

Davide Zerbinati

Lavori a bordo Impianto elettrico ed energia



Nutrimenti  mare



© 2006 Nutrimenti srl

Prima edizione settembre 2006

Quinta edizione agosto 2019

www.nutrimenti.net

via Marco Aurelio, 44 - 00184 Roma

Ricerca iconografica a cura di Davide Zerbinati

Art director: Ada Carpi

ISBN: 978-88-6594-658-9

Nota dell'editore	9	Alternatore di potenza	29
Principi di base	11	Quando l'alternatore non carica	32
Il circuito primario	12	Primo check: l'alternatore	34
Le batterie	13	Secondo check: il regolatore	37
Funzionamento delle batterie	14	Terzo check: l'interruttore di accensione	38
Modelli di batterie	14	Quarto check: collegamenti alla batteria	38
Le batterie per avviamento	16	Quinto check: sistema di ripartizione della carica	38
Le batterie per uso ciclico	17	La ripartizione della carica	39
Dimensionamento delle batterie	18	Sistema solenoide in parallelo	44
Come caricare le batterie	19	Condizioni normali	44
A quale tensione ricaricare le batterie	20	Condizioni di emergenza	45
Manutenzione delle batterie	20	Sistema Isolator Eliminator	45
Il collegamento dei cavi alle batterie	22	I cavi	47
Sistemi di ricarica inadeguati e/o difettosi	22	Caratteristiche generali	47
Batterie ad acido con tappi di rabbocco	23	Cablaggi	50
Batterie al gel	23	Il quadro utenze a 12/24 Volt	52
Batterie Agm	25	Note sulle funzioni degli interruttori, strumentazione dei quadri, utenze particolari	54
Come collegare le batterie	27	Luci cabina destra e luci cabina sinistra	54
Batterie: guasti e rimedi	28	Pompe	54
La batteria sembra non volersi più ricaricare	28	Autoclave	54
La batteria sembra dare meno tensione del dovuto anche dopo una lunga carica	28	Frigorifero	56
Batteria solfatata	28	Voltmetro	57
Solfatazione	28	Amperometro	57
Autoscarica	29	Verricello salpa ancora	57
Alternatore standard	29	Il quadro a 220V	57
		L'impianto della corrente alternata	58
		Banchina	59

Inverter	60	Ridurre i danni	86
Tensione minima di alimentazione a corrente continua	61	Come ridurre i danni diretti	86
Potenza erogabile continuamente e potenza di picco	62	Come ridurre i danni indiretti	87
Forma d'onda	62	I consumi a bordo: il bilancio elettrico	92
Consumo a vuoto	62	Progettare il proprio impianto	93
Generatore ausiliario	63	Uso della barca e autonomia	93
La massa	65	Elenco utenze	93
La piastra porosa di massa	65	Fonti di ricarica	93
Messa a massa delle apparecchiature radio in imbarcazioni di metallo	65	Posizione dei cavi	93
Il caricabatterie	66	La realizzazione pratica di un circuito primario	96
Il tester	67	Staccabatterie	96
Energia pulita	71	Logica di funzionamento del circuito primario	96
I pannelli solari	71	Condizioni normali	96
Materiale di costruzione e garanzia di resa elettrica	72	Condizioni di emergenza per batteria motore fuori uso	96
Potenza	72	Condizioni di emergenza per gruppo servizi fuori uso	96
Tensione di uscita massima	73	Circuito utenze	103
Ampere massimi	73	Elenco cavi	103
Montaggio	73	Zona quadri	104
Due casi pratici di utilità dei pannelli solari	73	Il motorino di avviamento	105
Dimensionare il pannello per la sosta invernale	74	Check al motorino di avviamento	105
Pro e contro dei pannelli solari	75	Teleruttore del motorino di avviamento difettoso.	
I generatori eolici	75	Come avviare il motore con un cacciavite	109
Diametro	76	Luci interne	109
Numero delle pale	77	Efficienza luminosa	111
Potenza	77	Lampade a incandescenza	111
Regolatore	77	Lampade alogene e allo xeno	111
Montaggio	80	Lampade fluorescenti (al neon)	112
Manutenzione	80	Luci a led	113
Un caso pratico	80	Luce di fonda a led	114
Chi deve installare pannelli solari e generatore eolico	80	Le norme Iso/CE per gli impianti elettrici di bordo	114
Il regolatore di carica	80	Colore dei cavi	115
La pila a combustibile	81	Corrente continua	115
Idrogeneratori	82	Corrente alternata a 220V (Eu)	115
I fulmini	83	Corrente alternata a 110V (Usa)	115
Come evitare di essere colpiti	84		

