(19) Octrooiraad Nederland

(11) Publikatienummer: **9101827**

(12) A TERINZAGELEGGING

(21) Aanvraagnummer: **9101827**

(22) Indieningsdatum: **31.10.91**

(51) Int.Cl.[5]:
H03K 17/785, H03K 17/80

(30) Voorrang:
15.12.90 DE P 4040164

(43) Ter inzage gelegd:
01.07.92 I.E. 92/13

(71) Aanvrager(s):
Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH te Darmstadt, Bondsrepubliek Duitsland

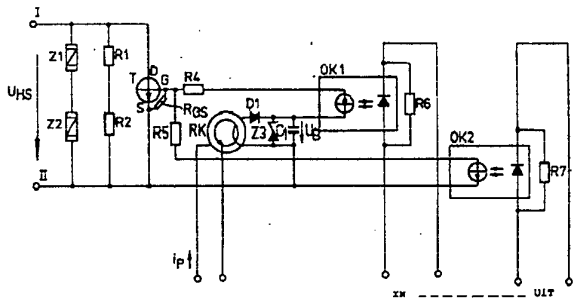
(72) Uitvinder(s):
Hans Horneff te Darmstadt, Bondsrepubliek Duitsland

(74) Gemachtigde:
Ir. H.J.G. Lips c.s.
Haagsch Octrooibureau
Breitnerlaan 146
2596 HG 's-Gravenhage

(54) Hoogspanningsschakelaar

(57) De hoogspanningsschakelaar volgens de uitvinding is een elektronische schakelaar met extern geleverde bedrijfsspanning, die vrij van terugwerking en van de hoogspanningspotentiaal afgekoppeld bedienbaar is. Voor hogere potentiaalverschillen zijn dergelijke schakelaars in cascade schakelbaar. De hoogspanningsschakelaar is zowel van de niet-geleidende naar de geleidende toestand als van de geleidende naar de niet-geleidende toestand snel om te zetten.

Fig. 1



NL A 9101827

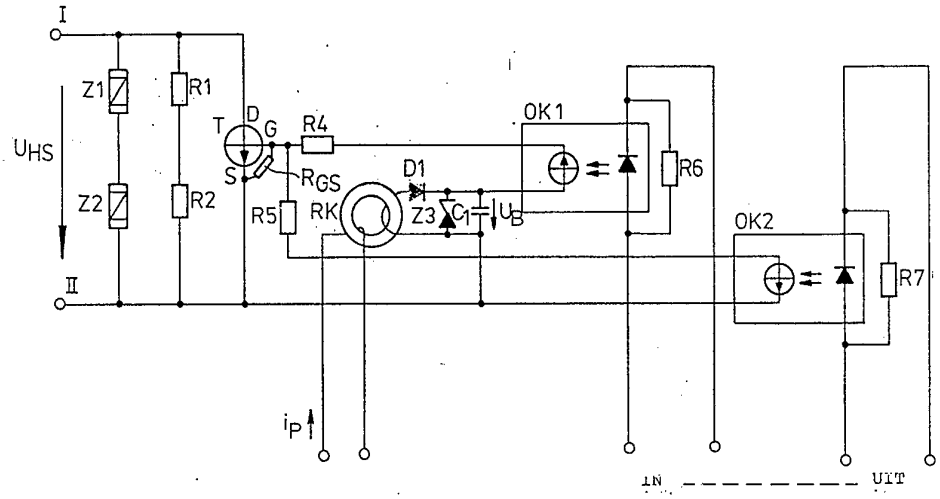
De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

U I T T R E K S E L

De hoogspanningsschakelaar volgens de uitvinding is een elektronische schakelaar met extern geleverde bedrijfsspanning, die vrij van terugwerking en van de hoogspanningspotentiaal afgekoppeld bedienbaar is. Voor hogere potentiaalverschillen zijn dergelijke schakelaars in cascade schakelbaar. De hoogspanningsschakelaar is zowel van de niet-geleidende naar de geleidende toestand als van de geleidende naar de niet-geleidende toestand snel om te zetten.

