



FI000107304B



SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 107304 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

29.06.2001

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

H01F 38/30 // G01R 15/18

(21) Patentihakemus - Patentansökning

921737

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

16.04.1992

(24) Alkupäivä - Löpdag

16.04.1992

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

23.10.1992

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

22.04.1991 CH 1196/91 P

(73) Haltija - Innehavare

1 •ASEA Brown Boveri Ag, Haselstrasse 16, Postfach, 5401 Baden, SVEITSI, (CH)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Haffner, Ken Yves, Ländliweg 21, 5400 Baden, SVEITSI, (CH)
2 •Koch, Andreas, Engellostrasse 6, 5620 Zufikon, SVEITSI, (CH)
3 •Kornfeld, Amos, Neumattweg 5, 5213 Villnachern, SVEITSI, (CH)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab
Jaakonkatu 3 A, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Sähkövirranmuuntaja keski- ja suurjännitelaitosta varten
Elströmstransformator för medel- eller högspänningsanläggning

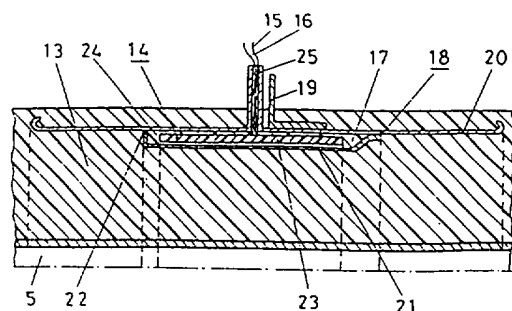
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

GB B 1453679 (G01R 19/00), US A 4471333 (H01F 15/04), US A 3990001 (H01F 27/00), US A 4611191 (H01F 15/04),
IEE proceedings B. Electronic power applications, Vol. 130, Nro 5, syyskuu 1983, p. 360-363, J.A.J. Pettinga, J. Siersma,
"A polyphase 500 kA current measuring system with Rogowski coils"

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keski- tai suurjännitelaitosta varten olevassa sähkövirranmuuntajassa (8) on virrantunnistin (9) ja virrantunnistimen (9) pitimenä toimiva renkaanmuotoinen kantava runko (13). Kantavaan runkoon (13) kiinnitetty virrantunnistin (9) on rakennettu toruksen muotoiseksi käämityksi kelaksi (14), joka kela laitokseen asentamisen jälkeen ympäröi keskitetysti laitoksen sähkövirran johdinta (5). Tämä sähkövirranmuuntaja on kooltaan pieni ja sille on tunnusomaista se, että virrantunnistin (9) voidaan asentaa ongelmitta laitokseen haluttuihin kohtiin. Tämä on saavutettu siten, että kela (14) on käämitty Rogowski-kelellä sellaisen ei-ferromagneettisesta materiaalista olevan renkaanmuotoisen sydämen (23) päälle, joka aksiaalissa suunnassa leikattuna on olennaisesti suorakulmainen ja jolla sydämen

(23) säteeseen ja sydämen aksiaaliseen ulottuvuuteen verrattuna on pieni säteismitta, ja että kela on sijoitettu sähkökenttien suhteen suojattuun, onttoon sylinterimäiseksi rakennettuun kantavan rungon (13) tyhjiin tilaan (17).



107304

En elströmstransformator (8) vid en medel- eller högspänningsanläggning uppvisar en strömdetektor (9) och en som hållare för strömdetektorn (9) fungerande ringformad bärande ram (13). Den vid den bärande ramen (13) fästa strömdetektorn (9) har utformats som en torusformad lindad spole (14) som omger efter anläggningens montering centrerat anläggningens elströmsledning (5). Denna elströmstransformator är till sin storlek liten och den kännetecknas av att strömdetektorn (9) kan monteras utan problem vid önskade ställen vid anläggningen. Detta har åstadkommit så att spolen (14) har lindats som en Rogowskispole på en sådan ringformad kärna (23) av icke-ferromagnetiskt material som i axiellt snitt är väsentligen rektangulär och som jämfört med kärnans (23) radie och kärnans axiella sträckning har litet radialmått, och att spolen har placerats i ett i förhållande till elfälten skyddat, ihåligt tomt rum (17) som byggts cylinderformat inne i den bärande ramen (13).

