



C (45) **Patentti- ja rekisterihallitus**
Patent- och registerstyrelsen 15.02.1989

(51) Kv.lk./Int.Cl.⁴ H 02 G 15/064, 15/184

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus - Patentansökning	840504
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	07.02.84
(23) Alkupäivä - Giltighetsdag	07.02.84
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	09.08.84
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	28.02.89
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan	
(32) (33) (31) Pyydetty etuoikeus - Begärd prioritet	08.02.83
Iso-Britannia-Storbritannien (GB) 8303462	
Toteennäytetty - Styrt	

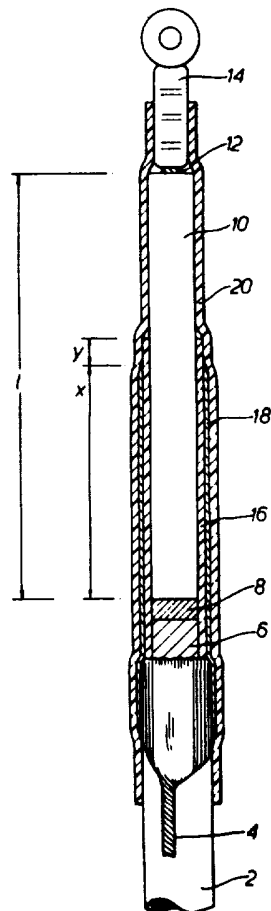
- (71) Raychem GmbH, Wernher-von-Braun-Strasse 11, Putzbrunn, Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland (DE)
- (72) Bodo Boettcher, Zorneding, Werner Rupprecht, Tuerkenfeld, Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland (DE)
- (74) Berggren Oy Ab
- (54) Suurjännitekaapeli sekä menetelmä sähköjännityksen rajoittamiseksi suurjännitekaapelissa - Högspänningskabel samt förfarande för att begränsa den elektriska påkänningen i en högspänningskabel

(57) Tiivistelmä

Sähkökuormituksen säätö alueella, jolla esiintyy korkea sähkökentänvoimakkuus korkeajännitelaitteiston yhteydessä, erityisesti voimakaapeleille, ja jossa sovitetaan kaksi liittämättäin olevaa puolijohtavan aineen kerrosta (16, 18), joilla on eri vaihtojännitevastusominaiskäyrä siten, että alue peittyy. Sisempi kerros (16) voi olla lämpökutistuvaa putkea, jolla on lineaarinen ominaiskäyrä, ja ulommalla kerroksella (18) voi olla ei-lineaarinen ominaiskäyrä ja se voi olla sovitettu yhtenäisenä pinnoitteena edelleen lämpökutistettavaan putkeen (20), joka on eristävää ainetta. Tällainen sovitelmä sallii hyvän sähköisen suojan sekä vaihtojännitteen että impulssin suhteen.

(57) Sammandrag

Kontroll av elbelastning på ett område på vilket en hög elfältstyrka förekommer i samband med en högspänningsanläggning, speciellt vid kraftledning, och varvid två halvledande överlappande ämnesskikt (16, 18), vilka uppvisar olika växelspanningsimpedanskaraktäristika, anordnas så att området täckes. Det inre skiktet (16) kan vara ett värmekrympbart rör som uppvisar en lineär karaktäristika, och det yttre skiktet (18) kan uppvisa en icke-lineär karaktäristika och det kan vara anordnat som en enhetlig beläggning i ett annat värmekrympbart rör (20) som är av isolerande material. Ett dylikt arrangemang erbjuder ett gott elektriskt skydd såväl i fråga om växelspanningen som impulsen.



Suurjännitekaapeli sekä menetelmä sähköjännityksen rajoittamiseksi suurjännitekaapelissa.

Keksintö kohdistuu patenttivaatimuksen 1 johdannon mukaiseen suurjännitekaapeliin sekä menetelmään sähköjännityksen rajoittamiseksi tällaisessa kaapelissa.

Sanontaa suurjännite käytetään tässä jännitteistä, jotka ovat yli 1 kV ja erityisesti yli 10 kV.

Kun jatkuvasti suojaverkotettu tai suojattu suurjännitekaapeli päätetään, poistetaan suojaverkko sellaiselta pituudelta, että sähköistä ylilyöntiä pitkin eristeen pintaa johtimelta suojaverkkoon ei voi esiintyä. Suojan poistaminen aiheuttaa sähkökentän katkoksen, jolloin esiintyy huomattavaa sähkökuormitusta suojan lopussa. Tätä ongelmaa ja muutamia ratkaisuja tähän käsitellään patenttihakemuksissa UK 1 470 501 ja UK 1 470 504. On toisaalta todettu, että näiden ja muiden tunnettujen menetelmien tarjoama kuormituksen säätö ei ole täysin tyydyttävä eräissä sovellutuksissa.

