

Flyball governor fra 1788

Kompendium af Valle thorø

Rettelser eller tilføjelser modtages gerne.



Styring / Regulering.

I industrien og især i procesindustrien ønskes styr på det, man har med at gøre. Vi er i Vesten for dyre i drift, så derfor indfører automatisering i vore industriprocesser til at styre og regulere. Der bruges følere til at måle på procesvariable, temperatur, omdrejningstal osv.

Tidligere brugte man mennesker til at iagttage, og gribe ind, men vi er for dyre i drift.

Derfor er der udviklet en mængde udstyr til automatisk styring og regulering.

Styring.:

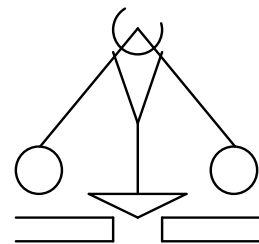
Man indstiller en variabel, fx temperaturen på komfuret, og tror så, temperaturen i gryden bliver som man ønsker. Eller man tænder lidt for vandet til springvandet, uden at tjekke, om der nu også kommer det vand, man ønsker.

Regulering.

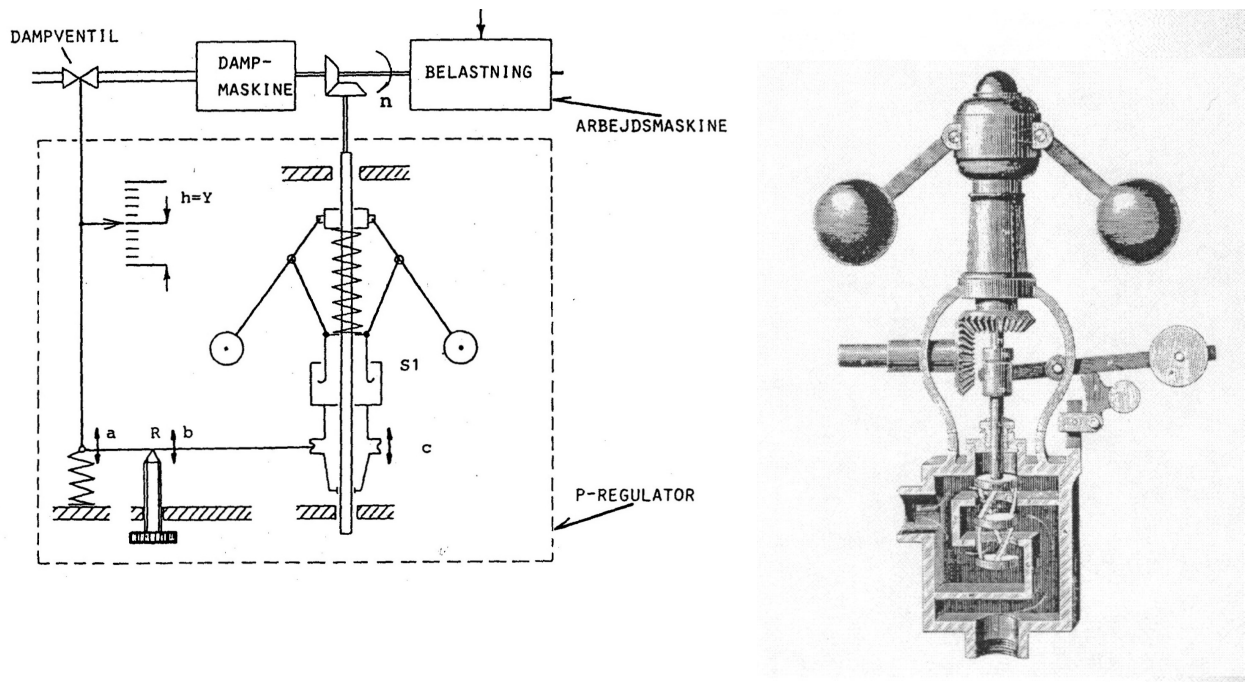
Ved regulering er der tale om alle de processer, hvor der iagttages, om udfaldet også bliver som man ønsker. Og ud fra udfaldet efter-indstilles. Dvs. en iagttagelse og en handling få grundlag heraf.

En autopilot til biler er et eksempel. Når den slås til, måler den bilens hastighed, giver efterfølgende den mængde gas, der er nødvendig for at holde hastigheden, uanset af, om det går op eller ned ad bakke.

En gammeldags regulator havde kugle-lodder på ængende stænger. Når der kom omløb i aksen, blev kuglerne slynget udad, og opad, og herved blev der trukket i en ventil, der fx lukkede for gennemløbet. Dvs, der indstillede sig en ligevægt.



På billede ser det således ud :

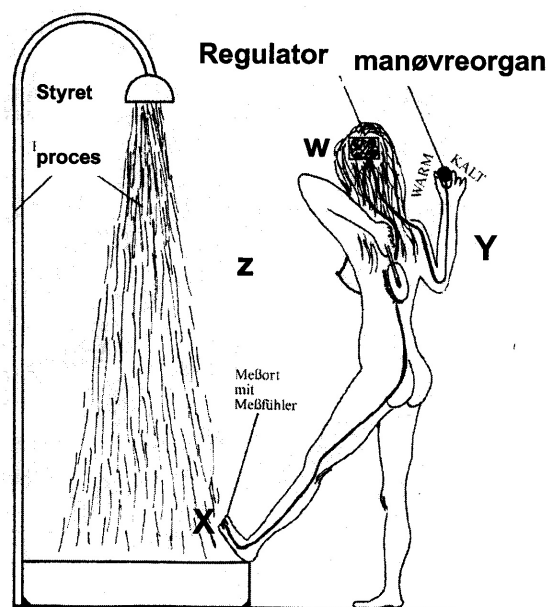


I dag er det computere, fx Programable Logic Controllere, PLC'ere der måler og ifølge et program styrer / regulerer processen.

En manuel proces – regulering kunne være en person der er i bad. En tå registrerer temperaturen, Reguleringen er i hovedet, manøvreorganet er hånden, der justerer mængden af koldt og varmt vand.

I reguleringen er der næsten altid et problem med tiden. Der går relativt lang tid fra der er drejet på håndtaget, til der kan måles en ændring på vandet. Der er en lang slange, hvori den nye vandtemperatur skal komme frem.

Denne tidsforsinkelse er altid et problem i regulering.



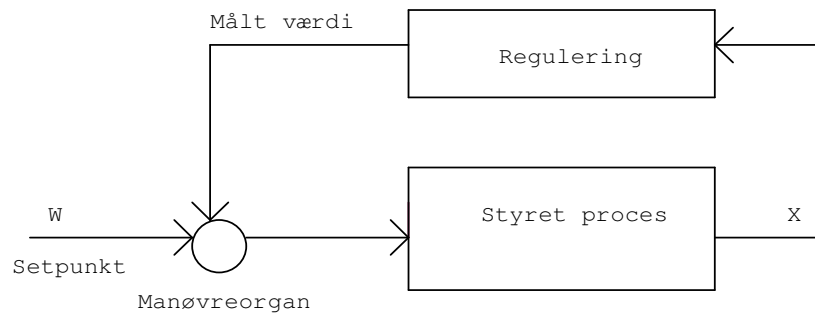
Reguleringsløjfe:



En indstillet procesværdi- eller setpunkt - er udgangspunktet. Der hersker lidt forvirring i forskellige lærebøger, om der gås ud fra procesværdier eller fra setpunktet. Ligeledes er der problemer med fortegnsvirring på signaler.

