

(19) DANMARK



(12) FREMLÆGGESESSKRIFT (11) 146107 B

DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET

(21) Patentansøgning nr.: 4002/77

(22) Indleveringsdag: 08 sep 1977

(41) Alm. tilgængelig: 10 mar 1978

(44) Fremlagt: 27 jun 1983

(86) International ansøgning nr.: –

(30) Prioritet: 09 sep 1976 CH 11447/76 19 okt 1976 CH 13236/76

(51) Int.Cl.³: H 02 P 13/30
G 05 F 1/445
H 02 M 5/293

(71) Ansøger: POUL HAHN *EVERS; CH-6984 Pura, CH.

(72) Opfinder: Hans-Dieter *Gruedelbach; DE.

(74) Fuldmægtig: Plougmann & Vingtoft Patentbureau

(54) **Fremgangsmåde til regulering af den i et vekselstrømnet til en forbruger afgivne elektriske effekt og indretning til udøvelse af fremgangsmåden**

Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde til regulering af den i et vekselstrømnet til en forbruger afgivne elektriske effekt ved fastlæggelse af strømgennemgangsvinklen ved hjælp af en i en strømbane til forbrugeren indkoblet effektafbryderindretning, der hver gang ved begyndelsen af en halvbølge for netvekselspændingen sluttes i det mindste tilnærmelsesvis ved fasevinklen 0° , og som afbrydes ved en til den ønskede strømgennemgangsvinkel svarende fasevinkel.

Det er kendt at foretage effektreguleringer af den omhandlede art med simple midler, den såkaldte fasevinkelregulering under anvendelse af thyristorer og triacs som effektafbryderindretninger. Herved bliver forbrugeren under hver halvbølge af netvekselspændingen

DK 146107 B

efter nulgennemgangen tilsluttet vekselstrømnettet forsinket med en sådan fasevinkel, at halvbølgens tilbageblivende fasevinkel indtil næste nulgennemgang svarer til den ønskede strømgennemgangsvinkel. Især når tilslutningen af forbrugeren til vekselstrømnettet sker ved en større fasevinkel, dvs. ved en forholdsvis stor momentan spænding for nettet, optræder der på tilkoblingstidspunktet betragtelige strømspidsværdier, især ved kapacitive forbrugere. Disse strømspidser belaster nettet uhensigtsmæssigt og forårsager desuden i tilgrænsende højfrekvente forbrugere, som f.eks. radio- og fjernsynsapparater eller måleinstrumenter, uheldige højfrekvente forstyrrelser, selv når der ved effektafbryderindretningen er truffet forholdsregler til støjbeskyttelse.

Fra GB-PS 1 047 904 kendes en effektafbryderindretning, der kan tilsluttes et vekselstrømnet, og som til en forbruger afgiver en indstillelig elektrisk effekt derved, at der i hver halvbølge af den ensrettede, men ikke udjævnede netspænding ved netspændingens nulgennemgang indkobles et i serie med forbrugeren indkoblet halvlederafbryderelement, der ved en bestemt, indstillelig fasevinkel inden for den samme halvbølge igen udkobles. Ved denne forholdsregel opnås, at man ved tilkobling af forbrugeren til den ensretterindretning, der ensretter netvekselspændingen, i løbet af den ensrettede netvekselspændings halvbølger undgår uheldige strømspidser, og alligevel sikres muligheden for frit valg af strømgennemgangsvinklen for hver halvbølge. Som effektafbryderindretning anvendes i denne forbindelse en transistor, der styres af en bistabil kipafbryderindretning. Denne konstruktion er imidlertid ikke egnet til nøjagtigt og med ringe tab at afbryde store belastninger ved bestemte fasevinkler, idet der må tilvejebringes en betragtelig styreeffekt, ligesom der som følge af tabene optræder en utilladelig kraftig opvarmning af transistoren. Disse ulemper kan heller ikke undgås ved, at man i den kendte indretning parallelforbinder flere transistorer. Ved en sådan parallelkobling opstår problemet med den ensartede strømfordeling mellem de enkelte transistorer. Når de enkelte parallelkoblede transistorer på i og for sig kendt måde forsynes med emittermodstande, opstår der ekstra tab i effektkredsen som følge af disse modstande.