FIG.1

Fig. 1



Hoogspanningsschakelaar.

De uitvinding betreft een hoogspanningsschakelaar, die een schakeltraject, resp. meerdere van dergelijke achter elkaar geschakelde schakeltrajecten omvat. Parallel met elk schakeltraject zijn symmetreerweerstanden geschakeld. De besturing van het schakeltraject vindt plaats door middel van optische koppelorganen.

In de hoogspanningselectronica werden vroeger de schakeltrajecten opgebouwd door hoogspanningsschakelaars met elektronenbuizen, resp. thyratrons of andere buistypen. Hiertoe waren kostbare inrichtingen zoals verwarming en roostervoeding nodig, die voortdurend onderhoudskosten verlangden. Bovendien waren zij zeer gevoelig voor sterke slijtage.

Schakeltijden, in het bijzonder afschakeltijden van langere duur moesten wegens de geometrie van de schakelaar, resp. van de te beheersen spanning op de koop toe worden genomen.

Betere schakeltijden worden bereikt met halfgeleiderelementen. Deze kunnen op eenvoudige wijze worden gestuurd en zijn praktisch onderhoudsvrij. Weliswaar moeten zij voor het beheersen van hoge spanningen in cascade worden geschakeld en derhalve met onderling verschillende, precies verenigbare spanningsniveau's worden gestuurd. Dit kan door middel van wisselspanning plaatsvinden door scheidingstransformatoren zoals in het DE-PS 32 29 426 beschreven is. Hiermee is evenwel slechts een wisselspanningsbesturing mogelijk. Anderzijds moeten bij een gelijkstroombesturing optische koppelelementen worden gebruikt zoals beschreven in US 4.611.123. Deze hebben een bedrijfsspanning nodig, die al naar gelang het heersende schakelwegpotentiaalverschil in cascade opgesteld dienen te worden. De bedrijfsspanning is door middel van scheidingstransformatoren instelbaar. Er kunnen evenwel capacitieve en inductieve koppelingen tussen de cascadetrappen worden ingevoerd, die tot storingen zoals parasitaire schommelingen leiden en een dergelijk systeem enorm gecompliceerd en onder bepaalde omstandigheden onbruikbaar maken.

9101827

Siemens AG betrad een eerste weg teneinde dergelijke problemen te omzeilen en ontwikkelde hiertoe veldeffecttransistor-stuurelementen, die werden ingevoerd onder de aanduidingen BSA 21 en BSA 22. Deze elementen zijn voor bepaalde toepassingen evenwel te traag. Bovendien hebben zij een isolatietestspanning van 2800 volt, waardoor schakelwegcascaden tot op enige honderden volt begrensd moeten blijven.

Het DE-OS 36 30 775 toont een MOSFET-cascade, waarbij elke MOSFET voor een hieraan toegevoegde ferriet-kern-pulsoverdrager direkt en gelijktijdig met de anderen van de cascade bekrachtigd wordt. Voor korte en exacte schakelperioden moet de pulsoverdrager noodzakelijkerwijze een overdracht over zeer brede band mogelijk maken. Bepaalde schakeltoestanden bij de MOSFET's voor hoogspanning worden bij deze bekende schakeling alleen bereikt wanneer de hoogspanning een pulsvormig of wisselspanningsvormig verloop heeft of wanneer een gelijkspanning uitsluitend door middel van de stuur-MOSFET wordt bij- of afgeschakeld.

Verder is een hoogspanningsschakelaar met eveneens een cascade-opstelling van meerdere schakelwegen bekend uit het DE-OS 37 31 412. De in cascade geschakelde, bipolaire fototransistoren worden gelijktijdig door telkens een bijbehorende fotodiode snel van de niet-geleidende in de geleidende toestand gebracht, waarbij de fotodioden in serie met elkaar zijn geschakeld. De lichtemissie is afhankelijk van de fotodiodestroom en hiermee ook van de mate van geleidbaarheid van de fototransistoren. Bij deze inrichting is alleen het gelijktijdig geleidend worden van de transistoren op een tevoren bepaald tijdstip van belang. In het gebied van de daar optredende ontstekingsintervallen is de overgang van de geleidende naar de niet-geleidende toestand van ondergeschikt belang.

