

NORGE



STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN

Utlegningskrift nr. 125362

Int. Cl.G 01 r 19/00 Kl. 21e-19/00

Patentsøknad nr. 4834/70 Inngitt 16.12.1970

Løpedag -

Søknaden alment tilgjengelig fra 19.6.1972

Søknaden utlagt og utlegningskrift utgitt 28.8.1972

Prioritet begjært fra: -

NORTRONIC A/S,
1380 Heggedal.

Oppfinner: Ole-Herman Bjør,
Briskebyvn. 38, Oslo 2.

Fullmektig: Siv.ing. Rolf Larsen.

Anordning for måling av elektriske
signaler.

Foreliggende oppfinnelse angår en anordning til å oppnå riktig tids-
respons for den type måleinnretninger som arbeider med automatisk
forsterknings- eller dempningskontroll.

Mer spesielt angår oppfinnelsen en anordning for måling av et
elektrisk signal som påtrykkes en kompressor-anordning, innbefat-
tende forsterker eller dempningsledd, hvilken kompressor-anordning
er koblet til en signalomvandler for kvadrering av dens inngangs-
signal, multiplisering av dette inngangssignal med en konstant eller
for likeretning av inngangssignalet, eventuelt for toppverdidetek-
tering av dette, hvilken signalomvandlers utgangssignal eventuelt
adderer til en negativ referanselikespenning, hvorefter differanse-

125362

2

signalet tids-integreres i et integrerende element og gjennom en tilbakekobling tilføres kompressor-anordningen i form av et styresignal.

Dette kjente prinsipp skal innledningsvis beskrives noe nærmere som bakgrunn for oppfinnelsen, og da for enkelhets skyld i forbindelse med en helt grunnleggende måleanordning for påtrykte signalers effektivverdi, om enn slike måleanordninger som kjent også benyttes til måling av signalers gjennomsnittsverdi, likerettet gjennomsnittsverdi og toppverdi.

Som en praktisk definisjon på effektivverdien $y(t)$ til et påtrykt signal $x(t)$ kan benyttes:

$$(1) \quad y(t) = \left[\int_{-\infty}^t \frac{1}{T} \exp \left(-\frac{t-\mathcal{T}}{T} \right) x^2(\mathcal{T}) d\mathcal{T} \right]^{\frac{1}{2}}$$

hvor T er tidskonstanten i et lineært lavpassfilter med enkel tidskonstant og $\mathcal{T}$ er en integrasjonsvariabel.

Den umiddelbare realisering av en måleanordning som er beskrevet av denne ligning, kan omfatte en kvadreringskrets som inngangssignalet x påtrykkes, videre en krets med enkel tidskonstant for tidsglatting av x^2 hvorved det fremkommer et signal som er lik kvadratet av inngangssignalets effektivverdi. Ennvidere kan anordningen omfatte en rotutdragende krets slik at effektivverdien fremkommer.

En effektivverdimåleanordning etter dette prinsipp lar seg realisere, men blir lite egnet til måling over et større dynamisk område. For å avhjelpe denne mangel er det blitt konstruert alternative løsninger i form av måleanordninger som omfatter en tilbakekobling til forsterkning eller dempning av det påtrykte signal i en kompressor-anordning før kvadreringskretsen, inntil dette signal får en fast angitt effektivverdi. Ved å avlese den nødvendige forsterkning eller dempning, kan man således få et mål for det påtrykte signals effektivverdi.

Felles for disse løsninger er at måleanordningen vil være beskrevet av en ulineær differensialligning, hvilket innebærer at ovennevnte tidskonstant T vil variere med størrelsen av det påtrykte signal, og som eksempler på slike alternative løsninger, kan nevnes måleanordninger med mekaniske potensiometre, eller rent elektroniske anordninger som beskrevet i norsk patent nr. 120.742 og US patent nr. 3.159.787.

