

Un impianto di messa a terra a bordo collega in modo equipotenziale le parti metalliche e al mare.

## MASSE, TERRE E MATASSE

di SACHA GIANNINI

Trecce e bandelle di rame sono collegate su molte barche a piastre di bronzo presenti in sentina. Vediamo cosa sono e a cosa servono (o dovrebbero servire)

**N**on è raro trovare all'interno delle nostre barche, soprattutto se datate, cavi neri, verdi o giallo-verdi ormai ossidati, spesso tagliati o a mollo tra ghiotte e ristagni salini, con ignoti collegamenti e dubbie finalità. Il più delle volte, nell'incertezza e confusione, si dà loro il nome generico di *massa*.

Possiamo trovare questi cavi collegati all'albero, alle lande, alle prese a mare, al motore, alle marmitte, ai serbatoi, al salpancora, alle pompe di sentina, imbullonati a una piastra porosa, a un anodo immerso, a un perno passante oppure a un prigioniero della chiglia. Dimenticati per anni rimangono il più delle volte reperti misteriosi, di incerta provenienza, età e stato di conservazione.

Vediamo di fare un pò di chia-

rezza. Una prima considerazione da fare è che la *terra* non è uguale alla *massa* e non sempre la *massa* è *messa a terra*. C'è poi differenza tra *massa* e *massa*: quella della 12 o 24 Volt, detta anche *negativo*, è diversa da quella dell'impianto elettrico a 220 Volt ed entrambe differisco-



Le piastre di massa servono a collegare diverse parti di un sistema fino a un terminale collegato con il mare.

no dalle "masse" equipotenziali (bonder) che collegano le varie parti metalliche tra loro e fanno capo ad anodi sacrificali. Le *masse elettriche* non hanno poi nulla a che fare con le masse delle antenne (*ground*).

Eppure, come si diceva, tutte queste masse finiscono insieme in un unico luogo sotto il pagliolato, con inevitabili commistioni di collegamenti, quanto meno di dubbia utilità.

Cerchiamo allora di capire cosa abbiamo in barca, partendo dai concetti base che ci permettono di dare una prima scandagliata alle nostre sentine.

**La massa.** Il concetto di *massa* è legato principalmente a quello di impianto elettrico. È sostanzialmente il collegamento del polo negativo nei sistemi a corrente continua (12 o 24 V) a un corpo metallico che fa da cavo

## FLUMINI

## Temporali: prima di tutto evitarli

Nelle barche a vela il fulmine colpisce quasi sempre l'albero utilizzando gli stralli e il sartiame come vie di scarico. Il collegamento conduttivo tra albero, sartiame e chiglia non aumenta, non diminuisce le probabilità di essere colpiti da fulmini, non modifica il potere di ricezione dell'albero (che sia di alluminio, legno o carbonio) e soprattutto non sempre è la condizione favorevole come riparo. Con l'albero "a terra" si mantiene lo stesso potenziale di attrazione dei fulmini con la differenza però che, in caso di bersaglio, il nostro corpo sarà forse meno "appetibile" da folgorazioni dirette o indotte.

In caso di temporali e fulmini è preferibile evitare di incanalare la scarica, deviarla o contrastarla. Quelle che colpiscono le imbarcazioni sono fortunatamente il più delle volte correnti "accessorie" indotte, o scariche statiche che creano gran danno alle apparecchiature, ma tutto sommato minimi alle strutture. L'impatto diretto di tutta la potenza di un fulmine concentrato su una barca la vaporizzerebbe in un istante e più che squagliare una presa a mare collegata all'albero, squaglierebbe prima l'albero e magari i prigionieri a questo collegati. Bisogna considerare infatti che fulmine ha un voltaggio medio di 3 milioni Volt per metro (100 metri di saetta corrispondono a 300 milioni di Volt!) e correnti che possono raggiungere anche multipli di 100 mila ampere. Questi numeri ci fanno comprendere quanto vani siano molti tentativi di protezione con cavi conduttori comunque sottodimensionati a tensioni simili.

