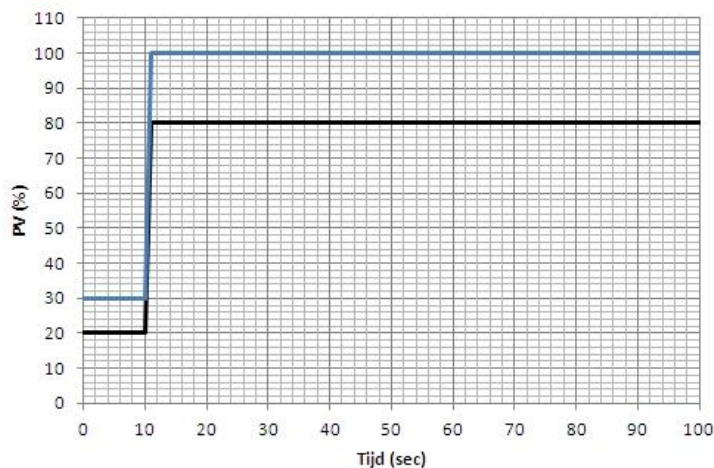
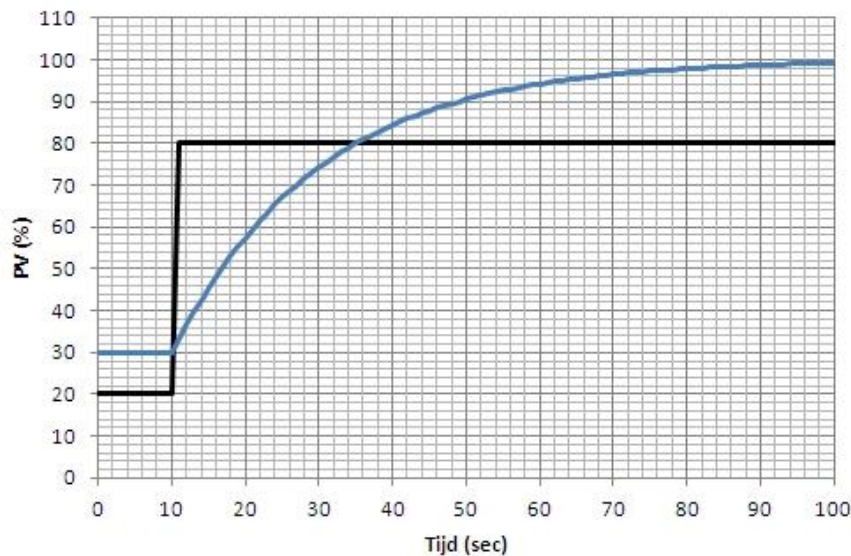


Hoofdstuk 10: Tijdsgedrag van processen

1. Bedenk vijf verschillende fysische grootheden die kunnen worden geregeld in de procesindustrie.
2. Wat versta je onder het dynamische gedrag van een proces?
3. Schets in een grafiek het verloop van de temperatuur van een koelkast in de tijd die gedurende een minuut wordt opengedaan. De temperatuur van de koelkast was voor het openen van de deur 4 °C. Zet de tijd op de x-as.
4. Hoe groot is de versterkingsfactor van een proces als de OUT verandert van 10% naar 25% en daardoor de PV verandert van 55% naar 45%?
5. Is het proces van vraag 4 een direct of omgekeerd proces?
6. Waarom kan een proces waarbij een gasflow wordt geregeld nooit een 0-de orde proces zijn?



7. Waarom is de voortplantingstijd van bovenstaande figuur gelijk aan nul of zeer klein?
8. Waarom wordt de $\frac{\tau}{\tau_v}$ al vrij snel klein bij een 0-de orde proces?
9. Hoe groot is de voortplantingstijd van een vergelijkbaar proces als dat van paragraaf 1.3 (zie boek)?
 Gegeven:
 Binnendiameter leiding is 50,6 cm
 Flow is 120 m³/h
 Leidinglengte tussen regelklep en opnemer is 4 m.
10. Wat kun je zeggen over de regelbaarheid van een proces als de traagheid 30 seconden bedraagt en de voortplantingstijd 4,2 seconden is?
11. Bepaal van onderstaand proces:
 - a. de tijdsconstante (twee methoden);
 - b. de voortplantingstijd;
 - c. de werkingsrichting;
 - d. de versterking;
 - e. de verhouding $\frac{\tau}{\tau_v}$.



12. Een oven heeft een begintemperatuur van 20 °C. De hoogste eindtemperatuur bedraagt 200 °C. Als de oven 'aan' wordt gezet, duurt het 10 minuten voordat de temperatuur 150 °C is. Het proces mag als een 1-ste orde proces worden beschouwd.
 - a. Hoe groot is de traagheid?
 - b. Hoe groot is de voortplantingstijd?
 - c. Toon aan dat dit een gemakkelijk te regelen proces is.
 - d. Hoe lang duurt het voordat de temperatuur 180 °C is?
 - e. Schets een grafiek van dit proces (Excel kan ook).

13. Wat zijn de drijvende krachten in onderstaande processen?
 - a. temperatuurproces;
 - b. drukproces;
 - c. flowproces;
 - d. het opladen van een condensator.

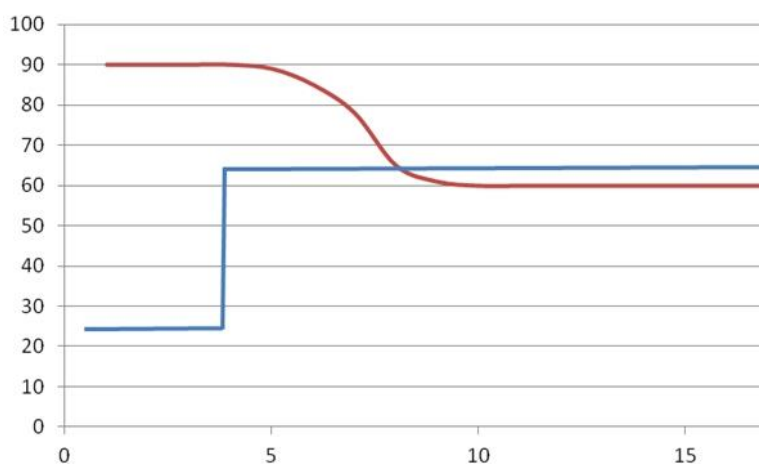
14. Het niveau in een vat wordt met een NC-regelklep in de toevoer geregeld. De afvoer is niet geregeld.
 - a. Schets het verband tussen het verstellen van de regelklep naar een grotere waarde en laat het verloop van OUT en PV zien in een grafiek.
 - b. Is dit een omgekeerd of direct werkend proces?

15. Hoe groot is de voortplantingstijd in een dunne pneumatische leiding van 66 meter?

16. Welke twee parameters zijn van invloed op de traagheid bij het vullen van een vat met een gas?
17. Wat versta je onder een I/P omvormer en waarom wordt deze gebruikt?
18. Geef een voorbeeld van een 0-de, 1-ste en hogere orde proces.
19. Hieronder staan gegevens van een hogere orde proces.
- a. Op tijdstip $t = 2$ minuten werd het OUT signaal vergroot van 10% naar 50%.
Plaats deze gegevens in een grafiek en bepaal de tijdsconstante en de voortplantingstijd in minuten. Wat kun je zeggen over de regelbaarheid van dit proces?
- b. Bereken de versterkingsfactor van dit proces.

Tijd (min)	PV (%)
0	20,0
1	20,0
2	20,0
3	21,0
4	23,0
5	27,3
6	34,3
7	40,0
8	43,0
9	44,0
10	44,7
11	45,0
12	45,0
13	45,0
14	45,0

20. Wat is een zelfregelend proces?
21. Van welke orde zijn de volgende processen en leg uit waarom:
- het direct verwarmen van een medium met stoom;
 - het indirect verwarmen van een medium met stoom.
22. Van welke type regelklep voor de koeling zou je gebruik maken bij een reactor met een exotherm chemisch proces?
23. In een vat komt 1000 l/h water. Als het niveau 5,5 meter is gaat plots een afvoerklep open en verlaat constant 1500 l/h dit vat. Na hoeveel seconden is dit vat leeg als de diameter 4 meter is?
24. Met wat voor type proces hebben we bij vraag 23 te maken?
25. Leg de formule $\frac{dV}{dt} = Q_{in} - Q_{uit}$ uit.
26. Gegeven is de onderstaande proces-reponsie:



- Hoe groot is de procesversterking?
- Is dit een direct of omgekeerd proces?
- Hoe groot is de traagheid (bepaal)?
- Hoe groot is de voortplantingstijd (bepaal)?
- Wat kun je zeggen over de regelbaarheid van dit proces?
- Wat moet de werkingsrichting zijn van de regelaar om dit proces te kunnen regelen?
- Van welke orde is dit proces?

