



Zeno Martini (admin)

UN LELE IN BARCA

27 August 2017

Presentazione

Questo articolo più che un articolo didattico o tecnico, potrebbe essere un capitolo della storia di ElectroYou, uno di quelli in cui mi chiedo il senso di questa attività, che cosa cercano veramente gli utenti con la loro partecipazione, cos'è realmente un utente, fino a che punto arriva la coscienza di sé e delle proprie conoscenze, qual è la percentuale di sincerità che ciascuno mette in gioco per gli altri e per se stesso.

Forse esagero nelle considerazioni extratecniche e mi lascio troppo trasportare da sensazioni sgradevoli che si uniscono a un'incertezza congenita nel perseguire le scelte più opportune: che fare quando riscontro in un utente una caparbia volontà di contrasto confusa ed infondata per quelle che sono le mie capacità di comprendere? Quali sono i miei errori? Ecco con questo articolo, in cui continuo a sostenere una mia posizione relativa ad un certo argomento, evidenziando quelle che, sempre per me, sono le incongruenze dell'interlocutore che mi contrasta, vorrei cercare di comprenderli, sia quelli tecnici che non, con l'aiuto di chi avrà la pazienza di leggerlo.

Il problema

Nel forum si è aperta una discussione su come possa essere l'impianto elettrico di una certa nave. Un marinaio desideroso di conoscere meglio l'impianto di bordo, ha aperto un argomento con un titolo equivoco: "Come ottenere una monofase da un sistema trifase". Tutti pensano subito a cose strane: c'è perfino chi evoca il trasformatore Scott (che non c'entra proprio nulla), chi invece, giustamente, pensa che il marinaio voglia ricavare un neutro accessibile da un sistema trifase che ne è privo, cosa che avevo trattato in un [articolo](#) qualche tempo fa. Ma non era ciò che aveva in testa il marinaio, ma è ciò che invece ha continuato a rimanere nella testa di un risponditore, ignorando i dati che nel frattempo il marinaio forniva.

Dalle spezzettate informazioni risultava che, per il marinaio la trifase è il sistema a 400 V, mentre la monofase è quello di 230 V. Siccome il generatore produceva 400 V, quindi era trifase, come venivano fuori i 230 V che lui misurava, ad esempio, su prese quadripolari, tra i poli esterni, ed i 125 V che riscontrava tra quello centrale ed uno esterno? La risposta a quel punto non era difficile, e qualcuno che ha frequentato le scuole tecniche, come il marinaio afferma di sé, non avrebbe dovuto meravigliarsi più di tanto. Da una qualche parte c'è un trasformatore che trasforma il sistema trifase a 400 V in un sistema trifase a 230 V. Che ci fosse quel trasformatore è poi emerso con l'invio della targa dello stesso fotografata dal marinaio.

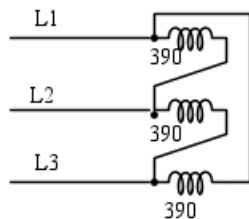


Un trasformatore dunque con primario a triangolo, collegato ad un generatore trifase a 390 V e secondario pure a triangolo per avere un sistema trifase a 230 V, senza neutro ovviamente.

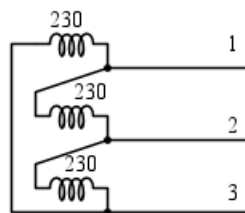
La cosa sembrerebbe finita lì. Soluzione da adottare o meno che sia su una nave, quella c'è, e la conclusione ovvia, almeno per me, è che si ha a che fare con un sistema IT in bassa tensione. Tutte le masse metalliche dello scafo saranno, si suppone collegate allo scafo metallico e questo al polo centrale delle prese quadripolari. La conferma che c'è continuità tra scafo metallico e polo centrale della presa arriverà successivamente. Arriverà anche la conferma dell'esistenza di un controllo dell'isolamento per la presenza di megaohmmetri a monte nel quadro principale.

