



(45)

(51) Kv.lk.³/Int.Cl.³ H 02 H 7/16

SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansöknings	3872/73
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	17.12.73
(23) Alkuperä — Giltighetsdag	17.12.73
(41) Tulut julkiseksi — Blivit offentlig	23.06.74
(44) Nähtävääksipanon ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utskriften publicerad	29.05.81
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	22.12.72

Ruotsi-Sverige(SE) 16863/72

- (71) ASEA Aktiebolag, Kopparbergsvägen 2, S-721 83 Västerås, Ruotsi-Sverige(SE)
- (72) Nils Fahlén, Västerås, Asle Schei, Ludvika, Ruotsi-Sverige(SE)
- (74) Berggren Oy Ab
- (54) Laite suurjännitevoimaverkkojen vakavuuden suurentamiseksi -
Anordning för att höja stabiliteten i högspända kraftnät

Esillä oleva keksintö koskee patenttivaatimuksen 1 johdannon mukaista laitetta suurjännitteisten sähkövoimaverkkojen käyttöolosuhteen jatkuvan vakavuuden ylläpitämiseksi.

Vakavuuden tai siirtokyvyn suurentamiseksi suurjännitteissä sähkövoimaverkoissa pysyttäen sen vakavuuden ennallaan käytetään sarjakondensaattoreita, jotka pienentävät induktiivista johtoreaktanssia ja täten tekevät johdot sähköisesti lyhyemmiksi ja vahvemmiksi. Sarjakondensaattorien sovittaminen tuo kuitenkin mukanaan sen, että johtovikojen sattuessa tulee kondensaattori ylivirtojen ja tasausvirtojen johdosta alttiiksi ylijännitteille, jotka voivat vahingoittaa tai kokonaan turmella sen, ja joilta se on suojattava. Tällaisen suojan muodostaa kipinäväli, joka syttyy äkillisesti ja oikosulkee kondensaattorin kun kipinävälin syttymisjännite on saavutettu. Tämä johtaa siihen, että sarjakondensaattorin kompensoiva teho häviää hetkellä, jolloin sitä eniten tarvittaisiin, ts. juuri itse vikatilanteessa. Lisäksi tulee se seikka, että suojavälit vaativat aikaa ionisoinnin poistamiseen niiden sammuttua, mikä hidastuttaa kondensaattorin takaisinkytkentää.

Jos kondensaattori mitoitetaan siten, että se normaalisissa käyttöolosuhteissa riittäväällä varmuudella selviää johtoreaktanssin kompensoinnista, voi kuitenkin sattua, että häiriö, joka on aiheutta-

nut kondensaattorin poiskytkennän on niin suuri, että vakavuus on hävinnyt sinä aikana, jolloin kondensaattori oli erotettuna ja ettei kondensaattori kykene palauttamaan vakavuutta takaisinkytkennän jälkeen. Tällaisen uhkan torjumiseksi tehdään kondensaattori niin suureksi, että se varmuudella selviytyy vakavuuden palauttamisesta jälleenkytkennän jälkeen. Tällainen toimenpide tuottaa tietenkin vastaavasti suuremmat perustamiskustannukset kondensaattoria hankittaessa ja sen edellytyksenä on siis vaatimus, että siirron vakavuuden aina tulee olla turvattu.