Ved opfindelsen søges tilvejebragt en fremgangsmåde af den ovenfor angivne art og en indretning til udøvelse af fremgangsmåden, hvilken fremgangsmåde og hvilken indretning under anvendelse af flere parallelkoblede transistorer som effektafbryderelementer for en fra vekselstrømnettet til forbrugeren afgiven vekselstrøm muliggør en tidsmæssig nøje defineret styring af transistorerne med ringe tab med undgåelse af utilladelig opvarmning også ved vilkårlig store forbrugerstrømme på et hvilket som helst vilkårligt tidspunkt under hver af netvekselspændingens halvbølger.

Dette opnås ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, der er ejendommelig ved, at der som effektafbryderindretning anvendes mindst to indbyrdes parallelkoblede transistorer, hvis kollektor-emitterstrækning er indkoblet polaritetsrigtigt i strømbanen til forbrugeren, og som med en koblingsfrekvens, der er større end netfrekvensen, skiftevis indkobles således, at tidsrummene for deres indkoblede tilstand overlapper hinanden, og at den skiftevis indkobling af transistorerne i hver halvperiode for netvekselspændingen sker i så lang tid efter periodens begyndelse, at den ønskede strømgennemgangsvinkel er opnået.

Eftersom de parallelkoblede transistorer indkobles skiftevis med en frekvens, som overstiger netfrekvensen, opnås der en ensartet strømfordeling mellem de enkelte transistorer samt gunstigere forhold i henseende til bortledning af varme for de enkelte transistorer. Herved kan der tillades en større totalbelastning end med kendte transistorindretninger, eller også kan de nødvendige forholdsregler for afkøling af transistorene reduceres. Overlapningen mellem tidsafsnittene for transistorernes indkoblingstilstand bevirker, at en transistor ved indkobling i første omgang kun overtager en del af den til transistoren tilordnede strøm, eftersom den transistor, som skal udkobles, stadigvæk fører strøm. Herved opstår der en mindre dynamisk belastning af den transistor, som indkobles, hvilket specielt forhindrer forekomsten af et andet gennembrud. Endelig tillader den skiftevis styring af transistorerne med en højere frekvens en mere simpel og præcis fastlæggelse af den samlede strømgennemgangsvinkel i hver halvperiode, hvilket specielt er en fordel, når styreindretningen udgør en del af et reguleringskredsløb.

Transistorerne styres fortrinsvis af hver sin transformator, så at styreeffekten kan holdes lav. Hver transistor kan da med fordel styres med en i det mindste tilnærmelsesvis firkantkurveformet og til primærsiden af hver transformator tilført styrespænding, der har tasteimpulser og tastemellemrum, og som i sine tastemellemrum har et område, der indeholder en impuls, hvis polaritet er modsat tasteimpulsernes polaritet for at gøre transformatorens remanens uvirksom.

Opfindelsen angår også en indretning til udøvelse af den ovenfor beskrevne fremgangsmåde, og indretningen ifølge opfindelsen er ejendommelig ved, at den førstnævnte effektafbryderindretning indeholder mindst én i serie med forbrugeren indkoblet anordning af to transistorer med parallelforbundne kollektor-emitterstrækninger sammen med en anordning af ensrettere til polaritetsrigtig tilførsel af netvekselspændingen, og at der i basis-emitterkredsen for hver transistor er indkoblet sekundærviklingen for en tilhørende transformator, hvis primærvikling er forbundet med en kredsløbsindretning til frembringelse af styrespændingen for transistorerne, idet indretningen er udformet på en sådan måde, at transistorerne indkobles skiftevis, men overlappende med en frekvens, der er væsentligt større end netfrekvensen.

