

19



Octrooi Centrum
Nederland

11

2016171

12 B1 OCTROOI

21

Aanvraagnummer: **2016171**

51

Int. Cl.:

G01R 31/08 (2016.01) **G01R 31/11** (2016.01) **G01N 27/20** (2016.01)

22

Aanvraag ingediend: **28/01/2016**

41

Aanvraag ingeschreven:
31/07/2017

73

Octrooihouder(s):
Technolution B.V. te Gouda.

43

Aanvraag gepubliceerd:
-

72

Uitvinder(s):
Mark Johan Stevin Doesburg te Moordrecht.
Olaf Martijn Honkoop te Maarn.
Winifred Egbert Jozef Roggekamp
te Dordrecht.

47

Octrooi verleend:
31/07/2017

45

Octrooischrift uitgegeven:
30/08/2017

74

Gemachtigde:
ir. P.J. Hylarides c.s. te Den Haag.

54

Werkwijze en inrichting voor het detecteren en lokaliseren van afwijkingen in een vermogenskabel

57

De uitvinding betreft een werkwijze en inrichting voor het detecteren van afwijkingen in een stroomkabel omvattende één of meer geleidende aders, de werkwijze omvattende de volgende stappen:

- het verdelen van de stroomkabel met een bepaalde lengte in een aantal kabelsecties van kleinere lengte;
- het bepalen van een sectiepatroon van signalen die in een sectie optreden indien de isolatie van een ader een afwijking vertoont;
- het meten van de grootte van signalen in de tijd in een bepaalde frequentieband;
- het aanwijzen van een kabelsectie met een afwijking wanneer de gemeten signalen passen in het bepaalde sectiepatroon voor de kabelsectie.

Werkwijze en inrichting voor het detecteren en lokaliseren van afwijkingen in een vermogenskabel

In vele landen is een elektriciteitsnetwerk in gebruik dat gebruikers verbindt met
 5 producenten. Veelal bestaat een elektriciteitsnetwerk uit verschillende spanningsniveaus. Het laagste niveau is een laagspanningsnetwerk (bijv. 110 of 230 V) wat bijv. huizen van elektriciteit voorziet. Dit netwerk wordt gevoed door elektriciteit met een hogere spanning om te zetten naar laagspanning met behulp van transformatoren, die zich in transformatorhuisjes bevinden. De transformatoren worden gevoed vanuit een middenspanningskabel, met een spanning van bijv.
 10 10 kV. Het middenspanningsnetwerk is vervolgens verbonden met een transformator die hoogspanning uit het hoogspanningsnetwerk (bijv. 100 kV of hoger) omzet naar middenspanning.

Het moge duidelijk zijn dat voor deze netwerken zeer veel vermogenskabels in gebruik zijn, waaraan ook onderhoud dient te worden gepleegd. Het bepalen of de kabels, of delen van de kabels, aan vervanging toe zijn berust veelal op schattingen. Daarbij liggen
 15 middenspanningskabels doorgaans onder de grond, waardoor visuele inspectie bijzonder arbeidsintensief is. Hierdoor worden in het algemeen op door schatting bepaalde tijden volledige kabels vervangen, waardoor per kabel doorgaans over enkele honderden meters gegraven moet worden. Naast normale veroudering van de kabels kan ook mechanische belasting (bijv. door verzakking, bouwwerkzaamheden, boomwortels, etc. etc.) kinken in de kabel of andere
 20 beschadigingen veroorzaken. Hierdoor kan bijv. het lekken van stroom vergroot worden, de kabel doorslag vertonen en/of onbruikbaar geraken. Verder wordt het schatten van de levensduur bemoeilijkt door de steeds grotere hoeveelheid decentraal opgewekte stroom, zoals door zonnecellen. De kabels zijn niet berekend op de zware en/of zeer afwisselende belasting die hierdoor wordt veroorzaakt. Naast een resulterende verkorting zal de levensduur ook
 25 onvoorspelbaarder worden, hetgeen de kans op uitval vergroot.

Document WO 2015/078716 A1 toont een werkwijze voor het lokaliseren van partiële ontladingen in elektriciteitskabels. Hierbij wordt door hoogspanningsbron een spanning van honderd kilovolt op actieve wijze op een te testen kabel aangelegd aan een ontkoppeld einde daarvan om zodoende partiële ontladingen te veroorzaken. Met behulp van een sensoreenheid
 30 worden daarna door het meten van de stroom pulsen afkomstig van de partiële ontlading gedetecteerd. Bij het uitvoeren van deze werkwijze dient de kabel uit gebruik genomen te worden, hetgeen ongewenst is bijv. door uitval van stroomlevering.

Document EP 1 094 324 A2 beschrijft een werkwijze voor het lokaliseren van partiële ontladingen die een puls veroorzaken in een elektrisch systeem, waarbij karakteristieke parameters
 35 worden bepaald die de vorm van een enkele puls beschrijven en informatie verschaffen over de locatie van de ontlading. Om de karakteristieke parameters te kunnen bepalen dient de puls met een

zodanig grote signaal-ruisverhouding gemeten te worden, dat de werkwijze in de praktijk het nadeel heeft storingsgevoelig te zijn.

Volgens de onderhavige octrooiaanvraag wordt in een eerste aspect een werkwijze verschaft voor het detecteren van afwijkingen in een in gebruik zijnde stroom –of vermogenskabel

5 omvattende één of meer geleidende aders, omvattende de volgende stappen:

 - het verdelen van de vermogenskabel met een bepaalde lengte in een aantal kabelsecties van kleinere lengte;

 - het bepalen van een sectiepatroon van signalen die in een sectie optreden indien de isolatie van een ader een afwijking vertoont;

10 - het meten van de grootte van signalen in de tijd in een bepaalde frequentieband; en

 - het aanwijzen van een kabelsectie met een afwijking wanneer de gemeten signalen passen in het bepaalde sectiepatroon voor de kabelsectie.

Deze werkwijze verschaft informatie over de toestand van vermogenskabels. Dankzij het

15 constateren of er afwijkingen of verstoringen aanwezig zijn kan beter worden bepaald waar er onderhoud plaats moet vinden. Het wordt immers mogelijk de locatie van de eventuele afwijkingen/verstoringen in de kabel te bepalen, zodat de mogelijkheid ontstaat om preventief beheer uit te voeren. Hierbij hoeft bijv. slechts een deel van de kabel te worden vervangen.

De laatst beschreven werkwijze is voordelig ten opzichte van de hierboven geciteerde

20 documenten omdat de werkwijze wordt uitgevoerd wanneer de kabel in gebruik is en op passieve wijze, d.w.z. zonder dat een externe spanning hoeft te worden aangelegd, en omdat onder andere door het bepalen van een sectiepatroon van signalen, de kabelsectie met een afwijking wordt aangewezen wanneer de gemeten signalen in een van de sectiepatronen past.

Het is een verder voordeel van de werkwijze dat de impedantie van de kabelsecties met

25 behulp van de gemeten signalen in de tijd bepaald kunnen worden. Door het bepalen van de impedantie van de kabel en veranderingen daarvan wordt het onder andere mogelijk informatie te verschaffen over de kabeltemperatuur.

Volgens voorkeursuitvoeringsvormen van deze werkwijze omvatten de gemeten signalen bij voorkeur signalen afkomstig van één of meer afwijkingen in één of meer kabelsecties van de

30 kabel, waarbij de signalen zich in beide langsrichtingen van de kabel en met een bepaalde snelheid voortplanten door de één of meer geleidende aders van de kabel en gereflecteerd worden aan kabeleinden of andere veranderingen van impedantie. Hoe langer een signaal zich voortplant over de kabel, en hoe vaker een signaal gereflecteerd is, zal de grootte ofwel amplitude van het signaal afnemen. De signalen kunnen door verschillende mechanismen bij afwijkingen ontstaan. Zo kan er

35 bijv. een puls ontstaan in een bepaald kabeldeel wanneer er een ontlading (doorslag) gebeurt, kan een impedantieafwijking in een kabelsectie ontstaan, of kan ruis gegenereerd worden in een

kabelsectie bijv. door het lager worden van de lekweerstand. Het verlagen van de lekweerstand kan onder andere worden veroorzaakt door beschadigingen aan de kabelmantel, of andere beschadigingen aan de kabel, bijv. veroorzaakt door mechanische belasting.