Patenttihakemusjulkaisussa EP-0079118 selostetaan lämmössä kutistuvaa kaapeliliitosta, jossa kaapelieristyksen suojavaippakerrosten välissä on kaksi puolijohtavaa kerrosta johdinkosketinvälineen kummallakin puolella. Kerrokset poikkeavat toisistaan siten, että ulompi kerros on erittäin resistiivinen sisältäen vain hiilimustaa polymeeriperusaineena, ja sisäkerroksessa on toinen perusaine, joka sisältää piikarbidipartikkeleita. Tällä järjestelyllä on kuitenkin se haittapuoli, että sisäkerroksen materiaalilla on epälineaarinen vaihtovirtaimpedanssin ominaiskäyrä (jäljempänä esitettävän määritelmän mukaan) ja se muodostaa suoran johtotien maadoi-

tettujen kaapelivaippojen ja johtavaa kosketinvälinettä ympäröivän alueen välille suurjännitetapauksessa. Näin ollen saattaa olosuhteissa, jotka vaativat hyvää vaihtovirtakäyt-täytymistä, syntyä oikosulku liitoksen yli.

Keksinnön tehtävänä on tarjota järjestely ja menetelmä, joilla aikaansaadaan parannettu sähkökuormituksen säätö.

Tämän tehtävän täyttämiseksi on keksinnölle tunnusomaista se, mikä on esitetty oheisessa patenttivaatimuksessa 1.

Keksinnön mukaisen menetelmän tunnusmerkit selviävät vastaavasti vaatimuksesta 11.

Aineen vaihtosähkövastusominaiskäyrä on aineeseen sovite-tun vaihtosähkön suhde aineen läpi virtaavaan virtaan. Tämä voidaan lausua seuraavan kaavan avulla:

$$I = KV\gamma$$

jossa I on virta, V on vaihtojännite, K on vakio, γ on vakio, joka on 1.

Aineelle, joka noudattaa Ohmin lakia, on $\gamma = 1$ ja vastusominaiskäyrä on suora viiva, ja sanotaan, että aine on "lineaarinen". Muilla aineilla on $\gamma > 1$, jolloin sanotaan, että aine on "ei-lineaarinen". On tunnettua, että tietty aine voi käyttäytyä lineaarisesti alueella, jossa on pieni kentänvoimakkuus ja ei-lineaarisesti alueella, jossa on suurempi kentänvoimakkuus, jolloin se voi vaatia kaksi γ -arvoa, jotka eroavat toisistaan mutta jotka molemmat ovat vakio tietyllä kentänvoimakkuusalueella, jolloin ominaiskäyrä täysin määräytyy. Tässä esityksessä katsotaan, että aineilla, joilla on eri γ -arvo ainakin osalla ominaiskäyräänsä, on eri vastusominaiskäyrä. Tällöin sellaiset aineet voivat olla ei-lineaarisia, mutta eri asteisia, tai vaih-

toehtoisesti toinen aine voi olla lineaarinen ja toinen aine ei-lineaarinen.

Lineaarisen aineen katsotaan tässä olevan puolijohtava, mikäli sen ominaisvastus on alueella $10^6 - 10^{10}$ ohm-cm, edullisesti alueella $5 \times 10^7 - 5 \times 10^9$ ohm-cm, ja erityisen edullisesti alueella $10^8 - 10^9$ ohm-cm. Tässä sanotaan ei-lineaarisen aineen olevan puolijohtava, mikäli sen vastus vaihtojännitteellä 1 kV/cm on alueella $1 \times 10^7 - 1 \times 10^9$ ohm-cm, ja edullisesti noin 1×10^8 ohm-cm, ja vaihtojännitteellä 10 kV/cm alueella noin $10^4 - 10^6$ ohm-cm, ja edullisesti noin 5×10^5 ohm-cm.

Mikäli toinen keksinnön sovitelman kerroksista on lineaarinen, on ei-lineaarisen aineen γ -arvo edullisesti $\geq 3,0$ kentänvoimakkuudella, joka on vaihtojännite alueella 1 kV/cm - 10 kV/cm. Mikäli molemmat alueet ovat ei-lineaarisia, eroavat niiden γ -arvot edullisesti ainakin arvolla 2,0, kentänvoimakkausalueella 1 kV/cm - 10 kV/cm

Parametrit, jotka ovat erityisen käyttökelpoisia kuormituksen säädön sovitelmien tehokkuuden päättelemiseksi, sisältävät sen laitteiston, johon sovitelma on sovitettu n.k. AC-käyttäytymisen ja n.k. impulssikäyttäytymisen. Kaapelin lopun tai liitoksen AC-käyttäytyminen voidaan esimerkiksi määritellä purkaustestillä, jossa mitataan esiintyvän purkauksen suuruus tietyllä vaihtojännitteellä, jolloin sen on oltava tietyn arvon alapuolella, ja mitataan myös jännite, jolla purkaus sammuu, jonka jännitteen on oltava tietyn arvon yläpuolella. Impulssikäyttäytyminen määritellään impulssijännitteen kestotestillä, jossa tietyn arvoiset ja aaltomuodon omaavat impulssit viedään kaapeliin, ja niiden on kestettävä ilman ylilyöntiä.