Ved hjælp af den potentielladskillende transformatorokobling kan den uafbrudte styring af transistor-styreindretningen opnås med lavere styreeffekt. Desuden kan hver transistors styreladning ved afslutningen af hver styreimpuls fjernes overordentlig hurtigt. Desuden tilvejebringes der som følge af transformatorernes lave induktion et ringe indsvingningstidsrum, eftersom den påtrykte strøm kan afsnøres hurtigt, uden at der hertil kræves nogen høj spænding. Som følge af styresignalernes højere frekvenser kan transformatorernes størrelse gøres lille.

En fordelagtig udførelsesform for denne indretning består i, at ensrettere er koblet sammen til en ensretterbro, hvis ene diagonal er parallelforbundet med forbrugeren, og hvis anden diagonal er forbundet med transistorens kollektor-emitterstrækning.

Indretningen kan for opnåelse af en helbølgedrift i serie til forbrugeren fordelagtigt omfatte en i serie med forbrugeren forbundet parallelkobling, hvis grene hver har en anordning af to parallelforbundne transistorer og en i serie med denne anordning koblet ensretter, idet strømgennemgangsretningen i transistoranordningen og i ensretteren med hensyn til den nævnte parallelkoblings net- eller forbrugertilslutningsside i den ene gren af parallelkoblingen er modsat strømgennemgangsretningen i den anden gren.

Fremgangsmåden og indretningen ifølge opfindelsen kan med fordel anvendes til regulering af en hvilken som helst af et vekselstrømnet drevet forbruger, især en sådan, der har en forholdsmæssig stor kapacitiv beskaffenhed, samt til blindlastkompenserede forbrugere.

En vigtig anvendelse består i regulering af et elektrisk belysningsanlægs lysstyrke. Fremgangsmåden kan særlig fordelagtig anvendes til regulering af lysstofrør som belysningsindretning med mindst indgreb i en bestående installation med samtidig optimal kompen-sation for blindeffekten og med ringe reguleringstab.

En yderligere anvendelse er regulering af driveffekter til elektromotorer. Herved opnås sammenlignet med anvendelse af den kendte fasevinkelregulering ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen som følge af udeblivelsen af høje strømspidsværdier en forringelse af påvirkningen af isolationen i motorens indre fremkaldt af parasitære kapaciteter samt en formindskelse af lejebelastningen som følge af drejningsmomentspidser.

Yderligere anvendelser kan med fordel ske i forbindelse med elektriske tændinger af forbrændingsprocesser.

I det følgende vil fremgangsmåden og indretningen ifølge opfindelsen blive nærmere forklaret under henvisning til tegningen, på hvilken
fig. 1 viser et diagram over strømforløbet i en strømforbruger som funktion af tiden ved den kendte fasevinkelregulering,
fig. 2 et diagram over strømforløbet i en strømforbruger ved regulering i henhold til fremgangsmåden ifølge opfindelsen,
fig. 3 et kredsløbsdiagram for en første udførelsesform for effektafbryderindretningen til udøvelse af fremgangsmåden ifølge opfindelsen,

fig. 4 et diagram over styrespændingen for den i fig. 3 viste effektafbryderindretning som funktion af tiden og

fig. 5 et kredsløbsdiagram for en anden udførelsesform for effektafbryderindretningen ifølge opfindelsen.

Fig. 1 viser som funktion af tiden den regulerede strøm, der ved anvendelse af en kendt fasevinkelregulering går gennem en strømforbruger. Fra den første nulgennemgang t_0 til et senere tidspunkt t_1 forbliver den anvendte effektafbryderindretning spærret, dvs., at der ikke går nogen strøm. På tidspunktet t_1 indkobles effektafbryderindretningen, hvilket vil sige, at strømforbrugeren forbindes med nettet, så at der forekommer en pludselig strømstigning med stor strømindringshastighed, der forårsager de allerede nævnte strømspidser og højfrekvente forstyrrelser. Strømmen strømmer så videre indtil næste nulgennemgang t_0' .

