

APPENDICE A

GLI ISOLANTI ELETTRICI

Generalità. — Una conoscenza almeno approssimativa delle qualità isolanti di un determinato materiale che il radioriparatore si accinga ad utilizzare per la costruzione di un pezzo da sostituire ad un altro in un radiorecettore in riparazione è assolutamente necessaria.

Sebbene ogni materiale isolante abbia delle caratteristiche variabili entro limiti molto estesi a seconda del produttore, del metodo di trattamento prima dell'uso ed anche delle condizioni ambientali a cui andò soggetto, per ognuno sarà bene conoscerne quelle generali e in qualche caso il procedimento di produzione o i costituenti di base.

A differenza dei conduttori che hanno delle proprietà elettriche ben definite e simili fra loro, gli isolanti sono dotati di caratteristiche del tutto diverse e poco note ancora e soggette alle variazioni ambientali in modo vario. Per uno studio sommario delle caratteristiche degli isolanti suddivideremo le loro proprietà come segue:

- a) resistività, fattore di potenza e assorbimento;
- b) perdite superficiali;
- c) costante dielettrica;
- d) perforazione dei dielettrici;
- e) altre caratteristiche fisiche.

a) *Resistività, fattore di potenza ed assorbimento.* — Se si hanno due lamine di metallo separate da una lamina isolante, ad es. ebanite, e ad esse si applica la tensione fornita da una batteria di pile, si viene a creare fra esse un campo elettrico. Misurando con un galvanometro la corrente fornita dalla batteria per caricare il condensatore costituito dalle due lamine noteremo un primo sbalzo improvviso dell'ago dello strumento denotante una notevole corrente istantanea. L'ago si sposterà

quindi sempre più lentamente verso lo zero ma non lo raggiungerà mai rivelando il passaggio di una debolissima corrente. Il nastro isolante non è quindi tale nel senso assoluto ma bisogna ritenere invece che la sua resistenza elettrica è grandissima. Questa resistenza varia in modo notevole da materiale a materiale ed è soggetta per tutti alla percentuale di umidità in essi contenuta. Naturalmente comportandosi l'isolante in tali condizioni come una resistenza la corrente in esso circolante si tramuterà in calore.

Se consideriamo il condensatore formato dalle due lamine e lo carichiamo collegandolo ai due estremi della batteria di pile e poi lo scarichiamo cortocircuitandolo con i fili collegati al galvanometro le due lamine avremo prima una scarica rapida e intensa e poi una molto più debole che va man mano diminuendo.

L'energia restituita dal condensatore all'atto della scarica non può essere uguale a quella fornitagli alla carica per la continua perdita di corrente che si verifica attraverso al dielettrico come già detto, perdita che naturalmente veniva alimentata dalla carica stessa del condensatore allorchè si staccavano i fili di collegamento alla batteria per operare poi il corto circuito sul galvanometro.

Vi è quindi un certo rapporto fra potenza data alla carica e quella fornita alla scarica che denota, le qualità isolanti del materiale e ch'è chiamato fattore di potenza del dielettrico adoperato: naturalmente quanto maggiore è il rapporto fra la potenza fornita e potenza resa e quindi quanto maggiore è il fattore di potenza tanto peggiore è l'isolante.

Ma occorre anche por mente al fattore su accennato e cioè alla scarica la corrente immagazzinata nel condensatore non veniva restituita tutta in una volta ma una certa quantità di essa poteva solo liberarsi dopo un certo tempo dal condensatore come se trovasse una certa difficoltà simile a quella di un liquido molto denso uscente da una bottiglia. Perciò venne detto vischiosità dielettrica la causa determinante tale fenomeno ed in modo più generalmente accetto assorbimento del dielettrico il fenomeno stesso; sebbene esso sia anche noto sotto il nome di isteresi dielettrica tale denominazione non è esatta.

Come già detto alla carica di un condensatore l'ago del galvanometro non si porta di colpo dal valore massimo dovuto

alla corrente istantanea al valore minimo dovuto alla corrente costante circolante nel dielettrico ma un po' lentamente indicando una certa difficoltà a far caricare completamente le due lamine, difficoltà dovuta sempre ad assorbimento dell'isolante. Tutti gli isolanti solidi si comportano nel modo suddetto, gli isolanti liquidi e i gassosi invece no, sebbene in alcuni solidi allo stato purissimo come lo zolfo, la paraffina ed il quarzo non si abbia un fenomeno di assorbimento apprezzabile.

Per tutti gli isolanti per piccole variazioni nella composizione di essi come pure per piccole quantità d'impurità ed umidità si ha una notevole variazione nell'assorbimento.

b) *Perdite superficiali.* — Evidentemente anche un ottimo isolante che abbia la superficie inumidita o coperta di polvere ed umidità presenterà una certa perdita fra le parti metalliche su di esso montate. La polvere può depositarsi sulla superficie dell'isolante sia naturalmente per gravità, sia per elettrizzazione dell'isolante.

La superficie dell'isolante può poi subire per effetti atmosferici od altro deterioramenti che ne menomano grandemente le proprietà isolanti superficiali, così l'ebanite esposta alla luce si decompone formando uno strato giallognolo dovuto all'ossidazione dello zolfo con produzione di acido solforico. Molti isolanti commercialmente prodotti hanno poi una rifinitura superficiale che ne aumenta notevolmente la conduttività, così le lastre di ebanite lucidate a specchio. A volte conviene verniciare un isolante molto igroscopico sebbene in se stesso esso abbia un fattore di potenza molto basso. La sua igroscopicità aumenterebbe troppo la conduttività superficiale e quindi facendo uso di una buona vernice lo si può adoperare senz'altro, così per molti materiali ceramici attualmente usati per le basse perdite alle alte frequenze.

c) *Costante dielettrica.* — Considerando nuovamente le due lamine metalliche affacciate alla lastra di ebanite si disse come esse formano effettivamente un condensatore atto ad immagazzinare una certa carica allorchè si collegano le due lamine ai due terminali di una batteria.

Se misuriamo la quantità di elettricità che carica il condensatore sia che fra le due lamine vi sia l'ebanite o semplicemente

l'aria (mantenendo ben inteso invariate le posizioni relative di esse) avremo una maggiore quantità di elettricità immagazzinata usando l'ebanite come isolante anziché l'aria. Questo rapporto esistente fra i due valori della capacità con i due isolanti (ebanite ed aria) indica una certa proprietà dell'ebanite (prendendo quella dell'aria di valore 1) detta costante dielettrica e che è per tutti gli isolanti maggiore dell'unità.

d) *Perforazione dei dielettrici.* — Le due lamine formanti il condensatore di cui ci siamo sinora avvalsi non possono però essere portate ad una d. d. p. sempre più elevata senza incorrere nella scarica che si stabilisce fra esse, sia che si faccia uso di un isolante gassoso (come l'aria normalmente interposta) che liquido o solido. La ragione per cui avviene una tale scarica ha formato il soggetto di varie teorie ma nessuna giunge ad una completa spiegazione del fenomeno, in ogni caso con l'aumentare della d. d. p. avvengono delle alterazioni chimiche e fisiche dell'isolante che perde tale proprietà.

Troppi fattori costituiscono poi il verificarsi del fenomeno in vari modi come la temperatura, l'umidità, la forma, il materiale costituente gli elettrodi affacciati all'isolante ed anche il modo come questi toccano l'isolante.

Generalmente due teorie sono le più accette perchè più si avvicinano ad una completa spiegazione del fenomeno e cioè la teoria elettronica e quella termica.

Gli isolanti sono quei corpi che non hanno elettroni facilmente spostabili dagli atomi, ma essi ne hanno sempre una minima parte di liberabili. Aumentando la differenza di potenziale questi elettroni assumono una certa accelerazione tanto maggiore quanto maggiore è l'aumento suddetto e muovendo attraverso gli altri atomi li urtano violentemente liberando ancora altri elettroni.

Col proseguire l'aumento della differenza di potenziale si arriva a dare una tale accelerazione agli elettroni da poter avere un certo flusso di essi malgrado si sia partiti da un numero minimo e quindi avere una certa conduttività aumentabile sino alla perforazione dell'isolante.

La teoria termica invece si applica meglio agli isolanti solidi e ne spiega la perfezione con l'aumento di temperatura a cui va incontro un isolante sottoposto ad elevata differenza di

potenziale sino ad avere un peggioramento notevole delle sue proprietà dielettriche e quindi un aumento della conduttività.

Bisogna ancora por mente ad un altro fenomeno e cioè, la scarica superficiale: se due conduttori sono sulla stessa faccia di una lastrina di un isolante in buon contatto con questo il campo elettrico che si avrà fra di loro sarà disuniformemente distribuito fra l'aria e l'interno dell'isolante stesso, quindi entrambi prenderanno parte in modo vario alle perdite fra i due conduttori.

Se la superficie dell'isolante venisse a coprirsi di una certa quantità di umidità, questa sarebbe effettivamente sotto forma di minutissime goccioline di acqua pura isolate fra di loro: si avrebbero allora fra i due conduttori delle serie di condensatorini formate dalle capacità delle goccioline fra di loro.

Il campo elettrico esistente fra i conduttori stessi per questa nuova causa sarà molto più intenso che nell'aria o nell'isolante circostante e ciò per la maggior costante dielettrica dell'acqua e quindi si avrà lungo la superficie umida dell'isolante una scarica iniziale con l'aumento della differenza di potenziale, scarica che finirà col carbonizzare la superficie dell'isolante, se di origine organica.

Segnaliamo infine qui un fenomeno interessante particolarmente i trasformatori B.F. e di uscita.

Si abbia un conduttore di rame infilato in un tubetto di carta in modo che fra esso e la carta vi sia una piccola intercapedine. Esternamente alla carta si avvolga una lamierina di metallo sottile facendola combaciare bene con la superficie esterna del tubetto isolante.

Applichiamo ai due conduttori una tensione notevole di alcune migliaia di volt.

Dopo alcuni giorni la superficie del conduttore di rame prima ben lucida è ora ricoperta di uno strato di un sale verde di rame (nitrato di rame). Sotto l'alta tensione si sono prodotti degli effluvi fra il conduttore e l'isolante non in perfetto contatto con esso con la seguente formazione di ozono. Data la umidità contenuta nell'aria interposta e anche quella contenuta nella carta del tubetto e si è giunti alla formazione di acido nitrico che ha intaccato il rame. Naturalmente l'isolante non è rimasto indifferente ad un tale processo, ed esso tende quindi ad alterarsi chimicamente ed a perforarsi. Per questa ragione

molti trasformatori non impregnati si interrompono al primo strato ed il filo presenta effetti di corrosione. Nel caso di condensatori di carta e stagnola sottoponendoli a lavoro il riscaldamento prodotto può dar luogo ad una redistribuzione dell'umidità non bene eliminata durante il processo di essiccazione nel vuoto e causare in alcune zone lavoranti in condizioni sfavorevoli (per pressioni, ad es.) la perforazione dell'isolante.

e) *Altre caratteristiche fisiche.* — Termineremo infine questa breve esposizione delle caratteristiche degli isolanti notando come per la completa definizione di un isolante interessa anche conoscere la sua igroscopicità, la sua resistenza meccanica e nel caso di isolanti derivati da paraffina, bitume e simili, la loro viscosità alle temperature normali, ed infine anche la dilatazione dell'isolante col variare della temperatura.

L'igroscopicità in alcuni casi elevata di isolanti che si prestano invece bene per la loro resistenza meccanica per dati lavori (cartone bachelizzato, ad es.) può essere impedita essiccando accuratamente i pezzi dopo la lavorazione e poi verniciandoli. L'ebanite pura, sebbene un isolante solido, è dotata di una minima vischiosità che si rivela col tempo, quindi in alcuni casi non la si può impiegare ed il ricorrere all'introduzione di materiali che possono darle la necessaria resistenza meccanica porta ad un peggioramento notevole delle sue qualità isolanti.