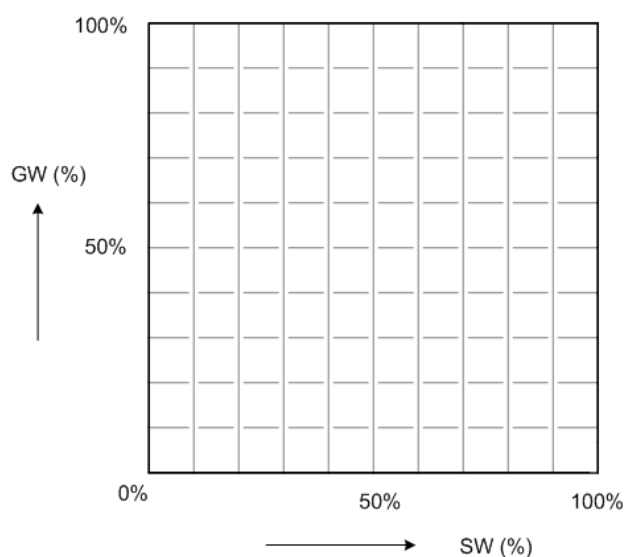
27. Een keukenoven wordt aangezet op tijdstip $t = 0$ seconden. Op dat moment is de temperatuur $21\text{ }^{\circ}\text{C}$. De maximale te bereiken eindtemperatuur bedraagt $210\text{ }^{\circ}\text{C}$. Op tijdstip $t = 280$ seconden bedraagt de temperatuur $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ga ervan uit dat de oven te beschouwen is als een 1-ste orde proces zonder voortplantingstijd. Bereken:
- De tijdsconstante;
 - De tijd die ervoor nodig is om een temperatuur van 180°C te bereiken.

Hoofdstuk 11 P-, I- en D-regelen

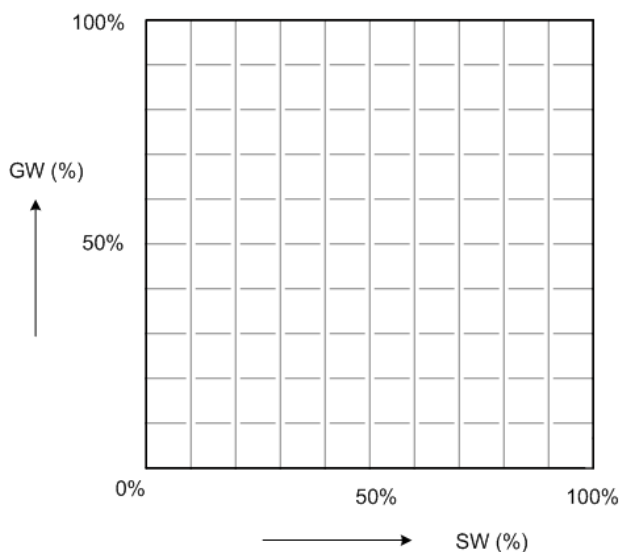
1. Maak in onderstaande grafiek de statische regelaarkarakteristiek:

- a. bij een PB van 50% en een setpoint van 40%, directe werking;
- b. bij een Kr van 4 en een setpoint van 30%, directe werking;
- c. bij een Kr van 0,5 en een setpoint van 50%, directe werking.

(Opmerking: GW = PV en SW = OUT)

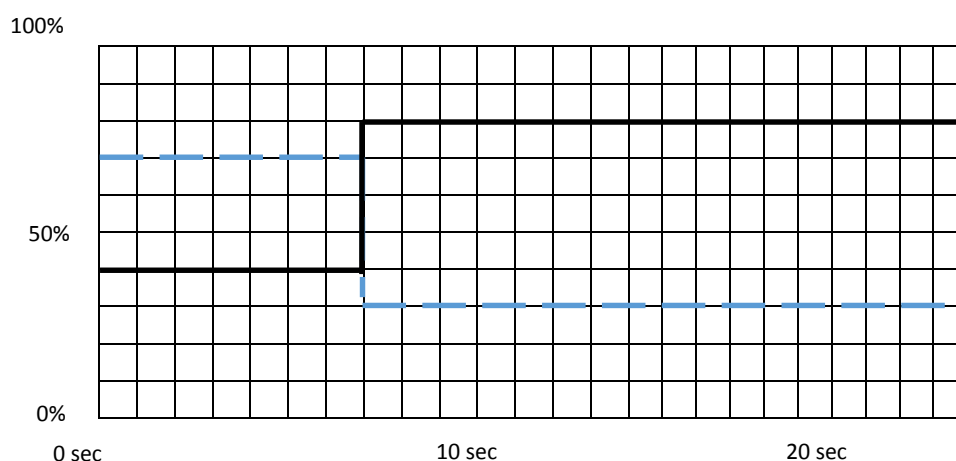


2. Maak in onderstaande grafiek de statische regelaarkarakteristiek:
 - a. bij een PB van 100% en een setpoint van 60%, omgekeerde werking;
 - b. bij een Kr van 10 en een setpoint van 50%, omgekeerde werking;
 - c. bij een Kr van 2 en een setpoint van 60%, omgekeerde werking.



3. Wat versta je onder een BIAS en waarom wordt deze gebruikt?
4. Wat kan een gevaar zijn bij een regelaar waarvan de PB klein is ingesteld?
5. Wat is een nadeel van een proportionele regelaar?
6. Wat kun je instellen op een proportionele regelaar?
7. Het regelgebied van een proportionele regelaar bedraagt 120 cm. Hoe groot is de proportionele band en versterkingsfactor als het meetgebied 200 cm bedraagt?
8. Is de proportionele actie een tijdsafhankelijke actie?

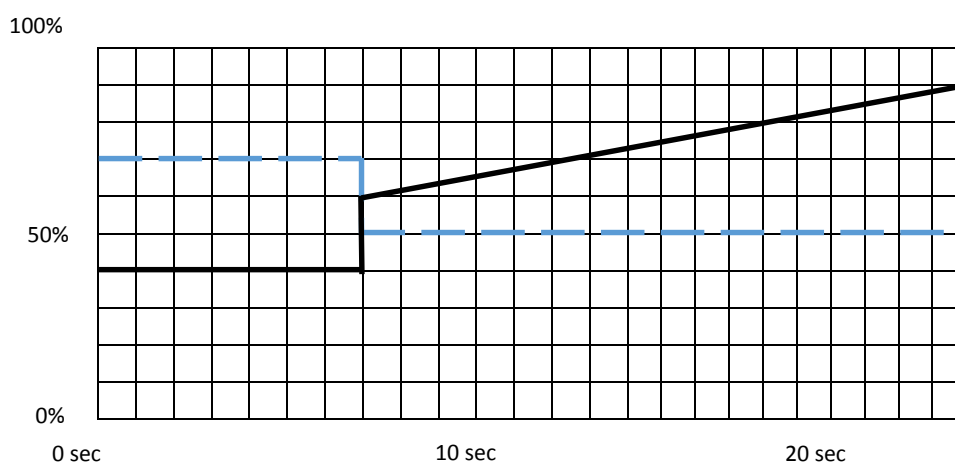
9. Hieronder zie je het dynamische gedrag van een P-regelaar in testopstelling (er is dus geen proces aan verbonden):



De gestreepte lijn geeft het PV signaal weer en de doorgetrokken lijn het OUT signaal. Op moment 7 seconden werd de PV stapvormig van 70 naar 30% gebracht.

