



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP



(21) Patentansøgning nr.: 1734/85

(51) Int.Cl.⁴ G 01 R 22/00

(22) Indleveringsdag: 17 apr 1985

(24) Løbedag: 17 aug 1984

(41) Alm. tilgængelig: 17 apr 1985

(44) Fremlagt: 07 aug 1989

(86) International ansøgning nr.: PCT/FI84/00056

(86) International indleveringsdag: 17 aug 1984

(85) Videreførelsesdag: 17 apr 1985

(30) Prioritet: 18 aug 1983 FI 832961

(71) Ansøger: *VALMET OY; Punanotkonkatu 2; 00130 Helsinki, FI

(72) Opfinder: Teuvo *Lahti; FI

(74) Fuldmægtig: Plougmann & Vingtoft Patentbureau

(54) Omkoblingskonstruktion til statisk kilowatttimemåler

(56) Fremdragne publikationer

US pat. nr. 4217546

(57) Sammendrag:

1734-85

I en omskifterkonstruktion i en statisk kilowatttimemåler med organer (2, 3) til generering af målesignaler, der er proportionale med strøm og spænding, med en multiplikator (1, 4) til dannelse af produktet af målesignalerne, med en spændings/frekvensomsætter (5) til konvertering af udgangsspændingen fra multiplikatoren til et frekvenssignal (f) og med en tælleindretning (7), der styres af frekvenssignalet, til registrering af den forbrugte energi, kompenseres der for offsetspændingen (U_{os}) i en operationsforstærker (11) i integratoren i spændings/frekvensomsætteren. Omsætteren har et kompensationskredsløb med første omskifterdele (K1, K2), der tillader, at udgangsspændingen fra multiplikatoren kan integreres under givne samplingperioder, og i integratorens indgangskredsløb findes en kompensationskondensator (C2), på hvilken forstærkerens (11) offsetspænding (U_{os}) lagres ved hjælp af andre omskifterdele (K3, K4), der aktiveres mellem samplingperioderne.

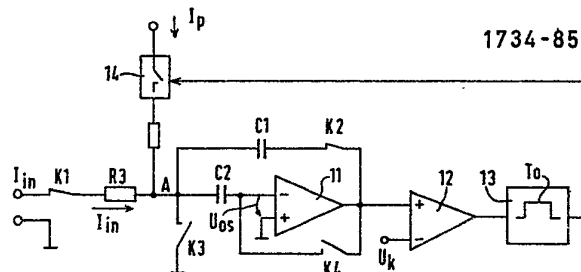


FIG. 4

Den foreliggende opfindelse vedrører en statisk kilowatttimemåler med organer, der er forbundet til et lysnets ledninger, til generering af målesignaler, der er proportionale med strøm og spænding, en impulsbredde-impulshøjdemultiplikator til dannelsen af et impulsbredde-impulshøjdemoduleret signal, som repræsenterer produktet af målesignalerne, en integrator med en integrationsforstærker, der forsynes fra udgangen på impulsbredde-impulshøjdemultiplikatoren i et omsætterkredsløb, fra hvilket der opnås et frekvenssignal, som er proportionalt med effekten, en tælleindretning, der styres af frekvenssignalet, til bestemmelse af den forbrugte energi samt en forsyningskilde, der er forbundet til nettets ledninger, til frembringelse af en forsynings-spænding, som tilføres kredsløbene.

Statiske kilowatttimemålere baseret på en impulsbredde-impulshøjdemultiplikator, dvs. på en tidsafbrydelsesmultiplikator, er velkendte inden for teknikken, og som eksempler på eksisterende konstruktionsløsninger kan nævnes USA-patent nr. 4.315.212 3.794.917 og 4.217.546.

Hovedkomponenterne i en trefasemåler af denne kendte type er i blokdiagram vist i fig. 1. I måleren dannes der en prøveimpulsfølge, i hvilken impulsernes bredde er proportional med spændingens øjebliksværdi, og i hvilken impulsernes højde er proportional med strømmens øjebliksværdi, så at det areal, som dækkes af impulserne, er proportionalt med produktet af spænding og strøm, dvs. proportionalt med effekten. Prøveimpulsfrekvensen vælges tilnærmelsesvis ti gange højere end lysnetfrekvensen for også at tage højde for overtoner. Det signal, som modulerer impulsbreddemodulatoren 1, er et signal, der er proportionalt med lysnetspændingen, og som frembringes ved hjælp af spændingstransformere 2. I de kendte målere er impulsbreddemodulatoren sædvanligvis frembragt ved hjælp af en operationsforstærker, der virker som en komparator, til hvis ene indgangsklemme der tilføres en trekantbølge, og til hvis anden indgangsklemme der tilføres et moduleringsignal, der er proportionalt med spændingen. Komparatorens tærskelværdi styres af moduleringsspændingen, og på komparatorens udgang frembringes der en firkantbølge med samme frekvens som trekantbølgen, men hvad angår firkantbølgens impulsdele, afhænger disse af styrespændingens værdi. Ved hjælp af den frembragte impuls-

