



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UTBM

DOMANDA NUMERO	101996900552195
Data Deposito	29/10/1996
Data Pubblicazione	29/04/1998

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	B		

Titolo

RIVESTIMENTO TUBOLARE BISTRATO PER COMPONENTI ELETTRICI, IN PARTICOLARE TERMINALI PER CAVI ELETTRICI, E RELATIVO METODO DI FABBRICAZIONE E MONTAGGIO

Descrizione dell'invenzione dal titolo: "Rivestimento tubolare elastico bistrato per componenti elettrici, in particolare terminali per cavi elettrici, e relativo metodo di fabbricazione e montaggio"

a nome PIRELLI CAVI S.p.A.

- 5 La presente invenzione si riferisce ai rivestimenti di isolamento o protezione per componenti elettrici, quali ad esempio terminali per cavi elettrici, scaricatori di tensione o isolatori compositi, in particolare ai rivestimenti calzabili ed elasticamente serrabili al componente elettrico stesso, al relativo metodo di fabbricazione e più in particolare a terminali elastici per cavi comprendenti tali rivestimenti e metodo di montaggio.
- 10 In una forma di realizzazione nota da "New Prefabricated Accessories for 64-154 kV Crosslinked Polyethylene Cables" (Underground Transmission and Distribution Conference, 1974, pagg. 224-232), un terminale per esterno comprende, in particolare, una piastra di base, cui è vincolata la base di un rivestimento isolante formato da un corpo alettato in porcellana, alla cui estremità superiore è collegato, attraverso adatti mezzi di supporto e
- 15 connessione, il conduttore del cavo; un elettrodo di terra ed un cono di controllo di campo, in materiale polimerico, è forzato sulla superficie dell'isolamento del cavo entro un cilindro in resina epossidica, in corrispondenza al suo ingresso nel corpo alettato, mentre lo spazio libero all'interno del corpo alettato è riempito di olio isolante.

Tale olio isolante all'interno del rivestimento di porcellana ha lo scopo di eliminare

20 l'aria, soggetta ad un possibile fenomeno di ionizzazione dove il campo elettrico è più elevato, con conseguente compromissione dell'integrità del terminale.

La sostituzione della porcellana nel terminale, come è noto ad esempio da CIGRE' 1992, 21-201, con titolo "Synthetic Terminations for High Voltage Cables - Assessment of Service Life", viene realizzata ricorrendo all'uso di tubi (cilindrici e/o conici) in vetro-resina

rivestiti di gomma isolante anti-tracking, che deve garantire sia la protezione della parte sottostante contro la penetrazione di umidità, sia fornire la necessaria linea di fuga (profilo ad alette) alle correnti superficiali. In tal caso, tuttavia, si continua a utilizzare l'olio isolante.

Nel seguito, ai fini della presente domanda, per "tracking", o traccia superficiale, si intende, come definito nella norma IEC 1109 del 1992 dal titolo "Composite insulators for a.c. overhead lines with a nominal voltage greater than 1000V. Definitions, test methods and acceptance criteria", una degradazione irreversibile della superficie del materiale isolante, con formazione di percorsi conduttivi anche in condizioni asciutte.

Esempi di rivestimenti in gomma isolante anti-tracking per componenti elettriche sono noti nell'arte. Ad esempio, tali rivestimenti per cavi ad isolante estruso denominati "terminali secchi" perché privi sia del rivestimento di porcellana sia dell'olio isolante, sono descritti nell'articolo "Outdoor and incorporated terminations for extruded synthetic cables up to 400 kV", di F. Gahungu, JM. Delcoustal, J. Brouet, presentato all'Jicable 1995. In tale articolo si descrivono applicazioni per uso all'interno di cabine (per tensioni fino a 90 kV) ed applicazioni per collegamenti temporanei all'esterno.

Nella domanda EP 95 106 910.3 viene descritto un terminale secco autoportante per cavo elettrico destinato all'impiego all'aperto per tensioni tra 10 e 245 kV ed oltre, provvisto di un rivestimento in materiale elastomerico calzato su di un elemento tubolare. Tuttavia, particolarmente in applicazioni ad alta tensione, cioè con tensioni maggiori o uguali di 60 kV, la richiedente ha osservato che tale rivestimento può presentare un precoce degrado se esso è calzato in condizioni di forte interferenza.

Tra i materiali impiegabili per realizzare rivestimenti isolanti per applicazioni in terminali da esterno sono individuati due tipi fondamentali: elastici e termoretraibili. I primi sono costituiti da elastomeri che presentano la capacità di realizzare manufatti in grado di essere

calzati con interferenza sull'estremità del cavo o su un simile corpo di supporto e di mantenere nel tempo una pressione prefissata contro di esso; gli altri, invece, consentono di realizzare manufatti che sono predilatati in fabbrica e che, per la loro applicazione, richiedono l'uso di sorgenti di calore, generalmente fiamma a gas.

- 5 Esempi di dispositivi noti che adottano materiali termoretraibili sono quelli descritti nell'articolo "Heat-shrinkable terminations for 66 kV polymeric cables" di J.W. Weatherley R.A. John, M.H. Parry, presentato alla IEE London Power & Accessories 10 kV÷180 kV, Novembre 1986.

10 I tipi termoretraibili, sia pure in uso, non sono pienamente desiderabili perché l'impiego di una fiamma da essi richiesto presenta problemi non solo per motivi di praticità e sicurezza, ma anche per la difficoltà di assicurare un corretto ritorno alle dimensioni iniziali del rivestimento, qualora il riscaldamento non sia eseguito con particolare cura e destrezza.

 I prodotti "retraibili a freddo", o "elastici", comprendono preferibilmente mescole a base di EPR oppure a base di gomma siliconica.

- 15 Ai fini della presente descrizione con EPR si intendono mescole a base di polimeri di etilene-propilene, che comprendono in particolare le mescole a base di EPM (copolimero di etilene-propilene) o di EPDM (terpolimero di etilene-propilene-diene).

20 Nella domanda di brevetto europeo n. 90119273.2 viene descritto un elemento immagazzinabile di un dispositivo per realizzare giunti di cavi costituito da un supporto tubolare su cui è calzato in condizioni di dilatazione elastica un rivestimento per connessioni di conduttori adatto a realizzare giunti tra cavi scelti in una ampia gamma di diametri.

 Tale rivestimento comprende due manicotti coassiali e sovrapposti dei quali quello radialmente più interno presenta una deformazione residua ad allungamento imposto

applicato nel tempo minore di quella del manicotto radialmente più esterno e modulo elastico maggiore.

Tale rivestimento tuttavia non è adatto a costruire terminali e simili, esposti a fenomeni come scariche superficiali (tracking).

5 La Richiedente si è posta il problema di sostituire, in particolare nei terminali a media e alta tensione per esterno di cavi estrusi, la porcellana con materiali polimerici e compositi per diversi motivi, tra i quali:

- ridurre al minimo i rischi di esplosione in caso di incendio o di scarica elettrica interna;

- ridurre il peso;

10 - ridurre la fragilità, in modo da prevenire i danni provocati da urti accidentali, oppure per esempio dal vandalismo;

- aumentare la semplicità e facilità di trasporto e di installazione;

- aumentare i margini di sicurezza in condizioni di inquinamento elevato.

15 A tal fine sono stati considerati rivestimenti di tipo elastico, da applicare sulla superficie dell'isolante del cavo.

Tuttavia la Richiedente ha scoperto che i requisiti che devono essere contemporaneamente soddisfatti dai rivestimenti elastici del tipo sopra descritto risultano difficilmente compatibili tra loro.

20 Si è osservato in particolare che un rivestimento isolante per terminali di cavi di tipo elastico deve soddisfare requisiti di tipo meccanico, in particolare la dilatabilità ed il ritorno elastico, e requisiti di tipo elettrico/ambientale, come resistenza al tracking e all'irraggiamento solare.

Ai fini della presente descrizione per dilatabilità (o predilatabilità) di un valore prefissato si intende una dilatazione pari a tale valore in assenza di lacerazione.

Secondo la presente invenzione la Richiedente ha osservato che i suddetti requisiti di tipo meccanico possono essere soddisfatti dalle caratteristiche della massa del rivestimento, mentre i requisiti di tipo elettrico/ambientale considerati possono essere soddisfatti dalle caratteristiche superficiali del rivestimento stesso.

5 In un suo aspetto la presente invenzione riguarda pertanto la combinazione di due diverse mescole: una prima mescola isolante, per lo strato interno (non a contatto diretto con gli agenti atmosferici), caratterizzata da adatte proprietà meccaniche (in particolare la dilatabilità ed il ritorno elastico); ed una seconda mescola, per lo strato esterno, adatta, a sua volta, a resistere ai fattori ambientali, ad esempio influenzati dall'inquinamento, come in
10 particolare la resistenza al tracking (valutata ad esempio su provini piani con il metodo indicato dalle norme IEC-587), e agli agenti atmosferici (in particolare l'irraggiamento solare), in presenza di uno stato di dilatazione, ma alla quale non viene richiesta una particolare caratteristica di ritorno elastico.

Ai fini della presente descrizione per materiale o elemento isolante si intende un
15 materiale o elemento avente resistività di volume maggiore di $10^{13} \Omega\text{cm}$

Quindi, in accordo con un suo primo aspetto, la presente invenzione riguarda un rivestimento elastico tubolare per componenti elettrici avente complessivamente valori prefissati di requisiti meccanici ed elettrico/ambientali, in cui i requisiti meccanici comprendono la dilatabilità ed il ritorno elastico in direzione radiale, e i requisiti
20 elettrico/ambientali comprendono la resistenza al tracking e la resistenza all'irraggiamento solare, caratterizzato dal comprendere uno strato interno isolante ed uno strato esterno isolante, tra loro coassiali, sovrapposti e vincolati, in mescole di materiale polimerico reticolato, in cui la mescola reticolata costituente lo strato interno possiede valori prefissati di

detti requisiti meccanici e la mescola reticolata costituente lo strato esterno possiede valori prefissati di detti requisiti elettrico/ambientali.

In particolare, lo strato esterno, essendo disposto su di un diametro maggiore dello strato interno, si trova a subire in modo più contenuto gli stress meccanici, ossia le dilatazioni e le ritrazioni, a cui è sottoposto rispetto allo strato interno al quale è sovrapposto.

Preferibilmente lo strato isolante interno del rivestimento possiede una rigidità dielettrica almeno pari a 15 kV/mm e lo strato esterno comprende un profilo alettato predeterminato.

Tipicamente lo strato esterno ha una resistenza al tracking almeno della classe 2,5 misurato secondo la norma IEC-587.

In una realizzazione preferita della presente invenzione lo strato interno in esercizio mantiene un'interferenza almeno del 10%. In aggiunta lo strato interno è predilatabile almeno del 20%.

Preferibilmente lo strato interno in esercizio mantiene un'interferenza almeno del 25% e ancor più preferibilmente lo strato interno è predilatabile almeno del 50%.

In una ulteriore realizzazione preferita della presente invenzione lo strato interno comanda il ritorno elastico dello strato esterno.

In un secondo aspetto, la presente invenzione riguarda un rivestimento elastico tubolare per componenti elettrici caratterizzato dal fatto che possiede resistenza al tracking almeno della classe 2,5 IEC-587, e resistenza all'irraggiamento misurata con una lampada ad arco di Xenon con potenza 6500 W alla distanza di 48 cm almeno pari a 2500 ore, tale che dopo una predilatazione almeno del 20% mantiene una interferenza almeno del 10%, dove detto rivestimento comprende almeno due strati isolanti coassiali e vincolati in diverse mescole di materiale polimerico reticolato.

In un terzo aspetto, la presente invenzione riguarda un terminale per cavi elettrici caratterizzato dal comprendere un rivestimento elastico in accordo ai rivestimenti sopra descritti.

5 Secondo un quarto aspetto, la presente invenzione riguarda un componente elettrico comprendente un elemento elettrico centrale sostanzialmente cilindrico ed un rivestimento isolante elastico calzato su di esso, caratterizzato dal fatto che detto rivestimento è in uno stato di interferenza di almeno il 25% e che dopo una esposizione equivalente alla esposizione all'esterno ad una tensione almeno pari a 60 kV, di durata pari alla vita minima prefissata del componente elettrico, manifesta una erosione superficiale minore del 10%
10 dello spessore complessivo, in cui detto rivestimento comprende due strati in materiale elastomerico differente.

