

(19) DANMARK



DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET



(12) FREMLÆGGESESSKRIFT (11) 143372 B

- (21) Ansøgning nr. 6087/71 (51) Int.Cl.³ G 01 R 19/00
- (22) Indleveringsdag 13. dec. 1971
- (24) Løbedag 13. dec. 1971
- (41) Alm. tilgængelig 17. jun. 1972
- (44) Fremlagt 10. aug. 1981
- (86) International ansøgning nr. -
- (86) International indleveringsdag -
- (85) Videreførelsesdag -
- (62) Stamansøgning nr. -
- (30) Prioritet 16. dec. 1970, 4834/70, NO
- (71) Ansøger NORTRONIC A/S, Heggedal, NO.
- (72) Opfinder Ole-Herman Bjor, NO.
- (74) Fuldmægtig Flougmann & Vingtoft Patentbureau.
-
- (54) Apparat til måling af et elektrisk signal, som påtrykkes en kompressoranordning.

DK 143372 B

Den foreliggende opfindelse angår et apparat til opnåelse af rigtig tidsrespons for den type måleindretninger, der arbejder med automatisk forstærknings- eller dæmpningskontrol.

5 Opfindelsen angår nærmere betegnet et apparat til måling af et elektrisk signal, som påtrykkes en kompressoranordning, og indbefattende forstærker- eller dæmpningsled, hvilken kompressoranordning er koblet til en signalomformer for kvadrering af dens indgangssignal, multiplicering ved dette indgangssignal med en konstant eller for ens-
10 retning af indgangssignalet, eventuelt for topværdidetektering af dette, hvilken signalomformers udgangssignal eventuelt adderes med en negativ referencejævnspænding, hvorefter differencesignalet tidsintegreres i et integrerende element og gennem en tilbagekobling tilføres kompressoranordningen i form af et styresignal.

15

Dette kendte princip vil indledningsvis blive nærmere beskrevet som baggrund for opfindelsen, og for simpelheds skyld i forbindelse med et helt grundlæggende måleapparat for påtrykte signalers effektivværdi, selv om sådanne måleapparater som bekendt også benyttes
20 til måling af signalers gennemsnitsværdi, ensrettet gennemsnitsværdi og topværdi.

Som en praktisk definition på effektivværdien $y(t)$ af et påtrykt signal $x(t)$ kan benyttes:

25

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

30

hvor T er tidskonstanten i et lineært første ordens lavpasfilter med enkelt tidskonstant, og τ er en integrationsvariabel.

35

Den umiddelbare realisering af et måleapparat, som er beskrevet af denne ligning, kan omfatte en kvadreringskreds, som indgangssignalet x påtrykkes, og endvidere en kreds med enkel tidskonstant for tidsudjævning af x^2 , hvorved der fremkommer et signal, som er lig med kvadratet på indgangssignalets effektivværdi. Endvidere kan apparatet omfatte en roduddragende kreds, så at effektivværdien fremkommer.

Et effektivværdimåleapparat efter dette princip lader sig realisere, men det bliver dårligt egnet til måling over et større dynamisk område. For at afhjælpe denne mangel er der blevet konstrueret alternative løsninger i form af måleapparater, som omfatter en tilbagekob-
5 ling til forstærkning eller dæmpning af det påtrykte signal i en kompressoranordning før kvadreringskredsen, indtil dette signal får en fast angivet effektivværdi. Ved at aflæse den nødvendige forstærkning eller dæmpning kan man således få et mål for det påtrykte signals effektivværdi.

10

Fælles for disse løsninger er, at måleapparatet vil være beskrevet af en uliniær differentiaalligning, hvilket indebærer, at ovennævnte tidskonstant T vil variere med størrelsen af det påtrykte signal, og som eksempler på sådanne alternative løsninger kan nævnes måle-
15 apparater med mekaniske potentiometre eller rent elektroniske anordninger som beskrevet i norsk patent nr. 120.742 og U.S.A. patent nr. 3.159.787.