Non potendo dimensionare le nostre attrezzature con le grandezze necessarie a scaricare migliaia di ampere e nemmeno disporre terminali (piastre, perni, lande e arridatoi) con sezioni "autostradali", meglio tenerci la barca così com'è sperando che il fulmine non ci colpisca o al limite provochi solo danni alla strumentazione di bordo.

D'altro canto, pur collegando alla pinna di deriva sartie e albero con una bandella o un cavo di rame adeguatamente dimensionato attireremmo i fulmini e anche nell'ipotesi che il fulmine finisse in mare, genererebbe un forte campo elettromagnetico che distruggerebbe gran parte dei dispositivi elettronici nel raggio di decine di metri.

La soluzione è allora evitare d'essere colpiti.

Diverse aziende propongono accessori studiati per dissipare la concentrazione delle cariche positive terrestri presenti in testa d'albero, rendendo la barca il più possibile "invisibile" ai fulmini e alle cariche negative sotto i cumulonemi. Mantenendo il campo elettrico circostante inferiore al livello di soglia e riducendo la probabilità di sviluppare il canale del fulmine tra la nuvola e l'albero, questi impianti di protezione LPS (Lightning Protection System), o dissipatori, promettono di scaricare costantemente l'elettricità presente nell'aria. In questo modo, quando si manifesta un temporale, l'area circostante all'imbarcazione dovrebbe mantenere un differenziale energetico nei limiti, scongiurando la formazione della scarica atmosferica. Due i principali sistemi brevettati in commercio: EVO-Dis e Euthalia Marine. Funzionano? Chissà.

La miglior prevenzione è dunque quella di stare alle larga dai temporali e sperare nella fortuna. ■



di ritorno per la corrente.

Secondo le norme CEI (64-8/2 art 23.2) la massa è la *parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che può andare in tensione in condizioni di guasto.*

In un'auto metallica è tutto chiaro: la carrozzeria è il negativo e fa da filo di massa risparmiando il conduttore di "ritorno". Il circuito diventa così più semplice. Il polo negativo della batte-

ria viene allacciato direttamente sul telaio dell'auto o alla massa del motore, il polo positivo invece viene portato alla scatola dei fusibili e da lì a tutto ciò che funziona elettricamente. Insomma, è la carrozzeria dell'auto a fare da filo conduttore.

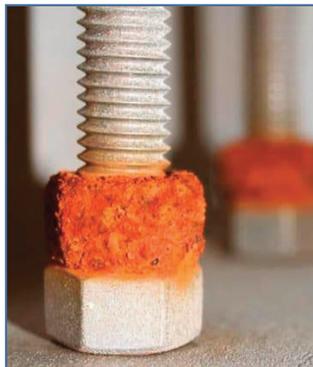
Questa configurazione automobilistica si usa ancora in alcune barche, ma è un sistema sconsigliato in quanto il *ritorno a massa* è probabile causa di pericolose correnti vaganti. Si consiglia invece il *ritorno isolato* dove la corrente va e ritorna sempre attraversando un cavo; in questo modo le correnti vaganti possono presentarsi solo a causa di difetti nella realizzazione dell'impianto.

Su una barca di vetroresina, in ogni caso, non è possibile sfruttare la "carrozzeria" mettendo a massa il telaio: nella maggioranza dei casi ogni utenza ha un filo nero negativo e uno rosso positivo che la collegano alle batterie.

In barca il termine "massa" è usato non solo come sinonimo di negativo ma anche per definire un sistema di collegamento tipo *bonding* (*bond* significa *vincolare, legare*). Con *mettere a*



La corrente galvanica si verifica tra metalli di diverso potenziale immersi in ambiente salino. Il più debole cede elettroni e si ossida a una velocità crescente.



massa si intende pertanto collegare diverse parti di un sistema fino a un terminale che poi scaricherà in qualche modo a mare, attraverso una piastra porosa (di bronzo o rame) applicata sulla carena, la pinna di deriva (in ghisa o piombo), gli anodi (zinchi) o con lo stesso scafo se metallico. Tutto ciò per la messa a terra della 220, il sistema parafulmine, a protezione dalla corrosione galvanica e per la protezione da radio interferenze per ottenere un adeguato funzionamento di dispositivi Gps, decoder meteo, ricevitori fax, satellitari, radio Ssb e trasmettitori Vhf.