Per riempire una scatola contenente un trasformatore elettrico si dovrà far uso di una miscela di bitume ed altre sostanze la cui vischiosità sia molto elevata appunto per la possibilità di riscaldamento del trasformatore per sovraccarico o lungo funzionamento, mentre se si dovessero bloccare dei condensatori od un trasformatore di bassa frequenza si potrà far uso di materiali con vischiosità molto minore e quindi più facilmente fusibili.

Infine è ovvio come per la costruzione di condensatori variabili, bobine od altre parti simili non si possono adoperare materiali che abbiano un forte coefficiente di dilatazione con la temperatura.

Anche la combustibilità e la carbonizzazione sono di un certo interesse portando quest'ultima ad una diminuzione notevole dell'isolamento. La bachelite è facilmente carbonizzata

da piccoli archi fra i contatti di un commutatore e diviene conduttrice.

Si avrà sempre cura di non assoggettare gli isolanti in genere ad importanti funzioni meccaniche perchè specie quelle comportanti una pressione diminuiscono le proprietà isolanti.

Dovendo utilizzare un isolante, ad es., per strisce portanti una serie di linguette a cui collegare dei fili con saldatura, si sceglieranno isolanti che non possono deformarsi sotto l'azione del calore, allentando così i chiodini di fissaggio delle linguette, che non carbonizzino sotto l'azione del calore del saldatore e che non s'impastino con la pasta o la pece adoperate per la detersione delle parti da saldare formando così una superficie igroscopica o che tenda a trattenere la polvere.

Parti stampate in resine termoplastiche (trollit, stirene, resine viniliche) si deformano completamente sotto l'azione del calore, quindi se si effettuano saldature su parti fissate ad esse occorre eseguirle molto rapidamente preparando in anticipo le parti da saldare.

Seguono qui dei particolari su alcuni degli isolanti maggiormente interessanti l'industria radioelettrica.

ACROLITE. Resina di polimerizzazione del fenolo e dell'acroleina, trasparente, fattore di potenza più elevato del polistirolo, si ammorbidisce a 60° C (Lucite, Diakon).

ALSIMAG. Ceramica con deboli perdite dielettriche in alta frequenza ed elevata resistenza meccanica ed al calore.

AMBERITE. Isolante giallo trasparente in tutto simile all'ambra, ottenuto ammorbidendo piccoli pezzi di ambra e sottoponendoli a pressione. È stato adoperato con buoni risultati nell'isolamento di innesti per cavi per cellule fotoelettriche e per condensatori variabili.

AMBRA. Resina fossile che viene adoperata come isolante solo in apparecchiature da laboratorio. Fattore di potenza a 10000 kHz 0,5.

AMIANTO. Esso ed i suoi derivati presentano uno scarso isolamento elettrico. È un minerale che è particolarmente interessante per l'isolamento termico. I fogli di carta o cartone di amianto sono fragili e facilmente sagomati bagnandoli.

ARDOSTAN. Materiale ceramico talco argilloso con piccolo coefficiente di dilatazione per cui lo si adopera nella costruzione di condensatori ed induttanze campioni. Fattore di potenza 0,4 a 0,7 a 1000 kHz.

AROCOLOR. Clorodifenili liquidi e solidi, questi ultimi non infiammabili, con alta costante dielettrica (4), ottimi isolanti, adoperati nei condensatori a carta. Di produzione inglese, corrisponde ai tipi americani Permitol, Pyranol.

ASFALTO. Gli asfalti naturali sono purificati dalle sostanze minerali inquinanti, sono uno dei tipi di bitumi adoperati per impregnazione e per riempitivi. Vi sono anche asfalti residui della distillazione di petroli misti o di petroli puramente asfaltici e le asfaltiti (gilsonite) ottenute anche dal petrolio e che hanno un punto di fusione più elevato degli asfalti. Una pellicola di vernice asfaltica nera (bitume di giudea) ha un fattore di potenza di 0,8 a 1000 kHz.

BACHELITE. Dalla condensazione di fenolo ed aldeide formica si hanno delle masse dure, di resine artificiali, dette bacheliti. Nella loro produzione si hanno tre fasi ad ognuna delle quali si può arrestare la formazione del prodotto. Nella prima fase si ha un prodotto che può essere sia liquido che sempre più denso sino a presentarsi sotto forma solida, ma in ogni caso solubile in alcool ed acetone.

Riscaldando tale prodotto (bachelite A) si ottiene della bachelite B, solida, friabile, insolubile nei solventi ma che può essere modellata a caldo diventando pastosa col riscaldamento.

Continuando questo, si passa alla terza fase con formazione della bachelite C insolubile, infusibile, che resiste a temperature sino a 200° C, carbonizzandosi in seguito. È questa la bachelite formante le parti stampate ben note che vengono ottenute colando nelle forme riscaldate a 800° C la bachelite del tipo C appena tolta dal disidratatore e ancora liquida. Le si può invece formare anche con le bacheliti A e B oppure nel caso che si tratti di oggetti verniciati con soluzioni in alcool di bachelite A, li si mette nei bachelizzatori, tipi speciali di autoelavi, riscaldati a 180° C circa per un paio d'ore e sotto una certa pressione per evitare la formazione di bollicine gassose nell'interno della massa iso-

lante, ma si ricorre anche all'uso di cloruro di zolfo che fa indurire la massa ad una temperatura più bassa, senza sviluppo di bollicine di gas. Molto diffusi per la produzione in serie sono i bachelizzatori a circolazione continua, in cui non si adopera alcuna pressione. In genere però, per la formazione di parti stampate si ricorre a dei corpi di riempimento (carica) di varia natura. Le migliori lastre di carta bachelizzata, come parti stampate in bachelite, con riempimento di farina di legno hanno un fattore di potenza di 3,5 a 1000 kHz. Le lastre di tela bachelizzata ne hanno uno superiore a 4,5 mentre quando si adopera per le parti stampate come riempitivo la mica si scende a 0,7 e per il fenolo puro si ha 1.

BENZILCELLULOSA. Composto di cellulosa che conferisce alle vernici ed agli adesivi in cui è introdotto, una maggiore immunità dall'umidità atmosferica rispetto alla nitrcecellulosa.

BECOL. Ebanite caricata con sostanze adatte a non peggiorarne notevolmente le sue qualità isolanti specie in A.F.

BITUME. Ai bitumi appartengono gli asfalti, le peci, le cere minerali (ozocherite). Vengono adoperati come miscele di riempimento per il bloccaggio di trasformatori, impedenze, condensatori e nella produzione di parti stampate economiche facendo uso come cariche di sostanze minerali e di cascami di tessuti. Sono usati anche nella produzione di nastri isolanti simili a quelli gommati e nell'industria dei cavi.

CALAN. Isolante ceramico di silicati di magnesio, ossido di magnesio. Ottime qualità isolanti in A.F.; fattore di potenza 0,032 a 1000 kHz.

CALIT. Materiale ceramico identico al calan ma con minor contenuto di ossido di magnesio. Fattore di potenza 0,038 a 1000 kHz.

CAMBRIC. Tessuto in lino o cotone a trama molto sottile, liscio, specie di mussolina.

CANEVASITE. Lastre ottenute impregnando dei tessuti con vernici sintetiche.

CANVAS. Denominazione inglese di tessuti con fili multipli di cotone o lino adoperati anche per la produzione di lastre con resine sintetiche.

CARNAUBA. È una cera vegetale con mincri qualità isolanti della paraffina ma con più alto punto di ebollizione. Può essere adoperata come miscela, ma riesce in ciò meno adatta dei bitumi e la si usa in piccole percentuali per aumentare la temperatura di fusione della paraffina, fondendo a 85° C.

CARTA. Il posto che la carta occupa come materia prima per la costruzione di un radiorecettore è veramente notevole, dato le molteplici forme ch'essa assume: pannelli isolanti, tubi, parti stampate o tranciate, isolamenti degli avvolgimenti, dei condensatcri, coni dei dinamici.

La carta può essere ottenuta sia da fibre tessili che dal legno, a mezzo di trattamenti chimici o meccanici. Questo ultimo, produce carte ricche di gomma ed altre sostanze e quindi non adatte per l'isolamento elettrico. Ma anche un processo chimico (quello al bisolfito) produce una polpa per la produzione della carta che, se non trattata accuratamente può mantenere un'acidità abbastanza elevata che è da evitare per l'isolamento elettrico. Questo metodo al bisolfito, produce però della carta in particolar modo resistente e che viene adoperata specie nell'isolamento dei cavi.

Le migliori qualità di carta per l'isolamento, sono ottenute dai cascami di cotone (fibre troppo corte per essere tessute) essendo questa la forma di cellulosa più pura che si trovi in natura. Con il cotone, si produce la carta, usata per la costruzione dei condensatori fissi adoperanti tale dielettrico (paraffinato od oleato). Le carte normalmente adoperate sono quelle ottenute col metodo del solfato, ma in ogni caso le carte isolanti non debbono essere caricate in nessun modo con materiali estranei, come generalmente si usa per le carte comuni, sebbene anche buona parte di quelle adoperate per l'isolamento presentino una certa carica.

L'uso delle carte impermeabilizzate (oleate, pergamenate) è da scartare assolutamente, ottenendosi tale risultato a mezzo di un trattamento con acido o con soda caustica.

L'acidità e l'alcalinità delle carte sono determinabili con una certa difficoltà. È utile notare come la prima condizione renda in breve tempo la carta fragile, mentre la seconda rende la carta molto soggetta all'umidità atmosfere-

rica e ne fa variare le qualità isolanti in modo notevole. L'igroscopicità della carta viene comparata fra vari tipi tagliando delle strisce lunghe ugualmente, immergendole ad un estremo per qualche centimetro in acqua. Dopo cinque minuti, si misura la lunghezza della parte impregnata e si nota il campione meno igroscopico.

Devendo invece paragonare vari campioni per le altre proprietà meccaniche si ricorre a dei metodi che sono facilmente dettati dalla stessa applicazione per cui occorre far le misure, mentre in altri casi si fa addirittura un esame delle fibre costituenti la pasta al microscopio (con un ingrandimento di almeno $\times 100$); a tale scopo si fa spapolare la pasta facendola bollire in acqua leggermente alcalina.

La polpa di legno, ottenuta con uno dei mezzi normali, viene poi introdotta in una macchina speciale (olandese) che facendola passare fra due gruppi di coltelli (di cui uno rotante), dà una sempre maggiore suddivisione delle fibre, il che porta ad una carta di densità crescente e quindi più atta all'isolamento elettrico. Tale trattamento viene detto idratazione, e carte altamente idratate sono effettivamente costituite da particelle minutissime (quasi colloidali) e riescono traslucide; esse vengono adoperate nella produzione di carte isolanti di qualità ottima.

Da ricordare ancora come la carta sia igroscopica e come prima di usarla si debba procedere ad un accurato e immediato essiccamento; precauzione questa indispensabile, perchè la carta non riassorba dall'atmosfera, durante la lavcrazione, l'umidità perduta.

Commercialmente i tipi di carte verniciate che sono più adoperate sono la carta sterlingata e la carta bachelizzata, in spessori che vanno da pochi centesimi di millimetro a parecchi decimi, formando quasi dei cartoncini. La carta sterlingata è in rotoli lunghi, venendo essa prodotta in modo del tutto simile alla tela sterlingata, mentre la carta bachelizzata, se viene impregnata ugualmente di vernice di bachelite A, sia passando attraverso una vasca contenente vernice, sia ricevendo questa a mezzo di rulli di trasporto, occorre sia prima liberata del solvente, sottoponendola quindi ad essiccamento, e poi ad una forte pressione e a temperatura adatta per un certo tempo, così da far com-

vertire la bachelite dallo stadio A in C, cioè far avvenire il processo completo di bachelizzazione.

Le lastre di cartone laccato con vernici all'alcool vengono adoperate solo per usi particolari in elettrotecnica, mentre diffusissimo è l'uso, nelle radiocostruzioni delle lastre di cartone bachelizzato, cioè delle comuni lastre di bachelite in commercio.

