

1. UDGAVE JAN. 1967

DANSK INGENIØRFORENINGS
ALMINDELIGE BETINGELSER FOR UDFØRELSE AF

AUTOMATISKE REGULERINGSSYSTEMER



EFTERTRYK FORBUDT

TEKNISK FORLAG
KØBENHAVN

INDHOLD

Forord	side 4
A. Indledning	5
B. Terminologi	6
C. Regulator typer	15
D. Apparatenheder	19
E. Almindelige leveringsbetingelser	20
F. Tilbud	23
G. Udførelse af anlæg	24

© DANSK INGENIØRFORENING 1967

FORORD

Det af Dansk Ingeniørforening i 1958 nedsatte udvalg til udarbejdelse af betingelser for udførelse af ventilationsanlæg har i forbindelse med nævnte arbejde fundet det formålstjenligt at udarbejde nedenstående tekniske betingelser for udførelse af reguleringssystemer ved såvel varme- som ventilationsanlæg.

Betingelserne er at betragte som et supplement til kapitel 2 i »Almindelige betingelser for udførelse af varmeanlæg« respektive »Almindelige betingelser for udførelse af lufttekniske anlæg«*), medens der for de generelle bestemmelser vedkommende henvises til de respektive betingelsers kapitel 1.

Betingelserne er udarbejdet af et arbejdsudvalg bestående af:

Underdirektør, ingeniør M af I, Folmer Bregning.

Civilingeniør M. Drost Larsen.

Professor, civilingeniør Vagn Korsgaard.

Civilingeniørerne Poul Gunst-Hansen og Ole Wagner (sekretærer)

efter retningslinier givet af ventilationsudvalget bestående af:

Civilingeniør H. Peschard-Hansen (formand for udvalget).

Professor, dr. techn. N. F. Bisgaard.

Direktør, civilingeniør N. E. Hertel.

Civilingeniør, dr. phil. Poul W. Marke.

Docent, civilingeniør Jørgen Petersen.

Direktør, civilingeniør S. T. Westenholtz.

Betingelserne er godkendt af Dansk Ingeniørforening den 13. januar 1966.

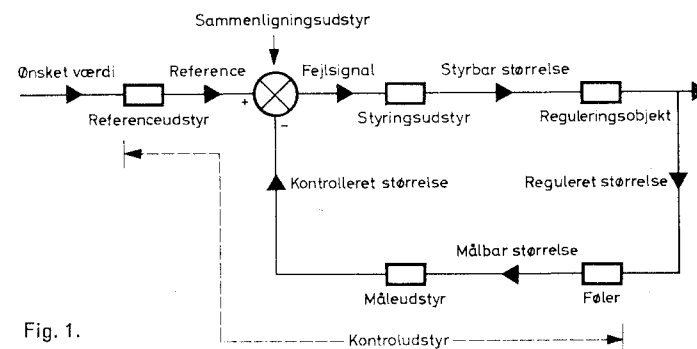
*) Er under udarbejdelse.

A. INDLEDNING

Nærværende leveringsbetingelser er i første række udarbejdet med henblik på automatiske reguleringsanlæg for varme- og ventilationsanlæg. Udvalget har fundet det formålstjenligt foruden de egentlige leveringsbetingelser at give en kortfattet beskrivelse af et reguleringssystems virkemåde samt givet et forslag til en udførlig terminologi, der er nødvendig for på entydig måde at kunne beskrive et reguleringsanlægs opbygning og virkemåde. I det omfang, det har været udvalget muligt præcist at fastslå de i engelsksprogede lande samt på tysk og fransk anvendte tilsvarende udtryk, er disse anført.

I de engelsksprogede lande benyttes betegnelsen kontrol i stedet for regulering, og denne terminologi er almindelig accepteret her i landet af elektro- og servoteknikere. Udvalget har imidlertid ment det rigtigt at holde fast ved den hidtil af varme- og ventilationsteknikken benyttede betegnelse, regulering, blandt andet ud fra den betragtning, at ordet kontrol, i hvert fald oprindelig, står for den mere passive handling, der alene består i at overvåge, kontrollere, om visse krav opfyldes. Regulering derimod indbefatter den mere aktive handling, en styring, som består i, at der gribes ind i systemet og foretages sådanne ændringer, som er nødvendige, for at de stillede krav bliver opfyldt. Et reguleringssystem kan følgelig betragtes som et kontrolsystem sammenbygget med et styringssystem på en sådan måde, at de tilsammen danner et kredsløb.

I overensstemmelse hermed kan en definition på et reguleringssystem illustreres med et blokdiagram som fig. 1 og formuleres således:



Et reguleringssystem er et system, i hvilket værdien af den regulerede størrelse, eller en deraf afhængig størrelse, kontrolleres, d. v. s. sammenlignes med den ønskede værdi, og en korrektion udføres afhængig af den regulerede størrelses afvigelse fra den ønskede værdi på en sådan måde, at afvigelsen bliver mindre; respektivt holdt indenfor visse grænser.