Fig. 2 viser det tilsvarende strømforløb som funktion af tiden ved en regulering i overensstemmelse med fremgangsmåden ifølge opfindelsen. Den tilsvarende effektafbryderindretning er her allerede på tidspunktet t_0 for den første nulgennemgang sluttet, så at netvekselstrømmen strømmer gennem strømforbrugeren allerede fra vekselspændingens nulgennemgang, hvorved man undgår en pludselig strømstigning. På et senere tidspunkt t_2 svarende til den ønskede strømgennemgangsvinkel spærres effektafbryderindretningen, så at den gennem strømforbrugeren gående strøm synker til nul, indtil effektafbryderindretningen igen sluttet ved næste nulgennemgang.

Ved den i fig. 3 viste udførelsesform er en strømforbruger V tilsluttet et vekselstrømmets klemmer N ved hjælp af en effektafbryderindretning $LS1$. Effektafbryderindretningen $LS1$ omfatter to transistorer $T1$ og $T2$, der afkoblet er parallelforbundet, idet henholdsvis deres kollektorer og emittere er forbundet med hinanden. De med hinanden forbundne kollektorer og emittere for transistorerne $T1$ og $T2$ er tilsluttet den ene diagonal i en ensretterbro $G1$, der i hver gren har en ensretter, henholdsvis $D1$, $D2$, $D3$ og $D4$, f.eks. én eller flere dioder. Ensretterbroens anden diagonal er indkoblet i serie med strømforbrugeren V . Ensretterbroen tjener til at beskytte transistorerne mod en forkert polarisering eller til at muliggøre en helbølgedrift for den viste effektafbryderindretning.

Til styring af transistorerne T1 og T2 er deres basiselektroder over hver sin strømbegrænsningsmodstand henholdsvis R1 og R2 forbundet med sekundærviklingen for hver sin drivtransformator henholdsvis TR1 og TR2. Transformatorernes primærviklinger tilføres en i det følgende nærmere beskrevet styrespænding henholdsvis U1 og U2, ligesom primærviklingerne er tilsluttet adskilte udgangsklemmer på en styrespændingsgenerator SG1. Styringen af transistorerne T1 og T2 over transformatorerne gør det muligt at holde den nødvendige styreeffekt lav ved impedanstilpasning. Den muliggør endvidere en potentiel adskillelse af de to transistors basiselektroder. I stedet for to transistorer T1 og T2 kan man også afhængig af belastningen anvende et større antal på samme måde parallelforbundne transistorer.

For dels at opnå nøjagtige indkoblingstidspunkter for transistorerne T1 og T2 og dermed en nøje fastlagt strømgennemgangsvinkel og dels for at holde størrelsen af drivtransformatorerne TR1 og TR2 lille er styrespændingsgeneratoren SG1 udformet således, at den på sine udgangsklemmer afgiver styresignaler, hvis frekvens er væsentligt højere end netfrekvensen og eksempelvis andrager 10 kHz. Styresignalerne er endvidere fortrinsvis i det mindste tilnærmelsesvis firkantkurveformede, ligesom de på de to udgangsklemmepar for styresignalgeneratoren SG1 afgivne styresignaler er tidsmæssigt forskudt i forhold til hinanden, men overlapper hinanden.

De af styrespændingsgeneratoren SG1 fortrinsvis afgivne styrespændinger U1 og U2 er i fig. 4 vist skematisk som funktion af tiden. Styrespændingen U1 er en firkantsspænding med tasteimpulser I og tastemellemrum L, i hvilke styrespændingen falder til værdien 0. I tastemellemrummene L findes der imidlertid yderligere impulser Z, hvis polaritet er modsat polariteten for tasteimpulserne I. Styrespændingen U2 har det samme tidsmæssige forløb som styrespændingen U1, men er tidsmæssigt forskudt i forhold til sidstnævnte, så at styrespændingen U2's tasteimpuls I falder i styrespændingen U1's tastemellemrum L. Som det fremgår af fig. 4, overlapper tasteimpulserne I for styrespændingerne U1 og U2 hinanden i tidsrummene Δt .