Effettivamente tali lastre non sono formate dal cartone comune impregnato di vernice, ma di fogli verniciati separatamente, sovrapposti in senso incrociato (cioè col senso di produzione della macchina alternato) e sottoposti a fortissime pressioni. Interessandoci qui solo delle lastre di carta bachelizzata, si noti come, per ottenere un prodotto molto compatto, occorre che sia eliminato tutto il solvente dalla bachelite applicata su ogni foglio, altrimenti data la temperatura a cui viene assoggettato il tutto e la pressione necessaria (anche vari quintali per cmq), si avrebbe una produzione di vapore che non potrebbe liberarsi e produrrebbe delle bolle interne, che renderebbero la carta non omogenea e quindi si avrebbero dei pezzi di bachelite difettosi allorchè li si ricaverebbe da essa. Le lastre di bachelite in commercio vanno da spessori di 1 millimetro o meno a 2 o 3 centimetri ed anche più. Per gli usi radiotecnici si usano le misure più piccole, sino a 6 mm in media.

I tubi di carta bachelizzata vengono prodotti allo stesso modo, adoperando fogli di carta verniciata avvolta man mano su un cilindro metallico, assicurando una pressione costante durante l'avvolgimento a mezzo di rulli riscaldati e passando quindi, dopo aver bloccato il tubo, in un apposito manicotto nel forno di bachelizzazione. I tubi in commercio sono però molto spesso formati di carta pressata e verniciata solo esteriormente, il che ne facilita la produzione a buon mercato, però la loro igroscopicità è relativamente elevata, a meno che non si provveda, dopo averli segati alla misura necessaria, ad essicarli lungamente alla stufa e di verniciarne accuratamente le estremità.

CARTONI. Come cartoni isolanti possono essere raggruppati, sia quelli noti comunemente sotto tale nome e che non hanno subito trattamenti speciali, sia il presspahn, il lea-

theroid e altri, ed infine includeremo anche la fibra ottenuta dalla sovrapposizione di fogli di carta sottoposti in seguito a trattamenti speciali.

I materiali isolanti facenti parte di questo gruppo sono tutti di valore prettamente commerciale essendo essenzialmente igroscopici: è bene studiarli, perchè il radioriparatore nei limiti l'uso in quelle parti ove essi non possono produrre perdite nocive (trasformatori elettrici). I cartoni vengono prodotti dalla pasta ottenuta da fibre sia di cotone che di lino, e infine, da numerosi altri vegetali che forniscono però cartoni più fragili data la maggiore lignificazione delle loro fibre.

Il presspahn è invece ottenuto con polpa di legno lungamente battuta, in modo da avere una buona idratazione delle fibre. La fabbricazione del cartone avviene come quella della carta, con la sola differenza, che il foglio che si ottiene all'uscita della macchina invece di passare fra i cilindri asciugatori, va ad avvolgersi su di un gran rullo riscaldato, su cui corrono dei cilindri che pressano il foglio man mano che si avvolge; in tal modo i vari strati si fondono, formando un cilindro dello spessore che si vuole e che viene quindi tagliato lungo una delle generatrici, e poi disteso, formando così il foglio di cartone. Questi fogli vengono poi pressati, onde liberarli dalla maggiore quantità possibile d'acqua e quindi fatti asciugare.

Le fibre costituenti il cartone, quanto più sono state sminuzzate, tanto più forniscono cartoni di elevata densità, che hanno corrispondentemente un maggior potere isolante.

Occorre però notare come molti cartoni commerciali che appaiono ben pesanti, debbono cioè a cariche di materiali estranei, come già si disse per la carta, e quindi hanno un cattivo potere isolante.

Anche sotto tale gruppo abbiamo compresa la fibra vulcanizzata sotto forma di fogli, anche molto sottili (leatheroid, fisli paper), nella costruzione degli apparecchi radio. La fibra vulcanizzata si ottiene con un procedimento simile a quello del cartone comune; i fogli di carta vengono fatti passare attraverso un bagno, generalmente di cloruro di zinco che ha la proprietà di sciogliere la cellulosa, e poi

avvolti su un tamburo, sino ad ottenere lo spessore voluto; il cilindro viene poi tagliato longitudinalmente e la lastra molle viene ancra immersa in bagni di cloruro di zinco e poi lavata per molto tempo nell'acqua per togliere ogni traccia di sale. La fibra europea viene generalmente colorata in rosso, con sostanze minerali, mentre quella americana, di color grigiocscuro, è colorata con fibre di cotone deperite (divenute quindi nere) che vengono trattate con l'altro cotone per produrre la pasta della carta e con cui si ha così una diminuzione del potere isolante.

CELLON. Vernici a base di acetato di cellulosa.

CELLOFANE. Cellulosa xantogenata, trattata come per la produzione di seta viscosa e fatta uscire da una sottile fenditura lunga nel bagno di coagulazione per ottenere il foglio dello spessore che si vuole. Adoperata in nastri per condensatori economici.

CELLULOIDE. La celluloido è una mescolanza di nitrocellulosa e di canfora sotto pressione. La nitrocellulosa viene accuratamente disidratata; quindi, mescolata con la soluzione di canfora naturale od artificiale nell'alcool in quantità variabile a seconda della durezza della celluloido; minore è la percentuale di canfora, più dura la celluloido. Durante tale mescolanza vengono introdotte sostanze coloranti; per ottenere della celluloido colorata trasparente si fa uso di colori organici, mentre per quella opaca di colori minerali. Si passa quindi tale pasta al filtro ed al laminatoio per eliminare l'alcool e le eventuali bollicine di aria. I fogli così ottenuti, sono messi in un certo numero sotto una pressa idraulica ed a mezzo della pressione e del riscaldamento si ottiene un blocco da cui si ottengono i fogli adoperati commercialmente tagliandolo su una apposita macchina con un coltello; si passano i fogli così ottenuti all'essiccatoio ed alla pressa per il raddrizzamento finale e per la loro pulitura. La celluloido è molto infiammabile e bruciando emette una quantità notevole di gas, in parte combustibili; ma anche dopo infiammata, se per mancanza di ossigeno non può ardere, continua a decomporsi. Essa si ammorbidisce verso i 90° C e può essere in tal modo stampata e modellata, mantenendo la forma datale quando

fredda. La celluloida è igroscopica assorbendo una percentuale dal 2 al 3 % di acqua. È solubile nell'acetone, nell'acetato d'amile, nell'aleocil metilico, acetilato d'etile, nell'etere etilico e metilico.

Per produrre della celluloida ininflammabile si è fatto uso di acetato di cellulosa trattato come la nitrocellulosa, ma il prodotto che si ottiene è meno plastico. Si è usato ancora la viscosa prodotta per la seta artificiale; a questi prodotti appartiene la cellophane.

La celluloida ha un fattore di potenza di 4,2 a 1000 kHz. Il nitrato di cellulosa ha 5, l'acetato di cellulosa 3 a 6.

CERA D'API. Raramente adoperata come isolante. Mescolata liquida con pece greca fusa forma una buona massa di riempimento o impregnazione per trasformatori bassa frequenza e avvolgimenti di fonorilevatori. Molte volte la cera vergine bianca è cera d'api sbiancata con cloro.

CERA GIAPPONESE. Anch'essa vegetale, come la carnauba va assolutamente limitata come isolante dato il tenore di acidi vegetali liberi che contiene.

CERA GLICOL. Cera sintetica derivata dal glicol etilene, adoperata nell'impregnazione di alcuni tipi di condensatori a carta. Ve ne sono vari tipi in commercio, di origine americana fra cui le glycowax e la glycera wax.

CERA HALOWAX. Cere sintetiche, cloronaftaline, ottenute facendo gorgogliare del cloro secco attraverso naftalina fusa. Si passa quindi a distillazione frazionata per eliminare il cloro e suoi derivati. Particolarmente usata nella impregnazione e rivestimento dei condensatori a carta invece della paraffina per la maggiore costante dielettrica. Fattore di potenza 0,4 a 1000 Hz. Fusibili da 85° a 130° C. Costante dielettrica 4.

CERA MONTANINA. Vedi *Paraffina*.

CERA NIBREN. Cera sintetica simile alla halowax, di produzione tedesca (Seckay wax degli inglesi).

CERESINA. Vedi *Paraffina*.

CERITE. Resina di condensazione di fenoli ed aldeidi.

COLOFONIA. È ottenuta come residuo della distillazione della trementina. Di colore giallo o bruno, fragile, fonde sui

100° C ed è solubile in alcool, benzina, eteri solforico e di petrolio. Dalla sua distillazione fuori il contatto dell'aria si ottiene un olio inessiccabile, detto olio di resina, giallo bruno, ottimo come isolante per l'impregnazione della carta per cavi elettrici. La colofonia ha un fattore di potenza da 0,26 a 0,40 a 100 kHz. Viene adoperata fusa con cera d'api o paraffina come miscela di riempimento e nella produzione di vernici isolanti a base di olio di lino.

CONDENSA. Ceramica simile al calan, solo formata con ossido di titanio invece di ossido di magnesio. Ha un'elevata costante dielettrica e alta resistenza meccanica. Fattore di potenza 0,03 a 0,08 a 1000 kHz.

CONDECSEER TISSUE. Carta per condensatori ottenuta dai casami di cotone con uno speciale processo (al grasso per lo sbiancamento) e prodotta da poche fabbriche in tutto il mondo.

CONDENSITE. Resina di condensazione di fenoli ed aldeidi.

COPALI. Sono le resine naturali adoperate nelle vernici isolanti all'olio di lino dopo un adatto trattamento termico. Fondono generalmente oltre i 150° C e sono solubili nell'acetone, nella benzina e nell'essenza di trementina.

CORALEX. Resina di condensazione di fenoli ed aldeidi.

COTONE. Le fibre tessili adoperate nella produzione di materiale isolante sono quelle ottenute dalle piante di cotone e di lino. Sebbene i fili di seta ottenuti dai bozzoli dei bachi da seta non siano di natura cellulare come le precedenti fibre ma di materiale continuo, pure le comprendiamo sotto la stessa denominazione occorrendo effettivamente parecchi fili accoppiati per formare un filo di seta adoperabile per la tessitura.

Le fibre di cotone e di lino hanno la proprietà di attorcigliarsi secondo la loro lunghezza (contorcersi), il che permette di ottenere da loro un filo che abbia una certa consistenza, dovuta appunto all'aggruvigliarsi delle fibre stesse, ma durante la produzione del filato occorre aggiungere delle sostanze agglutinanti (come la destrina, la gomma adragante od anche farina, tapioca, ecc.) per avere una presa più sicura delle fibre fra di loro.

Per la tessitura si fa ancora uso di sostanze atte a rendere le fibre più morbide per avere un tessuto più umido (oli, glicerina, zucchero, e sali igroscopici) e di sostanze antisettiche per impedire l'impulimento. Dal punto di vista dell'isolamento elettrico, naturalmente tutte queste sostanze che si aggiungono per la filatura e la tessitura producono un notevole peggioramento delle proprietà isolanti delle fibre stesse è logico quindi che ogni tessuto che debba essere adoperato sia tal quale che dopo speciali trattamenti per l'isolamento elettrico vada senz'altro sottoposto a un lavaggio tale da eliminare totalmente le suddette sostanze.

Le fibre di cotone e di lino sono abbastanza igroscopiche e quindi non vanno adoperate da sole per l'isolamento elettrico; i fili di seta sono enormemente più igroscopici delle precedenti.

Il cotone e la seta in fili, vengono normalmente adoperati nell'isolamento dei conduttori.

DELLITE. Prodotti in carta o presspahn e vernici sintetiche.

DIELETTRINA. Fondendo della paraffina e portandola ad una temperatura di oltre 100° C vi si faccia cadere agitando del fiore di zolfo; questo fonde e si unisce alla paraffina. Prima del raffreddamento si decanta in un altro recipiente per eliminare la parte di zolfo non mescolata. Si è formata così della dielettrica, ottimo isolante e riempitivo.

DUCKCLOTH. Grossi tessuti a fili multipli di cotone o lino verniciati, adoperati anche nella produzione di lastre con resine sintetiche.