Preferibilmente il rivestimento è in uno stato di interferenza di almeno il 25% dopo essere stato mantenuto per un periodo prefissato in magazzino ad una dilatazione almeno del 50%.

15 In un quinto aspetto, la presente invenzione riguarda un metodo per rivestire un elemento elettrico comprendente le seguenti fasi:

- applicare un primo strato tubolare isolante a detto elemento elettrico;
- applicare un secondo strato tubolare isolante coassiale al primo ed esterno a detto elemento elettrico;

20 dove detto primo strato tubolare possiede valori prefissati di dilatabilità e ritorno elastico e dove detto secondo strato tubolare possiede valori prefissati di resistenza al tracking e resistenza all'irraggiamento solare.

In aggiunta, le fasi di applicare un primo ed un secondo strato a detto elemento elettrico comprendono le fasi di:

- disporre su di un supporto rimovibile detto primo strato e detto secondo strato coassiale al primo ed esterno;

- calzare detto supporto rimovibile con detto primo e detto secondo strato su detto elemento elettrico

- 5 - rimuovere detto supporto rimovibile facendo collassare detto primo e detto secondo strato radialmente verso detto elemento elettrico.

Preferibilmente detto secondo strato comprende un profilo alettato prefissato.

- Ciò comporta l'ulteriore vantaggio di poter realizzare il terminale in un unico corpo "monolitico", che ne permette il collaudo in fabbrica, migliorandone l'affidabilità finale in esercizio, e semplificandone il montaggio sul campo. In aggiunta ciò consente di tenere i rivestimenti elastici immagazzinati già pronti per l'installazione.
- 10

Infine in un sesto aspetto, la presente invenzione riguarda un metodo per la fabbricazione di un corpo di rivestimento avente profilo prefissato per componenti elettrici, detto metodo comprende le seguenti fasi:

- 15 - realizzare un primo strato isolante in materiale polimerico reticolabile;
- realizzare un secondo strato isolante coassiale al primo ed esterno in diverso materiale polimerico reticolabile, comprendente detto profilo prefissato;
- vulcanizzare almeno uno tra detti strati interno ed esterno.

- Preferibilmente detto primo strato e detto secondo strato sono realizzati e vulcanizzati separatamente quindi sono sovrapposti coassialmente uno all'altro e vincolati.
- 20

Tipicamente detto primo e detto secondo strato sono vincolati interponendo tra essi uno strato adesivo. Preferibilmente detto strato adesivo comprende uno strato di gomma cruda da vulcanizzare successivamente o un collante.

In una realizzazione preferita in accordo alla presente invenzione inizialmente viene realizzato il secondo strato esterno e quindi vulcanizzato; successivamente il materiale adottato per realizzare il primo strato interno viene trasferito all'interno del secondo strato vulcanizzato; quindi viene vulcanizzato anche il primo strato, vincolandolo così al secondo
5 strato.

In una alternativa realizzazione preferita il primo strato viene realizzato mediante stampaggio mentre il secondo strato viene realizzato in due parti separate di cui almeno una viene vulcanizzata prima di essere disposta coassialmente all'esterno del primo strato.

Preferibilmente detto profilo prefissato viene realizzato sulla superficie esterna di detto
10 secondo strato mediante operazione di asportazione di porzioni di materiale.

La presente invenzione sarà di seguito descritta, solo a titolo di esempio e pertanto non limitativo, con riferimento alle figure allegate, in cui:

la Figura 1 mostra una vista in sezione di un provino di rivestimento realizzato per valutare il comportamento di un componente elettrico secondo la presente invenzione;

15 la Figura 2 mostra una vista in sezione di un diverso provino di rivestimento realizzato per valutare il comportamento di un componente elettrico secondo la presente invenzione;

la Figura 3 mostra una vista esterna di un ulteriore provino di rivestimento realizzato per valutare il comportamento di un componente elettrico secondo la presente invenzione;

20 la Figura 4 rappresenta un diagramma di flusso che illustra schematicamente un metodo di fabbricazione di un rivestimento alettato in accordo con la presente invenzione;

la Figura 5 rappresenta un diagramma di flusso che illustra schematicamente la fase di lavorazione finale del metodo di fabbricazione di Figura 4;

la Figura 6 mostra un terminale di un cavo elettrico ad alta tensione secondo una realizzazione della presente invenzione.

La Figura 7 mostra il rivestimento elastico del terminale di Figura 6 predilatato su di un supporto rimovibile.

La Richiedente ha osservato che le sollecitazioni cui occorre far fronte per la realizzazione di un rivestimento isolante elastico per un terminale di cavo elettrico per medie

5 e alte tensioni per esterno è sostanzialmente divisibile in due categorie:

- sollecitazioni di tipo elettrico/ambientale, provocate ad esempio da: inquinamento, irraggiamento solare, pioggia, umidità, sbalzi termici, neve, ghiaccio, vento, scariche superficiali;

- sollecitazioni di tipo meccanico, in particolare dipendenti dal valore di dilatazione che
10 deve essere mantenuta in esercizio per ottenere una soddisfacente interferenza tra cavo e rivestimento su di esso applicato e dal valore di predilatazione che preferibilmente viene applicata al rivestimento elastico durante la permanenza in magazzino. Per interferenza soddisfacente si intende una interferenza tale da
15 mantenere il rivestimento aderente al cavo in modo che sia fornita la tenuta al campo elettrico generato dal cavo e che sia impedita l'infiltrazione di umidità, bolle d'aria (soggette ad un possibile fenomeno di ionizzazione), o pulviscolo, ad esempio una interferenza superiore al 10% adottando materiali con moduli dell'ordine di qualche MPa, per esempio 1-10 MPa.

La situazione è particolarmente complessa per le tensioni più elevate, dell'ordine di 60
20 kV ed oltre, dove il rivestimento è sottoposto ad un più elevato effetto tracking, in particolare perché il mercato richiede che le dimensioni fisiche dei rivestimenti elastici siano sufficientemente contenute e quindi deve poter sopportare sollecitazioni elettrico/ambientali più intense che non nelle medie tensioni.

In particolare la Richiedente ha cercato materiali in grado di operare anche in presenza di forte inquinamento ambientale, ad esempio in aree ad alta densità industriale o nelle zone costiere, dove il fenomeno del tracking è particolarmente importante.

La Richiedente ha osservato che è possibile mettere a punto formulazioni, di famiglie
5 di polimeri (EPR e silicone), in grado di rispettare requisiti prefissati ma limitatamente alle sollecitazioni appartenenti a una sola delle due categorie, tra quelle di tipo elettrico/ambientale o di tipo meccanico sopra elencate, previste durante la loro vita in esercizio.

Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche, il rivestimento elastico, per ottenere
10 una soddisfacente interferenza in esercizio, viene montato dilatandolo sul componente, avente dimensioni maggiori pari ad almeno il 10% del rivestimento stesso da montare.

Per semplificare il montaggio sul cavo il rivestimento viene preferibilmente predilatato su di un supporto tubolare rimovibile, di dimensioni maggiori del cavo stesso, come ad esempio in seguito descritto, obbligando il rivestimento a sopportare dilatazioni almeno del
15 20% fino alla avvenuta messa in opera.

Nella domanda europea n. 92203797.3 è descritto un elemento tubolare formato da una striscia, avvolta ad elica con spire adiacenti, realizzata incidendo la superficie dell'elemento stesso.

Ad esempio un supporto tubolare di materiale adeguato può richiedere spessori di
20 circa 3 mm per poter sopportare la compressione centripeta esercitata dal rivestimento elastico. Inoltre se si adotta un supporto tubolare a spire rimovibile del tipo descritto nella sopra citata domanda di brevetto europea n.92203797.3, è richiesto un ulteriore gioco di almeno 3 mm per parte per poter disfare le spire, via via che si rimuove il supporto.

Ciò comporta che il diametro finale a cui il rivestimento deve essere predilatato sul supporto tubolare venga incrementato di almeno 12 mm oltre quanto richiesto dal desiderato grado di interferenza. Quindi ad esempio per una installazione su di un cavo di sezione pari a 630 mm², adatto per tensioni di 90 kV, con un diametro sull'isolante di circa 54 mm, un
5 rivestimento deve avere diametro interno di partenza di circa 49 mm per garantire una interferenza tra rivestimento e cavo pari ad almeno il 10% e deve quindi subire una predilatazione complessiva pari a circa $(54 \text{ mm} + 12 \text{ mm} - 49 \text{ mm}) / 49 \text{ mm} = 35 \%$, non tenendo conto di deformazioni permanenti.

Tali caratteristiche possono essere soddisfatte con mescole a base di EPR o silicone.

10 Per quanto riguarda le caratteristiche elettrico/ambientali, è possibile ottenere un'elevata resistenza al tracking con le mescole a base di EPR, ad esempio con l'uso di opportune quantità di Allumina idrata, per permetterne l'utilizzo nel campo delle alte tensioni (cioè maggiori o uguali a 60 kV). Tuttavia, si è anche riscontrato che la resistenza all'irraggiamento solare della mescola così caricata viene via via ridotta, in particolare
15 quando è presente anche una sensibile sollecitazione da dilatazione, maggiore o uguale del 20%.

Una maggiore resistenza in presenza di elevata dilatazione potrebbe essere ottenuta, ma ciò comporterebbe un minor ritorno elastico e una minore resistenza al tracking.

Viceversa, con mescole a base di silicone, è relativamente facile ottenere un'ottima
20 resistenza all'irraggiamento solare, anche in presenza di forti dilatazioni; tali mescole però hanno una ridotta resistenza al tracking, come invece è richiesto per impieghi in alta tensione per soddisfare, ad esempio, la norma IEC-1109 del 1992 (1000 ore di prova in nebbia salina) oppure la norma francese C33-064 dell'ottobre 1995 dal titolo "Extremités synthétiques de type intérieur ou extérieur, sans isolateur en porcelaine, pour câbles à

isolation synthétiques de tension assignées supérieures à 30 kV ($U_m = 36$ kV) et jusqu'à 150 kV ($U_m = 170$ kV)" come descritto nell'Annexe C Metodi A e B .

E' possibile anche in questo caso, ricorrere all'uso di elevate quantità di allumina idrata, ma ciò provoca un rapido decadimento delle sue proprietà meccaniche (carico di
5 rottura, allungamento a rottura, resistenza alla lacerazione), rendendo assai difficoltoso l'ottenimento di mescole idonee allo scopo prefissato.

Conseguentemente, non è pensabile l'adozione di tali materiali in presenza di sollecitazioni ambientali in alta tensione e una predilatazione maggiore del 20% necessaria per permettere il montaggio del rivestimento sul cavo ed una dilatazione in esercizio
10 maggiore del 10% per ottenere una soddisfacente interferenza tra cavo e rivestimento.

Inoltre la realizzazione diventa ancor più critica se si intende predilatare i rivestimenti elastici di quantità superiori al 50% e mantenere i rivestimenti dilatati in esercizio di quantità superiori al 25%, in modo da permettere che lo stesso modello di terminale possa essere impiegato per diverse sezioni di cavo, riducendo la varietà di rivestimenti elastici da tenere a
15 scorta in magazzino.

Per adottare la tecnica della elevata dilatazione anche in esercizio il rivestimento elastico deve essere dotato di ottime qualità meccaniche. Ad esempio si dovrà disporre di materiali in grado di soddisfare requisiti meccanici quali: resistenza a stati di predilatazione molto elevati, preferibilmente dell'ordine del 100%, su tubi di supporto, per tutto il periodo
20 dello stoccaggio in magazzino e capacità di sopportare in esercizio forti dilatazioni preferibilmente almeno del 25 % e tipicamente fino ad almeno il 50%, e contemporaneamente essere dotati di un ottimo ritorno elastico.