- 5 Bij voorkeur worden de signalen gemeten op één locatie van de kabel, bijv. nabij kabeleinden in een transformatiehuisje. De mogelijkheid te meten op één locatie ontstaat door het bepalen van de sectiepatronen van signalen en reflecties van signalen, waarna het meten van al deze signalen een directe indicatie geeft van de kabelsectie met een afwijking.

- 10 Bij voorkeur worden de signalen gemeten in gemeten waarden van bijv. het magnetisch veld, de stroom door de aders van de kabel en/of de spanning. Meer voorkeur wordt een contactloze, d.w.z. passieve, meting van de spanning gedaan door bijv. een capacitieve meting, wanneer de kabel geen elektromagnetische afscherming heeft. Meest voorkeur wordt het magnetisch veld gemeten, aangezien dit contactloos gedaan kan worden door middel van het inductief meten van het magnetisch veld geïnduceerd door de stroom die loopt door de kabel. De stroom kan berekend worden wanneer het magnetisch veld wordt gemeten.

- 15 Bij voorkeur hebben de kabelsecties een lengte van 1 tot en met 40 meter. De behaalde resolutie is onder andere afhankelijk van eigenschappen van de kabel en de meting, zoals de lengte van de kabel en de frequentieband waarin gemeten wordt.

- 20 Bij voorkeur wordt gemeten in een frequentieband van 50 Hz tot en met 10 GHz, meer voorkeur 50 Hz tot en met 1 GHz, bijv. 50 Hz tot en met 100 MHz, 50 Hz tot en met 10 MHz, 50 Hz tot en met 1 MHz en 50 Hz tot en met 100 kHz. De te gebruiken maximale frequentie is onder andere afhankelijk van de gewenste lengte van de kabelsecties. Hoe korter de kabelsectie, hoe hoger de frequentie. Daarnaast zullen er bij een hoge frequentie mogelijk meer signalen in de gemeten waarden te zien zijn.

- 25 Bij voorkeur wordt het sectiepatroon voor iedere kabelsectie bepaald door het op verschillende tijden aanwezig zijn van de signalen in de gemeten waarde, zoals het magnetisch veld of de stroom, waarbij de gemeten waarde op verschillende tijden omvat het signaal direct afkomstig uit een kabelsectie met een afwijking, en ten minste één van de reflecties van het zich in eerste instantie in de andere richting voortplantende signaal gereflecteerd bij een kabeleinde of andere verandering van impedantie. De tijden waarop de signalen worden gemeten zijn afhankelijk van de lengte van de kabel en de signaalvoortplantingssnelheid in de kabel. De
30 voortplantingssnelheid is onder andere afhankelijk van de permittiviteit van het isolatiemateriaal van de mantels van de aders en de kabel en ligt veelal tussen 10% en 100% van de lichtsnelheid.

- 35 Bij voorkeur wordt het sectiepatroon voor iedere kabelsectie verder bepaald door de relatieve grootte van signalen, waarbij de grootte van de signalen kleiner wordt met de voortplantingstijd over de kabel. Daarbij zorgt iedere reflectie voor een vermindering van de signaalgrootte.

Wanneer bijv. de stroom gemeten wordt op één locatie, zullen de signalen die ontstaan in een bepaalde kabelsectie op verschillende tijden aanwezig zijn in de gemeten stroom. Wanneer er bijv. een ontlading in een bepaalde kabelsectie plaats vindt, zal er een signaal in de vorm van een puls in beide langsrichtingen van de kabel voortplanten met een bepaalde snelheid. Op de locatie
 5 waar gemeten wordt, die zich om praktische redenen bij voorkeur in een transformatiehuisje bevindt, zal de puls die zich in de richting van de meetlocatie voortplant op een bepaald tijdstip in de stroom zichtbaar zijn. De pulsen zullen worden gereflecteerd op plekken in de kabel waar de impedantie verandert, zoals bij de kabeleinden. Deze reflecties worden op latere tijden zichtbaar in de stroom gemeten op de meetlocatie. Het patroon in de tijd van de gemeten directe en
 10 gereflecteerde pulsen is kenmerkend voor de kabelsectie waar de oorspronkelijke puls is ontstaan. Door het meten van dit patroon kan derhalve bepaald worden in welke sectie van de kabel een afwijking of verstoring is, waarbij drie pulsen voldoende informatie geven. Het moge duidelijk zijn dat het voorgaande voorbeeld ten aanzien van een puls ook geldt voor andere signalen veroorzaakt door afwijkingen, zoals ruis, en voor andere gemeten waarden, zoals de spanning.

15 Bij voorkeur worden de gemeten waarden geanalyseerd om gemeten waarden per ader te bepalen, waarbij de signalen worden gemeten in de gemeten waarden per ader.

Bij voorkeur worden de signalen gemeten in een 'common mode' en/of één of meer 'differential modes' ten aanzien van de verschillende aders. Een voordeel van het meten van de signalen in de diverse modes is dat signalen beter, of meer signalen, zichtbaar kunnen worden ten
 20 opzichte van bijv. slechts meten in 'common mode'. Een verder voordeel van meten in verschillende modes is dat het mogelijk wordt van de verschillen in signaalvoortplantingsnelheid tussen bijv. 'common' en 'differential' modes gebruik te maken.

Bij voorkeur wordt een tijdsverschil gemeten tussen signalen gemeten in de 'common mode' en de één of meer 'differential modes', waarbij het aanwijzen van een kabelsectie met een
 25 afwijking ook met behulp van het bepaalde tijdsverschil gedaan wordt. Door het verschil in voortplantingssnelheid zal een signaal dat is ontstaan in een kabelsectie met een afwijking op verschillende tijden gemeten worden op een meetlocatie in de verschillende modes. Het tijdsverschil tussen gemeten signalen geeft een verdere mogelijkheid de kabelsectie met een afwijking aan te wijzen.

30 Bij voorkeur wordt het aanwijzen van een defecte kabelsectie gedaan met behulp van een tijdfilter opgebouwd met behulp van de bepaalde signaalpatronen per kabelsectie, waardoor gekeken kan worden naar signalen afkomstig uit een vooraf bepaalde kabelsectie.

Bij voorkeur omvat de werkwijze na de stap van het meten verder het opsommen van de signalen vallende in het bepaalde sectiepatroon per kabelsectie, waarbij het aanwijzen verder
 35 omvat het aanwijzen van een defecte kabelsectie wanneer de opgesomde signalen per kabelsectie boven een bepaalde drempelwaarde liggen, of afwijken ten opzichte van een verwachtingswaarde.

bij voorkeur wanneer de opgesomde signalen van een kabelsectie verschillen met een bepaalde drempelwaarde ten opzichte van de opgesomde signalen van andere kabelsecties, bijv. een gemiddelde waarde of mediaan van de opgesomde signalen van andere kabelsecties. Meer bij voorkeur zijn er meerdere drempelwaarden om meerdere categorieën toe te kunnen passen, zoals

5 bijv. 'hoge prioriteit', 'lage prioriteit' en 'geen prioriteit' ten aanzien van het vervangen van een kabel of kabelsectie. Energiebedrijven kunnen de vereisten zoals drempelwaarden formuleren afhankelijk van hun voorkeuren t.a.v. onderhoud, type kabel etc. etc. Het opsommen van signalen per kabelsectie kan de hoeveelheid data reduceren en kan lokaal weergegeven worden, bijv. op een beeldschermpaneel.

- 10 Bij voorkeur omvat de werkwijze het verzenden van informatie over de status van één of meer kabels, waarbij de stap van het opsommen ervoor zorgt dat de hoeveelheid te verzenden data verkleind kan worden.

- Bij voorkeur worden het sectiepatroon voor iedere kabelsectie en verdere kabelkarakteristieken bepaald door het karakteriseren van de kabel door middel van het meten aan
- 15 de kabel gedurende een bepaalde tijd. Andere mogelijkheden voor het vinden van kabelkarakteristieken omvatten berekeningen of simulaties aan de hand van kenmerken zoals de lengte van de kabel, de hoeveelheid aders, de vorm van de aders, etc.