Eks. Rumopvarmning.

En rumopvarmningsreguleringssøjle kan tegnes som følgende:



På en setpunktsindstiller, fx et potmeter, indstilles en spænding, der ledes til en styring af en flowregulator for det varme vand, der løber frem til radiatorerne. Ventilen kan indstilles trinløst. Vandventilen åbnes i starten meget, men efterhånden som den ønskede temperatur er opnået, reguleres flowet ned. Dvs. at der indstilles en spænding, svarende til en åbning i ventilen, svarende til en bestemt mængde varmt vand frem til radiatoren. Svarende til en ønsket temperatur.

Når man har fundet den rette indstilling, er der den rette temperatur i rummet. Der tilføres samme energimængde til rummet som der forsvinder ud gennem væggene og loftet. Der er ligevægt.

MEN, der sker jo at der er omslag i vejret, fx bliver det koldere ude. Derfor er der behov for mere varme. Der forsvinder mere energi i form af varmetransport gennem væggene og isoleringen.

Dvs. temperaturmåleren måler en lavere temperatur, og der skal tilføres mere varme til radiatoren.

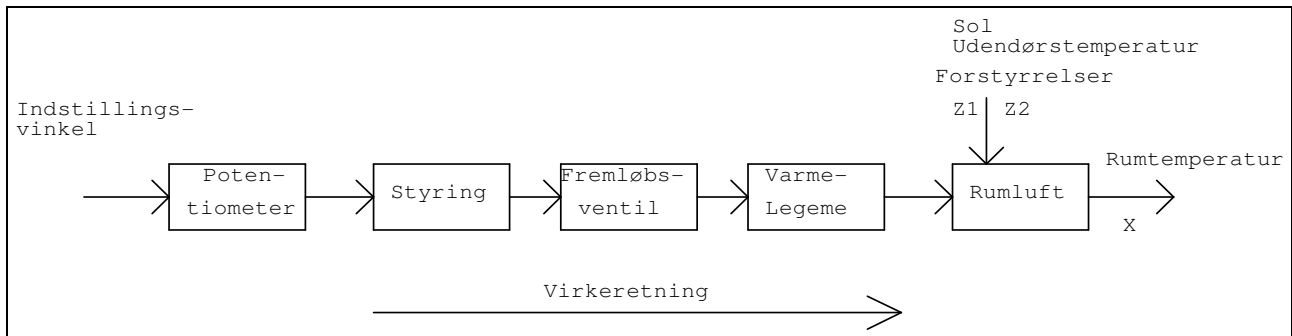
Det sker ikke automatisk i en styring. Men det sker i en regulering. Her vil elektronikken overvåge en variabel, og holde den på et bestemt niveau.

Det indses også, at en ændring på setpunktet ikke øjeblikkeligt vil kunne ændre temperaturen. Der er en dødtid. En tidsforsinkelse. Regnes denne ikke med, vil systemet let gå i sving.

Fx ville en ændring af ønsket temperatur, ændring i setpunkt, få reguleringssystemet til at skrue op på fuld knald. Radiatorerne ville blive meget varme, og når ønsket temperatur bliver nået tilføre rummet ekstra varme, så temperaturen ville blive for høj. Så ville elektronikken skrue helt ned, hvorefter temperaturen efter et stykke tid ville blive for lav – osv.



STYRING / REGULERING



Skemaet viser en styrekæde

Der er en nøje sammenhæng mellem den indstillede vinkel på potentiometeret og temperaturen i rummet. Der er en helt klar virkeretning.

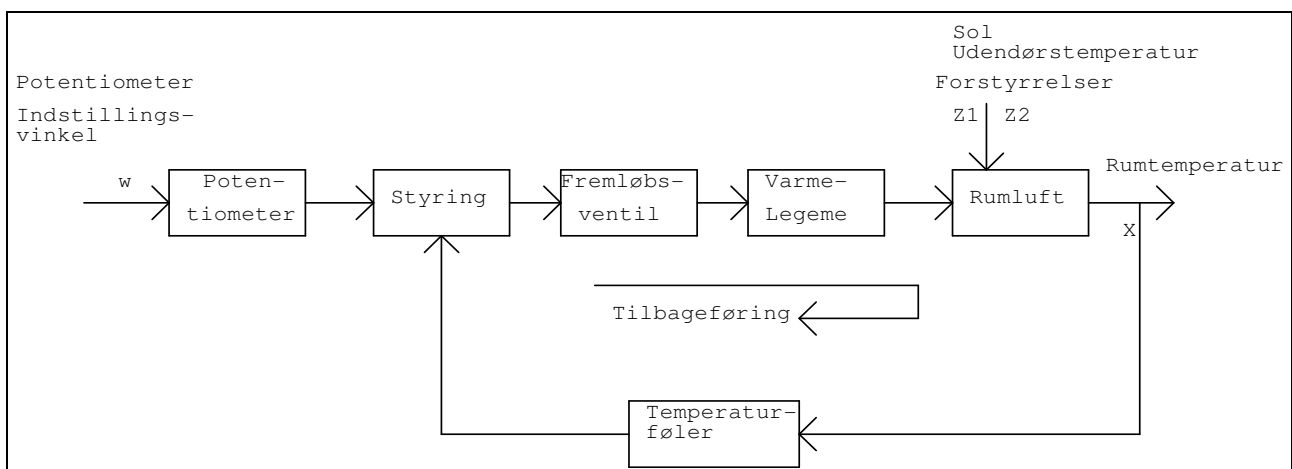
For alle indstillinger af potmeterets setpunkt hører en max rumtemperatur. Men temperaturen afhænger ud over setpunktet også af ydre forhold. Såkaldte forstyrrelser. Solindfald, ændringer i udendørstemperaturer, åbning af vindue osv.

I ovenstående eksempel er der ingen ændring i tilført energi ved ændrede ydre påvirkninger.

Hvis rumtemperaturen skal forblive konstant, også selv om forstyrrelserne ændres, er det nødvendigt hele tiden at måle rumtemperaturen. Rumtemperaturen er den procesvariabel, der ønskes konstant.

Temperaturen måles med en transducer. Det er en enhed, der omformer en fysisk størrelse til en anden. Det kan fx være en spænding.

En transducer er en enhed, der omformer en fysisk størrelse til en anden.

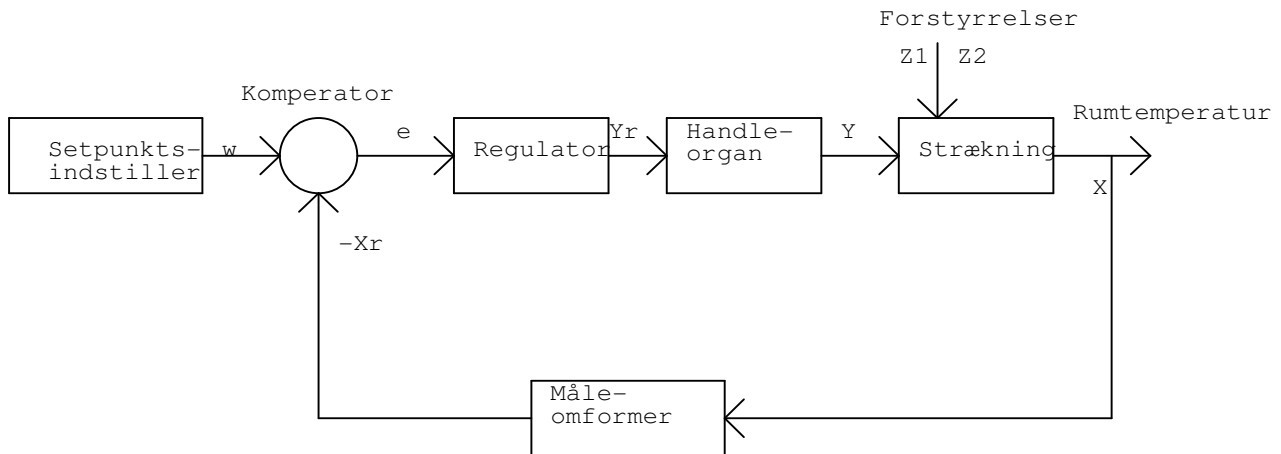


Reguleret varmeanlæg. Sløjfen er lukket.