Corrente alternata a 240V trifase (Usa)	115		
Batterie	115		
Cavi – Fili elettrici	116		
Protezione dell'impianto	116		
Quadro elettrico e interruttori	117		
Collegamento dei terminali	117		
Prese – Spine	117		
Protezione della corrente alternata	118		
La corrosione	118		
La corrosione galvanica	118		
La corrosione per correnti vaganti	120		
La corrosione elettrolitica	121		
Corrosione e circuito a 220V	122		
Conclusioni	124		
Il sistema 'non collegare niente' o 'tutto isolato'	124		
Il sistema di bonding	126		
L'impianto di protezione da fulmini	127		
L'impianto di messa a terra			
AC autonomo di bordo	127		
L'impianto di massa (contrappeso) delle antenne trasmettenti	127		
		Il sistema di protezione dell'elettronica di bordo da interferenze elettromagnetiche (Emc)	127
		La corrosione: nomenclatura essenziale	128
		Nuove tecnologie nell'impianto elettrico di bordo	139
		Sostituzione degli staccabatteria uni o bipolari con teleruttori multistabili uni o bipolari	141
		Distribuzione e controllo dell'energia elettrica con sistemi elettronici	142
		Power Control Station (Pcs)	143
		Power Distribution Unit (Pdu)	145
		Remote Activation Switches (Ras) o interruttori/pulsanti remoti	145
		Cavo di comunicazione (P-COMM)	146
		Schemi applicativi	147
		Elettronica: diagnostica di base	150

I cavi

Caratteristiche generali

Come classificare un cavo? Una regola generale, semplice da usare, è calcolare 3A per ogni millimetro quadrato di sezione del cavo. Questo vuol dire che con un cavo della sezione di 1 mm² potremo alimentare un accessorio che consumi 3A, con uno di 2 mm² un accessorio da 6A e così via. Questa formula vale solo per cavi fino a dieci metri di lunghezza. Oltre questa lunghezza il calcolo diventa complicato. I dieci metri non sono calcolati come lineari, ma comprendono tutte le curve che il cavo deve compiere per arrivare fino all'utenza.

Esistono poi cavi specifici per uso nautico, che hanno caratteristiche particolari: ad esempio cavi ricoperti di stagno o cavi con mescola contenente argento, cavi autoestinguenti e cavi che non propagano incendi (che possono essere raggruppati in fasce senza pericoli). Vi sono anche cavi con mescole per guaine a base di materiali specifici, come il Tefzel: guaine sottilissime, che pesano molto meno delle guaine normali e possono resistere a temperature fino a 80° o possono lavorare per decine di anni immerse in acqua

Figura 54 – Corrispondenze nella misura di sezione di un cavo, espressa in Awg (Usa) e in mm² (Europa)

Diametro Awg	Diametro mm	Sezione mm ²
6	4	12,8
8	3,2	8,4
10	2,4	4,6
12	1,8	2,8
14	1,5	1,8
16	1,2	1,3
18	1,0	0,9
20	0,79	0,5
23	0,56	0,25
26	0,43	0,15
27	0,35	0,1