breddemodulerede firkantbølge styres analogomskiftere 4 i de sekundære kredsløb af strømmåletransformere 3, fra hvis udgange der frembringes impulser med en højde, der er proportional med strømmen i målekredsløbet, og som stadig moduleres af lysnetspændingen i henseende til impulsernes bredde. Impulserne filtreres, så at der frembringes en jævnspænding, der er proportional med effekten, og denne spænding tilføres en spænding/frekvensomsætter 5. Spændings/frekvensomsætteren 5 består af en integratorforstærker, der integrerer multiplikatorens udgangsspænding, samt en tærskelværdi-detektor, der initierer en ny periode, når integratorens udgangsspænding overstiger detektorens tærskelværdi. På omsætteren's udgang afgives der således en impulsfrekvens, der er proportional med den til omsætteren tilførte jævnspænding, dvs. effekten, og ved hjælp af hvilken en trinmotor, der virker på et tælleorgan 7 i måleren, styres via en delerenhed 6. Tælleorganet integrerer effekten og viser dermed den energi, som forbruges. Til strømforsyningen af målerens kredsløb tilvejebringes der desuden en forsyningsenhed 8, der frembringer driftsspænding fra lysnetspændingen.

Det skal imidlertid bemærkes, at multiplikatorkredsløbene og spændings/frekvensomsætteren i kendte statiske kilowatttimemålere omfatter operationsforstærkere, hvis offsetspændinger påvirker måleresultatet. I den fra ovennævnte USA patentskrift nr. 4.217.546 kendte kilowatttimemåler er der indkoblet en transresistansforstærker, der er forbundet til en strømtransformer, til omsætning af et af strømtransformeren afgivet strømsignal til et dermed proportionalt spændingssignal. Denne kendte kilowatttimemåler har yderligere et offsetspændingskompensationskredsløb, der er forbundet til udgangen på transresistansforstærkeren og tjener til at kompensere for eventuel offsetspændingsfejl i transresistansforstærkeren, der udgøres af en integreret operationsforstærker. Dette offsetkompensationskredsløb indeholder selv en operationsforstærker, og eventuelle offsetspændinger i dette korrektionsnetværks operationsforstærker og i kilowatttimemålerens andre aktive forstærkere, der udgøres af integrerede operationsforstærkere, tages der imidlertid ikke højde for.

Problemet med offsetspændingen er specielt udtalt i forbindelse med spændings/frekvensomsætteren, når integratorens indgangsspænding

er lav. I praksis kan indgangsspændingen være af samme størrelsesorden som operationsforstærkerens offsetspænding, hvorved der kan optræde ganske store fejl i måleresultatet. Offsetspændingen er desuden en funktion af tid og temperatur, hvilket påvirker opretholdelsen af perfekt offsetspændingskorrektion i kendte kilowatttimemålere.

Et formål med den foreliggende opfindelse er at løse de ovenfor angivne problemer og at tilvejebringe en statisk kilowatttimemåler på simpel måde, så at der kan kompenseres for den uheldige eller skadelige virkning fra offsetspændingen som følge af brugen af en operationsforstærker på spændings/frekvensomsætterens nøjagtighed.

I overensstemmelse med opfindelsen opnås dette formål ved hjælp af en statisk kilowatttimemåler af den indledningsvis angivne art, hvilken kilowatttimemåler i overensstemmelse med opfindelsen er ejendommelig ved, at omsætterkredsløbet har første omskifterorganer, der tillader, at impulsbredde-impulshøjdemultiplikatorens udgangsspænding kan integreres under faste samplings- eller prøveperioder, og at integratorens integrationsforstærkers indgangskredsløb indeholder en kompensationskondensator, på hvilken integrationsforstærkerens offsetspænding lagres ved hjælp af andre omskifterorganer, der aktiveres mellem samplings- eller prøveperioderne. Man vil således forstå, at integrationen af udgangsspændingen fra impulsbredde-impulshøjdemultiplikatoren i overensstemmelse med opfindelsen afbrydes periodisk i omsætterkredsløbet, som frembringer frekvenssignalet, og når integrationen afbrydes, lagres offsetspændingen på kondensatoren. Når integrationen genoptages, forbindes kondensatoren igen til det samlede kredsløb, så at virkningen af offsetspændingen på den frembragte strøm udkompenseres.