De uitvinding heeft ten doel om de potentialen van zeer nauwkeurige, bipolaire hoogspanningsapparaten, waarvan de waarden binnen een zo kort mogelijke tijdsperiode ingesteld, resp. op een nieuwe waarde ingesteld kunnen worden, door middel van zeer snelle hoogspanningsschakelaars aan een capacitieve belasting te leggen en hiervan te

scheiden.

Volgens de uitvinding wordt dit oogmerk bereikt, doordat de hoogspanningsschakelaars tussen de belasting en de één of meer hoogspanningsnetapparaten de kenmerken van het ken-merkdeel van conclusie 1 dragen.

Gunstige uitvoeringen van de hoogspanningsschakelaar volgens de uitvinding zijn vermeld in de volgconclusies 2...6.

De met de uitvinding bereikte voordelen bestaan hierin, dat een in cascade opgebouwde hoogspanningsschakelaar door middel van optische koppelelementen wordt bekrachtigd. De bedrijfsspanning van de optische koppelelementen wordt verkregen door middel van een externe stroompuls. Hierdoor is de hoogspanning op snelle en betrouwbare wijze en vrij van terugwerking schakelbaar.

De uitvinding wordt hieronder nader toegelicht aan de hand van een uitvoeringsvoorbeeld met verwijzing naar de bijbehorende tekeningen.

Hierin toont:

Fig. 1 de hoogspanningsschakelaar met een schakelweg;

fig. 2 de hoogspanningsschakelaar, opgebouwd uit in cascade opgestelde schakelwegen; en

fig. 3 een hoogspanningsmultiplexsysteem met een driftbuis als belasting.

De in fig. 1 weergegeven hoogspanningsschakelaar is in principe opgebouwd uit drie bouwgroepen.

1. De schakelweg I-II met haar besturingsmogelijkheid G en de parallel met de schakelweg I-II geschakelde weerstanden R_1 en R_2, alsmede de spanningsbegrenzingselementen Z_1 en Z_2. De weerstanden R_1 en R_2 dienen voor een bepaalde instelling van de potentiaalverschil tussen de aansluitklemmen I en II.
2. De externe levering van de bedrijfsspanning door tussenkomst van een ringkern RK.
3. De besturing van de schakelweg I-II in het punt G door tussenkomst van optische koppelelementen OK1 en OK2, welke optische koppelelementen OK1

en OK2 antivalent worden bediend.

In het gegeven uitvoeringsvoorbeeld is de hoogspanningsschakelaar een veldeffecttransistor T, die door het aanleggen van bedrijfsspanningen U_B aan haar stuurelektrode G in de geleidingstoestand wordt gestuurd. De besturing vindt, van de elektrische hoogspanningspotentiaal gescheiden, plaats door de bekrachtiging van de fotodiode in het optische koppelelement OK1. Gelijktijdig is de fotodiode in het optische koppelelement OK2 niet bekrachtigd. Zij wordt weliswaar bekrachtigd wanneer een wisseling van de geleidingstoestand naar de niet-geleidende toestand plaatsvindt en bewerkstelligt dan een ontlading van de stuurelektrode-toevoerelektrode-capaciteit CGS. Hierdoor worden duidelijke schakeltoestanden bereikt. Het begrenzingselement R_{GS} dient voor het beveiligen van de stuurelektrode-toevoerelektrodeweg.

De bedrijfsspanning U_B, die wordt afgetakt van de condensator C1, wordt extern geleverd. Hiertoe is om de ringkern een stroomlus gelegd, waardoor een stroompuls met een bepaalde pulsduur-rustverhouding vloeit. De stroompuls induceert in de tweede wikkeling op de ringkern een spanning, korresponderend met de afvallende flank van de stroom. Door een geschikte uitvoering van de tweede wikkeling wordt de ontstane spanningssprong voor het opwekken van de bedrijfsspanning U_B in de condensator C1 benut. De externe pulsstroomlus is geïsoleerd van de hoogspanningspotentiaal door de ringkern gevoerd. Dit is in het bijzonder van belang wanneer wegens hoge te beheersen potentiaalverschillen U_{HS} de hoogspanningsschakelaar moet bestaan uit een achter elkaar geschakelde of in cascade opgestelde reeks van dergelijke enkelvoudige hoogspanningsschakelaars. Door de enkelvoudige schakelweg I-II kan een potentiaalverschil van circa 700 volt worden bedwongen.

