



(11) FREMLÆGGELSESSKRIFT 142256

DANMARK

(51) Int. Cl.³ H 02 H 7/05



(21) Ansøgning nr. 1061/73 (22) Indleveret den 27. feb. 1973

(24) Løbedag 27. feb. 1973

(44) Ansøgningen fremlagt og
fremlæggelsesskriftet offentliggjort den 29. sep. 1980

DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET

(30) Prioritet begæret fra den
-

(71) MICAFIL AG, Badenerstrasse 780, 8048 Zuerich, CH.

(72) Opfinder: Georges-Albert Gertsch, Segantini-strasse 15, CH-8049
Zuerich, CH.

(74) Fuldmægtig under sagens behandling:
Ingeniørfirmaet Lehmann & Ree.

(54) Beskyttelseskredsløb til kapacitive spændingsomformere.

Den foreliggende opfindelse angår et beskyttelseskredsløb til kapacitive spændingsomformere med en kapacitiv spændingsdeler, en drosselspole, en mellemtransformator, samt en eventuelt i flere delbyrder opdelt ind- og udkoblelig dæmpningsbyrde med en værdi, der er flere gange større end den nominelle byrde for omformeren.

Det er kendt at anvende en byrde til dæmpning af kipsvingningerne og undersynkrone svingninger som følge af mætninger af omformers jernkerne. En sådan kredsløbsanordning til kapacitive spændingsomformere, ved hvilken der til beskyttelse mod kipsvingninger midlertidigt indkobles en belastningsmodstand, er kendt fra beskrivelsen til britisk patent nr. 1.150.865 eller tysk offentliggørelsesskrift nr. 1. 416.590. Disse svingninger optræder på grund af spændingsforøgelser på den kapacitive omformers klemmer, eksempelvis ved indkoblingen eller ved afbrydelsen af en kortslutning på sekundærsiden, men aldrig

ved et spændingssammenbrud. En ulempe ved et sådant kredsløb består i, at udligningsforløbene i tilfælde af en kortslutning på den kapacitive spændingsomformers klemmer på primærsiden er givet ved karakteristikken for den nævnte kapacitive spændingsomformer og dens tilsluttede byrde. For så vidt muligt at sikre ikke forstyrrende udligningsforløb blev det af denne grund hidtil anbefalet at belaste omformerens så lidt som muligt (se CIGRE-Bericht nr. 318, Session 1960, navnlig afsnit IV samt CIGRE-Bericht nr. 31-14, Session 1968). Overensstemmende hermed blev eksempelvis den ovenfor nævnte dæpningsbyrde ikke tilsluttet permanent, men kun kortvarigt over koblingsmidler, så snart kipsvingninger eller undersvingningsresonanser som følge af jernmætning i mellemtransformatoren optrådte. Til trods for denne foranstaltning (ringe belastning af omsætteren under normal drift) optræder der efter et spændingssammenbrud på omsætterens primærklemmer udligningsforløb, som kan virke meget forstyrrende på funktionen af netbeskyttelsesrelæerne, navnlig de hurtige elektroniske relæer.

Udligningsforløbene på den kapacitive spændingsomformers sekundærklemmer forstyrrer netbeskyttelsesrelæernes funktion, idet sekundærspændingen ikke mere er en tro gengivelse af primærspændingen. Da primærspændingen selv i tilfælde af en fejl i nettet, som f.eks. jordslutning af en fase, er lille, er udligningsforløb på nogle få procent af primærspændingen (henført til primærspændingen før kortslutningen) tilstrækkelige til at forfalske eller i det mindste forsinke retningsbestemmelsen eller afstandsmålingen ved hjælp af afstandsrelæer. Af disse grunde er man meget interesseret i en formindskelse af disse forstyrrende udligningsforløb og i en så hurtig dæmpning af disse som muligt.