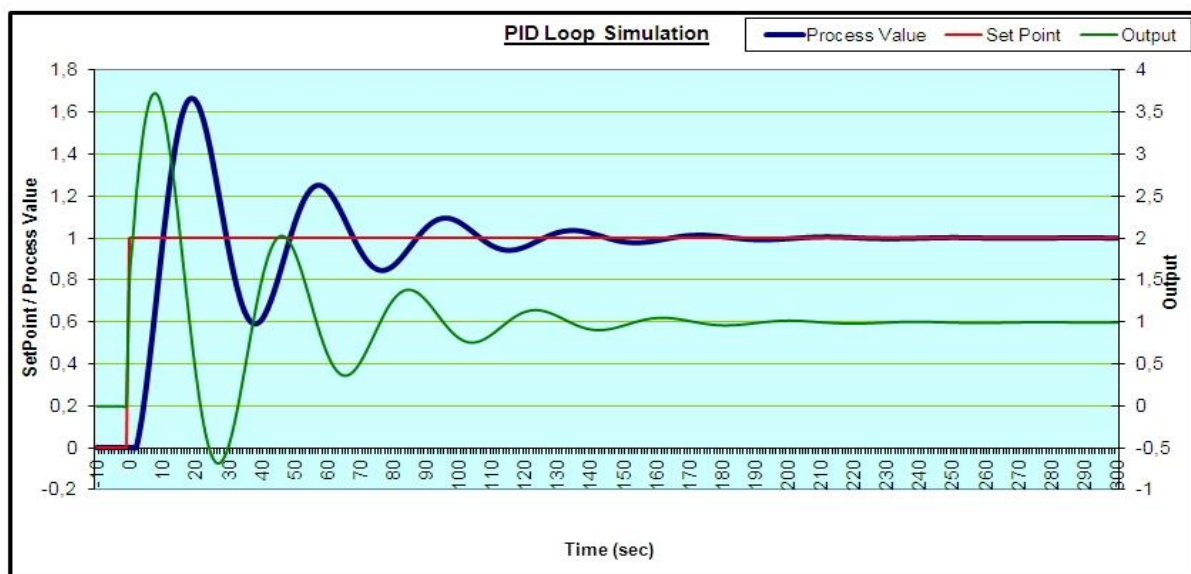
- a. Hoe groot is de regelaarversterking K_r ?
 - b. Wat is de werkingsrichting van de regelaar?
 - c. Hoe groot is de PB?
10. a. Teken in de bovenstaande grafiek de responsie van een direct werkende regelaar bij een PB van 50% op dezelfde PV verandering.
- b. Teken in de bovenstaande grafiek de responsie van een omgekeerd werkende regelaar bij een PB van 200% op dezelfde PV verandering.
11. Welke instellingen op de regelaar bepalen de grootte van de integrerende actie?
12. Als de integratietijd van een PI-regelaar 12 seconden is, hoe groot is dan het aantal herhalingen per seconde?
13. Leg uit dat een PI-regelaar met zeer grote integratietijd zich gedraagt als een P-regelaar.

14. Wat kan een nadeel zijn van een te groot aantal herhalingen?
15. Als er geen verschil is tussen de PV en het SP, is er dan I-actie van te regelaar te verwachten?
16. Zie de responsie van een PI-regelaar in testopstelling hieronder. De gestreepte lijn geeft het PV signaal weer en de doorgetrokken lijn het OUT signaal.
Op moment 7 seconden werd de PV stapvormig van 70 naar 50% gebracht.
- Hoe groot is de regelaarversterking K_r ?
 - Wat is de werkingsrichting van de regelaar?
 - Hoe groot is de PB?
 - Hoe groot is de integratietijd?
 - Hoe groot is het aantal repeats of herhalingen?
 - Teken de responsie voor een omgekeerd werkende PI-regelaar met een PB van 50% en een integratietijd van 5 seconden in onderstaande grafiek.



17. Teken in bovenstaande grafiek de responsie van een PI-regelaar met de volgende instellingen (de PV verandert zoals bij vraagstuk 16): $PB = 200\%$, $T_i = 2$ sec; direct werkend.
18. Waarom moet je altijd oppassen met D-actie?

19. Geef aan wat van toepassing is:
- a. een kleine PB geeft grote / kleine P-actie;
 - b. een grote I-actie is het gevolg van een kleine / grote I-tijd;
 - c. een grote D-tijd geeft een kleine / grote D-actie;
 - d. oscillatie kan worden veroorzaakt door een te grote I-actie / te kleine I-actie;
 - e. oscillatie kan worden veroorzaakt door een te grote PB / te kleine PB;
 - f. oscillatie kan worden veroorzaakt door een te grote D-tijd / te kleine D-tijd;
 - g. oscillatie kan worden veroorzaakt door een te grote Kr / te kleine Kr.
20. Waarom is er I-actie?
21. Waarom is er D-actie?
22. Bekijk onderstaande grafiek. Bepaal de demping, het doorschot en de inregeltijd.

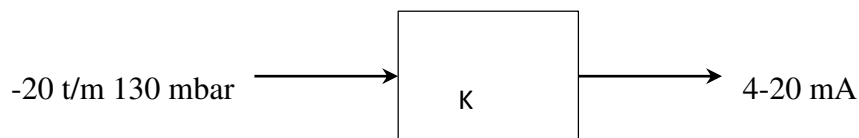


23. Is dit een P-geregeld proces of een PI-geregeld proces? Leg uit waarom.

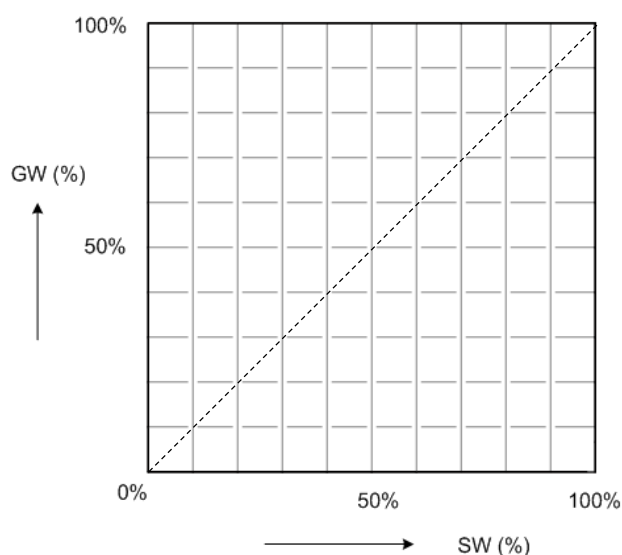
24. Welke procesfactoren bepalen het doorschot, de demping en de inregeltijd?
25. Hoe groot mogen het doorschot en de demping maximaal zijn?
26. Wat betekent een K_r van 5?
27. Wat is de relatie tussen de PB en de K_r ?
28. Waarom wordt de neiging tot oscillatie van een proces groter als de voortplantingstijd toeneemt?
29. Wat versta je onder een statische afwijking en hoe kun je deze opheffen?
30. Je verdraait 's ochtends het setpoint van de verwarming. De temperatuur gaat omhoog. Is dit regelgedrag of stoorgedrag?
31. De temperatuur in de winter in een kamer is constant 20 °C. Plotseling gaat een raam open. De temperatuur gaat aanvankelijk dalen. Is dit regelgedrag of stoorgedrag?