Fig. 2 toont een elektrisch in cascade geschakelde opstelling van meerdere schakelwegen I-II. Hierdoor wordt de stroomlus, die de externe stroompuls voert, in het gegeven voorbeeld eenmaal, door de bij de schakelweg behorende ringkern RK gestoken, waardoor dan zoals boven beschreven

voor elke trap de bijbehorende bedrijfsspanning U_B voor de besturing in de bijbehorende condensator C1 gereed gemaakt wordt. Aldus is een isolatie van de betreffende hoogspanningspotentiaal bereikt en wordt een capacitieve, resp. inductieve koppeling tussen de trappen onderling in sterke mate vermeden.

Zoals fig. 2 verder toont, zijn de dioden in de optische koppelelementen OK1/OK2 gelijktijdig bekrachtigd of niet, dat wil zeggen de transistoren zijn steeds in een gelijksoortige toestand.

De ontlading van de betreffende stuurelektrode-toevoerelektrode-capaciteit CGS bij de overgang van de niet-geleidende naar de geleidende toestand vindt plaats door een bekrachtiging van de fotodioden in de optische koppelelementen OK2. Zoals boven reeds is vermeld, dient het begrenzingselement R_{GS} voor de beveiliging van de stuurelektrode-toevoerelektrodeweg.

Eenvoudigheidshalve zijn de overspanningafleiders Z1, Z2 over de betreffende schakelweg in fig. 2 weggelaten.

De opbouw van een volgens de doelstelling vereiste hoogspanningsmultiplexinstallatie is in fig. 3 voorgesteld.

Hiertoe zijn meerdere netapparaten N_{i+}, N_{i-} via hoogspanningsschakelaars I-II en II-I geschakeld op een capacitieve belasting I, de driftbuis I. In het gegeven uitvoeringsvoorbeeld wordt uitgegaan van in het totaal 16 netapparaten. Hierop aangesloten zijn 16 hoogspannings-schakelaars I'-II' en II'-I', die gedimensioneerd zijn op 10 kV en zijn opgebouwd uit de boven beschreven half-geleiderschakelwegen I-II. Een nulschakelaar Nu en drie verdere schakelaars N_{E1}, N_{E2}, N_{E3} dienen als ontlaadhulp-middelen voor dalende trappen. De installatie omvat een rekeneenheidkoppeling met 16 digitaal/analoog-omzetters van 16 bits en 2 analoog/digitaal-omzetters van 16 bits, alsmede informatie-eenheden voor de besturing van de hoog-spanningsschakelaars. In de infrastructuur van de installa-tie zijn bovendien een rekeneenheidkoppeling, bedrijfs-schakelingen en een servicesysteem verschaft.

De hoogspanningsschakelaars werken zeer snel, zodat de schakeltijd van de trappen alleen wordt bepaald

door de capacitieve belasting en de maximum stroom van het netapparaat.

Met een standaard rekeneenheidprogramma kunnen 8 stijgende of 8 dalende, alsmede 16 positief-negatief-meandertrappen per seconde doorlopen worden. Wanneer het rekeneenheidprogramma zodanig wordt uitgebreid, dat de rekeneenheid - onder in aanmerkingname van de tijdsvoorwaarden - elk netapparaat nadat dit door de capacitieve belasting werd afgeschakeld, instelt op een nieuwe waarde, kan bij stijgende trappen en bij stijgende meandertrappen met circa 40 trappen per seconde gewerkt worden.

Lijst van verwijzingsaanduidingen.