B. TERMINOLOGI

0.1 Styringsystem
E: Control circuit
T: Steuerkreis
F: Circuit de commande

Et styringsystem er et åbent system, hvori udgangsstørrelsen styres af en af udgangsstørrelsen uafhængig indgangsstørrelse.

0.2 Reguleringsystem
E: Control system
T: Regelkreis
F: Circuit de réglage

Et reguleringsystem er et lukket system, i hvilket værdien af den regulerede størrelse sammenlignes med den ønskede værdi, og en korrektion udføres således, at afvigelsen bliver mindre.

1. Reguleringskredsløbet

1.010 Reguleringsobjekt
E: Controlled system
T: Regelstrecke
F: Installation réglée

Den del af reguleringsystemet, hvor den regulerede størrelse påvirkes af den styrbare størrelse (styrbare størrelse se pkt. 1.130).

1.020 Reguleringsudstyr el. regulator
E: Regulator
T: Regler
F: Regulateur

Det samlede reguleringsystem med undtagelse af reguleringsobjektet.

1.030 Reguleret størrelse
E: Controlled condition
T: Regelgrösse
F: Grandeur réglée

Den fysiske størrelse, som man primært er interesseret i at holde på en ønsket værdi ved hjælp af reguleringsudstyret.

1.031 Middelværdi
E: Mean value
T: Mittelwert
F: Valeur moyenne

Middelværdien af den regulerede størrelse taget over et passende tidsrum.

1.032 Øjebliksværdi
E: Momentary value
T: Istwert
F: Valeur instantanée

Den regulerede størrelses værdi i det givne øjeblik.

1.040 Kontroludstyr
E: Reference input elements
+ summing points
+ feedback elements
T: Vergleichler
+ Summierungspunkt
+ Rückführungsorgan
F: Organes comparateurs
+ point de sommation
+ organes de reaction

1.041 Føler
E: Sensor
T: Fühler
F: Détecteur

1.042 Måleudstyr*)
E: Feedback elements
÷ sensor
T: Rückführungsorgane
÷ Fühler
F: Organes de reaction
÷ détecteur

1.043 Referenceudstyr
E: Director
T: Sollwertesteller
F: Poste directeur

1.044 Sammenligningsudstyr
E: Comparing element
T: Vergleichsorgan
F: Organe comparateur

1.050 Målbar størrelse
E: Measureable quantity
T: Messbare Grösse
F: Grandeur mesurable

1.060 Kontrolleret størrelse
E: Measured feedback
T: Gemessene Rückkopplung
F: Reaction mesurée

*) De på det regulerede anlæg særskilt placerede termometre, hygrometre m. m. benævnes under ét: »Måleinstrumenter«.

Den del af reguleringsudstyret, som kontrollerer den regulerede størrelses værdi.

Kontroludstyret kan opdeles i føler, måleudstyr og referenceudstyr, der ofte vil være sammenbygget i en fælles apparatenhed, der ved temperaturregulering benævnes termostat, ved fugtighedsregulering, hygrometere og ved trykregulering, pressostat.

Den del af kontroludstyret, der føler den regulerede størrelses værdi og omsætter den regulerede størrelse til en målbar størrelse, (målbar størrelse se pkt. 1.050).

Den del af kontroludstyret, der måler den målbare størrelses værdi og omsætter den målbare størrelse til en fysisk størrelse, kontrolleret størrelse, som referencen kan sammenlignes med (kontrolleret størrelse, se pkt. 1.060).

Den del af kontroludstyret, der omsætter den indstillede værdi til en fysisk størrelse, hvormed den kontrollerede størrelse kan sammenlignes.

Den del af kontroludstyret, der ved addition og/eller subtraktion af signaler fra måle- og referenceudstyret danner fejlsignalet.

Den fysiske størrelse i føleren, som benyttes til at måle værdien af den regulerede størrelse.

Den fysiske størrelse, hvis værdi kontrolleres ved sammenligning med referencens værdi.