In een tweede aspect volgens de onderhavige octrooiaanvraag wordt een inrichting verschaft voor het meten aan een vermogenskabel, omvattende:

- 20 - één of meer magnetische sensoren, waarbij de magnetische sensoren zijn ingericht om rondom de vermogenskabel aangebracht te worden en om het magnetisch veld te meten in de tijd in een bepaalde frequentieband;
- processormiddelen voor het verdelen van de vermogenskabel met een bepaalde lengte in een aantal secties van kleinere lengte, het bepalen van een sectiepatroon van signalen die
- 25 in een sectie optreden indien de isolatie van een ader een afwijking vertoont, het aanwijzen van een kabelsectie met een afwijking wanneer de gemeten signalen passen in het bepaalde sectiepatroon voor de kabelsectie; en
- geheugenmiddelen voor het opslaan van de sectiepatronen en gemeten waarden.

- Hoewel meten met behulp van één sensor mogelijk is, omvat de inrichting volgens
- 30 voorkeursuitvoeringsvormen een aantal sensoren dat gelijk is aan het aantal aders vermeerderd met één wanneer de vermogenskabel twee of meer aders omvat.

Bij voorkeur zijn de processormiddelen aangepast om de positie van iedere ader te berekenen. Meer voorkeur zijn de processormiddelen verder aangepast ook de stroom voor iedere ader uit het gemeten magnetisch veld te berekenen.

Bij voorkeur omvat de inrichting communicatiemiddelen voor het verzenden van data, meer voorkeur omvatten de communicatiemiddelen ook middelen voor het ontvangen van instructies of andere data.

5 Bij voorkeur omvat de inrichting verder middelen voor het capacitef meten van de spanning.

De voorgaande en verdere voorkeursuitvoeringsvormen van werkwijzen en inrichtingen volgens de onderhavige uitvinding geven de mogelijkheid voor bijv. netbeheerders kosten te besparen en geven onder andere potentieel inzicht in de conditie van de vermogenskabels (veroudering, risico), de uitval van vermogenskabels en potentiële uitvallocaties.

10 Verdere voordelen, kenmerken en details van de onderhavige uitvinding zullen worden verduidelijkt aan de hand van de navolgende beschrijving van figuren die betrekking hebben op een voorkeursuitvoeringsvorm daarvan, waarin tonen:

Fig. 1 een schematische weergave van de impedantie versus de afstand met corresponderende looptijden van signalen ontstaan in een eerste voorbeeldsectie van een
15 vermogenskabel;

Fig. 2 een weergave van de tijden waarop de signalen zoals in fig. 1 worden gemeten;

Fig. 3 een schematische weergave van de impedantie versus de afstand met corresponderende looptijden van signalen ontstaan in een tweede voorbeeldsectie van een vermogenskabel;

20 Fig. 4 een weergave van de tijden waarop de signalen zoals in fig. 3 worden gemeten;

Fig. 5 een schematisch voorbeeld van gemeten intensiteit versus tijd van signalen ontstaan in de kabelsectie zoals in fig. 2;

Fig. 6 een histogram van opgesomde signalen per kabelsectie van fig. 1 en 3.;

25 Fig. 7 een voorbeelduitvoeringsvorm van een meeteenheid met magnetische sensoren van de inrichting;

Fig. 8 een bovenaanzicht van de voorbeelduitvoeringsvorm van een meeteenheid met magnetische sensoren als in fig. 7;

Fig. 9 een schematische weergave van een meting van het magnetisch veld rondom een vermogenskabel met drie aders; en

30 Fig. 10 een schematische weergave van de verschillende modes van een vermogenskabel met drie en vier aders.

In fig. 1 is schematisch de impedantie versus de afstand weergegeven, waarbij een vermogenskabel, aangeduid als kabel 14, transformatorhuisje A 10 met transformatiehuisje B 12 verbindt en is verdeeld in secties. De secties zijn in het voorbeeld van fig. 1 aangegeven met de
35 verticale lijnen die kabel 14 snijden. Een kabel met een lengte van bijv. 400 meter zal worden verdeeld in secties van bijv. 1 meter, afhankelijk van eigenschappen van de kabel en de meting,

zoals de lengte van de kabel en de frequentieband waarin gemeten wordt. Een signaal 20 ontstaat in kabelsectie 100 en zal zich voortplanten in beide langsrichtingen van kabel 14. Het signaal dat zich in eerste instantie voortplant in de richting van transformatorhuisje A 10 zal de afstand afleggen tussen kabelsectie 100 en meetinrichting 16 en zal worden gemeten door de

- 5 meetinrichting 16. Een tijd t_1 ten opzichte van het ontstaan van het signaal 20 correspondeert met het afleggen van deze afstand. Wanneer bijv. de voortplantingssnelheid en de afgelegde afstand gelijk zijn aan 95% van de lichtsnelheid en 400 m, is t_1 ongeveer 1.4 μ s. Het signaal zal verder propageren en worden gereflecteerd aan kabeleinde 30. Een tijd $t_1 + t_2$ na het ontstaan van het signaal 20 zal deze reflectie worden gemeten door meetinrichting 16. Het signaal dat zich in eerste
- 10 instantie voortplant in de richting van transformatiehuisje B 12 zal worden gereflecteerd aan het kabeleinde 32 en daarna verder propageren in de richting van transformatiehuisje A 10. Verlopen tijd t_3 na het ontstaan van het signaal 20 zal het gereflecteerde signaal worden gemeten bij de meetinrichting 16.

- De bovenstaande opeenvolging van het ontstaan van signaal 20 en de reflecties daarvan
- 15 wordt verder verduidelijkt in fig. 2. Hierin worden de tijden waarop de (gereflecteerde) signalen gemeten worden zoals in fig. 1 weergegeven op een tijd-as. Signaal 20 ontstaat op een bepaald tijdstip, waarna het direct richting transformatiehuisje A propagerende signaal 22 wordt gemeten na tijd t_1 . De reflectie van het signaal, gemeten signaal 34, wordt gemeten op tijd $t_1 + t_2$ na het ontstaan van het signaal 20. Doordat t_2 bekend is door de locatie van meetinrichting 16, is door de
- 20 aanwezigheid van signaal 34 duidelijk dat, in dit voorbeeld, de kabelsectie waarin signaal 20 is ontstaan zich aan de rechterzijde van meetinrichting 12 bevindt. Een derde signaal 35 wordt gemeten na tijd t_3 , waarbij het signaal allereerst richting transformatiehuisje B propageerde, daar gereflecteerd werd aan kabeleinde 32 en daarna propageerde in de richting van de meetinrichting 16. Na het meten van signaal 35 is er voldoende informatie de kabelsectie waarin signaal 20 is
- 25 ontstaan te berekenen. Verdere reflecties, zoals gemeten signaal 36 op tijd $t_3 + t_2$, kunnen ook gemeten worden afhankelijk van de meetgevoeligheid en de intensiteit van de gereflecteerde signalen. Gezien het bovenstaande, geven de tijden waarop de verschillende (gereflecteerde) signalen worden gemeten door de meetinrichting 16 geven een patroon van de kabelsectie, in dit geval kabelsectie 100, waarin het signaal in eerste instantie is ontstaan.

- 30 Verdere reflecties van signaal 20 die zich in de gemeten waarde bevinden kunnen het meten bemoeilijken van signalen zoals signaal 20 die later ontstaan. Aangezien de kabelsectie na signaal 35 berekend kan worden is het ook mogelijk om verdere reflecties van signaal 20 te voorspellen en daarna weg te filteren uit de gemeten waarde. Hierdoor kunnen nieuwe signalen makkelijker gemeten worden.

- 35 Zo ontstaat er een ander patroon wanneer een signaal 24 ontstaat door een afwijking of defect dat zich in een andere kabelsectie 101 bevindt, zoals weergegeven in fig. 3. Nu wordt door

de meetinrichting 16 allereerst het signaal dat zich in eerste instantie voortplant in de richting van transformatorhuisje A 10 zal op een bepaald tijdstip worden gemeten door de meetinrichting 16, en wel op een tijd t_1 na het ontstaan van het signaal 24. Dit signaal zal verder propageren en worden gereflecteerd aan kabeleinde 30. Een tijd $t_1 + t_2$ na het ontstaan van het signaal 24 zal deze reflectie
 5 worden gemeten door meetinrichting 16. Het signaal dat zich in eerste instantie voortplant in de richting van transformatiehuisje B 12 zal worden gereflecteerd aan het kabeleinde 32 en daarna verder propageren in de richting van transformatiehuisje A 10. Verlopen tijd t_3 na het ontstaan van het signaal 24 zal het gereflecteerde signaal worden gemeten bij de meetinrichting 16.