DURAX. Resina sintetica caricata di fibre.

DUROID. Resina di condensazione di fenoli e aldeidi.

EBANITE. Un'applicazione che la gomma ha trovato nel campo della radiotecnica è sotto forma di un suo derivato, l'ebanite, caucciù indurito o vulcanizzato, ottenuta aumentando la percentuale di zolfo (dal 40 % al 75 %) mescolato con gomma prima della vulcanizzazione. Ne risulta un prodotto più o meno nero e sempre più fragile con l'aumentare della percentuale di zolfo contenuta.

L'ebanite così prodotta è un ottimo isolante per le basse frequenze, ma per le alte frequenze ha qualità deficienti

rispetto a molti altri prodotti, dato che il suo fattore di potenza è di 0,5 a 0,9 a 1000 kHz. Inoltre è dotata di una certa vischiosità per cui si deforma se assoggettata ad un certo sforzo meccanico e per aumentarne la rigidità la si mescola con riempitivi che ne peggiorano le qualità isolanti. Non è igroscopica ma presenta l'inconveniente di lasciar libero lo zolfo in esso contenuto che sotto l'azione della luce forma con l'umidità atmosferica dell'acido solforico rendendo così la superficie conduttrice.

EGYPTIAN FIBRE. Fibra di colore naturale.

ELO. Resina sintetica fenolica.

EMPIRE CLOTH. Denominazione inglese di tessuti di cotone di ottima qualità adoperati per la produzione di tessuti isolanti verniciati (tela sterling).

EMPIRE SILK. Denominazione inglese di tessuti di seta giapponese per la produzione di isolanti in mica flessibili o tessuti verniciati (seta sterlingata).

ETERNIT. Lastre di amianto e cemento buone come isolante termico.

FATMAN. Resina di condensazione fenolica.

FIBRA VULCANIZZATA. Vedi cartoni. La fibra vulcanizzata rossa o quella nera (leatheroid) non sono affatto utilizzabili come isolanti per alta frequenza avendo elevati fattori di potenza: 4,5 a 5 a 1000 kHz.

FISH PAPER. Denominazione americana della fibra grigia.

FORMICA. Prodotti a base di carta o tessuti e resine sintetiche fenoliche.

FORMITE. Resina di condensazione fenolica.

FORMULO. Resina sintetica simile alla bachelite.

FREQUENTA. Ceramica simile al calan con le stesse perdite in alta frequenza.

FRICTION TAPE. Nastro isolante gommato ottenuto impregnando il nastro di cotone con la soluzione di gomma in una macchina speciale che forza la gomma a penetrare nel tessuto facendolo passare tra rulli.

FULLERBOARD. Denominazione inglese dei cartoni pressati.

GALALITE. Trattando il latte, accuratamente sgrassato (latte re-

siduo dalla fabbricazione del burro) con un acido o con del caglio, si ha la precipitazione di una massa pulverulenta di caseina.

Questa, dopo lavata e seccata, trattata con della formaldeide viene a tramutarsi in una massa dura non più facilmente putrescibile denominata galalite. Questo isolante è largamente usato nella produzione di parti isolanti per basse tensioni e data la sua natura appare evidente come esso non sia certo un isolante ottimo per l'applicazione negli apparecchi radio e solo se ne farà uso nelle parti soggette a correnti industriali, facilmente producibili per la gran facilità di lavorazione che presenta la galalite e per la possibilità di stamparla dopo averla rammollita nell'acqua bollente.

GLIFTAL. Resine sintetiche alchidiche adoperate in sostituzione dei copali nella produzione di vernici isolanti ottenute dalla condensazione della glicerina e dell'anidride ftalica.

GOMMA. Prodotto di coagulazione del lattice di certe piante raccolto da incisioni nella corteccia in forza di V e coagulato mediante l'affumicamento o con sistemi più moderni con acido acetico od elettrolitico. Questo coagulo è compresso in lamine che vengono esposte in camere, in cui circola una corrente di aria e fumo caldo per varie ore. Ma la gomma per isolamento elettrico è vulcanizzata. Con questo trattamento si conferiscono alla gomma delle proprietà chimico-fisiche specialissime, inoltre la si rende quasi inalterabile alle variazioni di temperatura ed insolubile negli ordinari solventi quali etere, etere di petrolio, benzina, solfuro di carbonio, in cui è invece solubile la gomma pura. Esso è ottenuto mescolando alla gomma dal 5 al 10 % di zolfo in speciali mescolatori e riscaldando l'oggetto confezionato ad una temperatura di circa 140° C.

Nella gomma, che non viene praticamente mai adoperata allo stato di gomma e zolfo, vengono introdotte delle sostanze di carica, antinvecchianti od acceleranti che conferiscono al prodotto le proprietà che si richiedono per le varie applicazioni.

Infine sono molto usati dei surrogati, fatturati, simili al caucciù, ottenuti dall'ossidazione dell'olio di ravizzone, di lino e di colza, che vengono vulcanizzati con zolfo e cloruro

di zolfo dopo mescolati con percentuali di gomma. La gomma col tempo si ossida diventando fragile, altre qualità diventano invece pastose perdendo in modo notevole la loro elasticità, ragione per cui i fonorilevatori, in cui tale sostanza viene quasi generalmente adoperata, per lo smorzamento delle oscillazioni dell'ancorina, perdono col tempo il centraggio normale di essa che si attacca ad una delle espansioni polari. Una sottile pellicola di gomma trasparente non caricata ha un fattore di potenza di 1,1 a 1000 kHz.

GOMMA LACCA. La sostanza nota sotto il nome di gomma lacca non è affatto paragonabile alle gomme essendo il prodotto di una secrezione di un insetto su alcuni alberi. Come viene raccolta dagli alberi la lacca si presenta con detriti minerali e vegetali da cui viene purificata per fusione e filtraggio, fatta indurire sotto forma di una sottile lamina, poi spezzettata, forma sotto cui è ben nota. Dato però il metodo primitivo di produzione, essa varia molto di colore, generalmente però le gomme lacche pure sono di colore giallo chiaro od un arancione, e quelle caricate con percentuali sempre maggiori di resina (dal 3 al 5 %) presentano una colorazione sempre più scura. Vi sono metodi di estrazione della lacca a mezzo di solventi, che danno delle lacche ugualmente buone per isolamento elettrico. La gomma lacca può infine trovarsi sotto forma di pezzi più o meno grossi, in generale sono di qualità più scadenti (contenenti colofonia) oppure sotto forma di bottoni di qualche centimetro di diametro la cui qualità varia pure a seconda della qualità di lacca adoperata e della percentuale di colofonia contenuta.

La ceralacca è ottenuta dalla mescolanza di gomma lacca (in piccole percentuali), di colofonia ed una quantità più o meno grande di creta, gesso, caolino, ossido di magnesio o di zinco e quindi non è da utilizzare come isolante e solo in qualche caso come miscela per riempimenti. La pellicola ottenuta con una buona vernice di gomma lacca ha un fattore di potenza di 1 a 1000 kHz.

GUTTAPERCA. È una sostanza del tutto simile alla gomma come composizione e come metodo di estrazione, solo essa è adoperata nell'industria dei cavi sottomarini perchè all'aria diventa dura e fragile.

- IDEOLITHE.** Isolante a base di acetato di cellulosa.
- IPERFORMOLO.** Prodotti stampati in cellulosa e resine sintetiche.
- IPERTROLITUL.** Vedi *Trolitul*.
- ISOLANTITE.** Isolante ceramico costituito da silicato di magnesio facilmente formabile, fattore di potenza 0,18 a 1000 kHz.
- ISOLITHE.** Resina di condensazione.
- ISOLOID.** Isolante composto di acetato di cellulosa.
- KERAFAR.** Materiale ceramico simile al Condensa, con le stesse perdite in A.F.
- KERAMONT.** Ebanite caricata con minerali in modo da presentare un fattore di potenza doppio dell'ebanite pura.
- KOPAN.** Vernici di resine sintetiche.
- LAVA.** Prodotto ceramico con buone proprietà isolanti, particolarmente adatto per alte temperature (nelle valvole). Prodotto naturale che si lavora con utensili comuni per poi passarlo alla cottura con cui acquista una durezza tale da incidere il vetro.
- LEATHEROID.** Denominazione americana della fibra griglia. Vedi *Cartoni*.
- LINO.** Vedi *Cotone*.
- MAGNESIA.** Ossido di magnesio adoperato nella costruzione di tubetti isolanti per filamenti riscaldatori.
- MATERIE PLASTICHE.** Le prime materie plastiche derivanti da polimeri naturali sono la cellulosa (polisaccaride) e la caseina (proteina). Dalla cellulosa si ricavano, come nitrati di cellulosa, la celluloido, con e senza canfora, la trolite F; come acetati l'acetilcellulosa, il cellon, la trolite W; come xantogenati (cellulosa rigenerata) il cellofane ed il raion; come idrati la fibra vulcanizzata; come esteri l'acetoneitrato, il formiato; come eteri la metilcellulosa, l'etilcellulosa, la benzilcellulosa, troliti B e C. Dalla caseina coagulata ed indurita con formolo si ricava la galalite.
- Le resine artificiali o plastomeri sono dei prodotti di condensazione o di polimerizzazione. Al primo gruppo appartengono quelli derivanti dal fenolo e la formaldeide (fenoplasti, bachelite), da urea e formaldeide da anilina e formaldeide, da urea e furfurolo, da anidride ftalica e gli-

cerina, da fenolo e zolfo (tioplasti), ecc. Al secondo gruppo appartengono quelli derivanti dalla polimerizzazione dei polistireni, dagli esteri poliacrilici, polimetacrilici e polivinilici, oppure da diversi prodotti acrilici, meleici, dal cumarone e indene, dalla glicerina, dal furfurolo e dalla fenoltaleina.

MICA. Le qualità di mica normalmente usate nell'industria elettrotecnica sono la muscovite (mica potassica) e la flogopite (mica magnesiana). La mica si presenta sotto forma di piccole piastre che è facilissimo sfaldare, portandole così agli spessori che possono essere normalmente usati. Molto spesso delle qualità di mica si presentano ottime come aspetto, mentre sono da scartare come isolanti elettrici per la presenza di cristallini microscopici ed altre impurità.

Commercialmente, vi sono varie graduazioni secondo cui vanno numerate le lastre di mica a seconda della loro grandezza.

L'uso che si fa della mica nella costruzione di apparecchi radiorecipienti è limitato alla costruzione di condensatori fissi o semifissi; calibrando accuratamente le laminette tranciate, come pure tranciando le lamine metalliche formanti le armature, si possono produrre condensatori che abbiano una buona approssimazione ad un valore medio, di richiesta comune. Si fa uso, per i condensatori provati a tensioni elevate o richiedenti un ottimo isolamento, di laminette multiple di mica interposte fra due armature metalliche.

La mica moscovita chiara ha un fattore di potenza da 0,01 a 0,04 a 1000 kHz.

MICAFIL B. Prodotti in carta bachelizzata.

MICALEX. Materiale isolante ottenuto dall'incorporazione di uno smalto vetroso, facilmente fusibile con mica sottilmente suddivisa. A 1000 kHz ha un fattore di potenza di 0,18. È facilmente lavorabile come delle lastre o bacchette di bachelite.

MICANITE. Il maggior consumo commerciale d'isolanti in mica è quello delle micaniti, formate generalmente da residui di lavorazione della mica; ridotte in piccole laminette ed incollate fra di loro sia con gomma lacca che con resine sintetiche speciali. In questo modo si possono produrre facilmente tubi, lastre ed anche parti stampate, che presen-

tano un ottimo isolamento ed un basso fattore di potenza. Si hanno ancora isolanti formati da fogli di carta o di tela (od anche nastri), su cui è incollato con continuità uno strato di mica, flessibili, ma che non vengono adoperati nell'industria radiotecnica; mentre vi sono esempi di uso di parti stampate in micanite per isclatori di entrata di antenne o isolatori di condensatori.

Micaniti con gommalacca come adesivo hanno un fattore di potenza di 1,75 a 1000 kHz.