Tunnetut kuormituksen säätösovitelmat yllämainittujen vaatimusten tyydyttämiseksi kaapelin jatkoksen tai lopun suhteen vaativat, että katkaistaan kaapelin ulkokerrokset eristeen ympäri tietyn mitan, mikä voi olla vaikeata käytännössä tehdä ja myös aikaavievää. Edelleen jännitteillä yli noin 20 kV on välttämätöntä sovittaa lisäelimiä kuormituksen säätöön, ja tämä tehdään yleensä muuttamalla kaapelin lopun muotoa esimerkiksi lisäämällä kuormituskartio tai yksi tai useampi vaippa. Tällöin kuormituksen säädön hal- kaisija lisääntyy huomattavasti.

Esillä olevan keksinnön mukaisesti toisaalta aikaansaadaan putkimaisen elimen, kuten esimerkiksi kaapelin kuormituksen säätö, joka täyttää sille asetetut vaatimukset, mutta joka ei vaadi, että niin pitkää osaa kaapelista leikataan, joka huomattavasti pienentää kustannuksia.

Esillä olevan keksinnön edullisen toteutuksen mukaisesti on toisella kerroksista, esimerkiksi sisemmällä kerroksella, lineaarinen vastusominaiskäyrä, ja hyvä vaihtojännitekäyt- täytyminen, ja toisella kerroksella, esimerkiksi ulommalla kerroksella, on ei-lineaarinen vastusominaiskäyrä, ja sillä on hyvä impulssikäyttäytyminen. Tällaisella aineiden yhdis- telmällä voidaan aikaansaada erityisen hyvä kuormituksen säätö, joka tyydyttää kaikki tavanomaiset sähkövaatimukset.

Erityisen edullinen on järjestelmä, jossa toisella kerrok- sella on lineaarinen vastus ja on sähköisesti kytketty kaa- pelin maadoitusverkkoon ja ulottuu siitä pitkin kaapelin eristystä kohti mainitun eristyksen aukileikattua päätä, ja sovitelman toinen kerros on sähköisesti kytketty kaapelin suojaverkkoon ja ulottuu siitä limittyen yli mainitun ensimmäisen kerroksen kohti kaapelin eristyksen aukileikat- tua päätä lyhyemmän matkan kuin mainittu ensimmäinen kerros.

Sovitelman kerrokset voivat edullisesti olla putkimaisia elimiä, tai toinen voi olla pinnoitus toisen sisäpuolella, tai toinen putkimainen elin, joka jälkimmäinen elin voi olla sähköisesti eristävää ainetta. Putkimaiset elimet voivat olla talteenottavia esimerkiksi lämpöä talteenottavia. Kerrokset voivat olla erillisiä, tai ne voivat olla yhtenäisiä, esimerkiksi yhteissuulakepuristamalla aikaansaatuja.

Kerrokset voivat päättyä eri kohdissa. Mikäli kummankin kerroksen vierekkäiset päät ovat samassa potentiaalissa, joka voi olla suurjännite tai maapotentiaali, ulottuu kerros, jolla on lineaarinen, tai vähemmän ei-lineaarinen, vastusominaiskäyrä edullisesti pidemmälle kuin toinen kerros kohti kohtaa, joka on edullisesti eri potentiaalissa, esimerkiksi maa- tai korkeajännitepotentiaalissa vastaavasti.

Vaikka esillä oleva keksintö on käyttökelpoinen muissa korkeajännitelaitteissa kuin kaapeleissa, on se erityisen käyttökelpoinen kaapelin liitoksessa tai lopussa, ja myös siinä, missä kaapeli tulee eristysholkkiin.

Esimerkiksi kaapelin lopussa voivat kerrokset ulottua osittain tai täysin kaapelin paljastetun eristyksen yli, ja saattavat olla limittäin ja myös olla sähköisessä kosketuksessa toiseen tai molempiin maasuojaverkkoihin ja kaapelin johtimeen.

On huomattava, että etäisyys kaapelin suojaverkon päästä kaapelin eristyksen päähän kaapelin lopussa tai liitoksessa määritetään riippuen kaapealin tyypistä ja jännitealueesta. Esillä olevan sovitelman mukaiset absoluuttiset pituudet, limityspituudet ja kerrosten sijainti on katsottava myös siten, ja lisäksi on ne katsottava suhteessa käytettyjen aineiden lineaarisuuteen tai ei-lineaarisuuteen. Toisaalta,

koska ei-lineaarinen aine pyrkii olemaan enemmän johtava suuremmilla sähkökentänvoimakkuuksilla, on hyvä, että mitä pienempi ei-lineaarisuuden aste on, sitä lähemmäksi voidaan sellaisen aineen kerros sovittaa koskeapotentiaaliauuetta mikäli kerroksen toinen osa on lähellä matalapotentiaaliauuetta, tai päinvastoin. Tässä suhteessa on ymmärrettävä, että hyväksyttävä vuotovirta on tärkeä rajoittava tekijä.