1.070 Indstillet værdi E: Set value T: Sollwert F: Valeur de consigne	Den værdi på skalaen, som reguleringsudstyret indstilles på.	1.123 Forstærker E: Amplifier T: Verstärker F: Amplificateur	Apparat med ydre energikilde, som giver en udgangsstørrelse i funktionel afhængighed af indgangsstørrelsen og med en større effekt end denne.
1.080 Ønsket værdi E: Desired value T: Aufgabewert F: Valeur prescrite	Den værdi af den regulerede størrelse, man ønsker, reguleringsudstyret skal holde.	1.130 Styrbar størrelse E: Manipulated variable T: Stellgröße F: Grandeur réglante	Den størrelse i reguleringsobjektet, der benyttes til at ændre den regulerede størrelses værdi.
1.090 Reference E: Reference input T: Bezugseingang F: Entrée de référence	Et af den indstillede værdi afhængigt signal med hvilket det tilbageførte signal (kontrolleret størrelse) sammenlignes.	2. Styringsformer	
1.100 Fejl E: Error T: Regelabweichung F: Écart de réglage	Forskel mellem ønsket værdi og den regulerede størrelses værdi.	2.1 Kontinuert styring E: Continuous controller action T: Kontinuierliche Reglerwirkung F: Action permanente du régulateur	Styringsform, hvor styreorganets stilling varierer kontinuert med fejlsignalet.
1.110 Fejlsignal E: Errorsignal T: Signal der Regelabweichung F: Signal d'écart de réglage	Forskel mellem reference og kontrolleret størrelses værdi (angives ofte i den regulerede størrelses måleenhed).	2.11 Lineær styring E: Linear controller action T: Linearische Reglerwirkung F: Action linéaire du régulateur	Kontinuert styring, hvor sammenhængen mellem styreorganets stilling og fejlsignalet kan udtrykkes ved en lineær differentiallyigning med konstante koefficienter. Alle andre styringer benævnes ulineære.
1.120 Styringsudstyret E: Correcting unit T: Stellwerk F: Élément final motorisé	Den del af reguleringsudstyret, der styrer den styrbare størrelse på grundlag af fejlen (fejlsignalet).	2.12 Proportionalstyring (P-styring) E: Proportional control T: P-Steuerung F: Commande proportionnelle	Lineær styring, hvor en ændring af fejlsignalet bevirker en dermed proportional ændring af styreorganets stilling. Heraf følger, at der til et givet fejlsignal svarer en bestemt stilling af styreorganet.
1.121 Manøvreorgan E: Motor element T: Stellmotor F: Organe moteur	Styringsudstyret kan normalt opdeles i manøvreorgan og styreorgan samt ved nogle systemer med hjælpekraft, forstærker. I nogle tilfælde vil manøvreorgan og styreorgan være sammenbygget, f. eks. ved motorventiler.	2.13 Integralstyring (I-styring) E: Integral control T: I-Steuerung F: Commande par integration	Lineær styring, hvor et vist fejlsignal bevirker, at styreorganet bevæges med en dermed proportional hastighed. Heraf følger, at styreorganet kun er i ro, når fejlen er 0.
1.122 Styreorgan E: Correcting element T: Stellglied F: Organe de réglage	Den del af styringsudstyret, der påvirker den styrbare størrelse.	2.14 Derivatstyring (D-styring) E: Derivative control T: D-Steuerung F: Commande par derivation	Lineær styring, hvor en given ændringshastighed af fejlsignalet bevirker en dermed proportional ændring af styreorganets stilling. Derivatstyring kan ikke anvendes alene.

<p>2.15 Kombinationsstyring E: Combination control T: Kombinierte Steuerung F: Commande composé</p>	<p>Styringsform, der er en kombination af to eller flere af ovennævnte styringsformer. Kombination af P- og I-styring kaldes PI-styring. Kombination af P- og D-styring kaldes PD-styring. Kombination af P-, I- og D-styring kaldes PID-styring.</p>	<p>3. Reguleringsformer</p> <p>4. Karakteristiske begreber</p>	<p>Reguleringsformerne betegnes og defineres analogt med styringsformerne.</p>
<p>2.2 Diskontinuert styring E: Discontinuus controller action T: Unstetige Reglerwirkung F: Action discontinue de régulateur</p>	<p>Enhver ikke kontinuert styringsform.</p>	<p>4.01 Egendifferens E: Differential gap T: Differentialbereich F: Intervalle différentiel</p>	<p>Intervaller mellem de værdier af den regulerede størrelse, som får styreorganet til at bevæge sig ved tostillingsstyring.</p>
<p>2.21 Tostillingsstyring E: On-off control T: Zweipunkt Steuerung F: Action par tout ou rien</p>	<p>Diskontinuert styring, hvor styringsudstyret indeholder et element, hvis udgangsstørrelse kun kan antage to værdier. Den ene værdi antages, når fejlsignalet er over en vis positiv værdi, den anden, når fejlsignalet er under en vis negativ værdi. (Intervaller mellem disse værdier benævnes egendifferencen).</p>	<p>4.02 Pendling E: Hunting T: Pendelung F: Pompage</p>	<p>Periodiske variationer af den regulerede størrelses øjebliksværdi ved fastholdt reference.</p>
<p>2.22 Flerstillingsstyring E: Multiposition controller action T: Mehrpunkt Steuerung F: Action a echelons multiples</p>	<p>Diskontinuert styring, hvor styringsudstyret indeholder et element, hvis udgangsstørrelse kun kan antage et endeligt antal værdier større end to.</p>	<p>4.03 Neutral zone E: Dead zone T: Tote Zone F: Zone morte</p>	<p>Det interval af den regulerede størrelse, hvor styreorganet ved flydende styring er i ro.</p>
<p>2.221 Flydende styring E: Floating control T: Astatiche Wirkung F: Action flottante</p>	<p>Flerstillingsstyring, hvor styreorganet bevæger sig med en af fejlsignalet uafhængig fart mod sin ene yderstilling, når fejlsignalet er over en vis positiv værdi og mod sin anden yderstilling, når fejlsignalet er under en vis negativ værdi. I intervallet mellem disse værdier (den neutrale zone) er styreorganet i ro.</p>	<p>4.04 Proportionalbånd E: Proportional band T: P-Bereich F: Zone proportionelle</p>	<p>Den ændring af den regulerede størrelses værdi, som skal til for at styreorganet ved proportionalstyring skal bevæge sig fra den ene yderstilling til den anden.</p>
		<p>4.05 Belastningsafvigelse E: Offset T: P-Abweichung F: Ecart résiduel permanent</p>	<p>Den ændring af den regulerede størrelses middelværdi, som skyldes en blivende belastningsændring ved proportionalregulering.</p>
		<p>4.06 Indsvingningsforløb E: Transient T: Vorübergehende Abweichung F: Ecart transitoire</p>	<p>Det tidsmæssige forløb af et elements eller et systems udgangsstørrelse ved overgang fra en stationær tilstand til en anden.</p>
		<p>4.07 Springgengivelse E: Step-forced response T: Sprungantwort F: Réponse de pas</p>	<p>Indsvingningsforløb, når indgangsstørrelsen påvirkes med et spring (se fig. 2).</p>
		<p>4.08 Slutværdi E: Final value T: Endwert F: Valeur finale</p>	<p>Den værdi, udgangsstørrelsen vil antage, når systemet er faldet til ro.</p>