**La terra.** La terra (o messa a terra) costituisce invece come un anello di guasto, il collegamento delle parti metalliche di un sistema in modo equipotenziale al terreno, o nel nostro caso al mare.

Ricordiamo tutti quella scossa sulle dita quando molti anni fa si scendeva dall'auto e si sfiorava la portiera di ferro? E quella "coda di gomma" chiamata *catenella* che usciva dallo scarico fino a toccare l'asfalto? Ebbene, serviva come messa a terra per le cariche elettrostatiche "raccolte" dalla carrozzeria essendo l'auto isolata da quattro pneu-

matici di gomma.

È necessario prevedere la messa a terra anche nel nostro impianto di bordo a 12 Volt? No, le tensioni in gioco a bordo sono talmente basse e non mortali che la rendono superflua.

Il sistema a 12 o 24 Volt (o parte di questo) è comunque in qualche modo già messo "a terra" dal polo negativo delle batterie collegato al motore che, tramite invertitore, asse ed elica, scarica a mare.

**220, maneggiare con cura.** Quando facciamo entrare all'interno della barca un voltaggio pericoloso di 220 Volt, le carcasse metalliche di caricabatterie, inverter, boiler e le prese elettriche, sono potenziali responsabili di dispersioni o cortocircuiti.



L'isolatore galvanico blocca le correnti continue che possono entrare nella barca dalla 220 della banchina.

Per questo motivo tali dispositivi dovrebbero essere collegati a un sistema comune di massa dell'imbarcazione, oppure essere costruiti conformemente al principio del doppio isolamento.

Con la 220 (che arriva a bordo dalla banchina o dal generatore) abbiamo due impianti elettrici che lavorano contemporaneamente (CA e CC) ognuno con un filo giallo-verde: la *terra di banchina* e la *terra di bordo*. Cosa bisogna fare in questi casi? Collegare le due terre o tenerle isolate? Le norme europee prevedono il collegamento tra loro a meno che non s'installi un salvavita, un interruttore differenziale o un trasformatore di isolamento all'ingresso della corrente alternata, ma permangono due scuole di pensiero.

Negli impianti con le due terre collegate abbiamo una buona protezione per le persone perché una sovratensione sulla massa di un'apparecchiatura a 220 Volt si scaricherebbe sia attraverso il collegamento della terra di banchina sia tramite la terra di bordo. Questo tipo di collegamento però crea una potenziale pila galvanica e possibili corrosioni tra i metalli immersi della nostra barca, della banchina o di altre barche vicine collegate alla stessa terra.

Il rimedio per scongiurare questo pericolo è installare un *isolatore galvanico* sul conduttore di terra della banchina subito a valle della presa di bordo.

Con le terre separate invece si evitano inneschi corrosivi causati dal collegamento delle terre, si risparmiano isolatori o trasformatori galvanici, ma bisogna prevedere ottimi differenziali salvavita affidandosi al loro buon funzionamento in un ambiente particolarmente aggressivo e corrosivo come il ma-

re. Opzione accettabile, questa, unicamente nel caso vi siano semplici apparecchiature (spine bipolari e involucri di plastica), ma non consigliabile con dispositivi di classe superiore (spina tripolare con terra e frutti metallici). Nel caso di contatto accidentale tra la fase 220 e il negativo si rischia infatti che tutto il circuito di terra di bordo diventi attivo con grave pericolo per le persone. Riassumendo, se non si è sicuri dell'esistenza o meno del collegamento tra le terre, è consigliabile realizzarlo con l'aggiunta di un semplice isolatore galvanico.

**Corrosione galvanica.** Ogni metallo o lega ha un naturale *potenziale elettrico* in base alla propria composizione chimica, pertanto in relazione all'ambiente in cui si trova ha la possibilità di ricevere o cedere elettroni. Se la differenza tra i diversi potenziali elettrici dei metalli a contatto tra loro o immersi in un elettrolita conduttore come l'acqua di mare (soluzione salina), supera una certa soglia, si crea un passaggio di elettroni tra il *donatore positivo* (anodo) e il *ricettore negativo* (catodo).