Sähkövirranmuuntaja keski- ja suurjännitelaitosta varten

5 Keksinnön kohteena on sähkövirranmuuntaja keski- tai suurjännitelaitosta varten, varustettuna virrantunnistimen pitimenä toimivalla renkaanmuotoisella kantavalla rungolla, jossa kantavaan runkoon kiinnitetty virrantunnistin on rakennettu toruksen muotoiseksi käämityksi kelaksi, ja jossa laitokseen asentamisen jälkeen kela ympäröi keskitetysti laitoksen sähkövirran johdinta.

10 Keksinnöllä viitataan tällöin siihen tekniikan tasoon, joka ilmenee esim. EP-julkaisusta 204082. Tämän patenttijulkaisun kuviossa 4 esitetyssä sähkövirranmuuntajassa on virrantunnistimena renkaanmuotoiset, ferromagneettisesta materiaalista olevat sähkövirranmuuntajan sydämet, joiden päälle on laitettu toruksen muotoiseksi rakennetut toisiokäämitykset. Sähkövirranmuuntajan sydämet niiden päälle laitettuine toisiokäämityksineen ovat sijoitetut koaksiaalisesti sähkövirran johtimen suhteen laitoksen kantavana runkona toimivan kaapelin läpiviennin päälle. Toisiokäämityksiltä voidaan ottaa ulos signaaleja, jotka vastaavat sähkövirran johtimessa kulkevaa sähkövirtaa. Sähkövirranmuuntajat ovat kooltaan suuret ja ne sisältävät lisäksi ratkaisevasti erikoisen raskasta ferromagneettista materiaalia. Sen vuoksi vaatii tekniikan tason mukainen sähkövirranmuuntaja paljon tilaa ja se olisi rakennettava lisäksi suuren painonsa johdosta erityisen stabiiliksi.

20 Muita tekniikan tason mukaisia ratkaisuja tunnetaan esimerkiksi julkaisuista GB-1 453 679; J.A.J. Pettinga / J. Siersema: "A polyphase 500 kA current measuring system with Rogowski coils", IEE Proceedings, Vol. 130, Pt. B, No. 5, September 1983; US-4 471 333; US-3 990 001 ja US-4 611 191.

25 Keksinnön tavoitteena on, kuten patenttivaatimuksessa 1 ilmaistaan, aikaansaada sähkövirranmuuntaja keski- tai suurjännitelaitosta varten, jolla on pienet mitat, ja jonka virrantunnistin voidaan asentaa ongelmitta laitokseen haluttuihin kohtiin. Keksinnön tunnusmerkilliset piirteet on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkiosassa.

30 Keksinnön mukaiselle sähkövirranmuuntajalle on ominaista pieni paino ja vähäinen tilantarve. Siksi se voidaan asentaa ongelmitta laitokseen lähes mihin tahansa haluttuihin kohtiin. Lisäksi siinä on useiden suuruusluokkien yli ulottuva mittausalue sekä tällä mittausalueella oleva suuri lineaarisuus. Lisäksi se ei tarvitse mitään magneettisesti kyllästettäviä komponentteja. Epätoivottujen magneettikenttien vaikutus jää tällöin ratkaisevasti pois.

Keksinnön edullista suoritusmuotoa ja sillä saavutettavia muita etuja selitetään jäljempänä piirustuksiin viitaten.

