



H U 0 0 0 2 1 8 1 2 4 B

(19) Országkód

HU

MAGYAR
KÖZTÁRSASÁGMAGYAR
SZABADALMI
HIVATALSZABADALMI
LEÍRÁS

(21) A bejelentés ügyszáma: P 95 03048
(22) A bejelentés napja: 1994. 04. 26.
(30) Elsőbbségi adatok:
93/1896 1993. 04. 27. FI
(86) Nemzetközi bejelentési szám: PCT/FI 94/00158
(87) Nemzetközi közzétételi szám: WO 94/26013

(40) A közzététel napja: 1997. 05. 28.
(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlönyben: 2000. 06. 28.

(11) Lajstromszám:

218 124 B

(51) Int. Cl.⁷

H 02 G 7/20

(72) Feltalálók:

Hinkkuri, Antero, Vantaa (FI)
Matikainen, Keijo, Espoo (FI)
Nousmaa, Ilmo, Vantaa (FI)
Ojala, Yrjö, Espoo (FI)

(73) Szabadalmasok:

IMATRAN VOIMA OY, Helsinki (FI)
NK Cables Oy, Espoo (FI)

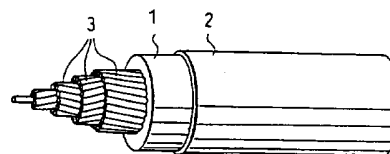
(74) Képviseelő:

Sóvári Miklós, DANUBIA Szabadalmi és
Védjegy Iroda Kft., Budapest

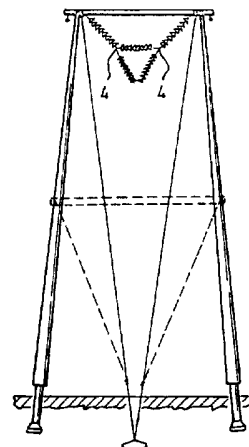
(54) Nagyfeszültségű, különösen 100 kV fölötti feszültségű felsővezeték

KIVONAT

A nagyfeszültségű, különösen 100 kV fölötti feszültségű felsővezetéknek tartóoszlop-szerkezet által hordozott szigetelt fázisvezetői vannak, amely fázisvezetők szigetelése vízálló külső szigetelőréteggel (2) rendelkezik, és a szigetelt fázisvezetők közötti távolság a tartóoszlop-szerkezet által meghatározott felfüggesztési pontoknál (4) a fázisvezetők közötti kontaktus megelőzéséhez szükséges legkisebb távolságnál kisebb. A találmány szerint a szigetelt fázisvezetők szigetelése legalább egy félvezető belső szigetelőréteggel (1) rendelkezik.



1. ábra



7. ábra

A leírás terjedelme 8 oldal (ezen belül 3 lap ábra)

HU 218 124 B

A találmány tárgya nagyfeszültségű – 40 kV fölötti feszültségű – felsővezeték (szabadvezeték, illetve légvezeték) különösen 100 kV fölötti feszültségre, amelynek tartóoszlop-szerkezet által hordozott szigetelt fázisvezetői vannak.

Az árnyékolt nagyfeszültségű felsővezetékek, például az úgynevezett PAS vezetékek hagyományos csupasz vezetők helyett műanyag köpenyvel bevont vezetőket tartalmaznak. A szigetelőanyag gyakran térhálósított polietilén, XLPE (PEX). A vékony szigetelőréteget úgy méretezik, hogy az ellenálló legyen a vezetők egymáshoz ütközéséből adódó feszültség-igénybevételekkel szemben, továbbá – közepes feszültségekig – fákkal és hasonló környezeti tárgyakkal való kölcsönhatásokból származó igénybevételekkel szemben is.

Az úgynevezett PAS vezetékeket 20 kV feszültségre fejlesztették ki és alkalmazzák Finnországban az 1980-as évek elejétől. A PAS vezetékek sok esetben alternatívát nyújtanak a lényegesen költségesebb földvezetékekkel megvalósított megoldásokkal szemben. A 20 kV-ra tervezett PAS vezetékek a hagyományos légvezetékeknel sokkal megbízhatóbbak, mivel a vezetők egymással való ütközése normális körülmények között nem okoz szakadást vagy egyéb károsodást a vezetékben.

A SETI rövidítésű finn folyóirat – The Finnish Electrical Inspectorate – T68–91. száma ismerteti a 20 kV feszültségre tervezett, fémköpeny nélküli, műanyag szigetelőréteggel ellátott felsővezetékekkel kapcsolatos követelményeket. Ennek értelmében a PAS vezetékek vezetőivel szemben általában ugyanazok a követelmények érvényesek, mint a csupasz felsővezetékkel szemben, mivel a PAS vezeték vezetőinek bevonata nem elégíti ki az érintésvédelmi követelményeket. PAS vezetők alkalmazása esetén azonban a követelmények különbözhetnek a hagyományos előírásoktól. A leglényegesebb ilyen eltérés, hogy a vezetők rögzítési pontjai közötti legkisebb távolság az érvényes szabályozás szerint meghatározott távolság harmadrésze lehet. Lényeges továbbá, hogy a fáktól és egyéb környezeti tárgyaktól mért legkisebb kötelező távolság a hagyományos vezetékekre előírt távolság felénél nem sokkal nagyobb, mivel a vezetők szigetelése akár hónapokig is képes ellenállni egy kidőlt fa okozta hatásnak. Ezzel csökken a vezetékpályák/sávok szükséges szélessége, és ezáltal egyúttal mérséklődnek a vezetéképítéssel kapcsolatos tájrendezési költségek.