Suojakipinävälit, joita käytetään sarjakondensaattorien oikosulkua varten ovat periaatteessa kahta laatua, itsestään sammuvat ja itsestään sammumattomat kipinävälit. Kipinävälit, jotka eivät sammu itsestään, vaativat rinnakkaistoimintaa mittamuuntajien, releiden ja kytkimien kanssa siten, että kipinävälin syttyessä, tulee kytkimen kytkeä ja oikosulkea kipinäväli, joka tällöin sammuu. Kun kipinävälin ionointi on purkautunut, joka on staattinen kysymys, tulee katkaisijan avata ja kytkeä kondensaattori takaisin. Huomioonottaen, että itsestään sammumattomien kipinävälien käyttö edellyttää kytkimen kipinävälin sammuttamiseksi ja kondensaattorin takaisinkytkemiseksi sekä että kytkin on heikoin rengas voimajärjestelmässä, on aina olemassa määrätty vaara, että kondensaattorin takaisinkytkentä epäonnistuu ja että vakavuus häviää, joka voi aiheuttaa suuria vahinkoja ja kustannuksia. Itsestään sammuvalla kipinävälillä lisälaitteineen tai ilman näitä on sen sijaan ominaisuus voida sammua heti sen jälkeen kun vika on poistetty ja linjan virta täten on laskenut normaaliin. Tästä syystä ei yleensä tarvita mitään toimintaa rinnakkain kytketyistä laitteista kuten kytkimistä, jota on pidettävä huomattavana etuna.

Näiden kipinävälien epäkohtana mainittakoon, että määrätynlaisilla vioilla määrättyillä johtoväleillä täytyy olettaa että kipinäväli syttyy ja sammuu jokaisella puolella jaksolla, virran kulkiessa nollan lävitse, jolloin kondensaattori, joka kerralla purkautuu taujuudella, joka on monta kertaa suurempi kuin verkkotaajuus. Kondensaattori on tällaisia tapauksia varten testattava suuremmalla jännitteellä, joka lisää kustannuksia.

Tähän saakka tunnetuissa kytkennöissä vakavuuden ylläpitämiseksi kompensoimalla sarjakondensattoreilla, jotka suojataan itsestään sammuvilla tai ei-itsestään sammuvilla kipinäväleillä, jää jäljelle suuri epäkohta, että vakavuus katkeaa huomattavaksi ajaksi ylijännitteen esiintyessä kondensaattorissa, juuri kun vaka-

vuus pannaan koetukselle.

Esimerkiksi johdannossa mainittua tyyppiä olevia laitteita tunnetaan DE-hakemusjulkaisusta 2 003 949 sekä US-patenttijulkaisusta 3 471 748. Edellisen julkaisun mukaan suojapiiri oikosulkee kondensaattorin ennenkuin piirissä esiintyy kondensaattoria vaarantava jännite. Esitetty vaimennuspiiri toimii purkausvirran amplitudin rajoittamiseksi sen jälkeen kun kondensaattori on oikosuljettu. Tämä piiri siis alkaa toimia vasta sen jälkeen kun kipinäväli on jo syttynyt.

US-patenttijulkaisu 3 471 748 esittää sarjakondensaattorin kanssa rinnan kytkettyä suojapiiriä, joka käsittää jännitteestä riippuvan elementin, joka voi olla kahdessa käyttötilassa, joiden vastus on ääretön vast. nolla. Tässäkin järjestelyssä on se haitta, että kondensaattori tulee oikosuljetuksi ja sen kompensoiva vaikutus häviää juuri sillä hetkellä kun sitä parhaiten tarvitaan.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on aikaansaada kytkentä, joka toimii ennenkuin kondensaattori tulee oikosuljetuksi ja joka siten voi estää suuria kondensaattorin jännitteitä, niin ettei itse suojapiirin normaalisti tarvitse astua toimintaan.

Tämän tavoitteen saavuttamiseksi on keksinnön mukaiselle laitteelle tunnusomaista se, mikä on esitetty oheisessa patenttivaatimuksessa 1. Keksinnön edulliset suoritusmuodot ilmenevät vastaavasti alivaatimuksista.