Keksinnön suoritusmuotoesimerkkiä selitetään yksinkertaistetussa muodossa oheisissa piirustuksissa, joissa

5 kuvio 1 esittää sivulta nähtynä, osittain leikattua, metallikoteloitua, kaasueristettyä keskijännitekytkentälaitosta, varustettuna keksinnön mukaisella sähkövirranmuuntajalla,

kuvio 2 esittää päältä nähtynä kuvion 1 mukaisen sähkövirranmuuntajan osaa leikkauskuvana,

10 kuvio 3 esittää kuvioiden 1 ja 2 mukaisessa sähkövirranmuuntajassa tapahtuvan signaalinkulun lohkokaaviota.

Kuvio 1 esittää metallikapseloitua, kaasueristettyä keskijännitekytkentälaitosta, jota voidaan käyttää aina 24 kV jännitteeseen saakka. Tässä laitoksessa on metallikotelona leikattuna esitetty kuori 1. Kuori on täytetty eristyskaasulla, kuten erityisesti SF₆, muutaman barin paineeseen saakka. Kuoren sisällä ovat vahvavirtakomponentit, kuten katkaisijat 2, erotuskytkimet 3 ja koontikiskot 4. Vahvavirtakomponentit ovat liitetyt toisiinsa vaiheittain sähkövirran johdinten 5 avulla. Kaapelinläpivientien 6 kautta johdetaan sähkövirran johtimet 5 kuoresta 1 kaapeliin 7. Sähkövirranmuuntaja toteaa sähkövirran johtimissa 5 kulkevan virran suuruuden. Jokaisessa sähkövirranmuuntajassa 8 on siihen kuuluvaa sähkövirran johdinta samankeskisesti ympäröivä virrantunnistin 9, samoin kuin tässä esittämättä jätetty signaalinjohdot ja mittauselektroniikka 10, jossa virrantunnistimen 9 toteamat ja signaalijohtojen edelleen siirtämät mittaussignaalit analysoidaan.

Jokaisella virrantunnistimella 9 on pienet mitat ja se voidaan siksi sijoittaa ongelmitta laitokseen haluttuihin kohtiin. Edullisena on pidettävä virrantunnistimen 9 integraatiota kaapelinläpivientiin 6, koska siinä niiden mitoilla ei ole vaikutusta, ja koska tässä tapauksessa kaapelinläpivienti 6 toimii samalla virrantunnistimen 9 kantavana runkona, ja lisäksi oleva kantava runko on tarpeeton.

Kuviosta 2 havaitaan sähkövirranmuuntajan 8 virrantunnistimen 9 rakenne ja järjestely. Tässä kuviossa suurennettuna esitetty virrantunnistimen 9 osa sisältää olennaisesti renkaanmuotoisen kaapelinläpiviennin 6 muodostaman kantavan rungon 13, sekä toruksen muotoon käämityn renkaanmuotoisen kelan 14 sekä kelalta 14 sähkövirranmuuntajan 8 mittauselektroniikkaan 10 viedyt signaalijohtot 15 ja 16, jossa

mittauselektroniikassa 10 muodostetaan virrantunnistimen 9 lähettämistä signaaleista mittausarvot, jotka vastaavat sähkövirranjohtimessa 5 kulkevaa virtaa.

Kantava runko 13 sisältää sähkövirran johdinta 5 renkaanmuotoisesti ympäröivän tilan 17, johon kela 14 on sijoitettu. Tila 17 on lähes kauttaaltaan rajattu häiritseviä sähkökenttiä loitolla pitävällä suojauksella 18, joka on sähköä johtavaa materiaalia, kuten erikoisesti kuparia tai alumiinia. Suojaus 18 on sähköisesti johtavassa yhteydessä laitoksen kuoren 1 kanssa liitântäkoskettimen 19 avulla ja se on siten saatettu laitoksen eritellyn massapotentialin kanssa yhteyteen. Näin ollen on tila 17 suojattu sähköisesti epätoivottuja, lähinnä ohimeneviä tapahtumia - kuten kytkentätoimenpiteiden tai salamaniskujen - muodostamia häiriökenttiä vastaan ja kelat 14 antavat siksi laitoksessa mitattaessa käyttöolosuhteissa lähes virheettömiä signaaleita.