Hoofdstuk 12 Blokschema's

1. Hoe groot is de overdracht van onderstaand blok?



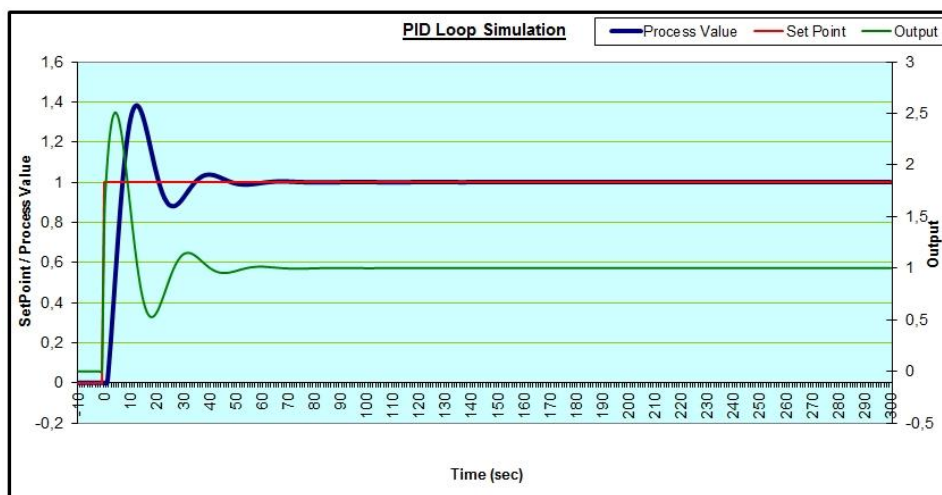
2. Geef het blokschema van een meet- en regelkring weer.
3. De K_r van een omgekeerd werkende regelaar is 4 en de K_p van het proces is 1.
 - a. als het SP van 50% naar 25% gaat, bereken dan de verandering van de PV?
 - b. De PV was 50%, bereken nu hoe groot deze wordt?
 - c. Bereken in dat geval de statische afwijking?
 - d. Laat dit ook grafisch zien in onderstaande grafiek.



4. Wat versta je onder K_0 en waarom moet deze zo groot mogelijk zijn?
5. Op welke wijze zou je toch de versterkingsfactor van het proces kunnen beïnvloeden?
6. Hoe groot is de storingsinvloed van een storing van 10% op de PV indien de K_r van de regelaar ingesteld staat op 1,5 en de K_p van het proces 1 bedraagt?

Hoofdstuk 13 Het dynamisch gedrag van de processen

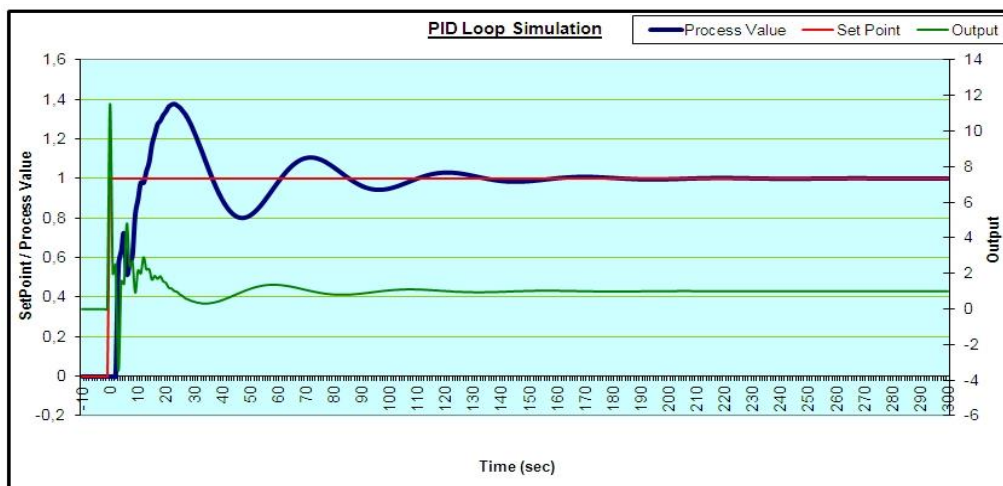
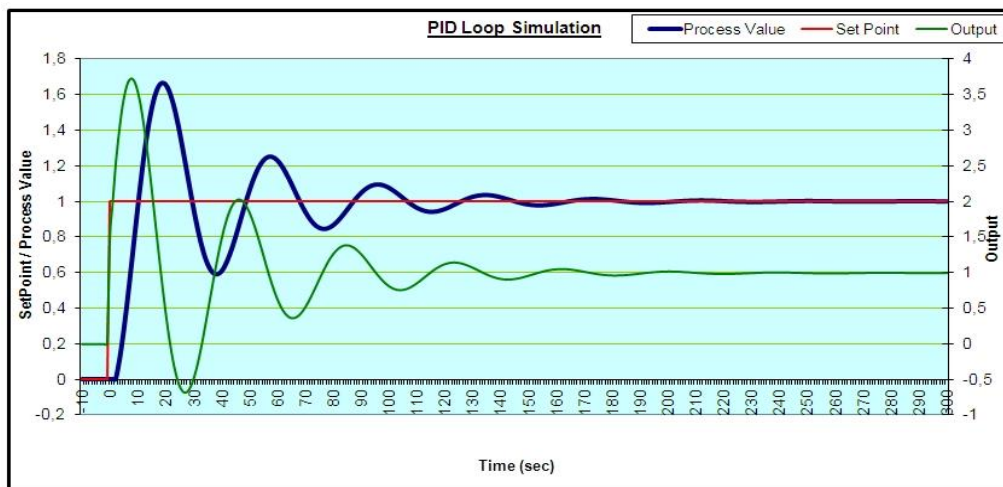
1. Waarom is een proces zonder voortplantingstijd in de praktijk toch wel in oscillatie te brengen?
2. Een grotere K_r levert een kleinere statische afwijking op. Wat kan een nadeel zijn van een te grote K_r ?
3. Geef een voorbeeld van een 0-de orde proces (geen flowregeling).
4. Waarom mag de I-actie niet te groot worden?
5. Wat moet je doen met de integratietijd als door een te grote I-actie het proces gaat oscilleren?



6. In bovenstaand figuur wordt de neiging tot oscillatie groter. Hoe kun je dat zien en wat kun je eraan doen om dit te voorkomen?
7. Hoe groot is de demping en het doorschot van dit figuur? Hoe groot is de inregeltijd?

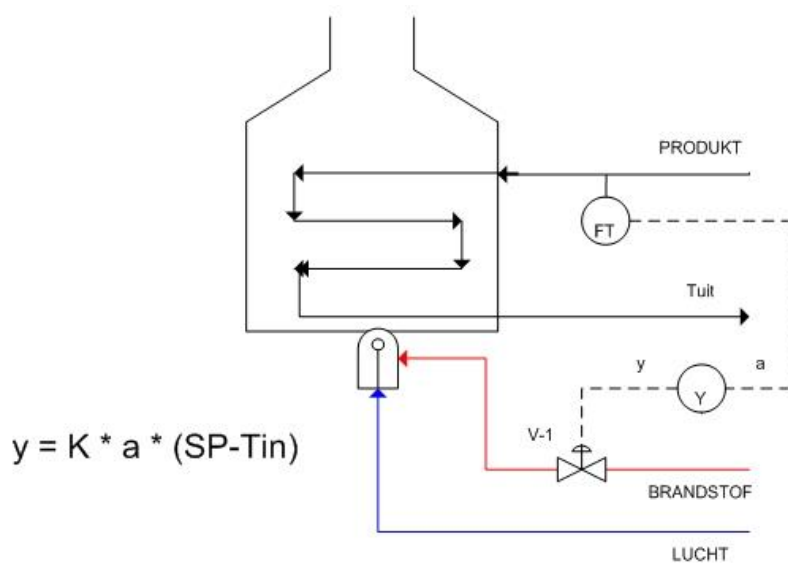
Hoofdstuk 14 Instelregels voor PID-regelaars

1. Bepaal de optimale instelling van een PID regelaar als de volgende gegevens bekend zijn: $PB_{kr} = 51\%$ en $T_{kr} = 10$ sec.
2. Met de raaklijnmethode werd bepaald dat de voortplantingstijd $\tau_v = 12$ seconden en de traagheid $\tau = 75$ seconden was. De procesversterking werd vastgesteld op 2. Er wordt een PI-regelaar gebruikt. Bepaal de optimale P en I instelling.
3. Er wordt de volgende uitspraak gedaan: 'Het regelgedrag van het proces moet zo zijn dat we een demping hebben van ca. 0,25 en een maximaal doorschot van 15%. Verder dient de inregeltijd zo kort mogelijk te zijn.'
Maak een grafiek waarin je laat zien hoe het verloop van de PV van dit proces eruit moet zien.
4. Waarom kunnen proceseigenschappen in de loop van de tijd veranderen en welke consequenties heeft dit op langere termijn?
5. Wat is een nadeel van P-regelen?
6. Hoe kun je het nadeel van vraag 1 oplossen?
7. Welke gevaren schuilen er in D-actie?
8. Wat versta je onder doorschot?
9. Welke mate van slingering wordt getolereerd bij het regelen van processen?