Figura 55 – Come collegare un cavo e come creare un terminale

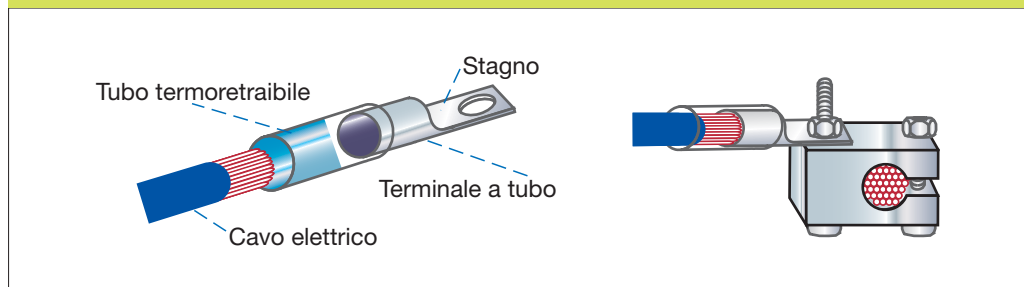


Figura 56 – Elenco cavi in un circuito elettrico Prog Aw 40

N°/ Sigla	Percorso	Sezione (mm ²)
T+	dal terminale T+ del regolatore NEXT STEP al cavo rosso sensore temperatura (cavo attorcigliato)	1,5
T+	dal terminale T+ del regolatore NEXT STEP al cavo rosso sensore temperatura (cavo attorcigliato)	1,5
T-	dal terminale T- del regolatore NEXT STEP al cavo nero sensore temperatura (cavo attorcigliato)	1,5
O	dal terminale ON/OFF del regolatore NEXT STEP a un punto del quadro motore che sia a +12V solo a chiave girata	2,5
+LB	dall'interruttore LUCI VIA VELA al + luce bussola	1,5
-LB	dal - luce bussola alla sbarra distribuzione negativa	1,5
NS6	dalla distribuzione negativa DN- al terminale ALT GND del regolatore NEXT STEP	2,5
NS3	dalla distribuzione negativa DN- al terminale GROUND del regolatore NEXT STEP	2,5
BV	dalla distribuzione positiva DP+ al terminale BAT VOLT del regolatore NEXT STEP con fusibile 3 A in partenza	2,5
B+	dalla distribuzione positiva DP+ al terminale B+ del regolatore NEXT STEP con fusibile 15 A in partenza	2,5
NS1	dal terminale PARALLEL del regolatore NEXT STEP al terminale B del PARSOL	2,5
PS+	dal terminale A del PARSOL al terminale A dello stesso con fusibile da 15 A in partenza	2,5
F	dal terminale FIELD del regolatore NEXT STEP al terminale F dell'alternatore	2,5
1-PO	dalla sbarra distribuzione negativa quadro elettrico al - luce via poppa	2,5
1+PO	dall'interruttore LUCI VIA al + luce via poppa con fusibile 3 A vicino lampada	2,5
1-PR	dalla sbarra distribuzione negativa quadro elettrico al - luci via prua	2,5
1+PR	dall'interruttore LUCI VIA al + luci via prua con fusibile 3 A vicino lampade	2,5
+4	dall'interruttore TRICOLORE al + luce tricolore in testa albero	2,5
-3	dal - in comune luce tricolore e luce fonda alla sbarra di distribuzione negativa	2,5
+2	dall'interruttore VIA MOTORE al + luce via motore	2,5
-2	dal - luce via motore alla sbarra distribuzione negativa	2,5
+6	dall'interruttore strumenti all'alimentazione positiva LOG e ECO	2,5
-6	dalla sbarra distribuzione negativa al negativo alimentazione LOG ed ECO	2,5
+3	dall'interruttore LUCE FONDA al + luce di fonda	2,5
+5	dall'interruttore VHF al + del VHF	2,5