Kaapeliliitoksen kuormituksen säädön sovitelmassa on edullista, että kerros, jolla on lineaarinen tai ainostaan hieman ei-lineaarinen ominaiskäyrä, ulottuu yli alueen, jossa johtimet yhdistyvät, ja saattaa ulottua jatkuvana ollen sähköisessä kosketuksessa toisen kaapelin suojaverkon kanssa johdinliittimeen, ja sähköiseen kosketukseen toisen kaapelin suojaverkkoon.

Edelleen riippuu vastusominaiskäyrien eroista, kumpi kerros limitetään toisella, esimerkiksi kumpi on sisempi mikäli kerrokset ovat putkimaisia. Edullisesti on kerros, jolla on enemmän ei-lineaarinen sähköinen vastusominaiskäyrä limitetty toisen päälle.

Esimerkkinä aineista, jotka soveltuvat erikseen tai yhdessä keksinnön kerrokseen voidaan mainita: sähköisesti eristävä polymeerinen aine, joka sisältää hiilimustaa; aine, joka sisältää rautaoksidia; aine, joka sisältää sinkkioksidia; aine, joka sisältää piikarbidia; polymeerinen aine, joka sisältyy patenttijulkaisuihin UK 1 470 504 tai 1 470 501.

Esillä olevan keksinnön mukainen toinen kerros voi sisältää rautaoksidia; tai sinkkioksidia; tai piikarbidia; tai polymeerisen aineen, johon on dispergoitu ainakin yksi seuraavista täyteaineista: seokset, joilla on perovskiittinen kiderakenne; seokset, joilla on spinelli kiderakenne, muut kuin $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ja spinelli itse; seokset, joilla on

käänteinen spinelli kiderakenne; seokset, joilla on sekoitettu spinelli kiderakenne; siirtymämetallien ja tinan dikalkkogenidit; AgJ, preussinsini, Rochellen suola ja muut alkalimetallitartraatit; seokset, jotka noudattavat kaavaa HX_2YO_4 , jossa X on K, Rb tai Cs ja Y on P tai As, ammoniumfluoriberyyllaatti, tiokarbamidi, ammoniumsulfaatti ja triglysiinisulfaatti; Si_3N_4 ; jolloin mainittujen seosten kokonaispaino on ainakin 10 % polymeerisestä aineesta, ja että aineen γ -arvo on ainakin 1,5 ainakin jollakin tasasähköllä sähkökuormituksen ollessa alueella 0,01 kV/mm - 10 kV/mm.

Toinen keksinnön mukaisista kerroksista voi sisältää polymeerisen aineen, johon on dispergoitu tietty täyteaine, joka on valittu seuraavista: seokset, joilla on perovskiittityyppinen kiderakenne mutta ei kuitenkaan strontiumin, magnesiumin, nikkelin tai bariumin titanaatteja; seokset, joilla on spinelli kiderakenne valittu kaavan $A_{11}B_{11}O_4$ omaavista seoksista, jossa A on Mg, Co, Cu, Zn tai Cd ja B on Al, Cr, Fe, Mn, Co tai V, ja siten, että mikäli A on Mg, B ei ole Al, mikäli A on Cu, B ei ole Cr ja mikäli A on Zn, B ei ole Fe, sekä kaavan $A_{1V}B_{11}O_4$ omaavista seoksista, jossa A on Ti tai Sn ja B on Zn, Co, Ni, Mn, Cr tai Cd; seokset, joilla on käänteinen spinelli rakenne ja muut kuin stökiometrinen Fe_3O_4 mutta sisältäen tämän ei-stökiometriset muunnokset; seokset, joilla on sekoitettu spinelli kiderakenne; $MoSe_2$, $MoTe_2$, MnO_2 ja SnO_2 ; AgJ, preussinsini, Rochellen suola ja muut alkalimetallien tartraatit, ammoniumfluoriberyyllaatti, tiokarbamidi, triglysiinisulfaatti $(CH_2NH_2COOH)_2H_2SO_4$, ammoniumsulfaatti ja kaavan XH_2YO_4 omaavat seokset, jossa X on K, Rb tai Cs ja Y on P tai As; Si_3N_4 ; Mos_2 ja ei-stökiometrisen tai stökiometrisen Fe_3O_4 :n seos, stökiometrisen tai ei-stökiometrisen Fe_3O_4 :n ja bariumtitanaatin seos; stökiometrisen tai ei-stökiometrisen Fe_3O_4 :n ja

ainakin yhden seuraavan metallijauheen seos: Fe, Al, Cu, Mn, Cr, Pb, Ni, Zn ja Ag; bariumtitanaatin ja hiilimustan seos; jolloin seosten kokonaispaino täyteaineessa on ainakin 10 % polymeerisen aineen painosta, ja siten, että aineella on arvo, joka on ainakin 1,5 ainakin jollain tasasähköllä sähkökuormituksen ollessa alueella 0,01 kV/mm - 10 kV/mm.