MICARTA. Prodotti in carta o in tessuti e resine sintetiche o naturali.

NACROLAQUE. Isolante prodotto con acetato di cellulosa.

NASTRI ISOLANTI. I nastri isolanti generalmente adoperati sono quelli in cotone semplice o in tela sterlingata (gialli e neri) e quelli in gomma (bianchi) o bitume (neri).

I nastri in cotone si trovano in commercio di varia larghezza e sono adoperati per la fasciatura di bobine (campi di dinamici, bobine di trasformatori e motorini) che verranno, dopo essiccamento, verniciate o imbevute in miscele isolanti. Adoperati tali quali sono non hanno elevate proprietà isolanti data l'igroscopicità del cotone. Si trovano sia bianchi completamente che con una riga rossa centrale che permette di fare delle fasciature accurate mantenendo sempre il doppio strato di nastro sovrapposto.

I nastri in tela sterlingati sono ottenuti sia ritagliandoli nel senso della lunghezza dai rulli di tela già verniciata e secca, sia tagliandoli secondo un determinato angolo, in modo da avere un prodotto che si adatti meglio alla fasciatura di parti irregolari (in modo cioè che i due bordi del nastro siano sempre aderenti alla superficie da fasciare).

Vengono specialmente adoperati per la fasciatura di bobine in filo smaltato, che non si voglia sottoporre ad impregnazione.

I nastri gommati del commercio sono ottenuti, sia passando il nastro in un bagno di gomma o di bitume disciolti e contenenti oli poco essiccativi e poi asportando l'eccesso di materiale isolante, sia forzando questo a penetrare nel tessuto a mezzo di un'adatta macchina, metodo questo che produce dei nastri di qualità molto migliore. I nastri gom-

mati non debbono lasciare un filo aderente allo strato successivo quando li si svolge nè avere del materiale in eccesso come sempre avviene nei tipi di produzione più corrente. Li si imballa con della stagnola per impedirne l'essiccamento, ma quando il nastro sia secco, dopo un lungo periodo, non deve produrre della polvere e mantenersi sano.

OLIO DI LINO. Le vernici adoperate nell'industria elettrotecnica sono generalmente a base di olio di lino. Quest'olio è ottenuto dai semi di lino per pressione in torchi o presse idrauliche; puro si presenta di un colore giallo oro. Esso viene adoperato in alcune vernici come solvente, ma in altre costituisce la base stessa della vernice poichè ha la proprietà essiccandosi di fornire una pellicola sui corpi su cui era stato disteso, ottima come isolante e come protezione contro gli agenti atmosferici. L'olio di lino come viene estratto, crudo, richiede un tempo notevole per essicarsi, in media 5 giorni; ma lo si fa bollire per un certo tempo, olio di lino cotto, e si aumenta la sua concentrazione e rapidità di essiccazione. Di ciò ci occuperemo però parlando delle vernici. L'ossigeno dell'aria viene assorbito dall'olio durante l'essiccamento facendo avvenire determinate decomposizioni dell'olio fra cui l'ossidazione della glicerina e degli acidi organici. Per la produzione di ottime vernici l'olio di lino viene fatto invecchiare e sottoposto ancora a cotture prolungate. Ma quello che si trova in commercio è molto spesso alterato con olii scadenti, come quelli di semi di cotone o di colza meno essiccativi. Una pellicola di olio di lino ha un fattore di potenza di 1,2 a 1000 kHz.

OSSIDI. Sebbene i metalli siano ottimi conduttori, pure i loro ossidi, od altri composti, possono essere buoni isolanti. Nel campo radio abbiamo esempi di tale applicazione nel nucleo di ferro dei trasformatori elettrici e di bassa frequenza, in cui l'isolamento fra lamine e lamine consiste spesso nel solo strato di ossido prodotto sulle facce del lamierino stesso; nei condensatori elettrolitici, in cui l'anodo è coperto di una sottile pellicola di ossido di alluminio, capace di resistere a tensioni, che in pratica possono raggiungere un valore medio massimo di 500 V; ed infine nei rad-drizzatori ad ossido di rame, in cui si adopera la proprietà

isolante dello strato per una semionda della tensicne — particolare che del resto si deve anche osservare nei condensatori elettrolitici che sono a polarità obbligata. — Si hanno inoltre vari esempi di avvolgimenti fatti con filo o piattina di alluminio, il cui isolamento consiste nel solo strato di ossido prodotto sul conduttore.

Lo strato di ossido sulle lamiere di ferro, può essere prodotto facilmente, sia riscaldando per un certo tempo il ferro all'aria, sia bagnando le lamiere con acqua o soluzioni saline; metodi, questi due ultimi, quasi mai adoperati perchè lenti nella produzione dello strato isolante, mentre in pratica si fa uso più comunemente di lamierini incartati su di una faccia o verniciati su entrambe.

OZOCHERITE. Vedi *Paraffina*.

PAPIER MACHE. Prodotti in pasta di carta con vernici isolanti.

PARAFFINA. La paraffina è una sostanza importantissima nel campo degli isolanti elettrici. Ne esistono di varie qualità, provenienti sia dal catrame ricavato dalla distillazione secca del legno, che da quella delle ligniti ed infine dagli schisti bituminosi e l'ozocherite le quali due ultime sono le più importanti sorgenti.

La piropissite, la lignite della Sassonia e della Turingia, seccata frantumata viene sottoposta a distillazione da cui si ottiene una paraffina che viene purificata quasi sempre con acidi, raffreddata in modo da separarla dagli olii e quindi sottoposta a forti pressioni e trattamenti speciali ulteriori per levare le ultime tracce di questi.

Gli schisti bituminosi (*shale*) abbondano in Scozia, dalla cui distillazione si ottiene un olio verdastro, denso, contenente la paraffina che si estrae a sua volta per distillazione; la si purifica ugualmente con acidi come già detto.

L'ozocherite si trova in vari giacimenti della Galizia e da essa si cominciò, appena scoperta, ad estrarne per distillazione la paraffina. Ma poi si preferì trattarla con acido solforico per estrarne la ceresina, sostanza bianca con frattura concoide, con punto di fusione medio a 65° C, che viene adoperata come isolante, specie nelle industrie dei cavi e come isolante di riempimento, come la cera montanina

(*Bergwachs*) ottenuta anche dalla piropissite ma trattandola con solventi e purificando la massa con acido solforico.

La paraffina è una sostanza translucida di colore variabile da un giallo più o meno carico per la paraffina di scarto, ancora ricca di olii, al bianco cristallino per quelle dure, purificate. Le prime hanno un punto di fusione oscillante sui 45°, mentre le altre salgono sino a 60° C. Questa sostanza è solubile in etere e benzina, insolubile nell'acetone e nell'alcool.

Si è tenuto a far notare come tutte le paraffine subiscono nella loro produzione un trattamento con acidi per la purificazione che le rende pericolose per un diretto impiego come isolanti d'impregnazione nel campo elettrico senza un trattamento preliminare di deacidificazione.

Si adopera la paraffina specialmente per impregnazione della carta e per l'aderenza delle lamine di stagnola alle foglie di mica dei condensatori fissi. Si presta anche benissimo per l'impregnazione di bobine e di trasformatori di alta frequenza dato il suo basso fattore di potenza; la si mescola nelle vernici per la fabbricazione di tele isolanti per dare al prodotto una buona rifinitura e impedire che i fogli arrotolati s'incollino.

La paraffina ha un fattore di potenza di 0,02 a 1000 Hz e la cerasina 0,04.

PAXOLIN. Carta bachelizzata.

PERTINAX. Parti stampate in carta e resine sintetiche.

PIRTOID. Materiali a base di fenoli.

PLASTOSE. Resina di condensazione.

POLITENE. Polimeri solidi dell'etilene di color bianco traslucido. Ottimo isolante per alta frequenza ed alta tensione per le minime perdite che presenta. Si ammorbidisce a 100° C. Facilmente stampabile per iniezione, si trova in commercio in lastre, bastoni e pellicole.

POLITETRAFLUORETILENE. Ha le stesse caratteristiche isolanti del politene ma non ha un punto di ammorbidimento e mantiene la sua forma a 250° C. Si decompone a 400° C. Il suo fattore di potenza è minore di 0.0002 da 60 Hz a 80 MHz; la sua costante dielettrica è 2. È adoperato per l'isolamento di conduttori.

POLIVINILI. Gli acetati di polivinile sono adoperati per la smaltatura di fili di rame (Termex, Lewmex) e con essi preparano per estrusione i tubetti isolanti sintetici, che non sono adatti come isolanti per AF dato l'elevato fattore di potenza.

POLLOPAS. Resina di polimerizzazione dell'urea e formaldeide.

PORCELLANA. Nel campo dei radiorecipienti l'uso della porcellana è limitata a ciò che riguarda l'isolamento dell'antenna, solo in qualche caso si hanno isolatori in porcellana per i terminali dei condensatori di blocco (condensatori provati da 1500 V in su) e blocchetti di porcellana di supporto dei morsetti dei trasformatori elettrici. Generalmente si tratta di parti di porcellana stampata in qualità corrente. Le porcellane, dopo stampate, sono ricoperte di una miscelanza di materiale costituente la parte stampata e di un silicato che, fondendo alla temperatura di cottura incontrata nel forno, forma la nota patina lucida; in tal modo si ha la così detta glasatura, che può essere tanto bianca che colorata (marrone, verde).

Porcellane speciali poco porose vengono adoperate per le basette di supporto per trasformatori M.F. e tipi resistenti a temperature elevate e con basso coefficiente di espansione per l'ancoraggio degli elettrodi nei tubi.

La porcellana ha un fattore di potenza di 0,6 a 1000 kHz se prodotta col processo umido, di 0,7 se con quello secco.

PRESSPAHN. Vedi *Cartoni*.

PRESSZELL. Prodotti in carta e vernici sintetiche.

PYREX. Vetro speciale con fattore di perdita 0,68 a 750 kHz.

QUARZO. Ha un fattore di potenza molto basso, 0,03 a 1000 kHz.

REDMANOL. Resina di condensazione di fenoli ed aldeidi.

RESINE NATURALI. Le più adoperate nella fabbricazione di vernici isolanti sono i copali, la sandraeca e la dammar.

RESINE SINTETICHE. Vedi *Materie plastiche*.

SCHELLAN. Resina di polimerizzazione dell'urea e la formaldeide.

SETA. Vedi *Cotone*.

SILICONE. Resine sulla base di quelle alchidiche termoindurenti (gliftal) in combinazione con silicati. Hanno importanti ap-

plicazioni nelle apparecchiature elettriche che debbono poter resistere a temperature superiori alle normali (60° C): possono raggiungere anche i 175° C. Sono adoperate anche per la smaltatura di fili di rame.

SIPA. Materiale ceramico costituito da un miscuglio talco argilloso con piccolo coefficiente di dilatazione termica, perdite a 1000 kHz $0,4 \div 0,7$.

SMALTO. Quelli adoperati nella verniciatura di parti ceramiche o per le resistenze smaltate sono dei vetri con basso punto di fusione a base di silicati o boro silicati di cui si abbassa il punto di fusione con sali ed ossidi metallici. Lo strato di smalto è applicato per immersione o spruzzatura formando una sospensione acquosa di smalto fuso e macinato finissimo. Si passa quindi alla cottura che avviene sugli 800° a 1000° C per periodi di 5 a 30 minuti.

STABILITE. Ebanite con materiale di carico costituito da fibre tessili che la rendono meno elastica ma più resistente meccanicamente.

STEATITE. Metasilicato di magnesio naturale adoperato puro o con argilla o talco per la produzione dei moderni materiali ceramici per A.F. A 1000 kHz il fattore di potenza è di 0,18.

STIROLO. Resina di polimerizzazione degli idrocarburi benzenici non saturi. Brucia con difficoltà. Il fattore di potenza a 100 kHz è di 0,03. Si deforma facilmente col calore. È solubile in benzina. Noto in commercio sotto vari nomi: stiroflex, trolitul, ipertrolitul, victron.