Virkemåden for den i fig. 3 viste effektafbryderindretning er som følger, idet signalspændingerne U1 og U2 i fig. 4 lægges til grund.

I begyndelsen af en halvbølge for netvekselspændingen (fasevinkel 0°) udløses styrespændingsgeneratoren SG1 og afgiver styrespændingerne U1 og U2 til primærviklingerne for drivtransformatorerne henholdsvis TR1 og TR2. Først overføres over den ene transformator, f.eks. transformatoren TR1, styrespændingen U1 eller dennes tasteimpuls I til transistoren T1, så at denne bliver strømledende. Før mætningen af transformatoren TR1 begynder, optræder styrespændingen U2's tasteimpuls I ved transformatoren TR2 og bringer transistoren T2 i den strømledende tilstand, medens transistoren T1 som følge af overlappningen mellem styrespændingerne U1 og U2 endnu er strømledende, så at der i forbrugeren V opnås en kontinuerlig strøm. Styrespændingen U1's tastemellemrum L spærrer nu transistoren T1, hvorved den i tastemellemrummet værende tillægsimpuls Z med omvendt polaritet ophæver remanensmagnetiseringen i transformatoren og således forhøjer dennes ledningsevne for det nu efterfølgende strømledningsafsnit for transistoren T1. Denne procedure gentages skiftevis for transistorerne T1 og T2, så at belastningen fordeler sig ensartet på de to deltagende transistorer T1 og T2, medens den gennem forbrugeren V gående strøm kontinuerligt antager forløbet for netvekselspændingen i den pågældende halvbølge. Til opnåelse af den ønskede strømgennemgangsvinkel spærrer man så styrespændingsgeneratoren SG1 ved den tilsvarende fasevinkel for halvbølgen, så at en yderligere styring af transistorerne T1 og T2 i den strømledende tilstand ikke finder sted indtil begyndelsen af næste halvbølge. Ensretterbroen G1's dioder D1 - D4 sørger så for den rigtige polarisering med henblik på det skiftende fortegn for halvbølgerne.

Ved et eksempel var impulsfrekvensen for styrespændingerne U1 og U2 10 kHz, spændingen for tasteimpulserne +10 Volt, spændingen for tillægsimpulserne -10 Volt, og omsætningsforholdet for transformatorerne TR1 og TR2 var 3:1. Frembringelsen af styrespændingerne U1 og U2 samt indstillingen af den ønskede strømgennemgangsvinkel ved udløsning og spærring af styrespændingsgeneratoren SG1 kan uden videre foregå med kendte midler, især også med digitale omskifteranordninger.

En anden udførelsesform for effektafbryderindretningen, der kan afbryde en større strøm, og som har et mindre varmetab, er vist i fig. 5. Ved den viste effektafbryderindretning LS2 findes to anordninger af afkoblet parallelforbundne transistorer T3, T4 og T5, T6, der ligesom ved den i fig. 3 viste udførelsesform styres via særskilte tilhørende drivtransformatorer TR3, TR4, TR5 og TR6 samt strømbegrænsningsmodstande R3, R4, R5 og R6. Til opnåelse af den rigtige polarisering for tovejsdrift er der i serie med hver anordning henholdsvis TR3, TR4 og TR5, TR6 af parallelforbundne transistorer indkoblet en ensretter henholdsvis D5 og D6, f.eks. en diode. Disse to serieforbindelser er parallelforbundet og ligger i netstrømbanen i serie med forbrugeren V, idet strømgennemgangsretningerne i anordningerne af transistorer og for ensretteren med hensyn til den nævnte parallelforbindelses net- eller forbrugertilslutningsside i den ene gren af parallelkoblingen er modsat retningerne i den anden gren. Primærviklingerne for transformatorerne TR3 - TR6 er tilsluttet tilsvarende udgangsklemmer for en styrespændingsgenerator SG2 til afgivelse af de tilhørende styrespændinger U3, U4, U5 og U6. Forløbet af styrespændingerne U3 - U6 adskiller sig fra forløbet for styrespændingerne U1 og U2 i fig. 3 kun derved, at styringen af den til enhver tid ubelastede anordning af transistorer henholdsvis T3, T4 og T5, T6 i afhængighed af den øjeblikkelige polaritet for netvekselspændingen kan undlades.