Keksinnöllä aikaansaadaan laite, jolla on tunnettuihin kytkentöihin nähden seuraavat edut:

1. Virtatien resistanssilla on aina varteen otettava arvo, joka merkitsee, ettei kondensaattoria koskaan oikosuljeta. Sen vakauttava vaikutus verkkoon on aina jäljellä, siinäkin tapauksessa, että se jonkin verran pienenee.
2. Käyttämällä jännitteestä riippuvia vastuksia virtatiessä saadaan pehmeä virran jakaantuminen kondensaattorin kautta ja kondensaattorin pehmeä palautus kun ylijännitetapahtuma päättyy.
3. Virtatiessä olevan jännitteestä riippuvan vastuksen sisäisten ominaisuuksien johdosta tulee tämä ryhtymään toimenpiteisiin ja pehmeästi avaamaan heti kun kondensaattorin jännite saavuttaa edeltäpäin määrätyn arvon. Virtatie on tämän johdosta auki vain lyhyinä jännitteen puolijaksojen väliaikoina, kun jännitteen hetkelisarvo ylittää mainitun edeltäpäin määrätyn arvon. Tämä johtaa siihen, että virta virtatiessä muodostuu suhteellisen lyhyistä virtaimpulsseista jännitekulun mainitun väliajan aikana. Loppuosa virrasta kulkee kondensaattorin kautta, joka täten ylläpitää vakavuuden.

Mainittu pehmeä kytkentä ja katkaisu alentaa huomattavasti tasausvirtojen syntymistä ja tukahduttaa taipumuksen vahingollisten pohjaäänien syntymiseen.

Oheisessa piirustuksessa esittää kuvio 1 sarjakondensaattorin rinnankytkettynä epälineaarisen vastuksen kanssa. Kuvio 2 esittää vastuksen sarjassa itsesammuvan kipinävälin kanssa. Kuvio 3 esittää itsesammumattoman välin käytön rinnakkain katkaisijan kanssa kipinävälin sammuttamiseksi. Kuvio 4 esittää laitteen täydennettynä kytkimellä kondensaattorin oikosulkemiseksi. Kuvio 5 esittää kuvion 4 mukaisen laitteen, mutta epälineaarisen vastuksen jaettuna kahteen osavastukseen. Kuvio 6 esittää kuvion 5 mukaisen laitteen, mutta työskennellen ilman reaktoria.

Kuvio 1 esittää voimansiirtolinjan 1, johon on sovitettu linjareaktanssin kompensoimiseksi tarkoitettu sarjakondensaattori 2. Kondensaattori on rinnakkainkytketty tunnetun suojapiirin 15 kanssa kondensaattorin oikosulkemiseksi jos tämän jännite nousee vaaralliseen arvoon. Esitetyssä esimerkissä käsittää suojapiiri normaalisti avoimen kytkimen 17, rinnankytkettynä kipinävälin 16 ja välin kanssa sarjaan sovitetun virtaantuntevan elimen 18 kanssa. Tämän elimen tulee antaa sulkemisimpulssi kytkimelle määräjän kuluttua sen jälkeen kun väli 16 on syttynyt ylijännitteen johdosta. Tämä piiri jätetään pois muissa kuvioissa, koska se ei kiinnosta keksinnön ymmärtämisen suhteen. Rinnakkain kondensaattorin kanssa on järjestetty virtatie, jossa on epälineaarinen vastus 3, jonka resistanssi riippuu jännitteestä, johon vastus on yhdistetty. Normaalisti jännite, johon kondensaattori ja täten myös vastus on yhdistetty, on sellainen, että vain mitätön lepovirta kulkee vastuksen kautta. Jos verkossa sattuu sellainen vika, että ylivirta aikaansaa korotetun jännitteen kondensaattorille, alkaa vastuksen resistanssi pienentyä jännitteen suureutuessa ja osa linjavirrasta kulkee vastuksen kautta, jolloin sen resistanssi pienenee vielä enemmän. Seurauksena on, että kondensaattorin jännite estyy saamasta niin korkeat arvot, että kondensaattori voisi vahingoittua. Lisäksi tulee rinnankytkentä jännitteestä riippuvan vastuksen kanssa, jota ei koskaan kytketä pois, pitämään kondensaattorin jännitteen arvossa, joka on hiukan alle maksimaalisesti sallitun suojatason, melkein riippumatta linjavirran suuruudesta. Kondensaattorin kompensoiva vaikutus linjareaktanssiin alenee tällöin vain hiukan koko sinä aikana kun vika aikaansaa suurennetun linjavirran ja tämä säädellään automaattisesti, niin että suurin mahdollinen kompensointi saadaan.