STERLING. Vernice all'olio di lino.

SUPERBA. Prodotti e vernici di bachelite.

SYNTHANE. Prodotti in tessuti di lino o cotone bachelizzato.

TELA STERLING. Sotto questo nome vanno i tessuti di cotone e di seta verniciati con olio di lino (di cui è formata la vernice sterling) o simili.

Per ottenere un prodotto liscio ed uniforme i tessuti vengono anzitutto privati di tutte le sostanze estranee di cui si disse per il cotone, poi sottoposti ad un bagno di amido che impedisce alla vernice di penetrare nei fili di cotone proteggendoli così dall'azione degli acidi vegetali

contenuti nella vernice, che produrrebbero un indebolimento notevole nella resistenza delle fibre stesse.

I tessuti verniciati sono sia gialli che neri; nel primo caso si fa uso di vernice all'olio di lino, con resine sia naturali che sintetiche, allungata con benzina; nel secondo, si sostituisce alle resine il bitume. La tela scorre attraverso un bagno di vernice e quindi passa attraverso una camera di essiccamento alla temperatura di 110° C circa per poi essere esposta in camere a temperatura normale per un completo essiccamento. I rotoli di tela vengono generalmente paraffinati ai due estremi per impedire un essiccamento eccessivo della tela nel caso dovesse restare a lungo immagazzinata.

TENACITE. Materiali isolanti in resine sintetiche.

TEXTOLITE. Tessuto bachelizzato.

THIOLITE. Isolante derivato dall'aldeide formica e creosoto sotto forma di polvere bianca che può essere stampata a 80° C. Durissima, non è solubile, inattaccabile da solventi ed acidi, con basse perdite in alta frequenza.

TREMENTINA. La trementina si ottiene come la gomma, cioè con l'incisione di alcune piante, delle conifere, da cui si ha un succo denso resinoso che si rapprende, è questa la trementina da cui, per distillazione con vapore d'acqua, si ottiene una parte liquida, detta essenza od olio di trementina (acqua ragia) ed un residuo duro fragile detto colofonia o pece greca.

L'essenza di trementina, come l'olio di lino, esposta all'aria assorbe ossigeno con cui si combina resinificandosi. È un liquido incolore con odore particolare, ottimo solvente del caucciù e delle resine.

TROLITUL. Resina sintetica con basso fattore di potenza, solubile in alcool, benzina, non può essere portata a temperatura oltre gli 80° C senza deformarsi. Vedi *Stirolo*.

ULTRACALAN. Materiale simile al calan ma con maggiore quantità di ossido di magnesio. Il suo fattore di potenza è di 0.01 a 1000 kHz.

ULTRASTEATITE. Tipo di steatite con fattore di potenza di 0,1 a 1000 kHz.

VERNICI ALL'ALCOOL. Le vernici all'alcool adoperate specialmente per la rifinitura o come unica protezione isolante, in molti casi sono anche usate per incollare le laminette di mica formanti lastre o pezzi sagomati in micanite. Esse sono ottenute sciogliendo in quantità più o meno grande della gomma lacca o dei copali o entrambi in varie proporzioni, nell'alcool metilico (spirito di vino) od etilico (da alcuni preferito per la minore acidità) lasciando riposare a lungo e quindi filtrando. Queste vernici si essiccano rapidamente ma in genere sono fragili e perciò alla gomma lacca si aggiunge del copale ed anche qualche po' di olio di ricino.

VERNICI CELLULOSICHE. Le prime vernici alla cellulosa, dette Zapon, erano formate di sola nitrocellulosa disciolta in uno dei numerosi solventi attualmente in commercio. In seguito si aggiunse la vernice con resine che conferiscono una maggiore durezza e aderenza. L'essiccamento della vernice avviene rapidamente, ma esso non dev'essere attivato da correnti d'aria, altrimenti si producono facilmente delle velature della vernice, dovuta all'acqua condensatasi pel freddo prodotto dall'evaporazione del solvente e che produce la precipitazione della nitrocellulosa.

Le vernici alla cellulosa vengono spesso addizionate con speciali prodotti, difficilmente volatili, che danno alla vernice l'elasticità necessaria, specie allorchè si adopera la vernice nella fabbricazione dei fili smaltati. Tale sostanza dev'essere neutra, non igroscopica e stabile.

Si hanno anche vernici cellulosiche all'acetato di cellulosa, non infiammabili.

VERNICI AD OLIO. L'olio di lino è sottoposto alla cottura prolungata per aumentarne la densità ed anche la proprietà essiccativa, cioè la proprietà di assorbire ossigeno dall'aria. Ma quest'ultima proprietà viene effettivamente aumentata con l'aggiunta di speciali sostanze, dette essiccativi, che non hanno altro compito che di liberare ossigeno e quindi permettere all'olio, anche se sotto forti spessori, di riprendersi totalmente. L'olio viene scaldato da 200° a 300° C per alcune ore aggiungendoci questi essiccativi, come minio o liturgirio, solfato o nitrato di manganese, linoleato o bo-

rato di manganese, ossalato di manganese. Oggi però si fa uso di temperature più basse per un numero di ore di riscaldamento quasi doppio. Questi essiccativi hanno l'inconveniente di decomporsi col tempo e così i sali di piombo danno alla vernice una colorazione nerastra, il solfato od il nitrato di manganese tendono a decomporsi liberando i rispettivi acidi, con conseguente formazicne dei sali di rame verdi che molte volte si notano sugli avvolgimenti, gli altri sali di manganese tendono a rendere le vernici fragili e sembra che il migliore essiccativo da adoperare sia l'ossalato di manganese. Le vernici ad olio sono generalmente una soluzione di resine nell'olio di lino, e si ottengono fondendo i copali frantumati in speciali recipienti riscaldati con serpentino in cui circola vapore sotto pressione (300° C) ed aggiungendovi l'olio caldo ed addizionato con essiccativi. La vernice viene, se occorre, diluita con solventi (olio di trementina, petrolio, benzina) filtrata e fatta riposare lungamente.

L'olio di legno di Cina e quello del Giappone vengono estratti dai semi di piante che crescono in questi paesi, mentre quello di semi di papavero è estratto specialmente in Francia; tutti questi oli sono siccativi come quello di lino ed in molti casi vengono adoperati nell'industria delle vernici isolanti. L'olio di ricino non è essiccabile ma viene adoperato in molte vernici a cui occorre conferire una buona elasticità. Aggiungendo in altri casi resine della glicerina o dei fenoli si ottengono delle vernici particolarmente resistenti alle intemperie. A seconda dello scopo per cui servono le vernici ad olio contengono una maggiore o minore percentuale di copali; quelle per impregnazione degli avvolgimenti una minore, quelle per rifinitura una maggiore. A volte ai copali si aggiunge per economia della colofonia.

VETRO. L'uso del vetro come isolante è ancora più limitato della porcellana nel campo radiofonico, sebbene si abbiano in commercio isolatori per antenna in vetro; i vasi degli accumulatori sono sovente in vetro ed in alcuni casi il vetro viene adoperato come isolante di supporto dell'armatura fissa dei condensatori variabili. Effettivamente, però, per tale uso è molto più adatto il pyrex ed il quarzo; il

primo un vetro di tipo speciale, il secondo una sostanza di difficile lavorazione.

I vetri a base di boro silicati di calcio o di bario, sono ottimi isolanti elettrici e ve ne sono vari tipi commerciali (Durex, di Gerate, il Schott Verbundglas). Il maggior uso del vetro è nella produzione di tubi elettronici.

Ancora una discreta applicazione trovano i vetri facilmente fusibili (a base di silicato di sodio) nella verniciatura di resistenze in filo metallico avvolte su tubi di porcellana, resistenze smaltate. In tal modo il filo può sopportare un maggior carico data la facilità con cui può dissipare il calore, essendo immerso in un vetro buon conduttore del calore e protetto da esso dall'azione ossidante dell'aria.

VICTRON. Resina sintetica, ottima per alta frequenza. Fattore di potenza 0,03 a 1000 kHz. Vedi *Stirolo*.

VINILICHE RESINE. Prodotti di polimerizzazione termoplastici. Resine leggermente colorate trasparenti con fattore di potenza di 1,7 a 1000 kHz, non variabile con l'umidità. Composti con alto tenore in acetato costituiscono ottime vernici e adesivi per A.F. sciogliendole in acetone o acetato di etile.

VISCOLOID. Materiale per stampaggio a base di nitrocellulosa.

VULCANITE. Tipo di ebanite caricata con minio e solfuro di antimonio.

APPENDICE B

I CONDUTTORI ELETTRICI

I conduttori elettrici.

Negli apparecchi radio si ha un notevole uso sotto varie forme di conduttori in rame, stagnati o no, ed isolati con uno strato di smalto o in cotone o gomma. Diremo qui brevemente dei vari metodi di produzione di detti conduttori isolati.

I conduttori smaltati sono esclusivamente adoperati per avvolgimenti accuratamente stratificati e quindi protetti da qualsiasi azione meccanica data la fragilità dello strato isolante di smalto. Per questa particolare applicazione essi hanno il notevole vantaggio di occupare un minore spazio anche dei conduttori isolati in seta, pur presentando un isolamento sufficiente fra spira e spira, specie per il basso valore della tensione per spira dovuto alla piccola dimensione del nucleo magnetico dei trasformatori. Lo strato di smalto è fermato con smalti a base di cellulosa con solventi volatizzabili ad elevata temperatura, per mantenere flessibile per lungo tempo lo strato isolante, e quelli con vernici tipo sterling o di olio di legno di Cina, solubili in benzina. A questi smalti vanno aggiunti quelli a base di acetato di polivinile o di superpoliamidi (nilon modificato) che danno isolamenti molto resistenti meccanicamente ed aderenti. Se l'avvolgimento deve sopportare temperature più elevate del normale si adopera lo smalto a base di silicone. Per ottenere un rivestimento omogeneo con minore soluzione di continuità si preferisce far passare più volte il conduttore, dopo averlo sgrassato per ottenere l'aderenza, entro vaschette piene di vernice mantenuta ad una densità e temperatura costante. Fra una vaschetta e l'altra attraverso dei tubi riscaldati elettricamente, anche a 600°, per essiccare lo smalto.

Una temperatura così alta se la velocità del filo non è esat-

tamente regolata porta ad un ricuocimento del rame e quindi al suo allungamento con variazione della sezione e della resistenza. In alcuni casi, specie per bobine per A.F. lo strato di smalto è ricoperto da uno strato di seta, più per aumentare lo spaziamento fra le spire che per migliorare l'isolamento.

La prova dei fili smaltati circa la continuità dello strato isolante viene eseguita facendo scorrere il filo isolato attraverso una vaschetta contenente del mercurio a cui è collegato un polo di una sorgente alta tensione (anche 500 o 1000 V) mentre l'altro polo è collegato al principio del filo di rame avvolgentesi su di un'adatta bobina. Interruzioni o spessori troppo ridotti dello smalto vengono così facilmente individuati. La flessibilità dello smalto viene provata arrotolando il filo su di un'asticina dello stesso diametro del filo. In genere gli smalti marrone scuro o chiaro sono di miglior qualità di quelli neri, ed i trasformatori bassa frequenza e le bobine dei fonorilevatori mostrano molto facilmente perdite fra le spire e quindi bassa uscita se non stratificati con carta interposta. L'impregnazione di un avvolgimento con date miscele o resina e cera richiede una prova preliminare per assicurarsi che lo smalto non si ammorbidisca in loro presenza ad una certa temperatura, richiedendo l'uso di uno smalto di altro tipo.

I fili isolati in seta, sia naturale che artificiale, vengono unicamente adoperati per la costruzione di bobine per A.F. od impedenze, generalmente a nido d'api. Con questo isolamento, sia in uno strato, che in due, e raramente tre, si ha una piccola capacità fra le spire senza arrivare all'ingombro dei tipi di cotone. La seta risulta abbastanza igroscopica ma gli avvolgimenti suddetti sono o verniciati man mano, per dar loro la necessaria rigidità, con soluzioni di cellulosa o celluloidi in solventi molto volatili, od impregnati di paraffina.