I-II	Schakelweg
I'-II'	Totale schakelweg, hoogspanningsschakelaar
RK	Ringkern
ip	Pulsstroom
U_B	Bedrijfsspanning
D1	Stroomventiel, diode
Z3	Spanningsbegrenzingselement, zenerdiode
C1	Condensator
OK1	Optisch koppelelement
OK2	Optisch koppelelement
CGS	Capaciteit, stuurelektrode-toevoerelektrode-capaciteit
G	Schakelwegstuurelektrode, stuurelektrode, besturingsmogelijkheid
S	Schakelweguitgangselektrode
Z_1, Z_2	Spanningsbegrenzingselementen, overspanningsafleiders
I	Impedantie, driftbuis, capacitieve belasting
T	Schakelelement, veldeffecttransistor
U_{HS}	potentiaalverschil, hoogspanning
Ni	Netapparaten
N_{E1}, N_{E2}	
N_{E3}	Schakelaars
N_u	Nulschakelaar
R_{GS}	Begrenzingselement.

9101827

-C o n c l u s i e s-

1. Hoogspanningsschakelaar, bestaande uit tenminste één schakelweg, waarbij voor de spanningssymmetrie aan in cascade achter elkaar geschakelde schakelwegen parallel met elke schakelweg een symmetreerelement is geschakeld, en de besturing van de schakelweg plaatsvindt door tussenkomst van een hieraan toegevoegd optisch koppelelement, hierdoor g e k e n m e r k t, dat

- voor elke schakelweg (I-II) een stroomlus door een hierbij behorende ringkern (RK) is gevoerd en door deze stroomlus een stroompuls (ip) van tevoren bepaalde amplitude en van tevoren bepaalde pulsfrekwentie vloeit, die door tussenkomst van een andere om de ringkern (RK) geslagen, van een diode (D1) en een spanningsbegrenzingselement (Z3) voorziene wikkeling met tevoren bepaalde aantal windingen, door het omschakelen van de stroom in een op de wikkeling aangesloten condensator (C1) een onafhankelijke, voldoende hoge bedrijfsspanning (U_B) voor de potentiaalscheidende optische koppelelementen (OK1) doet ontstaan, die dient voor de snelle besturing van de bijbehorende schakelweg (I-II),
- voor elke schakelweg (I-II) een tweede optisch koppelelement (OK2) tussen de schakelwegstuurelektrode (G) en de schakelweguitgangselektrode (S) is geschakeld teneinde bij het omzetten van de schakelweg (I-II) in de niet-geleidende toestand de capaciteit (GS) tussen de schakelwegstuurelektrode (G) en de schakelweguitgangselektrode (S) snel te kunnen ontladen,
- in het geval van een cascade-opstelling van de hoogspanningsschakelaar uit dergelijke enkelvoudige schakelwegen (I-II) al deze schakelwegen gelijktijdig, gelijksoortig, vrij van terugwerking en snel bestuurbaar zijn.

2. Hoogspanningsschakelaar volgens conclusie 1, hierdoor g e k e n m e r k t, dat
elke schakelweg (I-II) met verwaarloosbare energiekosten van de niet-geleidende naar de geleidende toestand en omgekeerd stuurbaar is.

3. Hoogspanningsschakelaar volgens conclusie 2, hierdoor g e k e n m e r k t, dat de weg van de schakelwegstuurelektrode (G) tot de schakelweguitgangselektrode beveiligd is door middel van een begrenzingselement (R_{GS}).

4. Hoogspanningsschakelaar volgens conclusie 4, hierdoor g e k e n m e r k t, dat elke schakelweg (I-II) door middel van spanningsbegrenzingselementen (Z_1, Z_2) wordt begrensd tot op een bepaalde spanning.

5. Hoogspanningsschakelaar volgens conclusie 4, hierdoor g e k e n m e r k t, dat hiermee snelle spanningsveranderingen onveranderd overdraagbaar zijn op een impedantie.

6. Hoogspanningsschakelaar volgens conclusie 5, hierdoor g e k e n m e r k t, dat hiermee zeer nauwkeurig ingestelde spanningspotentialen opbrengbaar zijn op een impedantie.

