



(19) DANMARK



(12) FREMLÆGGESESSKRIFT (11) 148853 B

DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET

(21) Patentansøgning nr.: 0686/79
(22) Indleveringsdag: 16 feb 1979
(41) Alm. tilgængelig: 24 aug 1979
(44) Fremlagt: 28 okt 1985
(86) International ansøgning nr.: -
(30) Prioritet: 23 feb 1978 SE 7802097

(51) Int.Cl.⁴: G 05 B 13/02

(71) Ansøger: *ASEA AKTIEBOLAG; Västerås, SE.
(72) Opfinder: Gunnar *Bengtsson; SE.

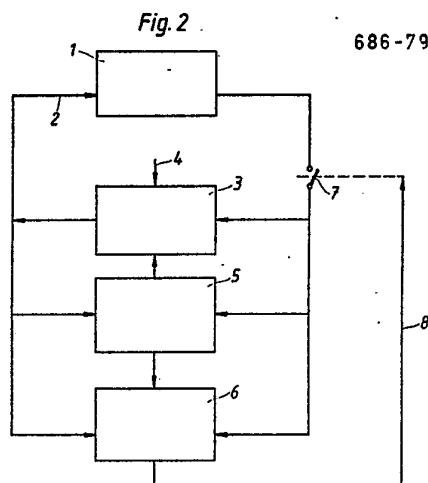
(74) Fuldmægtig: Ingeniørfirmaet Lehmann & Ree

(54) Selvindstillende regulator
(57) Sammendrag:

lige produktvariable i det produkt, som skal fremstilles ved processen, eksempelvis fugtighed og basisvægt ved fremstillet papir.

I en selvindstillende regulator med en lineær digital regulator (3), f.eks. af PI- eller PID-karakter og et beregnings- og indstillingsorgan (5) til optimal indstilling af reguleringsparametrene indgår der et tæstningsorgan (7) for regulerings signaler, og der er til regulatoren sluttet yderligere et beregnings- og indstillingsorgan (6) til styring af tæstningsorganet (7). Herved fås en selvindstillende regulator med et mindre antal beregningsorganer, den bliver selvindstillende med hensyn til flere parametre og anvendelig til et stort antal processer. Desuden fås en stabil regulering ved anvendelse af regulatoren selv ved forskellige løbetider, dvs. antal tæstningsintervaller.

Regulatoren er bestemt til anvendelse ved styring af forskellige industrielle processer, eksempelvis ved papirmaskiner, for at minimere variationerne i de forskel-



DK 148853 B

Den foreliggende opfindelse angår en selvindstillende regulator omfattende en lineær, digital regulator, f.eks. af PI- eller PID-karakter, hvor der i regulatoren også indgår et første beregnings- og indstillingsorgan til optimal indstilling af reguleringsparametrene samt et tastningsorgan for reguleringssignaler, og hvor der til regulatoren er sluttet yderligere et beregnings- og indstillingsorgan til styring af tastningsorganet.

En sådan selvindstillende regulator er kendt fra bl.a. Automatica, Vol. 11, pp53-59, Pergamon Press, 1975.

Ved styring af en proces, eksempelvis med trinsvar af den art, som vises i fig. 1, er det vigtigt, at den valgte diskrete løbetid k og den valgte tasttid T står i en sådan relation til dødtiden L , at $k \cdot T > L$ og $(k-1)T \leq L$. Ved diskret løbetid forstås antal T , indtil det aftastede forløb starter. Fig. 1 viser et tilladeligt valg af T , når $k = 2$. Det kan undertiden være problematisk først at vælge tasttid T og fra regulatoren få en ønsket løbetid k til opnåelse af stabil regulering. Det er ud fra et stabilitetssynspunkt farligt at give k for små værdier.

Formålet med opfindelsen er at angive en løsning af disse og andre hermed sammenhængende problemer ved en selvindstillende regulator, og ifølge opfindelsen er det for regulatoren ejendommelige, at en diskret løbetid k er indstillelig i det yderligere beregningsorgan, hvorefter, når denne tid er indstillet, en for systemets stabilitet tilpasset tasttid T er indrettet til at udvælges automatisk, så at $k \cdot T > L$ og $(k-1) \cdot T \leq L$, hvor L er dødtiden. Hensigten er altså at finde en passende tasttid for en stabil regulering med udgangspunkt i en fikseret løbetid k , dvs. antallet af tastningsintervaller T , indtil systemet svarer. Man undgår herved risikoen for et ustabilt system, hvor k er for lille.