Jottei lepovirta jatkuvasti virtaisi epälineaarisen vastuksen kautta, voi vastuksen kanssa sarjaan kytkeä kipinävälin. Kuvion 2 mukaan tämän välin muodostaa itsesammuva väli 4, joka syttyy, kun kondensaattorijännite ylittää määrätyn arvon, joka on määrätty välin mitoituksella. Koska kondensaattori ei tule pikapuretuksi sen jälkeen kun kipinäväli on syttynyt rinnakkain kondensaattorin kanssa, vaan sen jännite seuraa verkkotaajuutta myös sytytyksen jälkeen, ei kondensaattoria tarvitse mitoittaa niiden perusteiden mukaan, jotka aikaisemmin ovat selitetyt itsesammuvien, ilman sarjavastusta olevien välien käytön yhteydessä.

Parantamalla stabilisointi verrattuna aikaisemmin käytettyjen kytkentöjen suhteen, voidaan toivottavasti aina rajoittaa kompensointiaste X_C/X_L alle 50 %:iin, jossa X_C = kondensaattorin reaktanssi ja X_L = linjan reaktanssi. Täten käy mahdolliseksi käyttää yksinkertaista kaukosuojelua johdolle, koko kompensoinnin ollessa koottuna sen keskipisteeseen. Tämä, sekä tosiasia, että ollaan riippumattomia kytkimistä ja kytkinautomaatiikasta, johtaa siihen, ettei ole motivoitua sovittaa kondensaattori kytkentäasemille valvontavaatimusten suhteen, varsinkin koska kondensaattorit ovat varustettuja sisäisillä varokkeilla. Lisäksi on huomioitava, että oikosulkuvirrat linjalla ovat 10 % suuruusluokkaa kytkentäasemien oikosulkuvirroista. Kustannukset jonkin verran kalliimmista vaimennusvastuksista ja kipinäväleistä korvautuvat varmaankin runsaasti pienemmällä kondensaattorikustannuksella sekä yksinkertaisemmalla ja varmemmalla siirrolla.

Kuvio 3 esittää vaihtoehdon kuvion 2 mukaiseen laitteeseen. Itsesammuva väli 4 kuviossa 2 on kuviossa 3 korvattu tavallisella, ei itsesammuvalla välillä 5, joka täällöin on rinnankytketty kytkimen 6 kanssa välin sammuttamiseksi. Kytkin on ohjattu virtaantuvalla elimellä 7 välipiirissä. Jotta töitä olisi mahdollista suorittaa kondensaattorissa ja tämän tarkkailun tai vaihtamisen mahdollistamiseksi tulee se voida erottaa. Tätä tarkoitusta varten käytetään mm. kytkintä, joka oikosulkee kondensaattorin ja tarpeellinen määrä erottimia. Kytkimen tulee myös voida toimia kipinävälin ja vastuksen termisenä suojana jos väli palaa liian kauan, niin että vastuksen 3 lämpötila nousee kohtuuttomasti. Kuvio 4 esittää kondensaattorin 2 rinnakkaishaaroinen, jossa on vastus 3 ja itsensä sammuttava kipinäväli 4. Kytkin 6 on kytketty toiseen rinnakkaishaaraan, jossa myös on reaktori 8, jonka reaktanssi on pieni verkko-