Formålet med opfindelsen er ved en kapacitiv spændingsomformer at formindske de forstyrrende udligningsforløb efter optræden af en kortslutning på dens primærklemmer ved hjælp af et beskyttelseskredsløb og samtidigt også at muliggøre anvendelsen af statiske, elektroniske netbeskyttelsesrelæer.

Dette bliver ifølge opfindelsen opnået ved, at senest fem millisekunder efter et spændingssammenbrud på omformerens primærklemmer bliver den ind- og udkoblelige dæpningsbyrde R_1 koblet til mellemtransformatoren T ved hjælp af spændingsfaldet U_{L2} over en i serie med den kapacitive spændingsdeler C_1, C_2 koblet hjælpeinduktans L_2 efter opnåelse af en forudbestemt værdi af spændingsfaldet U_{L2} eller ved, at senest fem millisekunder efter et spændingssammenbrud på omformerens primærklemmer bliver den ind- og udkoblelige dæpningsbyrde R_1 koblet til mellemtransformatoren T ved hjælp af spændingen over en af en jævnspændingskilde U_s over en modstand R_3 opladet kondensator C_4

efter opnåelse af en forudbestemt værdi af spændingen over kondensatoren C_4 .

Ved hjælp af beskyttelseskredsløbet ifølge opfindelsen bliver højspændingsnettets driftssikkerhed forøget betydeligt, og fejludløsninger og reaktionsforsinkelser af netbeskyttelsesrelæerne undgået. Tilkoblingen af dæpningsbyrden til mellemtransformatoren sker fordelagtigt allerede indenfor tre millisekunder, idet der til dæpningsbyrden fortrinsvis anvendes en ohmsk modstand

$$R_1 < \frac{1}{2 \cdot \ddot{u}_T^2} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$$

I det angivne udtryk er $\ddot{u}_T$ omsætningsforholdet for transformatoren, L er transformatorens magnetiseringsinduktans på primærsiden og C spændingsdelerens ækvivalentkapacitet. Dæpningsbyrden kan kobles til mellemtransformatoren ved hjælp af en triac eller antiparallelkoblede tyristorer.

Det er ifølge opfindelsen også fordelagtigt, når opladningen af kondensatoren sker efter en tidskonstant, så længe øjebliksværdien af transformatorens sekundærspænding ligger mellem to grænseværdier. Opladekredsen er sluttet til en spænding, der er stabiliseret på en konstant værdi, f.eks. ved hjælp af en zenerdiode. Ved overskridelse af den nævnte grænseværdi indtræder der ifølge opfindelsen en øjeblikkelig udladning af kondensatoren. Tidskonstanten τ for opladekredsen R_3C_4 er fortrinsvis givet ved følgende ligning:

$$\tau > a \frac{\arcsin\left(\frac{U_2'}{\sqrt{2} \cdot b \cdot U_2}\right)}{180 f_n \ln\left(\frac{U_s}{U_s - U_{Lmin}}\right)}$$

Ifølge en foretrukken udførelsesform kan en skiftetransistor være forbundet i parallel med kondensatoren til udladning af denne, når sekundærspændingen U_2 opnår øjebliksværdien U_2' . Styrespændingen mellem basis og emitter i skiftetransistoren frembringes som pulserende jævnspænding af og proportional med sekundærspændingen over en spændingsdeler og en broensretter eller en transformator med midtpunktsudtag og to ensrettere.

Det er endvidere ifølge opfindelsen hensigtsmæssigt, at der til frembringelse af en stabiliseret forspænding på emitteren i skiftetransistoren er anbragt en zenerdiode i serie med emitteren. Der kræ-

ves herved højere styrespændinger, hvorfor kredsløbets følsomhed overfor forstyrrelser reduceres.