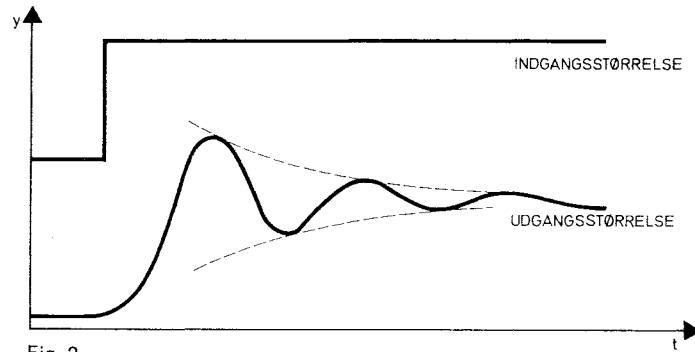


Fig. 2.

4.09 Indsvingningstid

- E: Settling time $p\%$
- T: Erholungszeit $p\%$
- F: Temps de récupération $p\%$

Den tid, det tager, før udsvingene omkring slutværdien er under $p\%$ af ændringen af slutværdien (i almindelighed anvendes $p = 10$).

4.10 Reaktionsstid

- E: Response time 90%
- T: Reaktionszeit 90%
- F: Temps de réponse 90%

Den tid, det tager et indsvingningsforløb første gang at nå 90% af ændringen af slutværdien (se fig. 3).

4.11 Tidskonstant

- E: Time constant
- T: Zeitkonstante
- F: Constante de temps

Den tid, det tager udgangsstørrelsen at nå $63,3\%$ af slutværdien, når indsvingningsforløbet har det på fig. 4 viste forløb.

4.12 Dødtid

- E: Dead time el. distance velocity lag
- T: Totzeit
- F: Temps morte

Den tid, der går fra der sker en pludselig ændring i indgangsstørrelsen, til den begynder at vise sig som en ændring i udgangsstørrelsen (se fig. 5).

4.13 Totalforsinkelse

- E: Total responstime of the control system
- T: Totale Reaktionszeit des Regelkreises
- F: Temps de response du circuit de réglage

Reaktionsstiden for hele reguleringskredsløbet.

4.14 Proportional-faktor

- E: Proportionality factor
- T: Proportionalitätsfaktor
- F: Coefficient de proportionalité

Forholdet mellem ændringen af styreorganets stilling og den tilsvarende ændring af fejlen ved proportionalstyring.

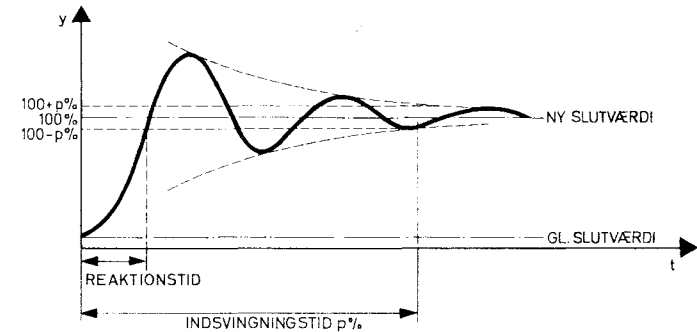


Fig. 3.