Foreliggende oppfinnelse er karakterisert ved at kompressor-anordningen gjennom tilbakekoblingen er forbundet med et ulineært element av eksponensiell karakter slik at det ulineære elements inngangssignal i tilbakekoblingen er proporsjonalt med logaritmen til styresignalet, og dets utgangssignal er identisk med styresignalet.

Denne anordning muliggjør måling av effektivverdier, gjennomsnittsverdier, likerettete gjennomsnittsverdier og toppverdier med en riktig tidsrespons, samtidig som målingene kan foretas over et relativt stort dynamisk måleområde.

Før kretseksemplene på tegningen blir beskrevet, skal nå søkes forklart hvorfor måleanordningen i henhold til oppfinnelsen fører til at anordningens tidsrespons blir vesentlig bedre kontrollert.

Som et eksempel og med utgangspunkt i en måleanordning av kjent type hvor det påtrykte signal $x(t)$ divideres i kompressor-anordningen med et styresignal y og kvosienten kvadreres, kvadratet sammenlignes med en negativ referanselikespenning, og differansesignalet tidsglattes i et integrerende element og tilføres tilbakekoblingen i form av et signal som er tidsintegralet av nevnte elements inngangssignal, skal dette integrerte signal i henhold til oppfinnelsen behandles i et ulineært element. Da det ulineære element er av eksponensiell karakter, vil det tidsintegrerte signal bli identisk med logaritmen til kvadratet av styresignalet y . Måleanordningen kan derfor beskrives av en lineær ligning:

$$(2) \quad \log(y^2) = \int_{-q}^t \left[\left(\frac{x}{y} \right)^2 - 1 \right] dt$$

Det kan vises at denne ligning er identisk med ligning (1).

Styresignalet y vil derfor være lik effektivverdien av det påtrykte signal x basert på definisjonsligningen (1). I tillegg har vi dessuten fått et utgangssignal som er proporsjonalt med logaritmen til effektivverdien av det påtrykte signal. Dette er også en fordel når anordningen skal brukes over et stort måleområde. Anordningens dynamiske egenskaper beholdes hvis den kvadrerende kretsen erstattes av henholdsvis en lineær krets for multiplisering med en konstant, en likerettende krets eller en toppverdidetekterende krets, hvorved vi får et utgangssignal som er proporsjonalt med det påtrykte signals gjennomsnittsverdi, likerettet gjennomsnittsverdi eller toppverdi og logaritmen til disse verdier.

En kretsutførelse i henhold til oppfinnelsen er blitt bygget for et måleområde på 80 dB.

Oppfinnelsen skal nå beskrives nærmere ved hjelp av utførelses-eksempler og med henvisninger til tegningen, hvor:

- Figur 1 viser et enkelt blokkskjema for eksempelvis beskrivelse av måleanordningen i henhold til oppfinnelsen,
- Figur 2 i prinsipp viser en mulig utførelse,
- Figur 3 i prinsipp viser en foretrukket utførelse,
- Figur 4 viser to elementer i en foretrukket programmerbar forsterker,
- Figur 5 viser skjematisk ett av elementene på figur 4 med to styreinnganger,
- Figur 6 viser forsterkningen i dette element, og
- Figur 7 viser et foretrukket eksempel på en total programmerbar forsterker.

På figur 1 er måleanordningens påtrykte like- eller vekselstrøm-signal betegnet med x . Signalet x tilføres en kompressoranordning 11 innbefattende en forsterker eller et dempningsledd, hvori signalet x divideres med et styresignal y , eventuelt multipliseres med den inverse verdi av styresignalet y . Kvosienten x/y tilføres en kvadreringskrets 12. Kvadratet $(x/y)^2$ fra den ulineære kvadrerings-

enhet 12 blir deretter sammenlignet med en negativ referanselikespenning lik 1 enhet, og differansesignalet $(\frac{x}{y})^2 - 1$ blir så ført til en integrerende krets hvorved tidsintegralet av denne differanse fremkommer. Den tidsintegrerte differanse blir p.g.a. tilbakekoblingen gjennom det ulineære element 13 av eksponentiell karakter, nærmere bestemt av karakteren $e^{\log(y^2)}$, lik $\log(y^2)$, slik at det ulineære elements utgangssignal blir det samme som det tidligere omtalte styresignal y . Dette utgangssignalet, med andre ord styresignalet y , blir proporsjonalt med det påtrykte signals (x) effektivverdi, eller dets gjennomsnittsverdi, likerettet gjennomsnittsverdi eller toppverdi dersom egnede kretsalternativer erstatter kvadreringskretsen 12. Som det sees er inngangssignalet til det ulineære element 13 proporsjonalt med logaritmen til styresignalet y .