Der opnås en specielt fordelagtig målerkonstruktion, når de første omskifterorganer, der tillader integration, omfatter en samplingomskifter, der forbinder impulsbredde-impulshøjdemultiplikatorens udgang til omsætterens indgang, samt en omskifter, der er koblet i serie med en integrationskondensator, og når de andre omskifterorganer, ved hjælp af hvilke integrationsforstærkerens offsetspænding lagres på kompensationskondensatoren, omfatter en omskifter, der forbinder integrationsforstærkerens ud- og indgang, samt en om-

skifter, som forbinder kompensationskondensatorens ene klemme til stel.

Opfindelsen vil i det følgende blive nærmere forklaret under henvisning til tegningen, der viser en udførelsesform for opfindelsen, til
5 hvilken opfindelsen imidlertid ikke er begrænset, og på hvilken tegning

fig. 1 viser et blokdiagram over en kendt statisk kilowatttimemåler, fig. 2 et kredsløbsdiagram for en impulsbredde-impulshøjdemultiplikator,

10 fig. 3 kurveformer, der optræder i det i fig. 2 viste kredsløb, fig. 4 og 4A en spændings/frekvensomsætter i forskellige driftstilstande,

fig. 5 kurveformer, der optræder i den i fig. 4 viste omsætter, og fig. 6 kredsløbsdiagram over en strømforsyning til måleren.

15 I fig. 2 er vist en impulsbredde-impulshøjdemultiplikator i en statisk kilowatttimemåler. Multiplikatoren har et summationskredsløb og en prøveomskifter, der styres af summationsspændingen. Summationskredsløbet indeholder to modstande R1 og R2, der er forbundet med hinanden. Til den anden ende af den første modstand R1 er der
20 tilsluttet et signal U_u , der er proportionalt med en spænding, som frembringes af en måletransformer 2, og til den anden ende af den anden modstand R2 tilføres en trekantbølge U_o fra en trekantbølgeoscillator 9. Sumspændingen $U_u + U_o$ frembringes i de to summationsmodstande R1's og R2's fælles punkt. En prøveomskifter 10, der er en
25 analogomskifter, modtager et signal U_i , som er proportionalt med strømintensiteten, fra det sekundære kredsløb af en strømmåletransformer 3, idet styreindgangen på denne omskifter er forbundet til summationspunktet. Analogomskifteren 10, der fx kan være en J-FET eller en MOS-FET, ændrer sin tilstand ved en given tærskelværdi
30 U_{thresh} af styrespændingen. Som det fremgår af fig. 3, bestemmer tærskelniveauet U_{thresh} for analogomskifteren 10 derved bredden af prøveimpulsen, idet omskifteren er lukket, når sumbølgen $U_u + U_o$ er større end tærskelniveauet U_{thresh} , og åben, når sumbølgen er mindre end tærskelniveauet. Udgangsspændingen fra prøveomskifte-

ren, der styres på denne måde, bliver derved en frekvens af fir-kantbølger, hvor bredden af impulserne er proportional med spændingen, og højden er proportional med strømmen. Ved hjælp af en jævn-spænding, som frembringes ved filtrering af impulsfølgen, styres en
 5 spændings/frekvensomsætter 5.