In aggiunta, tale rivestimento, nel caso di applicazioni per esterno, deve rispettare, come già detto, anche requisiti elettrico/ambientali (ad esempio avere sufficiente resistenza al tracking ed all'irraggiamento solare)

In definitiva, sia con mescole a base di EPR, sia con quelle a base di silicone, non è
5 stato finora possibile realizzare una formulazione in grado di soddisfare allo stesso tempo tutte i requisiti necessari per poter essere utilizzata nei terminali elastici per media ed alta tensione, in particolare sotto forma predilatata su supporti asportabili.

Per valutare il comportamento del rivestimento per un componente elettrico, dal punto di vista della sua dilatabilità e del suo ritorno elastico, sono stati realizzati come descritto in
10 seguito negli esempi 1 e 2, alcuni provini cilindrici, in scala ridotta.

La Richiedente ha osservato come gli strati più esterni di un rivestimento elastico subiscano una dilatazione sensibilmente più contenuta rispetto a quelli più interni. Di conseguenza le proprietà meccaniche dello strato più esterno risultano meno sollecitate rispetto a quelle dello strato più interno.

15 Durante altri esperimenti si è riscontrato come i fattori ambientali interessino in primo luogo gli strati superficiali del rivestimento e come in seguito, solo dopo essere riusciti ad attraversarli, gli effetti dannosi vengano propagati agli strati più interni.

A seguito di ciò la Richiedente ha pensato di realizzare un rivestimento bistrato, in cui la formulazione del materiale di ciascuno strato fosse specializzata a resistere
20 sostanzialmente a specifiche sollecitazioni.

Quindi, la Richiedente ha pensato di agire sulla formulazione di una prima mescola isolante per incrementare le proprietà meccaniche (dilatabilità e ritorno elastico) di uno strato interno senza preoccuparsi del conseguente decadimento delle proprietà elettrico/ambientali (resistenza al tracking e all'irraggiamento solare) e di una seconda mescola per

incrementare le proprietà elettrico/ambientali di uno strato esterno senza preoccuparsi del conseguente decadimento delle proprietà meccaniche.

ESEMPIO 1

Facendo riferimento alla Figura 1 è rappresentato un provino 1 formato da:

- 5 - uno strato interno 10, realizzato con prima mescola isolante elastica, avente le seguenti dimensioni: $D_i = 20$ mm, $D_e = 46$ mm (ossia con uno spessore pari a 13 mm), $L = 75$ mm, dove con D_i si intende il diametro interno, D_e il diametro esterno e L la lunghezza del provino; e
- uno strato esterno 20, realizzato con mescola isolante anti-tracking, avente le seguenti
- 10 dimensioni: $D_i = 46$ mm, $D_e = 58$ mm (ossia con uno spessore pari a 6 mm), $L = 75$ mm.

Per lo strato interno 10 si è quindi adottata le seguente formulazione:

- Terpolimero etilene-propilene-diene, ad esempio quello noto in commercio con la denominazione DUTRAL TER 4054
- 15 della Enichem Elastomeri 100
- Ossido di zinco 5
- Ossido di piombo 5
- Acido stearico 1
- Caolino calcinato, trattato superficialmente con trimetossietossivinilsilano 100
- 20 - Trimetossietossivinilsilano 1
- Plastificante paraffinico 25
- Poli 1,2 diidro 2,2,4 trimetilchinolina 1,5
- Mercaptobenzimidazolo 2
- Triallil cianurato 1,5

- α , α' bis (terbutilperossi) m-p di isopropilbenzene ottavo al 40% 5,5

Le caratteristiche dello strato interno 10 realizzato con tale miscela dopo la reticolazione, sono le seguenti:

- Carico di rottura a trazione 9 MPa
- 5 - Allungamento percentuale a rottura, a trazione 350 %
- Modulo al 100% 2,5 MPa
- Resistenza al tracking, misurata secondo la norma IEC 587 classe 0
- Deformazione residua ad allungamento imposto del 50%,
determinata secondo le norme UNI 7321-74, su provino piano, a 65°C
- 10 e dopo un tempo di 960 ore 10 %
- Costante dielettrica, ϵ , determinata secondo le norme ASTM D150 2,8
- Rigidità dielettrica determinata secondo le norme IEC 243
su piastre a 2 mm 30 kV/mm
- Resistività di volume, determinata secondo le norme ASTM D257 10^{15} Ω cm

15 Lo strato esterno 20 è stato quindi realizzato impiegando una seconda miscela isolante anti-tracking, a base di gomma etilene-propilene, ottimizzata per ciò che riguarda sia la resistenza al tracking in ambiente con forte inquinamento, sia la resistenza all'irraggiamento solare, con la seguente formulazione:

- Terpolimero etilene-propilene-diene, ad esempio quello noto in
20 commercio con la denominazione DUTRAL TER 4054, della
Enichem Elastomeri 100
- Ossido di zinco 5
- Allumina idrata, a particella fine 300
- Trimetossietossivinilsilano 2

-	Plastificante paraffinico	30
-	Nerofumo MT	0,3
-	Biossido di titanio Rutilo	20
-	Acido stearico	3
5	- Mercaptobenzimidazolo	1,6
-	Triallil cianurato	1,5
-	Perossido di dicumile, attivo al 40%	7

Le caratteristiche dello strato esterno 20 realizzato con tale miscela dopo la reticolazione, sono le seguenti:

10	- Carico di rottura a trazione	3,5 MPa
-	Allungamento percentuale a rottura, a trazione	260 %
-	Modulo al 100%	2,2 MPa
-	Resistenza al tracking, misurata secondo la norma IEC 587	classe 3,5
-	Deformazione residua ad allungamento imposto del 50%, 15 determinata secondo le norme UNI 7321-74, su provino piano, a 65°C e dopo un tempo di 960 ore	30 %

E' importante notare come la prima miscela elastica abbia caratteristiche meccaniche (carico di rottura a trazione, allungamento percentuale a rottura a trazione e deformazione residua ad allungamento imposto del 50%) decisamente migliori rispetto alle corrispondenti
20 della miscela anti-tracking. Per quanto riguarda le caratteristiche elettrico/ambientali della miscela anti-tracking si noti che i valori della resistenza al tracking sono passati dalla classe 0 della prima miscela alla classe 3,5 della seconda miscela.

E' stato preparato un secondo provino cilindrico (non rappresentato in figura) formato da un unico strato con le medesime dimensioni del solo strato interno 10 (ossia privando il

provino 1 del suo strato anti-tracking 20): $D_i = 20$ mm, $D_e = 46$ mm e $L = 75$ mm, e realizzato con una miscela isolante elastica avente formulazione uguale a quella dello strato interno 10.

Per prevedere il comportamento dopo uno stoccaggio a magazzino di circa 2 anni a temperatura ambiente, sia il provino dell'esempio 1 che il provino dell'esempio 2 sono stati sottoposti ad una permanenza di 40 giorni a 65° , imponendo la dilatazione massima prevista del 100%.

In questo caso entrambi i provini sono stati montati su di un tubo di supporto lacerabile, avente $D_e = 40$ mm, e quindi con dilatazione massima dello strato interno pari al 100%.

In questa condizione a fronte di una dilatazione dello strato interno 10 del provino 1, corrisponde una dilatazione dello strato esterno 20 decisamente minore; infatti il raggio dello strato esterno è determinata da:

$$20^2\pi - 10^2\pi = R^2\pi - 23^2\pi$$

15 $R = 28.7$

da cui il diametro interno dello strato 20 passa da 46 mm a 57 mm; quindi a fronte di una dilatazione del diametro interno dello strato 10 pari al 100%, si ha una dilatazione del diametro interno dello strato 20 pari a solo il 23% (a parte la comprimibilità dello strato).

Dopo questo trattamento, si è valutato il ritorno elastico a temperatura ambiente dei 2 tipi di provini, misurando il loro diametro interno dopo aver asportato il supporto. Mentre il provino monostrato e quindi a base soltanto della miscela isolante elastica, presentava un diametro pari a circa 22 mm, il provino 1, completo di rivestimento anti-tracking 20, presentava un diametro pari a circa 24 mm. Tale valore risulta essere di poco superiore al

precedente, e comunque accettabile, confermando quindi che lo strato interno (con le caratteristiche e gli spessori indicati) è in grado di “comandare” il ritorno elastico dell’insieme.

Preferibilmente per comandare in modo più sicuro il ritorno elastico dello strato esterno il rapporto tra lo spessore dello strato interno e lo spessore totale del rivestimento è maggiore del 50% e più preferibilmente maggiore del 60%.

ESEMPIO 2

E' stato quindi realizzato un ulteriore provino 2, come rappresentato in Figura 2, per verificare se la presenza di un profilo alettato peggiorasse il ritorno elastico dello strato interno.

Tale provino 2 presenta in sostituzione dello strato esterno, del provino 1 dell’esempio 1, uno strato 30 realizzato con la medesima miscela e con le medesime dimensioni di base, ossia $D_i = 46$ mm e $D_e = 58$ mm, $L = 75$ mm. Inoltre, lo strato 30 presenta un profilo con una pluralità di alette aventi due diverse dimensioni alternate. L’aletta con dimensione minore ha $D_{em} = 126$ mm e mentre quella con dimensione maggiore ha $D_{eM} = 146$ mm.

Il provino 2 viene quindi sottoposto allo stesso trattamento del provino 1 e misurando successivamente il valore del diametro interno dopo aver asportato il supporto, si è potuto verificare che il valore era pari a 24 mm, esattamente come nel caso precedente. Quindi si è potuto apprezzare come la presenza di alette non abbia influenzato le prestazioni meccaniche del provino.

Ulteriori prove sono state fatte sul provino 1, per valutare il comportamento in presenza di irraggiamento ultravioletto e forte dilatazione meccanica, ossia con valori maggiori del 20%.

A questo scopo, due provini 1 sono stati dilatati rispettivamente del 50% e del 100% e sottoposti in una apparecchiatura modello Weather-o-meter della società Atlas (USA) allo stesso tipo di irraggiamento previsto a pag. 29 della norma francese C33-064, ed. ottobre 1995; più precisamente, per simulare l'irraggiamento tale norma prevede l'impiego di una
5 lampada ad arco di Xenon, potenza 6500 W, distanza tra lampada e provino circa 48 cm (vedi Annexe C Metodo A).

Mentre tale norma prevede una durata globale dell'irraggiamento pari a 2500 ore, entrambi i provini 1, dilatati del 50% e del 100%, hanno superato abbondantemente questo valore, arrivando ad oltre 5000 ore di irraggiamento, senza presentare sostanziali segni di
10 degradazione, ed in particolare nessuna microlacerazione, che è il difetto più temibile. Infatti, essendo il rivestimento elastico in prova sotto forte dilatazione, se si innescano delle microlacerazioni, queste tendono a propagarsi, interessando via via tutto il rivestimento stesso.

ESEMPIO 3

15 Infine sono stati realizzati due ulteriori provini 3, rappresentati in Figura 3, comprendenti entrambi gli strati come nell'esempio 2, e con un profilo alettato adatto a realizzare un rivestimento per isolatore composito a media tensione (24 kV). Ciascun provino 3 presenta le seguenti dimensioni: $D_i = 20$ mm, $D_e = 58$ mm, $L = 255$ mm. Inoltre il provino 3 presenta un profilo con una pluralità di alette 70, 80 di due diverse dimensioni
20 alternate. L'aletta 80 con dimensione minore ha $D_{em} = 126$ mm e mentre quella con dimensione maggiore 70 ha $D_{eM} = 146$ mm. La distanza tra l'aletta 70 maggiore e la consecutiva aletta minore 80 è pari a 34 mm mentre la distanza tra due alette di uguale dimensione è pari a 74 mm. Il numero totale di alette è pari a 7.

Tali provini 3 sono stati inizialmente dilatati del 25% e del 50%, rispettivamente su barre isolanti di diametro di 25 e 30 mm, e quindi, completati con elettrodi alle estremità, sottoposti alle prove di resistenza al tracking previste dalla norma IEC 1109, edizione 1992 (1000 ore in nebbia salina con tensione appropriata di 20 kV). Lo scopo era quello di verificare il comportamento al tracking in presenza di stress meccanico. Entrambi questi provini 3 (dilatati del 25% e del 50%) hanno superato con successo le prove, dimostrando che il rivestimento precedentemente descritto possiede complessivamente ottime proprietà di resistenza al tracking anche in presenza di forte dilatazione meccanica.