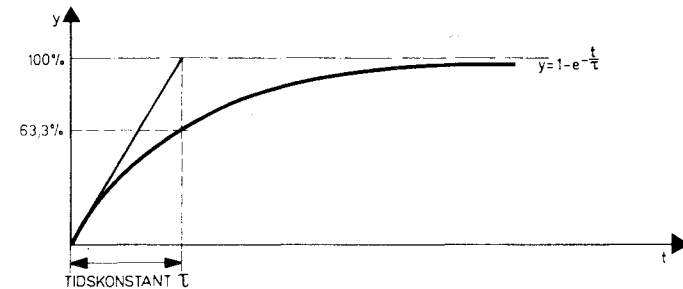


Fig. 4.

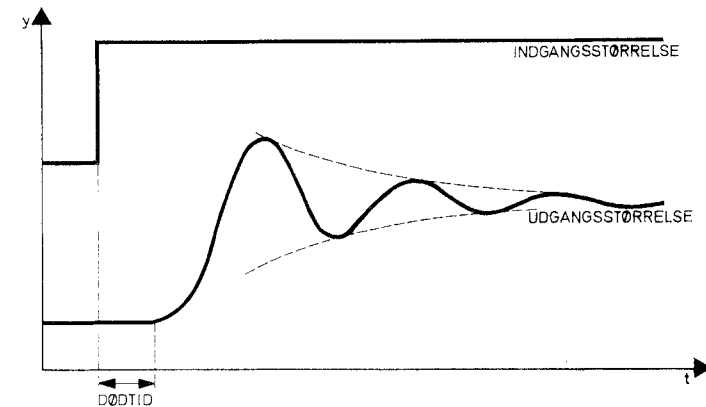


Fig. 5.

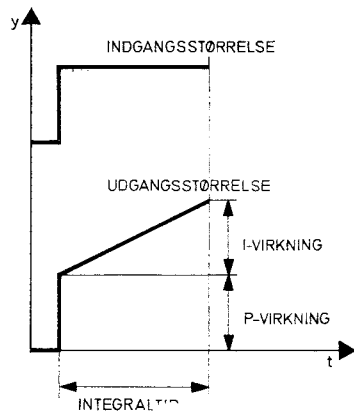


Fig. 6.

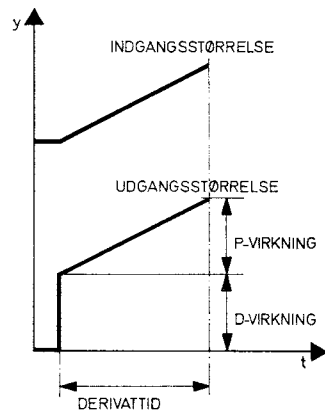


Fig. 7.

4.15 Integral-faktor

E: Integral-control coefficient
T: I-Wirkungskoeffizient
F: Coefficient d'action par integration

Forholdet mellem ændringen af styreorganets hastighed og den tilsvarende ændring af fejlen ved integralstyring.

4.16 Derivat-faktor

E: Derivative control coefficient
T: D-Verhalten-Koeffizient
F: Coefficient d'action par derivation

Forholdet mellem ændringen af styreorganets stilling og den tilsvarende ændringshastighed af fejlen ved derivatstyring.

4.17 Integraltid

E: Integral-action time
T: Nachstellzeit el. I-Wirkungszeit
F: Temps d'action par integration

Den tid efter hvilken proportional- og integralstyringen har bidraget lige meget til styreorganets bevægelse, når fejlen ændrer sig med spring ved PI-styring (se fig. 6).

4.18 Derivatid

E: Derivative action time
T: Vorhaltzeit el. Zeit beim D-Verhalten
F: Temps d'action par dérivation

Den tid efter hvilken proportional- og derivatstyringen har bidraget lige meget til styreorganets bevægelse, når fejlen ændrer sig med konstant hastighed ved PD-styring (se fig. 7).

C. REGULATORTYPER

Regulatorer kan med hensyn til egenskaber og anvendelsesmuligheder opdeles dels efter den anvendte styringsform, dels efter arten af den anvendte hjælpekræft.

- 2.4 Elektroniske regulatorer.
- 2.5 Pneumatisk-elektroniske regulatorer.
- 2.6 Hydrauliske regulatorer.

Karakteristika hidrørende fra den anvendte styringsform

1. Inddeling efter styringsform

De nedenfor anførte karakteristika gælder kun de teoretisk rene systemer, medens de fleste af de i handelen værende systemer af praktiske hensyn er modificeret.

- 1.1 Regulatorer med tostillingsstyring.
- 1.2 Regulatorer med flydende styring.
- 1.3 Regulatorer med proportionalstyring.
- 1.4 Regulatorer med proportional-integralstyring.
- 1.5 Regulatorer med proportional-derivatstyring.
- 1.6 Regulatorer med proportional-integral-derivatstyring.
- 1.7 Regulatorer med integralstyring.
- 1.8 Regulatorer med integral-derivatstyring.

1.1 *Regulatorer med tostillingsstyring*
kan anvendes, når tilstrækkelig nøjagtighed opnås ved at bevæge eller omskifte styreorganet mellem to yderstillinger, hvilket normalt kun vil være tilfældet, når reguleringsobjektet har stor varmekapacitet. Egendifferencen afhænger i almindelighed af kontroludstyrets konstruktion. Denne regulator type vil principielt altid give pendlinger. Belastningsafvigelse forekommer ikke.