Opfindelsen skal herefter forklares nærmere under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1 er en illustration til opfindelsens baggrund (se ovenfor), og

fig. 2 viser et blokdiagram over en udførelsesform for en selvindstillende regulator ifølge opfindelsen.

Den proces, der skal styres med en selvindstillende regulator ifølge opfindelsen, er vist ved 1 (fig. 2). Til regulatoren føres en styreværdi 2.

I anordningen indgår en lineær digital regulator 3 af f.eks.

PID-karakter, til hvilken bl.a. føres en referenceværdi 4. Regulatoren er indrettet til at styre processen, og for at gøre den selvindstillende er den koblet til et beregnings- og indstillingsorgan 5 til optimal indstilling af reguleringsparametrene, adaption af reguleringsparametrene.

Til regulatoren er også sluttet yderligere et beregnings- og indstillingsorgan 6 til indstilling af passende tastid (T) ved et tastningsorgan 7 til ind- og udkobling af reguleringssignalerne (via 8) (adaption af tasttiden T).

Udførelsesrækkefølgen er således, at regulatoren 3 indkobles ved hvert tasttidspunkt, medens adaptionen kan ske efter et af følgende tre alternativer:

- 1) samme frekvens som regulatoren 3,
- 2) langsommere frekvens end regulatoren 3,
- 3) ved installation eller kun ved indtruffet hændelse.

Regulatoren ifølge opfindelsen er altså helt selvindstillende, dvs. ingen parametre behøver at justeres manuelt ved tilslutning af regulatoren 3 til processen 1.

Regulatoren med dens adaptationsorganer 5-6 fungerer som et tidsdiskret system, hvor målesignalerne fra processen tages (T), og tastningsværdierne tilpasses til en model for processen, hensigtsmæssigt indbygget i regulatoren. Med udgangspunkt i modellen vælges et optimalt styresignal.

Til forskel fra tidligere kendte selvindstillende regulatorer behøver forholdet mellem tastid T og diskret løbetid k ved opfindelsen ikke at tilpasses til en model for processen. (Diskret løbetid = antal T, indtil det aftastede forløb starter).

Ifølge en udførelsesform for opfindelsen kan man eksempelvis fikse den diskrete løbetid k i processen til 2 eller mere (se fig. 1). De tasttider, regulatoren vælger mellem, kan illustreres i følgende formel (rekursiv):

$$T_{i+1} = \frac{k}{k-1} \cdot T_i \quad (1)$$

T_0 = mindste tastid.

T_i er altså de forskellige tasttider. Man begynder med T_0 og går opad, indtil man finder en passende T, hvilket jo sker automatisk i regulatoren.

Det kan vises, at der eksisterer nøjagtigt én tastid af dem, der frembringes af den nævnte formel (1), som passer til processen. Desuden frembringes kun et mindre antal tasttider, der skal prøves. For $k = 2$, $t_0 = 20$ msek. behøves kun 13 forskellige tastider for at dække området 20 msek - 82 sek.

For at finde den korrekte tastid af de frembragte tastider ifølge formel (1) under indjusteringen evaluerer regulatoren et tab σ , bestående af en vægtet kvadratsum λ af målesignaler y på konsekutive tastidspunkter.

$$\sigma = \sigma(T_k) =$$

$$y^2(t) + \lambda \cdot [y(t - T_k)]^2 + \lambda^2 [y(t - 2T_k)]^2 + \lambda^3 [y(t - 3T_k)]^2 + \dots \quad (2)$$

15

Den korrekte tastid T_k er den, for hvilken følgende gælder:

(A) σ har lokalt minimum i

$$T_k, \text{ dvs. } \sigma(T_k) < \min(\sigma(T_{k-1}), \sigma(T_{k+1}))$$

hvor T_k frembringes af formelen (1).

(B) σ er stationær, dvs.

25

$$\sigma_N(T_k) / \sigma(T_k) \in \left(\frac{1}{p}, p\right),$$

hvor p vælges som en passende konstant: $p = F_{1-\frac{\alpha}{2}}(N, \infty) F\text{-fordeling}$

30

ling, hvis hypoteseprøvning af "regulatoren optimal" med risikoniveau α ønskes.