Suojaus 18 koostuu olennaisesti kahdesta ratkaisevasti ontosta, sylinterimäisiksi rakennetuista elektrodeista 20, 21, joista elektrodi 20 on samalla kaapelinläpiviennin 6 ohjauselektrodi ja toisella elektrodilla on pallemainen muoto. Kummatkin elektrodit 20, 21 ovat elektrodin 21 toisessa päätypinnassa keskenään sähköä johtavia ja mekaanisesti kytketyt toisiinsa. Elektrodin 21 toisessa päätypinnassa ovat ne toisistaan sähköisesti eristetyt sähkövirran johdinta 5 rengasmaisesti ympäröivän eristyskohdan 22 avulla. Näin ollen tulee tila 17 sähköisesti suojatuksi ja silloin vältetään epätoivottujen pyörrevirtojen syntyminen.

Kela 14 on käämitty "Rogowski"-kelan tapaan ei-ferromagneettisesta materiaalista olevan renkaanmuotoisen sydämen 23 päälle. Sydämen 23 poikkileikkaus on aksiaalissa suunnassa leikattuna olennaisesti suorakulmainen ja se on kooltaan säteenä sekä aksiaalisen ulottuvuutensa suhteen mitoitettu hyvin pieneksi. Säteen ollessa esim. 55 mm ja aksiaalisen pituussuuntaisen ulottuman ollessa esim. 30 mm, on sen paksuus tyypillisesti vain 2 mm. Näin saadaan tasoitetuksi mitattavan virran magneettikentässä olevat epäsymmetriat ja samalla minimoituu epätoivottujen vieraiden kenttien vaikutus. Kelan 14 käsittävä tila 17 on täytetty renkaanmuotoisella eristimellä 24, joka sitoo kelan 14 paikoilleen tilaan 17 ja myöskin kantavaan runkoon 13.

Eristin 24 ja kelan 14 sydän 23 koostuvat ratkaisevasti isotrooppisesta materiaalista. Näin saavutetaan se, että eristin 24 ja sydän 23 venyvät tai kutistuvat kaikissa suunnissa tasaisesti. Kelan 14 geometria muuttuu siksi lämpötilan muuttuessa lineaarisesti. Tätä muutosta voidaan helposti kompensoida virrantunnistimen 10 jatkuvalla lämpötilan valvonnalla ja tästä valvonnasta tuloksena olevan mittauselektroniikan 10 jatkuvan sovittamisen avulla.

Erittäin suuri mittaustarkkuus saavutetaan silloin, kun eristimen 24 ja kelan 14 sydämen 23 materiaalilla on kaapelinläpiviennin 6 kantavan rungon 13 materiaalille - sen ollessa normaalisti epoksihartsiperusteista kovitettua eristysmassaa - ja suojauksen 18 materiaalille sovitettua lämpölaajenemiskertoimet. Erittäin hyväksi eristimen 5 24 ja/tai sydämen 23 materiaaliksi on osoittautunut lasikuulilla täytetty eristysmassa, joka on erityisesti epoksihartsiperusteista. Sydämen 23 materiaalina voidaan käyttää myös ei-ferromagneettista metallia. Erityisesti alumiini on tähän tarkoitukseen sopivaa, koska se vaimentaa voimakkaasti suurilla taajuuksilla indusoituvia jännitehuippuja, ja koska sillä on samalla myös eristimessä 24 ja kantavassa run- 10 gossa 13 käytetyn eristysmateriaalin vastaavat lämpölaajenemiskertoimet.