Keksintö tarjoaa myös korkeajännitekaapelin liitoksen tai lopun, johon on sovitettu sähkökuormituksen säädön rajoitussovitelma kuten yllä.

Seuraavassa selostetaan 20 kV:n yksittäisen muovilla eristetyn kaapelin päätös, johon on sovitettu sähkökuormituksen säätö esillä olevan keksinnön mukaisesti, esimerkin avulla viittaamalla oheistettuun piirustukseen.

Kaapeli on riisuttu sen päättämiseksi tavanomaisella tavalla. Täten kaapelin vaippa 2 on leikattu auki tietyn määrän. Täten paljastettu suojaverkon osa, joka koostuu kaapelin metallisen suojaverkon muodostavista johtimista 4, käännettään taaksepäin vaipan 2 yli ja kierretään tavanomaista maadoitusta varten. Jäljellä olevat suojavaipan osat, jotka koostuvat johtavasta paperikerroksesta 6 tai kerroksesta, joka on impregnoitu hiilimustalla tai johtavalla maalilla 8 paljastuvat myös. Muovinen kaapelineristys 10 poistetaan ennalta määrätyn pituisen kaapelinjohtimen 12 paljastamiseksi, ja siihen sovitetaan liitin 14.

Ensimmäinen kerros kuormituksen säätävää ainetta sovitetaan lämpökutistettavan putken 16 muodossa, joka vedetään kaapeliin. Putki 16 sovitetaan kaapelinvaipan 2 päähän ja suojaverkon osien 6 ja 8 ympäri ja pitkin vierekkäisen kaapeli-järjestyksen osan 10 siten, että se peittää suunnilleen puolet eristysosan 10 paljastetusta pituudesta. Putki 16 voi sisältää esimerkiksi Raychemin tavaramerkillä SCTM tunnet-

tua ainetta. Tämän jälkeen putki 16 lämmitetään siten, että se kutistuu kaapeliin. Sovitetaan toinen kerros kuormituksen säätämiseksi pinnoituksen 18 muodossa, joka sovitetaan lämpökutistettavan putken 20 sisäpintaan, joka putki 20 on sähköä eristävää polymeeristä ainetta. Putki 20 voi olla esimerkiksi Raychemin tavaramerkillä BHVT kulkevaa ainetta.

Pinnoite 18 ulottuu ainoastaan osittain pitkin putkea 20, joka sijaitsee siten, että toinen pää pinnoitteesta 18 liittyy kaapelin suojaverkko-osan 4 yli ja toisessa päässä pinnoite 18 loppuu ennen ensimmäisen kerroksen 16 loppua. Putki 20 on tarpeeksi pitkä, jotta se kutistettuna kaapeliin ulottuu kaapelivaipasta 2 liittimeen 14.

Ensimmäisellä kerroksella 16 on lineaarinen vaihtojännitevastusominaiskäyrä, ja sisältää eristävän polymeerisen aineen, johon sisältyy hiilimustaa siten, että sen ominaisvastus on noin 5×10^8 ohm-cm. Toisella kerroksella 18 on ei-lineaarinen vaihtojännitevastusominaiskäyrä, jonka γ -arvo on noin 5,0, ja jonka ominaisvastus kentänvoimakkuudella 1 kV/cm on noin 2×10^8 ohm-cm ja voimakkuudella 10 kV/cm noin 4×10^7 ohm-cm.

Ei-lineaarinen aine 18 ulottuu suojaverkkoalueen 18 lopusta pitkin paljastetun eristysten 10 pituutta kohti liittintä 14 pituuden x , joka on ainakin 20 mm, jolloin paljaaksi jäävä lineaarisen aineen 16 pituus y on ainakin 20 mm. Lineaarisen aineen 16 voi ulottua eristysten 10 loppuun asti ja myös liittimen 14 yli mikäli halutaan. On huomattava, että tietyllä kaapelilla nämä parametrit määrittävät minimi- ja maksimipituuden ei-lineaariselle aineelle 18, ja ne valitaan riippuen kaapelin jänniteluokituksesta. Piirustukseen on myös merkitty pituus 1, jolta kaapelin suojaverkko 6, 8 leikataan auki pitkin eristystä 10.

20 kV:n kaapelille saattaa pituus kaapelin vaipasta eristyksen loppuun olla tyypillisesti noin 270 mm sisätilakaapelille, mutta esillä olevan keksinnön mukaisen kuormitussensäättösovitelmalla tämä voidaan vähentää esimerkiksi 210 mm:iin tai jopa 160 mm:iin ilman haittavaikutuksia.