Ved den i fig. 5 viste udførelsesform opstår der kun varmetab ved to ensrettere D5 og D6. Desuden fordeler strømbelastningen sig på fire transistorer T3 - T6.

Patentkrav.

1. Fremgangsmåde til regulering af den i et vekselstrømnet til en forbruger afgivne elektriske effekt ved fastlæggelse af strømgennemgangsvinklen ved hjælp af en i en strømbane til forbrugeren indkoblet effektafbryderindretning, der hver gang ved begyndelsen af en halvbølge for netvekselspændingen sluttes i det mindste tilnærmelsesvis ved fasevinklen 0° , og som afbrydes ved en til den ønskede strømgennemgangsvinkel svarende fasevinkel, k e n d e t e g n e t ved, at der som effektafbryderindretning anvendes mindst to indbyrdes parallelkoblede transistorer, hvis kollektor-emitterstrækning er indkoblet polaritetsrigtigt i strømbanen til forbrugeren, og som med en koblingsfrekvens, der er større end netfrekvensen, skiftevis indkobles således, at tidsrummene for deres indkoblede tilstand overlapper hinanden, og at den skiftevis indkobling af transistorerne i hver halvperiode for netvekselspændingen sker i så lang tid efter periodens begyndelse, at den ønskede strømgennemgangsvinkel er opnået.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at transistorerne styres over hver sin transformator.

3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at hver transistor styres med en i det mindste tilnærmelsesvis firkantkurveformet styrespænding, der har tasteimpulser og tastemellemrum, og som i sine tastemellemrum har et område, der indeholder en impuls, hvis polaritet er modsat polariteten for tasteimpulsen for at gøre transformatorens remanens uvirksom.

4. Indretning til udøvelse af fremgangsmåden ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at effektafbryderindretningen indeholder mindst én i serie med forbrugeren (V) koblet anordning af to transistorer (T1, T2; T3, T4, T5, T6) med parallelkoblede kollektor-emitterstrækninger sammen med en anordning af ensrettere (D1, D2, D3, D4; D5, D6) til polaritetsrigtig tilførsel af net-

vekselspændingen, og at der i basis-emitterkredsen for hver transistor (T1, T2; T3, T4, T5, T6) er indkoblet sekundærviklingen for en tilhørende transformator (TR1, TR2; TR3, TR4, TR5, TR6), hvis primærvikling er forbundet med en kredsløbsindretning (SG1; SG2) til frembringelse af styrespændingen for transistorerne, idet indretningen er udformet på en sådan måde, at transistorerne indkobles skiftevis, men overlappende med en frekvens, der er væsentligt større end netfrekvensen.

5. Indretning ifølge krav 4,

k e n d e t e g n e t ved, at der til opnåelse af en helbølgedrift findes en ensretterbro (G1), hvis ene diagonal er koblet i serie med forbrugeren (V), medens anordningen med de to parallelforbundne transistorer (T1, T2) er forbundet med den anden diagonal.

6. Indretning ifølge krav 4,

k e n d e t e g n e t ved, at indretningen omfatter en i serie med forbrugeren (V) forbundet parallelkobling, hvis grene hver har en anordning af to parallelforbundne transistorer (T3, T4; T5, T6) og en i serie med denne anordning koblet ensretter (D5; D6), og at strømgennemgangsretningen i transistoranordningen og i ensretteren med hensyn til den nævnte parallelkoblings net- eller brugertilslutningsside i den ene gren af parallelkoblingen er modsat strømgennemgangsretningen i den anden gren.

Fremdragne publikationer:

GB patent nr. 1047904
US patent nr. 3525882.