ESEMPIO 4

Di seguito è descritta l'applicazione della presente invenzione a terminali elastici per cavi estrusi da 90 kV.

In Figura 6 è rappresentato un terminale elastico 700 da 90 kV per esterno e montato su di un cavo 605 di sezione massima 1600 mm².

Il terminale 700 comprende un rivestimento isolante alettato, con lunghezza complessiva di circa 1100 mm, comprendente un primo strato interno 680 ed un secondo strato esterno 660 a protezione del cavo, tutti in materiale EPR aventi le medesime formulazioni dei provini relativi all'esempio 1. Tale rivestimento ha un primo tratto con diametro del corpo in esercizio pari a circa 220 mm ed alettatura con diametro massimo pari a circa 250 mm dove trova alloggiamento il deflettore 670, ed un secondo tratto con diametro del corpo pari a circa 120 mm ed una doppia serie di alette alternate aventi diametro massimo rispettivamente di circa 240 mm e 200 mm.

La differenza di diametro del rivestimento tra il primo ed il secondo tratto è ottenuta intervenendo sugli spessori del solo primo strato interno, che raggiunge uno spessore

minimo a riposo pari a circa 20 mm, mantenendo lo spessore del secondo strato sostanzialmente costante su tutta la lunghezza, pari a circa 7 mm.

Una guaina anti-tracking 620 e una connessione per presa di terra 640 sono applicate all'estremità inferiore del terminale 700. Alla base del rivestimento, in corrispondenza
5 dell'inizio del deflettore 670 è presente un anello 650 per la raccolta delle correnti da scaricare a terra.

All'altra estremità del terminale è presente una seconda guaina anti-tracking 621 a protezione della testa del cavo 605, collegata ad una piastra di raccordo in alluminio 690.

Con riferimento alla Figura 7 è rappresentato il medesimo rivestimento di Figura 6
10 montato su di un elemento tubolare 710 di polipropilene inciso a spirale, avente $D_i = 85$ mm e $D_e = 95$ mm per facilitarne il montaggio sul cavo, ad esempio come quello descritto nella domanda di brevetto europea n. 92203797.3. L'elemento tubolare 710 è quindi formato da una striscia 715, avvolta ad elica con spire adiacenti, realizzata incidendo la superficie dell'elemento stesso. La striscia 715 ha sezione sostanzialmente rettangolare e spessore
15 pari a circa 5 mm, in grado di sopportare la notevole compressione centripeta esercitata dal rivestimento.

Per montare il terminale sul cavo le operazioni da effettuare sono estremamente semplificate e sono qui di seguito brevemente elencate.

Inizialmente viene eseguita l'asportazione della guaina di protezione e dello schermo del
20 cavo. Quindi, si prepara l'interfaccia corrispondente all'isolante del cavo, con le misure desiderate, servendosi delle attrezzature di normale dotazione. Di seguito si effettua la preparazione della connessione per la messa a terra del terminale e posizionamento del collassamento del tubo di supporto esercitando una trazione sul prolungamento 716; la prima spira della striscia 715 si separa dall'elemento tubolare 710 e così progressivamente

si distaccano le successive spire per effetto della lacerazione della lista di spessore ridotto, per cui lo stesso elemento tubolare 710, mentre si disfa, viene rimosso e progressivamente il rivestimento si contrae attorno al cavo 605. Preferibilmente, il rivestimento viene fatto collassare sul cavo dalla base in modo che l'aria venga espulsa a partire deflettore verso la

5 testa del cavo. La contrazione del rivestimento 730 esercita una forza ausiliaria sulla spira che viene tirata tramite il prolungamento 716 e facilita il collasso dell'elemento tubolare 710.

Infine viene eseguito il fissaggio della piastra di raccordo 690 al conduttore del cavo e posizionamento della guaina anti-tracking 621, in modo da assicurare la perfetta ermeticità anche di questa parte del terminale, interponendo eventualmente anche opportuni nastri

10 isolanti in gomma auto-amalgamante, oppure mastici, secondo le usuali modalità.

ESEMPIO 5

Nel caso particolare di applicazioni per realizzare terminali per cavi estrusi a 90 kV, come ad esempio rappresentato in Figura 6, le sezioni di conduttore vanno preferibilmente da 240 mm² a 1600 mm² ed i diametri variano preferibilmente da un minimo di 43 mm

15 (nell'isolante del cavo di sezione minima) a 78 mm (sull'isolante del cavo di sezione massima).

Adottando rivestimenti realizzati in accordo all'invenzione è possibile ridurre il numero delle misure necessarie ad esempio, in questo caso, a 3 sole misure, per coprire 8 diversi diametri nel campo indicato.

20 Di seguito viene presentato un esempio preferito di gamma di rivestimenti elastici predilatati per cavi estrusi a 90 kV in accordo con l'invenzione.

Imponendo un'interferenza minima, per ogni rivestimento da montare sul cavo di sezione inferiore), pari al 25% ed una dilatazione massima sul tubo di supporto dell'ordine del 100%, si ha preferibilmente la seguente suddivisione.

A) Prima misura del rivestimento. Copre le sezioni da 240 mm^2 a 630 mm^2 , con diametro sull'isolante variabile tra un minimo di 43 mm ed un massimo di 55 mm. Il diametro interno dello strato elastico sarà perciò pari a $D_i = 43/1,25 = 35 \text{ mm}$ e la dilatazione massima in esercizio sul cavo di sezione massima sezione sarà pari a $(55-35)/35 \times 100 = 57\%$. Lo spessore dello strato anti-tracking, a riposo, è pari a 7 mm, mentre lo spessore minimo dello strato elastico è di circa 20 mm (74% dello spessore totale del rivestimento), per cui il ritorno elastico dell'insieme sarà ancora più favorevole che per il provino 1.

Se come supporto si sceglie, ad esempio, un tubo di polipropilene inciso a spirale, avente $D_e = 70 \text{ mm}$ la dilatazione massima durante lo stoccaggio a magazzino è pari a $(70-35)/35 \times 100 = 100\%$.

B) Seconda misura del rivestimento. Copre le sezioni tra 630 mm^2 e 1200 mm^2 , con diametro sull'isolante variabile tra un minimo di 54 mm ed un massimo di 66,5 mm. Il diametro interno dello strato elastico sarà perciò pari a $D_i = 54 /1,25 = 43 \text{ mm}$ e la dilatazione massima in esercizio sul cavo di sezione massima sarà pari a $(66,5-43)/43 \times 100 = 55\%$. Lo spessore dello strato anti-tracking, a riposo, è pari a 7 mm, mentre lo spessore minimo dello strato isolante elastico è di circa 20 mm.

Se il tubo di supporto ha diametro $D_e = 85 \text{ mm}$, la dilatazione massima durante lo stoccaggio a magazzino sarà pari a $(85-43)/43 \times 100 = 96\%$

C) Terza misura del rivestimento. Copre le sezioni tra 1200 mm^2 e 1600 mm^2 , con diametro sull'isolante variabile tra un minimo di 65,5 mm ed un massimo di 78 mm. Il diametro interno dello strato elastico sarà perciò pari a $D_i = 65,5 /1,25 = 52 \text{ mm}$ e la dilatazione massima in servizio , sarà pari a $(78-52)/52 \times 100 = + 50\%$. Lo spessore dello strato anti-tracking, a riposo, è pari a 7 mm, mentre lo spessore minimo dello strato elastico è di circa 20 mm.

Se il tubo di supporto ha diametro $D_e = 95$ mm, la dilatazione massima durante lo stoccaggio a magazzino sarà pari a $(95-52)/52 \times 100 = + 83\%$.

Naturalmente si possono immaginare altri criteri di suddivisione degli intervalli di diametri su cui montare un unico strato, senza per questo uscire dall'ambito della protezione.

5 Il tecnico medio del settore potrà apprezzare come, applicando gli stessi concetti, si possano realizzare terminali per tensioni inferiori, ad esempio 60 kV, oppure superiori, ad esempio 150 kV, che hanno impieghi potenziali in molte altre nazioni.

A seguito delle prove effettuate si è riscontrato che un rivestimento elastico secondo l'invenzione comprende uno strato isolante interno ed uno strato isolante esterno, dove
10 preferibilmente la rigidità dielettrica dello strato isolante interno è maggiore o uguale a 15 kV/mm valutata secondo la norma IEC 243 misurata su piastre da 2 mm. Il rivestimento prevede preferibilmente che lo strato interno sia predilatato elasticamente di almeno il 20% del suo diametro interno e più preferibilmente nell'ordine del 100%, tale che lo strato interno mantenga in esercizio una interferenza adeguata sul componente elettrico pari ad almeno il
15 10% e più preferibilmente almeno del 25% fino ad almeno il 50%. Per quanto riguarda i requisiti elettrico/ambientali, lo strato esterno ha preferibilmente resistenza al tracking misurata secondo la norma IEC 587 maggiore della classe 2,5 e ancor più preferibilmente pari a classe 3,5, con una resistenza all'irraggiamento superiore a quanto previsto dalla norma francese C33-064 sopra citata, e con uno spessore preferibilmente maggiore del
20 valore di erosione minimo accettato, ad esempio maggiore del 10% dello spessore dell'intero rivestimento come previsto dalla medesima norma francese C33-064.

Ai fini della presente invenzione è stato verificato come mescole a base di etilene-propilene siano adatte all'uso sia per realizzare lo strato interno isolante elastico che lo

strato isolante esterno anti-tracking, preferibilmente adottando formulazioni come descritte nell'esempio 1.

Analogamente possono essere impiegate formulazioni a base di gomma siliconica isolanti ed elastiche, oppure anti-tracking, anch'esse in grado di rispettare i requisiti richiesti

5 come ad esempio nelle seguenti formulazioni.

Esempio di mescola isolante elastica a base di silicone (polidimetilsilossano)

- | | |
|---|-----|
| - Rhodorsil HP-1055 U (della Rhône Poulenc) | 100 |
| - Perossido di dicumile attivo al 40% | 1 |

Le sue caratteristiche dopo la vulcanizzazione sono le seguenti:

- | | | |
|----|---|---------------------------|
| 10 | - Carico di rottura a trazione | 8 MPa |
| | - Allungamento percentuale a rottura, a trazione | 450 % |
| | - Modulo al 100% | 1,9 MPa |
| | - Resistenza al tracking, misurata secondo la norma IEC 587 | classe 0 |
| | - Deformazione residua ad allungamento imposto del 50%,
determinata secondo le norme UNI 7321-74, su provino piano, a 65°C
e dopo un tempo di 960 ore | 5 % |
| 15 | - Costante dielettrica, ϵ , determinata secondo le norme ASTM D150 | 3 |
| | - Rigidità dielettrica determinata secondo le norme IEC 243,
su piastre da 2 mm | 18 kV/mm |
| 20 | - Resistività di volume, determinata secondo le norme ASTM D257 | $10^{15} \Omega\text{cm}$ |

Un esempio di mescola anti-tracking a base di gomma siliconica è la seguente:

- | | |
|---|-----|
| - Rhodorsil HP-1055 U (della Rhône Poulenc) | 100 |
| - Allumina idrata | 100 |
| - Perossido di dicumile attivo al 40% | 1 |

Le sue caratteristiche dopo la vulcanizzazione sono le seguenti:

- Carico di rottura a trazione 3,5 MPa
- Allungamento percentuale a rottura, a trazione 125 %
- Modulo al 100% 2,6 MPa
- 5 - Resistenza al tracking, misurata secondo la norma IEC 587 classe 3,5
- Deformazione residua ad allungamento imposto del 50%,
determinata secondo le norme U NI 7321-74, su provino piano, a 65°C
e dopo un tempo di 960 ore non effettuabile perché il provino si lacera

Per ottenere valori adeguati di resistenza al tracking per lo strato più esterno si è
 10 ricorso anche in questo caso all'impiego di quantitativi consistenti di allumina idrata, con
 conseguente decadimento delle proprietà meccaniche.