Denne spænding fra transduceren føres tilbage og sammenlignes med den indstillede setpunktsværdi w , der kommer fra potentiometeret. Hvis rumtemperaturen afviger fra den ønskede temperatur, skal regulatoren gribe ind via et egnet handleorgan for at korrigere energitilførslen.

På blokform ser det ud som flg.:



Hver kasse har en indgang og en udgang. Udgangen er afhængig af indgangen.

Måleudstyret har til opgave at måle procesvariablen (x) og omsætte den til en størrelse, der kan bruges i reguleringssystemet.

Komperatoren sammenligner den tilbageførte, målte værdi med den indstillede, og fastslår reguleringsdifferencens størrelse. (e), Nogle steder også kaldt fejlen, Error. Fejlen findes som forskellen mellem de to værdier.:

Setpunkt (w) minus procesvariabel (x) = reguleringsdifferencen (e)

I eksemplet med rumopvarmningen betyder en positiv reguleringsdifferens (e) at setpunktet er større end procesvariablen, at rumtemperaturen er for lav. Der skal tilføres varme.

- Hvis fejlen er stor, skal handleorganet gribe kraftigt ind
- Hvis fejlen er lille, er et lille indgreb fra handleorganet tilstrækkeligt til at bringe procesvariablen op på den værdi, der ligger tættest på setpunktet.
- Hvis fejlen er 0 eller tæt på 0, er reguleringsstrækningen ”reguleret”. Handleorganet har den rigtige indstilling.

Den strækning, som i reguleringsterminologien kaldes reguleringsstrækningen reagerer ikke straks på en ændring af handleorganet, men i de fleste tilfælde efter et stykke tid. Der er en dødtid. Denne tidsfaktor er altid den der volder besvær ved reguleringsopgaver. Tidsfaktoren skal i



reguleringssystemet udlignes på en sådan måde, at procesvariablen efter en ændring af setpunktet eller en forstyrrelse

- så hurtigt som muligt,
- så nøjagtigt som muligt
- med så lidt udsving som muligt

indstiller sig igen.

Derfor er det nødvendigt at fejlen, eller reguleringsdifferencen ikke påvirker handleorganet direkte, men at der sker en behandling af signalet. I overføringsleddet skal der ske

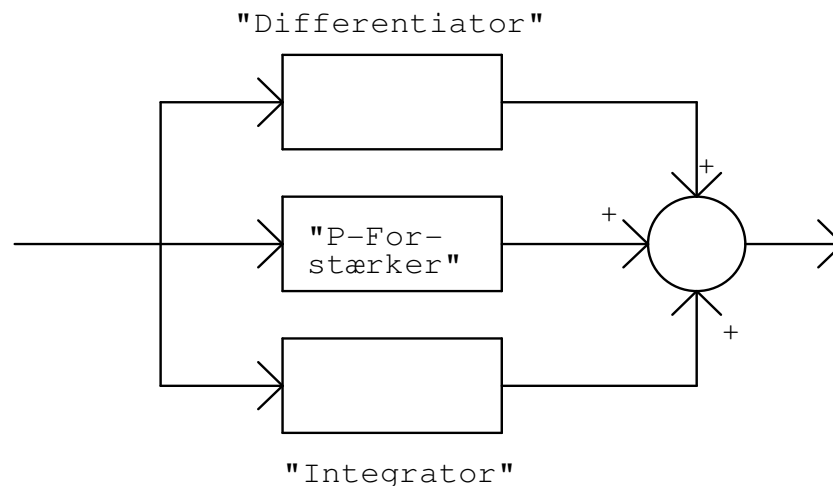
- Et indgreb, der er proportionalt med fejlen
- Et indgreb, der modvirker tidsforsinkelsen på reguleringsstrækningen.

Til dette kan regulatoren indrettes så den reagerer

- Proportionalt på en fejl, dvs forstærker fejlen.
- Differentierer fejlen. Dvs reagerer kraftigt på hurtige ændringer i fejlen
- Integrerer fejlen. Dvs. reagerer også på en lille varig fejl.

Der tales om 3 typer regulerings-måder:

DPI-regulator, med **Differentierende** virkning, **Proportional** virkning, og **Integrerende** virkning.



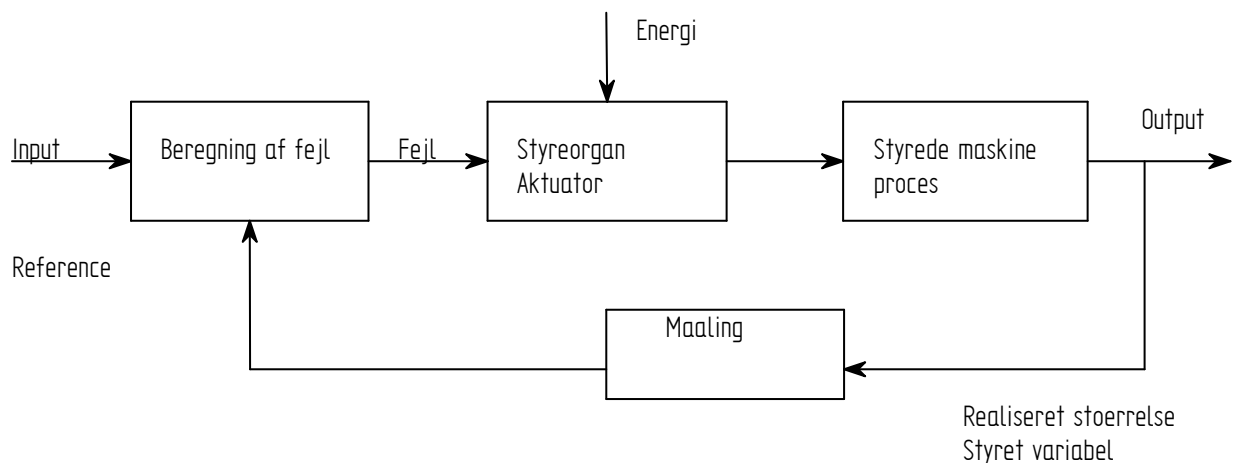
En differentiator ser på det indkomne fejl-signal, og differentierer det. Dvs. ser på hældningen på signalet. Altså er udgangen afhængig af ændringen på indgangens signal. En hurtig ændring fx ved en setpunktsændring eller en pludselig forstyrrelse, vil bidrage til en kraftig, - kortvarig – påvirkning videre i forløbet.