Opfindelsen skal herefter forklares nærmere under henvisning til tegningen, hvor

- fig. 1 viser en kapacitiv spændingsomformer med en ind- og udkoblelig dæpningsbyrde R_1 ,
- fig. 2 et første beskyttelseskredsløb ifølge opfindelsen til den kapacitive spændingsomformer,
- fig. 3 en skematisk afbildning af ladetiden t for kondensatoren C_4 , den sinusformede sekundærspænding U_2 og grænseværdierne $^+U_2$ for den kapacitive spændingsomformer ifølge fig. 4,
- fig. 4 en anden udførelsesform for beskyttelseskredsløbet ifølge opfindelsen,
- fig. 5 en variant af beskyttelseskredsløbet i fig. 4 og
- fig. 6 en udførelsesform med en zenerdiode, der frembringer en stabiliseret forspænding for skiftetransistoren 1 i fig. 4 eller 5.

Opfindelsens virkemåde forklares ved hjælp af fig. 1-6 i fem anvendelseseksempler.

Eksempel 1 (se fig. 1)

Et beskyttelseskredsløb til den kapacitive spændingsomformer bestående af den kapacitive spændingsdeler C_1C_2 , en hoveddrosselspole L_1 , en mellemtransformator T og en dæpningsbyrde R_1 , som tilkobles ved hjælp af et skifteelement S , fortrinsvis en triac. Dæpningsbyrden R_1 i dette til den kendte teknik hørende beskyttelseskredsløb kan også ifølge opfindelsen tilkobles efter et spændingssammenbrud på primærklemmerne.

Eksempel 2 (se fig. 2)

Der er her vist en kapacitiv spændingsomformer med et beskyttelseskredsløb ifølge opfindelsen, hvor tilkoblingen af dæpningsbyrden R_1 efter et spændingssammenbrud på primærklemmerne sker ved hjælp af et skifteelement S ved udnyttelse af et spændingsfald U_{L2} over en i serie med den kapacitive spændingsdeler C_1C_2 liggende hjælpeinduktans L_2 . I tilfælde af et spændingssammenbrud, eksempelvis efter en kortslutning på primærklemmerne, dvs. over seriekoblingen af C_1, C_2 og L_2 , opstår der nemlig en hurtig og høj spændingsstigning over hjælpeinduktansen L_2 , som udnyttes til tilkobling af dæpningsbyrden R_1 ved hjælp af skiftelementet S , fortrinsvis en triac.

Eksempel 3 (se fig. 3 og 4)

Der er her vist et beskyttelseskredsløb ifølge opfindelsen

bestående af den kapacitive spændingsdeler C_1C_2 , hoveddrosselspolen L_1 og mellemtransformatoren $T(T_1, T_2)$, hvor dæmpningsbyrden tilkobles efter et spændingssammenbrud på den kapacitive spændingsomformers primærklemmer. Udløsekredsen i dette beskyttelseskredsløb består af en kondensator C_4 , som kan oplade sig over en modstand R_3 fra en føde-jævnspænding U_s med en tidskonstant $\tau = R_3C_4$ til spændingen U_{C4} , men kun så længe øjebliksværdien af sekundærspændingen U_2 befinder sig mellem grænseværdierne U_2' . Disse grænseværdier U_2' er valgt større end topværdien af udligningsforløbet, der kan optræde fem millisekunder eller senere efter spændingssammenbruddet på omsætterens primærklemmer. Fig. 3 viser ladetiden t for kondensatoren C_4 , den sinusformede sekundærspænding U_2 og grænseværdierne U_2' for den kapacitive spændingsformer. Ved overskridelse af grænseværdierne U_2' bliver der af en skiftetransistor 1 foranlediget en øjeblikkelig afladning af kondensatoren C_4 . Styringen af denne skiftetransistor 1 sker over en ohmsk spændingsdeler R_5R_4 og en ensretter 2 i brokobling. I tilfælde af spændingssammenbrud vil C_4 ikke blive styret til afladning, men oplades til en hurtigt voksende spænding. Så snart spændingen over kondensatoren C_4 når værdien U_{Lmin} , bliver dæmpningsbyrden R_1 tilkoblet ved hjælp af skifteelementet S.