På figur 2 tilsvarende blokkene eller kretsene 21, 22 og 23 kretsene 11, 12 og 13 på figur 1, og skal derfor ikke omtales nærmere her, bortsett fra at kretsen 23 her må kunne behandle digitale signaler. I tillegg omfatter måleanordningen her en analog-digitalomsetter 24. Et mulig kretsalternativ er også en ombytting av rekkefølgen av kretsene 24 og 23.

Størrelsen $x(t)$ vil som kjent være en generell tidsfunksjon som kan ha både positive og negative verdier av like- eller vekselspanning. Effektivverden eller RMS-verdien av x derimot, vil ifølge definisjonen være positiv. Denne verdi y vil dessuten variere langsamt siden tidsforandringen av den vil være begrenset av anordningens tidskonstant. For utførelse av divisjonen x/y er det her benyttet en programmerbar forsterker som den forsterker eller attenuator som er innbefattet i kompressor-anordningen 21, hvis forsterkning eller demping blir styrt av et digitalt signal y .

Differansesignalet blir etter sammenligning med referanselikespenningen og etter tidsintegrering i dette tilfelle ført inn på omsetteren 24, og utgangssignalet z herfra blir behandlet i kretsen 23 av karakter e^z . Det analoge inngangssignal på omsetteren 24 er proporsjonalt med logaritmen til det påtrykte signals x effektivverdi, basert på definisjonslikningen (1), eller gjennomsnittsverdi etc.

På figur 3 er vist en utførelse hvor sammenhengen mellom forsterkingen i den under figur 2 omtalte programmerbare forsterker og det digitale inngangssignalet til denne, er eksponensiell. Dette medfører at det ulineære element i tilbakekoblingen er innebygget i selve kompressorordningen 31 som også utfører divisjonen mellom x og y . Denne forsterker er realisert av en seriekobling av enklere forsterkere som skal beskrives nedenfor under henvisning til figur 4. Blokkene 32 og 34 tilsvarende blokkene 22 og 24 på figur 2. Blokken 35 er en tallskjerm for fremvisning av det digitale signal. Ved denne realisering er den lineære utgangen gått tapt.

Det sees av figurene 2 og 3 at det eneste element som må arbeide tilfredsstillende over et større dynamisk område, er den programmerbare forsterkeren. Signalomvandleren 22 eller 32, et kommersielt tilgjengelig kvadreringselement, håndterer bare signaler med konstant effektivverdi. Videre sees at omsetteren 24 eller 34, en kommersielt tilgjengelig A/D-omsetter, arbeider med logaritmen til effektivverdien. Dette gjør at anordningen kan behandle et relativt stort dynamisk område med få siffer i A/D-omsetteren. Systemets oppløsning vil imidlertid stå i et direkte forhold til antall siffer i A/D-omsetteren.

Som nevnt kan måleanordningen i henhold til oppfinnelsen håndtere et relativt stort dynamisk måleområde. Det kan nevnes at utførelses-eksemplet på figur 3 er blitt bygget for et dynamisk område på 80 dB (0-10.000 Hz) og for en oppløsning på 0,5 dB. Anordningen ble videre dimensjonert for å kunne håndtere påtrykte signaler med en toppverdi på 10 ganger RMS-verdien. Detektoren hadde DC og AC-inngang. For AC-inngangens vedkommende var nedre grensefrekvens på noe under 0,1 Hz (-1 dB).