I fig. 4 er vist en spændings/frekvensomsætter 5 i den i fig. 1 viste måler, hvilken omsætter har et offsetspændingskompenserende kredsløb ifølge opfindelsen. Spændings/frekvensomsætteren har på konventionel måde en operationsforstærker 11, der ved hjælp af en kondensator C1 og en modstand R3 er koblet som en integrator, en tærskelværdidetektor 12, der styres af integratorens udgangsspænding, samt
 10 et timer- eller tidsbestemmelseskredsløb 13, ved hjælp af hvilket en konstantstrømkilde, der er forbundet til integratorens udgang, styres. Når kredsløbet er aktivt, integrerer integratoren en indgangsstrøm I_{in} , indtil integratorens udgangsspænding overstiger komparatoren 12's tærskelværdiniveau U_k , når timerkredsløbet 13 begynder at tælle og ved hjælp af en omskifter 14 kobler en tilbageføringsstrømpuls I_p med en varighed T_o til integratorens indgang. Omsætters driftsfrekvens f findes ved hjælp af formlen
 15

$$20 \quad I_{in} \cdot t = I_p \cdot T_o$$

$$f = \frac{1}{t} = \frac{I_{in}}{I_p \cdot T_o}$$

Man vil forstå, at frekvensen er direkte proportional med indgangsstrømmen I_{in} og dermed også med indgangsspændingen U_{in} , da
 25

$$I_{in} = \frac{U_{in} - U_{os}}{R_3}$$

Til kompensation af virkningerne fra forstærkeren 11's offsetspænding U_{os} på indgangsstrømmen I_{in} har spændings/frekvensomsætteren i
 30 overensstemmelse med opfindelsen en kompensationskonstruktion, der holder klemmen på forstærkersiden (forstærkeren 11) af modstanden R3 eller punktet A i fig. 4 på niveau 0 under integrationen.

Kompensationskonstruktionen omfatter en prøveomskifter K1, der forbinder integratoren til multiplikatoren, en omskifter K2, der er koblet i serie med integrationskondensatoren C1, samt en kompensationskondensator C2, der er forbundet mellem punktet A og forstærkeren 11's inverterende indgang, en omskifter K4, som forbinder forstærkeren 11's inverterende indgang og udgang, samt en omskifter K3, som steller punktet A.

Omskifterne K1 og K2 tillader, at indgangsstrømmen I_{in} integreres, når omskifterne er lukkede i den i fig. 4 viste stilling. Under integrationsfasen er omskifterne K3 og K4 åbne. Til kompensation afbrydes integrationen mellem prøveperioder ved hjælp af prøveomskifteren K1 ved åbning af omskifteren K2, der er i serie med integrationskondensatoren C1. Under den efterfølgende kompensationsfase forbindes forstærkeren 11's udgang og inverterende indgang ved, at omskifteren K4 lukkes, og kondensatoren C2's anden klemme stelles ved, at omskifteren K3 lukkes, hvorved forstærkeren 11's offsetspænding U_{os} overføres til kompensationskondensatoren C2. Under kompensationsfasen styres omskifterne K1-K4 således til den i fig. 4A viste tilstand. Under den efterfølgende integrationsfase styres omskifterne K1-K4 igen til den i fig. 4 viste tilstand, hvorved kompensationskondensatoren C2 er forbundet til indgangskredsløbet på en sådan måde, at spændingen i punktet A forbliver på niveau 0 under integrationsfasen, hvilket kompenserer for virkningen af offsetspændingen på indgangsstrømmen.

Den resulterende kurveform for integratorens udgangsspænding er vist i fig. 5, hvor de alternerende integrationsfaser og kompensationsfaser er vist som henholdsvis stigende dele 15 af udgangsspændingen og vandrette dele 16 svarende til offsetspændingen U_{os} .

I fig. 6 er vist en forsyningsenhed 8, der frembringer driftsspændinger til kredsløbene i en trefasemåler. Forsyningsenheden indeholder kondensatorer C3, C4 og C5 til reduktion af lysnetsspændingen U_R , U_S og U_T samt ensretterdioder D1-D6 og en filtreringskondensator C7 til filtrering af den spænding, som tilføres belastningen 17. Da måle-

rens kredsløb også skal fungere i det tilfælde, hvor kun den ene fase er spændingsførende, skal spændingsreduktionskondensatorerne være dimensioneret meget store i et konventionelt ensrettet kredsløb. For at undgå dette har den i fig. 6 viste forsyningsenhed⁸ desuden et

5 kredsløb, ved hjælp af hvilket den strøm, som løber gennem dioderne under de negative halvperioder af den fase, som er aktiv, kan udnyttes. Dette kredsløb omfatter en kondensator C6, der er forbundet mellem 0-lederen og ensretterdioderne D4-D6's anoder, som er forbundet sammen, i serie med dioder D8 og D7, så at kondensatoren kan