De bovenstaande opeenvolging van het ontstaan van signaal 24 en de reflecties daarvan
 10 wordt verder verduidelijkt in fig. 4. Hierin worden de tijden waarop de (gereflecteerde) signalen gemeten worden zoals in fig. 3 weergegeven op een tijd-as. Signaal 24 ontstaat op een bepaald tijdstip, waarna het direct richting transformatiehuisje A propagerende signaal 26 wordt gemeten na tijd t_1 . De reflectie van het signaal 36 wordt gemeten op tijd $t_1 + t_2$ na het ontstaan van het signaal 24. Een derde signaal 37 wordt gemeten na tijd t_3 , waarbij het signaal allereerst richting
 15 transformatiehuisje B propageerde, daar gereflecteerd werd aan het kabeleinde 32 en daarna propageerde in de richting van de meetinrichting 16. Een signaal met oorsprong kabelsectie 101 geeft aldus een duidelijk ander patroon dan een signaal met oorsprong kabelsectie 100. Met behulp van één meetinrichting 16 kan derhalve worden bepaald in welke kabelsectie zich waarschijnlijk een afwijking bevindt.

Fig. 5 geeft het gemeten patroon 102 weer dat correspondeert met kabelsectie 100 aan de
 20 hand van de gemeten intensiteit versus de tijd. Het patroon 102 ontstaat door het meten van de signalen zoals in fig. 2 en 4. Hierin worden signalen 22, 34, 35 en 36 gemeten op bepaalde tijden, wat de kabelsectie 100 karakteriseert. De intensiteit van de verschillende signalen vermindert voor iedere opeenvolgende reflectie, waarbij de vermindering afhankelijk is van de kabellengte,
 25 impedantie en andere eigenschappen van de kabel. Op basis van de patronen, eventueel inclusief relatieve intensiteiten, van de verschillende kabelsecties kunnen filters gemaakt worden waardoor signalen kunnen worden opgesomd per kabelsectie.

Fig. 6 geeft een voorbeeld weer van het opsommen van gemeten signalen van een kabel
 zoals in fig. 1 en 3 die verdeeld is in twaalf secties. In dit voorbeeld heeft de kabel twee secties
 30 100, 101 die één of meer afwijkingen omvatten. Het opsommen van gemeten signalen die passen bij het patroon per sectie, met als voorbeeld het patroon voor sectie 100 zoals in fig. 5, is in de vorm van een histogram weergegeven.

Het meten van signalen en het bepalen van data zoals in de histogram van fig. 5 kunnen
 worden gedaan door de inrichting volgens het tweede aspect van de onderhavige octrooiaanvraag,
 35 waarbij de inrichting is aangepast om toegepast te kunnen worden binnen een transformatorhuisje. Hierdoor kan de hoeveelheid data lokaal worden gereduceerd ten opzichte van de in eerste instantie

gemeten waarden, wat bij hoge frequentie kan gebeuren, bijv. 1 MHz of 200 MHz. De gemeten data kunnen ook worden omgezet naar andere gereduceerde waarden, afhankelijk van de gewenste informatie door de gebruiker. De verticale as van fig. 6, weergegeven als N, kan bijv. zijn de opgesomde intensiteit van signalen afkomstig uit de bijbehorende secties. Er kan bijv. ook
 5 bijgehouden worden wanneer de gemeten signalen per sectie boven een vooraf bepaalde drempelwaarde vallen, waarna N voor de sectie wordt verhoogd met een vooraf bepaald getal.

De gereduceerde data zoals de data van het histogram in fig. 6 kunnen periodiek worden verzonden naar een centraal punt of naar de gebruiker, om zo te kunnen beoordelen wat de status is van een bepaalde kabel, in dit voorbeeld kabel 14, en aan de hand daarvan te kunnen beslissen of
 10 onderhoud nodig is.

Fig. 7 en 8 geven een voorkeursuitvoeringsvorm weer van een sensoreenheid 400 omvattende magnetische sensoren zoals beschreven in het tweede aspect van de onderhavige octrooiaanvraag. In het bovenaanzicht van fig. 8 omvat vermogenskabel 401 drie aders 402, 404, 406. Sensoreenheid 400 wordt om kabel 401 aangebracht en omvat vier sensoren 410, 412, 414,
 15 416 om het magnetisch veld rondom de kabel door middel van inductiestromen te meten. Dit zijn voldoende meetpunten om de stroom en positie van de drie aders 402, 404, 406 te bepalen. De vorm en grootte van de meetinrichting kunnen worden aangepast afhankelijk van de toepassing. Verder kan het magnetisch veld per sensor in twee richtingen tegelijk gemeten worden, bijv. in hoofdzaak haaks op elkaar.

Fig. 9 geeft een schematische dwarsdoorsnede weer van vermogenskabel 401 met aders 402, 404, 406. De bij de vier sensoren (aangeduid met een 's') gemeten magnetisch velden worden weergegeven met pijlen die de richting en grootte van het magnetisch veld aangeven. De gemeten magnetische velden zijn de som van de magnetische velden geïnduceerd door iedere ader. Zoals in fig. 9 schematisch is weergegeven, is bijv. gemeten magnetisch veld 604 de som van magnetische
 25 velden 502, 504 en 506 die door aders 402, 404 en 406 geïnduceerd worden, waarbij de magnetische velden 502, 504, 506 niet op schaal zijn weergegeven.

Door het meten op, in dit voorbeeld, vier locaties voor drie aders kunnen de stroom en positie bepaald worden van de drie aders, aangezien het door de aders geïnduceerde magnetische veld gemeten door de sensoren proportioneel is met de stroom en de inverse van de afstand van de
 30 respectievelijke ader, zoals bekend zal zijn voor de vakman.

In Fig. 10 worden de verschillende modes waarin gemeten kan worden schematisch weergegeven. De gemeten waarden van de aders worden vermenigvuldigd met de getallen (1 of -1) die weergegeven zijn binnen de aders en daarna gesommeerd. Vak 701 geeft 'common modes' weer voor kabels met drie en vier aders, waarbij de gemeten waarden van alle aanwezige aders
 35 worden opgeteld. Vakken 702, 703 en 704 geven voorbeelden van 'differential modes' weer, waarbij de voortplantingssnelheid anders is dan voor de 'common mode' 701. De in vak 704

weergegeven 'differential mode' voor de kabel met vier aders heeft een andere voortplantingssnelheid dan de 'differential modes' van vakken 702 en 703.

- De signaalvoortplantingssnelheid is zonder verlies voor een kabel gelijk aan $v = (L \cdot C)^{-0.5}$, waarbij door de koppeling tussen de aders de inductie L en capaciteit C matrices zijn. De
- 5 koppeling zorgt derhalve voor verschillende voortplantingssnelheden voor de verschillende modes. De snelheden voor de verschillende modes kunnen berekend worden met behulp van de eigenwaarden van het product van de matrices L en C. Hierbij is $L \cdot C = T \cdot V \cdot T^{-1}$, waarbij V een diagonaalmatrix is met daarin de eigenwaarden van L · C en T een transformatiematrix is. De signaalvoortplantingssnelheden kunnen worden berekend met $v = (V)^{-0.5}$, waarbij een snelheid per
- 10 eigenwaarde, ofwel per mode, wordt gevonden.

- Een voorbeeldberekening voor gelijkstroom van de verschillende voortplantingssnelheden voor een laagspanningskabel (type V-VMvKhsas 0,6/1 kV NEN 3616) met vier aders heeft het volgende indicatieve resultaat. De snelheid van de 'differential mode' 704 in fig. 10 is in dit voorbeeld $0.32 \times c$, waarbij c de lichtsnelheid is, terwijl de voortplantingssnelheid in de 'differential
- 15 modes' 702 en 703 gelijk is aan $0.30 \times c$. In dit rekenvoorbeeld is de voortplantingssnelheid van de 'common mode' 701 gelijk aan $0.40 \times c$, hoger dan de andere modes 702-704. De voortplantingssnelheden zijn onder andere afhankelijk van kabeleigenschappen zoals het gebruikte isolatiemateriaal rond de aders en kunnen per kabel verschillen. De snelheid voor de 'common mode' zou bijv. ook lager kunnen zijn dan de snelheden van de 'differential modes'. Daarnaast
- 20 zullen de voortplantingssnelheden voor wisselstroom ook verschillen ten opzichte van deze voorbeeldberekening voor gelijkstroom.