L'intensità di questo movimento è proporzionale alla differenza di potenziale elettrico dei metalli. Tutto ciò genera una debole corrente elettrica, detta *galvanica*, che innesca un processo di corrosione dove il metallo più anodico, che cede elettroni, si ossida a una velocità sempre più crescente (ossidazione).

Premesso questo, gli impianti elettrici in corrente continua con tensione nominale non superiore a 50 Volt a bordo di unità da diporto inferiori ai 24 metri di lunghezza, applicano la norma ISO 10133, mentre gli impianti monofase in corrente alternata che funzionano a una tensione

## CORROSIONE

### Le cause di quella galvanica

Le cause più comuni per cui si innesca la corrosione galvanica sono attribuibili a:

- presenza di zinchi (o alluminio) in numero insufficiente o eccessivo, il loro errato posizionamento o ancora la loro verniciatura;

- correnti disperse da apparecchiature di bordo (salpancore ad alto assorbimento, radiotrasmittenti, avviamenti motore);

- messa a terra della 220 non corretta o barca sempre collegata alla 220 banchina;
- cablaggio sbagliato delle apparecchiature di bordo;
- barche nelle vicinanze con problemi elettrici.

Anche l'intensità di tali correnti può dipendere da diversi fattori:

- il potenziale dei due metalli (maggiore è la differenza di potenziale, maggiore sarà la corrente);

- la temperatura ambientale (maggiore è la temperatura e maggiore sarà la corrente);

- la salinità dell'acqua (più l'acqua è salata e più conduce);

- il rapporto in termini di massa dei due metalli. Se l'anodo, cioè il metallo che subisce la corrosione, risulta molto più piccolo del catodo, cioè il metallo con potenziale maggiore, la corrente sarà più intensa e l'anodo si consumerà con più rapidità. ■

della *corrosione galvanica*, sono l'unico standard oggi disponibile. In uno scafo di vetroresina i metalli immersi e quindi soggetti a corrosione sono in genere la chiglia (ghisa o piombo) e i relativi prigionieri (acciaio al carbonio o inox), l'elica (bronzo o alluminio), il suo asse (acciaio o bronzo) e il motore, l'asse del timone e i suoi cuscinetti, i passa scafi (ottone o bronzo) e le relative valvole se di metalli diversi; quindi lo scaldabagno riscaldato con l'acqua di raffreddamento del motore e lo scambiatore di calore del motore se raffreddato con acqua di mare.

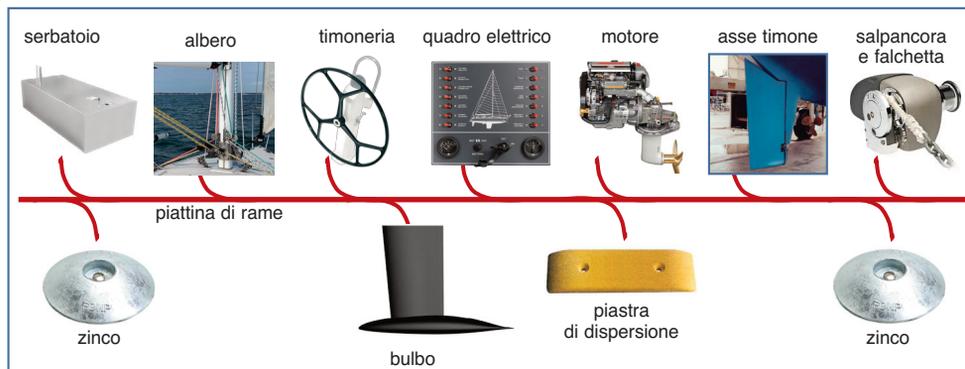
Usare materiali differenti però non significa provocare necessariamente la corrosione galvanica. È possibile impiegare metalli galvanicamente compatibili come l'acciaio inox e il rame o l'acciaio zincato, che posseggono un potenziale elettrico simile.