10 optage en ladning under de negative halvperioder af den aktive fase via ledningsdioderne D7 og D8. Til afladning af ladningen på kondensatoren C6 til belastningen 17 under de positive halvperioder af den aktive fase er kondensatoren C6's positive klemme forbundet til belastningen 17's positive klemme via en diode D9, og kondensatoren

15 C6's negative klemme er forbundet til belastningens negative klemme via en transistor V1's kollektoremitterovergang, hvilken transistors basis er forbundet til knudepunktet mellem dioderne D7 og D4-D6 og via en modstand R4 til dioderne D1-D3's katoder. Den spænding, som findes over dioden D7, når kondensatoren C6's opladningsstrøm løber,

20 holder transistoren V1's basisspænding ca. 0,7V mere negativ end emitterspændingen, hvorved transistoren ikke leder.

Under den positive halvperiode afbrydes kondensatoren C6's opladningsstrøm. Transistoren V1's basisspænding forøges derved til at være mere positiv end emitterspændingen som følge af modstanden R4.

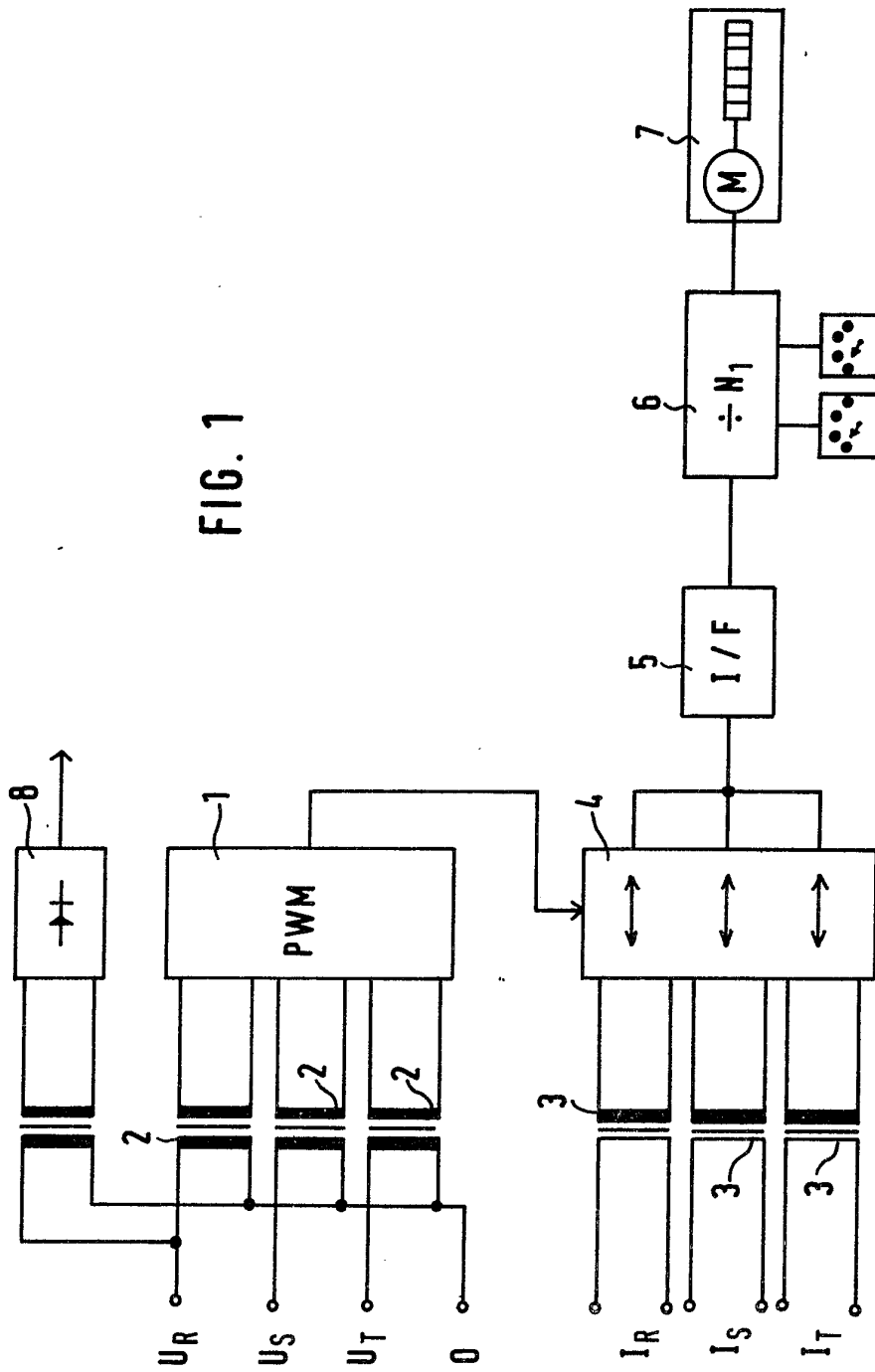
25 Transistoren V1 bliver ledende og kompletterer kondensatoren C6's afladningsbane. Ladningen på kondensatoren C6 aflades derved gennem dioden D9 til kondensatoren C7 og videre til belastningen 17. Under de positive halvperioder modtages der desuden strøm via dioden D1. Kondensatoren C6's afladningsstrøm, der adderes til den