10. Wat zijn de verschillen tussen bovenstaande grafieken als je kijkt naar het signaal van de PV en de OUT?
11. Hoe groot is de demping en de overshoot van beide figuren?
12. Wat kun je zeggen over de neiging tot oscillatie van een geregeld proces indien de voortplantingstijd toeneemt bij gelijk blijvende tijdsconstante?

5. Wat gebeurt er met het regelsysteem als de producttemperatuur stijgt?
6. Op welk apparaat zit de SP-instelling voor deze regeling?
7. De regelklep is ATO. Wat kun je zeggen over de werkingsrichting van TC?
8. Noem drie gevallen waarbij de brandstofklep meer open moet staan.
9. Wat is het nadeel van deze regeling?
10. Verwacht je bij dit proces voortplantingstijd?
11. Als de pijpen erg vervuild raken met roet, welke consequentie zal dat hebben voor de voortplantingstijd?
12. Zal dit consequenties hebben voor de instelling van de regelaar en zo ja welke?
13. (De volgende vragen hebben betrekking op onderstaand figuur)

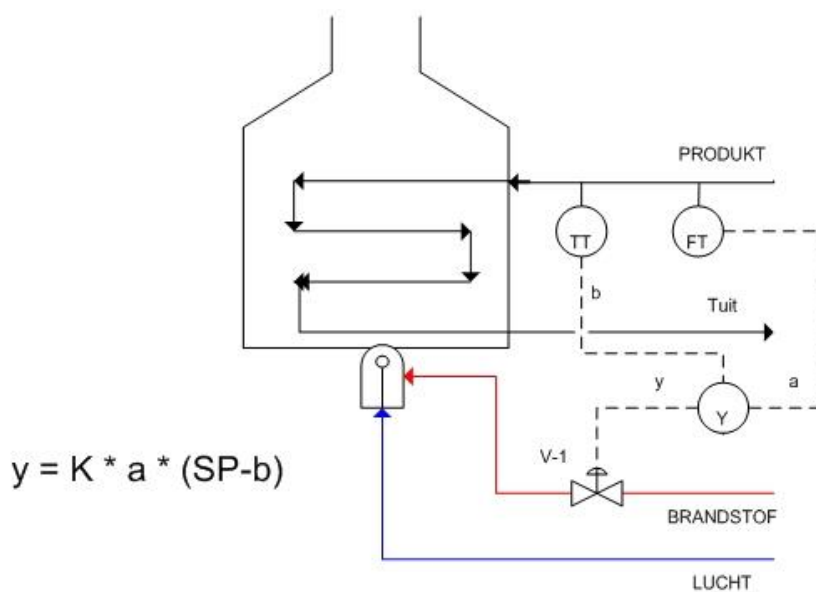


14. Op welk apparaat stel je het SP in en is dit een regelaar?
15. Wat gebeurt er als de productflow toeneemt?

16. Wat gebeurt er als de temperatuur van het ingaande product kleiner wordt?

17. Wat is in dit proces de te verwachten belangrijkste storing?

18. Welk voordeel heeft deze regeling t.o.v. de teruggekoppelde regeling?



19. Op welk apparaat stel je de SP in en is dit een regelaar?

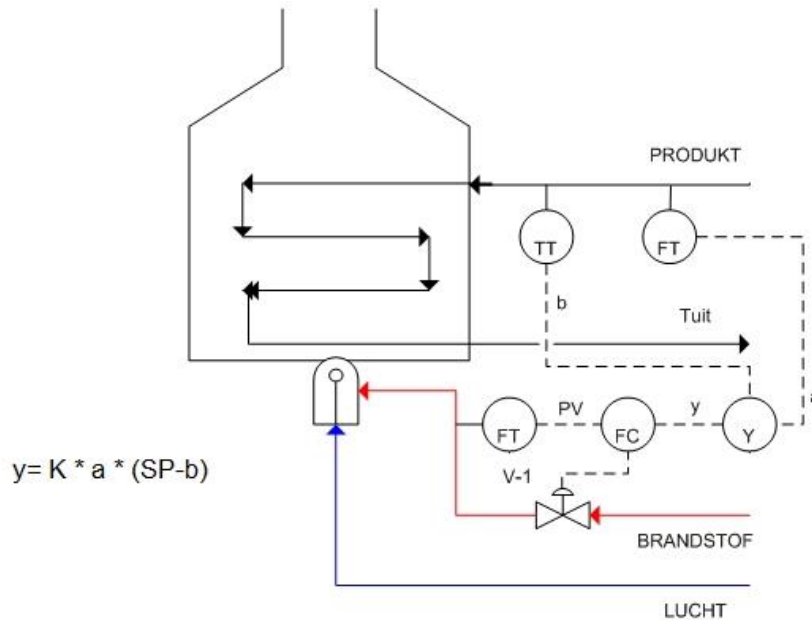
20. Wat gebeurt er als de temperatuur van het ingaande product toeneemt?

21. Wat gebeurt er als de ingaande productflow toeneemt?

22. De nominale productflow bedraagt 100 l/h. De $T_{in} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ en de T_{uit} moet $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ zijn. De uitgaande producttemperatuur bedraagt $300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hoe ver staat dan de klep open?

23. Met welke natuurkundige formule heb je hier te maken die de relatie weergeeft tussen warmte en temperatuur?

24. Wordt er op de storing van de brandstofdruk geregeld?



25. Welk signaal bepaalt het SP van FC?

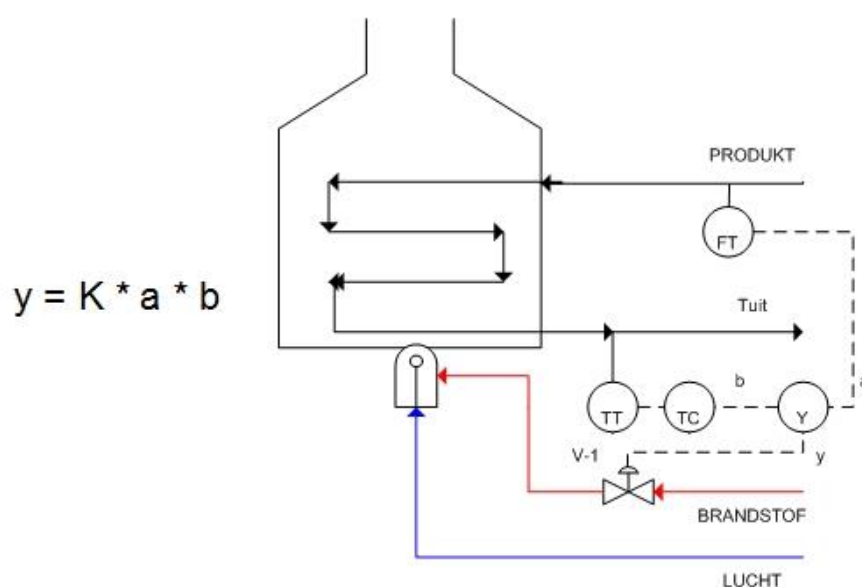
26. Als V-1 een ATO klep is, welke werkingsrichting heeft FC dan?