P-forstærkeren er en simpel forstærker. Dvs. et indgangssignal, en spænding, forstærkes et antal gange. Derfor indses også, at der ikke kan være et indgangssignal, der er 0. Dvs. at 0 gange fx 10 gange, er stadig nul. Så for at få processen til at køre, skal der være en **fejl**. Ellers tilføres systemet ikke energi. Fx ville en rumtemperatur så falde.

En integrator integrerer et signal. Dvs. at den ser på arealer under en graf. Hvis der er en fejl, vil den sende et signal ud afhængig af fejlen. Den giver et bidrag til af bortjustere fejlen !

Alle kasser kan justeres i ”virknings-graden.”



Blokdiagram for et styresystem for en maskine

ENERGI-tilførsels - måder

Måden, der (kan) tilføres energi til et system er helt afhængig af situationen.

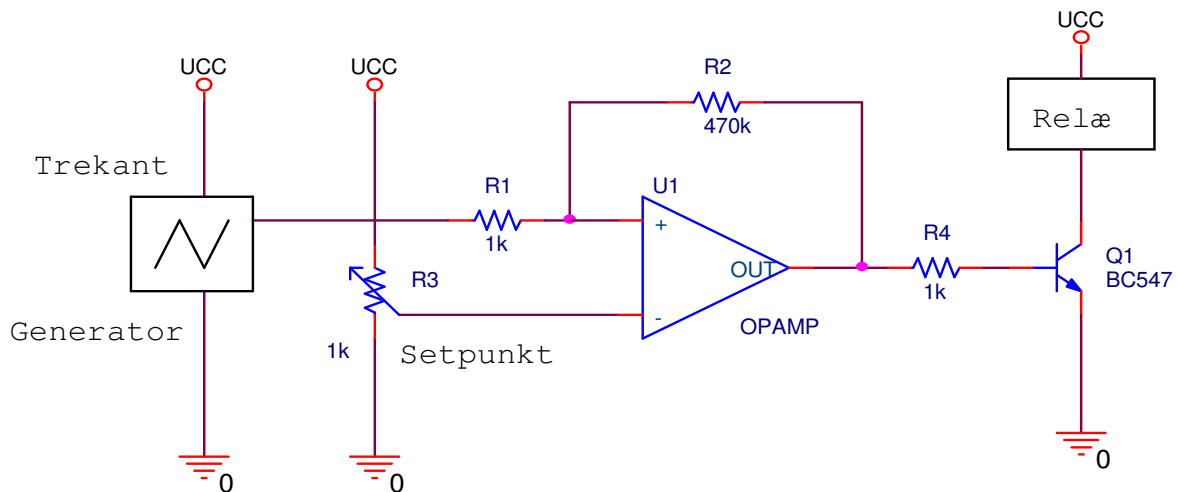
Hvis man fx slukker lyset 1 sek ud af 10 sek, kan man påstå, man har dæmpet lyset 10 %. Men det er jo ikke så heldigt.



Var det fx en varmeovn, ville det være OK. Man tænder og slukker en procentdel af en udvalgt tidsenhed. Også fx 10 sek. Var tidsenheden fx 1 time eller mere, ville der være store udsving i det rum, varmeovnen opvarmer.

ON/OFF styring

Kredsløbseksempel:



Vha. en trekantgenerator kan der frembringes et trekantformet signal, med fx 10 sekunders periodetid, timebase !.

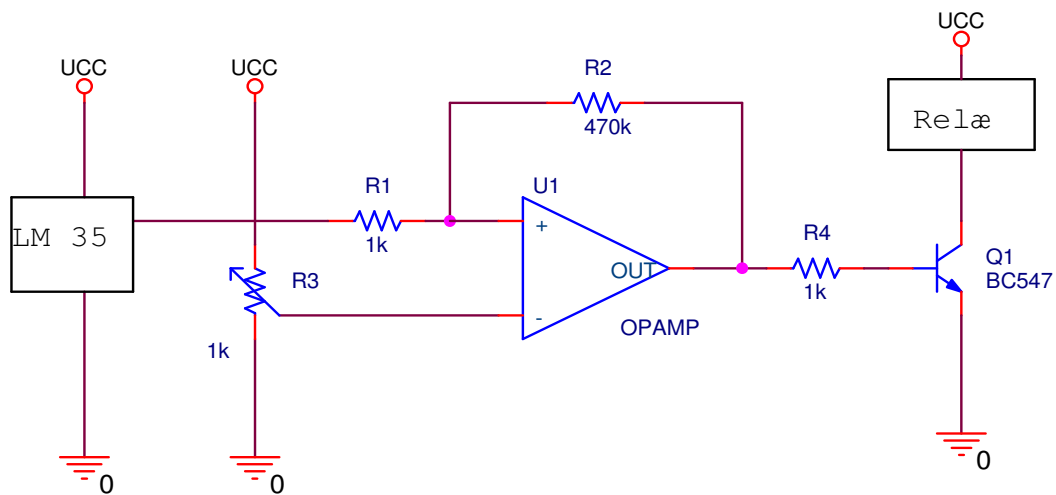
Den spænding, der fremkommer heraf sammenlignes med et setpunkt, og i en procentdel af timebasen tilføres der så energi til systemet. Der er brugt en operationsforstærker koblet som komparator med lidt hysteres. Det er altså afhængig af den indstillede setpunkt hvor meget energi, der føres til systemet. Det vil være OK for en varmeovn.

Det vil ikke gå, hvis man fx satte en magnetventil foran radiatoren og styrede den On / Off. Mængden af vand i bevægelse, der pludselig stoppes, vil ødelægge rørene og rive huset fra hinanden. !!

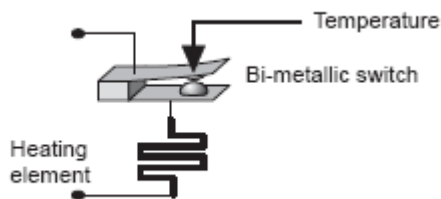
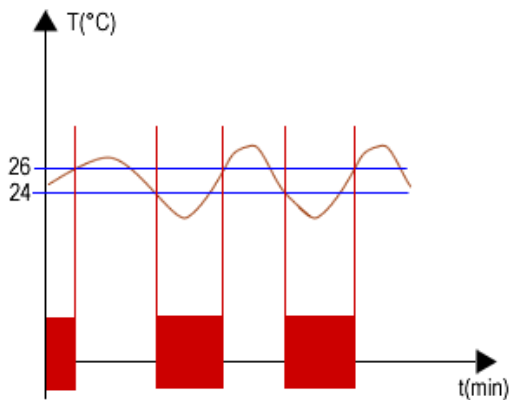
ON /OFF regulering

Her måles en temperatur, og er den fx for høj, slukkes et relæ, der fx giver 230 Volt til en varmeovn. Når der er for koldt, tændes igen.

Der skal bruges en komparator, med lidt hysteres.



