



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **329608**

(13) **B1**

**NORGE**

(51) Int Cl.

H02G 9/00 (2006.01)

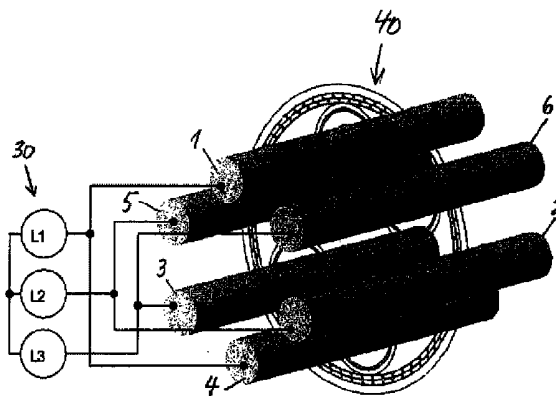
H02J 3/00 (2006.01)

## Patentstyret

|      |            |                                                             |      |                           |
|------|------------|-------------------------------------------------------------|------|---------------------------|
| (21) | Søknadsnr  | 20076091                                                    | (86) | Int.inng.dag og søknadsnr |
| (22) | Inng.dag   | 2007.11.27                                                  | (85) | Videreføringsdag          |
| (24) | Løpedag    | 2007.11.27                                                  | (30) | Prioritet                 |
| (41) | Alm.tilgj  | 2009.05.28                                                  |      |                           |
| (45) | Meddelt    | 2010.11.22                                                  |      |                           |
| (73) | Innehaver  | Nexans, 16, rue de Monceau, FR-75008 PARIS, Frankrike       |      |                           |
| (72) | Oppfinner  | Jarle Jansen Bremnes, Arups gate 1, 1605 FREDRIKSTAD, Norge |      |                           |
| (74) | Fullmektig | Acapo AS, Postboks 1880 Nordnes, 5817 BERGEN, Norge         |      |                           |

|      |                       |                                                                                     |
|------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| (54) | Benevnelse            | <b>Elektrisk trefase-kraftkabelsystem</b>                                           |
| (56) | Anførte publikasjoner | US 5068543, US 2003/0074878 A1, NO 20050773, DE 102004046964, US 5064543, NO 141494 |
| (57) | Sammendrag            |                                                                                     |

Et elektrisk kraftkabelsystem med tre faser omfatter et antall individuelle enkjernekabler (1-6) som strekker seg parallelt. Det er anordnet understøttelsesanordninger (40) for å holde seks enkjernekabler (1-6) langs i det minste en del av deres lengde i en i det vesentlige regulær, heksagonal konfigurasjon sett i tverrsnitt, og anordninger (30) for å mate strøm i parallell fordeling til respektive diametralt motstående, ledende kabelkjerne (1/4, 2/5, 3/6).



Foreliggende oppfinnelse angår et elektrisk trefase-kraftkabelsystem hvor elektromagnetisk felt-eksponering (EMF-eksponering) i nærheten av kablene er redusert.

5 I det påtenkte kabelsystemet blir individuelle enkelt-kjerner, det vil si enkeltfase-kabler, brukt slik det er vanlig i mange undergrunns- eller nedgravde kabelforbindelser for overføring av elektrisk kraft, eventuelt ved høye spenninger.

10 Det skal også bemerkes at det ikke alltid vil være nødvendig å unngå elektromagnetisk eksponering langs hele lengden av et kraftkabelsystem. I mange tilfeller vil det være tilstrekkelig å sørge for skjerming av visse deler av et kabelsystem som oppviser spesielt høy risiko for omgivelsene (mennesker).

15 Det er velkjent at i trefasede enkeltkjerne-kabelkretser vil EMF bli holdt på et minimum når kablene er plassert i en kløverkonfigurasjon i motsetning til en plan konfigurasjon som er meget mindre gunstig. En reduksjon av interfase-avstanden vil også redusere EMF, men termiske forhold vil vanligvis begrense denne avstanden til en minimumsverdi.

20 Ettersom akseptable EMF-eksponeringsnivåer er blitt minsket dramatisk i mange land, er det ofte nødvendig å anvende en passiv EMF-skjerm som omslutter kløverkabel-arrangementet for elektriske kraftlinjer med høy strøm. Slike EMF-skjerm vil normalt være sammensatt av vertikalt og horisontalt orienterte stål-, kopper- eller aluminiumsplater. Et eksempel på en slik skjermingsmetode kan finnes i WO 2004/034539.