20

Apparatet ifølge den foreliggende opfindelse er ejendommeligt ved, at kompressoranordningen gennem tilbagekoblingen er forbundet med et ulineært element af eksponentiel karakter på en sådan måde, at det ulineære elements indgangssignal i tilbagekoblingen er proportionalt med logaritmen til styresignalet, og dets udgangssignal er identisk med styresignalet.

25

Dette apparat muliggør måling af effektivværdier, gennemsnitsværdier, ensrettede gennemsnitsværdier og topværdier med en rigtig tidsrespons samtidig med, at målingerne kan foretages over et relativt stort dynamisk måleområde.

30

Før diagrameksemplerne på tegningen bliver beskrevet, skal det nu søges forklaret, hvorfor måleapparatet ifølge opfindelsen fører til, at apparatets tidsrespons bliver væsentligt bedre kontrolleret.

35

Som et eksempel og med udgangspunkt i et måleapparat af kendt type, hvor det påtrykte signal $x(t)$ divideres i kompressoranordningen med et styresignal y , og kvotienten kvadreres, kvadratet sammenlignes med en negativ referencejævnspænding, og differencesig-

nalet tidsudjævnes i et integrerende element og tilføres tilbagekoblingen i form af et signal, som er tidsintegralet af nævnte elements indgangssignal, skal dette integrerede signal i henhold til opfindelsen behandles i et ulineært element. Dersom det ulineære element er af eksponentiel karakter, vil det tidsintegrerede signal blive identisk med logaritmen til kvadratet af styresignalet y . Måleapparatet kan derfor beskrives af en lineær differentiaalligning:

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

Det kan vises, at denne ligning er identisk med ligning I.

Styresignalet y vil derfor være lig med effektivværdien af det påtrykte signal x baseret på definitions-ligningen I. I tillæg har vi desuden fået et udgangssignal, som er proportionalt med logaritmen til effektivværdien af det påtrykte signal. Dette er også en fordel, når apparatet skal bruges over et stort måleområde. Apparatets dynamiske egenskaber bibeholdes, hvis den kvadrerende kreds erstattes af henholdsvis en lineær kreds til multiplicering med en konstant, en ensrettende kreds eller en topværdidetekterende kreds, hvorved man får et udgangssignal, som er proportionalt med det påtrykte signals gennemsnitsværdi, ensrettet gennemsnitsværdi eller topværdi og logaritmen af disse værdier.

En udførelsesform for en kreds ifølge opfindelsen er blevet bygget for et måleområde på 80 dB.

Opfindelsen vil nu blive nærmere beskrevet ved hjælp af udførelseseksempler og med henvisning til tegningen, hvor fig. 1 viser et enkelt blokdiagram for eksempelvis beskrivelse af måleapparatet ifølge opfindelsen, fig. 2 princippet for en mulig udførelsesform, fig. 3 princippet for en foretrukken udførelsesform, fig. 4 to elementer i en foretrukken programmerbar forstærker, fig. 5 skematisk ét af elementerne i fig. 4 med to styreindgange, fig. 6 forstærkningen i dette element, og fig. 7 et foretrukket eksempel på en total programmerbar forstærker.

I fig. 1 er måleapparatets påtrykte jævn- eller vekselstrømssignal betegnet med x . Signaler x tilføres en kompressoranordning 11 indbefattende en forstærker eller et dæpningsled, hvori signalet x divideres med et styresignal y og eventuelt multipliceres med den
 5 reciprokke værdi af styresignalet y . Kvotienten x/y tilføres en kvadreringskreds 12. Kvadratet $(x/y)^2$ fra den ulineære kvadreringsenhed 12 bliver derefter sammenlignet med en negativ referencejævnspænding, der er lig med én enhed, og differencesignalet $((\frac{x}{y})^2 - 1)$ bliver så ført til en integrerende kreds, hvorved tids-
 10 integralet af denne difference fremkommer. Den tidsintegrerede difference bliver på grund af tilbagekoblingen gennem et ulineært element (13) af eksponentiel karakter, nærmere bestemt af karakteren $e^{\log(y^2)}$, lig med $\log(y^2)$, så at det ulineære elements udgangssignal bliver det samme som det tidligere omtalte styresignal y . Dette udgangssignal, med andre ord styresignalet y , bliver pro-
 15 portionalt med det påtrykte signals (x) effektivværdi eller dets gennemsnitsværdi, ensrettede gennemsnitsværdi eller topværdi, dersom egnede kredsalternativer erstatter kvadreringskredsen 12. Indgangssignalet til det ulineære element 13 er, som det ses, proportionalt med logaritmen til styresignalet y .
 20