La seta resiste meno del cotone alle temperature elevate. Si è in alcuni casi fatto uso di una strisciolina o di fili di seta artificiale avvolti direttamente sul conduttore e poi ricoperti di uno strato di cotone ma senza ottenere miglioramenti sensibili su un isolamento in solo cotone dello stesso spessore. Si passò poi a verniciare il filo con le stesse materie costituenti la seta artificiale e poi ancora a ricoprirlo in seta e cotone, con un certo vantaggio, ma preferibili sono quei tipi usanti due strati di cotone sul conduttore, verniciati esternamente con solu-

zione in acetone di acetato di cellulosa, ed infine uno strato colorato della stessa.

I conduttori isolati in cotone, come adoperati nella costruzione di macchine elettriche, trovano un'applicazione limitata solo ai diametri grossi per i trasformatori di alimentazione. Per non assoggettare gli strati inferiori dell'avvolgimento ad una troppo grande pressione, necessaria per la perfetta aderenza di fili di qualche millimetro di diametro, si fa uso di conduttori multipli messi in parallelo ed avvolti contemporaneamente o di piattina di sezione corrispondente od anche di un conduttore a molti fili sottili isolati da due o più strati di cotone. Il cotone è molto igroscopico specie se adoperato nell'isolamento del filo senza un lavaggio preliminare; anzi una bollitura in acqua con una minima percentuale di soda elevano notevolmente le qualità isolanti del cotone rendendolo meno igroscopico. Si fa invece largo uso nel montaggio di apparecchi radio di conduttori ad un sol filo, generalmente di 8 o 10 decimi, isolati da due strati di cotone, ed anche una fasciatura di gomma o gutta-perca in qualche caso, coperti da una calza tessuta di cotone variamente colorata ed impregnati in miscele adatte; la sola paraffina, specie se del tipo raffinato e, quindi dura, cristallizzabile, dà un'impregnazione inadatta distaccandosi in squamette. L'impregnazione avviene in speciali autoclavi, dopo avervi effettuato un certo vuoto per liberare il conduttore di tutta l'umidità contenuta nello strato isolante. Questi conduttori, detti anche *push-back*, per la facilità con cui si può spingere indietro la guaina isolante per liberare il filo di quel tanto occorrente per eseguire una saldatura, hanno per il forte spessore d'isolante che li riveste la facoltà di prestarsi ottimamente per qualsiasi connessione, anche quelle fra estremi dell'avvolgimento alta tensione e le placche del raddrizzatore. Alcuni conduttori di questo tipo, economici, hanno un solo strato di cotone e la calza colorata, e specialmente nei passaggi eseguiti attraverso lamiere metalliche occorre che siano state accuratamente tolte tutte le bave per non avere facilmente la perforazione dell'isolamento.

Per una perfetta conservazione dello strato isolante non si deve in alcun caso superare la temperatura di 90° C per i conduttori coperti in cotone, seta o altre fibre tessili e quelli con isolamento a lenta bruciatura, smaltati.

2 calze di cotone paraf- finate	1 seta 2 calze di cotone paraf- finate	2 seta 1 calza di cotone paraf- finate	2 seta 2 calze di cotone paraf- finate	Prova
1925	2720	2140	3000	Tensione di perforazione in volt
3	21	190	—	Megohm, in mercurio, dopo 10 ore in umidità 90% a 18° C
0,09	14	120	—	Megohm, in mercurio, dopo 100 ore in umidità 90% a 18° C
0,60	0,83	0,34	—	Assorbimento % di umidità a 18° C (90% in 100 ore)
0,94	1,10	0,55	—	Assorbimento % di umidità a 60° C (90% in 100 ore)

Per i conduttori isolati con strati di gomma, anche se alternati con strati di cotone la temperatura massima non deve superare i 50° C. Occorre far bene attenzione alla differenza che passa fra temperatura massima registrabile all'esterno di un trasformatore e temperatura massima effettivamente raggiunta nell'interno dell'avvolgimento. Questa differenza può essere notevolissima dipendendo dalle condizioni esterne di raffreddamento del trasformatore e del sovraccarico imposto a qualche avvolgimento. La conduttività calorifica della carta è bassa e malgrado il rame ne abbia una molto elevata si possono avere zone dell'avvolgimento in cui si raggiungono temperature facilmente superiori del doppio di quelle registrabili esternamente. Sarà bene quindi che un trasformatore di alimentazione non raggiunga mai esternamente una temperatura di 60° C in modo che in nessuna zona, se caricato normalmente, si possa avere una temperatura maggiore di 80° C

Un'idea delle tensioni che può sopportare un conduttore

per collegamenti per radio è facilmente ottenuta dai dati della tabellina precedente che forniscono la tensione di perforazione in volt.

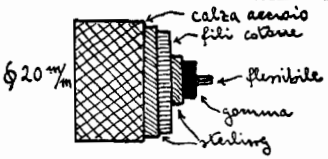
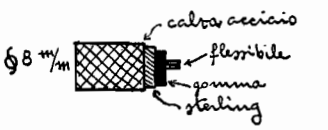
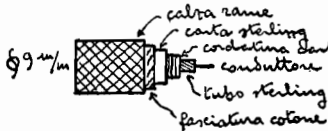
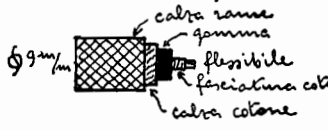
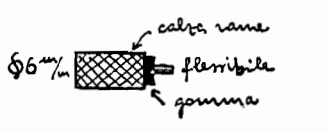
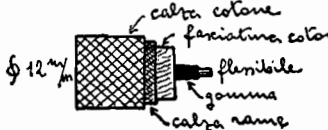
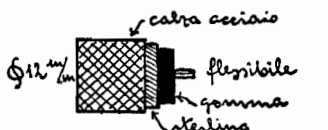
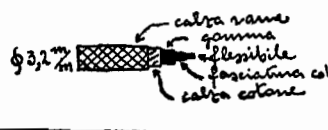
Molti costruttori adoperano invece per i collegamenti conduttori flessibili isolati in gomma. Il conduttore è stagnato per impedire che il rame sia intaccato dallo zolfo della gomma vulcanizzata e per facilitare la saldatura. Molto spesso sul filo è un primo strato di cotone che lo protegge ancor meglio dalla gomma. Questi fili vengono da alcuni prodotti facendo passare un certo numero di conduttori da ricoprire, o già coperti di cotone, fra due rulli in modo che due strisce di gomma pecte una sopra ed una sotto ad essi vengono ad essere compresse e ricoprono i conduttori che scorrono parallelamente, si passa alla vulcanizzazione ed al taglio liberando così ogni conduttore. In altri casi si nastra il conduttore con una striscia di gomma e si passa alla vulcanizzazione.

Per usi esterni all'apparecchio, come cavetti di collegamento all'altoparlante o alle reti si hanno conduttori isolati di gomma e ricoperti da una calza di cotone, abbinati e con un adatto riempitivo ricoperti da una calza che risulta così rotonda od infine annegati completamente in gomma per formare un cavetto rotondo esternamente. I conduttori di un certo spessore vengono fatti ricoprendo di due strati di gomma successivi il conduttore, per avere strati più uniformi.

Per alcune applicazioni speciali si usano conduttori isolati in gomma e ricoperti di una calza in fili di rame stagnati; alcuni tipi molto economici formati da un sottile strato di gomma come isolante sono da scartare.

La gomma adoperata è molto spesso completamente formata da surrogati e da cariche e col calore del saldatore o col tempo si ha un indurimento eccessivo dello strato ed uno sgretolamento che permette facilmente il contatto fra conduttore e calza. Un buon tipo di conduttore schermato deve avere sul rame uno strato di cotone e sulla gomma una calza di cotone, su cui è tessuta quella di metallo.

Altri tipi di conduttori con isolamenti speciali, come carta incatramata, amianto, ecc., non trovano una comune applicazione nelle costruzioni radioelettriche. Negli ultimi tempi si sono avuti numerosi tipi di conduttori schermati con bassa capacità, ottenuta mantenendo il filo interno centrato

 <p> $\phi 20 \text{ mm}$ calza acciaio fili cotone calza acciaio flessibile gomma stelling </p>	$C = 70 \text{ pF/m}$ $\cos \varphi = 1,87 \%$
 <p> $\phi 8 \text{ mm}$ calza acciaio flessibile gomma stelling </p>	$C = 136 \text{ pF/m}$ $\cos \varphi = 14,8 \%$
 <p> $\phi 9 \text{ mm}$ calza rame calza stelling conduttrice d'aria conduttore tubo stelling fasciatura cotone </p>	$C = 80 \text{ pF/m}$ $\cos \varphi = 0,8 \%$
 <p> $\phi 9 \text{ mm}$ calza rame gomma flessibile fasciatura cotone calza cotone </p>	$C = 104 \text{ pF/m}$ $\cos \varphi = 9,2 \%$
 <p> $\phi 6 \text{ mm}$ calza rame flessibile gomma </p>	$C = 201 \text{ pF/m}$ $\cos \varphi = 4,7 \%$
 <p> $\phi 12 \text{ mm}$ calza cotone fasciatura cotone flessibile gomma calza rame </p>	$C = 145 \text{ pF/m}$ $\cos \varphi = 24,8 \%$
 <p> $\phi 12 \text{ mm}$ calza acciaio flessibile gomma stelling </p>	$C = 113 \text{ pF/m}$ $\cos \varphi = 1,9 \%$
 <p> $\phi 3,2 \text{ mm}$ calza rame gomma flessibile fasciatura cotone calza cotone </p>	$C = 192 \text{ pF/m}$ $\cos \varphi = 5,5 \%$

Tipi di cavetti schermati.

rispetto alla schermatura da spaziatori posti a piccole distanze o da una speciale sagomatura del rivestimento di gomma, a forma di stella ad esempio. In alcuni tipi però la qualità dell'isolante adoperato è così scadente (gomma formata con surrogati e cariche in alta percentuale) da portare ad elevate perdite.

Questi conduttori sono specialmente adoperati negli impianti di antenne schermate e elettive e in quelli per film sonori, fra cellula e preamplificatore. Alcuni tipi presentano ottime caratteristiche, come bassa capacità e piccole perdite (fattore di potenza molto basso), ottenute col distanziamento del conduttore interno dalla calza o nastro metallico esterno con adatti distanziatori in resine sintetiche o con avvolgimenti a spire distanziate di fili di cotone o di carta trattati in modo adatto od anche con una speciale spirulina in resina sintetica. Ma molto spesso questi tipi non sono adatti per le installazioni in cui vengono adoperati e cioè non possono essere esposti alle intemperie o possono facilmente essere impregnati di olio. Le antenne a doppio dipolo permettono l'uso di comune cavetto di gomma, a due capi attorcigliati, che può essere facilmente fabbricato di qualità adatta a sopportare le intemperie. I cavetti a basse perdite verranno particolarmente usati in tubi tipo Bergmann e non semplicemente ricoperti dall'intonaco o infilati nei muri. La tabella accanto fornisce un'idea delle capacità e delle perdite riscontrati in molti tipi del commercio, misurate a 1000 Hz.

APPENDICE C

LE SALDATURE A STAGNO

Per saldatura s'intende la giunzione fra due parti metalliche a mezzo di un altro metallo che vien fatto fondere; questo può essere un metallo puro o una lega.

La differenza esistente fra le saldature a stagno, quelle forti e quelle autogene è nella temperatura di fusione del metallo di apporto e di quella delle parti metalliche da saldare. Nei due primi casi le parti metalliche da unire non sono portate alla temperatura di fusione perchè la lega di apporto fonde molto prima che questa sia raggiunta.

Una lega è costituita dalla mescolanza omogenea di due o più metalli; i cristalli di ognuno di essi sono legati agli altri da una piccola quantità di lega eutettica, cioè lega formata in proporzioni tali da avere il più basso punto di fusione. Tutta la lega può essere eutettica ed ogni cristallo è formato da un aggregato misto di molecole.