27. Wat gebeurt er met OUT als de y toeneemt?

28. Als de druk in de brandstofleiding toeneemt, hoe reageert de FC daarop?

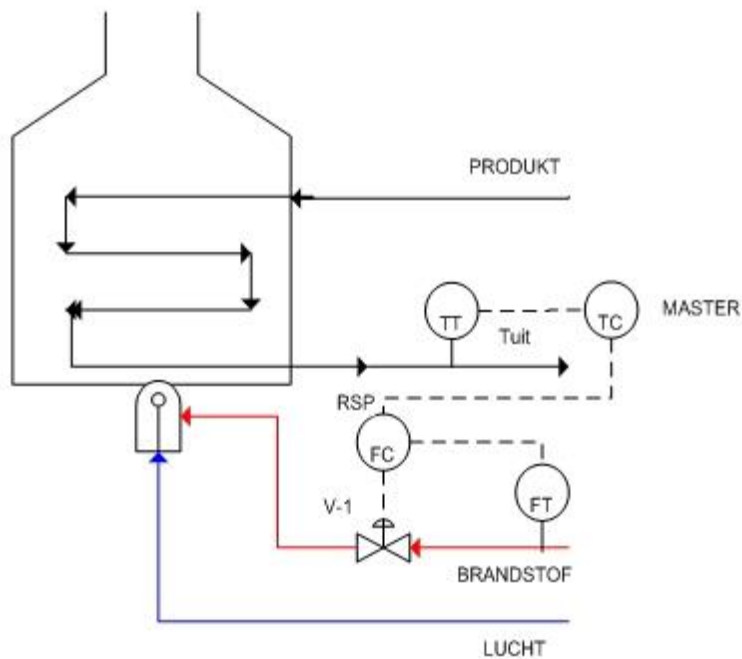
29. Ga na hoe deze regeling reageert op een druktoename in de productleiding. Maak daarbij gebruik van onderstaande oorzaak- en gevolgtabel.

Oorzaak:	Gevolg:	Opmerkingen:
Druktoename product aanvoerleiding	Flow product neemt toe	Meer aanvoer door tweede unit erbij
Flow product neemt toe		



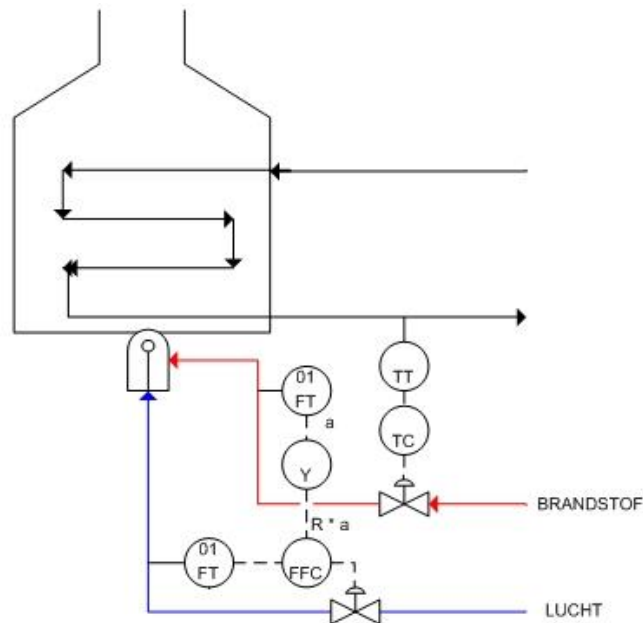
29. Wat kun je over de werkingsrichting zeggen van de TC indien V-1 ATO is?
30. Geef met pijltjes aan of de signalen toenemen of afnemen als de flow afneemt en tegelijkertijd de Tuit toeneemt. Klopt dit?
31. Op welke storing wordt hier feed forward geregeld en op welke feed back en waarom?

Geef aan hoe de regeling zal reageren als de ingaande producttemperatuur afneemt.

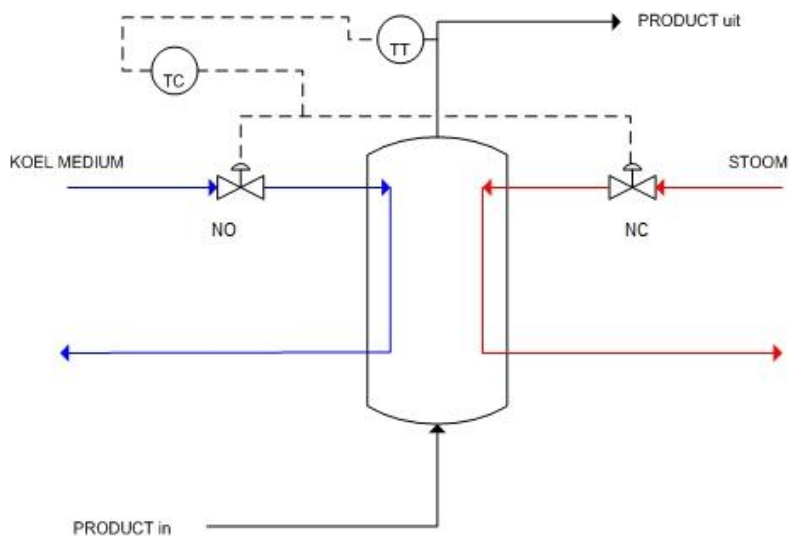


32. Wat gebeurt er met de regeling als de temperatuur toeneemt van de Tuit?
33. Wat gebeurt er met de regeling als de druk van de brandstof ineens toeneemt?
34. Hoe is de werkingsrichting van FC en TC?
35. Wat gebeurt er met de OUT van een direct werkende regelaar als de PV stijgt?
36. Wat gebeurt er met de OUT van een direct werkende regelaar als het SP stijgt?
37. Wordt hier geregeld op een variatie van de ingaande producttemperatuur?

38. Geef met pijltjes aan of de signalen toenemen of afnemen als de brandstof flow toeneemt en tegelijkertijd de Tuit toeneemt. Klopt dit met de werkingsrichting van FC en TC?



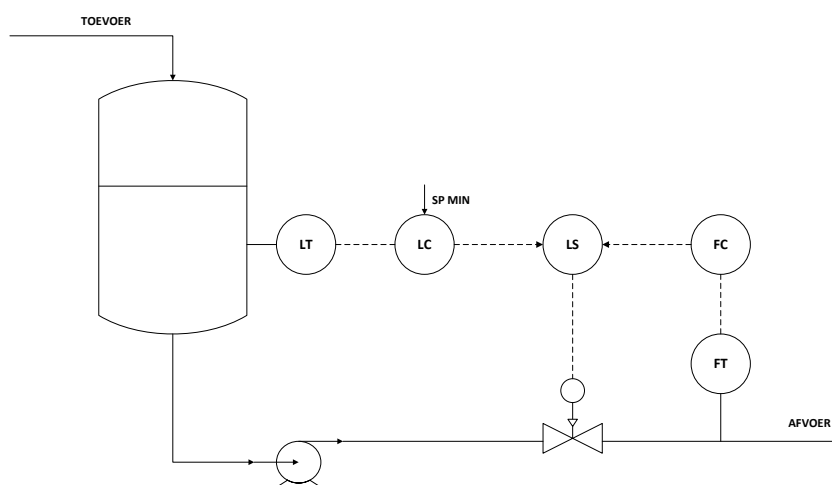
39. Wat betekent FFC?
40. Op welk apparaat wordt de verhouding geregeld?
41. De verhouding brandstof-lucht moet worden ingesteld op 1 : 20. Het meetgebied van de luchttransmitter bedraagt 0 – 1500 m³/h en die van de brandstoftransmitter 0 – 80 m³/h. Op welke ratio moet Y worden ingesteld?
42. Welke waarde krijgt de luchtstroom indien de brandstofstroom 45 m³ wordt?
43. Vertel in stappen wat er gebeurt als de intreetemperatuur van het product afneemt.