Fig.1

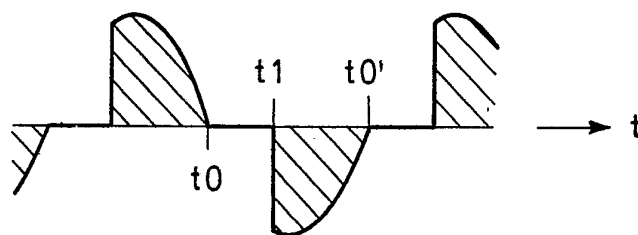


Fig.2

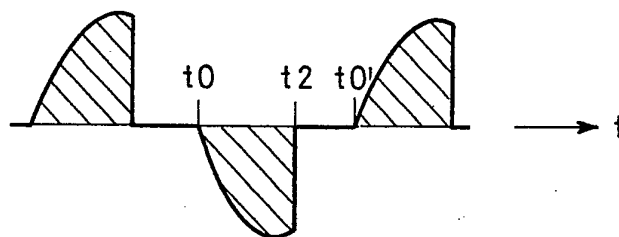


Fig.3

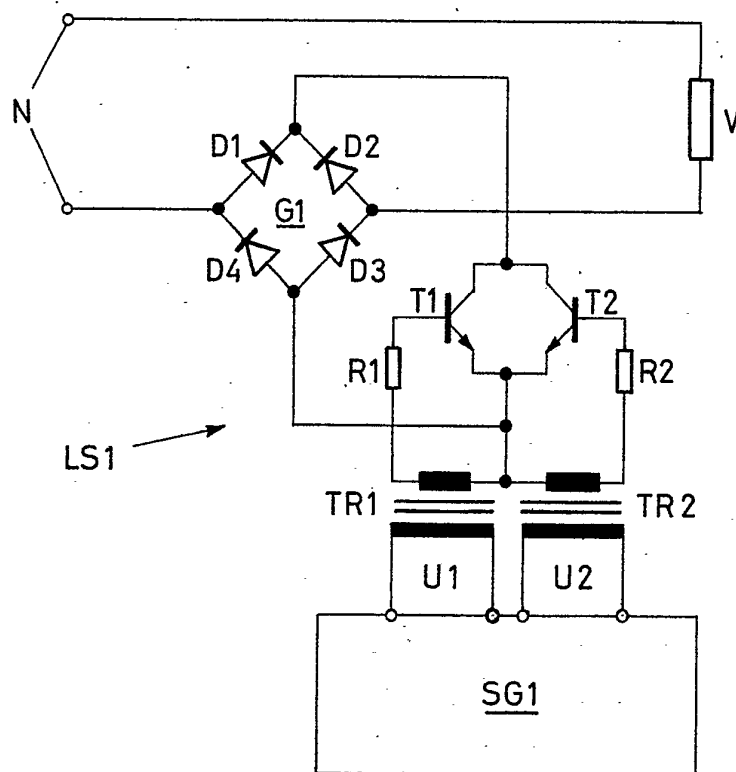


Fig. 4

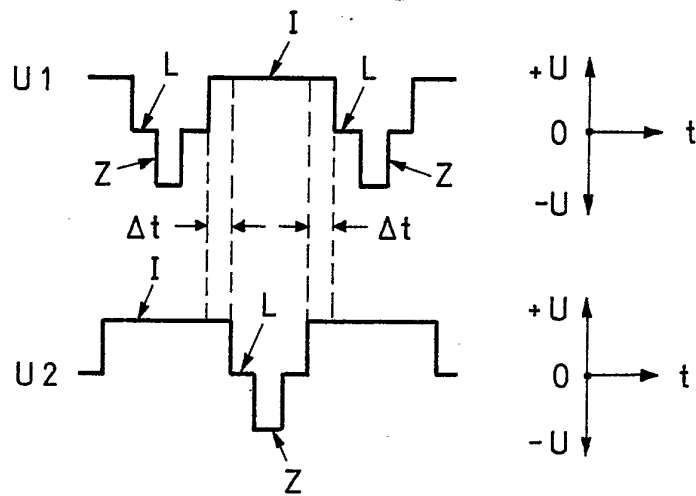


Fig. 5