30 allerede nævnte strøm, vil være tilnærmelsesvis det dobbelte af den strøm, der føres til belastningen, og dette muliggør, at koblingskondensatorerne C3, C4 og C5 kan reduceres til ca. det halve, og desuden, at den strøm, som måleren tager fra nettet, reduceres.

PATENTKRAV.

1. Statisk kilowatttimemåler med organer (2, 3), der er forbundet til et lysnets ledninger, til generering af målesignaler (U_u , U_i), der er proportionale med spændingen (U_R , R_S , U_T) og med strømmen (I_R , I_S , I_T), en impulsbredde-impulshøjdemultiplikator (1, 4) til dannelsen af et impulsbredde-impulshøjdemoduleret signal, som repræsenterer produktet af målesignalerne, en integrator (11, C1, R3) med en integrationsforstærker (11), der forsynes fra udgangen på impulsbredde-impulshøjdemultiplikatoren (1, 4) i et omsætterkredsløb (5), fra hvilket der opnås et frekvenssignal (f), som er proportionalt med effekten, en tælleindretning (7), der styres af frekvenssignalet, til bestemmelse af den forbrugte energi samt en forsyningskilde (8), der er forbundet til lysnettets ledninger, til frembringelse af en forsyningsspænding, som tilføres kredsløbene,
- 15 k e n d e t e g n e t ved, at omsætterkredsløbet (5) har første omskifterorganer (K1, K2), der tillader, at impulsbredde-impulshøjdemultiplikatorens (1, 4) udgangsspænding kan integreres under faste samplings- eller prøveperioder, og at integratorens integrationsforstærkers (11) indgangskredsløb indeholder en kompensationskondensator (C2), på hvilken integrationsforstærkerens offsetspænding (U_{os}) lagres ved hjælp af andre omskifterorganer (K3, K4), der aktiveres mellem samplings- eller prøveperioderne.
2. Måler ifølge krav 1,
- 25 k e n d e t e g n e t ved, at de første omskifterorganer, der tillader integration, omfatter en samplingomskifter (K1), der forbinder impulsbredde-impulshøjdemultiplikatorens udgang til omsætterens (5) indgang, samt en omskifter (K2), der er koblet i serie med en integrationskondensator (C1), og at de andre omskifterorganer, ved hjælp af hvilke integrationsforstærkerens (11) offsetspænding lagres på
- 30 kompensationskondensatoren (C2), omfatter en omskifter (K4), der forbinder integrationsforstærkerens (11) udgang og indgang, samt en omskifter (K3), som forbinder kompensationskondensatorens (C2) ene klemme (A) til stel.