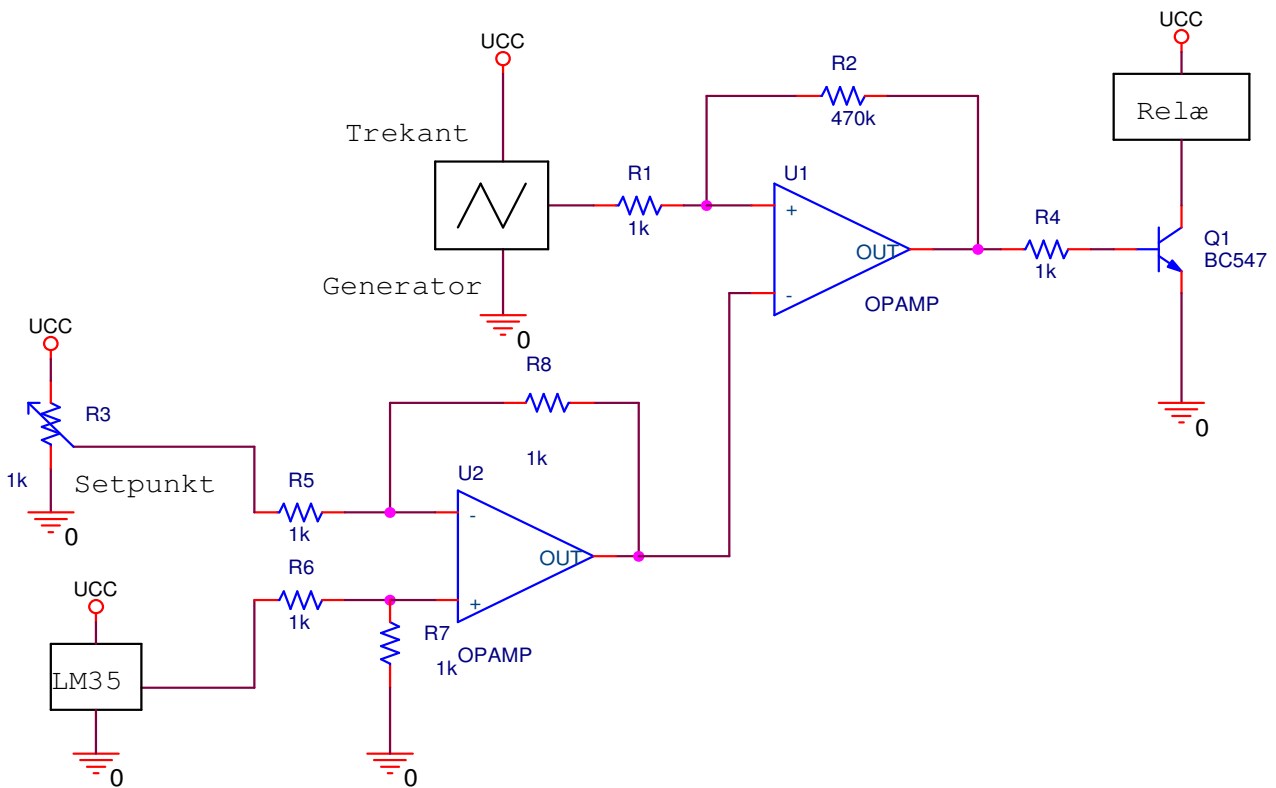
Mange reguleringssløjfer fungerer udmærket med on-off regulatorer. Fx køleanlæg, gas eller oliefyr, ovne osv. Det er i alle tilfælde karakteristisk, at processerne er langsomme, og at man kan tåle at den regulerede størrelse varierer inden for visse grænser.





KONTINUERLIG energitilførsel.

Kredsløbseksempel:



Forklar kredsløbet:

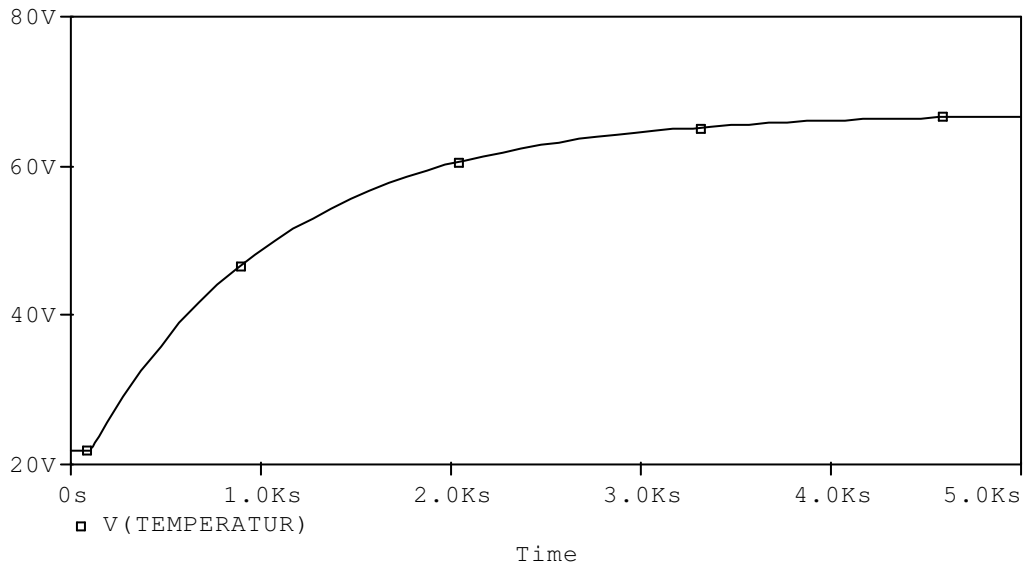
Sværhedsgraden af en regulering.

Pga dødtid, lange reaktionstider osv. På et objekt, man vil regulere, kan ????

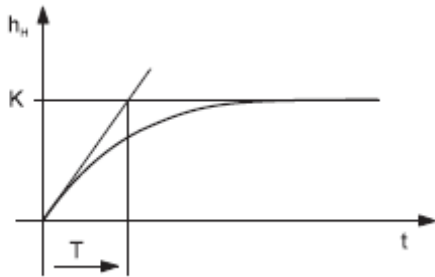
Graf for et system

Step på. Undersøge responset.

For at undersøge et system, sættes et step på, og reaktionen måles / iagttages. Det kan fx dreje sig om en rugekasse. At sætte et step på kan fx være at starte for varmelegemet. Responset er en stigning af temperaturen. Grafen svarer til en opladning af en kondensator. Temperaturen stiger så meget, at der er indtrådt en ligevægt, hvor den tilførte effekt er den samme, som forsvinder ud gennem siderne til omgivelserne.

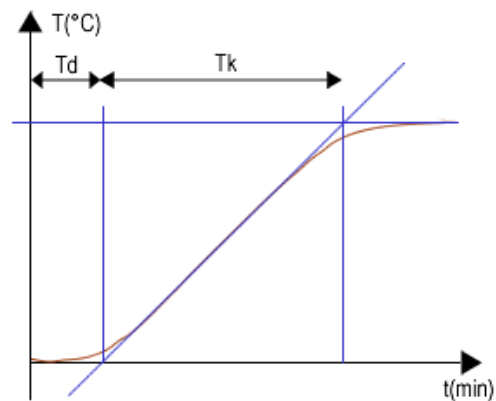


Tidsrespons for et system.



Er der stor masse i varmelegemet, vil der kunne spores en dødtid i processen efter et step er påtrykt. Der går en vis tid, før temperaturen i kassen begynder at stige.

Grafen kan se således ud :



Er opgaven at regulere et system med dødtid, stilles der større krav til udstyret.