Virrantunnistin 10 on valmistettavissa yksinkertaisella tavalla, valamalla esiasennetut osat, kuten liitäntäkontaktilla 19 varustettu suojaus 18, sähkövirran johtimella 5 ja signaalijohdoilla 15, 16 varustettu kela 14 ja signaalijohtoja ympäröivä ja suoja- uksen 18 kanssa kosketuksessa oleva mittauselektroniikkaan johtavan suojatun mit- 15 tauskaapelin suojaus 25, kovettumisen jälkeen eristimen 24 ja kantavan rungon 13 materiaaliksi muodostuvaan eristysmassaan. Mikäli virrantunnistin 9 on valmistettava kaapelinläpiviennistä 6 riippumatta, niin silloin on mahdollista valaa kela 14 tiettyyn muotoon eristintä 24 muodostettaessa ja sitten, eristimen 24 kovettumisen jälkeen siihen kiinnittynyt kela 14 asennetaan asennuslaittein varustettuun ja nyt li- 20 säksi kantavan runkona toimivaan suojaukseen 18 tai kela 14 valetaan eristintä 24 muodostettaessa suoraan myöskin kantavaksi rungoksi 13 muodostettuun suojaukseen 18.

Kela 14 tuottaa sähkövirran johtimessa 5 virtaavan virran ajalliseen muutokseen verrannollisia signaaleja. Nämä signaalit ovat vapaita epätoivottujen ulkoisten vie- 25 raisten kenttien vaikutuksista ja laitoksessa sattuvista, ohimenevistä tapahtumista, johtuen sopivasti sijoitetuista suojauksista 18 ja 25. Ne integroidaan mittauselektroniikassa 10 välitettävää virtaa vastaavaksi signaaliksi. Kuten kuviosta 3 havaitaan, digitoidaan nämä signaalit aluksi analogiadigitaalimuuntajassa 26 ja digitoidut signaalit integroidaan sitten digitaalintegraattoriksi 27 rakennetussa integrointilait- 30 teessa mitattavaa virtaa vastaavaksi signaaliksi. Tämä signaali voidaan sitten muuntaa peräänkytketyssä digitaalialogiamuuntajassa 28 analogianäytöksi ja/tai johtaa se laitoksen toisiin toimintayksiköihin muuta käsittelyä varten.

Patenttivaatimukset

1. Sähkövirranmuuntaja keski- tai suurjännitelaitosta varten, jossa on virrantunnistin (9), joka on rakennettu toruksen muotoiseksi käämityksi kelaksi (14), renkaanmuotoinen kantava runko (13), joka on järjestetty tukemaan virrantunnistinta (9), sähkövirran johdin (5), jota kela (14) keskitetysti ympäröi, mittauselektronikka (10) sekä suojattu mittauskaapeli, joka on järjestetty johtamaan lähtösignaaleja kelasta (14) mittauselektronikkaan; joista kela (14) on käämitty Rogowskikelan tapaan ei-ferromagneettisesta materiaalista olevan renkaanmuotoisen sydämen (23) päälle, joka sydän on aksiaalisessa suunnassa leikattuna olennaisesti suorakulmainen, ja kela (14) on lisäksi sijoitettu sähkökenttien suhteen suojattuun, onttoon sylinterimäiseksi rakennettuun kantavan rungon (13) tyhjään tilaan (17), tunnettu siitä, että
- renkaamuotoisen sydämen (23) säteismitta on pieni verrattuna sen säteeseen ja aksiaaliseen ulottuvuuteen,
 - 15 - sähkökenttien suhteen suojattua tilaa (17) täyttää eriste (24), joka kiinnittää kelan (14) paikalleen ja
 - eriste (24) ja kelan (14) sydän (23) ovat ratkaisevasti isotrooppista materiaalia.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen sähkövirranmuuntaja, tunnettu siitä, että eristimen (24) ja kelan (14) sydämen (23) materiaalilla on lämpölaajenemiskerroin, joka on sovitettu vastaamaan kantavan rungon (13) materiaalin lämpölaajenemiskerrointa.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen sähkövirranmuuntaja, tunnettu siitä, että ainakin sydän (23) on muodostettu kuulamaisilla osilla täytetystä, eristysmateriaalia olevasta kovitetusta eristysmassasta.
- 25 4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen sähkövirranmuuntaja, tunnettu siitä, että sydän (23) sisältää ei-ferromagneettista metallia.
5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen sähkövirranmuuntaja, tunnettu siitä, että ei-ferromagneettinen metalli on alumiinia.
6. Jonkin patenttivaatimuksen 1-5 mukainen sähkövirranmuuntaja, tunnettu siitä, että tilaa (17) ympäröi laitteiston maapotentiaalissa oleva suojaus (18), joka on sähköä johtavassa yhteydessä suojatun mittauskaapelin suojauksen (25) kanssa.
- 30