- Door het verschil in voortplantingssnelheid van de diverse modes wordt een signaal op verschillende tijden gemeten voor de diverse modes. Het tijdsverschil tussen de gemeten tijden voor de diverse modes geeft een directe aanwijzing van de kabelsectie waar het oorspronkelijk
- 25 signaal is ontstaan.

De onderhavige uitvinding is niet beperkt tot de boven beschreven voorkeursuitvoeringsvormen daarvan; de gevraagde rechten worden bepaald door de navolgende conclusies binnen de strekking waarvan velerlei modificaties denkbaar zijn.

Conclusies

1. Werkwijze voor het detecteren van afwijkingen in een in gebruik zijnde stroom- of vermogenskabel, bij voorkeur een middenspanningskabel, bijvoorbeeld geschikt voor een spanning van 10 kV, omvattende meerdere geleidende aders, de werkwijze omvattende de volgende stappen:

- het verdelen van de vermogenskabel met een bepaalde lengte in een aantal kabelsecties van kleinere lengte;
 - het bepalen van een sectiepatroon van signalen die in een sectie optreden indien de isolatie van een ader een afwijking vertoont, waarbij het sectiepatroon voor iedere kabelsectie wordt bepaald door het op verschillende tijden aanwezig zijn van de signalen in de gemeten waarde;
 - het meten van de grootte van signalen in de tijd in een bepaalde frequentieband;
 - en
 - het aanwijzen van een kabelsectie met een afwijking wanneer de gemeten signalen passen in het bepaalde sectiepatroon voor de kabelsectie,
- waarbij de signalen worden gemeten op één locatie, waarbij de signalen worden gemeten in gemeten waarden van het van de kabel afkomstige magnetisch veld, waarbij de signalen worden gemeten in een 'common mode' en één of meer 'differential modes' ten aanzien van de geleidende aders.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de gemeten signalen signalen omvatten afkomstig van één of meer afwijkingen in één of meer kabelsecties van de kabel, waarbij de signalen zich in beide langsrichtingen van de kabel en met een bepaalde snelheid voortplanten door de één of meer geleidende aders van de kabel en gereflecteerd worden aan kabeleinden of andere veranderingen van impedantie.

3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, waarbij de gemeten waarden worden geanalyseerd om de gemeten waarden per ader te bepalen, waarbij de signalen worden gemeten in de gemeten waarden per ader.

4. Werkwijze volgens conclusie 1, verder omvattende het bepalen van een tijdsverschil tussen signalen gemeten in de 'common mode' en de één of meer 'differential modes', waarbij het aanwijzen van een kabelsectie met een afwijking ook met behulp van het bepaalde tijdsverschil gedaan wordt.

5. Werkwijze volgens een van conclusies 1 tot en met 4, waarbij wordt gemeten in een frequentieband van 50 Hz tot en met 10 GHz, meer voorkeur 50 Hz tot en met 1 GHz.

6. Werkwijze volgens een van conclusies 1 tot en met 5, waarbij de gemeten
5 waarde op verschillende tijden omvat het signaal direct afkomstig uit de kabelsectie met een afwijking en ten minste één van de reflecties van het zich in eerste instantie in de andere richting voortplantende signaal gereflecteerd bij een kabeleinde of andere verandering van impedantie.

7. Werkwijze volgens een van conclusies 1 tot en met 6, waarbij het aanwijzen van
10 een defecte kabelsectie wordt gedaan met behulp van een tijdfilter opgebouwd met behulp van de bepaalde signaalpatronen per kabelsectie.

8. Werkwijze volgens een van conclusies 1 tot en met 7, waarbij de werkwijze na
15 de stap van het meten verder het opsommen omvat van de signalen vallende in het bepaalde sectiepatroon per kabelsectie; en

waarbij het aanwijzen verder omvat het aanwijzen van een defecte kabelsectie wanneer de opgesomde signalen van een kabelsectie verschillen met een bepaalde drempelwaarde ten opzichte van de opgesomde signalen van andere kabelsecties.

9. Werkwijze volgens een van conclusies 1 tot en met 10, waarbij de werkwijze
20 verder omvat het verzenden van informatie over de status van één of meer kabels.

10. Werkwijze volgens een van conclusies 1 tot en met 9, waarbij het sectiepatroon
voor iedere kabelsectie en verdere kabelkarakteristieken worden bepaald door het karakteriseren
25 van de kabel door middel van het meten aan de kabel gedurende een bepaalde tijd.

11. Inrichting voor het meten aan een vermogenskabel, omvattende:

- één of meer magnetische sensoren, waarbij de magnetische sensoren zijn
30 ingericht om rondom de vermogenskabel te worden aangebracht en om het magnetisch veld meten in de tijd in een bepaalde frequentieband;

- processormiddelen voor het verdelen van de kabel met een bepaalde lengte in een
aantal secties van kleinere lengte, het bepalen van een sectiepatroon van signalen die in een sectie
optreden indien de isolatie van een ader een afwijking vertoont, het aanwijzen van een kabelsectie
met een afwijking wanneer de gemeten signalen passen in het bepaalde sectiepatroon voor de
35 kabelsectie; en

- geheugenmiddelen voor het opslaan van de sectiepatronen en gemeten waarden.

12. Inrichting volgens conclusie 11, waarbij de inrichting een aantal sensoren omvat dat gelijk is aan het aantal aders vermeerderd met één wanneer de vermogenskabel twee of meer aders omvat, waarbij de processor naast de stroom lopende door iedere ader ook de positie

5 van de aders berekent.