2. Inddeling efter anvendt hjælpekræft

- 2.1 Regulatorer uden hjælpekræft.
- 2.2 Elektromekaniske regulatorer.
- 2.3 Pneumatiske regulatorer.

1.2 *Regulatorer med flydende styring*
kan anvendes, når reguleringsobjektet ikke har tilstrækkelig varmekapacitet til, at tostillingsstyring kan anvendes. Denne styringsform kan anvendes, når det samlede systems totalforsinkelse er lille. Hvor lille den skal være, afhænger især af den neutrale zone og af styreorganets hastighed. Lille total-

- forsinkelse tillader stor neutral zone og stor hastighed. Under stationære arbejdsbetin- gelser vil systemet være pend- lingsfrit, men forstyrrelser (be- lastningsændringer m.v.) giver ofte anledning til et pendlende indsvingningsforløb. Belastnings- afvigelse forekommer ikke. (Se i øvrigt fodnote*).
- 1.3 *Regulatorer med proportional- styring* anvendes på systemer, hvis re- guleringsobjekt omfatter flere tidskonstanter, eventuelt dødti- der eller i øvrigt har dynamiske egenskaber, der gør anvendelse af regulatorer med tostillingssty- ring eller flydende styring min- dre hensigtsmæssig. Ved denne regulatortype forekommer be- lastningsafvigelser, som vokser med proportionalbåndet. For at et system med stor totalforsin- kelse kan være stabilt (pend- lingsfrit), må proportionalbånd- det være stort.
- 1.4 *Regulatorer med proportional- integralstyring* anvendes på systemer, der kræ- ver proportionalstyring, men hvor belastningsafvigelser ikke kan tillades.
- 1.5 *Regulatorer med proportional- derivatstyring* kan anvendes på systemer, der kræver proportionalstyring, men hvor man vil formindske reak- tionstiden ved pludselige belast- ningsændringer.
- 1.6 *Regulatorer med proportional- integral-derivatstyring* anvendes på systemer, der både kræver proportionalstyring og lille reaktionstid, og hvor man desuden ikke kan tillade belast- ningsafvigelser.
- 1.7 *Regulatorer med integralstyring* kan anvendes, hvor det sam- lede systems totalforsinkelse er lille. Under stationære arbejds- betingelser vil systemet være pendlingsfrit, men forstyrrelser (belastningsændringer m.v.) kan give anledning til et pendlende indsvingningsforløb. Belastningsafvigelser forekom- mer ikke. (Se i øvrigt fodnote*).
- 1.8 *Regulatorer med integral-deri- vaterstyring* kan anvendes på samme type systemer som ren integralsty- ring, men giver dog et bedre indsvingningsforløb.

*) Forskellen mellem regulatorer med fly- dende styring og med integral styring ligger dels i den neutrale zone, som teoretisk ikke forekommer ved integralstyring og dels i,

at manøvreorganets hastighed er proportio- nal med fejlsignalet ved integralstyring, hvil- ket ikke nødvendigvis er tilfældet ved fly- dende styring.

Karakteristika hidrørende fra den anvendte hjælpekraft

Den til regulatoren anvendte form for hjælpekraft er bestem- mende dels for hvilke af oven- for omtalte styringsformer, man kan opnå ved hjælp af regulato- ren, og dels for i hvilket om- fang, man kan udbygge selve reguleringskredsløbet med visse i teoretisk henseende secun- dære, men for den praktiske anvendelse ganske væsentlige funktioner, såsom

fjernindstilling af den ønskede værdi eller anden fjernbetje- ning,

kompensation for forstyrrelser, hvad enten disse hidrører fra uønskede ændringer i hjælpe- kraften eller fra belastningsæn- dringer, der ved proportional- styring normalt ville medføre belastningsafvigelse,

programstyret, automatisk ind- stilling af den ønskede værdi ef- ter et på forhånd fastlagt døgn- eller ugeprogram.

Medens de ovenfor nævnte egenskaber opnås ved at lade en særskilt (uden for selve re- guleringskredsløbet beliggende) styring gribe ind i kontroludsty- rets funktion, opnås andre øn- skelige egenskaber ved indgreb i den del af regulatoren, der udgør styringsudstyret.

Som eksempler kan nævnes:

seriedrift af flere reguleringsob- jekter, *tvangsstyring* af manøvreorga- ner.

I nedenstående punkter 2.1–2.5 omtales muligheder for opnå- else af de nævnte egenskaber i forbindelse med forskellige for- mer for hjælpekraft.