30 Et alternativ til plateskjermingen som det er vist til ovenfor, kan være å anvende massive metallskjerm på enkeltkjerne-kablene. For trefasekabler er dette blitt beskrevet i WO 99/44208 hvor en flettet hylse eller skjerm omgir de elektriske kraftlederne for å tilveiebringe en skjermings-effekt. Betydelige skjermstrømmer kan induseres spesielt med 35 den første alternative referansen som gjør det nødvendig med

et større skjermtverrsnitt for å begrense ytterligere effekttap som kan være et resultat av skjermstrømmen.

Publikasjonen US 5 068 543 omhandler et arrangement for å redusere elektromagnetisk stråling fra en kraftoverførings-  
5 linje som er opphengt i master. I en av variantene, knyttet til fig. 4d, beskrives trefaset kraftoverføring under bruk av seks-leder som er anordnet heksagonalt. Hver fase er splittet på to ledere som er plassert diametralt motsatt i heksagonalen, og hvor strømmen er fordelt med 50% av total  
10 fasestrøm i hver leder.

Fra NO 141494 er det kjent å benytte understøttelses-anordninger som fastholder kabler, særlig enkjerne kabler, i en bestemt formasjon.

Et annet kjent forslag anvender et seksfasesystem og  
15 seks enkjerne kabler. Denne løsningen (Brakelmann: Elektrizitätswirtschaft, år 94 (1995), nr. 15, EMV-Massnahmen für Drehstrom-Einleiterkabel) krever spesielle transformatorer ved begge ender av (den skjermede) kabellinjen for å frembringe et symmetrisk seksfasesystem.

20 Både bruken av massive metallskjermer og bruken av metallblikkskjermer er kostbare og vil påføre ytterligere effekttap. Funksjonen til plate- eller blikkskjermer er videre avhengig av en stabil geometri og selvsagt levetiden til metallplatene. Skjermingseffekten kan reduseres over tid  
25 i tilfelle av korrosjon og/eller jordforskyvning som kan føre til ødeleggende sprekker eller spor i platematerialet.

Det vises videre til US-patent 6,506,971 som beskriver forskjellige lederarrangementer i flerkjerne kabler, men disse er ikke rettet mot trefase enkjerne kabler i et system av den  
30 type som er tenkt her. Lignende kommentarer gjelder russisk patentpublikasjon RU2025014.

På bakgrunn av det ovenstående angår følgelig foreliggende oppfinnelse således et elektrisk trefase-kabelsystem som omfatter et antall individuelle enkjerne kabler som  
35 strekker seg parallelt, idet de nye og spesielle trekkene ved

denne er angitt i patentkravene. Det som er spesielt viktig i denne forbindelse, er forskjellige former for stive bæreanordninger for å holde de enkelte kablene det gjelder i en hovedsakelig heksagonal konfigurasjon sett i tverrsnitt.

5 For nærmere forståelse av denne oppfinnelsen og dens fordeler, vises det nå til den følgende beskrivelse og de vedføyde tegningene, hvor:

Fig. 1, 2 og 3 er skjematiske tverrsnitt gjennom trefasestrukturene med enkjernekabler, for å forklare de grunnleggende forholdene bak oppfinnelsen,

10 fig. 4 er en skjematisk og delvis isometrisk illustrasjon av et elektrisk trefasekraftkabelsystem i henhold til oppfinnelsen,

fig. 5 er et tverrsnitt gjennom en utførelsesform i henhold til oppfinnelsen, basert på rør som stive bæreanordninger,

fig. 6 er en annen utførelsesform basert på rør, og

fig. 7 viser i tverrsnitt en ytterligere utførelsesform med betongblokker som stive bæreanordninger.

20 Trefasestrukturen på fig. 1 består av tre ledere 1,2 og 3 i en symmetrisk trekjernekonfigurasjon (trekløver). Det er også antydnet en roterende magnetisk vektor 10 som vil være tilstede i et slikt trefasesystem under drift. Fig. 2 viser en lignende symmetrisk trekjernekonfigurasjon med ledere 4,5 og 6, idet denne konfigurasjonen er ganske lik den på fig. 1,

25 men med en rotasjon på 180 grader i forhold til denne. Den magnetiske vektoren 20 på fig. 2 vil følgelig være direkte motsatt vektoren 10 på fig. 1.