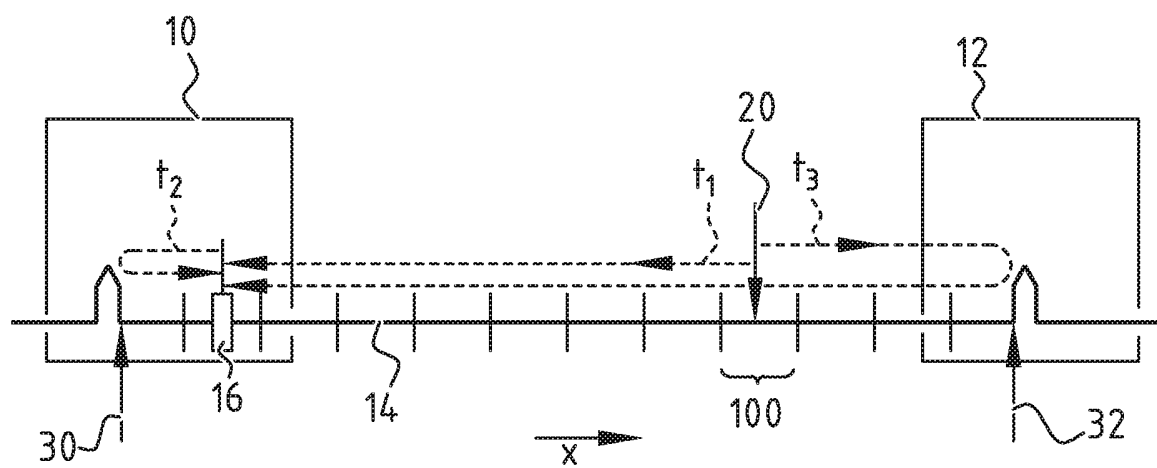


FIG. 1

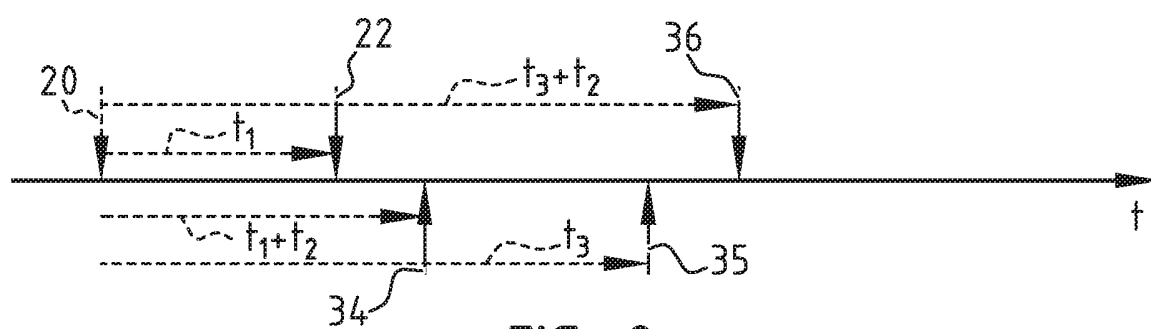
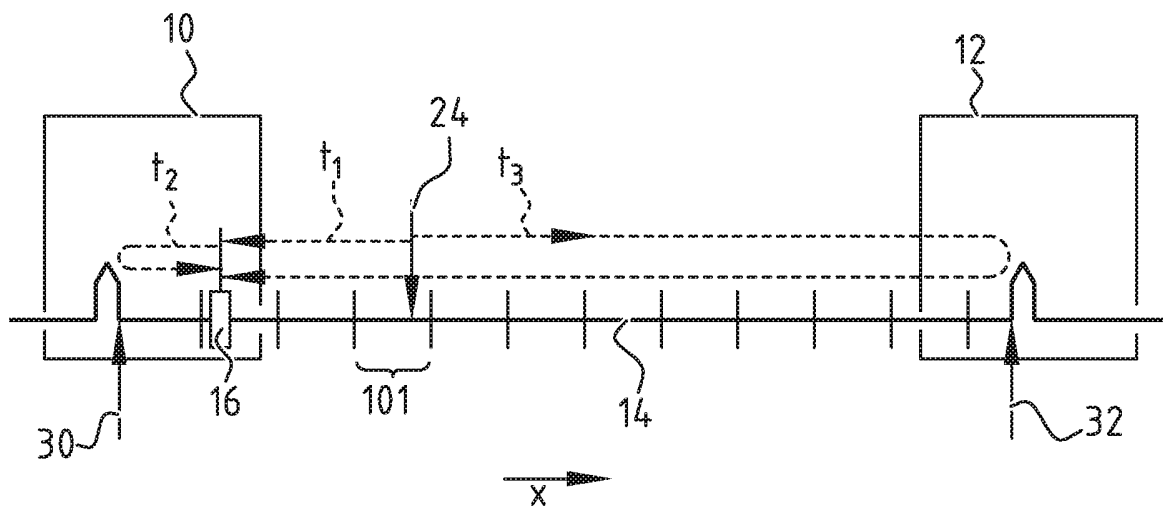
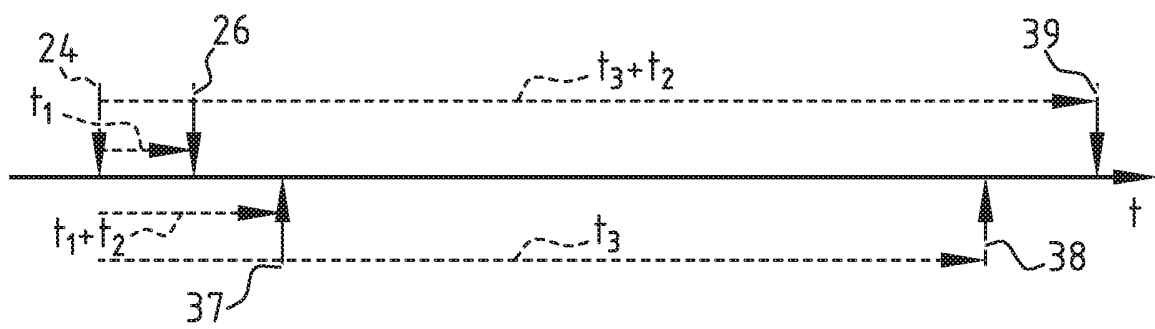