taajuudella. Kun kytkin on suljettu, tulee sen vuoksi jännitteen putous kondensaattorissa pieneksi. Apukipinäväli 9 on kytketty molempien rinnakkaishaarojen väliin. Ellei vika häviä normaaliajan kuluttua, vaan kipinäväli 4 palaa edelleen, suljetaan kytkin 6 virtaantuntevan elimen 7 vaikutuksesta. Tällöin kytketään reaktori 8 takaisin. Vastus 3 on rinnakytetty reaktorin kanssa. Tämän johdosta kipinäväli 4 sammuu ja virta kulkee yksinomaan reaktorin 8 kautta, jolla nyt on pieni reaktanssi. Ellei kondensaattori 2 tällöin olisi riittävästi purettu, tulee apukipinäväli 9 sytyttämään, jolloin vastus 3 auttaa vaimentamaan purkausvirran. Jännitteestä riippuva vastus 3 auttaa positiivisesti ensimmäisenä aikana sen jälkeen kun kytkin on sulkeutunut, rajoittamaan reaktorin kautta kulkevan virran, mutta aikaansaa, että virta yhä enemmän muuttaa reaktoriin sitä mukaa kun kondensaattorin jännite alenee. Tässä siis käytetään hyväksi jännitteestä riippuvan vastuksen sisäisiä ominaisuuksia edullisella tavalla.

Jos kytkin 6 sulkeutuu, ilman että kipinäväli 4 on syttynyt, tulee kondensaattorijännite asettumaan reaktorille ja apukipinävälille 9, joka tällöin syttyy ja kytkee vastuksen rinnakkain reaktorin kanssa, niin että tarpeellinen vaimennus saadaan. Vastuksen resistanssi nousee nopeasti ja koska reaktorin reaktanssi on pienempi kuin vastuksen resistanssi verkkotaajuudella, pienenee vastuksen kautta kulkeva virta nopeasti ja apukipinäväli sammuu ja kondensaattori on oikosuljettu reaktorin ja kytkimen kautta.

Kuvio 5 esittää miten kuvion 4 mukainen kytkentä on muunnettu jakamalla vastus 3 kahteen sarjakytettyyn osaan 31 ja 32 ja että apukipinäväli 9 on liitetty molempien osavastusten väliin. Kuvio 6 pääkoskettimella on hidastettu kytkentä, mutta apukoskettimella 10 on hetkellinen kytkentä. Apukipinäväli 9 sytyttää heti kun apukosketin sulkee. Jos kipinäväli 4 oli sytytettyä kun apukosketin suljettiin, tulee kipinäväli oikosuljetuksi ja sammuu. Jos sen sijaan kipinäväli ei ollut sytytettyä, tulee osavastus 31, joka voi olla lineaarinen tai epälineaarinen, sisäänytketyksi kun apukipinäväli 9 syttyy ja kondensaattori alkaa purkautua. Pääkoskettimen hidastuksen johdosta ehtii osa kondensaattorienergiasta purkautua osavastuksen 31 kautta ennen kuin pääkosketin kytkeytyy. Kondensaattorin oikosulku voi silloin tapahtua vahingoittamatta kondensaattoria tai kytkimen koskettimia.