110 kV-os és ennél nagyobb feszültségű felsővezetésekre hasonló szabályozások nem léteznek, mivel ilyen nagyfeszültségű – 110 kV, 220 kV, 400 kV stb. – felsővezetékek nincsenek használatban. A tartóoszlop-szerkezetek, szigetelők és vezetők, illetve ezek szerelvényei, amelyek jelenleg használatban vannak, elsősorban csupasz vezetőkre vannak tervezve és méretezve. Még ha egy 110 kV-os PAS vezeték néhány óráig képes is lenne ellenállni és kidőlt fa által okozott mechanikus hatásnak, a vezető érintkezése a fával a levezetési/szivárgási áram és a rádióinterferencia-hatások miatt akkor sem lenne megengedett. A villámcsapás okozta ívkisülést vagy koronajelenséget ezen vezetőknel és fe-

szültségtartományokban korábban nem vizsgálták, mivel a nagyfeszültségű vezetékek szigetelése az egymáshoz, illetve a fákhoz közelebb kerülő vezetők érintkezése által okozott rövidzárlati problémákon kívül más problémák megoldására nem volt hivatott.

Az utóbbi évtizedben fokozódó figyelem irányul az erősáramú vezetékek által létrehozott elektromos és mágneses erőterekre, illetve azok hatásaira. Elsők között az Amerikai Egyesült Államok néhány államában és Olaszországban korlátozták az erősáramú vezetékek által generált elektromos és mágneses erőtereket. A légvezetékek által létrehozott elektromos és mágneses terek a vezetők viszonylagos helyzetének megfelelő megválasztásával csökkenthetők. A vezetők egymáshoz minél közelebb való elrendezésével, például háromszög-konfigurációban a térerők minimálisra korlátozhatók. A hagyományos elektromos vezetékeknel a csupasz vezetők egymással való érintkezése rövidzárlatot okoz. A vezetők egymással való kontaktusának megelőzéséhez szükséges minimális távolság, a koronajelenséggel szembeni védelem, valamint a megfelelő és tartós szigetelés hiánya a gyakorlatban lehetetlenné tette azt, hogy nagyfeszültségű vezetékek kialakítására a hagyományos vezetékfejtésen kívül más megoldásokat is alkalmazzanak.

A Finnországban általánosan alkalmazott szigetelési módszer a vízszintes telepítés tornyokon, ami lehetővé teszi a tartóoszlop-szerkezetek magasságának csökkentését. 110 kV-os vezetékeknel a vezetők közötti minimális távolság mintegy 3,5 méter, így a vezetékpálya számára biztosítandó sávok szükséges szélessége – 200 méteres feszítőtávolságot figyelembe véve – legalább 16 méter. A gyakorlatban azonban a fázisvezetők közötti szükséges távolság mintegy 4,5 méter körül van, ezért az említett szükséges sáv szélesség mintegy 26 méter.

A fenti körülmények vezettek ahhoz, hogy felmerült annak az igénye, hogy a közepes- és nagyfeszültségű felsővezetékek vezetőit egymáshoz közelebb hozzuk, ami előnyös hatást ígér egyrészt gazdaságossági szempontból – mivel a vezetékpálya számára biztosítandó sáv szélessége csökkenne –, másrészt környezetvédelmi szempontból – az elektromos és mágneses terek által okozott hatások csökkenthetők lennének –, a megvalósítás azonban az ismert technológiák alapján nem lehetséges, hiszen ellentmondásban áll a nagyfeszültségű vezetékek telepítésének elfogadott elveivel.

A találmánnyal célunk az említett szakmai előítélet legyőzésével olyan nagyfeszültségű felsővezeték és ehhez alkalmas szigetelt vezető kialakítása, amely 40 kV fölötti feszültségek esetén is lehetővé teszi a fázisvezetők egymáshoz közelebb hozását, ezáltal a felsővezeték telepítéséhez szükséges pályaszélesség csökkentését, valamint a felsővezeték által generált elektromos és mágneses erőterek hatásainak gyengítését anélkül, hogy jelentős többletköltségek merülnének fel, illetve érintésvédelmi vagy egyéb biztonsági szempontból káros hatások jelentkeznenek.

A kitűzött feladat megoldására olyan nagyfeszültségű – 100 kV fölötti feszültségekre is megfelelő – felsővezeték kialakítottunk ki, amelynek tartóoszlop-szerkezet által hordozott szigetelt fázisvezetői vannak, amely fázis-

vezetők szigetelése vízálló külső szigetelőréteggel rendelkezik, és a szigetelt fázisvezetők közötti távolság a tartóoszlop-szerkezet által meghatározott felfüggesztési pontoknál a fázisvezetők közötti kontaktus megelőzéséhez szükséges legkisebb távolságnál kisebb, ahol a találmány szerint a szigetelt fázisvezetők szigetelése legalább egy félvezető belső szigetelőréteggel rendelkezik.