Dødtid	T_d	Det tidsrum, der går fra et step, til systemets output begynder at ændre sig. Dødtid stammer ofte fra, at virkningen af en ændring skal overføres en given strækning. Fx som eksemplet med en person i bad. De fleste processer har ingen dødtid.
--------	-------	--



Forsinkelsestiden Delaytime	Tf tu	Den tid, der går fra et systems output har startet en ændring efter et step, til 10 %
Stigetid Risetime	Ts	Tiden fra 10% til 90 % af slutværdien.

Processers regulerbarhed

En proces med stor forsinkelsestid, eller (10 % tiden ??) og lille stigetid er ikke let at regulere. Ændrer indgangs størrelsen til processen sig, sker der i forsinkelsestiden næsten ingen ændring på udgangen. Derfor må regulatoren være langsamarbejdende. Men når der så efter delaytime sker en hurtig ændring i udgangen, og regulatoren er langsom, kan den ikke nå at gribe ind, og udgangen overskrider den ønskede værdi.

Sværhedsgraden kan bestemmes at forholdet mellem delay-time og risetime.

$$Sværhedsgrad = \frac{Delaytime}{Risetime}$$

Følgende skema giver et fingerpeg om en proces's regulerbarhed.:

Sværhedsgrad	Regulerbarhed
0 til 0,1	Meget god
0,1 til 0,2	God
0,2 til 0,4	Kan reguleres
0,4 til 0,8	Vanskelig regulerbar
Over 0,8	Næppe regulerbar

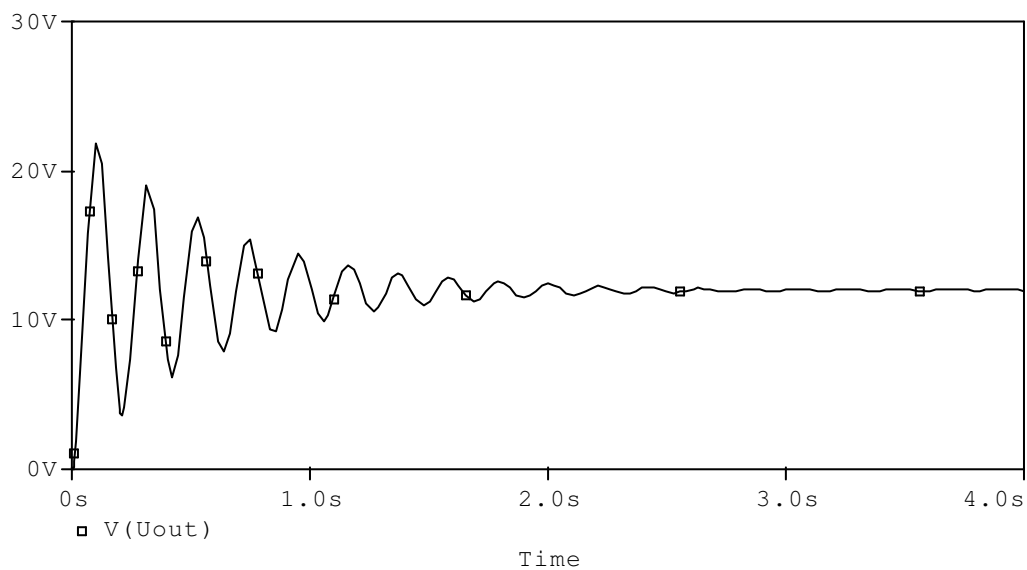
Ordensinddelinger af reguleringsobjekt:

1. orden	<p>Efter et step, vil vil udgangs størrelsen straks begynde at ændre sig med en konstant hældning. Denne hastighed vil aftage efterhånden som udgangs størrelsen nærmer sig sin slutværdi. Som opladning af en kondensator.</p> <p>Tidskonstanten Tau er tiden indtil udgangs størrelsen har ændret sig til 63% af hele ændringen. Tidskonstanter kan være fra få millisek til flere timer.</p> <p>For alle 1. ordenssystemer gælder, at 63,2 % af responsets slutværdi er nået indenfor et tidsrum af tau sekunder efter et step er påtrykket.</p> <p>Matematisk kan systemet beskrives ved en 1. ordens differentilligning.</p> $y(t) = K \cdot x \cdot (1 - e^{-\alpha t})$ <p>X svarer til steppet !</p>
2. orden	<p>Et 2. ordenssystem kan beskrives matematisk ved hjælp af en differentilligning af 2. orden. En sådan er kendetegnet ved, at der i startpunktet er en vandret tangent, og at funktionen har en vendetangent.</p>



	Stepresponset kan nærme sig sin slutværdi ensidigt, eller være oscillatorisk. Dvs. have overshoot, undershoot osv. indtil svingningerne til sidst dør ud. Ligning
Højere orden	Et reguleringsobjekt af højere orden har steprespons sammensat af 1. orden og 2. orden

Et oscillerende system:



Stabilitet:

Såfremt tidsresponset forårsaget af en kortvarig forstyrrelse, evt. en impuls, nærmer sig det oprindelige stationære output, siges systemet at være stabilt. Normalt er det en betingelse, at et system er stabilt, at det ikke går i sving.



Stikord for mere materiale:

Lukket sløjfe, reguleringsløjfe, Closed loop.

Indstille parameter

Tilføre effekt, Måle på det fremkomne resultat

Eks. Person i bad

Tilføre effekt til fx rugekasse

Stor varmeovn ! Kogeplade fra kaffemaskine !

Dødtid

Temp stiger, slår fra, overshoot

Tidsproportional tilførsel

Trekant generator

Komparator

Måle temperatur,

Isolering = påvirkning udefra

Tilført energi = energi, der forsvinder

Kalibrering er også blot at se og registrere. Konstatering af en fejl i et målepunkt.

Risengrød, max 80 grader, ellers koagulerer proteinerne i mælken, og sætter sig som sort ?? på bunden

Graf med dødtid og overshoot, tænd og sluk for varmen.

Jo mindre varmetilførsel, jo mindre overshoot, men jo længere om at stige til 80 grader.

Fx indrette det således, at der skrues ned i takt med at temp i grøden stiger. Dvs. regulere.



4 til 20 mA standard signal.

Skitse. Varmt vand ind i varmeveksler via motorventil, der styres af en reguleringsløjfe,

På tværs i varmeveksleren kommer mælken, og der måles på den mælk, der forlader veksleren.
Temp omsættes til et strøm, 4 mA = 10 grader, 20 mA = 80 grader.

Altså er motorventilen åben 0 % ved 20 mA, 100 % åben ved 4 mA

Proportionalbånd, = forstærkning. P = proportionalitet.

Måleren skal tilpasses det, der skal måles. Og til måleområdet.

Fx 0 til 1600 grader måler ikke god til risengrød.

Hvis 0 til 1600 grader giver 4 til 20 mA, vil ændringen pr grad blive for lille.

16mA / 1600 er for lidt ændring for nogle graders ændring i temp.

For lille signal / støj-forhold.

PID. Bør hedde DPI

Temperaturmåling.

4 – 20 mA

Steprespons

Følere:

Hvis føleren ikke er ideel, fx anbragt lidt fra det, den skal måle i en indkapsling. Træghed også i føleren ! Nærmer sig eksponentielt til rigtige værdi.

T63, hvor lang tid, t63, er et system om at registrere 63 % af det, den skal

PT100, 100 ohm ved 0 grader C. 0,39 ohm / grad C. Problemer med lange kabler med modstand.
Derfor transmitter med strøm, 4 – 20 mA. Eller 0 til 10 V..

Åben sløjfe,

Lukket sløjfe, reguleringsløjfe, Closed Loop.