Patenttivaatimukset

1. Laite suurjännitteisten sähkövoimaverkkojen käyttöolosuhteen jatkuvan vakavuuden ylläpitämiseksi ja käsittää sarjakondensaattorin (2) ja kondensaattorin kanssa rinnankytketyn suojapiirin (15) kondensaattorin oikosulkemiseksi kun verkko joutuu sellaisten häiriöiden alaiseksi, jotka aikaansaavat kondensaattorille vaarallisia ylijännitteitä, t u n n e t t u siitä, että rinnan kondensaattorin (2) ja mainitun suojapiirin (15) kanssa on sovitettu virtatie, jossa on kipinäväli (4, 5) sarjassa jännitteestä riippuvan vastuksen (3) kanssa virran ohjaamiseksi virtatien kautta riippuen kondensaattorin (2) jännitteestä, jolloin tämän vastuksen (3) resistanssi on hyvin suuri niin kauan kuin kondensaattorin jännite on edeltäpäin määrätyn ja kondensaattorin sähköominaisuuksista riippuvan arvon alapuolella, joka on suurempi kuin kondensaattorin käyttöjännite, mutta pienempi kuin jännite, jolla mainittu suojapiiri (15) alkaa toimia ja oikosulkee kondensaattorin, kun taas vastuksen resistanssi on pienenevä jännitteillä, jotka ovat suuremmat kuin mainittu, edeltäpäin määrätty arvo.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että kipinäväli (4) on itsesammuttavaa tyyppiä.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että kipinäväli (4) ei ole itsestään sammuttavaa tyyppiä ja rinnan kytketty kytkimen (6) kanssa.
4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n n e t t u toisesta, mainitun virtatien (3, 4) kanssa rinnankytketystä virtatiestä, jolloin toisessa virtatiessä on reaktori (8) ja kytkin (6) ja että reaktori (8) ja vastus (3) on rinnan kytketyt kipinävälin (9) avulla molempien virtateiden välillä.
5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että vastus (3) on jaettu kahteen osavastukseen (31, 32) ja että reaktori (8) on rinnan kytketty vain toisen osavastuksen (31) kanssa.
6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että vastus (3) on jaettu kahteen sarjaan kytkettyyn osavastukseen (31, 32), että kytkimessä on pääkosketin (6) hidastetulla kytkennällä kytkettynä rinnan kondensaattorin kanssa ja että kytkimeen kuuluva apukosketin (10) pikakytkennällä on sovitettu oikosulkemaan kipinävälin (4) ja lähinnä kipinäväliä sijaitsevan osavastuksen (32) kipinävälin (9) kautta ennen kuin pääkytkin (6) kytkee.

Patentkrav

1. Anordning för att åstadkomma en oavbruten stabilisering av drifttillståndet i högspända elektriska kraftnät och omfattande en seriekondensator (2) och en med kondensatorn parallellkopplad skyddskrets (15) för kortslutning av kondensatorn, när nätet utsättes för sådana störningar, som åstadkommer för kondensatorn farliga överspänningar, k ä n n e t e c k n a d därav, att parallellt med kondensatorn (2) och nämnda skyddskrets (15) är anordnad en strömväg, som innehåller ett gnistgap (4, 5) i serie med ett spänningsberoende motstånd (3) för styrning av strömmen genom strömvägen i beroende av spänningen över kondensatorn (2), varvid nämnda motstånd (3) har mycket hög resistans så länge spänningen över kondensatorn ligger under ett förutbestämt och av kondensatorns elektriska egenskaper beroende värde, som är högre än kondensatorns driftspänning men lägre än den spänning, där nämnda skyddskrets (15) träder i funktion och kortsluter kondensatorn, medan motståndets resistans är avtagande för spänningar, som är högre än nämnda förutbestämda värde.

2. Anordning enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att gnistgapet (4) är av självsläckande typ.

3. Anordning enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att gnistgapet (4) är av icke självsläckande typ och är parallellkopplat med en brytare (6).

4. Anordning enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d av en andra strömväg parallellt med nämnda strömväg (3, 4) varvid den andra strömvägen innehåller en reaktor (8) och en brytare (6) och att reaktorn (8) och motståndet (3) är parallellkopplade med hjälp av ett gnistgap (9) mellan de båda strömvägarna.

5. Anordning enligt patentkravet 4, k ä n n e t e c k n a d därav, att motståndet (3) är uppdelat i två delmotstånd (31, 32) och att reaktorn (8) är parallellkopplad med endast det ena delmotståndet (31).

6. Anordning enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att motståndet (3) är uppdelat i två seriekopplade delmotstånd (31, 32), att en brytare har en huvudkontakt (6) med fördröjt tillslag kopplad parallellt med kondensatorn och att en till brytaren hörande hjälpkontakt (10) med momentant tillslag är anordnad att kortsluta gnistgapet (4) och det närmast gnistgapet befintliga delmotståndet (32) över ett hjälpgnistgap (9) innan huvudkontakten (6) slår till.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 2 003 949 (21 d3 2).