Seriekredsen R_3C_4 er sluttet til spændingen U_s , der er stabiliseret på en konstant værdi ved hjælp af en zenerdiode. Tidskonstanten for seriekredsen R_3C_4 er fortrinsvis givet ved ligningen:

$$\tau \gg a \frac{\arcsin \left(\frac{U_2'}{\sqrt{2} \cdot b \cdot U_2} \right)}{180 f_n \ln \left(\frac{U_s}{U_s - U_{Lmin}} \right)}$$

Eksempel 4 (se fig. 3 og 5)

Her er igen en skiftetransistor 1 parallelkoblet med kondensatoren C_4 , hvilken skiftetransistor aflader kondensatoren, når spændingen U_2 når øjebliksværdien U_2' . Styrespændingen mellem basis og emitter i skiftetransistoren frembringes som pulserende jævnspænding fra og proportional med sekundærspændingen U_2 over en spændingsdeler R_4R_5 og en broensretter eller en transformator T_H med midtpunktsudtag og to ensrettere 4. Emitteren kan yderligere forspændes med en stabiliseret spænding. Til undertrykkelse af indflydelsen af svingninger højere end netfrekvensen på styrekoblingerne til indkobling af dæmpningsbyrden findes der midler, fortrinsvis filterkredse, spærrekredse og lignende. Derved kan der opnås kortere tider for tilkoblingen af dæmp-

ningsbyrden.

Eksempel 5 (se fig. 3 og 6)

Med udgangspunkt i eksempel 4 er der yderligere tilsluttet en zenerdiode D , der frembringer en stabiliseret forspænding på emitteren i skiftetransistoren 1. Denne forspænding kan eksempelvis frembringes af sekundærspændingen U_2 over en hjælpetransformator T_H , en ensretterbrokobling 3 og en formodstand R_6 for denne zenerdiode D .

Beskyttelseskredsløbet ifølge opfindelsen kan anvendes til alle kapacitive spændingsomformere uafhængigt af arten af den kapacitive spændingsdeler C_1C_2 eller af højspændingskondensatoren C_1 . Til spændingsdeleren C_1C_2 eller højspændingskondensatoren C_1 kan der eksempelvis anvendes koblingskondensatorer, kabler, gennemføringer, strømtransformatorer, samleskiner osv.

P a t e n t k r a v.

1. Beskyttelseskredsløb til kapacitive spændingsomformere med en kapacitiv spændingsdeler (C_1, C_2), en drosselspole (L_1), en mellemtransformator (T), samt en eventuelt i flere delbyrder opdelt ind- og udkoblelig dæmpningsbyrde (R_1) med en værdi, der er flere gange større end den nominelle byrde for omformeren, k e n d e t e g n e t ved, at senest fem millisekunder efter et spændingssammenbrud på omformerens primærklemmer bliver den ind- og udkoblelige dæmpningsbyrde (R_1) koblet til mellemtransformatoren (T) ved hjælp af spændingsfaldet (U_{L2}) over en i serie med den kapacitive spændingsdeler (C_1, C_2) koblet hjælpeinduktans (L_2) efter opnåelse af en forudbestemt værdi af spændingsfaldet (U_{L2}).

2. Beskyttelseskredsløb til kapacitive spændingsomformere med en kapacitiv spændingsdeler (C_1, C_2), en drosselspole (L_1), en mellemtransformator (T), samt en eventuelt i flere delbyrder opdelt ind- og udkoblelig dæmpningsbyrde (R_1) med en værdi, der er flere gange større end den nominelle byrde for omformeren, k e n d e t e g n e t ved, at senest fem millisekunder efter et spændingssammenbrud på omformerens primærklemmer bliver den ind- og udkoblelige dæmpningsbyrde (R_1) koblet til mellemtransformatoren (T) ved hjælp af spændingen over en af en jævnspændingskilde (U_g) over en modstand (R_3) opladet kondensator (C_4) efter opnåelse af en forudbestemt værdi af spændingen over kondensatoren (C_4).