X	Procesværdi
W	Setpunkt
Z	Ydre påvirkninger
Y	Udgangssignal
Xd	= W - X

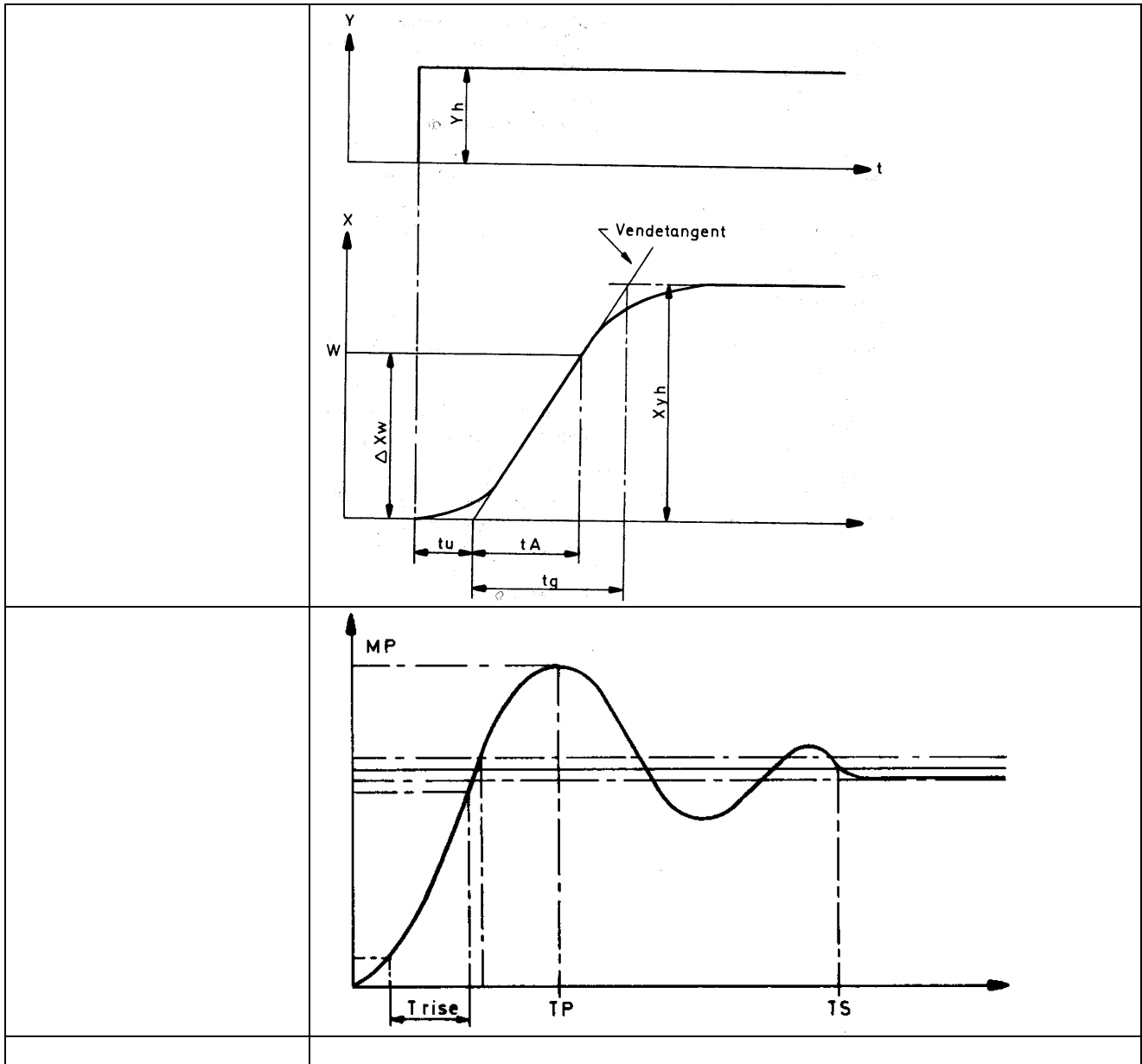


STYRING / REGULERING

Manøvreurorgan

Styret proces

Styring: Kun feed forward, Åben sløjfe

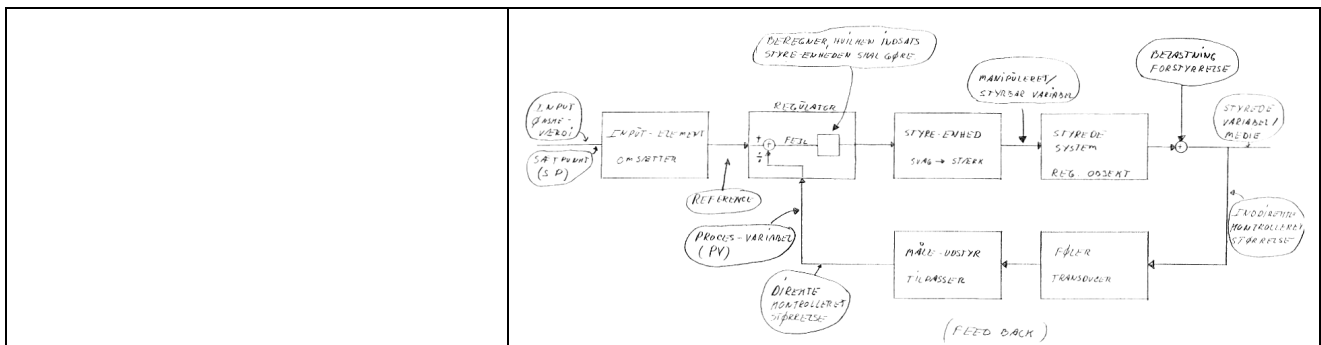
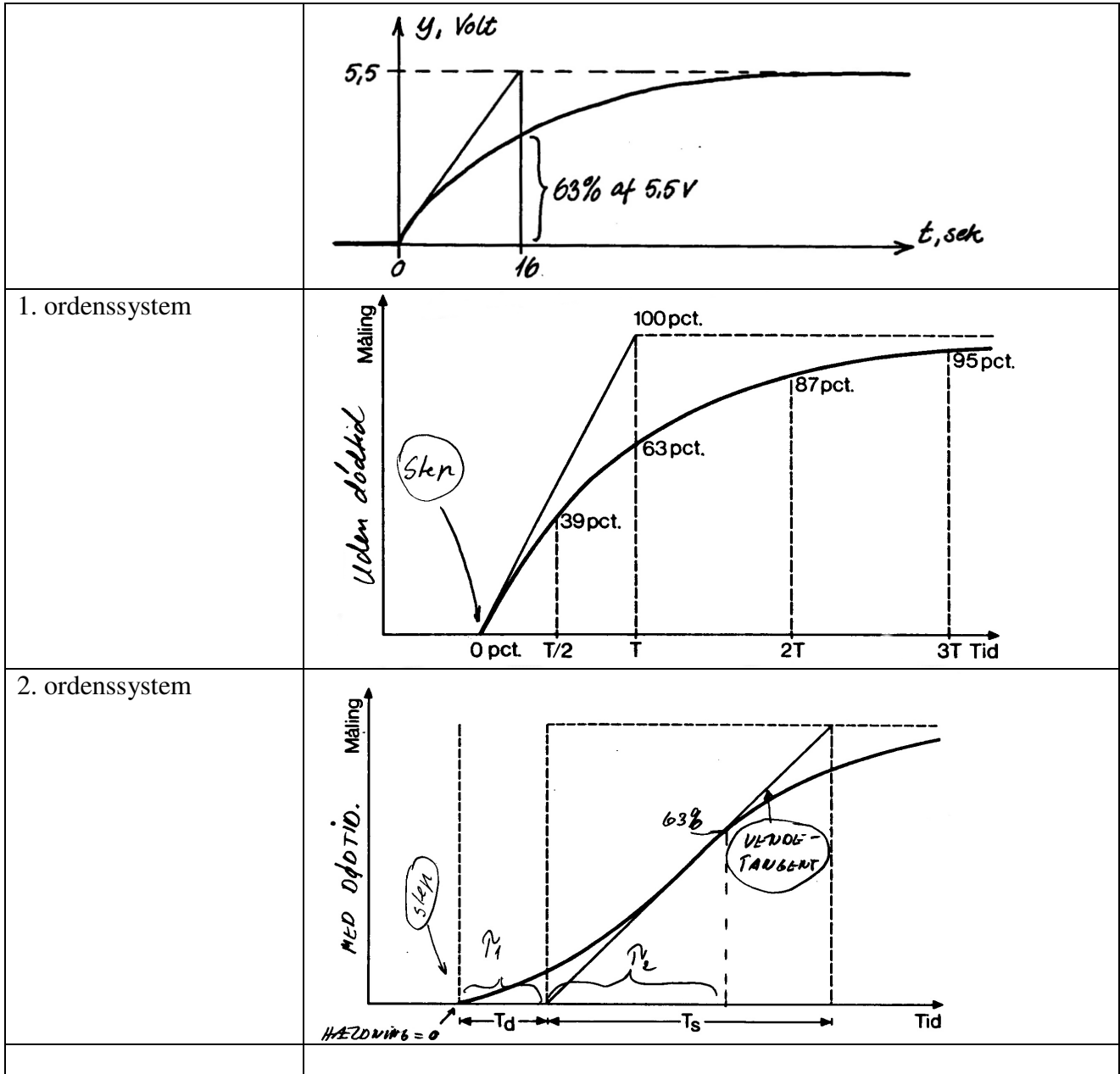