- 2.1 *Regulatorer uden hjælpekraft* Styreorgan og føler er i fast forbindelse med hinanden gen- nem et mekanisk system eller et system fyldt med vædske, mæt- tet damp eller en luftart. Regu- latorerne har proportionalsty- ring med fast proportionalbånd uden indstillingsmulighed. Mid- delværdien afviger fra den øn- skede værdi ved varierende be- lastninger. Afvigelsen kan kun elimineres ved ændring af den indstillede værdi.
- 2.2 *Elektromekaniske regulatorer* Kontroludstyret er elektrisk for- bundet med styringsudstyret. Føler, måleudstyr og reference- udstyr er sammenbygget i en fælles apparatenhed. Kontrolle- ret størrelse og reference er me- kaniske positioner, hvis forskel omformes til et elektrisk signal (fejlsignalet), der i styringsud- styret forstærkes og atter om- formes til en mekanisk bevæ- gelse. Regulatoren kan udføres med de under 1.1–1.3 nævnte styringsformer.

2.3 *Pneumatiske regulatorer*
 Kontroludstyret er ved tryklufsledninger forbundet til styringsudstyret.

Føler, måleudstyr, referenceudstyr og forstærker er ofte sammenbygget i en fælles apparat-enhed. Kontrolleret størrelse og reference er mekaniske positioner, hvis forskel omformes til en trykændring (fejlsignalet), der efter eventuel yderligere forstærkning omformes til en mekanisk bevægelse i styringsudstyret. Fjernbetjening, stabiliserende tilbagekobling, kompensation for forstyrrelser, herunder belastningsvariationer, programstyring m. v. kan udføres, men er ret komplicerede at opnå, hvorimod seriedrift af flere manøvreorganer samt tvangsåbning eller -lukning af styreorganer kan opnås på enkel måde. Regulatoren kan udføres med samtlige de under 1. nævnte styringsformer, dog med undtagelse af 1.2 flydende styring.

2.4 *Elektroniske regulatorer*
 Føler, måleudstyr, referenceudstyr samt elektronisk forstærker og manøvreorgan er elektrisk forbundne. De enkelte dele kan derfor have vilkårlig placering. Elektroniske regulatorer har større følsomhed end

de elektro-mekaniske og de pneumatiske og kan udføres med samtlige de under 1. nævnte styringsformer. Fjernbetjening, stabiliserende tilbagekobling, kompensation for forstyrrelser og belastningsvariationer, programstyring m. v. kan opnås på enkel måde.

2.5 *Pneumatisk-elektroniske regulatorer*

Føler, måleudstyr, referenceudstyr og elektronisk forstærker er elektrisk forbundne. Det elektriske signal fra forstærkeren omformes til et dertil svarende pneumatisk signal, der føres til manøvreorganet gennem tryklufsledninger. Regulatoren har både de pneumatiske- og de elektroniske regulatorers fordele. Samtlige de under 1. nævnte styringsformer kan udføres.

2.6 *Hydrauliske regulatorer*
 Kontroludstyret er ved vædskeledninger forbundet til styringsudstyret. Regulatoren anvendes i reglen kun, når store manøvrekræfter er nødvendige. Regulatoren kan udføres med de under 1. nævnte styringsformer med undtagelse af 1.2 flydende styring.

D. APPARATENHEDER

Kontroludstyr	{ Føler Måleudstyr Referenceudstyr }	{ Termostat Hygrostat Pressostat
Styringsudstyr	{ Forstærker Manøvreorgan Styreorgan }	Motor Ventil, Spjæld
Hjælpkraftorgan		{ Transformer, Kompressor, Pumpe m. m.

E. ALMINDELIGE LEVERINGSBETINGELSER

1. Generelle krav til apparatenheder

1.1 Skala

for indstillet værdi skal være i normale danske måleenheder eller i ubenævnte enheder.

1.2 Mærkning

Elektriske apparatenheder skal være mærket med arbejds-spænding, kontaktapparater desuden med maksimal strømstyrke, og tilslutningsklemmerne skal være mærket enten direkte eller ved ikklæbet tegning. Eventuelle sikringsplacering skal være tydeligt markeret. Pneumatiske apparatenheder skal være tydeligt mærket på tilslutningsstederne.

1.3 Tilslutninger

Alle apparatenheder skal, når de er beregnet for blykabelforskrivninger, der ikke er normal dansk handelsvare, leveres med forskrivninger. Til pneumatiske apparatenheder med gevindtilslutning skal der kunne anvendes fittings af normal dansk handelsvare.

1.4 Udformning

af apparatenhederne skal være således, at tilstrækkelig beskyttelse mod normale driftsmæssige påvirkninger opnås (uren-

heder, korrosion m. m.) samt således at tilslutninger, eventuelle justeringsanordninger og sikringer er let tilgængelige.

1.5 Tekniske data

På forlangende skal udleveres brochureblade, der omhandler apparatenhedernes forskellige tekniske data som for eksempel dimension, ventilkarakteristik, indstillingsområde, egendiffere-rens, proportionalbånd, maksimal belastningsværdi, tilslutningsskema, nødvendige kabeltyper, skærmming og jordforbindelse samt øvrige installationshensyn, der er nødvendige for korrekt funktion. Monteringsforskrifter skal medleveres i samme emballage som apparatenhederne. Pasningsforskrifter skal medleveres.