I fig. 2 svarer blokkene eller kredsene 21, 22 og 23 til kredsene 11, 12 og 13 i fig. 1 og vil derfor ikke blive nærmere omtalt her, bortset fra, at det skal nævnes, at kredsen 23 her må kunne be-
 25 handle digitale signaler. Yderligere omfatter måleapparatet her en analogdigitalomsætter 24. Et muligt kredsalternativ er en ombytning af rækkefølgen af kredsene 24 og 23.

Størrelsen $x(t)$ vil som kendt være en generel tidsfunktion, som
 30 kan have både positive og negative værdier af jævn- eller vekselspænding. Effektivværdien eller RMS-værdien af x vil derimod ifølge definitionen være positiv. Denne værdi y vil desuden variere langsomt, idet tidsforandringen af den vil være begrænset af apparatets tidskonstant. Til udførelse af divisionen x/y er der her benyttet
 35 en programmerbar forstærker som den forstærker eller attenuator, som er indbefattet i kompressoranordningen 21, hvis forstærkning eller dæmpning bliver styret af et digitalt signal y .

Differencesignalet bliver efter sammenligning med referencejævnspændingen og efter tidsintegrering i dette tilfælde ført ind på omsætteren 24, og udgangssignalet z herfra bliver behandlet i kredsen 23 af karakter e^z . Det analoge indgangssignal på omsætteren 24 er
5 proportionalt med logaritmen til det påtrykte signals x effektivværdi baseret på definitions ligningen I eller gennemsnitsværdi etc.

I fig. 3 er der vist en udførelsesform, hvor sammenhængen mellem forstærkningen i den under fig. 2 omtalte programmerbare forstærker
10 og det digitale indgangssignal til denne er eksponentiel. Dette medfører, at det ulineære element i tilbagekoblingen er indbygget i selve kompressorordningen 31, som også udfører divisionen mellem x og y . Denne forstærker er realiseret med en seriekobling af mere enkle forstærkere, som vil blive beskrevet nedenfor under henvisning til fig. 4. Blokkene 32 og 34 svarer til blokkene 22 og 24 i
15 fig. 2. Blokken 35 er en talskærm til fremvisning af det digitale signal. Ved denne realisering er den lineære udgang gået tabt.

Det ses af fig. 2 og 3, at det eneste element, som må arbejde tilfredsstillende over et større dynamisk område, er den programmerbare forstærker. Signalomformeren 22 eller 32, der er et i handelen
20 værende kvadreringselement, behandler kun signaler med konstant effektivværdi. Det ses endvidere, at omsætteren 24 eller 34, der er en i handelen værende A/D omsætter, arbejder med logaritmen til effektivværdien. Dette bevirker, at apparatet kan behandle et
25 relativt stort dynamisk område med få cifre i A/D omsætteren. Systemets opløsning vil imidlertid stå i direkte forhold til antallet af cifre i A/D omsætteren.

Måleapparatet ifølge opfindelsen kan som nævnt arbejde i et forholdsvis stort dynamisk måleområde. Det kan nævnes, at det i fig. 3 viste udførelseseksempel er blevet bygget for et dynamisk område på 80 dB (0 - 10.000 Hz) og for en opløsning på 0,5 dB. Apparatet blev endvidere dimensioneret til at kunne bearbejde påtrykte
30 signaler med en topværdi på 10 gange RMS-værdien. Detektoren havde DC og AC-indgang. For AC-indgangens vedkommende var nederste grænseværdi på noget under 0,1 Hz (-1 dB).
35

Detektoren virkede tilfredsstillende over hele området fra 80 dB, og på baggrund af disse praktiske resultater er det sandsynligt, at det dynamiske område kan udvides yderligere med måleapparatet ifølge opfindelsen.