La maggior parte delle imbarcazioni in vetroresina non ha necessità reale di molte protezioni se non in alcuni punti critici. L'abitudine di collegare poi tutti i passascafo in metallo per mantenerli allo stesso potenziale può provocare più guai che benefici se collegati anche ad altri sistemi (tipo parafulmine o messa a terra per le radio interferenze) dove possono circolare correnti vaganti.

Per fare fronte al pericolo di correnti galvaniche in ambiti terrestri esistono due correnti di pensiero distinte: impianto *tutto isolato* o *equipotenziale*. La prima soluzione lascia isolati tra loro i vari elementi metallici immersi. In questo modo, anche se assumono potenziali diversi (naturalmente o per dispersione di corrente), teoricamente nessuna corrente può fluire e nessuna corrosione può avvenire. Ma mantenere il grado di isolamen-

nominale non superiore a 250 volt la norma ISO 13297.

Le note norme Abyc (*American Boat & Yacht Council*) costituiscono invece il riferimento di qualità sul mercato americano e sono al momento tra i riferimenti più completi e dettagliati per gli impianti su imbarcazioni da diporto. Nel caso specifico



Il circuito di bonding deve essere strutturato ad albero: una dorsale centrale da cui partono i collegamenti ai componenti da proteggere, agli zinchi e al punto equipotenziale comune di terra al quale va collegato anche il negativo della batteria portato a terra in mare attraverso una piastra di dispersione, la chiglia o lo stesso scafo se metallico.

to richiesto tra i vari metalli è praticamente impossibile in un ambiente carico di umidità salina come un'imbarcazione. Basta una striscia di acqua salata evaporata in sentina o l'umidità eccessiva, per creare il collegamento non voluto e aprire la strada alla corrosione galvanica.

La condizione minima necessaria per scongiurare questo effetto è dunque che tutte le prese a mare e le altre appendici metalliche immerse (anche temporaneamente) non siano collegate tra loro e che i passascafi, i raccordi, le valvole e i porta gomma siano del medesimo materiale, preferibilmente bronzo o randex. È da evitare l'uso di ottone in lega di zinco: in caso di correnti galvaniche o dispersioni si

corrode, lasciando solo il rame con conseguente indebolimento strutturale e meccanico.

Nell'ottone commerciale invece la cella galvanica si può creare anche da sola per la migrazione dello zinco presente, rendendolo indifendibile con qualsiasi collegamento ad anodi esterni.

Esistono leghe di ottone con alluminio (CW 602) che lo rendono più idoneo all'utilizzo in acqua di mare, ma il bronzo marino offre più garanzie come dimostrano le pompe Blake inglesi che montate su barche di 40 anni fa sono ancora integre.

**Bonding.** In alternativa alla soluzione del tutto isolato si può prevedere invece un impianto equipotenziale (*bonding*) creando volutamente un collegamen-

to all'interno dello scafo in vetroresina tra tutti i componenti metallici di diversa natura immersi in acqua, oppure comunicanti con il mare a breve distanza. Occorre però introdurre un elemento metallico sacrificale (anodo) il cui potenziale naturale sia più positivo di quello di tutti gli altri metalli collegati.

I componenti metallici del bonding non hanno bisogno di zinchi propri; conviene anzi evitare di aggiungerli localmente per non interferire con la tipologia e l'equipotenzialità ideale.

Quindi prese a mare, asse timone e losca, asse motore, motore, verricello, timoneria, serbatoi, batteria, boiler, scambiatori di calore, elettropompe, albero e lande, si collegano a uno o più anodi (di zinco o alluminio-magnesio) e a un punto comune di terra (bulbo o piastra di dispersione).

Secondo le norme Abyc, in Usa tutte le barche devono disporre di bonding mentre in Europa non è obbligatorio.

Anche l'asse del motore va collegato al bonding, tramite contatti striscianti con spazzole in grafite (alcuni progettisti sconsigliano zinchi direttamente sull'asse perché si consumano



Col bonding di crea un collegamento tra i componenti metallici interni dello scafo. Nella foto quello a una landa.



Anche l'asse del motore va collegato al sistema di bonding, tramite contatti striscianti con spazzole in grafite.