Penso allora di fornire la spiegazione delle misure del marinaio, ed invio uno schemino molto sintetico, che ritengo sufficiente

Primario trasformatore trifase
collegato a triangolo



Secondario trasformatore trifase
collegato a triangolo

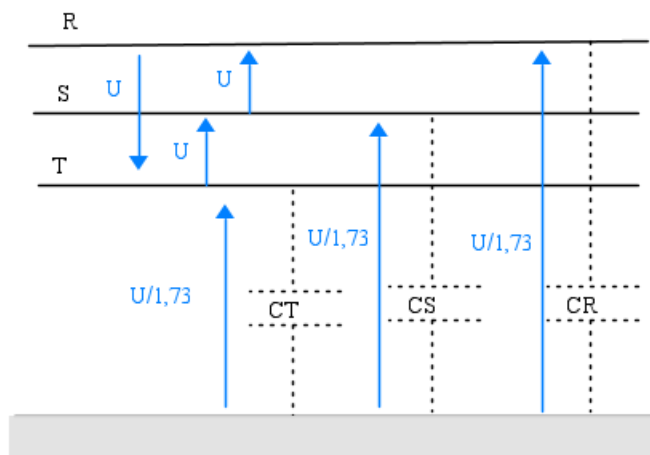


E (carcassa scafo)

tra 1 e 2 : monofase a 230 V
tra 2 e 3 : monofase a 230 V
tra 3 e 1 : monofase a 230 V

tra 1 e E : tensione inutilizzabile di 125 V
tra 2 e E : tensione inutilizzabile di 125 V
tra 3 e E : tensione inutilizzabile di 125 V

aggiungendo successivamente che le tensioni erano dovute al fatto che lo scafo metallico è il centro stella delle capacità di esercizio dei cavi



CR, CS, CT: capacità tra filo e scafo

Non funziona!

Qualcuno però interviene dicendo che no, "**non funziona**" perché *la capacità dei cavi su una nave è molto limitata, e ci sono i carichi monofase molto sbilanciati per cui non ci sarebbe mai uno pseudo centro stella decentemente bilanciato, che il secondario dovrebbe avere il centro stella platealmente a ground e che una soluzione sofisticata sarebbe con i reattori a zig-zag.*

Forse non ha capito, penso, che io mi sono limitato ad interpretare i dati delle misure dopo che era stata fornita la targa del trasformatore con secondario a triangolo. Si può anche dire quale impianto sarebbe migliore, ma cosa c'entra con l'analisi dell'impianto esistente? Non funziona? Cosa? E cos'è uno pseudo centro stella decentemente bilanciato? E come può un secondario a triangolo avere un centro stella a ground? Platealmente, poi! E i reattori a zig-zag, soluzione sofisticata (tra l'altro già descritta da me stesso): ok, ma non ci sono!

Ho il sospetto che non abbia letto la risposta o l'abbia letta in modo molto superficiale avendo in mente tutt'altro, per cui propongo un piccolo test chiedendo che cosa non funziona:

1. La barca non va avanti?
2. Il trasformatore si spegne?
3. Non si può usare lo scafo come centro stella da cui derivare un neutro da usare con un filo di fase del secondario a triangolo per avere una tensione monofase utilizzabile?

Ovviamente mi aspetto che la risposta sia la 3 e per fortuna è così (non avevo inserito alternative serie del resto). Ma io non ho mai scritto di usare lo scafo come centro stella per avere una tensione monofase: ho solo motivato le misure del marinaio! Ho scritto nel primo schema, in basso a destra, che la tensione misurata di 125 V non è utilizzabile! Non solo sulla barca: un carico che usa quel centro stella ha in serie le reattanze capacitive di dispersione! Quando mai uno può pensare di alimentare un carico in quel modo!

Ora dovrebbe essere chiarito l'equivoco, penso.

Qualcuno però osserva che trova improbabili tre tensioni stellate uguali, per diverse ragioni:

capacità non identiche dei cavi, e possibili altre conduttanze di dispersione di varia origine; questo è senz'altro vero, ma non ha nulla a che fare col "non funziona"!

Però per chi sostiene che "non funziona", quell'osservazione è una conferma della sua tesi ed aggiunge che *il mio discorso avrebbe senso solo se la nave fosse lunga 30 km!*

Resto letteralmente allibito. Ma che vuol dire? Che gli impianti IT esistono solo per edifici di 30 km?

Aggiunge poi di lasciar stare le capacità.

Avrebbe dovuto essere chiaro che il marinaio si chiedeva com'era ricavata la tensione di 220 V, che lui aveva già a disposizione, che non voleva ricavarla. Del resto dal sistema 230 avrebbe ottenuto 132 V. Eventualmente il centro stella avrebbe dovuto essere ricavato dal sistema a 390 V, ma qualcuno ha pensato di usare un trasformatore Dd 390/230 V ed è quello che si deve considerare, ovviamente nell'ipotesi che il marinaio non si stia inventando tutto.