N°/ Sigla	Percorso	Sezione (mm²)
-5	dal - del VHF alla sbarra di distribuzione negativa	2,5
+12	dall'interruttore POMPA SENTINA al + della pompa sentina	2,5
-12	dal - della pompa sentina alla sbarra di distribuzione negativa	2,5
+9S	dall'interruttore LUCI CABINA alla distribuzione positiva luci interne di sinistra	6
-9S	dalla sbarra distribuzione negativa alla distribuzione negativa luci interne di sinistra	6
+9D	dall'interruttore LUCI CABINA alla distribuzione positiva luci interne di destra	6
-9D	dalla sbarra distribuzione negativa alla distribuzione negativa luci interne di destra	6
+11	dall'interruttore FRIGORIFERO al + del frigorifero	6
-11	dal - del frigorifero alla sbarra di distribuzione negativa	6
+10	dall'interruttore RADAR al positivo alimentazione RADAR	6
-10	dal negativo alimentazione Radar alla sbarra di distribuzione negativa	6
+7	dall'interruttore PRESE 12V INT al + presa polarizzata 12V	6
-7	dal - presa polarizzata 12V alla sbarra di distribuzione negativa	6
+8	dall'interruttore PILOTA AUTOMATICO al + del pilota	6
-8	dal - del pilota alla sbarra distribuzione negativa	6
+MOT	dal polo + batteria motore al polo + motorino avviamento	35
-MOT	dal polo - batteria motore al blocco motore	35
-ALT	dal polo - alternatore al blocco motore	35
+CBM	dal morsetto +2 caricabatterie al polo + batteria motore	25
SB	dal polo + batteria 1 servizi al polo - batteria 2 servizi	25
+ALT	dal polo + alternatore al polo + batteria servizi	35
+CBS	dal morsetto +1 (master) caricabatterie al polo + batteria servizi	25
NCB	dal morsetto negativo caricabatterie alla distribuzione negativa DN-	25
NEG	dal blocco motore alla distribuzione negativa DN-	35
-S	dal polo negativo batteria servizi alla distribuzione negativa DN-	35
PS1	dal polo positivo batteria servizi al terminale A del PARSOL	25
PS2	dal polo positivo batteria motore al terminale B del PARSOL	25
EM	dal terminale A staccabatteria motore al terminale B staccabatteria emergenza	35
ES	dal terminale A staccabatteria emergenza al terminale A staccabatteria motore	35
+Q	dal terminale A staccabatteria servizi alla sbarra di distribuzione positiva del quadro elettrico PANELTRONICS	25
-Q	dalla distribuzione negativa DN- alla sbarra di distribuzione negativa del quadro elettrico PANELTRONICS	25
ASP+	derivato dallo stesso punto da cui parte il cavo O (+12V solo a chiave girata) al terminale positivo aspiratore	1,5
ASP-	dal terminale negativo aspiratore al blocco motore/punto negativo	1,5

o in ambienti oleosi come le sentine. Per non sbagliare usiamo quindi cavi idonei all'uso nautico (Ancor – H07VK – Cenelec – Hd 21 – lemmequ – Har – Ceat – Cei 20.20 ecc.).

Le caratteristiche del cavo sono riportate sulla guaina. I cavi con guaina in Pvc andrebbero sostituiti, perché il Pvc è poroso, non è impermeabile alla salsedine e causa l'ossidazione del cavo all'interno. La corrosione impedisce il passaggio appropriato della corrente e genera surriscaldamenti che possono essere causa di incendio.

In ogni caso, la sezione minima del cavo da usare, indipendentemente dall'ampereaggio, deve partire da 1,5 mm².

Le sezioni consigliate per i cavi, nel rispetto della normativa sono:

- 1,5 mm² per connessioni elettroniche;
- 2,5 mm² per collegamenti elettrici e alimentazione luci;
- 4 mm² per alimentazione pilota e frigo in barche sotto i 10 metri;
- 6 o 10 mm² per alimentazione pilota e frigo in barche sopra i 12 metri.

È fondamentale che tutti i cavi elettrici usati nell'impianto elettrico di bordo siano marcati in modo permanente, e che a bordo vi sia un elenco dei cavi che richiami la marcatura e spieghi la funzione del cavo, oltre a specificarne la sezione ed eventualmente il tipo.

Cablaggi

Prima di eseguire un cablaggio è bene aver definito il percorso del cavo e il numero di utenze da collegare, oltre ad aver considerato che in futuro le utenze potrebbero cambiare o essere di potenza superiore.

Supponiamo di avere, in un sistema a 12V, tre lampadine da 10W collegate in parallelo, con un consumo totale di 2,5A. Un cavo da 1 mm² sarebbe quindi sufficiente a distribuire la corrente fino a 10 metri, ma insufficiente a lasciare un certo margine per il futuro, qualora volessimo installare un altro punto luce. Nello standard commerciale troveremo sezioni da 2,5 mm², che sono quelle comunemente utilizzate per questo tipo di connessione.