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen sähkövirranmuuntaja, **tunnettu** siitä, että tilan (17) suojauksen (18) katkaisee sähkövirran johdinta (5) rengasmaisesti ympäröivä eristyskohta (22).
8. Patenttivaatimuksen 6 tai 7 mukainen sähkövirranmuuntaja, **tunnettu** siitä, että tilan (17) suojauksessa (18) on kaksi elektrodiä (20, 21), jotka ovat ratkaisevasti onton sylinterin muotoisia ja joista yksi (20) on järjestetty toimimaan järjestelmän erään kaapeliläpiviennin (6) ohjauselektrodina.
9. Jonkin patenttivaatimuksen 1-8 mukainen sähkövirranmuuntaja, **tunnettu** siitä, että kelasta (14) lähtevät signaalit vaikuttavat mittauselektronikassa (11) olevaan integrointilaitteeseen, joka on rakennettu digitaali-integraattoriksi (27), jonka eteen on kytketty analogiadigitaalimuuntaja (26) ja jonka perään on kytketty digitaalialogiamuuntaja (28).

Patentkrav

1. Elströmstransformator för en medel- eller högspänningsanläggning, innefattande en strömdetektor (9), som utformats som en torusformad lindad spole (14), en ringformad bärande stomme (13), som inrättats att uppbära strömdetektorn (9), en elströmsledare (5), som omges centrerat av spolen (14), mätelektronik (10) samt en skyddad mätkabel, som inrättats att leda utsignaler från spolen (14) till mätelektroniken; av vilka spolen (14) lindats som en Rogowski-spole runt en ringformad kärna (23) av icke-ferromagnetiskt material, varvid kärnan är väsentligen rektangulär i axial skärning, och spolen (14) dessutom placerats i en mot elfälten skyddad, cylinderformigt utformad kavitet (17) i den bärande stommen (13), **kännetecknad** av att
- den ringformade kärnans (23) radialmått är litet jämfört med dess radie och axiala dimension,
 - det mot elfälten skyddade rummet (17) fylls av en isolering (24), som fäster spolen (14) på plats och
 - isoleringen (24) och spolens (14) kärna (23) är av avgörande isotropiskt material.
2. Elströmstransformator enligt patentkrav 1, **kännetecknad** av att isoleringen (24) och spolens (14) kärna (23) är av ett material med en värmeutvidgningskoefficient som anpassats att motsvara värmeutvidgningskoefficienten hos den bärande stommens (13) material.