Detektoren virket tilfredsstillende over hele området på 80 dB, og på bakgrunn av disse praktiske resultater er det sannsynlig at det dynamiske område kan utvides ytterligere med måleanordningen i henhold til oppfinnelsen.

Samtlige elementer i denne måleanordningen kan være av konvensjonell art, dog skal det presiseres at den programmerbare forsterkeren

på figur 3 ble bygget særskilt for denne anvendelse og skal derfor omtales nærmere nedenfor.

På figur 4 er det vist to elementer av en foretrukket programmerbar forsterker, som avhengig av måleanordningens foreskrevne nøyaktighet kan bestå av et valgt antall slike elementer i seriekobling. Med programmerbar forsterker menes i denne sammenheng en forsterker med styrbar forsterkning. I den anvendte forsterker ble styringen utført ved å variere tilbakekoblingen rundt en operasjonsforsterker OF med meget stor forsterkning. B_1 og B_2 betegner brytere i form av felteffekttransistorer. Når begge brytere B_1 og B_2 er åpne, er forsterkningen 1. Når bryter B_1 er lukket, er forsterkningen A; når bryter B_2 er lukket, er forsterkningen B og når begge bryterne er lukket, er forsterkningen $A \cdot B$. Dette under forutsetning av at motstandene R_1 og R_2 er gitt ved

$$R_1 = R_0 \frac{1}{A-1}$$

$$R_2 = R_0 \frac{1}{4(B-1)}$$

På figur 5 er vist skjematisk en slik forsterker med to styreinnganger. Inngangene a og b, tilsvarende bryterne B_1 og B_2 , kan ha verdiene 0 eller 1.

På figur 6 er vist forsterkningen som funksjon av a og b.

På figur 7 er vist en styrbar forsterker bestående av 4 forsterkerelementer som vist på figur 4, som kan styres i trinn på 0,5 dB i området fra 0 dB (forsterkning 1) til 79,5 dB (forsterkning 9441 ganger). Det er her valgt å la inngangen være representert i en 1, 2, 4, 8 BCD-kode for enkelt å kunne avlese den digitale verdi.

Hvis d_i ($i = 0, 1, 2, \dots, 7$) kan anta verdiene 0 og 1, vil den totale forsterkning K være gitt av

$$K = k (40d_7 + 20d_6 + 10d_5 + 8d_4 + 4d_3 + 2d_2 + d_1 + \frac{1}{2}d_0)$$

når $k = 1,122$ tilsvarende en forsterkning på 1dB.

125362

8

Binærtallet

$d_7 \ d_6 \ d_5 \ d_4 \ d_3 \ d_2 \ d_1 \ d_0$

vil da angi forsterkningen i dB (d_0 representerer 0,5 dB, og tallene $d_1 \dots d_7$ representerer dB-verdien i BCD-kode.

P a t e n t k r a v:

1. Anordning for måling av et elektrisk signal (x) som påtrykkes en kompressor-anordning (11,21,31), innbefattende forsterker eller dempningsledd, hvilken kompressor-anordning er koblet til en signalomvandler (12,22,32) for kvadrering av dens inngangssignal, multiplisering av dette inngangssignal med en konstant eller for likeretning av inngangssignalet, eventuelt for toppverdidetektering av dette, hvilken signalomvandler's utgangssignal eventuelt adderes til en negativ referanselikespenning, hvorefter differansesignalet tidsintegreres i et integrerende element og gjennom en tilbakekobling tilføres kompressor-anordningen (11,21,31) i form av et styresignal (y), k a r a k t e r i s e r t ved at kompressor-anordningen gjennom tilbakekoblingen er forbundet med et ulineært element (13,23,31) av eksponensiell karakter slik at det ulineære elements inngangssignal i tilbakekoblingen er proporsjonalt med logaritmen til styresignalet, og dets utgangssignal er identisk med styresignalet (y).
2. Måleanordning som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at tilbakekoblingen omfatter en analog-digitalomsetter (24) i koblingen med det ulineære element (23).
3. Måleanordning som angitt i krav 2, k a r a k t e r i s e r t ved at det ulineære element er innbefattet i kompressor-anordningen (31).
4. Måleanordning som angitt i krav 1, 2 eller 3, k a r a k t e r i s e r t ved at kompressor-anordningen omfatter et antall seriekoblede programmerbare forsterkere (Fig. 7).
5. Måleanordning som angitt i krav 4, k a r a k t e r i s e r t ved at hver forsterker omfatter en operasjonsforsterker med to styreinnganger innbefattende hver sin bryter.