3. Beskyttelseskredsløb ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at kondensatorens (C_4) opladning sker efter en tidskonstant ($\tau = R_3 C_4$), så længe øjebliksværdien af transformatorens sekundærspænding (U_2) ligger mellem to grænseværdier (U_2^+).

4. Beskyttelseskredsløb ifølge krav 2 og 3, k e n d e t e g n e t ved, at det er indrettet således, at der indtræder en øjeblikkelig udladning af kondensatoren (C_4) ved transformatorsekundærspændingens overskridelse af grænseværdierne (U_2^+).

5. Beskyttelseskredsløb ifølge krav 2-4, k e n d e t e g n e t ved, at tidskonstanten (τ) for seriekredsen ($R_3 C_4$) fremgår af følgende ligning:

$$\tau \geq a \frac{\arcsin \left(\frac{U_2^+}{\sqrt{2 \cdot b \cdot U_2}} \right)}{180 f_n \ln \left(\frac{U_s}{U_s - U_{lmin}} \right)}$$

hvor a er en sikkerhedsfaktor,
 b U_2 den mindste sekundærspænding, ved hvilken kredsløbet skal være virksomt,
 U_2 den nominelle værdi af omformerens sekundærspænding,
 U_2' grænseværdien af øjebliksværdien af sekundærspændingen (U_2), ved hvilken opladningen af kondensatoren (C_4) henholdsvis begynder og ender,
 U_s den stabiliserede fødespænding for seriekredsen (R_3C_4),
 U_{Lmin} den minimale ladespænding for kondensatoren (C_4), hvorved udløsningen af skifte-kredsen muliggøres,
 f_n den nominelle værdi af omformerens netfrekvens og
 $\ln$ den naturlige logaritme ($= \log_e$).

6. Beskyttelseskredsløb ifølge krav 2-5, $k e n d e t e g n e t$ ved, at en NPN-skiftetransistor (1) er forbundet i parallel med kondensatoren (C_4) til udladning af denne ved opnåelse af øjebliksværdien (U_2') af spændingen (U_2).

7. Beskyttelseskredsløb ifølge krav 6, $k e n d e t e g n e t$ ved, at en spændingsdelers (R_4R_5) og en broensretter (2) er indkoblet mellem basis og emitter i skiftetransistoren (1) til frembringelse af en styrespænding som pulserende jævnspænding fra og proportional med transformatorens sekundærspænding (U_2).

8. Beskyttelseskredsløb ifølge krav 6, $k e n d e t e g n e t$ ved, at en hjælpetransformator med midtpunktsudtag (T_H) og to ensrettere (4) er indkoblet mellem basis- og emitterelektroderne i skiftetransistoren (1) til frembringelse af en styrespænding som pulserende jævnspænding fra og proportional med transformatorens (T) sekundærspænding (U_2).

9. Beskyttelseskredsløb ifølge krav 7 eller 8, $k e n d e t e g n e t$ ved, at en zenerdiode (D) er anbragt i serie med emitteren i NPN-skiftetransistoren (1).

Fremdragne publikationer:

Britiske patenter nr. 1150865, 1220247
 USA patent nr. 3517263.