Passando ora a descrivere un metodo di realizzazione per tali rivestimenti elastici è
 importante notare come diversi procedimenti siano disponibili per realizzare un rivestimento
 in accordo con l'invenzione.

15 ESEMPI DI PROCEDIMENTI PER REALIZZARE UN RIVESTIMENTO PER TERMINALE

ESEMPIO 1 DI PROCEDIMENTO

Un primo esempio di procedimento prevede di ottenere separatamente la parte
 isolante elastica interna e la parte anti-tracking esterna, entrambe vulcanizzate e poi
 vengono sovrapposte coassialmente previa leggera predilatazione della parte esterna. Infine
 20 vengono vincolate l'una all'altra avendo preventivamente interposto uno strato sottile, minore
 uguale di 2 mm, di gomma cruda, vulcanizzando nuovamente, ad esempio in autoclave,
 l'assieme.

ESEMPIO 2 DI PROCEDIMENTO

In un secondo esempio preferito, per ottenere la parte isolante elastica, si prevede l'utilizzo di uno stampo al cui interno è stato inserito il deflettore semiconduttivo 670, ottenuto precedentemente per stampaggio; si procede quindi all'iniezione della mescola isolante e si procede alla sua vulcanizzazione.

5 Con tale procedura si ottiene un corpo isolante ben aderente al deflettore e particolarmente omogeneo nelle sue proprietà elettriche e meccaniche.

Si procede poi all'ottenimento del rivestimento anti-tracking, che per comodità di realizzazione viene suddiviso in 2 parti principali: una parte P_1 , che comprende la successione regolare di alette di dimensione preferibilmente alternata, e una parte P_2 , che
10 riveste la parte isolante elastica con diametro maggiore della parte P_1 e che è sostanzialmente priva di alette).

La parte P_1 (con alette) viene ottenuta direttamente per stampaggio; oppure è possibile utilizzare il procedimento descritto nella domanda di brevetto italiano n. MI 96/A 001637

15 Tale procedimento è sostanzialmente formato da due gruppi di attività: realizzazione di un blocco monolitico, avente sagoma tale da comprendere l'involuppo del un profilo alettato finale prefissato P_1 , e lavorazione finale, preferibilmente meccanica, del blocco monolitico, atta a realizzare tale profilo alettato finale prefissato P_1 .

In particolare, ai fini della presente invenzione, il tecnico esperto potrà apprezzare
20 come siano disponibili varie tecniche per realizzare un blocco monolitico; ad esempio, in Figura 4 sono rappresentati in forma di diagramma di flusso due possibili procedimenti alternativi A ed A'.

Facendo riferimento al procedimento A, inizialmente, al passo 410, un estrusore opportunamente alimentato con materiale polimerico anti-tracking reticolabile, ad esempio

utilizzando la mescola anti-tracking precedentemente descritta, estrude un blocco monolitico di materiale avente una sagoma predeterminata, che comprende l'involuppo del profilo alettato finale, preferibilmente su di un cilindro di supporto o direttamente sul corpo di un terminale.

- 5 Alternativamente, al medesimo passo 410, l'estrusore estrude una o più strisce di materiale polimerico anti-tracking reticolabile, aventi spessore predeterminato, che vengono avvolte a spirale, preferibilmente, su di un cilindro di supporto o direttamente su di un corpo di un terminale, fino a raggiungere la dimensione della sagoma predeterminata che comprende l'involuppo del profilo alettato finale. La sagoma così ottenuta può presentare
- 10 diverse imperfezioni superficiali che, tuttavia, risultano non dannose in quanto verranno eliminate durante la successiva fase di lavorazione meccanica B.

Una volta completata la fase di estrusione del blocco monolitico, al passo 415, il blocco estruso viene vulcanizzato in autoclave, ed anche in questa fase senza preoccuparsi delle eventuali imperfezioni superficiali. Quindi si passa alla fase B di lavorazione finale, descritta

15 in seguito.

Facendo ora riferimento al procedimento A', al passo 450, un cilindro di supporto o direttamente un corpo di un terminale, viene inserito in uno stampo. Quindi al passo 460, lo stampo viene successivamente alimentato con materiale polimerico anti-tracking reticolabile. Tale materiale può essere introdotto nello stampo, ad esempio mediante iniezione o,

20 preferibilmente, direttamente dall'estrusore.

E' importante notare che l'impronta, essendo priva delle profonde cavità necessarie per realizzare le alette, come nel caso degli stampi tradizionali, non necessita né di un materiale particolarmente fluido né di un particolare iniettore per essere facilmente riempita in tutto il suo volume. Quindi in questo caso è possibile evitare l'adozione di complessi

stampi ad iniezione ed al tempo stesso scegliere le mescolanze più idonee dal punto di vista del comportamento anti-tracking e del costo, senza preoccuparsi della loro maggiore o minore facilità allo stampaggio. In queste condizioni, durante la fase di stampaggio, potrebbero presentarsi delle imperfezioni superficiali del blocco; tuttavia questi eventuali difetti non risultano critici in quanto verranno rimossi durante la successiva fase 580 di lavorazione del blocco atta a realizzare il profilo alettato.

Una volta completato il riempimento dell'impronta dello stampo in modo da ottenere un blocco monolitico avente una sagoma iniziale, tale blocco, al passo 470, viene vulcanizzato all'interno dello stampo. Quindi, dopo aver estratto il blocco dallo stampo, si passa alla fase B di lavorazione finale, descritta in seguito.

Passando al diagramma di flusso di Figura 5, viene descritto il procedimento di lavorazione finale meccanica B del blocco monolitico vulcanizzato, ottenuto sia mediante il procedimento A sia mediante il procedimento A'. Al passo 580 il blocco vulcanizzato calzato sul terminale o sul cilindro di supporto, viene montato su di uno strumento per la lavorazione finale, quali ad esempio un tornio o uno strumento da rettifica. Quindi al passo 585 viene effettuata la fase di sgrossatura del blocco per avvicinarsi al profilo alettato finale. A questo proposito possono essere impiegati sia strumenti da taglio sia mole abrasive o qualsiasi altro strumento che sia in grado di asportare porzioni di materiale dal blocco. Durante questa fase viene asportato circa il 70÷90% del materiale in eccedenza rispetto al profilo alettato finale prefissato. Preferibilmente vengono utilizzati utensili di maggiori dimensioni rispetto a quelli adottati nella successiva fase di rifinitura, sia in materiali metallici sia in materiali ferro plastici.

Al passo 590 inizia la fase di rifinitura principale del blocco appena sgrossato asportando circa il 30÷10% del materiale in eccedenza per ottenere un manicotto esterno

con il profilo finale prefissato. Anche in questo caso possono essere impiegati sia utensili da taglio, sia mole abrasive sia qualsiasi altro strumento in grado di asportare materiale. Con il passo 485 il procedimento B può considerarsi concluso, tuttavia risulta preferibile eseguire almeno il primo dei due passi descritti successivamente per ottenere rivestimenti elastici
5 meglio rifiniti e quindi con migliore comportamento in servizio.

Si passa quindi al passo 595 dove il manicotto esterno avente profilo alettato viene rifinito superficialmente mediante strumenti quali ad esempio mole abrasive a grana fine, ad esempio grana 400. Anche in questo caso avviene una asportazione di materiale che, in ogni caso, non supera l'1% del materiale in eccedenza e quindi non modifica
10 sostanzialmente il profilo ottenuto dalle precedenti operazioni. Infine, il procedimento termina al passo 600, dove viene eseguita una lucidatura finale sul manicotto esterno alettato, ad esempio mediante una lappatrice convenzionale.

La produzione di piccoli lotti di particolari profili, per esempio in corso di sperimentazione, o di corpi di elevate dimensioni, può risultare più economica, anche in
15 presenza di elevate quantità di scarti di materiale, solo perché evita l'acquisto di costosi stampi.

Tuttavia, in una realizzazione preferita è previsto che il passo 585 del procedimento B venga anticipato, eseguendolo nel procedimento A dopo la fase di estrusione (passo 410) e prima della fase di vulcanizzazione in autoclave (passo 415). In questo modo una volta che
20 al passo 410 è stato realizzato il blocco monolitico, ad esempio mediante avvolgimento di una striscia estrusa di materiale polimerico, si passa al passo 585. In questa fase avviene la sgrossatura del blocco e viene asportato, come precedentemente descritto, circa il 90% del materiale in eccedenza rispetto al profilo alettato finale prefissato mediante attrezzi da taglio o mole abrasive. E' importante notare come in questo caso il materiale venga

vantaggiosamente asportato prima della sua reticolazione, che avviene solo al successivo passo 415, rendendolo riutilizzabile e riducendo in modo significativo la quantità del materiale di scarto.

Una volta completato il passo 585, il blocco così sgrossato viene reticolato mediante
5 vulcanizzazione in autoclave al passo 415 terminando il procedimento A. Quando si passa
alla fase di lavorazione meccanica finale, il blocco vulcanizzato e sgrossato viene montato,
come in precedenza, sullo strumento di lavorazione finale al passo 580, a cui segue
direttamente la fase di rifinitura principale del passo 590, in quanto il passo 585 di
sgrossatura risulta già completato. Quindi il procedimento B prosegue in accordo a quanto
10 descritto in precedenza.

In un'ulteriore realizzazione preferita è previsto che anche la sequenza dei passi 585 e
590 del procedimento B vengano anticipati, eseguendoli durante il procedimento A dopo la
fase di estrusione (passo 410) e prima della fase di vulcanizzazione in autoclave (passo
415). In questo modo una volta che al passo 410 è stato realizzato il blocco monolitico,
15 mediante avvolgimento di una striscia estrusa di materiale polimerico, il controllo passa al
passo 585. In questa fase avviene la sgrossatura del blocco e viene asportato circa il
70÷90% del materiale in eccedenza rispetto al profilo alettato finale prefissato mediante
attrezzi da taglio o mole abrasive. Successivamente viene eseguita la fase di rifinitura
principale del passo 590 con l'asportazione di circa 30÷10% del materiale in eccedenza. E'
20 importante notare come in questo caso il materiale venga vantaggiosamente asportato
prima della sua reticolazione, che avviene solo al successivo passo 415, rendendolo
riutilizzabile e riducendo la quantità del materiale di scarto. Tuttavia le successive operazioni
del processo sono rese più critiche in quanto il profilo prefissato non è stabilizzato dalla

vulcanizzazione, non ancora eseguita, e quindi risulta più suscettibile a modificazioni accidentali non più correggibili nelle successive fasi di lavorazione.

Una volta completato il passo 590, il blocco così rifinito viene reticolato mediante vulcanizzazione in autoclave al passo 415 terminando il procedimento A. Quando si passa
5 alla fase di lavorazione meccanica finale, il blocco vulcanizzato e rifinito viene montato, come in precedenza, sullo strumento di lavorazione finale al passo 580, a cui segue direttamente la fase di rifinitura superficiale del passo 595, in quanto i passi 585 e 590 risultano già completati. Quindi il procedimento B prosegue in accordo a quanto descritto in precedenza.

10 Una volta ottenuta la parte P_1 , alettata, essa viene vincolata alla parte isolante elastica corrispondente, preferibilmente interponendo tra queste due parti uno o più strati di gomma cruda sotto forma ad esempio di nastri (per esempio $5 \times 0,5$ mm), in modo da collegare i due corpi da vincolare con leggera interferenza, preferibilmente tra 2 e 5 %

Realizzando la vulcanizzazione sotto pressione, ad esempio in autoclave, di questo
15 strato di gomma cruda (che può essere realizzato indifferentemente a base di miscela anti-tracking oppure isolante elastica ad esempio con formulazioni come descritte nell'esempio 1), si ottiene una adeguata adesione tra i due corpi.

Analogamente può essere ottenuta la parte P_2 del rivestimento anti-tracking. Preferibilmente, la parte P_2 è realizzata utilizzando una sfoglia preformata di miscela cruda
20 anti-tracking ed avvolgendola attorno alla parte elastica corrispondente cui deve essere vincolata.