Anførte publikasjoner:

Svensk utl. skrift nr. 321.986
Tysk utl. skrift nr. 1.935.544

125362

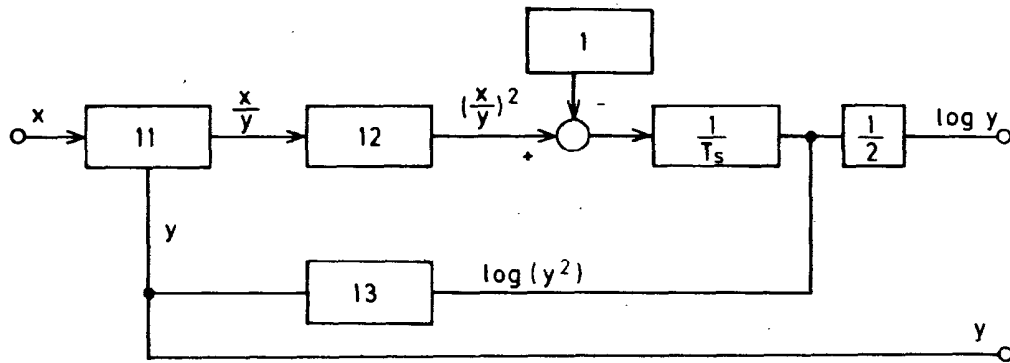


FIG. 1

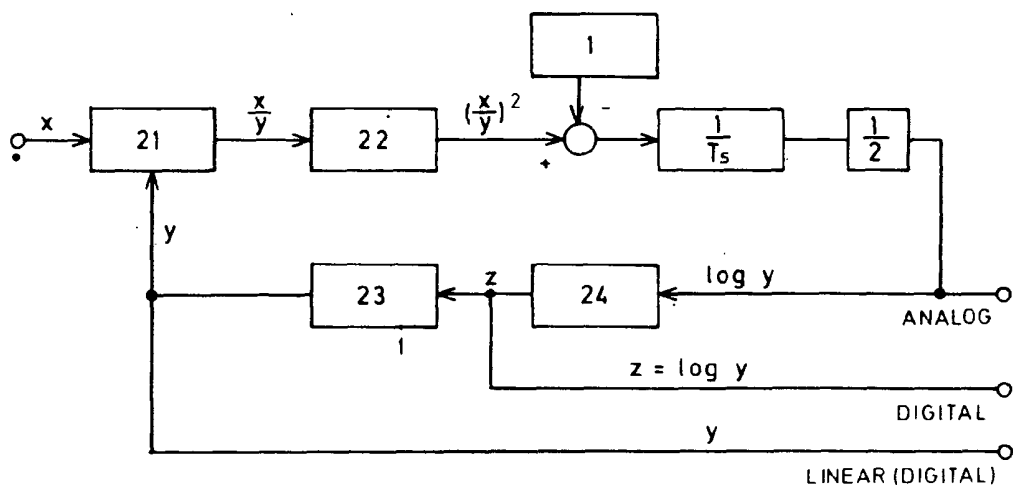


FIG. 2

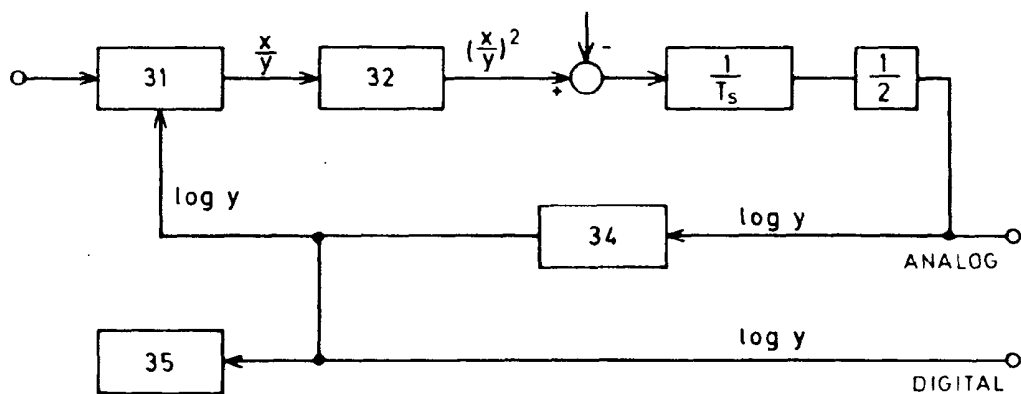