3. Elströmstransformator enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknad** av att åtminstone kärnan (23) utformats av en härdad isoleringsmassa av isoleringsmaterial fylld med sfäriska fragment.
4. Elströmstransformator enligt patentkrav 1, **kännetecknad** av att kärnan (23)
5 innehåller icke-ferromagnetisk metall.
5. Elströmstransformator enligt patentkrav 4, **kännetecknad** av att den icke-ferromagnetiska metallen är aluminium.
6. Elströmstransformator enligt något av patentkraven 1-5, **kännetecknad** av att rummet (17) omges av en i jordpotentialen varande skärmning (18) av anläggningen
10 som är i elledande förbindelse med skärmningen (25) av den skyddade mätkabeln.
7. Elströmstransformator enligt patentkrav 6, **kännetecknad** av att rummets (17) skärmning (18) bryts av en isoleringspunkt (22) som omger elströmsledaren (5) ringformigt.
8. Elströmstransformator enligt patentkrav 6 eller 7, **kännetecknad** av att rummets (17) skärmning (18) har två elektroder (20, 21), vilka har avgörande formen av en ihålig cylinder och av vilka en (20) inrättats att fungera som styrelektrod för en kabelgenomförning (6) i systemet.
15
9. Elströmstransformator enligt något av patentkraven 1-8, **kännetecknad** av att utsignalerna från spolen (14) påverkar en integreringsapparat i mätelektroniken (11)
20 som utformats som en digitalintegrator (27), framför vilken kopplats en analogdigitalomvandlare (26) och bakom vilken kopplats en digitalanalogomvandlare (28).