2. Specielle krav til apparatenheder

2.1 Følere

2.1.1 Modstandstemperaturfølere skal være mærket med nominel modstand.

2.2 Motorer

2.2.1 Bælge eller membraner i pneumatiske og hydrauliske motorer skal kunne arbejde jævnt over hele området.

2.2.2 Modulerende pneumatiske og hydrauliske motorer skal være tilstrækkelig kraftige, evt. kan de være forsynet med stillingsrelæ til at nedsætte hysteresekurven for det samlede styringsudstyr til et minimum.

2.3 Ventiler

2.3.1 Ventiler leveres som muffe- eller flangeventil i henhold til »Almindelige betingelser for udførelse af varme anlæg«. Når intet andet er anført i SB, leveres flangeventiler uden modflange og bolte.

2.3.2 Ventilmaterialet skal opfylde de i »Almindelige betingelser for udførelse af varme anlæg« anførte bestemmelser.

2.3.3 Kvaliteten af ventilernes tætningsdele skal afpasses efter det gennemstrømmende medium. Til varmt- og koldt vandsventiler samt til mættet lavtryksdamp indtil 1 ato kan anvendes tætning med jenkinsring el. tilsvarende; til mættet damp over 1 ato, overhødet damp samt hedt vand skal anvendes rustfrit stål eller tilsvarende.

2.3.4 For reguleringsventiler tillades for dobbeltsædede ventiler højst 2 % gennemstrømning ved lukket ventil og driftsforhold som specificeret i SB. Enkeltædede ventiler skal være tætluksende.

2.3.5 Ved ventiler med pakdåse og pakmateriale skal disse dele give fuldstændig tætning, og eventuel fornøden efterspænding skal let kunne foretages. Det anvendte pakmateriale skal kunne modstå eventuelle kemiske virkninger fra det strømmende medium og have mindst mulig friktionskoefficient, specielt ved pneumatiske og hydrauliske ventiler, for at undgå hysteresevirkninger i forhold til reguleringstrykket.

2.3.6 Ventilerne, såvel 2-vejs som 3-vejs, skal være tydeligt mærket med normal gennemstrømningsretning evt. med mærkning på stutse refererende til montagevejledning.

Ventilernes karakteristik og grundlag for korrekt dimensionering skal fremgå af brochureblade.

2.4 Spjæld

2.4.1 Regulerings-spjæld skal opfylde de i »Almindelige betingelser for levering af lufttekniske anlæg« angivne bestemmelser.

2.5 Hjælpekraftorganer

2.5.1 Transformere skal, hvis de ikke er kortslutnings sikre, forsynes med sikringer mod overbelastning, jvf. stærkstrømsregulativet.

2.52 Kompressor anlæg skal i forbindelse med reduktions- og filtreringsapparatur kunne levere tilstrækkelig rensset trykluft med konstant tryk.

2.53 Til sikring af pneumatisk reguleringsudstyr skal der efter en eventuel reduktionsventil anbringes en sikkerhedsventil af fornøden størrelse, indstillet efter det reducerede arbejdstryk.

F. TILBUD

Tilbudet skal omfatte alle nødvendige apparater for opnåelse af de i SB beskrevne funktioner for de tilbudte anlæg, med undtagelse af motorskabe, når dette ikke er specielt forlangt. Elektrisk og elektronisk automatik tilbydes normalt excl. el-installationer. For pneumatisk

automatik skal levering og montering af tryklufsledninger tilbydes separat. Såfremt intet andet fremgår af SB skal montage af komponenter, ved pneumatisk automatik tillige kompressor anlæg og reduktionsstation, være inkluderet i tilbudet.

G. UDFØRELSE AF ANLÆG

1. Alle apparatenheder skal places i anlæggene under størst mulig hensyntagen til:
Strålingspåvirkning, lagdeling, trykfordeling, reaktionstider, dødtider, let betjening og kontrol.
2. Automatikfabrikkernes montageinstruktioner for de enkelte apparater skal nøje følges ved montagen.
3. Koblingskemaer eller diagrammer med angivelse af ledningstyper og dimensioner, trykluftsledningsdimensioner og materiale, nødvendig jordtilslutning m. m. skal leveres af entreprenøren.
 - 4.1 Trykluftledninger udføres af kobberør samlet med special- eller loddefittings, eller af een- eller flerkorede plasticrør samlet med fittings og speciallim. Såvel kobberør som plasticrør oplægges på imprægnerede træ-lister eller lign., eventuelt direkte på pudset væg, fastgjort med bøjler af messing, nylon eller galvaniseret jern i fornødent antal. Plasticrør kan endvidere oplægges i elektrikerør og kabelbakker.
 - 4.2 Hovedtrykluftledninger kan udføres af galv. rør, når effektivt filter anbringes før overgang til kobber- eller plasticrør.
 - 4.3 Trykluftledninger skal forsynes med vandsamlere med udblæsning i bunden på de steder i ledningerne, hvor kondensat kan forventes at samle sig.