FIG. 1



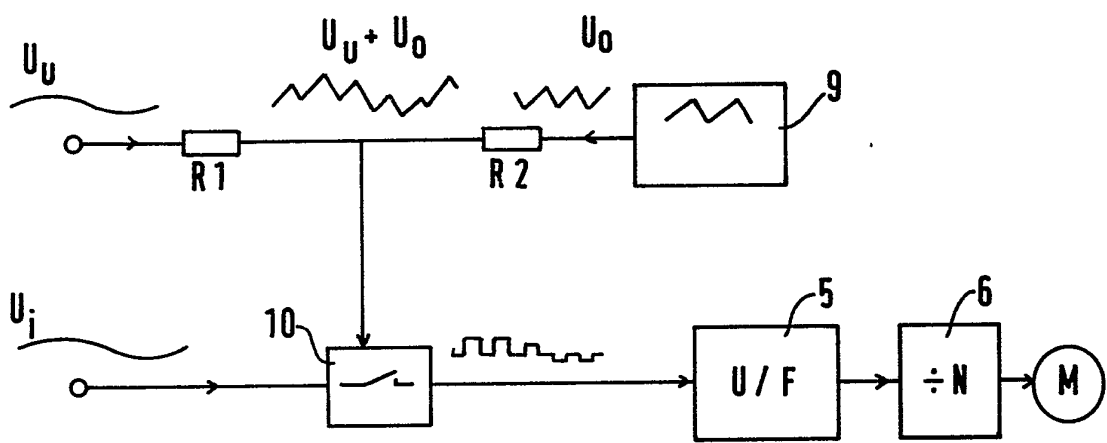


FIG. 2

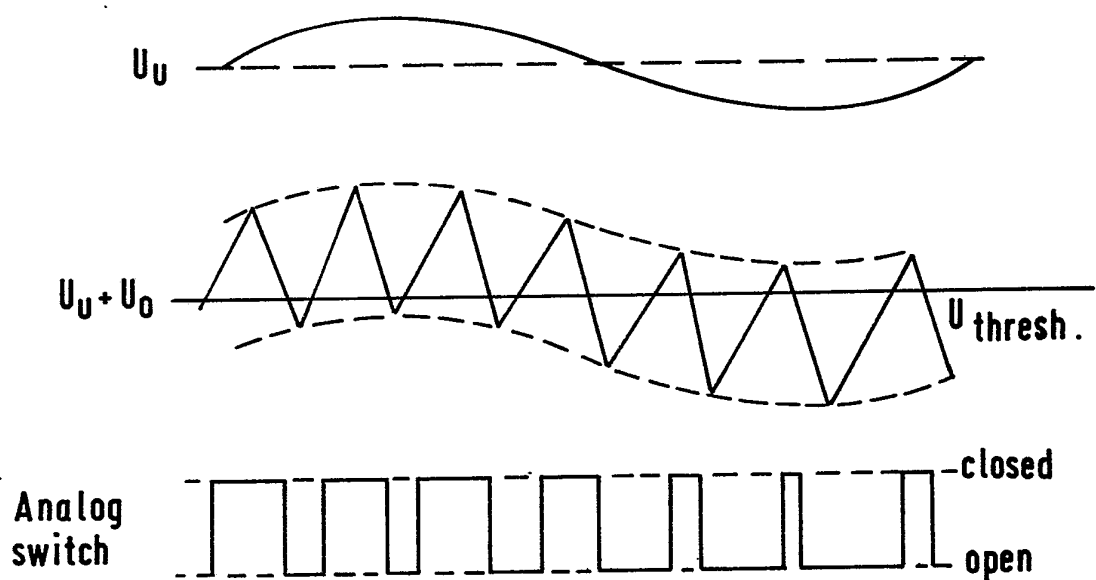


FIG. 3

3/4

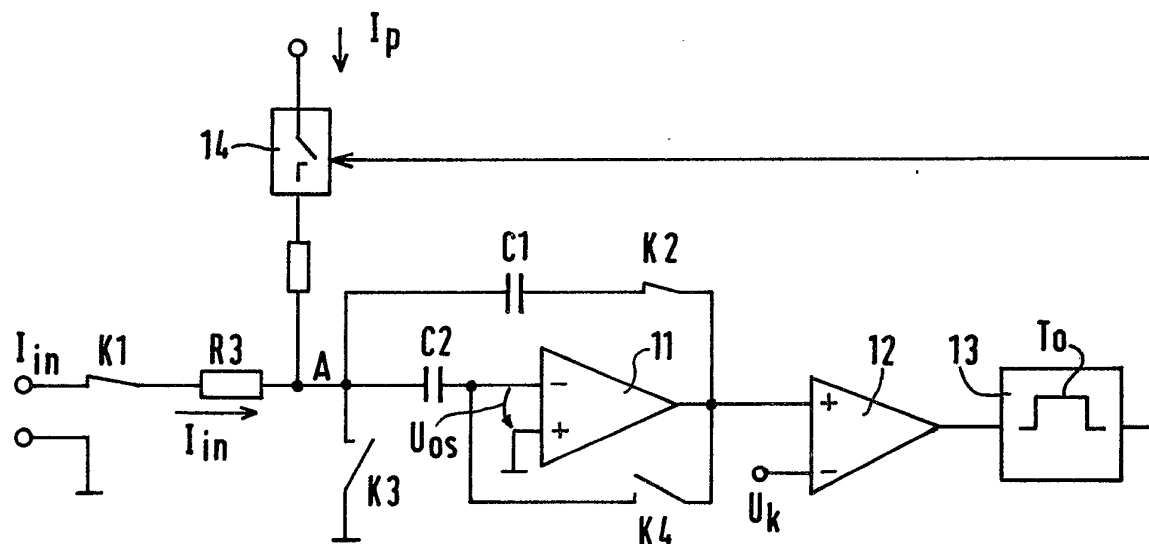