5

Samtlige elementer i dette måleapparat kan være af konventionel art. Det skal dog præciseres, at den programmerbare forstærker i fig. 3 er blevet bygget specielt for denne anvendelse, og den vil derfor blive nærmere omtalt nedenfor.

10

I fig. 4 er der vist to elementer af en foretrukken programmerbar forstærker, som afhængig af den for måleapparatet foreskrevne nøjagtighed kan bestå af et valgt antal ens elementer i seriekobling. Med programmerbar forstærker menes i denne sammenhæng en forstærker med styrbar forstærkning. I den anvendte forstærker blev styringen foretaget ved at variere tilbagekoblingen rundt om en operationsforstærker OF med meget stor forstærkning. B_1 og B_2 betegner afbrydere i form af felteffekttransistorer. Når begge afbrydere B_1 og B_2 er åbne, er forstærkningen 1. Når afbryderen B_1 er sluttet, er forstærkningen A, når afbryderen B_2 er sluttet, er forstærkningen B, og når begge afbrydere er sluttet, er forstærkningen A · B. Dette er under forudsætning af, at modstandene R_1 og R_2 er bestemt ved

25

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

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

30

I fig. 5 er der skematisk vist en sådan forstærker med to styreindgange. Indgangene a og b, der svarer til afbryderne B_1 og B_2 , kan have værdierne 0 eller 1.

I fig. 6 er forstærkningen vist som funktion af a og b.

35

I fig. 7 er der vist en styrbar forstærker bestående af fire forstærkerelementer, der er vist i fig. 4, og som kan styres i trin på 0,5 dB i området fra 0 dB (forstærkning 1) til 79,5 dB (forstærkning 9441 gange). Det er her valgt at lade indgangen være repræ-

senteret i en 1, 2, 4, 8 BCD-kode for på simpel måde at kunne aflæse den digitale værdi.

5 Hvis d_i ($i = 0, 1, 2, \dots, 7$) kan antage værdierne 0 og 1, vil den totale forstærkning K være bestemt ved

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

når k er lig med 1,122 svarende til en forstærkning på 1 dB.

10 De binære tal $d_7 d_6 d_5 d_4 d_3 d_2 d_1 d_0$ vil da angive forstærkningen i dB (d_0 repræsenterer 0,5 dB, og tallene $d_1 \dots d_7$ repræsenterer dB-værdierne i BCD-kode).

Patentkrav.

15

1. Apparat til måling af et elektrisk signal (x), som påtrykkes en kompressoranordning (11, 21, 31), og indbefattende forstærker- eller dæmpningsled, hvilken kompressoranordning er koblet til en signalomformer (12, 22, 32) for kvadrering af dens indgangssignal, 20 multiplicering af dette indgangssignal med en konstant eller for ensretning af indgangssignalet, eventuelt for topværdidetektering af dette, hvilken signalomformers udgangssignal eventuelt adderes med en negativ referencejævnspænding, hvorefter differencesignalet tidsintegreres i et integrerende element og gennem en tilbagekobling 25 tilføres kompressoranordningen (11, 21, 31) i form af et styresignal (y),

k e n d e t e g n e t ved, at kompressoranordningen gennem tilbagekoblingen er forbundet med et ulineært element (13, 23, 31) af eksponentiel karakter på en sådan måde, at det ulineære elements 30 indgangssignal i tilbagekoblingen er proportionalt med logaritmen til styresignalet, og dets udgangssignal er identisk med styresignalet (y).

2. Måleapparat ifølge krav 1,

35 k e n d e t e g n e t ved, at tilbagekoblingen omfatter en analog-digitalomsætter (24) i serie med det ulineære element (23).

3. Måleapparat ifølge krav 2,
k e n d e t e g n e t ved, at det ulineære element indgår i selve
kompressorordningen (31).
- 5 4. Måleapparat ifølge et hvilket som helst af kravene 1, 2 og 3,
k e n d e t e g n e t ved, at kompressorordningen omfatter et
antal seriekoblede styrede forstærkere (fig. 7).
- 10 5. Måleapparat ifølge krav 4,
k e n d e t e g n e t ved, at hver forstærker omfatter en opera-
tionsforstærker med to styreindgange indbefattende hver sin afbryder.