$\sigma_N(T_k)$ betegner tabet evalueret under de N sidste tastidspunkter.

σ skal altså opfylde disse to betingelser, for at systemet skal være stabilt. Hvis f.eks. kvotienten ifølge B havner udenfor interval-

35

let $\left(\frac{1}{p}, p\right)$ ved hypoteseprøvning, bliver systemet ustabilt.

Ifølge en anden udførelsesform fikses den diskrete løbetid k på samme måde som ovenfor til et vilkårligt helt tal $k \geq 2$.

Tasttiden tillades at ændres i diskrete tidspunkter t_N ifølge formlerne nedenfor.

5

$$t_{N+1} = t_N + m \cdot T(t_N),$$

hvor m er et fast vilkårligt helt tal ≥ 1 , og T er tasttiden bestemt i tidspunktet t_N .

10

En filtreret måleværdi $z(t_N)$ dannes som funktion af måleværdien i tasttidspunkterne t_{N-1} , $t_{N-1}+T(t)$..., t_N som en vægtet sum af følgende størrelser:

$$n \geq k \quad S_{\eta}^{YY}(t_N) = \sum_{i=0}^m y(t_{N-1}+ixT(t_{N-1}))y(t_{N-1}+(i-n)xT(t_{N-1}))$$

15

$$\geq k \quad S_{\eta}^{uy}(t_N) = \sum_{i=0}^m y(t_{N-1}+ixT(t_{N-1}))u(t_{N-1}+(i-n)xT(t_{N-1}))$$

20

$$S^Y(t_N) = \sum_{i=0}^m y(t_{N-1}+ixT(t_{N-1}))$$

I ovenstående ligninger er y tilbageføringsværdien (R -værdien), i er index i summerne, x er multiplikationstegn, n er antal T , u er styresignal- eller kontrolsignalværdi, og S er korrelationen mellem u og y ved et bestemt n .

25

Formlerne vedrører korrelationerne mellem forskellige tilbageføringsværdier ved forskellige værdier af n .

Adaptionsanordningen 6 i fig. 2 udføres som en selvindstillende regulator med samme beregningsmetodik som i den adaptive regulator (3,5) i fig. 2, kun med den forskel at $z(t_N)$ betragtes som "måleværdi" og $T(t_N)$ (tasttiden til tidspunktet t_N) som "styreværdi".

30

P a t e n t k r a v.

1. Selvindstillende regulator omfattende en lineær, digital regulator (3); f.eks. af PI- eller PID-karakter, hvor der i regulatoren også indgår et første beregnings- og indstillingsorgan (5) til optimal indstilling af reguleringsparametrene samt et tastningsorgan (7) for regulerings signaler, og hvor der til regulatoren er sluttet yderligere et beregnings- og indstillingsorgan (6) til styring af tastningsorganet (7), k e n d e t e g n e t ved, at en diskret løbetid (k) er indstillelig i det yderligere beregningsorgan (6), hvorefter, når denne tid er indstillet, en for systemets stabilitet tilpasset tasttid (T) er indrettet til at udvælges automatisk, så at $k \cdot T > L$ og $(k-1) \cdot T \geq L$, hvor L er dødtiden.

2. Regulator ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at tasttiden (T) er indrettet til at udvælges i det yderligere beregningsorgan (6) efter følgende rekursive formel

$$T_{i+1} = \frac{k}{k-1} \cdot T_i$$

20

hvor T_i er de forskellige tasttider, og hvor en passende mindste tasttid (T_0) er indrettet til at udvælges i regulatoren.

Fremdragne publikationer:

DE offentliggørelsesskrift nr. 2010258.

Fig. 1

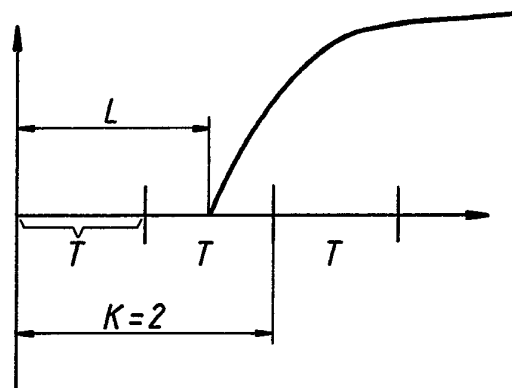


Fig. 2