FIG. 2

FIG. 3FIG. 4

3/5

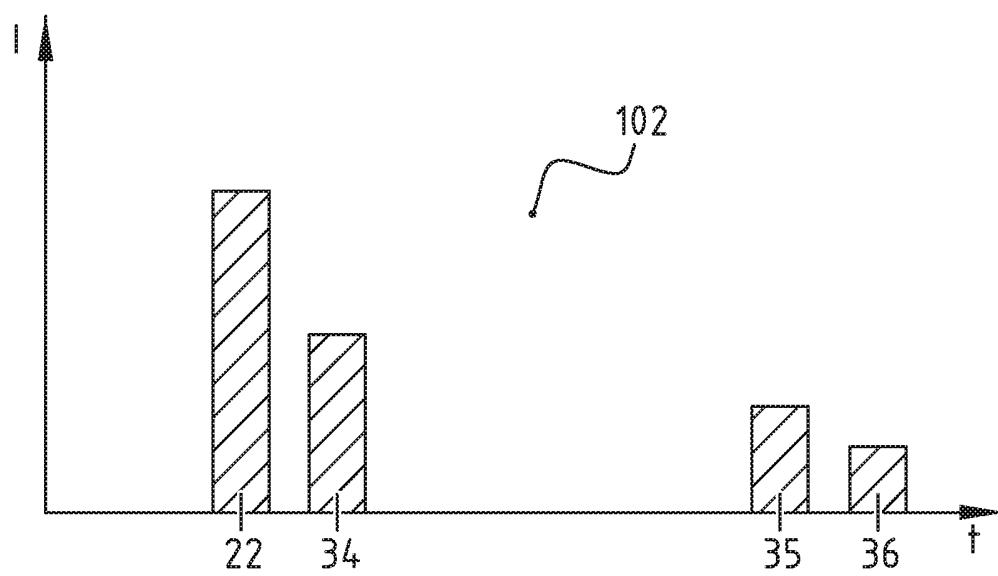


FIG. 5

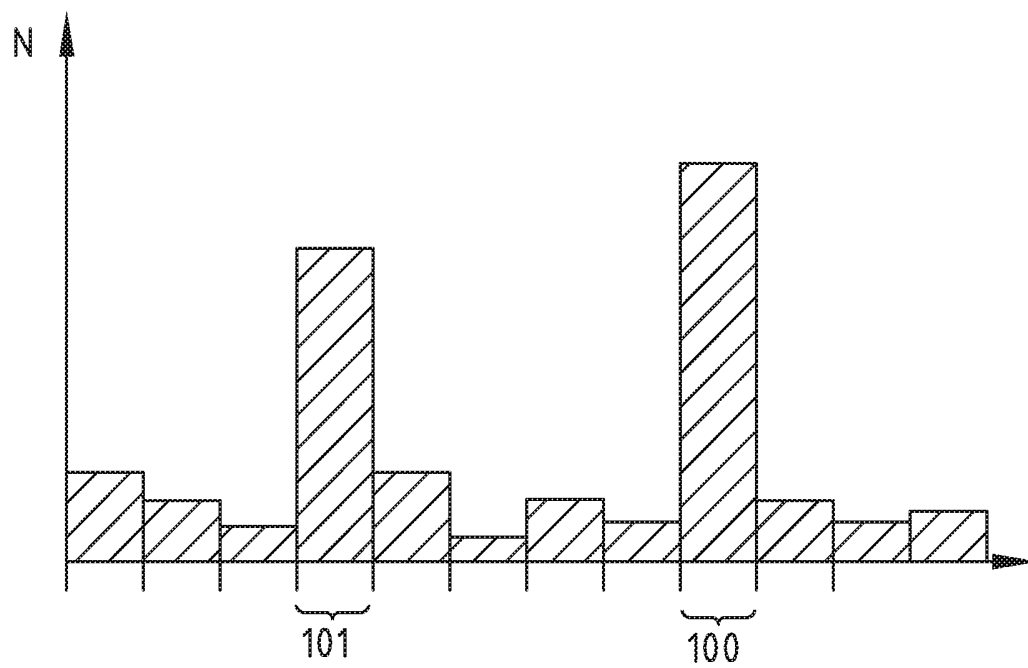


FIG. 6

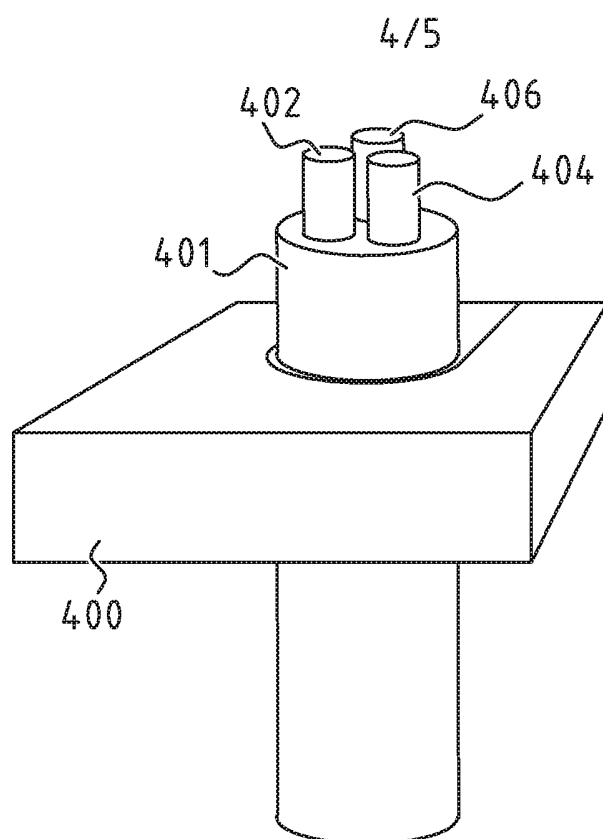


FIG. 7

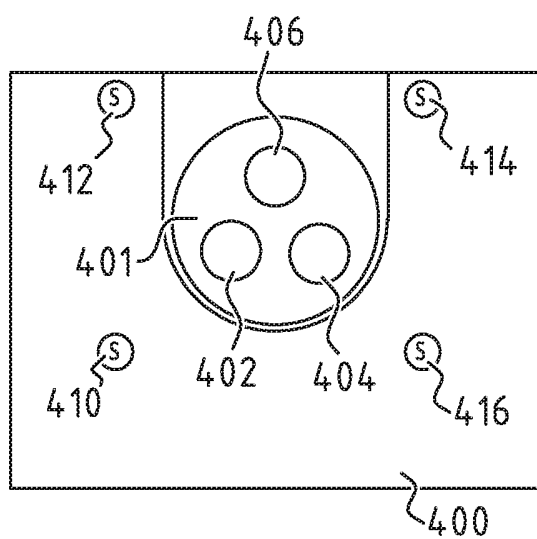


FIG. 8

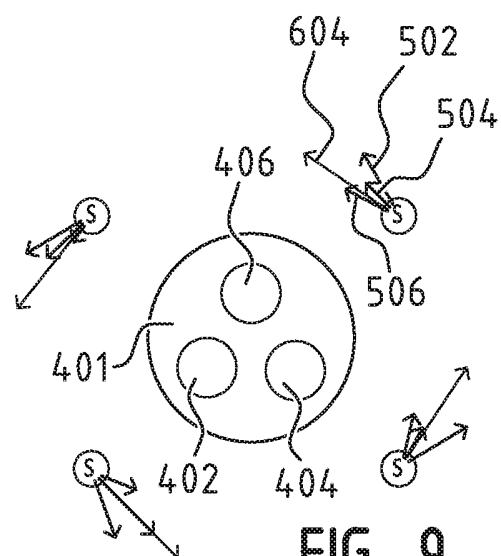
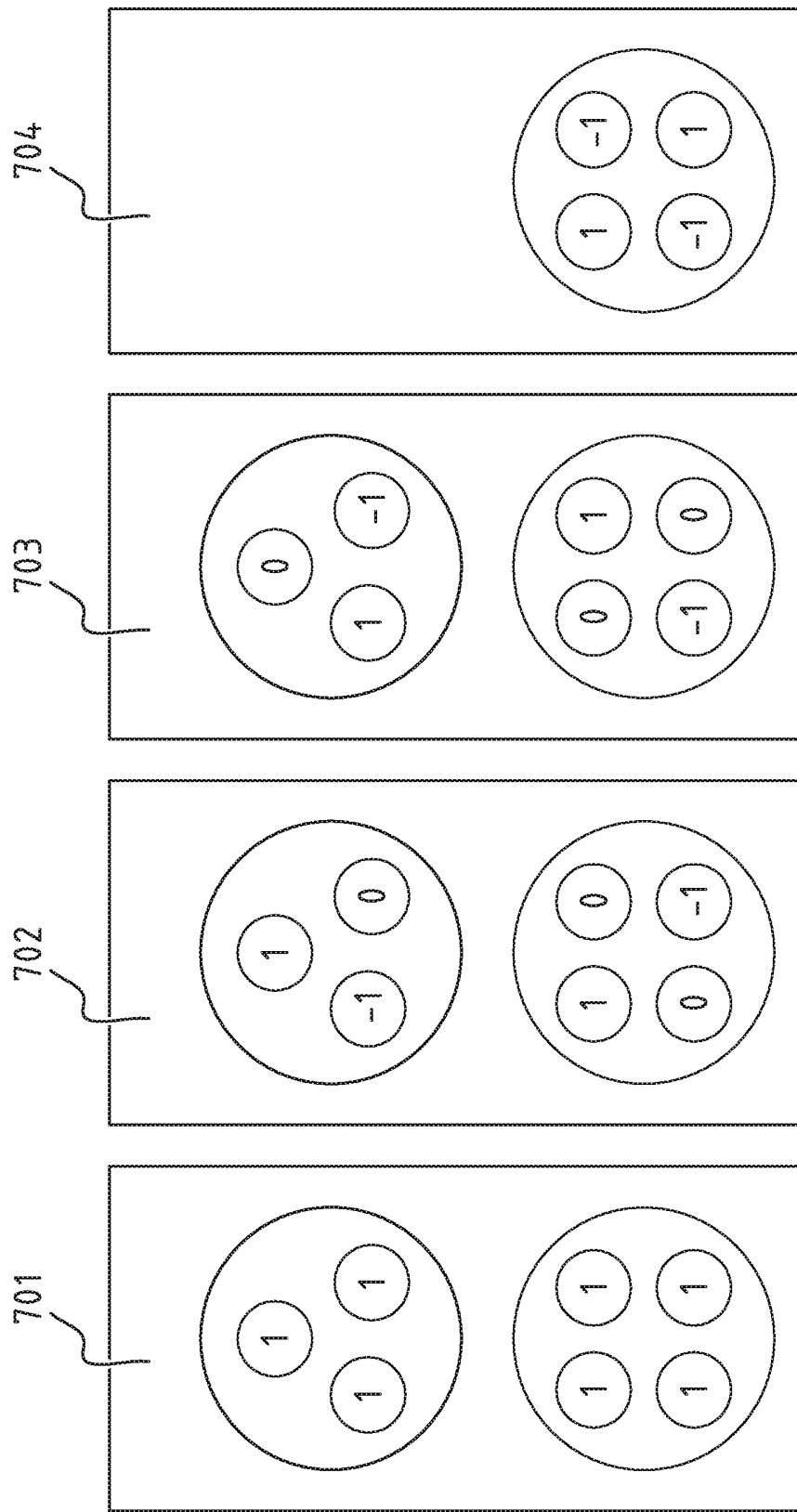


FIG. 9

FIG. 10

Uittreksel

De uitvinding betreft een werkwijze en inrichting voor het detecteren van afwijkingen in een stroomkabel omvattende
5 één of meer geleidende aders, de werkwijze omvattende de volgende stappen:

- het verdelen van de stroomkabel met een bepaalde lengte in een aantal kabelsecties van kleinere lengte;
- het bepalen van een sectiepatroon van signalen
10 die in een sectie optreden indien de isolatie van een ader een afwijking vertoont;
- het meten van de grootte van signalen in de tijd in een bepaalde frequentieband;
- het aanwijzen van een kabelsectie met een
15 afwijking wanneer de gemeten signalen passen in het bepaalde sectiepatroon voor de kabelsectie.