Piirustuksessa esitetty kaapeli on 150 mm²:n VPE 20 kV kaapeli, ja vaihtojännitepurkaus ja impulssitestit suoritettiin viidessä kokeessa, joissa kussakin käytettiin yllä selostettua päätettä. Tulokset selviävät seuraavasta taulukosta:

Koe n:o	Mitat			Osapurkausmittaus		Impulssi- jännite- kesto
	l (mm)	x (mm)	y (mm)	Koe- jännite (kV)	Purkaus- suuruus (pC)	
1	170	120	30	(55	(5	155
2	170	120	30	(40	(<0,5	170
3	170	80	50	55	<0,5	140
4	130	65	30	55	<0,5	145
5	130	70	30	55	<0,5	145

Täten testattiin kullakin kokeella AC-käyttäytyminen sovitamalla eri arvoiset, pienenevät vaihtojännitteet päätteeseen ja mittaamalla vastaava purkausarvo. Sammutusjännite (DEV), jolla ei enää voitu havaita purkausta, todettiin myös impulssikäyttäytyminen, testattiin sovitamalla lisääntyvät impulssijännitteet päätteeseen, sekä positiivisella että negatiivisella polariteetillä, ja toteamalla jännite, jolla läpilyönti esiintyy. Merkityt arvot ovat keskimääriä kymmenen positiivisen polariteetin ja kymmenen negatiivisen polariteetin impulsseilla. Tyypillinen vaatimus

yllämainitulle kaapelille on se, että läpilyönti 24 kV:lla ei saisi olla yli 20 pC, 15 kV:lla ei yli 3 pC ja ettei ylilyöntiä saisi esiintyä alle 125 kV. On huomattava, että kukin kokeista ylittää nämä vaatimukset huomattavasti.

Esillä olevan keksinnön mukainen kuormituksen säätö ei siten ainoastaan varmista, että vaadittavat vaatimukset täyttyvät korkeajännitesähkölaitteistolle, vaan sen, että ne ovat toteutettavissa helpolla tavalla. Esimerkiksi kaapelin päätös voi olla hyvin kompakti sallimalla lyhyemmän eristykseen aukileikkauksen ja pitämällä päätöksen halkaisijaa olennaisesti samana kuin kaapelin, koska ei tarvita vaippaa.

Patenttivaatimukset

1. Suurjännitekaapeli, joka käsittää johtimen (12), johdinta ympäröivän sähköeristyksen (10), sekä eristystä ympäröivän suojan (4, 6, 8), jolloin eristys (10) ulottuu suojan (4, 6, 8) ohi ja johdin (12) ulottuu eristyksen (10) ohi, jotta kaapelin päättäminen olisi mahdollista, jolloin kaksi kerrosta (16, 18), jotka ovat sähköisesti puolijohtavaa, jännitystä säättävää, vaihtosähköimpedanssiominaisuuksiltaan toisistaan poikkeavaa materiaalia, limittää toisiaan sekä sulkee sisäänsä ainakin osan kaapelin eristyksestä (10), **tunnettu** siitä, että ainakin ulompi (18) mainituista kerroksista (16, 18) omaa epälineaarisen impedanssiominaiskäyrän eikä muodosta jatkuvaa sähkötieta johtimen (12) ja suojan (4, 6, 8) välille.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kaapeli, **tunnettu** siitä, että mainittu toinen kerros (16) omaa lineaarisen vaihtosähköimpedanssiominaiskäyrän.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen kaapeli, **tunnettu** siitä, että mainituista kerroksista sisemmällä (16) on lineaarinen impedanssiominaiskäyrä, jolloin sisempi kerros (16) ulottuu kosketukseen suojan (4, 6, 8) kanssa sekä pitkin ainakin osaa eristyksestä (10), ja että ulompi kerros (18) limittää vain osaa sisemmästä kerroksesta (16).

4. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen kaapeli, **tunnettu** siitä, että mainitut kerrokset (16, 18) ovat integroituina toisiinsa.

5. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen kaapeli, **tunnettu** siitä, että toinen mainituista kerroksista (16, 18) on putkimainen elementti ja toinen mainituista kerroksista (18, 16) muodostaa vuorauksen mainitun putkimaisen elementin (16, 18) sisäpuolelle tai toiselle putkimaiselle elementille (20).