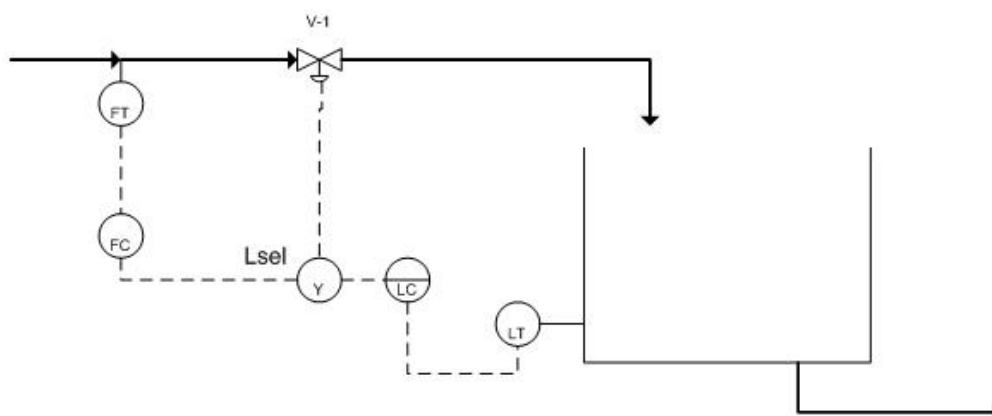


44. Welke actie hebben de regelkleppen van bovenstaand figuur?

45. Hoe is de werkingsrichting van de regelaar TC van deze figuur?

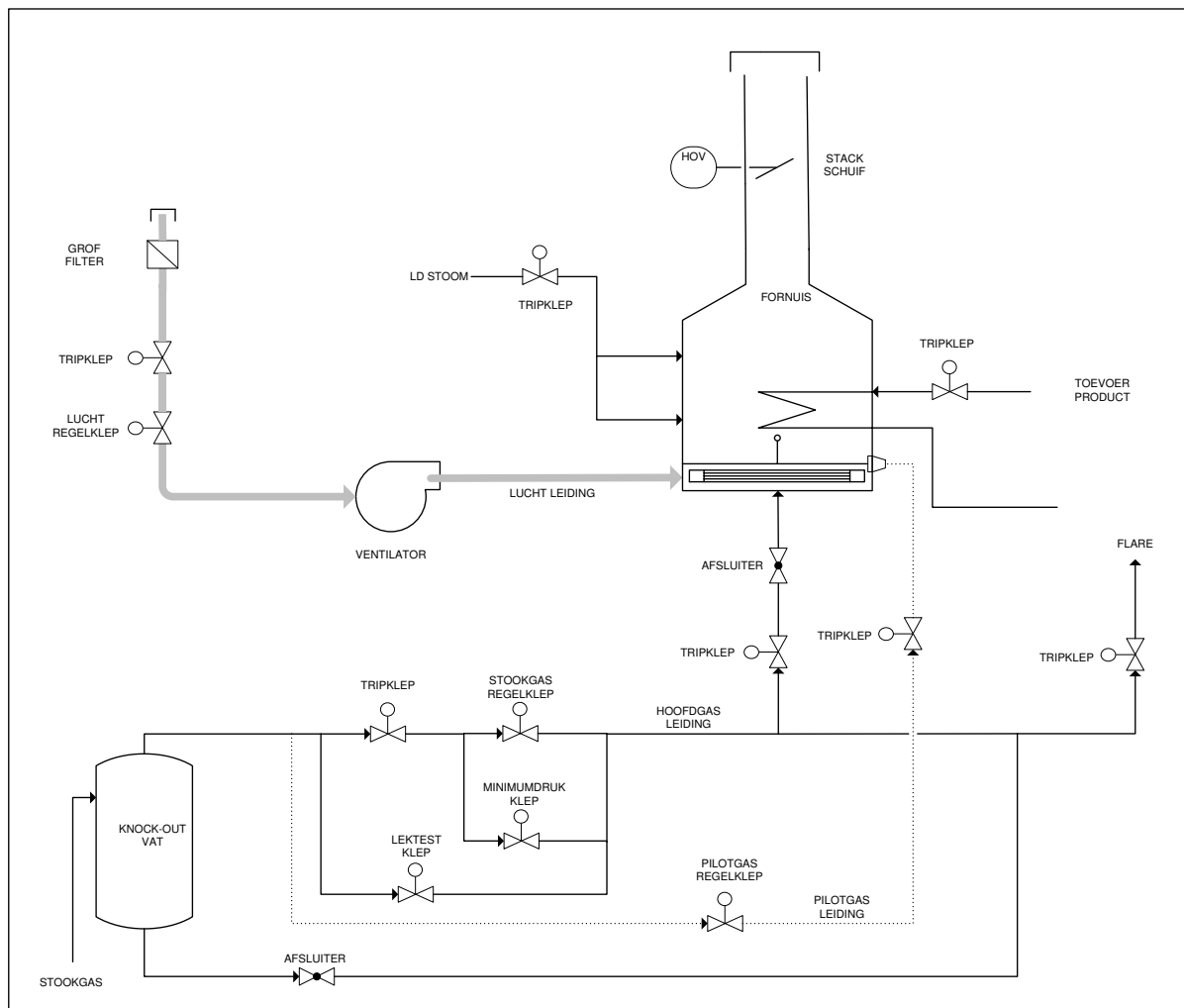
46. Bekijk onderstaande regeling met een low selector. Beschrijf hoe deze regeling werkt.





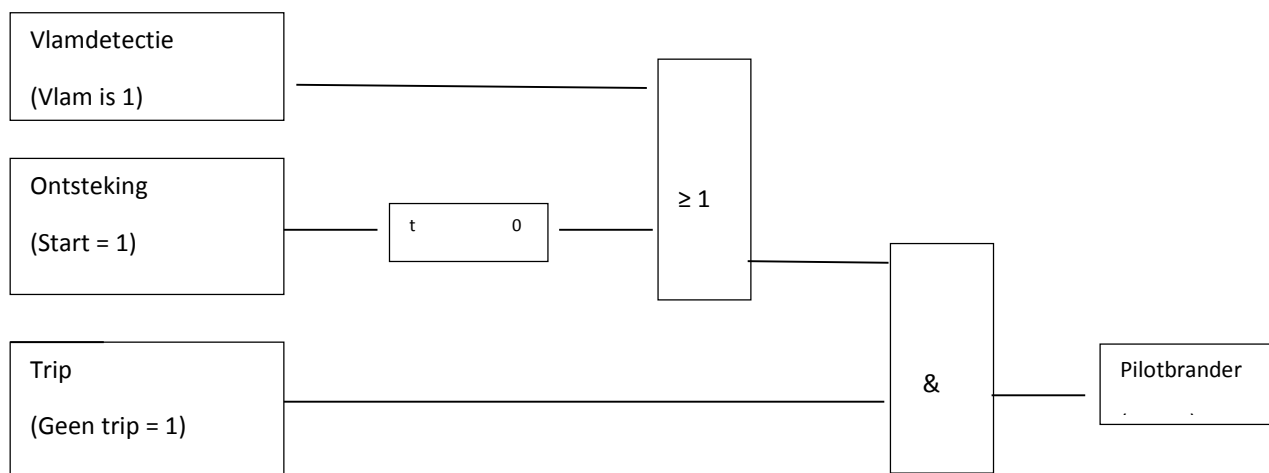
47. Welke werkingsrichting hebben LC en FC van bovenstaand figuur en waarom?
48. Bij welke voorwaarden gaat LC de regelklep sturen van deze figuur?
49. Als de voordruk op V-1 toeneemt (onder normale omstandigheden), hoe reageert V-1 dan in de figuur?

Hoofdstuk 16: Het fornuis (een case)



1. Hoeveel trippleppen zie je in het schema hierboven en waar komen zij op in?
2. Wat wordt onder een stack verstaan?
3. Waarvoor dienen de symbolen boven de stack en luchtinvoer?
4. Wat is een flare en waarvoor dient deze?