A találmány szerinti nagyfeszültségű felsővezeték szigetelt felsővezetőinek külső szigetelőrétege korommal adalékolt térhálósított polietilént tartalmaz.

A találmány szerinti nagyfeszültségű felsővezetéknek előnyösen legalább két fázisvezetője különböző magassági helyzetű, tehát egymáshoz képest magasságban eltoltnak van elrendezve.

A találmány szerinti megoldás révén egy tartóoszlopokra telepített 100 kV-os felsővezeték esetében például a telepítéshez biztosítandó pálya szélessége delta-installáció mellett 16 méterrel 10 méterre csökkenthető. A fázisvezetők vertikális elválasztása révén továbbá a tartóoszlopok szükséges magassága is jelentősen csökkenthető.

A találmány szerinti nagyfeszültségű felsővezeték előnyös változatánál a fázisvezetők közötti távolság a tartóoszlop-szerkezet által meghatározott felfüggesztési pontoknál legfeljebb mintegy 2,0 méter. Különösen előnyös, ha a fázisvezetők közötti távolság mintegy 1,15–1,5 méter.

Amint az előzőekben már utaltunk rá, a találmány szerinti nagyfeszültségű felsővezeték előnyös változatánál a fázisvezetők a felsővezeték transzverzális síkjában egymás fölött vannak elrendezve.

Egy további előnyös alternatíva szerint a fázisvezetők a felsővezeték transzverzális síkjában háromszög-konfigurációban vannak elrendezve.

A találmányt a továbbiakban a rajz alapján ismertetjük. A rajzon:

- az 1. ábrán egy, a találmány szerint megvalósított példakénti szigetelt vezető egy szakaszát ábrázoltuk;
- a 2. ábrán a felületi térerő és a koronakisülési térerő arányát ábrázoltuk a fázisvezetők közötti távolság függvényében, különböző vezetők esetében;
- a 3. ábrán a földön mérhető elektromos térerőt különböző vezetők konfigurációk esetében szemléltető grafikon látható;
- a 4. ábrán a földön mérhető mágneses indukciót/fluxussűrűséget különböző vezetők konfigurációk esetében szemléltető grafikont tüntettünk fel;
- az 5–8. ábrákon különböző tartóoszlop-szerkezeteket tüntettünk fel különböző felsővezeték-elrendezésekkel.

Az 1. ábrán egy Nokia SAX–355 típusú vezető látható, amely a találmány szerinti nagyfeszültségű felsővezeték szigetelt fázisvezetőjeként alkalmazható. A példakénti vezető vezetőrése (magja) 3 huzalokból sodrott vezet, ahol a 3 huzalok anyaga például alumíniumötvözet. A 3 huzalok alkotta vezetőmagot 1 belső szigetelőrétegből és azt körülvevő 2 külső szigetelőrétegből álló tömör

műanyag szigetelőköpeny veszi körül. Az 1 belső szigetelőréteg anyaga félvezető műanyag, amely az elektromos mező semlegesítését és a fémvezető felületén kisülési helyek kialakulásának megelőzését szolgálja. A 2 külső szigetelőréteg előnyösen például térhálósítható XLPE műanyag (PEX műanyag), amelyet elsősorban nagyfeszültségű vezetékekhez használnak. A 2 külső szigetelőréteg vastagsága adott esetben 1,5 mm. A 2 külső szigetelőréteg anyaga a vízzáró tulajdonság javítása érdekében koromadalékokat tartalmazhat, így például korommal adalékolt térhálósított polietilén lehet.

A példakénti vezető további jellemző adatai: külső átmérő 39 mm, fajlagos tömeg 1730 kg/km, törési terhelés 108 kN és terhelhetőség 660 A. A vezető külső környezeti hatásokkal (időjárással) és ibolyántúli sugárzásokkal szemben ellenálló szerkezetű. A 110 kV-os SAX vezető műanyag szigetelőrétege sokkal vékonyabb, mint a hagyományos felépítésű kábeleké. A szigetelés úgy van méretezve, hogy a fázisvezetők feszítávon belüli egymáshoz ütközésével szemben is ellenálló. Egy vizsgálat során két vezető között 120 kV feszültséget létesítve a vezetőket 590 000-szer üttöttük egymáshoz, és átütést vagy szikrát egyetlen alkalommal sem tapasztaltunk. Ugyanezen vezetőkkel ráhajlási tesztet is végeztünk, amely ugyancsak azt az eredményt hozta, hogy az egymásra támaszkodó vezetékek között átütés nem jött létre.

A találmány szerinti nagyfeszültségű felsővezeték szigetelt vezetői közötti minimális távköz esetén a vezetők egymáshoz ütközése – például rövidzárlati erők vagy széllelőkések nyomán – megengedett. A szükséges legkisebb távolságokat tehát más szempontok alapján kell meghatározni, nem pedig a rövidzárlati kritérium alapján. A legkisebb távközök meghatározásához támpontot nyújthatnak például az Electrical Inspectorate No. A4–86. számában (Helsinki, Finnország, 1986) publikált elektromossági, biztonsági ajánlások, amelyek merev konstrukciókra, 110 kV feszültségre 1,15 méter minimális követelményt határoznak meg.