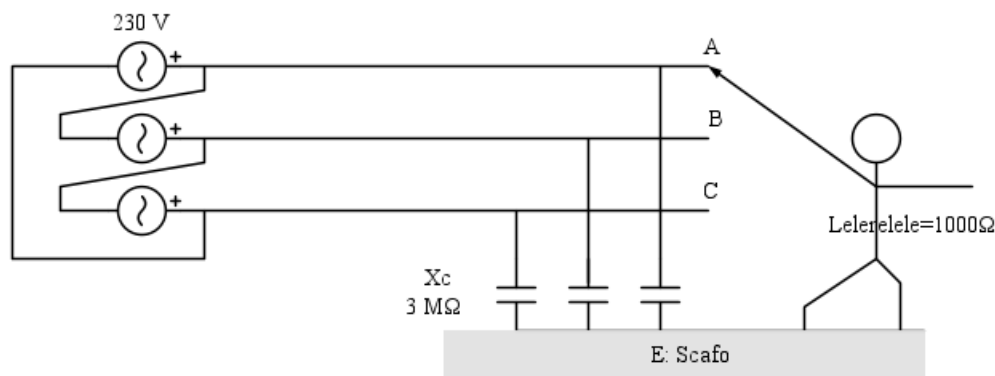
Mi trovo mio malgrado a pensare che il mio interlocutore non sa quello che dice, che non capisce di cosa si stia discutendo, o che non lo vuole capire; deve essere accecato dalla bramosia di far sapere come dovrebbe essere ricavato un centrostella per derivarvi un neutro, che è insito nell'equivoco titolo. Lo penso con un po' tristezza per tante ragioni: lo conosco da anni, virtualmente, il mio interlocutore, e l'ho anche conosciuto personalmente, riportando l'impressione di una persona affabile e simpatica; sono perfino stato il suo avvocato mitigatore se non proprio difensore, quando più di qualcuno ha manifestato un giudizio negativo su di lui. E la mia tolleranza nei suoi confronti mi è costata qualche giudizio sprezzante con lite furibonda, ma mi rendo conto che ora è impossibile proprio da parte mia continuare il dialogo. E, purtroppo, è la terza volta che succede su argomenti tecnici. Tutti mi hanno alla fine spinto a scrivere un articolo: questo è appunto il terzo; gli altri due sono [Un chiodo nel muro](#) e [Rifasamento in presenza di impianto fotovoltaico](#).

Arriva Lele

Lele è un lettore che vuole capire come funziona il sistema IT.

Gli viene allora spiegato cosa succede nel caso di un contatto diretto.

Io glielo schematizzo in questo modo



Si tratta dell'esempio che si trova su qualsiasi testo che tratta l'impianto IT in bassa tensione.

Nel caso specifico la terra è lo scafo metallico che ho indicato con la lettera E il cui potenziale è V_E .

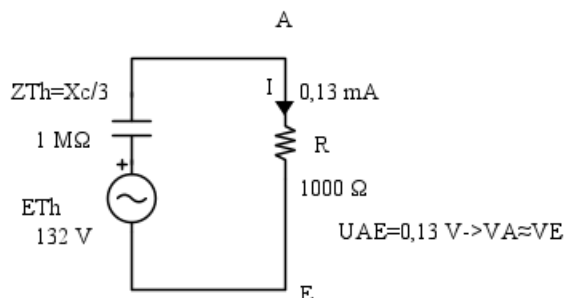
Suppongo che la nostra cavia Lele tocchi il filo indicato con A il cui potenziale è V_A , e che Lele sia schematizzabile con una resistenza di mille ohm.

Il valore del potenziale ha senso se si precisa a quale punto si assegna il potenziale zero. Io lo attribuisco al punto che chiamo centro stella del sistema, che indico con O , punto che non è fisicamente accessibile nella situazione descritta, quindi non rappresentabile con riferimento a qualche oggetto nello schema.

Dunque sarà $V_O = 0$

Un Thevenin per Lele

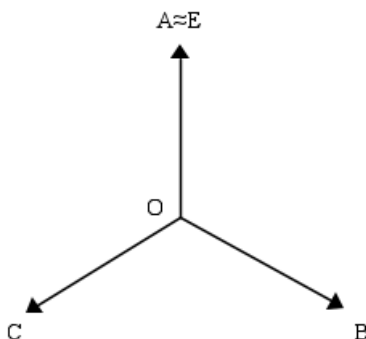
Quando Lele tocca il filo, per sapere che cosa gli succede, possiamo utilizzare Thevenin, quindi fare riferimento a questo circuito.