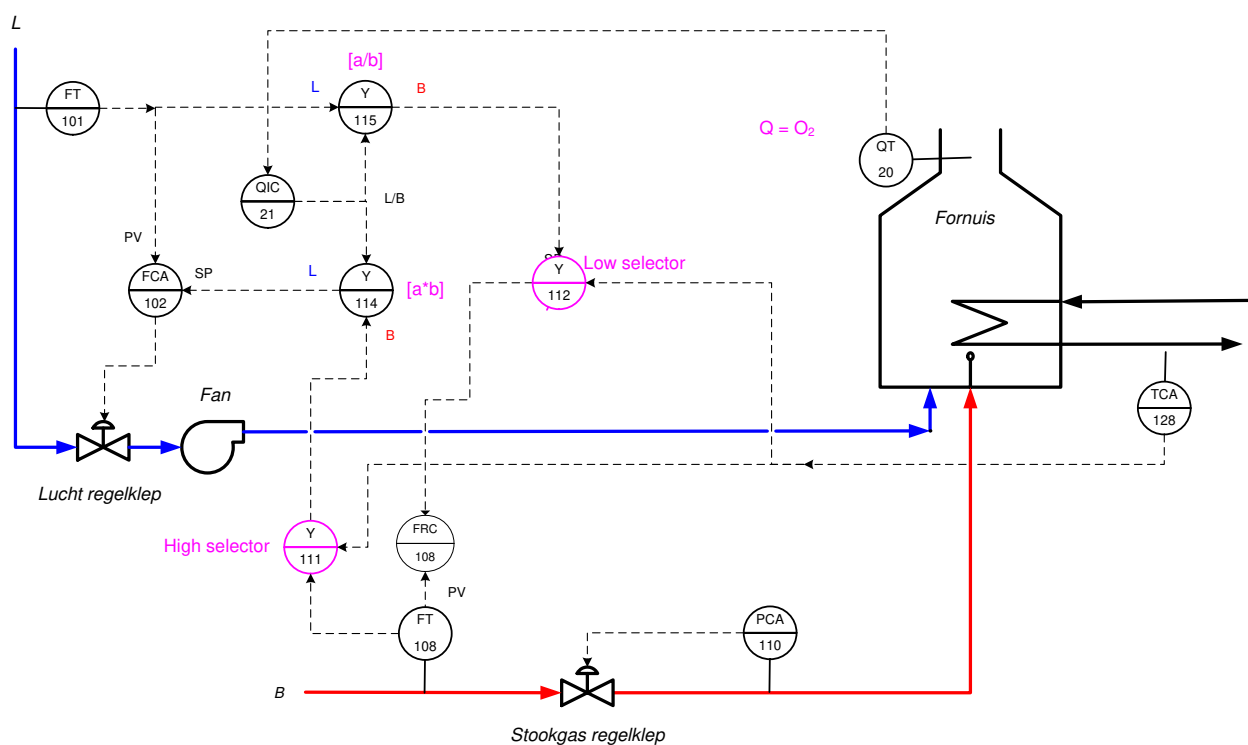
5. Wat betekenen de afsluiters met de zwarte bolletjes erin?
6. Leg uit hoe een lektest zou kunnen werken op dit systeem?
7. Wat versta je onder een tube-burst?
8. Wat is een DCS?
9. Waarom zou er een lokale noodknop zitten bij het fornuis?
10. Leg uit wat een interlock is.
11. Leg uit hoe de tripklep werkt met het stuursignaal en control signaal.
12. Bepaal tussen welke grenzen de UEL en LEL (%) zitten bij een ontstekingsenergie van 0,1 mJ.
13. Geef de reactievergelijking van de verbranding van zwavel met zuurstof. Geef ook aan hoe zure regen ontstaat.
14. Welke stoffen ontstaan bij onvolledige verbranding van methaan?
15. Op welke wijze kun je testen of de gasvormige brandstof nog aanwezig is in het fornuis?
16. Leg uit waarom trips tijdens het opstarten moeten worden overbrugd?



17. Hoe werkt de overbrugging met de afvalvertraging van bovenstaand figuur?

18. Wat is purgelucht?

19. Wat is een lockout?

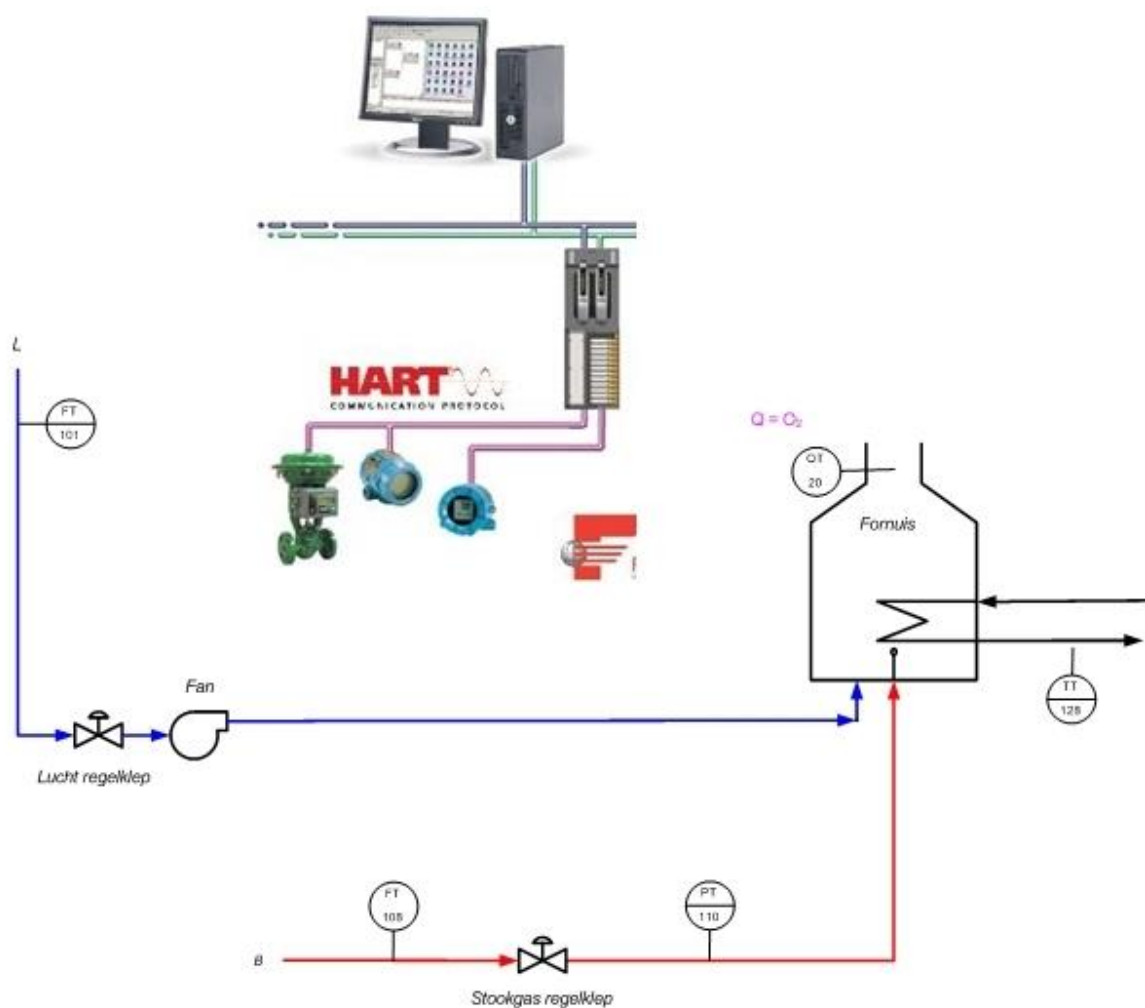


20. Welke werkingsrichting hebben de regelaars in bovenstaand figuur?
21. Leg in stappen uit hoe de regeling werkt indien de doorzet verlaagd wordt?
22. De lucht regelklep is met lamellen uitgevoerd. Zoek op hoe deze kleppen werken.
23. Leg uit wat er regeltechnisch gebeurt indien de verhouding lucht-brandstof toeneemt.
24. Op welke wijze zou je de verhouding lucht-brandstof in dit systeem zichtbaar kunnen maken? Vul aan in het P&ID van bovenstaand figuur.
25. Leg uit hoe een zuurstofsensor werkt. Je kan dat vinden op internet.
26. Geef de reactievergelijking van de verbranding van propaan (C_3H_8) met zuurstof. Hoeveel liter lucht heb je nodig (stoichiometrisch) voor de verbranding van 1 liter propaan?
27. Indien de calorische waarde van het stookgas wordt vergroot, hoe vangt dit systeem dit regeltechnisch op?

Hoofdstuk 17 Distributed control system (DCS)

1. Wat is het voordeel van digitale devices t.o.v. analoge devices?
2. Zoek uit welke voordelen HART biedt boven conventionele analoge transmitter.
3. Wat is het verschil tussen een LAN en WAN?
4. Wat versta je onder sample rate?
5. Naar welke binaire waarde wordt een analoog signaal van 55% omgezet bij een 14 bits AD conversie?
6. Wat is een GUI?
7. Wat is een DCS en wat zijn de voordelen ervan?
8. Wat is 'control in the field'?
9. Hoe is het data verkeer geregeld bij digitale gegevensuitwisseling?

Hoofdstuk 18 Het fornuis in DCS



1. Hoeveel inputs heeft bovenstaand DCS?
2. Hoeveel outputs heeft bovenstaand DCS?