A szigetelt fázisvezetőket tartalmazó találmány szerinti nagyfeszültségű felsővezeték-szigetelés koordinációs analízise során az alábbi két előfeltételből indulunk ki:

- a tartóoszlop-szerkezetek felső szerkezeti kialakításai a teljes oszloptávolságra vonatkozó védelmet biztosítanak; és
- a fázis és föld közötti kisülés a terheléssel szembeni ellenállási szint lökőfeszültségénél 10% valószínűséggel következik be, 3% feszültség-ingadozást feltételezve.

A feladat a fázisok közötti távolság méretezése oly módon, hogy a fázis-föld viszonylatban az átütés valószínűsége lényegesen nagyobb legyen, mint a fázisok közötti viszonylatban fellépő átütés (ívkisülés). A fenti előfeltételek alapján végzett számítások eredménye azt mutatja, hogy a fázisok közötti térköznek csak 3%-kal kell nagyobbnak lennie a fázis és föld közötti térköznel ahhoz, hogy a fázis és föld közötti átütés valószínűsége a fázisok közötti átütés valószínűségénél 10-szer nagyobb legyen. Abban az esetben, ha 100-szoros valószínűséget akarunk elérni, a fázisok közötti térköznek 6%-kal kell nagyobbnak lennie.

Mivel a bejelentő által használt 110 kV-os szigetelő-láncok szikraköze 87 cm, és a szabad térköz ezen feszültség esetén 90 cm, a tervezésnél abból indultunk ki, hogy a fázisok közötti legkisebb távolság 100 cm, azaz 10%-kal vagy ennél nagyobb mértékben több a fázis-föld térköznél. Ha a méretezés ennek megfelelően történik, akkor egy esetleges villámlás okozta túlfeszültség nagy valószínűséggel egyfázisú földzárlatot fog okozni, nem pedig két fázis közötti rövidzárlatot.

Mivel a találmány szerinti nagyfeszültségű felsővezetéknel a fázisok között a hagyományos megoldásokhoz képest kisebb távolság is megengedett, figyelembe kell venni a 110 kV feszültség esetén esetleg fellépő koronajelenséggel kapcsolatos problémákat is. Éppen ezért a vezető felületi télerősségének a korona-télerősséghez viszonyított arányát a fázisok közötti távolság függvényében számítottuk, példaként 123 kV feszültség esetén. A számítási eredményeket a 2. ábra grafikonjai mutatják, ahol a vízszintes tengelyen a fázisok közötti távolságot centiméterekben tüntettük fel, a függőleges tengelyen pedig az említett arányértéket vettük fel. A bejelentő által alkalmazott méretezési kritériumok szerint ennek az aránynak a megengedett legnagyobb értéke beépített területeken 0,72, más területeken 0,77 lehet.

A számítások eredményének értékelése az alkalmazott vezető típusától függ. ACSR 305/39 Duck és ASCS 152/25 Ostrich vezetőkkel végzett tesztelés során azt tapasztaltuk, hogy a Duck vezető alkalmazása esetén a fázisok közötti távolság 60 cm-ig csökkenthető anélkül, hogy a koronajelenséggel kapcsolatos problémák jelentkezzenek. Ugyanez vonatkozik egyébként a Nokia SAX 355 típusú vezető alkalmazására is. Az Ostrich típusú vezetőnél ezzel szemben azt tapasztaltuk, hogy a fázisok közötti távolságnak legalább 130 cm-t kell elérnie ahhoz, hogy a felületi télerősség ugyanilyen nagyságrendű legyen.

A 2. ábrán látható továbbá, hogy ha a vezetőket vertikálisan eltolva rendezzük el (balról jobbra az első és harmadik görbe), a fázisok közötti távolságkritérium kedvezőbb, mint vízszintes elrendezésű fázisvezetők (második és negyedik görbe) esetén.

A fentiekből az a következtetés vonható le, hogy a szigetelt fázisvezetők között tartandó legkisebb távolság, legalábbis 110 kV-os felsővezeték esetében, ugyanolyan nagyságrendű, mint a merev szerkezeteknél előírt minimális távolságok.

A találmány révén tehát a fázisvezetők közötti távolságok és a vezetőpályák telepítéséhez biztosítandó sávok szélessége jelentős mértékben csökkenthető, illetőleg – alternatívaként – a tartóoszlop-szerkezetek magassága csökkenthető. A TAS vezetékek lényeges előnyös hatásai közé tartozik továbbá, hogy a létrehozott elektromos és mágneses erőterek a hagyományos vezetékekhez képest lényegesen gyengébbek, ami a fázisok közötti kisebb távolságnak köszönhető. A 3. ábra görbéi az elektromos térerő változását szemléltetik a találmány szerinti nagyfeszültségű felsővezetéknel, különböző vezetőtípusok esetén. A 4. ábra görbéi a megfelelő mágneses fluxussűrűségeket szemléltetik. Az összehasonlítás az 1. táblázattal összhangban hagyományos, szigetelés nélküli,