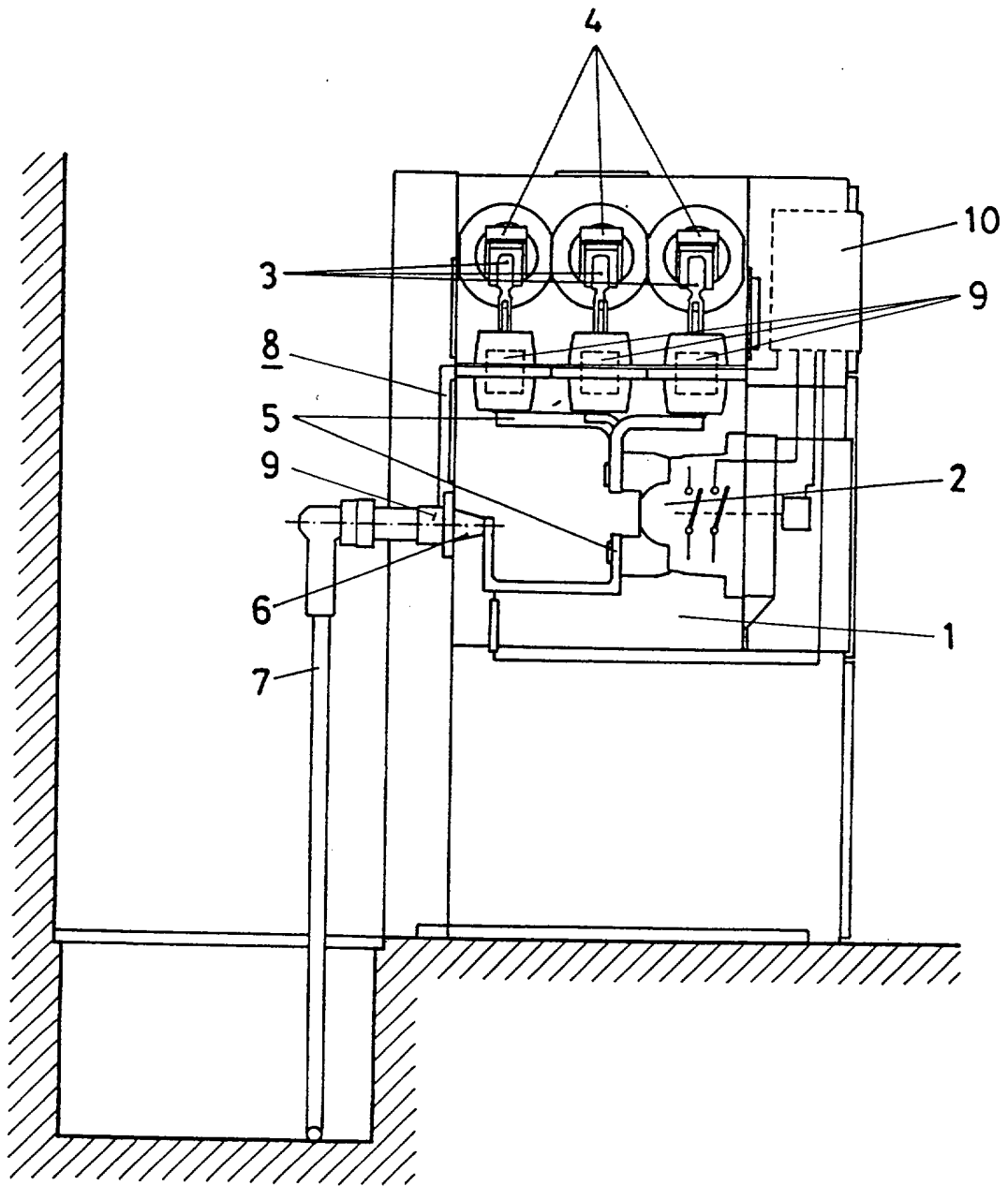


FIG.1

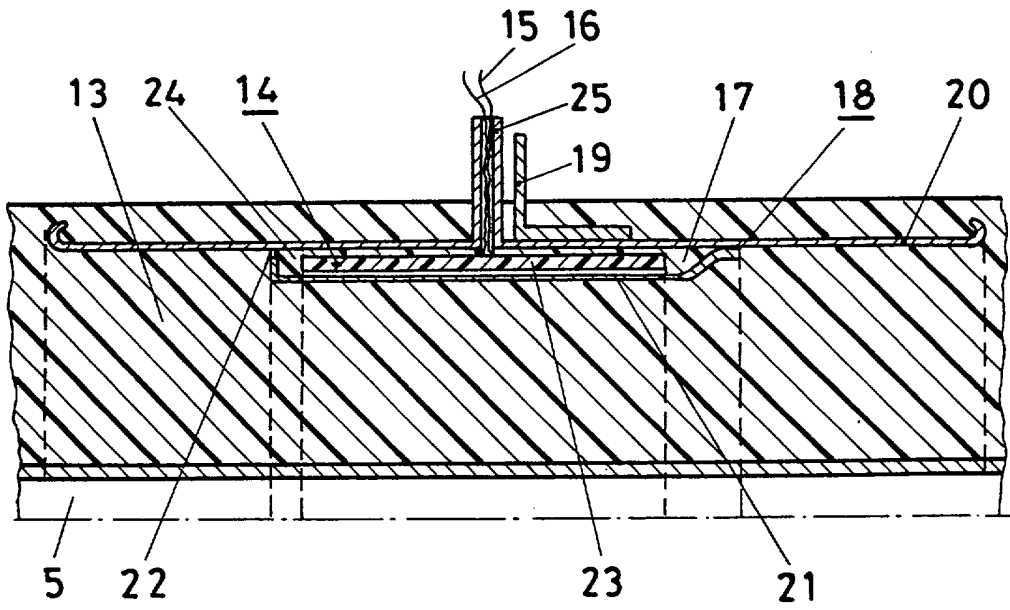


FIG.2

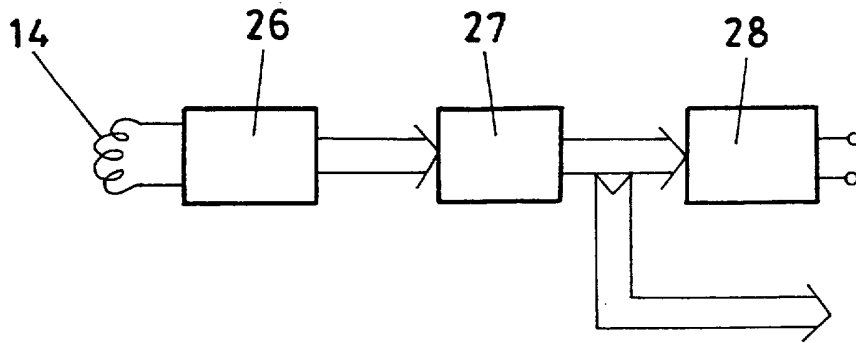


FIG.3