Anche in questo caso, la vulcanizzazione, ad esempio in autoclave, dello strato anti-tracking ne realizza anche l'adesione alla parte isolante elastica corrispondente ed alla parte P_1 precedentemente disposta e vincolata.

ESEMPIO 3 DI PROCEDIMENTO

In un terzo esempio preferito si ricorre dapprima all'ottenimento di tutto l'insieme costituente il rivestimento anti-tracking, realizzando ad esempio un blocco monolitico avente sagoma tale da comprendere l'inviluppo del profilo finale prefissato ($P_1 + P_2$).

5 Tale blocco viene utilizzato come "contenitore" per la successiva iniezione, coassiale, della mescola isolante elastica, previo inserimento del deflettore 670, preventivamente realizzato.

In seguito viene effettuata la reticolazione della mescola isolante elastica, ad esempio in autoclave, ottenendo anche in questo caso non solo un'ottima adesione tra le due qualità
10 di mescole ed il deflettore, ma anche un corpo finale particolarmente uniforme ed omogeneo nelle sue proprietà elettriche e meccaniche.

La lavorazione prosegue per ottenere il profilo finale prefissato come precedentemente descritto con riferimento alla domanda di brevetto italiano n. MI 96/A 001637

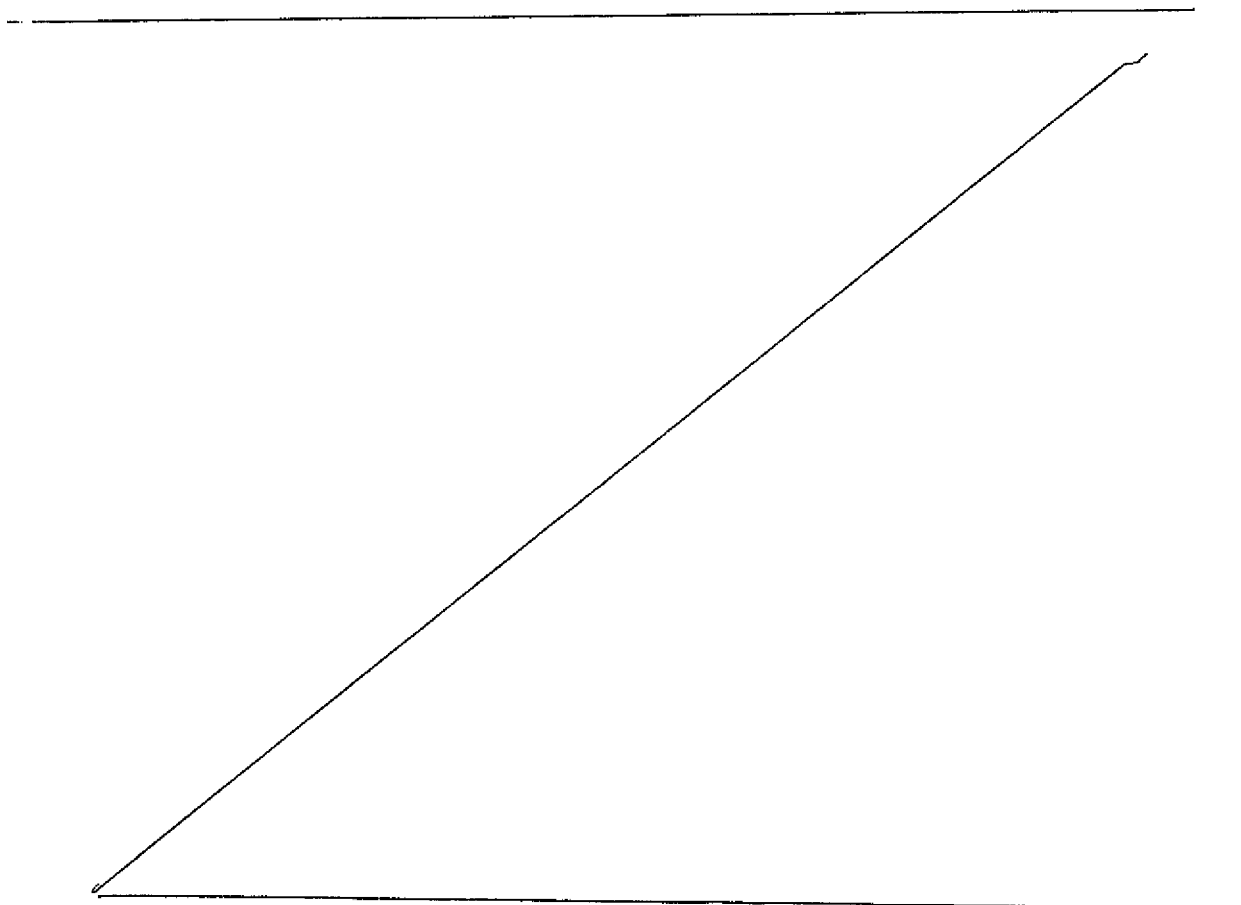
Il vantaggio principale del terzo esempio di procedimento consiste nella
15 semplificazione delle operazioni da effettuare (ad esempio abolendo le nastature in gomma cruda) e nella eliminazione dello stampo che negli altri esempi di procedimento era necessario per ottenere la parte isolante elastica.

Infine con metodi noti, come ad esempio descritto nel brevetto europeo n 368 236 si procede alla predilatazione del terminale completo su di un tubo di supporto.

20 Preferibilmente, lo strato interno e lo strato esterno sono vincolati tra loro in modo bidirezionale, ad esempio con le tecniche sopra descritte, così da far in modo che il ritorno elastico dello strato interno si trasmetta allo strato esterno permettendo la necessaria congruenza della struttura.

Nel caso che le dimensioni, i materiali usati per gli strati interno ed esterno e la relativa interferenza di montaggio siano tali da determinare una ridotta dilatazione dello strato esterno ed un corrispondente sufficiente ritorno elastico dello stesso, il grado di vincolo tra strato esterno ed interno può essere corrispettivamente ridotto o anche assente.

- 5 Benché sia stato descritto solo l'applicazione della presente invenzione ad un componente che presenta requisiti meccanici ed elettrico/ambientali, è chiaro al tecnico del ramo che la presente invenzione si applica in tutti i casi dove si ha un componente in cui si manifestino due o più esigenze incompatibili fra loro e che possono essere tutte soddisfatte separatamente attribuendole a 2 o più strati associati del componente.



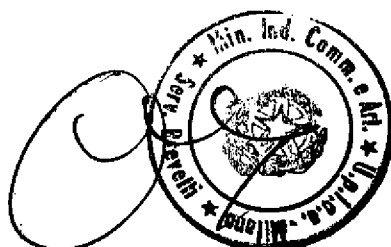
Rivendicazioni

1. Rivestimento elastico tubolare per componenti elettrici avente complessivamente valori prefissati di requisiti meccanici e requisiti elettrico/ambientali, in cui i requisiti meccanici
5 comprendono la dilatabilità ed il ritorno elastico in direzione radiale, e i requisiti elettrico/ambientali comprendono la resistenza al tracking e la resistenza all'irraggiamento solare, caratterizzato dal comprendere uno strato interno isolante (10, 680) ed uno strato esterno isolante (20, 30, 660), tra loro coassiali, sovrapposti e vincolati, in mescole di materiale polimerico reticolato, in cui la mescola reticolata
10 costituente lo strato interno (10, 680) possiede valori prefissati di detti requisiti meccanici e la mescola reticolata costituente lo strato esterno (20, 30, 660) possiede valori prefissati di detti requisiti elettrico/ambientali.
2. Rivestimento elastico come rivendicato nella rivendicazione 1 in cui lo strato isolante interno (10, 680) possiede una rigidità dielettrica almeno pari a 15 kV/mm.
- 15 3. Rivestimento elastico come rivendicato nella rivendicazione 2 dove detto strato esterno (30, 660) comprende un profilo alettato predeterminato.
4. Rivestimento elastico come rivendicato in qualsiasi delle precedenti rivendicazioni in cui lo strato esterno (20, 30, 660) ha una resistenza al tracking almeno della classe 2,5 (IEC 587).
- 20 5. Rivestimento elastico come rivendicato in qualsiasi delle precedenti rivendicazioni in cui lo strato interno (10, 680) in esercizio mantiene un'interferenza almeno del 10%.
6. Rivestimento elastico come rivendicato nella rivendicazione 5 in cui lo strato interno (10, 680) è predilatabile almeno del 20%.

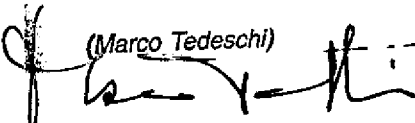
7. Rivestimento elastico come rivendicato nella rivendicazione 6, in cui lo strato interno (10, 680) in esercizio mantiene un'interferenza almeno del 25%.
8. Rivestimento elastico come rivendicato nella rivendicazione 7, in cui lo strato interno (10, 680) è predilatabile almeno del 50%.
- 5 9. Rivestimento elastico come rivendicato in qualsiasi delle precedenti rivendicazioni in cui lo strato interno (10, 680) comanda il ritorno elastico dello strato esterno.
10. Rivestimento isolante elastico tubolare per componenti elettrici caratterizzato dal fatto che possiede resistenza al tracking almeno della classe 2,5 (IEC 587), e resistenza all'irraggiamento misurata con una lampada ad arco di Xenon con potenza 6500 W alla
10 distanza di 48 cm almeno pari a 2500 ore, tale che dopo una predilatazione almeno del 20% mantiene una interferenza almeno del 10%, dove detto rivestimento comprende almeno due strati (10,680, 20, 30, 660) coassiali e vincolati in diverse mescole di materiale polimerico reticolato.
11. Terminale per cavi elettrici caratterizzato dal comprendere un rivestimento elastico
15 come rivendicato nella rivendicazione 1 o 10.
12. Componente elettrico comprendente un elemento elettrico centrale (605) sostanzialmente cilindrico ed un rivestimento isolante elastico (730) calzato su di esso caratterizzato dal fatto che detto rivestimento (730) è in uno stato di interferenza di almeno il 25% e che dopo una esposizione equivalente alla esposizione all'esterno ad
20 una tensione almeno pari a 60 kV, di durata pari alla vita minima prefissata del componente elettrico, manifesta una erosione superficiale minore del 10% dello spessore complessivo, in cui detto rivestimento (730) comprende due strati (680, 660) in materiale elastomerico differente.

13. Componente elettrico come rivendicato nella rivendicazione 12, in cui detto rivestimento (730) è in uno stato di interferenza di almeno il 25% dopo essere stato mantenuto per un periodo prefissato in magazzino ad una dilatazione almeno del 50%.
14. Metodo per rivestire un elemento elettrico (605) comprendente le seguenti fasi:
- 5 - applicare un primo strato tubolare isolante (680) a detto elemento elettrico;
- applicare un secondo strato tubolare isolante (660) coassiale al primo ed esterno a detto elemento elettrico (605);
- dove detto primo strato tubolare (680) possiede valori prefissati di dilatabilità e ritorno elastico e dove detto secondo strato tubolare (660) possiede valori prefissati di
- 10 resistenza al tracking e resistenza all'irraggiamento solare.
15. Metodo come rivendicato nella rivendicazione 14 dove le fasi di applicare un primo (680) ed un secondo strato (660) a detto elemento elettrico (605) comprendono le fasi di:
- 15 disporre su di un supporto rimovibile (710) detto primo strato (680) e detto secondo strato (660) coassiale al primo ed esterno;
- calzare detto supporto rimovibile con detto primo e detto secondo strato su detto elemento elettrico
- rimuovere detto supporto rimovibile facendo collassare detto primo e detto secondo strato radialmente verso detto elemento elettrico.
- 20 16. Metodo come rivendicato nella rivendicazione 15 dove detto secondo strato (660) comprende un profilo alettato prefissato.
17. Metodo per la fabbricazione di un corpo di rivestimento (1, 2, 3, 730) avente profilo prefissato per componenti elettrici, detto metodo comprende le seguenti fasi:
- realizzare un primo strato isolante (10, 680) in materiale polimerico reticolabile;

- realizzare un secondo strato isolante (20, 30, 660) coassiale al primo ed esterno in diverso materiale polimerico reticolabile, comprendente detto profilo prefissato;
 - vulcanizzare almeno uno tra detti strati interno ed esterno (10, 680, 20, 30, 660).
18. Metodo come rivendicato nella rivendicazione 17 in cui detto primo strato (10, 680) e
5 detto secondo strato (20, 30, 660) sono realizzati e vulcanizzati separatamente quindi sono sovrapposti coassialmente uno all'altro e vincolati.
19. Metodo come rivendicato nella rivendicazione 18 in cui detto primo (10, 680) e detto secondo strato (20, 30, 660) sono vincolati interponendo tra essi uno strato adesivo.
20. Metodo come rivendicato nella rivendicazione 19 dove detto strato adesivo comprende
10 uno strato di gomma cruda da vulcanizzare successivamente o un collante.
21. Metodo come rivendicato nella rivendicazione 17 in cui: inizialmente viene realizzato il secondo strato esterno (20, 30, 660) e quindi vulcanizzato; successivamente il materiale adottato per realizzare il primo strato (10, 680) viene trasferito all'interno del secondo strato vulcanizzato; quindi viene vulcanizzato anche il primo strato
15 vincolandolo così al secondo strato.
22. Metodo secondo la rivendicazione 17 in cui il primo strato (10, 680) viene realizzato mediante stampaggio mentre il secondo strato (20, 30, 660) viene realizzato in due parti separate di cui almeno una viene vulcanizzata prima di essere disposta coassialmente all'esterno del primo strato.
- 20 23. Metodo come rivendicato in qualsiasi delle rivendicazioni da 17 a 22 in cui detto profilo prefissato viene realizzato sulla superficie esterna di detto secondo strato (20, 30, 660) mediante operazione di asportazione di porzioni di materiale.