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen kaapeli, **tunnettu** siitä, että toinen putkimainen elementti (20) on sähköisesti eristävää ainetta.
7. Jonkin patenttivaatimuksen 1-4 mukainen kaapeli, **tunnettu** siitä, että kukin mainituista kerroksista (16, 18) on muodostettu putkimaiseksi elementiksi.
8. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen kaapeli, **tunnettu** siitä, että mainittu sovitelma on palautettavissa tuottamalla siihen lämpöä.
9. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen kaapeli, **tunnettu** siitä, että toinen (16) mainituista puolijohtavista kerroksista (16, 18) on sähköisesti eristävää polymeeristä ainetta, joka sisältää hiilimustaa.
10. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen kaapeli, **tunnettu** siitä, että toinen mainituista puolijohtavista kerroksista (16, 18) on rautaoksidia, sinkkioksidia, piikarbidia tai polymeeristä ainetta, johon on dispergoitu ainakin yhtä raemaista täyteainetta, joka on valittu seuraavasta ryhmästä: seokset, joilla on perovskiittityyppinen kiderakenne, seokset, joilla on spinelli kiderakenne, mutta ei $\text{-Fe}_2\text{O}_3$ taikka itse spinelli, valittu kaavan $\text{A}^{11}\text{B}^{111}\text{O}$ omaavista seoksista, jossa A on Mg, Co, Cu, Zn tai Cd ja B on Al, Cr, Fe, Mn, Co tai V, ja siten, että mikäli A on Mg, B ei ole Al, mikäli A on Cu, B ei ole Cr ja mikäli A on Zn, B ei ole Fe, sekä kaavan $\text{A}^{\text{IV}}\text{B}^{11}\text{O}_4$ omaavista seoksista, jossa A on Ti tai Sn ja B on Zn, Co, Ni, Mn, Cr tai Cd; seokset, joilla on käänteinen spinelli rakenne; seokset, joilla on sekoitettu spinelli kiderakenne; MoSe_2 , MoTe_2 , MnO_2 ja SnO_2 ; siirtymämetallien ja tinan dikalkkogenidit; AgJ, preussinsini, Rochellen suola ja muut alkalimetallien tartraatit; seokset,

jotka noudattavat kaavaa $HX_2Y_3O_3$, jossa X on K Rb tai Cs ja Y on P tai As, ammoniumfluoriberyyllaatti, tiourea, ammoniumsulfaatti ja triglysiinisulfaatti; Si_3N_4 ; Mos_2 ja ei-stökiometrisen tai stökiometrisen Fe_3O_4 :n seos, stökiometrisen tai ei-stökiometrisen Fe_3O_4 :n ja bariumtitanaatin seos; stökiometrisen tai ei-stökiometrisen Fe_3O_4 :n ja ainakin yhden seuraavan metallijauheen seos: Fe, Al, Cu, Mn, Cr, Pb, Ni, Zn ja Ag; ja bariumtitanaatin ja hiilimustan seos; jolloin seosten kokonaispaino täyteaineessa on ainakin 10 % polymeerisen aineen painosta, ja siten, että aineella on arvo, joka on ainakin 1,5 ainakin jollain tasasähköllä sähkökuormituksen ollessa alueella 0,01 kV/mm - 10 kV/mm.

11. Menetelmä sähköjännityksen rajoittamiseksi korkean sähkökenttävoimakkuuden omaavalla alueella suurjännitekaapelissa, jolloin kaksi kerrosta (16, 18), jotka ovat sähköisesti puolijohtavaa, erilaiset vaihtojänniteimpedanssiominaisuudet omaavaa ainetta, asennetaan kaapelille niin, että ne liittyvät toisiaan sekä ympäröivät ainakin osaa kaapelin eristyksestä, **tunnettu** siitä, että ainakin ulompi (18) mainituista kerroksista (16, 18) omaa epälineaarisen impedanssiominaiskäyrän ja asennetaan kaapelille niin, ettei se muodosta jatkuvaa sähkötieta kaapelin johtimen (12) ja suojan (4, 6, 8) välille.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että ainakin toinen mainituista kerroksista (16, 18) käsittää lämmössä palautuvan elementin ja se palautetaan paikoilleen kaapelille kohdistamalla elementtiin lämpöä.

Patentkrav

1. Högspänningskabel innefattande en ledare (12), elektrisk isolering (10) som omsluter ledaren och en skärm (4, 6, 8) som omsluter isoleringen, där isoleringen (10) sträcker sig längre än skärmen (4, 6, 8) och ledaren (12) sträcker sig längre än isoleringen (10) för att därigenom åstadkomma skarvning eller avslutning av kabeln, och där två skikt (16, 18) av elektriskt halvledande, påkänningsreglerande material, som har från varandra skilda elektriska växelströmsimpedanskaraktärer, överlappar varandra och omsluter åtminstone en del av kabelns isolering (10), kännetecknad av att åtminstone det yttre (18) av de båda skikten (16, 18) har en icke-linjär impedanskaraktärer och inte bildar en kontinuerlig elektrisk bana mellan ledaren (12) och skärmen (4, 6, 8) hos kabeln.

2. Kabel enligt patentkravet 1, kännetecknad av att det andra skiktet (16) har linjär elektrisk växelströmsimpedanskaraktärer.

3. Kabel enligt patentkravet 1 eller 2, kännetecknad av att det inre (16) av nämnda skikt har en linjär impedanskaraktärer, att det inre skiktet (16) sträcker sig i kontakt med skärmen (4, 6, 8) och längs åtminstone en del av isoleringen (10), och att det yttre skiktet (18) överlappar endast en del av det inre skiktet (16).