La tensione del generatore di Thevenin è la tensione del filo A rispetto ad E ; poiché ho ipotizzato uguali le capacità di esercizio dei cavi, tale tensione coincide con la tensione stellata del sistema perché, in quelle condizioni, le tre capacità sono una stella equilibrata ed il suo centro stella, in questo caso lo scafo, ha lo stesso potenziale del centro stella del sistema. Quindi $V_E = 0$, $U_{AE} = V_A = E_{Th} = 132\text{ V}$

L'impedenza di Thevenin, ottenuta cortocircuitando i generatori, risulta essere il parallelo delle tre capacità, quindi un terzo della capacità attribuita ad ogni singolo filo di linea. Eseguendo calcoli non complicati su quel semplice circuito si constata che il punto A e lo scafo E assumono praticamente lo stesso potenziale, mentre Lele sarà attraversato da una corrente di $0,13\text{ mA}$ che non dovrebbe dargli fastidio.

Rappresentando graficamente le tensioni abbiamo il seguente diagramma



O è il centro stella del sistema che non è possibile rappresentare nello schema circuitale iniziale perché non c'è nulla di fisicamente nella nave che vi corrisponda. Tra questo punto inaccessibile e lo scafo esiste una ddp di 132 V. Ma ciò non deve preoccupare Lele visto che gli è impossibile toccare un punto che non c'è fisicamente.

Sono convinto di avere scritto cose sensate, ho precisato le semplificazioni fatte, ma sono semplificazioni che non pregiudicano la sostanza delle conclusioni.

Carichi squilibrati

Ma chi sostiene che "non funziona" non è dello stesso avviso, perché ho considerato uguali le capacità, perché il trasformatore è a vuoto, mentre con i carichi monofasi, notoriamente squilibrati, cambierebbe tutto:" *se arricchisci il tuo esempio con le utenze MONOFASI NON FUNZIONA PIU'!*"

Invita il marinaio a rendermi note, con misure, le correnti con i carichi monofasi reali inseriti, così sarei convinto dello squilibrio dei carichi monofase e capirei che **non funziona**.

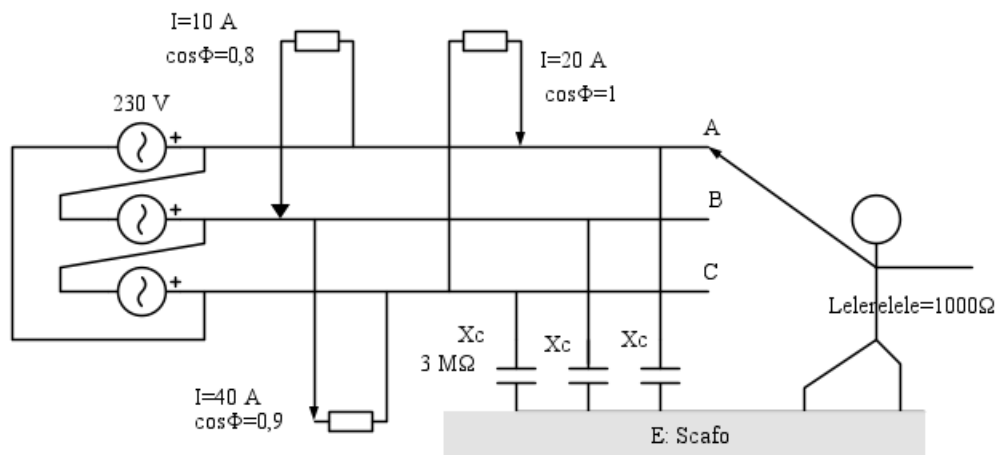
Ora, io sono un ingegnere elettrotecnico, un ingegnere di poco valore senz'altro, ma ipotizzare che non sappia addirittura dell'esistenza di carichi squilibrati mi sembra esagerato. Tra l'altro da quasi vent'anni mi occupo di questo sito e come insegnante ora in pensione scrivo lezioni di Elettrotecnica ed Impianti: forse è vent'anni che scrivo sciocchezze e chissà quante ne ho insegnate per trent'anni ai miei poveri allievi! Credevo mi si dovesse un po' più di fiducia e che si dovesse pensare che potessi supporre che i carichi monofasi sulle tre fasi potessero essere squilibrati; magari, ma forse qui pretendo troppo, che si potesse anche ipotizzare che, se non ho considerato i carichi può esserci qualche motivo. La cosa mi fa un po' sorridere e poiché ogni tanto mi viene da rispondere con delle vignette, questo mi sembra il caso di farlo



Ma non serve a nulla, sto commettendo l'errore di non considerare i carichi squilibrati, non c'è niente da fare ed il mio interlocutore aggiunge che mettendo un autotrasformatore tutto andrebbe a posto.