PIRELLI CAVI S.p.A.
Brevetti


(Marco Tedeschi)

MI 96 A 2247

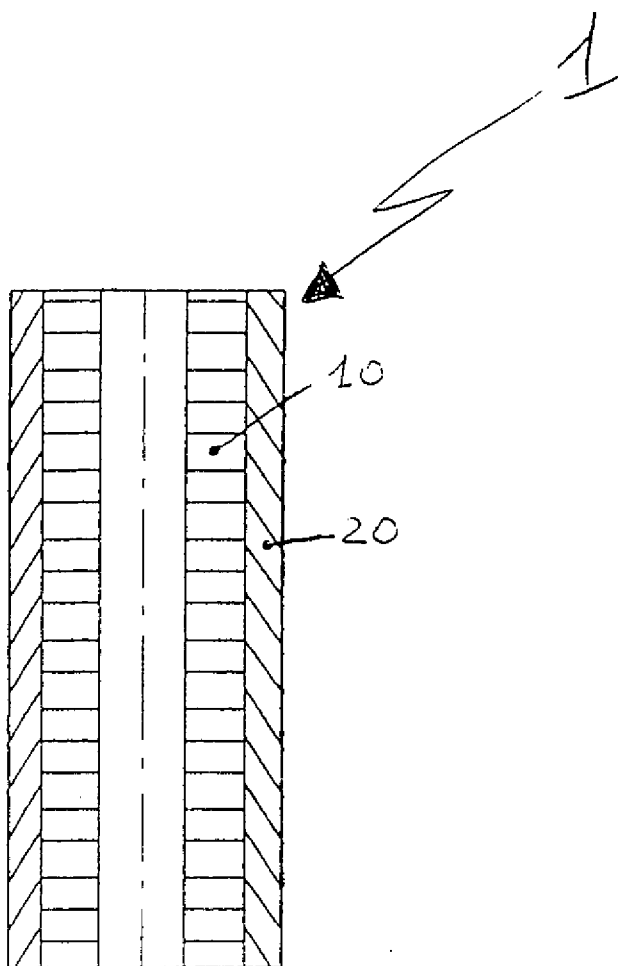


FIG. 1

PIRELLI CAVI S.p.A.
Brevetti

(Marco Tedeschi)
[Handwritten Signature]

MI 96 A 2247

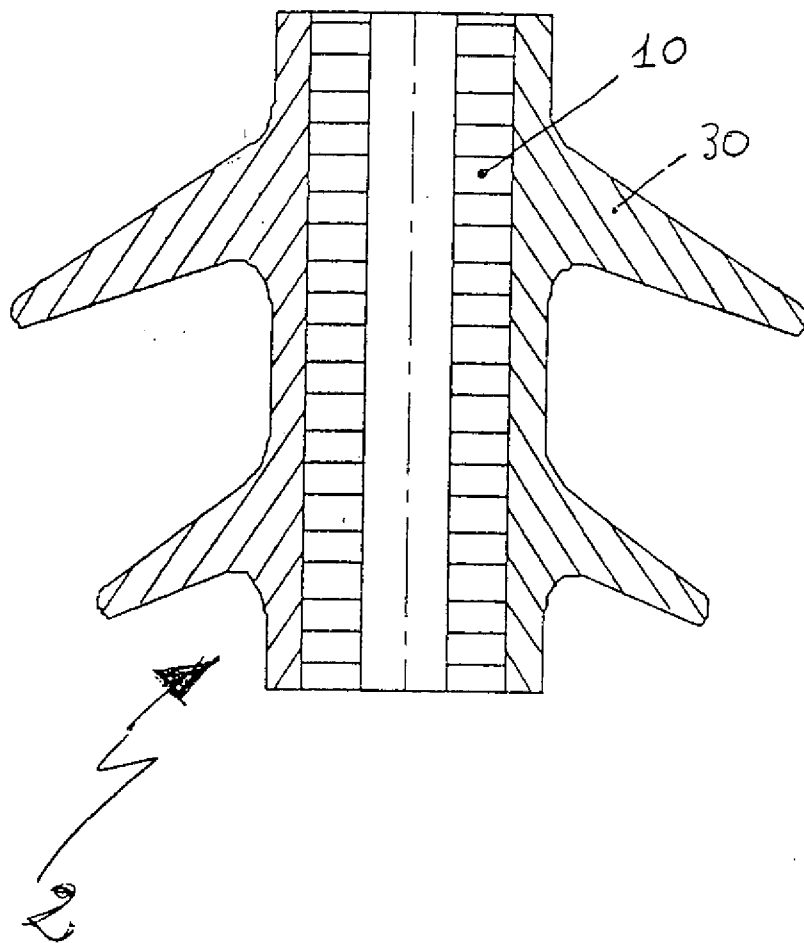
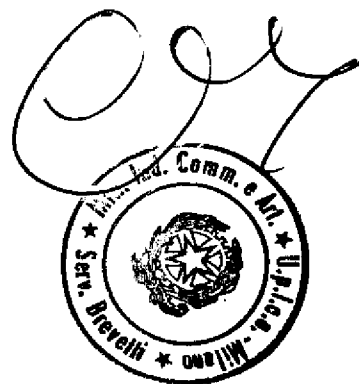


FIG. 2



PIRELLI CAVI S.p.A.
Brevetti

(Marco Tedeschi)
Marco Tedeschi

MI 96 A 2247

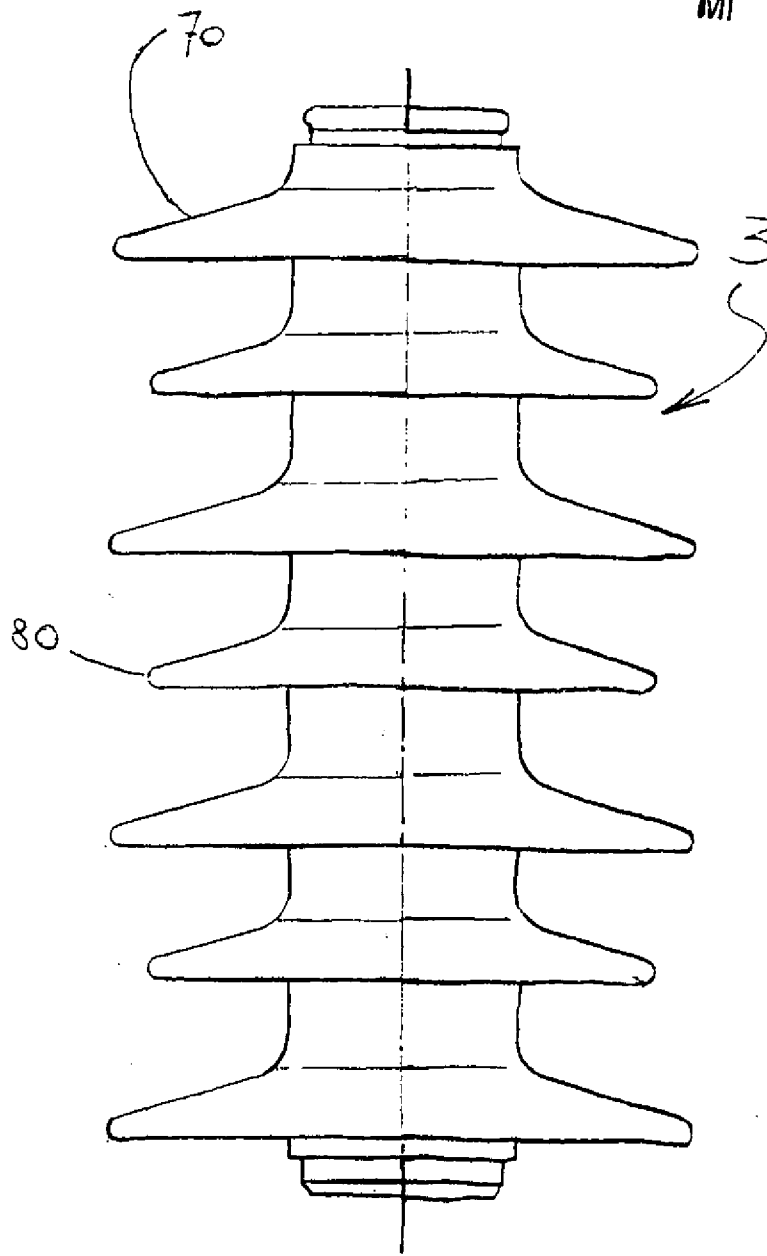
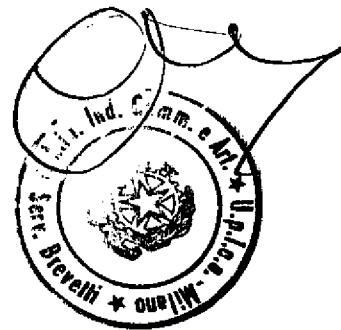