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 2 504 860 (317-12), 2 878 428 (317-112), 3 471 748 (H 02 H 7/16).

Fig. 1

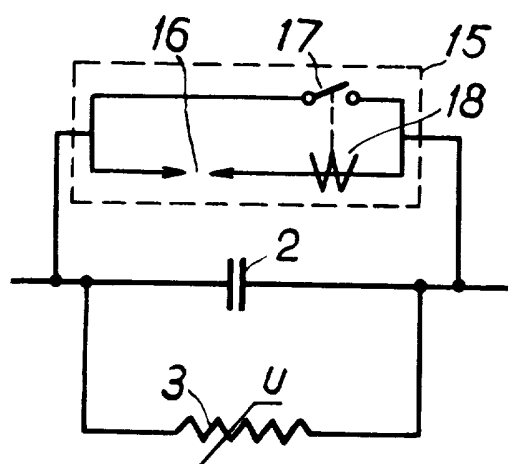


Fig. 2

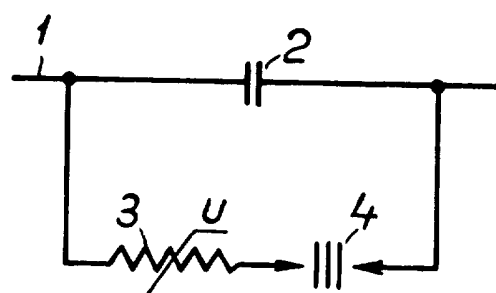


Fig. 3

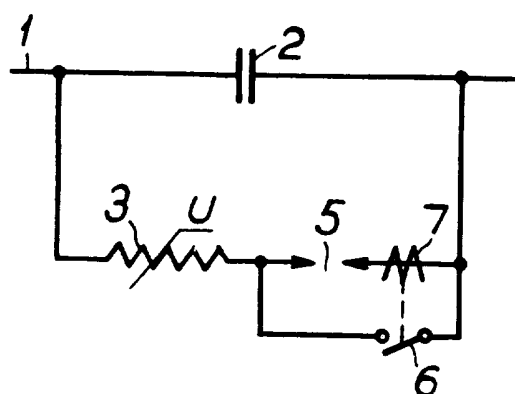


Fig. 4

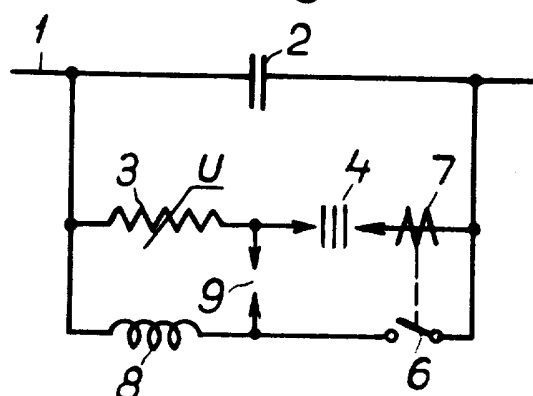


Fig. 5

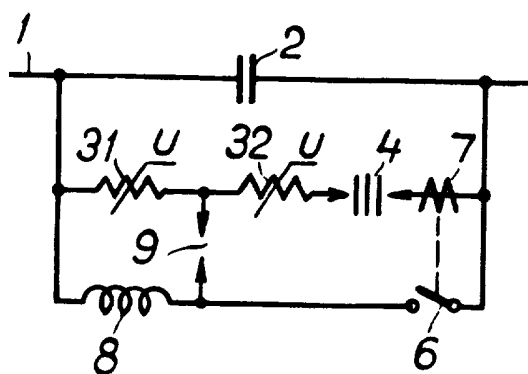


Fig. 6