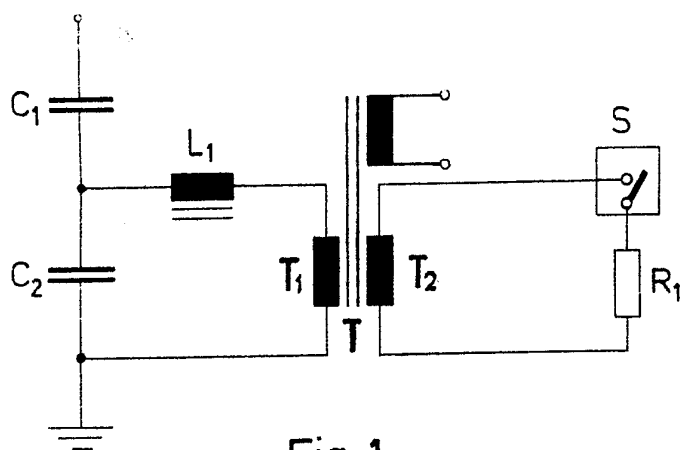


Fig. 1

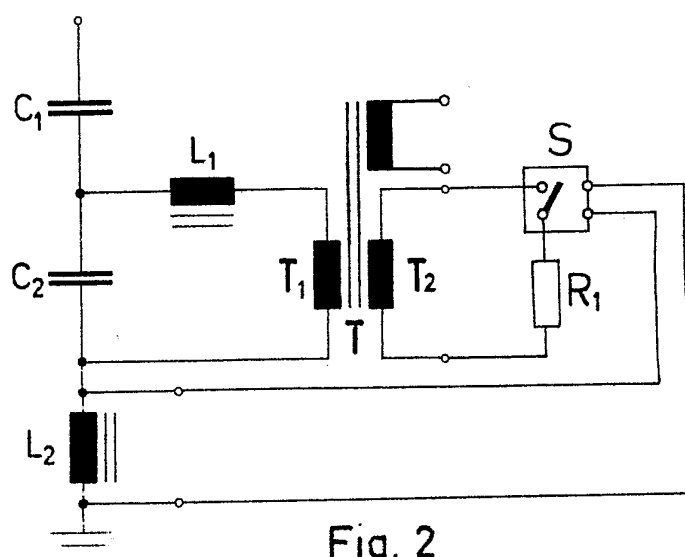


Fig. 2

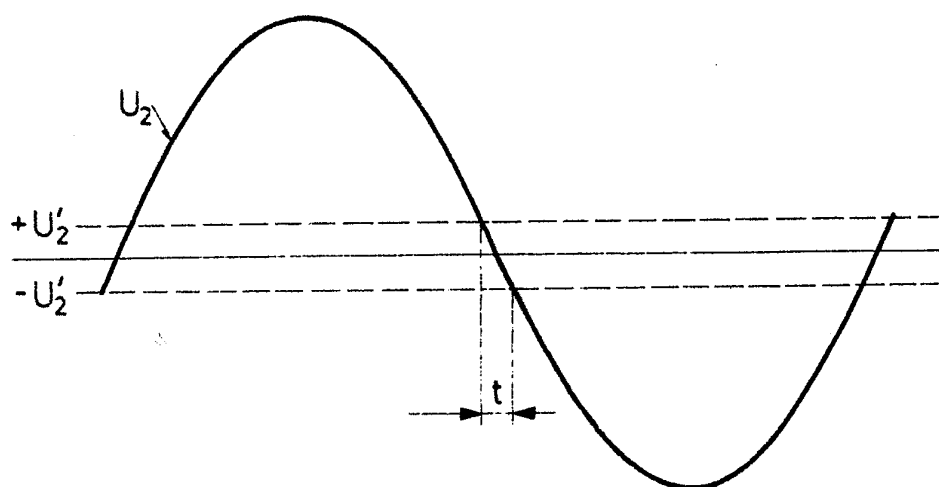


Fig. 3