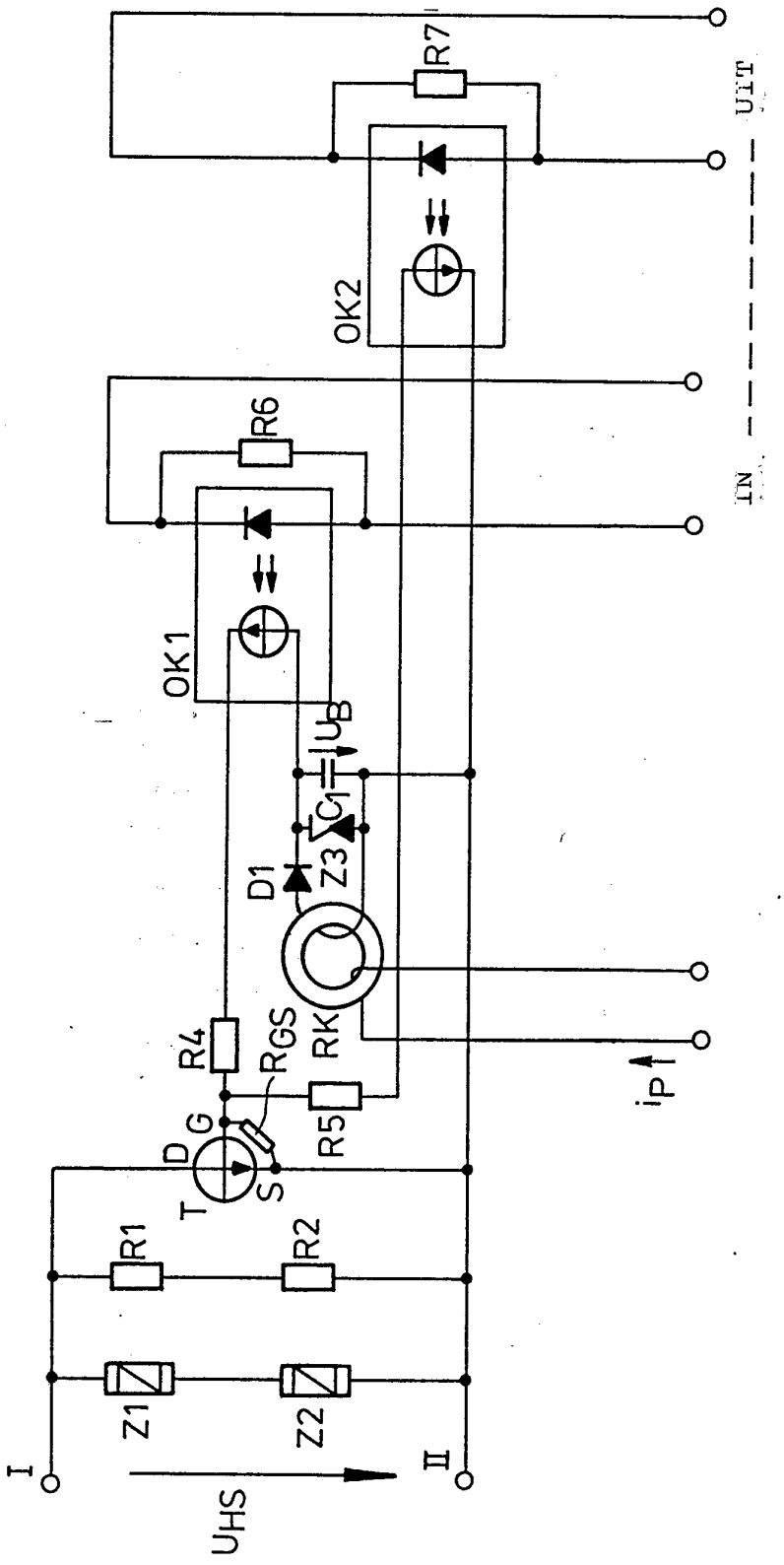

R7
UiT
IN
OK2
R6
OK1
UB
C1
Z3
D1
RK
R4
RGS
R5
D
G
S