vízszintes, háromszög- és függőleges konfigurációjú felsővezetékkel történik, ahol a fázisok közötti távolság 1,15 méter. Az említett vezetőkonfigurációk példakénti megvalósulását az 5–8. ábrák mutatják. Az 5. ábrán a vezetők függőleges elrendezésű konfigurációja, a 6–7. ábrán úgynevezett delta-konfigurációja – a vezetők egyenlő oldalú háromszög oldalai mentén vannak elrendezve –, a 8. ábrán pedig a hagyományos vízszintes konfiguráció látható. Az 5–8. ábrákon a vezetők tartóoszlop-szerkezet által meghatározott 4 felfüggesztési pontjait is jeleztük. A fázisvezetők a tartóoszlop-szerkezethez a 4 felfüggesztési pontokban rugalmas felfüggesztéssel kapcsolódnak, amely jelentős mértékben csökkenti a vibrációkból, a vezetők belengéséből adódó problémákat. A fázisvezetők szigetelői adott esetben kisebb fázistávok-zókkal szerelt normál szigetelőanyagok lehetnek.

A 3. és 4. ábrára visszatérve az alábbiakban ismertetjük az ábrázolt grafikonoknak megfelelő alapvető mérési eredményeket:

- $U = 123 \text{ kV}$
- terhelőáram = 100 A; $p = 18 \text{ MW}$
- PAS vezető típusa: SAX 355; $\sigma_0 = 40 \text{ N/m}^2$
- csupasz vezető típusa: ACSR 305E/39; $\sigma_0 = 40 \text{ N/m}^2$
- villámhárító-vezető típusa: AACSR 106/25, $\sigma_0 = 60 \text{ N/m}^2$
- az áramvezető hőmérséklete = $+15 \text{ }^\circ\text{C}$
- a villámhárító-vezető hőmérséklete = $+5 \text{ }^\circ\text{C}$
- a legalsó áramvezető földtől mért távolsága (megengedett legkisebb távolság) $+70 \text{ }^\circ\text{C}$ esetén: 5,9 m
- a/e feszítáv = $a = 200 \text{ m}$

A mágneses erőter vonatkozásában a 3. és 4. ábra és az 1. táblázat alapján az alábbi észrevételeket tehetjük:

- A vezetők vízszintes elrendezése esetén (8. ábra) PAS vezetéknel a fluxussűrűség maximális értéke nem haladja meg az egyébként azonos, nem szigetelt vezeték esetében mérhető fluxussűrűség harmadrészét. A fluxussűrűség a vezeték középvonalától PAS vezeték esetén 16 méterre, hagyományos vezeték esetén 33 méterre eltávolodva – a 4. ábra „a”, illetve „f” jelű görbéi – már a háttér sugárzás szintjére, azaz $0,1 \text{ } \mu\text{T}$ nagyságrendű értékre csökken.

- Függőleges vezetőkonfiguráció esetén (5. ábra) a TAS vezeték fluxussűrűségének maximális értéke mintegy fele a hagyományos vezeték esetében mérhető fluxussűrűségnek; a vezeték középvonalától PAS vezeték esetén 18 méterre, hagyományos vezeték esetén 33 méterre eltávolodva a fluxussűrűség értéke a háttér-sugárzás szintjére csökken („b”, illetve „g” jelű görbe).

- A vezetők háromszögben történő elrendezése esetén a fluxussűrűség lényeges mértékben nem tér el a hagyományos vezetékeknel mérhető értékektől („c”, illetve „d” jelű görbe). PAS vezetők esetében azonban a vezeték középvonalától 21 méterre eltávolodva a fluxussűrűség a háttér sugárzás értékére csökken, míg nem szigetelt vezetők esetén ehhez 25 méterre történő eltávolodás szükséges. Ez a viszonylag kicsiny különbség annak az eredménye, hogy a vezetők elhelyezkedését a vezetők közötti távközökön kívül más tényezők, például a

szabad hézag stb. határozzák meg. Ennek következtében a konstrukció mindkét vezetőtípus esetében lényegében azonos jellegű. A 3. ábrán látható azonban, hogy az elektromos térerősség csúcsértéke PAS vezeték esetében az azonos elrendezésű hagyományos vezetékhez képest mintegy felére csökken.

– PAS vezetékeknel a generált erőkterek szempontjából egyértelműen a delta-konfiguráció (6. és 7. ábra) a legkedvezőbb. A hagyományos, nem szigetelt vezetők-ből kiépített vezetékekkel összehasonlítva a fluxussűrűség értéke mintegy ötödére csökken, a vezeték közép-vonalától 13 méterre eltávolodva pedig a fluxussűrűség a háttér sugárzás szintjére csökken („h” jelű görbe).