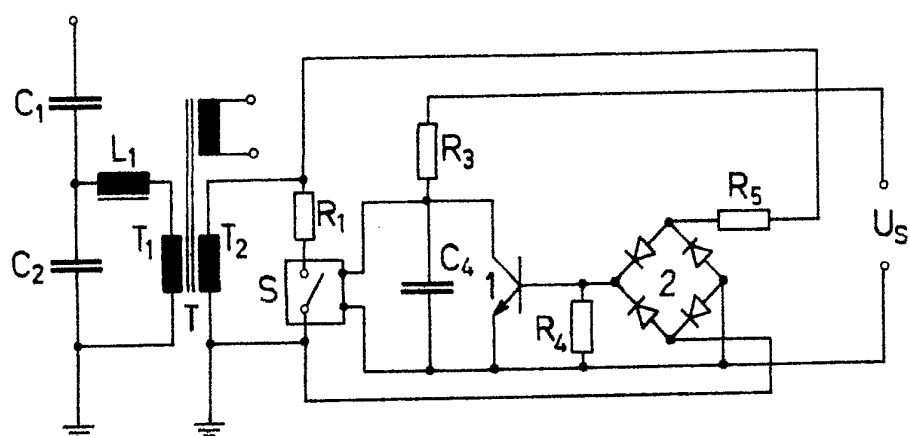


Fig. 4

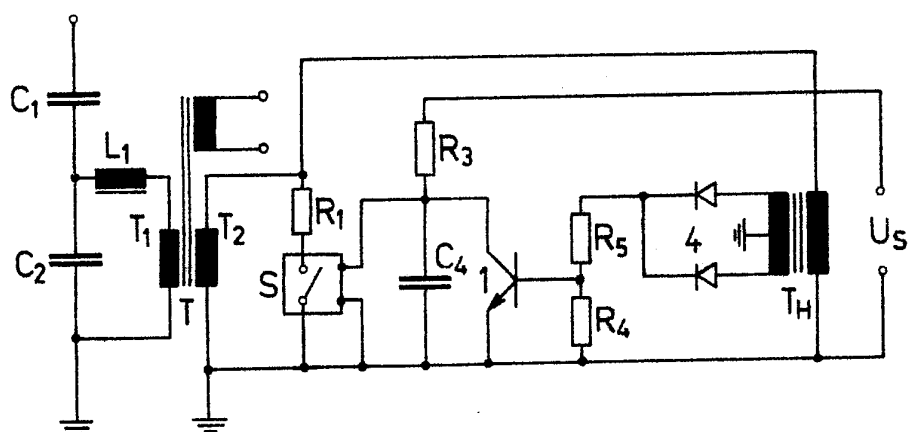


Fig. 5

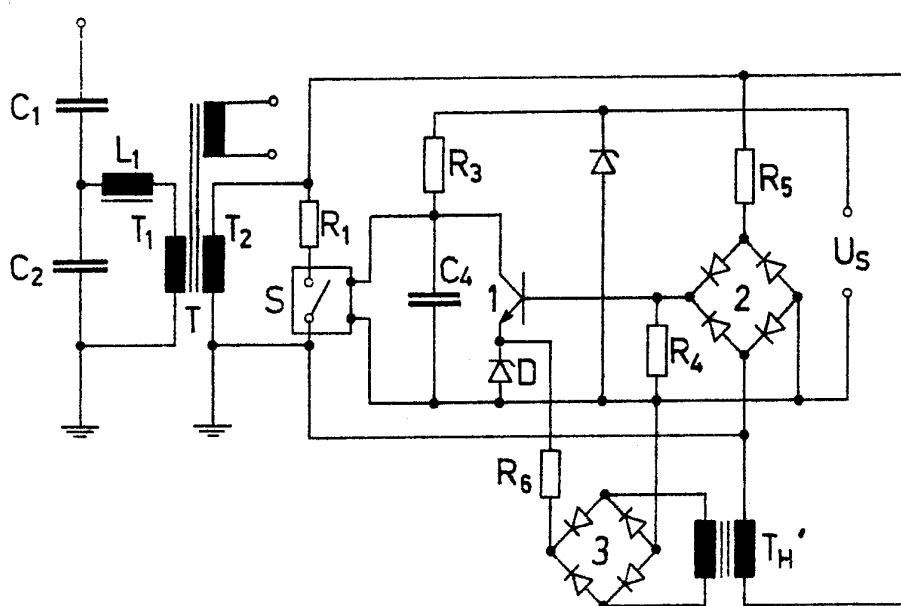


Fig. 6