FIG. 3



PIRELLI CAVI S.p.A.
Brevetti

(Marco Tedeschi)
Marco Tedeschi

MI 96 A 2247

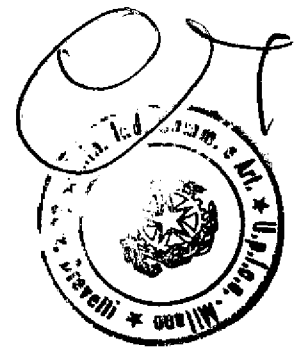
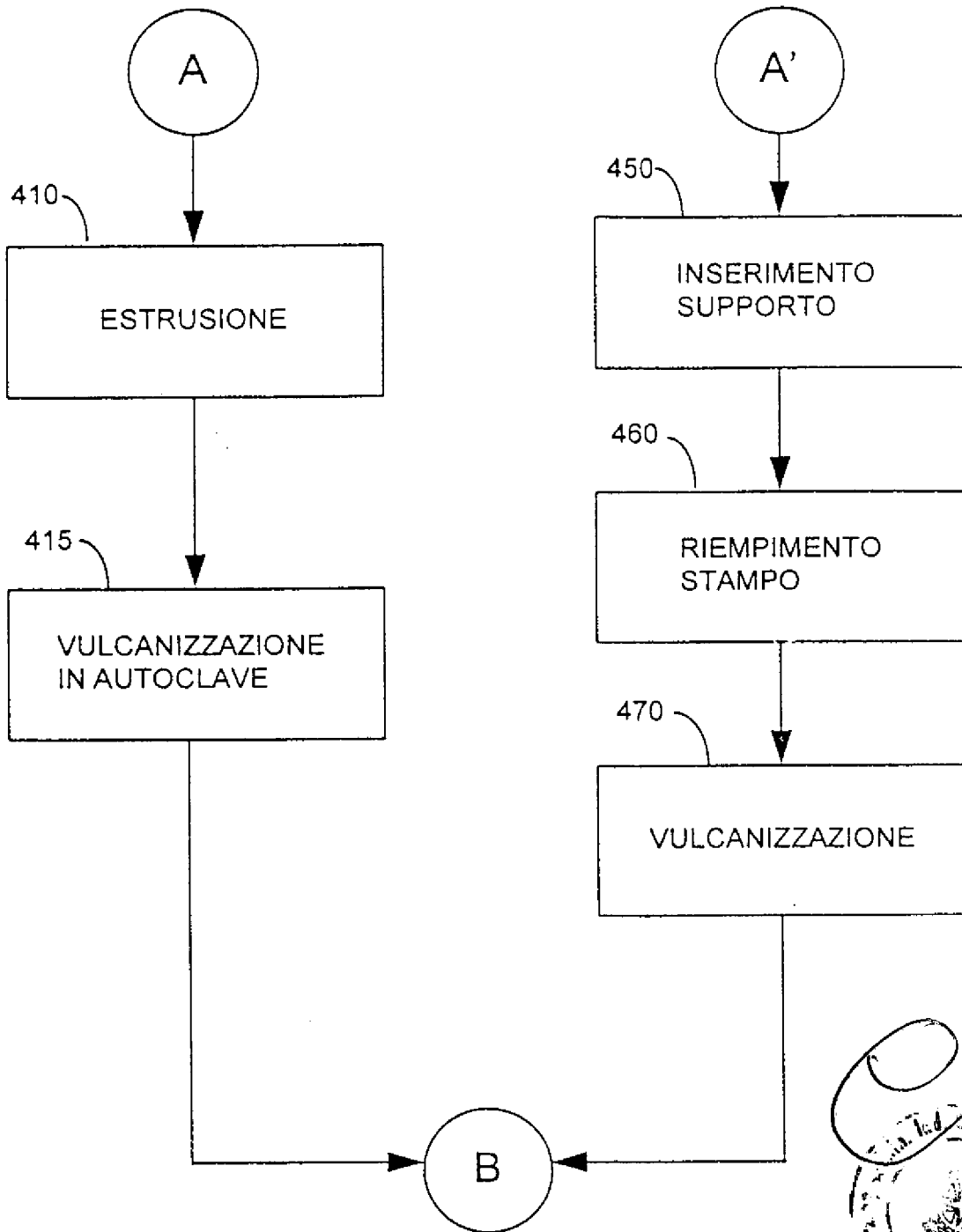


Fig. 4

PIRELLI CAVI S.p.A.
Brevetti

(Marco Tedeschi)

MI 96 A 2247

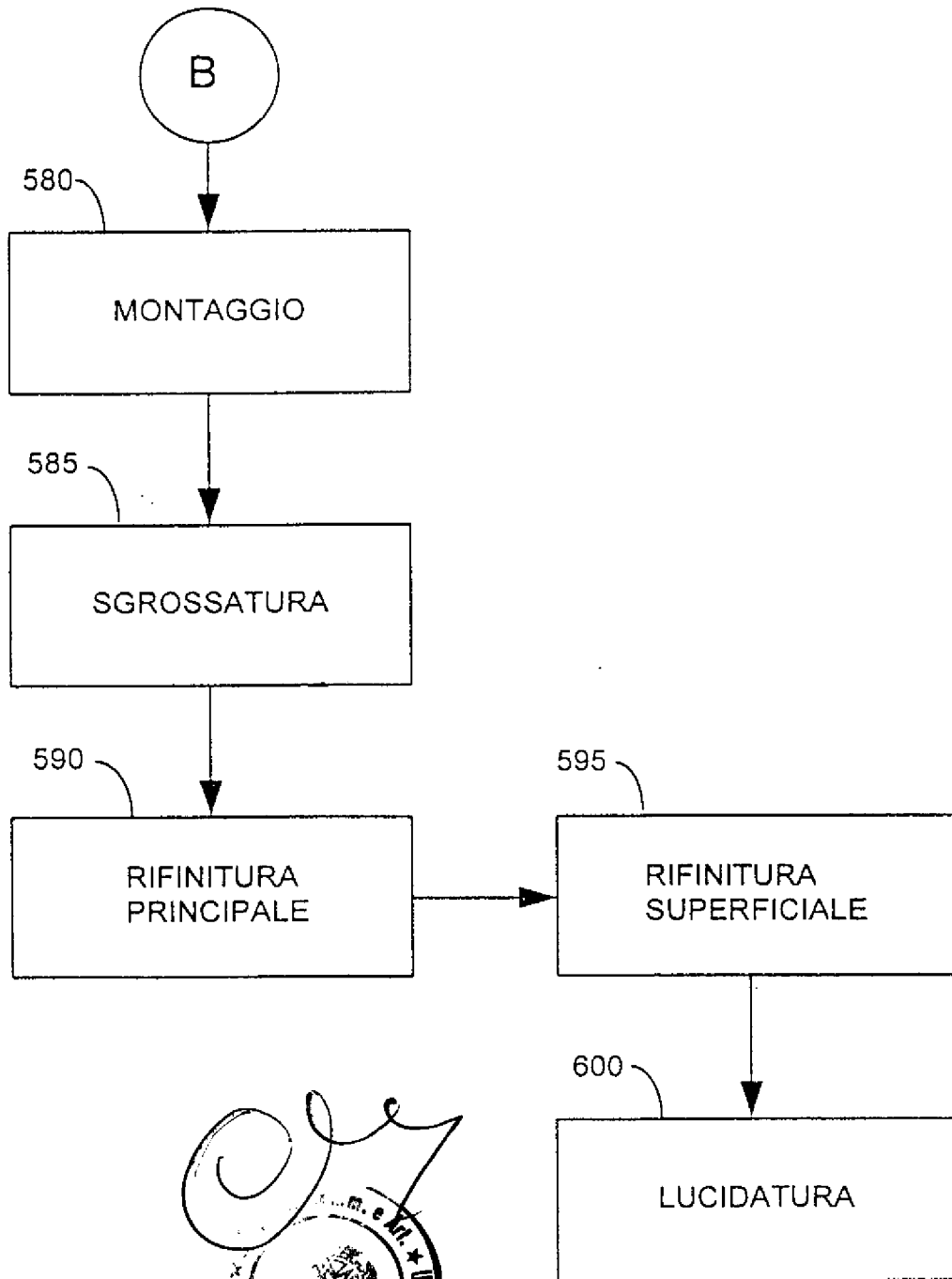


Fig. 5

PIRELLA GAVI S.p.A.
Brevetti

(Marco Tedeschi)

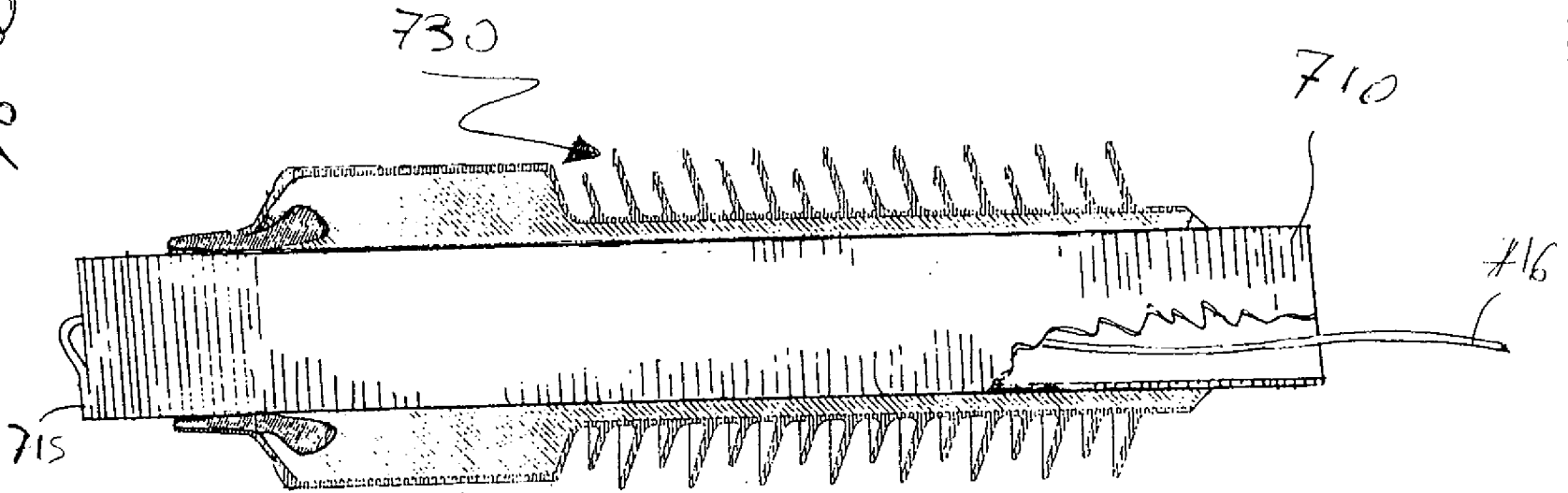
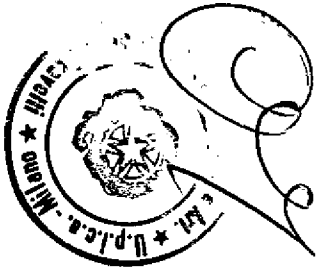


FIG. 7

MI 96 A 2247

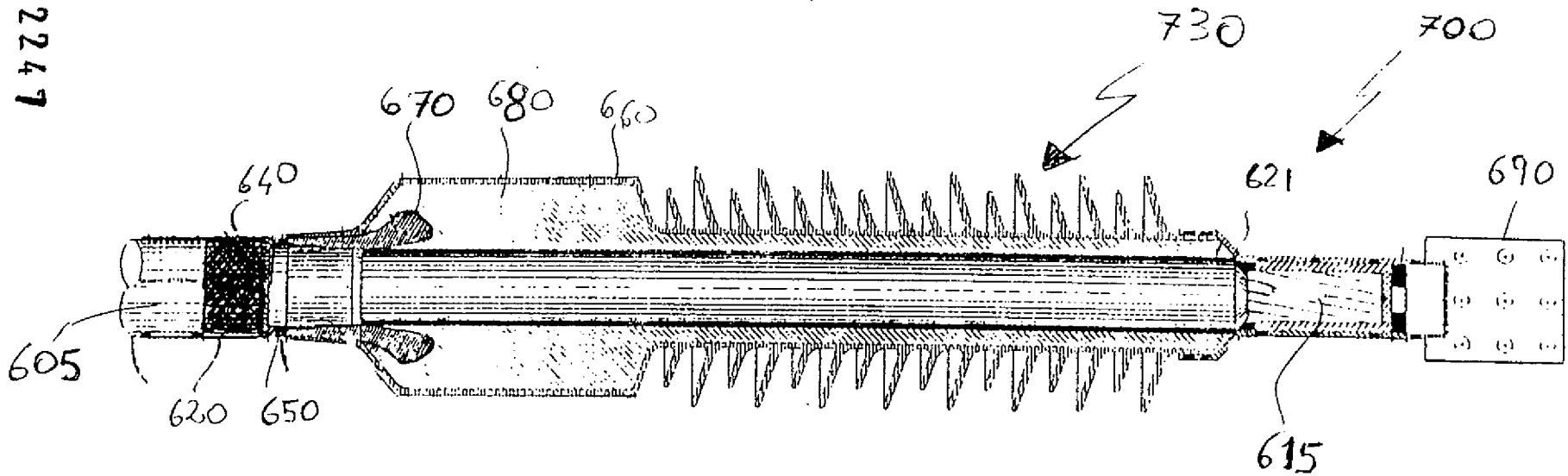


FIG. 6

PIRELLI CAVI S.p.A.
Brevetti

(Marco Tedeschi)
Marco Tedeschi