FIG. 4

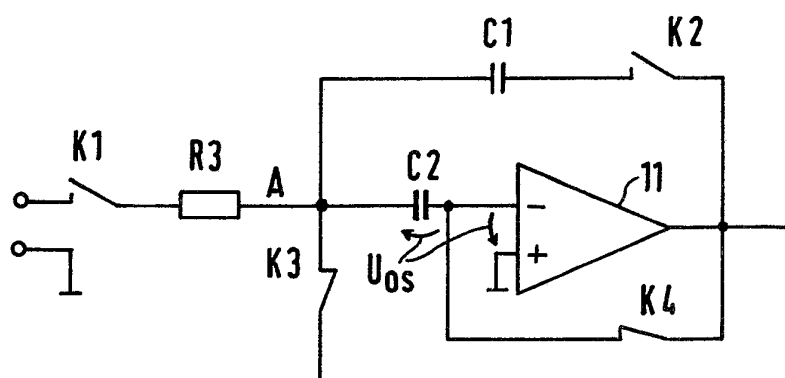


FIG. 4A

4/4

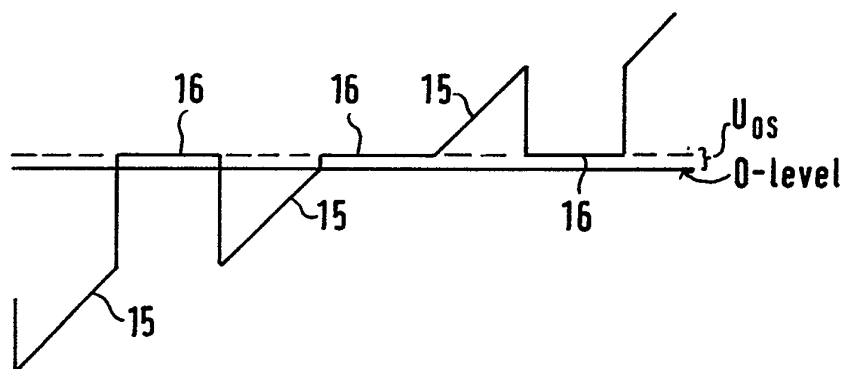


FIG. 5

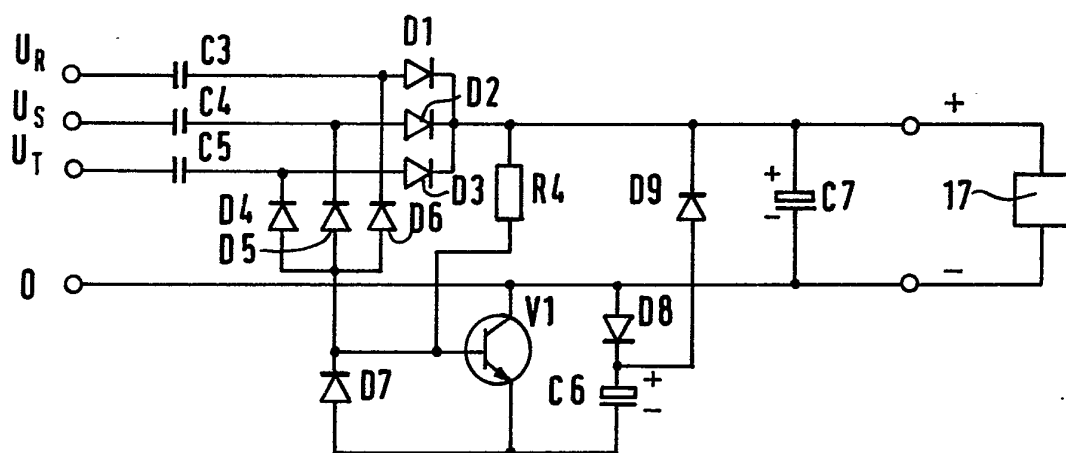


FIG. 6