Calcoliamo insieme

Non so, non ho voglia di analizzare l'impianto con un autotrasformatore che non c'è, quindi chiedo semplicemente di farmi vedere cosa cambia con i carichi squilibrati; ed invio questo schema



aggiungendo che se i carichi, che ho messo a caso, non vanno bene, può benissimo inserire quelli giusti.

Silenzio assoluto

Questa mia richiesta è completamente ignorata.

Passano giorni e nulla.

Evidentemente sono considerato un completo imbecille e scrivo o richiedo solo sciocchezze, disegno schemini inutili, sbagliati, faccio calcoli che non servono perché, a quanto pare, bastano le parole, montagne di parole svolazzanti, ad personam, e spesso urlate, per avere ragione.

Conclusione solitaria

Vabbè, concluderò io in un articolo perseverando nel mio errore, mi dico.

Ed ecco, questo è l'articolo. Gli errori che ci sono ognuno li può mettere in evidenza e finalmente, forse, imparerò qualcosa. Anche se, diciamoci la verità, che io sappia qualcosa o meno, il mondo va avanti lo stesso. E andrà avanti lo stesso anche se in quanto scritto c'è qualcosa di sbagliato.

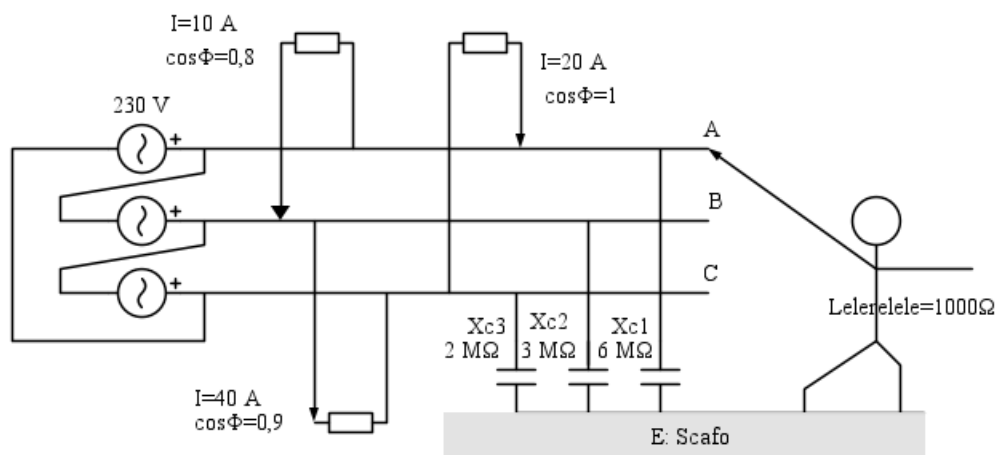
Allora diciamo subito che i carichi squilibrati non modificano praticamente nulla nel ragionamento precedente.

Le loro impedenze non modificano l'impedenza del generatore di Thevenin che limita la corrente in Lele.

Per come lo schema è proposto, avendo trascurato l'impedenza longitudinale delle linee, non cambia nulla nemmeno per la forza elettromotrice del generatore di Thevenin. Se si tenesse conto delle impedenze dei cavi avremmo solo delle cadute di tensione che la renderebbero leggermente diversa.

Penso che l'obiezione successiva sarà quella che non si possono considerare uguali le ammettenze di dispersione.

OK, vediamo che succede modificandole



Ricerchiamo sempre il generatore di Thevenin che alimenta Lele.