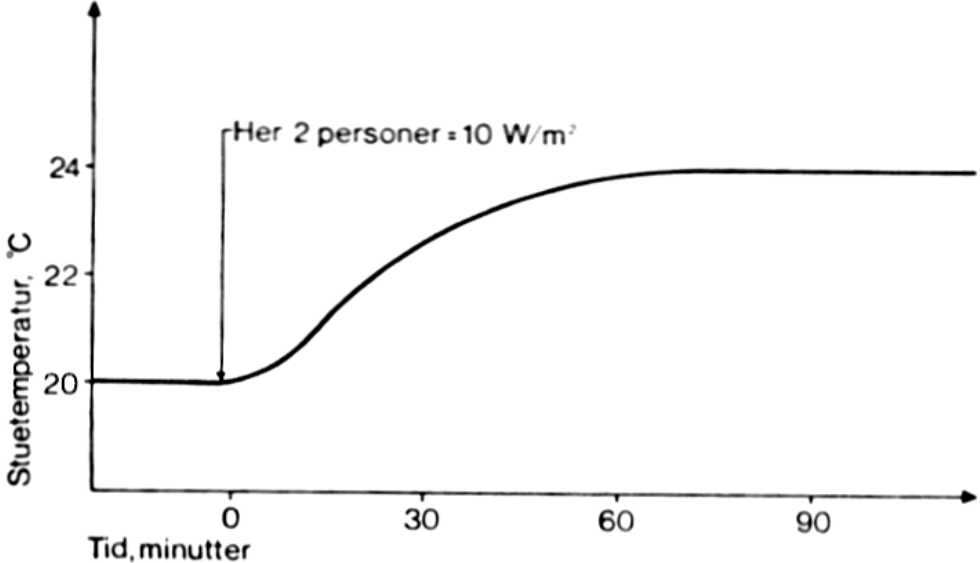
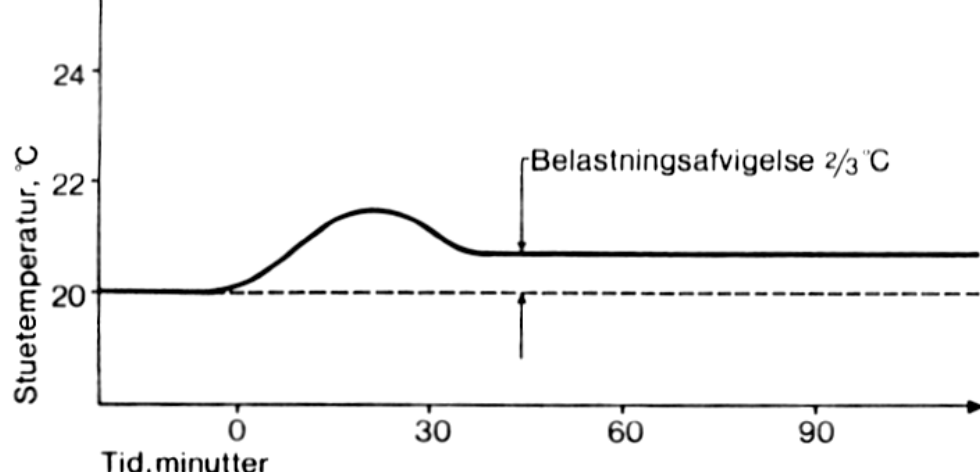
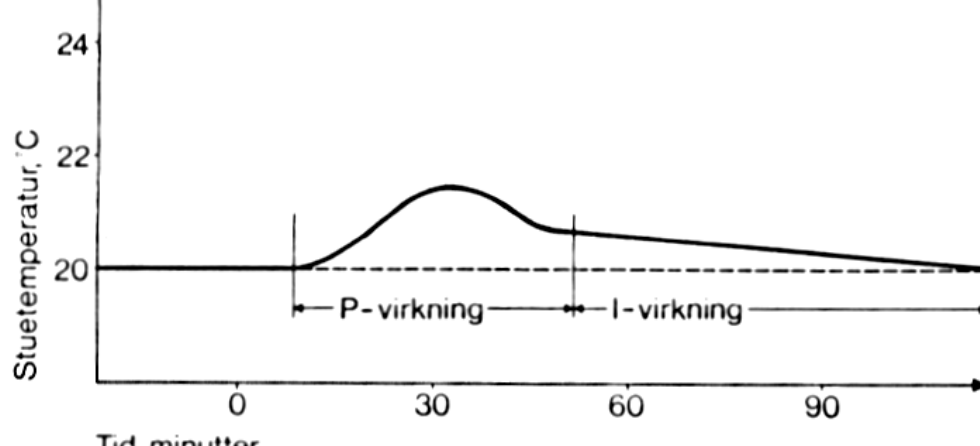
STYRING / REGULERING



STYRING / REGULERING





<p>Temperaturforløb i et rum uden rumtermostat efter en pludselig ændring af personbelastningen</p>	
<p>Temperaturforløb i et rum med rumtermostat efter en pludselig ændring af personbelastningen.</p>	
<p>Temperaturforløb i et rum med PI regulering af rumtemperaturen efter en pludselig ændring af personbelastningen.</p>	



Nyt. Notater: ustabil system: Taske på cykelstyr