SAMENWERKINGSVERDRAG (PCT)

RAPPORT BETREFFENDE NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

IDENTIFICATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE	KENMERK VAN DE AANVRAGER OF VAN DE GEMACHTIGDE
	H/2SP26/CSK/1
Nederlands aanvraag nr.	Indieningsdatum
2016171	28-01-2016
	Ingeroepen voorrangsdatum
Aanvrager (Naam)	
Technolution B.V.	
Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type	Door de Instantie voor Internationaal Onderzoek aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr.
09-04-2016	SN66109
I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven)	
Volgens de internationale classificatie (IPC)	
G01R31/08;G01R31/11;G01N27/20	
II. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK	
Onderzochte minimumdocumentatie	
Classificatiesysteem	Classificatiesymbolen
IPC	G01R;G01N
Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen	
III. ☐	GEEN ONDERZOEK MOGELIJK VOOR BEPAALDE CONCLUSIES (opmerkingen op aanvullingsblad)
IV. ☐	GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING (opmerkingen op aanvullingsblad)

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek

NL 2016171

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP

INV. G01R31/08 G01R31/11 G01N27/20
ADD.

Volgens de Internationale Classificatie van octrooien (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC.

B. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)

G01R G01N

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

Tijdens het onderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gebruikte trefwoorden)

EPO-Internal, WPI Data

C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie *	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
X	US 2006/181283 A1 (WAJECER DANIEL [IL] ET AL) 17 augustus 2006 (2006-08-17) * alineas [0037] - [0051]; figuren 1,2 *	1-15
X	WO 2015/078716 A1 (HAGENUK KMT KABELMESSTECHNIK GMBH [DE]) 4 juni 2015 (2015-06-04) * samenvatting; figuren 1-4 * * bladzijde 7, regel 4 - bladzijde 9, regel 21 *	1-15
X	EP 1 094 324 A2 (ABB SUBSTATION AUTOMATION OY [FI]) 25 april 2001 (2001-04-25) * samenvatting; figuren 22,24 * * alineas [0012], [0043] - [0047] *	1-15
	----- -/-	



Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.



Leden van dezelfde octrooifamilie zijn vermeld in een bijlage

*** Speciale categorieën van aangehaalde documenten**

"A" niet tot de categorie X of Y behorende literatuur die de stand van de techniek beschrijft

"D" in de octrooiaanvraag vermeld

"E" eerdere octrooi(aanvraag), gepubliceerd op of na de indieningsdatum, waarin dezelfde uitvinding wordt beschreven

"L" om andere redenen vermelde literatuur

"O" niet-schriftelijke stand van de techniek

"P" tussen de voorrangsdatum en de indieningsdatum gepubliceerde literatuur

"T" na de indieningsdatum of de voorrangsdatum gepubliceerde literatuur die niet bezwaarlijk is voor de octrooiaanvraag, maar wordt vermeld ter verheldering van de theorie of het principe dat ten grondslag ligt aan de uitvinding

"X" de conclusie wordt als niet nieuw of niet inventief beschouwd ten opzichte van deze literatuur

"Y" de conclusie wordt als niet inventief beschouwd ten opzichte van de combinatie van deze literatuur met andere geciteerde literatuur van dezelfde categorie, waarbij de combinatie voor de vakman voor de hand liggend wordt geacht

"Z" lid van dezelfde octrooifamilie of overeenkomstige octrooipublicatie

Datum waarop het onderzoek naar de stand van de techniek van internationaal type werd voltooid

15 september 2016

Verzenddatum van het rapport van het onderzoek naar de stand van de techniek van internationaal type

Naam en adres van de instantie

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

De bevoegde ambtenaar

Passier, Martinus

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek

NL 2016171

C.(Vervolg). VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie *	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
A	US 4 887 041 A (MASHIKIAN MATTHEW S [US] ET AL) 12 december 1989 (1989-12-12) * samenvatting; figuren 1,4 * * kolom 4, regels 12-28 * *****	1-15

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek

NL 2016171

In het rapport genoemd octrooigescrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
US 2006181283	A1	17-08-2006	GEEN
WO 2015078716	A1	04-06-2015	CN 105765392 A 13-07-2016 DE 102013224573 B3 02-10-2014 EP 3074781 A1 05-10-2016 WO 2015078716 A1 04-06-2015
EP 1094324	A2	25-04-2001	DE 60020050 D1 16-06-2005 DE 60020050 T2 26-01-2006 EP 1094324 A2 25-04-2001 US 6448782 B1 10-09-2002
US 4887041	A	12-12-1989	GEEN

WRITTEN OPINION

File No. SN66109	Filing date <i>(day/month/year)</i> 28.01.2016	Priority date <i>(day/month/year)</i>	Application No. NL2016171
International Patent Classification (IPC) INV. G01R31/08 G01R31/11 G01N27/20			
Applicant Technolution B.V.			

This opinion contains indications relating to the following items:

- ☒ Box No. I Basis of the opinion
- ☐ Box No. II Priority
- ☐ Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- ☐ Box No. IV Lack of unity of invention
- ☒ Box No. V Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- ☐ Box No. VI Certain documents cited
- ☐ Box No. VII Certain defects in the application
- ☐ Box No. VIII Certain observations on the application

	Examiner Passier, Martinus
--	-------------------------------

WRITTEN OPINION

Application number
NL2016171

Box No. I Basis of this opinion

1. This opinion has been established on the basis of the latest set of claims filed before the start of the search.
2. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the application and necessary to the claimed invention, this opinion has been established on the basis of:
 - a. type of material:
 - ☐ a sequence listing
 - ☐ table(s) related to the sequence listing
 - b. format of material:
 - ☐ on paper
 - ☐ in electronic form
 - c. time of filing/furnishing:
 - ☐ contained in the application as filed.
 - ☐ filed together with the application in electronic form.
 - ☐ furnished subsequently for the purposes of search.
3. ☐ In addition, in the case that more than one version or copy of a sequence listing and/or table relating thereto has been filed or furnished, the required statements that the information in the subsequent or additional copies is identical to that in the application as filed or does not go beyond the application as filed, as appropriate, were furnished.
4. Additional comments:

Box No. V Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty	Yes: Claims	14, 15
	No: Claims	1-13
Inventive step	Yes: Claims	
	No: Claims	1-15
Industrial applicability	Yes: Claims	1-15
	No: Claims	

2. Citations and explanations

see separate sheet

Re Item V

Prior art

1 Reference is made to the following documents:

D1	US 2006/181283 A1
D2	WO 2015/078716 A1
D3	EP 1 094 324 A2
D4	US 4 887 041 A

Technical field

2 The application relates to detecting insulation faults in power cables.

Novelty and inventive step

3 The subject-matter of **claim 1** is not novel in view of any of **D1-D3**.

3.1 Particular reference is made to **D1**: [0041], [0051], figs. 1, 2, **D2**: p. 7-9, figs. 1-4, and **D3**: [0043]-[0047], figs. 22, 24. These respective disclosures of determining section patterns for different cable sections, subsequent matching of a measured signal to a specific determined section pattern and determining the location of the fault from that match between the measured signal and the particular section pattern are so unambiguous that no further explanation is deemed necessary.

4 The subject-matter of **claim 14** is novel, because the available documents **D1-D4** do at least not disclose a magnetic sensor to be applied around a cable.

5 The subject-matter of **claim 14** does not involve an inventive step.

5.1 The difference between **claim 14** and any of **D1-D3** (see also point 3.1) is that the claim defines a magnetic sensor to be applied around a cable, whereas in **D1-D3** different sensors are employed to detect the signals from the cable.

Because magnetic sensors and their advantages are well-known and commonly used in the art of detecting signals from power cables, a magnetic sensor is merely an obvious and straightforward alternative without any unexpected effect for the sensors used in **D1-D3**.

- 6 No inventive contribution is recognised in any of **claims 2-13 and 15**, since the features of these claims are either disclosed in one or more of **D1-D4**, are rendered obvious from these documents or are simply trivial features common in the art or well within the scope of capability of the skilled person.

Industrial applicability

- 7 The subject-matter of **claims 1-15** is industrially applicable.

Other

- 8 The wording "waarbij de magnetische sensoren rondom een kabel worden aangebracht" in **claim 14** suggests that a cable is part of the claimed subject-matter. However, a cable is not clearly claimed as part of the "inrichting voor het meten van een kabel". It is therefore unclear whether a cable is actually part of the claimed subject-matter or not.
- 9 There are no reference signs in the claims.
- 10 **D1-D4** are not acknowledged in the description.