Conoscere la sezione del cavo è determinante per il cablaggio e i terminali, che si dividono per tipo e funzione. Le connessioni sono sempre del tipo maschio-femmina, e sono ormai in disuso le morsettiere a mammut con le viti, in cui il cavo viene inserito privo di terminale: una caratteristica che facilitava l'ossidazione del cavo e lo rendeva soggetto a rottura.

I terminali vengono fissati sul cavo attraverso il procedimento della crimpatura, che avviene con una pinza apposita. La pinza ha alcune sedi a seconda del diametro del terminale.

I colori standard usati per i terminali sono il rosso, il blu e il giallo, che individuano rispettivamente le sezioni da 1,5 mm², 2,5 mm² e 4-6 mm²; per sezioni maggiori (10-16-20-25-35-50-75-100 mm²) è necessario realizzare delle crimpature con terminali speciali, da crimpare con una pinza apposita e ricoprire con il termoretraibile, una guaina termica che protegge la parte di cavo finale e la parte del terminale in cui viene inserito il cavo.

Cablaggio di un cavo**Figura 57**

Spelatura di un cavo di grande diametro (35 mm²).

Figura 58

Inserimento del termoretraibile.

Figura 59

Riscaldamento con il fon da elettricista.

Figura 60

Cablaggio alla batteria.

Figura 61

Come crimpare, marcare e identificare i cavi.

Figura 62

Cavo a doppio isolamento (doppia guaina) prestagnato.

Figura 63

Con la spelafili, scegliere la lunghezza della parte di guaina da spelare.

Figura 64

Il terminale da crimpare, di colore blu, andrà nella sede marcata dal puntino blu della crimpatrice.

Figura 65

Il cavo viene crimpato con forza fino a fine corsa della pinza.

Utensili e materiale elettrico**Figura 66****Figura 67**

A sinistra: pinze crimpatrici e spelabili, saldatore a stagno e paste anticorrosione.

A destra: morsetti elettrici ad anello, a puntale, mangiacorrente, maschio-femmina e cilindrici.

Figura 68

Batteria 12V (Ah)	Sezione cavo (mm ²)	Sezione cavi in funzione degli Ampere della batteria.
70	25	
100	35	
150	50	
200	75	

I cavi che collegano le grandi utenze come l'alternatore, il motorino di avviamento, il salpa ancora e i winch elettrici vanno calcolati in modo analogo.

Ad esempio un salpa ancora che ha un consumo di 1.500W a 12V consuma circa 125Ah (1.500W/12V), che corrispondono a una sezione minima di calcolo di 41 mm² (125Ah/3A): ci orienteremo quindi verso la sezione commerciale più vicina in eccesso: il 50 mm².

Per quanto concerne le batterie, entra in gioco la distanza che intercorre tra il banco servizi e il motore, in genere 2-3 metri.

Per distanze inferiori ai 5-6 metri, vale la tabella in figura 68.

Per lunghezze da 6 a 10 m occorre usare la sezione immediatamente superiore, mentre per lunghezze oltre i 10 m occorre passare alla sezione due volte superiore.

Il quadro utenze a 12/24 Volt

Per primo va controllato il sistema di 'protezione' di cui dispone il quadro. Se il sistema funziona con protezione a fusibili, è consigliabile rimuovere il quadro integralmente e sostituirlo con un quadro dotato di interruttori magneto-termici, o meglio magneto-idraulici per corrente continua, i quali hanno una soglia d'intervento più rapida, non necessitano di sostituzione in caso di intervento e sono molto più affidabili e funzionali dei fusibili.

In commercio si possono trovare quadri già pronti e dotati di un certo numero di interruttori magneto-termici. Alcuni quadri riportano anche la sagoma della barca, dotata di led che indicano le zone attivate. I quadri di questo tipo, essendo prodotti in serie, certamente non rispondono alle esigenze di ciascuna barca, però si possono adattare o ordinare su misura.