Fremdragne publikationer:

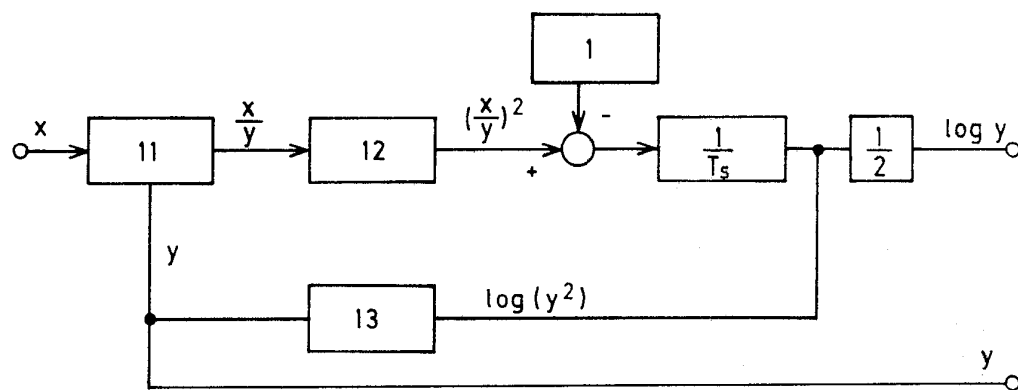


FIG. 1

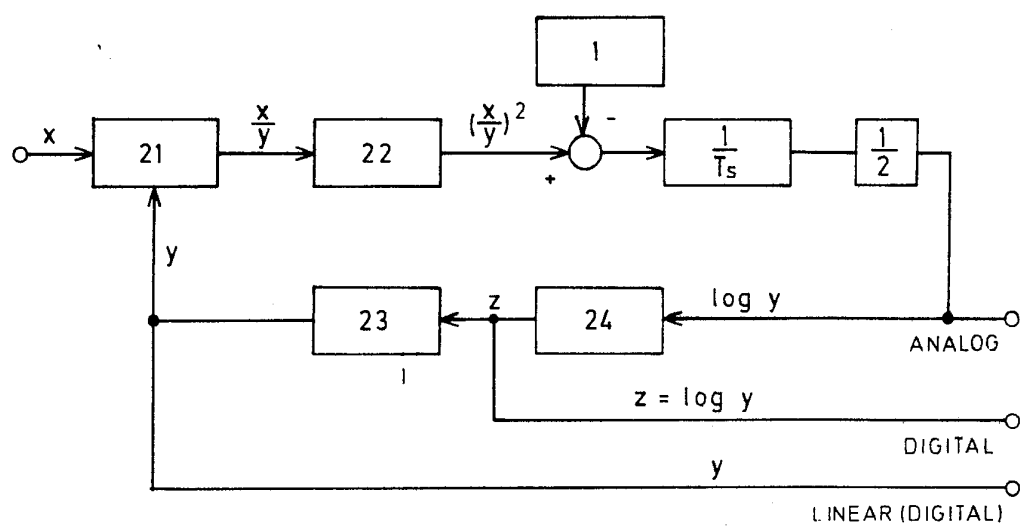


FIG. 2

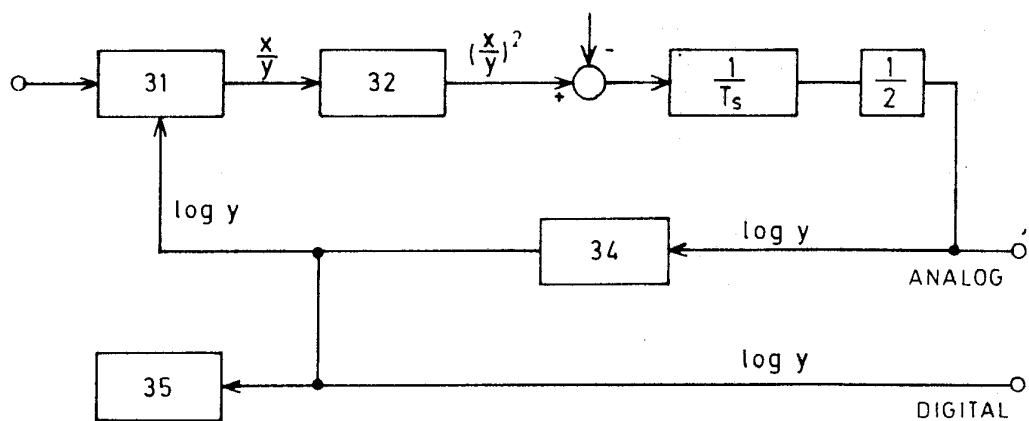


FIG. 3