A 3. és 4. ábrán bemutatott grafikonok értelmezéséhez tekintsük a már hivatkozott alábbi táblázatot:

1. táblázat

Vezetőtípus/elrendezés	A görbe jele	B _{max}	0,1 μT (m)	0,2 μT (m)
Hagyományos vízszintes elrendezés	a	1	33	23
Hagyományos függőleges elrendezés	b	0,68	33	21
Hagyományos háromszög-elrendezés	c	0,45	25	16
PAS háromszög-elrendezés	d	0,39	21	13
PAS vízszintes elrendezés	f	0,33	16	10
PAS függőleges elrendezés	g	0,32	18	11
PAS delta-konfiguráció	h	0,21	6	6

Megjegyzések a mágneses térre vonatkozóan:

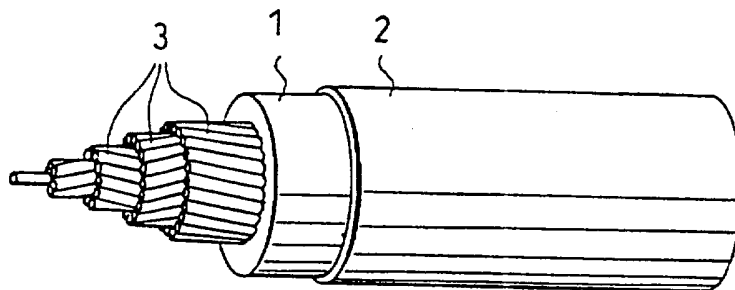
B_{max} = a mágneses térerő fluxussűrűségének relatív maximumértéke; a 0,1 μT, illetve a 0,2 μT oszlopok értelmezéséhez: a fluxussűrűség a vezeték közép-vonalától méterben megadott távolságra eltávolodva csökken ezen értékre.

(Az „c” jelű görbe PAS a PAS vízszintes elrendezésű tesztvezetőre vonatkozik.)

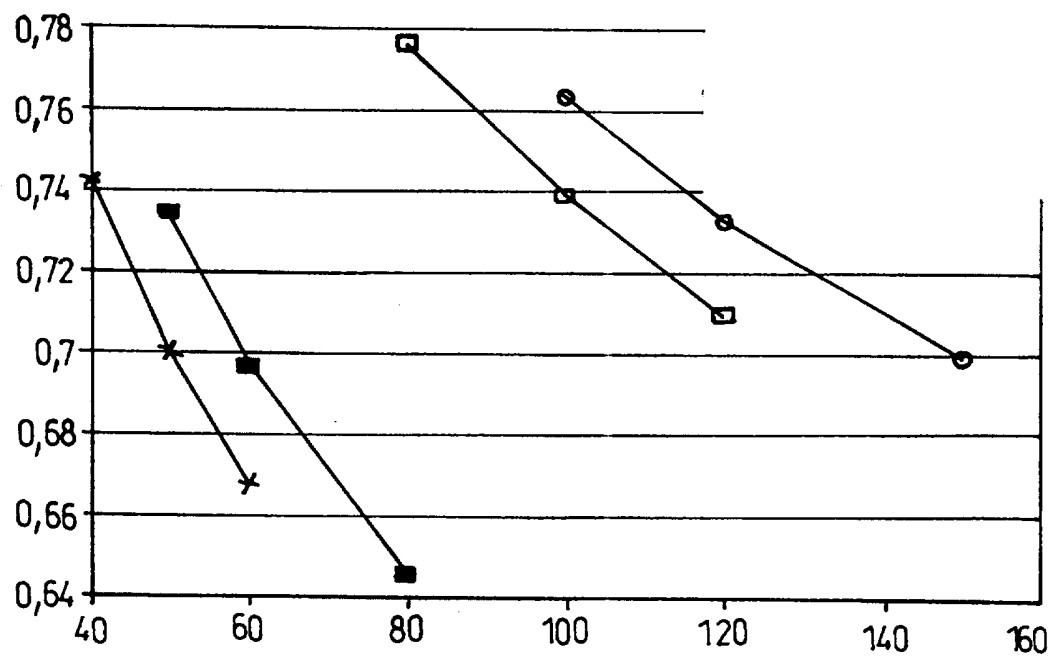
A fentiek alapján belátható, hogy a találmány szerinti megoldás különböző változatai alkalmasak a kívánt célkitűzés megvalósítására. A szakember számára belátható továbbá az is, hogy a találmány nem korlátozódik a példaként említett változatokra, hiszen a találmány az alábbi igénypontokban meghatározott oltalmi körön belül számtalan más változatban is eredményesen megvalósítható.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