4. Kabel enligt något av de föregående patentkraven, kännetecknad av att nämnda skikt (16, 18) är integrerade med varandra.

5. Kabel enligt något av de föregående patentkraven, kännetecknad av att ett av nämnda skikt (16, 18) är anordnat som ett rörformigt element och det andra av nämnda skikt (16, 18) är anordnat som en beläggning på insidan av det rör-

formiga elementet (16, 18) eller ett annat rörformigt element (20).

6. Kabel enligt patentkravet 5, kännetecknad av att ett annat rörformigt element (20) innefattar elektriskt isolerande material.

7. Kabel enligt något av patentkraven 1-4, kännetecknad av att vart och ett av nämnda skikt (16, 18) är anordnat som ett rörformigt element.

8. Kabel enligt något av de föregående patentkraven, kännetecknad av att nämnda arrangemang är återhämtningsbart genom tillförsel av värme till detsamma.

9. Kabel enligt något av de föregående patentkraven, kännetecknad av att ett (16) av nämnda halvledande skikt (16, 18) innefattar ett elektriskt isolerande polymermaterial som innehåller kimrök.

10. Kabel enligt något av de föregående patentkraven, kännetecknad av att ett av nämnda halvledande skikt (16, 18) innefattar järnoxid, eller zinkoxid, eller kiselkarbid, eller ett polymermaterial som dispergerat däri har åtminstone ett partikelformigt fyllmedel valt bland: föreningar med en kristallstruktur av perovskit-typ; föreningar med en spinellkristallstruktur, andra än $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ och spinell självt, valda bland föreningar med den allmänna formeln $A \overset{IV}{B}_2 \overset{III}{B}_2 \text{O}_4$, där A är Mg, Co, Zn eller Cd och B är Al, Cr, Fe, Mn, Co eller V, förutsatt att när A är Mg, B inte är Al, när A är Cu, B inte är Cr och när A är Zn, B inte är Fe, och föreningar med den allmänna formeln $A \overset{IV}{B}_2 \overset{III}{B}_2 \text{O}_4$, där A är Ti eller Sn och B är Zn, Co, Ni, Mn, Cr eller Cd; föreningar med en omvänd spinellkristallstruktur; föreningar med en blandad spinellkristallstruktur; MoSe_2 , MoTe_2 , MnO_2 och SnO_2 ; dikalkogenider av övergångsmetaller och av tenn; AgI, järnblått, Rochelle-salt och

andra alkalimetalltartrater, föreningar med formeln XH_2YO_4 , där X är K, Rb eller Cs och Y är P eller As, ammoniumfluoroberyllat, tiokarbamid, ammoniumsulfat och triglycinsulfat; Si_3N_4 ; en blandning av MoS_2 och icke-stökiometrisk eller stökiometrisk Fe_3O_4 ; en blandning av stökiometrisk eller icke-stökiometrisk Fe_3O_4 och bariumtitanat; en blandning av stökiometrisk eller icke-stökiometrisk Fe_3O_4 och minst ett metallpulver valt bland Fe, Al, Cu, Mn, Cr, Pb, Ni, Zn och Ag; och en blandning av bariumtitanat och en kimrök; varvid totalvikten av nämnda förening(ar) är minst 10 % baserat på vikten av polymermaterialet och varvid materialet har ett γ -värde av minst 1,5 åtminstone vid viss elektrisk likströmspåkänning mellan 0,01 kV/mm och 10 kV/mm.

11. Förfarande för att begränsa den elektriska påkänningen i ett område med hög elektrisk fältstyrka i samband med en högspänningskabel, där två skikt (16, 18) av elektriskt halvledande material, som har från varandra skilda elektriska växelströmsimpedanskaraktärstikar, anordnas på kabeln så att de överlappar varandra och omsluter åtminstone en del av kabelns isolering, kännetecknat av att åtminstone det yttre (18) av de båda skikten (16, 18) har en icke-linjär impedanskaraktärstik och anordnas på kabeln så att det inte bildar en kontinuerlig elektrisk bana mellan ledaren (12) och skärmen (4, 6, 8) hos kabeln.

12. Förfarande enligt patentkravet 11, kännetecknat av att åtminstone ett av skikten (16, 18) innefattar ett värmeåterhämtningsbart element och återhämtas på plats på kabeln genom tillförsel av värme till elementet.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: EP 79118 (H 02 G 15/184).
 Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Iso-Britannia-Storbritannien(GB)
 1 493 163 (H 01 B 9/02), 1 474 167 (H 02 G 15/00), 1 470 504
 (C 08 J 5/00), 1 202 910 (C 08 f 47/00). USA(US) 3 950 604 (H 01 B 5/16),
 4 207 364 (F 16 L 9/14).

78199

