiste bedrag wordt de storing weer teniet gedaan.

Men dient wel op te letten want de feed forward kan enkel gebruikt worden voor storingen die gemeten kunnen worden in de regelkring. Want het is aan de hand van deze metingen dat de berekeningen op de feed forward gebeuren.

8.4.3 Adaptieve control

Een adaptieve controle houdt in dat de controleparameters van de regelaar, dus P, I en D waarde, worden ingesteld door het systeem zelf. De instellingen van de regelaar worden aangepast aan de huidige reactie. Er bestaat een referentiemodel dat de optimale regeling weergeeft waarmee de reactie wordt vergeleken. Er wordt gekeken naar settling time, doorschot, response time en van daaruit gaat men kijken naar een optimaal reactiegedrag om de de P, I en D waarden in te stellen.