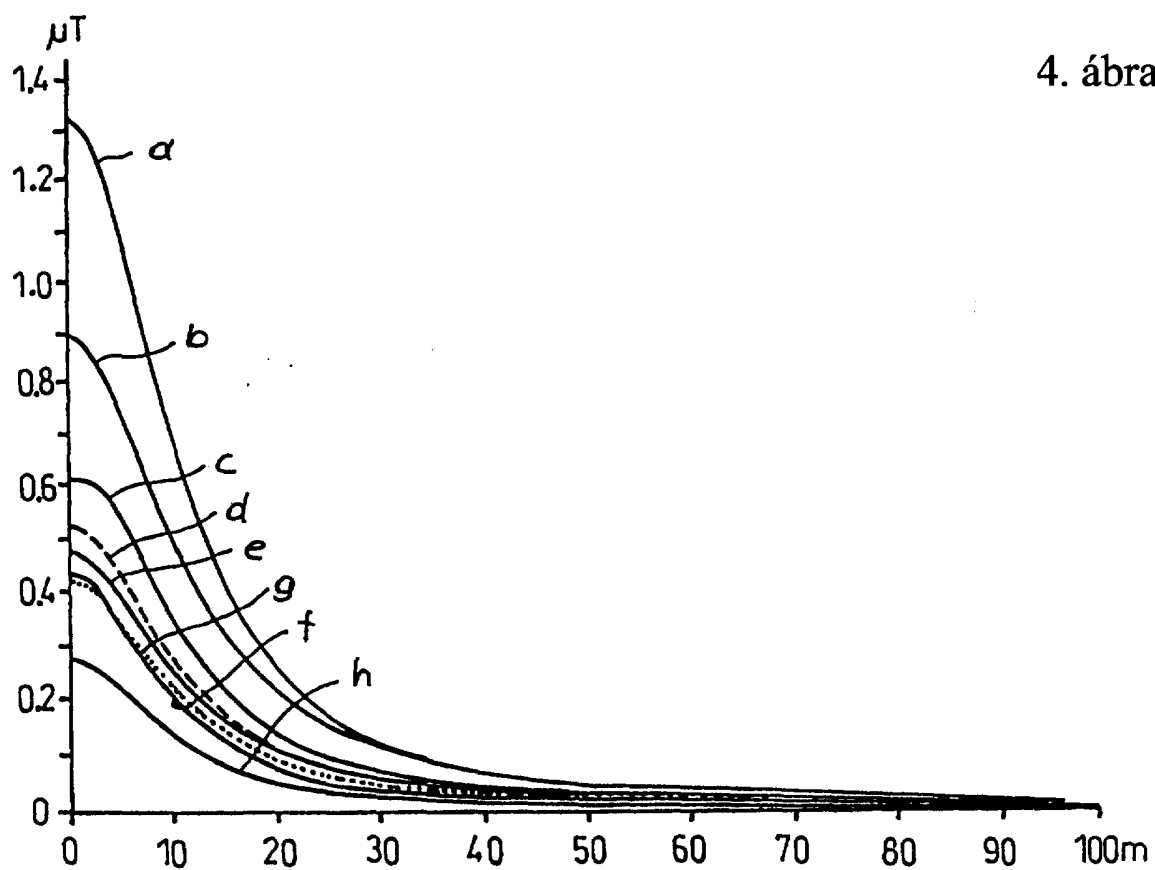
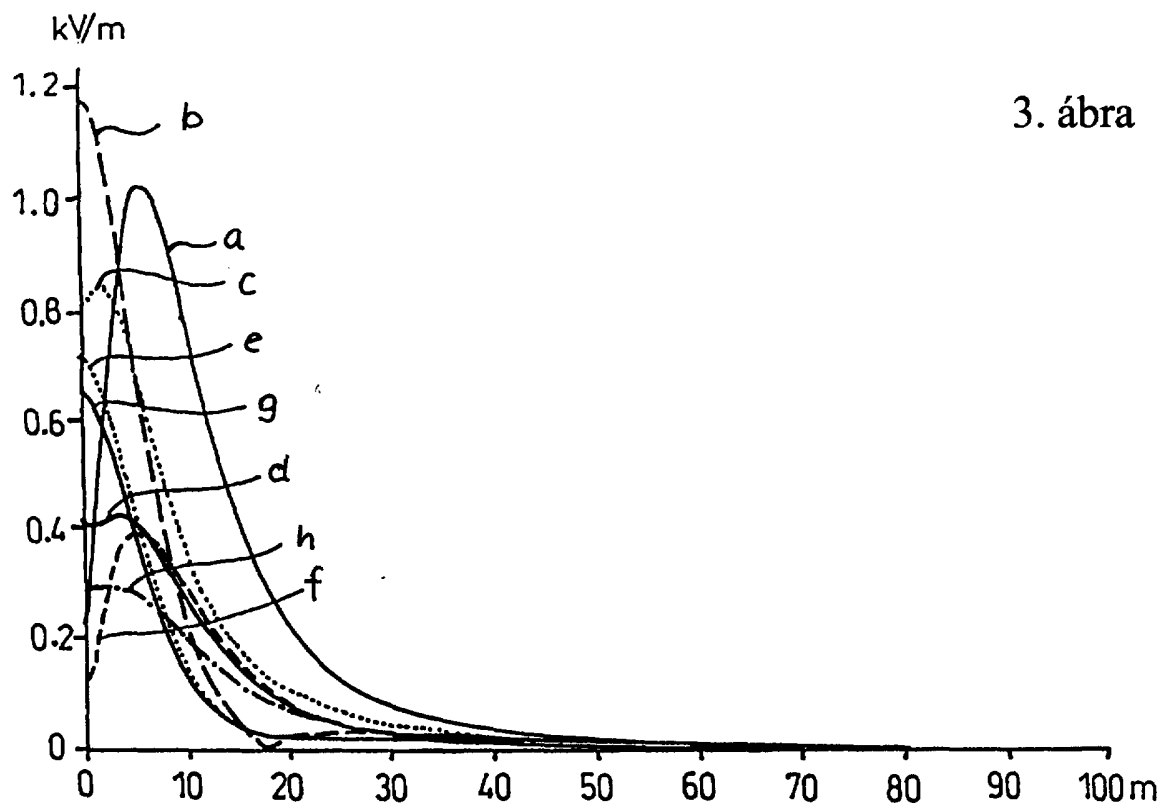
1. Nagyfeszültségű, különösen 100 kV fölötti feszültségű felsővezeték, amelynek tartóoszlop-szerkezet által hordozott szigetelt fázisvezetői vannak, amely fázisvezetők szigetelése vízálló külső szigetelőréteggel (2) rendelkezik, és a szigetelt fázisvezetők közötti távolság a tartóoszlop-szerkezet által meghatározott felfüggesztési pontoknál (4) a fázisvezetők közötti kontaktus megelőzéséhez szükséges legkisebb távolságnál kisebb, *azzal jellemezve*, hogy a szigetelt fázisvezetők szigetelése legalább egy félvezető belső szigetelőréteggel (1) rendelkezik.
2. Az 1. igénypont szerinti nagyfeszültségű felsővezeték, *azzal jellemezve*, hogy a szigetelt fázisvezetők külső szigetelőrétege (2) korommal adalékolt térhálósított polietilént tartalmaz.
3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti nagyfeszültségű felsővezeték, *azzal jellemezve*, hogy a fázisvezetők a felsővezeték transzverzális síkjában egymás fölött vannak elrendezve.
4. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti nagyfeszültségű felsővezeték, *azzal jellemezve*, hogy a fázisvezetők a felsővezeték transzverzális síkjában háromszög-konfigurációban vannak elrendezve.