På fig. 3 har så de seks kablene på fig. 1 og 2 blitt

30 brakt sammen i en heksagonal konfigurasjon med seks kjerner hvor de magnetiske vektorene 10 og 20 kanselleres innbyrdes for derved å danne en selvkansellerende konfigurasjon, det vil si at det blir oppnådd en aktiv EMF-skjerming i motsetning til passiv skjerming ved hjelp av plater osv.

35 For et noe mer praktisk trefasekraftkabelsystem

illustrerer fig. 4 seks kabler 1-6 i samme grunnleggende konfigurasjon som på fig. 3, med genereringsanordninger 30 forbundet til de forskjellige kabellederne 1-6 for å oppnå den selvkansellerende effekten som forklart i forbindelse med fig. 3. Par av diametralt motstående ledere på fig. 4, slik som henholdsvis 1-4, 2-5 og 3-6, er forbundet i parallell og med lik fordeling av strømmen mellom alle kabellederne. På fig. 4 er det meget skjematisk vist ved 40 en form for understøttelses- eller posisjoneringsanordning for å holde 10 kablene i en regulær heksagonal konfigurasjon som vist i tverrsnitt.

En symmetrisk sekskjernegeometri, som ovenfor er forklart prinsipielt, kan etableres ved hjelp av flere mulige installasjons- eller nedgravingsmetoder med forskjellige 15 understøttelses- eller posisjoneringsanordninger for å fikse kablene i den korrekte hovedsakelig heksagonale konfigurasjonen. På fig. 5 er det vist en utførelsesform med kabler 1-6 som er lagt i respektive rør 11-16 med ytterligere rør 17 og 18 for å danne en stabil understøttelsesstruktur, 20 så vel som et sentralt rør 19 som illustrert. Ved hjelp av en slik struktur med ni rør blir det oppnådd et meget fordelaktig geometrisk tverrsnittsmønster uten noen ytterligere organer for å definere tverrsnittsmønsteret. Rørene 11-16, 17, 18 og 19 vil etter sammenstilling alle ha sin "naturlige" 25 og veldefinerte posisjon i tverrsnittet. For å holde bunten på fig. 5 sammen kan det være praktisk å ha et slags bånd eller tape 50 viklet omkring bunten, fortrinnsvis ved jevne mellomrom.

En sammenstilling av ni rør eller kanaler vil typisk bli 30 plassert inne i en vanlig kabelgrøft og de respektive kablene kan trekkes inn i rørene ved hjelp av konvensjonelle midler. Disse rørene eller kanalene kan for eksempel være laget av PVC eller PE. Som forklart i forbindelse med fig. 4, vil par av diametralt motstående enkeltkjernekabler i rørbunten dele 35 strømmen som tilhører en elektrisk fase. Som et resultat av

dette vil det bli en betydelig redusert EMF sammenlignet med trekløverkonfigurasjonen (fig. 1 eller fig. 2) som har den samme strømbelastningen.

Utførelsesformen på fig. 6 er ganske lik den på fig. 5  
5 når det gjelder den heksagonale konfigurasjonen. På fig. 6 er det imidlertid bare seks rør 21-26 som hvert inneholder én av kablene 1-6. Et sentralt profilelement 29 er her anordnet for å sikre en stabil geometri, og for dette formålet er det også anordnet stropper 60 omkring sammenstillingen av rør 21-26. I  
10 denne utførelsesformen har rørene langsgående slisser som vist ved 21S og 22S for henholdsvis rørene 21 og 22. Ved bruk av slike slissede rør 21-26 vil det i de fleste tilfeller være lettere å føre inn de respektive kablene enn i utførelsesformen på fig. 5. Den mulige fyllingen av rørene  
15 ved installasjon av kablene med en passende forbindelse, vil også bli lettet. Slik fylling eller stoff kan være av interesse i begge utførelsesformene på fig. 5 og 6 for å stabilisere kablene i posisjon i de respektive rørene, og eventuelt også for å beskytte og gi bedre varmesprednings-  
20 egenskaper. Som det fremgår av fig. 6, er slissene 21S og 22S noe smalere enn kabeldimensjonene, hvorved tverrsnittet til disse rørene bør være noe elastisk deformerbart slik at slissene kan utvides under innsetting av kablene.

Det vises nå til fig. 7 hvor det er vist en ytterligere  
25 utførelsesform hvor de understøttende kanalelementene er i form av hovedsakelig flate betongplater 31,32,33 lagt på hverandre, det vil si med en bunnplate 31, en mellomliggende plate 32 og en topplate 33. For å holde platene i korrekt innbyrdes posisjon, kan det være en slags låse- eller  
30 posisjoneringsmidler som vist ved 51 og 52, mellom platene 31 og 32, og ved 53 mellom platene 32 og 33.