FIG. 3

125362

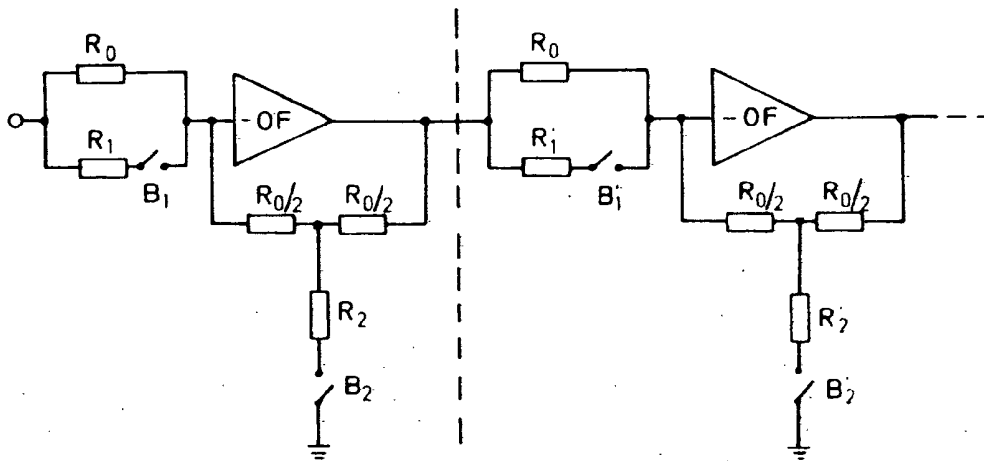


FIG. 4

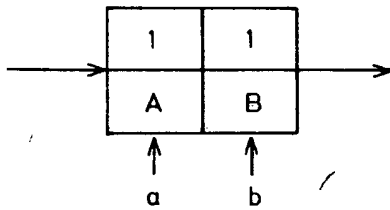


FIG. 5

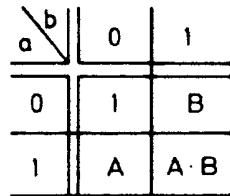


FIG. 6

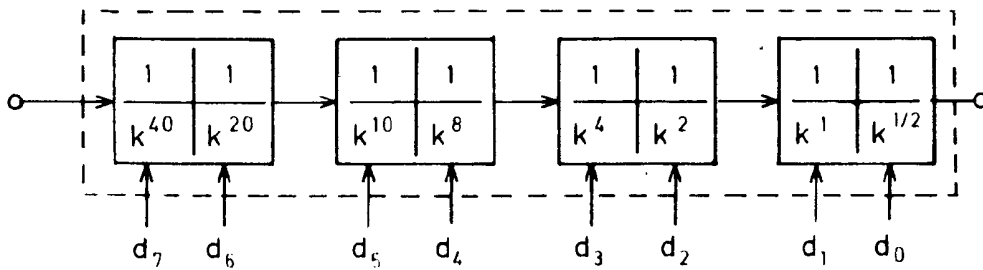


FIG. 7