T
iP
R1
R2
Z1
Z2
I
II
UHS

Fig. 1

Fig. 2

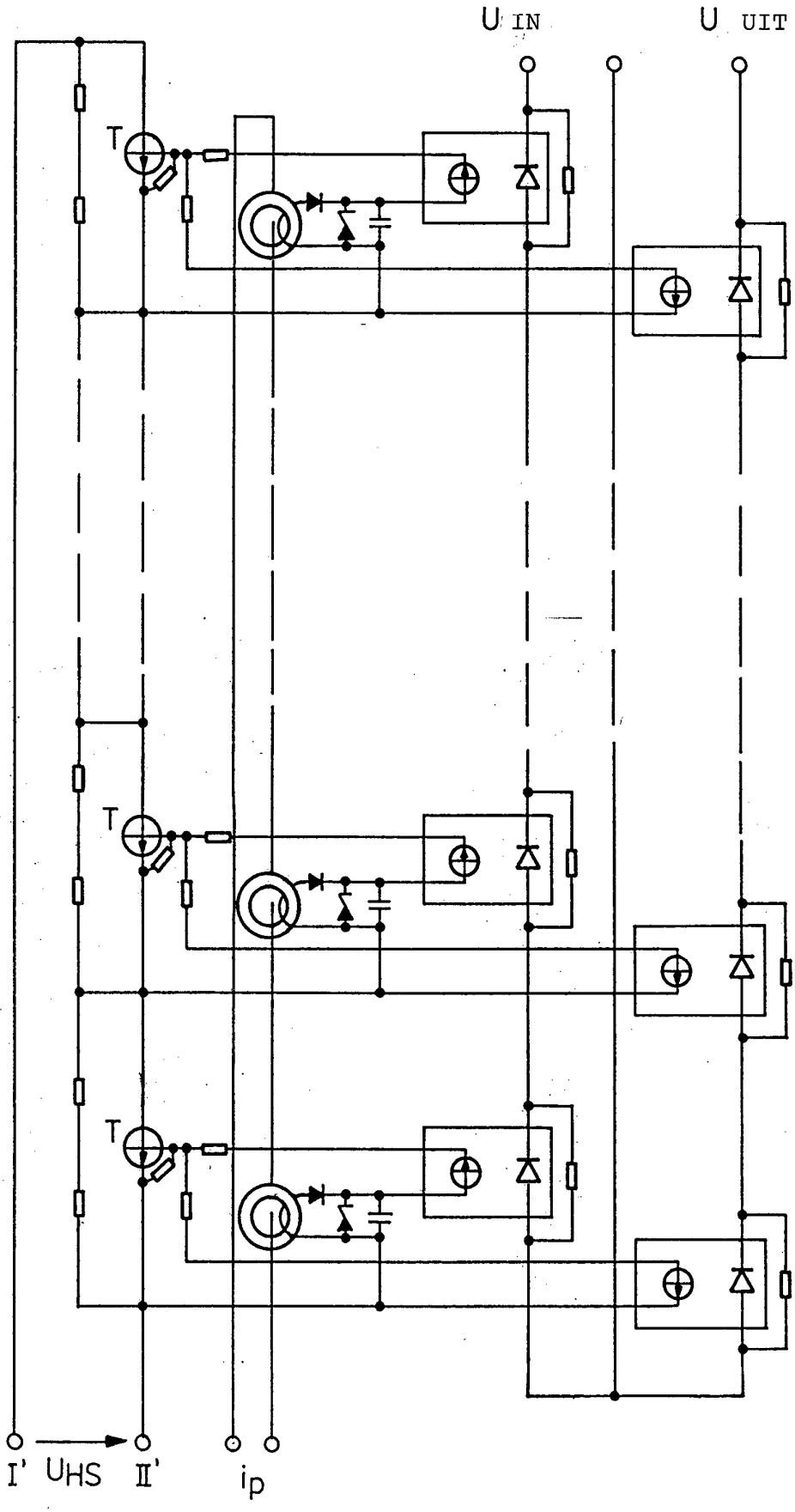


Fig. 3