Per trovare la tensione a vuoto ricorriamo al teorema di Millman per determinare lo spostamento del centro stella E dal centro stella ideale del sistema, O

$$\begin{aligned}\dot{U}_{EO} &= \frac{\frac{132}{-j2} + \frac{132\angle -120^\circ}{-j3} + \frac{132\angle +120^\circ}{-j6}}{\frac{1}{-j2} + \frac{1}{-j3} + \frac{1}{-j6}} = \frac{66\angle 90^\circ + 44\angle -30^\circ + 22\angle 210^\circ}{j} = \\ &= 66 + 44\angle -120^\circ + 22\angle 120^\circ = 66 - 22 - j38 - 11 + j19 = 33 - j19 = \\ &= 38\angle -30^\circ \text{ V}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{U}_{AO} - \dot{U}_{EO} &= \dot{U}_{AE} = 132 - 33 + j19 = 99 + j19 = 101\angle 11^\circ \\ \dot{U}_{BO} - \dot{U}_{EO} &= \dot{U}_{BE} = 132\angle -120^\circ - 33 + j19 = \\ &= -66 - j114 - 33 + j19 = -99 - j95 = 137\angle 224^\circ \text{ V} \\ \dot{U}_{CO} - \dot{U}_{EO} &= \dot{U}_{CE} = 132\angle 120^\circ - 33 + j19 = \\ &= -66 + j114 - 33 + j19 = -99 + j133 = 166\angle 127^\circ \text{ V}\end{aligned}$$

In *A* la tensione rispetto ad *E* è dunque di 101 V; in *B* di 137 V; in *C* di 166 V: sono le tensioni del generatore di Thevenin visto da *A*, *B*, *C* rispettivamente. L'impedenza di Thevenin si trova cortocircuitando i generatori, cosa che esclude dai calcoli le impedenze dei carichi monofase, che per tale motivo non entrano in gioco, ed è data dal parallelo delle reattanze di dispersione considerate capacitive. Ovviamente se ce ne fossero di conduttive, basterebbe inserirle.

Tale impedenza vale dunque

$$\dot{Z}_{Th} = \frac{1}{\frac{1}{-j2} + \frac{1}{-j3} + \frac{1}{-j6}} = -j\text{M}\Omega$$

e la corrente che attraversa *Lele* quando tocca *A* sarà

$$\dot{I}_{Lele} = \frac{101\angle 11^\circ}{\dot{Z}_{Th} + 1000} = \frac{101\angle 11^\circ}{-j1000000 + 1000} \cong 0,101\angle 101^\circ \text{ mA}$$

quindi circa 0,1 mA.

Se toccasse *B* sarebbe di circa 0,14 mA e se toccasse *C* di 0,16 mA



Ecco, qui concludo la mia analisi lasciata in sospeso nel forum per mancanza di collaborazione e di considerazione.

Ho il cane qui vicino a me: non capisce quello che ho scritto, ma cerca di farmi capire che non è il caso di prendersela.

In fondo siamo fatti così, ognuno con le sue manie, i suoi orgogli, le sue debolezze, i suoi difetti, i suoi pregi: un miscuglio strano, casuale, di conoscenze, pseudo-conoscenze e sensazioni, che ribolle generando di tutto: dalle opere d'arte, alle costruzioni patetiche.

Avvertenza importante per Lele

Non vorrei che, visti i valori di corrente trovati, il nostro Lele decidesse di toccare tranquillamente un conduttore attivo, magari scalzo e con i piedi bagnati sullo scafo metallico!

I valori reali dipendono dalla reattanza capacitiva dei cavi ma anche da eventuali conduttanze di dispersione. Queste ultime potrebbero essere nettamente prevalenti rispetto all'ammettenza capacitiva. I tre Megaohm considerati per ogni fase sono quelli dello schema proposto come esempio nella discussione sul forum, tengono conto solo della capacità dei cavi, tra l'altro considerata anche molto piccola, quasi sicuramente troppo.

Invece del Megaohm in serie, Lele si potrebbe trovare un valore di impedenza molto inferiore, magari dell'ordine delle decine di kilohm.

La corrente assumerebbe in tal caso valori fastidiosi ed anche pericolosi. Come si può rilevare dalla [curva di pericolosità della corrente](#) per essere tranquilli non si devono superare i 5 milliampere, per cui la reattanza di dispersione complessiva nel circuito equivalente deve risultare

superiore a 25 kilohm affinché Lele non abbia problemi.

Non si modifica comunque il metodo di calcolo.

Il sistema IT non è cioè fatto per rendere innocui i contatti diretti che devono essere evitati e contro i quali la protezione è costituita dalle barriere meccaniche.

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Admin:un-lele-in-barca>"