Durante la saldatura a stagno di due parti metalliche si forma una lega fra ognuna di esse e la lega per saldare. Una simile lega può sembrare differente o per lo meno imperfetta rispetto a quelle formate fondendo insieme i vari metalli, poichè in quasi tutti i casi la lega stagno-piombo ha una temperatura di fusione di gran lunga inferiore a quella delle parti metalliche. Effettivamente la formazione di questa lega complessa avviene solo per uno strato superficiale sottilissimo, di spessore molecolare; le particelle di lega fusa penetrano fra i cristalli delle parti metalliche stabilendo un contatto molto intimo con una certa diffusione della lega nel metallo e viceversa.

È logico quindi attendersi, e ciò ci viene confermato dalla pratica, che la facilità con cui avviene una saldatura debba variare da metallo a metallo a seconda della solubilità di ognuno nella lega alla temperatura di fusione di questa. La minore fa-

cilità con cui si saldano parti in ferro o nichel rispetto a quelle in ottone è dovuta a questa differente solubilità.

Nel caso di parti metalliche ricoperte galvanicamente con un altro metallo occorre fare delle considerazioni più particolari. Immaginiamo di avere uno strato di metallo deposto galvanicamente di estrema sottigliezza; esso sarà facilmente penetrato dalla lega fusa, disciolto in questa e la lega dovrà quindi far presa sulla parte metallica di base, che va quindi considerata come non rivestita galvanicamente. Sovente si hanno depositi galvanici che per la poca preparazione della superficie del pezzo ricoperto o per particolari condizioni dell'intensità di corrente o del bagno aderiscono in modo imperfetto al pezzo metallico ed anzi molte volte ne facilitano la superficiale alterazione. In tali condizioni non si può avere una rapida ed ottima saldatura ed occorre far agire per un certo tempo ad alla massima temperatura possibile la lega (ed il disossidante di cui vedremo in seguito l'azione indispensabile) per non effettuare una presa solo superficiale sulla pellicola galvanica, che molto facilmente può staccarsi e rendere imperfetta la giunzione elettrica. Parti ricoperte di spesse pellicole galvaniche sono ancor più da temere, poichè elevati spessori del deposito sono ottenuti quasi sempre con elevato regime di corrente invece che con un aumento del periodo di galvanizzazione. Ciò porta senz'altro ad un deposito granuloso, molto poco aderente ed il cui spessore impedisce che anche solo in qualche punto la lega venga in contatto col metallo base, rendendo quindi il collegamento elettrico completamente alla mercè dell'aderenza della pellicola galvanica. Non va dimenticata l'azione galvanica a volte esistente fra la pellicola e la parte metallica che in ambiente umido fa risentire in modo particolare la sua azione disgregatrice.

Il miglior sistema è di stagnare per immersione le parti che dovranno essere adoperate come terminali, capofili, ecc., e su cui si dovranno effettuare delle saldature.

Per le saldature a stagno di cui ci occupiamo è anzi tutto desiderabile avere una lega stagno-piombo con punto di fusione molto basso e che abbia la massima resistenza alle sollecitazioni meccaniche. In genere viene adoperata la lega 50 stagno 50 piombo, ma ve ne sono in commercio di quelle che vanno dal 70 stagno 30 piombo al 30 stagno 70 piombo.

La temperatura di fusione ha una notevole importanza: la presenza o vicinanza di parti isolanti rende necessario l'uso di una lega che abbia il più basso punto di fusione possibile. Dal diagramma di equilibrio del sistema stagno-piombo riprodotto più sotto si ricava che la lega 63 stagno 37 piombo è quella col punto di fusione più basso raggiungibile, 181° C; è questa la lega eutettica dei due metalli in cui si ha la contemporanea fusione o solidificazione di tutte le parti. Questa caratteristica riesce particolarmente vantaggiosa nelle saldature in apparecchi in cui occorre saldare più fili ad un terminale. La solidificazione rapida della lega facilita la presa di tutti i fili senza che qualcuno possa spostarsi e dar luogo ad un cattivo contatto. La

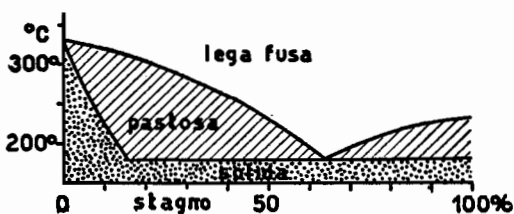


Diagramma di equilibrio del sistema stagno piombo.

lega 50-50 ha delle ottime qualità per le saldature normali ed essa come si è detto è quella più largamente adoperata perchè più economica della 63-37, sebbene il suo punto di fusione si elevi a 225° C.

Le superfici tratteggiate nel diagramma indicano che la lega si mantiene in un certo stato di pastosità prima della solidificazione, contrariamente a quanto avviene per la lega eutettica. Una lega con alta percentuale di piombo ha una prolungata pastosità, necessaria per la saldatura dei rivestimenti dei cavi sottopiombo, dovuta al fatto che i cristalli di piombo si solidificano ad una temperatura notevolmente superiore a quella di fusione della lega eutettica, che non può quindi che espletare dopo un certo tempo la sua azione di collegamento, quando cioè la temperatura sia discesa al disotto di 181° C. Una tale lega non è adatta per le saldature in apparecchi radio per la temperatura elevata di fusione che richiede e che comporta un maggior riscaldamento degli isolanti. Questi è ben noto

come si alterino sotto l'influenza del calore sia nelle loro caratteristiche elettriche che nelle dimensioni.

Nelle leghe per saldare si aggiunge qualche volta dell'antimonio o dello zinco, circa il 2 %. Forse il 0,5 % di zinco è la migliore aggiunta da fare alla lega 63-37 per diminuirne la scorrevolezza o fluidità in modo notevole e ciò è un vantaggio nella maggior parte delle saldature dei radioricevitori.

Sin qui si è esaminato il meccanismo della saldatura a stagno trascurando di proposito l'azione del disossidante, di cui tutti conoscono la necessità per l'esecuzione di ogni saldatura. Se si deve saldare un pezzo metallico ossidato ci si preoccupa di ripulirlo con una lima, della tela di smeriglio od altro, sino ad ottenere una superficie netta. Ma anche in tali condizioni la saldatura non avviene se non imperfettamente, per piccoli punti, con difficoltà. Il metallo infatti, qualunque esso sia, si ossida superficialmente quando portato alla temperatura necessaria alla fusione della lega. Occorre quindi un mezzo per proteggere la superficie dall'ossidazione durante il riscaldamento e che deve anche provvedere a rimuovere tutte le tracce di ossido presenti.

Questo ossido come viene chiamato comunemente, risulta più esattamente composto di ossido, ossido idrato o carbonato del metallo, in alcuni casi anche un solfuro od altro sale a seconda delle condizioni ambientali a cui fu sottoposto in precedenza. Il disossidante deve quindi disciogliere questi vari sali, asportarli dal punto in cui si vuole eseguire la saldatura ed impedire la formazione di ossido. Come si vede la funzione che deve espletare è molto complessa. La completa soluzione dell'ossido e dei sali presenti può essere effettuata solo con un acido, quindi i prodotti per saldare dovrebbero essere acidi, ma in realtà basta che essi abbiano una determinata azione acida in particolari condizioni. L'acido cloridrico è un ottimo disossidante per effettuare delle saldature rapide e perfette; esso dà alla lega una grande scorrevolezza sulla zona da saldare, però ha l'inconveniente di volatilizzare a temperatura piuttosto bassa, inferiore a quella di fusione delle varie leghe. Si ricorre perciò all'uso di un sale che decomponendosi man mano sotto l'azione del calore liberi acido cloridrico; il sale più adoperato è il cloruro di zinco. Esso non può essere adoperato per le saldature nei radioricevitori perchè i vapori di

acido cloridrico si condensano tutto intorno sulle parti a temperatura più bassa, mentre le tracce di cloruro di zinco che restano sulla saldatura finiscono con l'intaccare i vari metalli producendo delle incrostazioni saline che tendono a distaccare la goccia di stagno dal punto in cui fu deposta. Il cloruro è anche spruzzato tutto intorno sulle parti isolanti ricoprendole di minutissime goccioline igroscopieissime che ne alterano in modo notevole la resistività superficiale. Quindi l'acido cloridrico in tutte le sue forme va confinato per usi estranei alle saldature dei radioricevitori.

È necessario adoperare prodotti che col riscaldamento possano sviluppare una certa azione acida, la cui attività chimica in condizioni ambientali normali deve essere nulla. Occorre notare che non si può esattamente giudicare dell'acidità di un disossidante dalla colorazione che prende dopo un certo tempo il residuo lasciato presso la saldatura. Prodotti perfettamente corrispondenti allo scopo voluto possono assumere una colorazione verdognola perchè al momento della saldatura vennero asportati dei sali metallici che conferiscono detta colorazione. Un buon disossidante non deve spandere troppo sotto l'azione del calore e deve lasciare un residuo non igroscopico, isolante, facilmente asportabile.

Le comuni paste per saldare, di tutte le marche, hanno un'azione corrosiva che può espletarsi anche alla temperatura normale. Nella filatura dei radioricevitori è molto miglior pratica servirsi di filo di stagno preparato, cioè con un'anima di un'adatta miscela disossidante. Sovente questa è formata solo con della pece greca, che sotto l'azione del calore libera dell'acido abeitico, molto debole e che può permettere la saldatura perfetta solo di parti già preparate in modo adatto, stagnate. Alcuni tipi di stagno preparato hanno una miscela disossidante costituita come la normale pasta per saldare, quindi con azione corrosiva.

In tutti i casi per ottenere i migliori risultati è necessario che il saldatore fonda lo stagno preparato sul punto stesso in cui va effettuata la saldatura in modo che la miscela scorra liquida e calda sulla zona che interessa ed espleti la sua azione chimica. Non si deve mantenere lo stagno sul banco di lavoro, fonderne una certa quantità col saldatore e portarlo con questo nel punto da saldare: in tali condizioni di lavoro occorre ado-

perare della pasta disossidante da mettere in piccolissima quantità sul punto da saldare.

Il saldatore deve essere anzitutto di dimensioni adatte per le parti da saldare; per la filatura si farà uso di tipi da 60 W e nel caso di saldatura di conduttori all'incastellatura metallica ne occorre uno con una massa di rame maggiore per poter cedere con facilità una maggiore quantità di calore (dissipazione 150 a 300 W).

La punta del saldatore va mantenuta perfettamente pulita da scorie e incrostazioni e con una faccetta ben piana e rattivata con della lega in modo che appoggiandola alla parte da saldare si abbia un buon contatto termico per un rapido trasferimento di calore. Se un saldatore con testa di rame dopo rattivato con della lega si ossida rapidamente si ha un eccesso di calore prodotto che esso non riesce a dissipare per irradiazione, sarà bene perciò appoggiarlo su di un blocco metallico durante i periodi di inoperosità. È facile costruire un supporto per il saldatore che faccia alimentare questo a tensione ridotta con un autotrasformatore quando ve lo si poggia su. Un saldatore con la testa di nichel offre il notevole vantaggio di non richiedere questa pulizia. Se la punta di un saldatore non è ben piana va accuratamente limitata e rattivata con la comune pietra di sale ammoniaco (cloruro di ammonio) e stagnata. Immergendo la punta del saldatore nella pasta per saldare si deteriora questa, così pure se si fa fondere della pasta mantenendo vicino allo scatolino un saldatore è bene che la si rimescoli accuratamente dopo il raffreddamento, potendosi avere la separazione di alcuni costituenti.

Non va mai praticata la saldatura di conduttori all'incastellatura di alluminio nè con la lega speciale nè con quella comune di stagno, che può essere fatta aderire senza l'uso di alcun disossidante stropicciandola accuratamente con un saldatore ben pulito. Anche se si realizza una saldatura meccanicamente perfetta essa si distacca col tempo per effetto elettrochimico producentesi per l'umidità atmosferica.