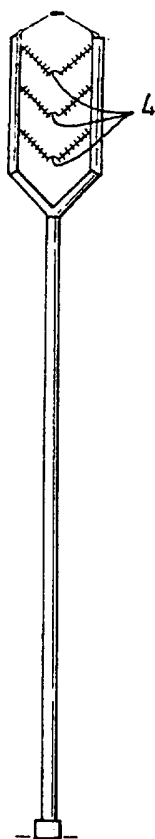


1. ábra

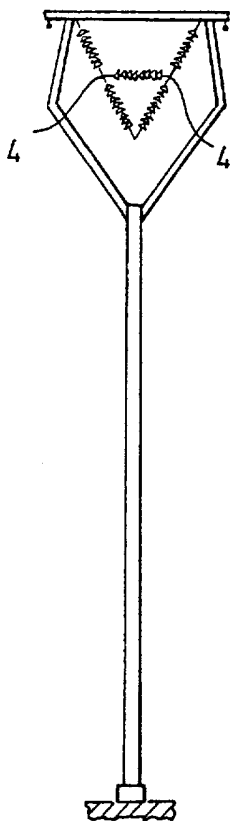


2. ábra

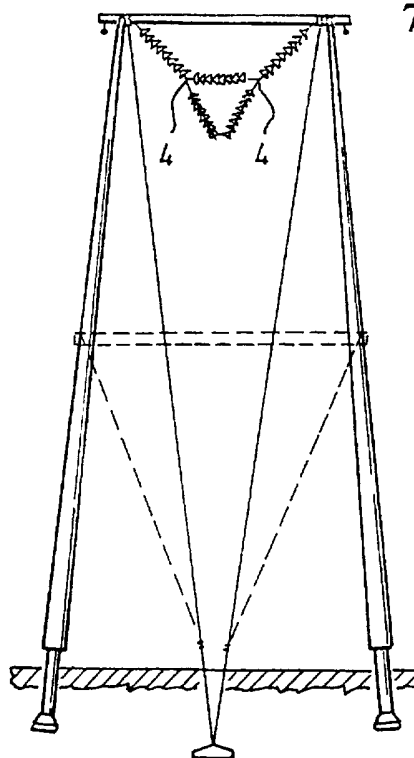




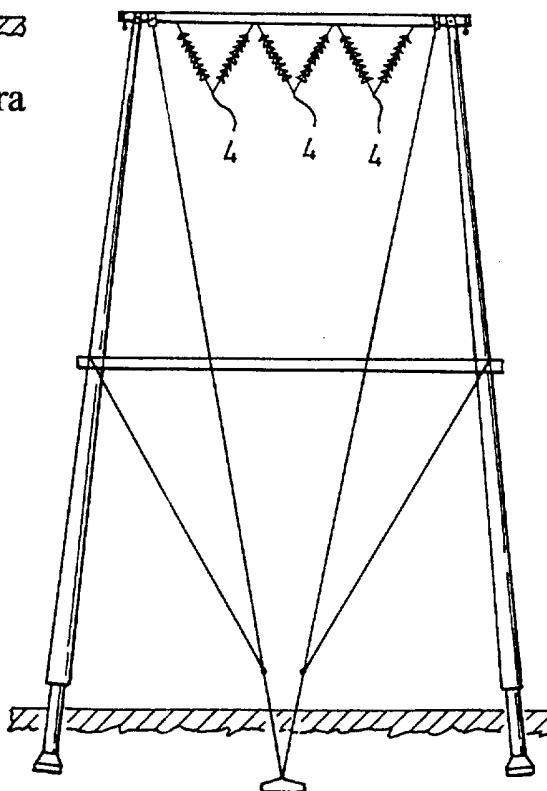
5. ábra



6. ábra



7. ábra



8. ábra