I denne utførelsesformen er hver plate forsynt med to kanaler, slik som kanalene 42 og 46 for kablene 1 og 6 i platen 33. Utførelsesformen på fig. 7 så vel som de som er  
35 illustrert på fig. 5 og 6, har kablene 1-6 posisjonert i tre

separate horisontale nivåer, som indikert ved I, II og III på fig. 7 med to kabler i hvert nivå. Med en slik orientering av den heksagonale konfigurasjonen vil det være fordelaktig i mange tilfeller, blant annet med hensyn til den totale

5 dybde dimensjonen av sammenstillingen. Utførelsesformen på fig. 7 kan være tilpasset enhver innbyrdes faseavstand, og vil om nødvendig gjøre det lett å feste ytterligere passive eller konvensjonelle plateskjermer til overflatene av sammenstillingen.

10 Som i utførelsesformene på fig. 5 og 6 kan den på fig. 7 også omfatte et fyllmateriale omkring kablene i deres kanaler eller rør, som vist ved 70 omkring og som dekker kablene 3, 4 og 5 på fig. 7. I tilfelle med betongplater som på fig. 7, kan fyllmaterialet 70 også være en passende betongtype. I

15 tilfelle med rørene som på fig. 5 og 6, vil slikt fyllmateriale være i form av andre materialer eller forbindelser, i visse tilfeller stoffer av en type som kan fjernes fra rørene om nødvendig.

## P a t e n t k r a v

1. Elektrisk kraftkabelsystem med tre faser omfattende et  
antall individuelle enkjerne kabler (1-6) som strekker seg  
5 parallelt,

k a r a k t e r i s e r t v e d

- understøttelsesanordninger (40, 11-19, 21-29, 31-33) for  
å holde de seks enkjerne kablene (1-6) langs i det minste  
en del av deres lengde i en i det vesentlige regulær  
10 heksagonal konfigurasjon sett i tverrsnitt, hvor  
understøttelsesanordningene omfatter en sammenstilling  
av langstrakte, stive kanalelementer (11-16, 21-26, 31-  
33), der hvert kanalelement har minst en kanal som  
strekker seg langs hele lengden av elementet der hver  
15 minst ene kanal inneholder én av enkjerne kablene, hvor  
kanalelementene fortrinnsvis er innbyrdes samlet montert  
(50, 60, 51-53) på en innbyrdes understøttende og fiksert  
måte, og
- anordninger (30) for å mate strøm i parallell og med lik  
20 fordeling til de respektive diametralt motstående  
ledende kabelkjernene (1/4, 2/5, 3/6).

2. Kabelsystem ifølge krav 1, hvor kanalelementene er i  
form av rør (11-16, 21-26).

3. Kabelsystem ifølge krav 2, hvor rørene er anordnet i en  
bunt som inneholder fortrinnsvis ni rør (11-19), hvorav ett  
rør (19) er et sentralt rør som ikke inneholder noen kabel.  
(Fig. 5)

4. Kabelsystem ifølge krav 2, hvor et sentralt profil-  
element (29) er anordnet for å holde rørene (1-6) i den i det  
vesentlige regulære heksagonale konfigurasjonen. (Fig. 6)

5. Kabelsystem ifølge krav 2, 3 eller 4, hvor rørene (21-26) har en sliss (21S,22S) langs sin længde, fortrinnsvis med et elastisk deformerbart tverrsnitt av rørene for å lette innføring av kablene inn i hvert rør. (Fig. 6)

5

6. Kabelsystem ifølge krav 1, hvor kanalelementene er i form av i det vesentlige flate plater (31-33) som fortrinnsvis er laget av betong, idet hver plate er forsynt med to kanaler (41,42...46) for én kabel hver. (Fig. 7)

10

7. Kabelsystem ifølge et av kravene 1-6, hvor kanalene er fylt med et fortrinnsvis varmeledende stoff (70) som dekker og stabiliserer kablene (3,4,5) i hver kanal. (Fig. 7)

15

8. Kabelsystem ifølge krav 6, hvor betongplatene (31-33) er forsynt med låseanordninger (51,52,53) for å holde platene sammenstilt i korrekte posisjoner.

20

9. Kabelsystem ifølge et av kravene 1-8, hvor kablene er posisjonert i tre separate, horisontale nivåer (I,II,III) med to kabler i hvert nivå. (Fig. 7)