Per il circuito di bonding i cavi elettrici devono avere una sezione minima di 8 mmq

irregolarmente e creano squilibri dovuti alla loro massa eccentrica durante la rotazione). Le ogive di zinco delle eliche in bronzo possono essere mantenute, pur non essendo strettamente necessarie, sia perché fanno spesso parte del profilo idrodinamico delle eliche stesse, sia come precauzione in caso di consumo o avaria del contatto strisciante sugli assi.

Il circuito di bonding deve essere strutturato ad albero: una dorsale centrale da cui partono i collegamenti ai componenti da proteggere, agli zinchi e al punto equipotenziale comune di terra al quale va collegato anche il negativo della batteria portato a terra in mare attraverso una piastra di terra, la chiglia o lo stesso scafo se metallico.

Dato che collega elementi in buona parte montati in sentina e quindi fortemente esposti ad ossidazione, la qualità del cablaggio in un circuito di bonding è essenziale.

Secondo le norme Abyc E2.5.9 devono essere utilizzati: cavi di rame con guaina isolante; barre o piattine di rame solido; tubi di rame (si sconsiglia la treccia, poco resistente all'ossidazione); i cavi elettrici devono essere di sezione minima di 8mmq; le barre di rame devono avere spessore minimo di 0,8 millimetri e larghezza minima di 13

millimetri.

Il circuito di bonding deve poi assolutamente essere isolato da correnti galvaniche provenienti dal circuito di terra della AC di banchina, altrimenti ci si troverebbe ad essere in continuità con il circuito di ogni altra imbarcazione collegata alla 220, in una condizione favorevole alla corrosione.

Per esempio l'elica in alluminio di una barca e la chiglia in ghisa di un'altra risultano elettricamente connesse attraverso il cavo comune di messa a terra in entrambi non isolato col risultato che l'elica del vicino subirebbe conseguenze negative.

Il primo consiglio è di non lasciare la barca collegata alla 220 di banchina anche quando non serve e non c'è nessuno a bordo (molti marina lo vietano); il secondo è di installare un *isolatore galvanico* (*Zinc Saver* o *Zinc Guard*). Tale dispositivo si monta tra l'arrivo della terra AC di banchina e la terra AC di bordo, quindi a monte del circuito di bonding. Collega le due terre mantenendo il passaggio delle correnti alternate, mentre blocca quelle continue che possono entrare nella barca tramite i cavi di terra lato banchina. In questo modo la pila galvanica non si innesca e si elimina l'anello di massa.

Basta tagliare il filo di terra

(giallo-verde) del cavo della 220 V a monte dell'interruttore differenziale installato in barca, ed attaccare i due spezzoni ai due morsetti situati sull'isolatore galvanico.

Un'alternativa più sicura all'isolatore, in particolare per le barche in metallo, è il *trasformatore galvanico* in cui tutti e tre i fili sono interrotti galvanicamente, pur facendo passare la corrente alternata.

**Le correnti vaganti.** Un'altra causa di corrosione nelle imbarcazioni da diporto è quella indotta da dispersioni di correnti *continue vaganti*. Sono causate dalla dispersione di corrente da parte dei cavi di alimentazione che collegano la batteria alle utenze che invece di utilizzare i normali percorsi si disperdono nelle acque di sentina. Ciò può avvenire a causa del danneggiamento della protezione di uno dei cavi, oppure perché si utilizza la massa metallica del motore come conduttore di ritorno alla batteria.

Si tratta di correnti molto più intense di quelle galvaniche, perché generate da differenza di potenziale elettrico più alto. Possono danneggiare molto rapidamente qualsiasi metallo, indipendentemente dalla sua natura o potenziale elettrico.

Per evitarle è necessario controllare molto bene il grado d'isolamento dei cavi elettrici, dei contatti e bisogna tenere all'asciutto il vano delle batterie. Tra le cause più frequenti delle correnti vaganti vi sono le perdite d'isolamento dei fili e dei contatti delle pompe di sentina, che per la loro funzione vivono molto spesso immerse nell'acqua di sentina.

Puliamo dunque le nostre sentine, manteniamole asciutte, in ordine e soprattutto senza misteri. ■