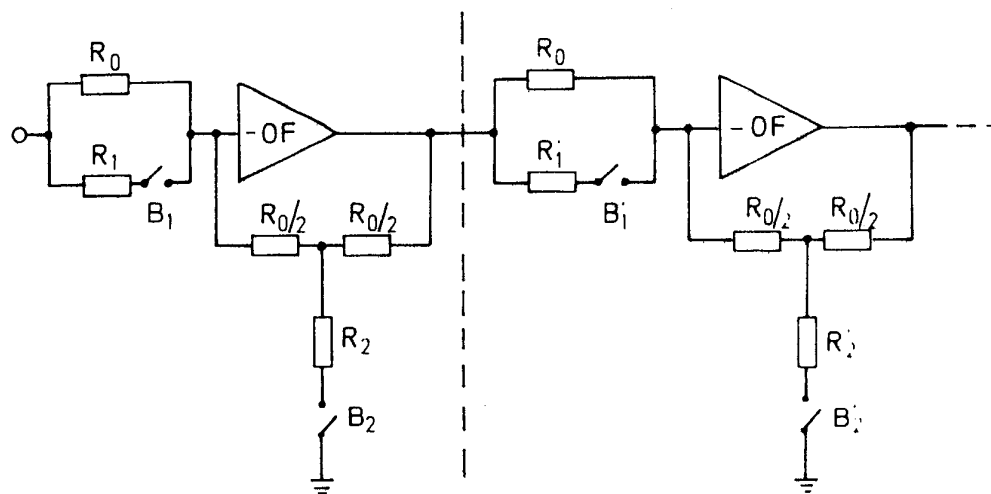


FIG. 4

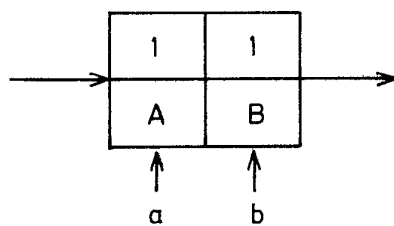


FIG. 5

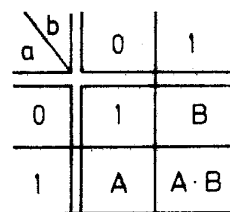


FIG. 6

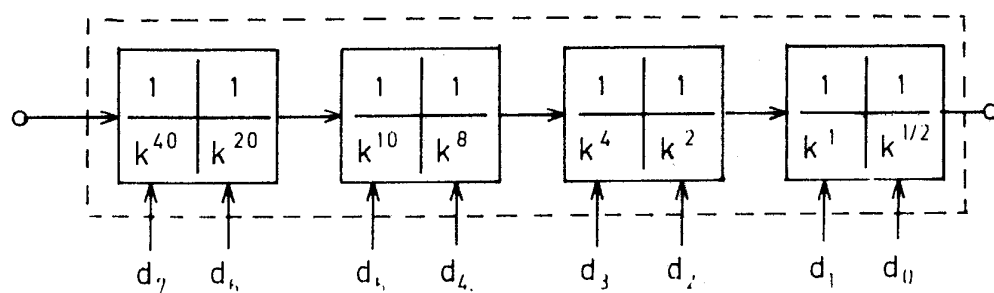


FIG 7