





**Stephan Wellnitz**

# **Usa l'energia solare mobile**

**La tua strada verso l'autosufficienza**

© 2021 Stephan Wellnitz

Copertina, illustrazione di copertina: Stephan Wellnitz

Lettorato, correttore di correzione: Stephan Wellnitz

Casa editrice e stampa: tredition GmbH, Halenreie 40-44,  
22359 Hamburg

ISBN Hardcover: 978-3-347-38693-8

ISBN Paperback: 978-3-347-38692-1

ISBN e-Book: 978-3-347-38694-5

L'opera, comprese le sue parti, è tutelata dal diritto d'autore. Qualsiasi sfruttamento è vietato senza il consenso dell'editore e dell'autore. Ciò vale in particolare per la riproduzione, la traduzione, la diffusione e l'accessibilità al pubblico per via elettronica o di altro tipo.

Informazioni bibliografiche della biblioteca nazionale tedesca:

La biblioteca nazionale tedesca bibliografia nazionale; I dati bibliografici dettagliati sono disponibili su <http://dnb.dnb.de>.

## **L'elettricità può essere pericolosa.**

Per favore, usate il vostro buon senso e le vostre considerazioni pratiche sulla sicurezza durante il lavoro su un sistema elettrico. L'autore non è responsabile né è responsabile dei danni derivanti dall'uso delle informazioni contenute nel libro.

## **Esclusione della responsabilità.**

Tutti i nomi dei prodotti, i loghi, le marche e le altre marche o le immagini presentate o menzionate in questo libro sono di proprietà dei rispettivi titolari dei marchi. Questi titolari di marchi non sono collegati all'autore, al libro o al suo sito web. Lei non sponsorizza o sostiene questo libro. L'autore dichiara che non vi sono affiliazioni, sponsorizzazioni o unioni con marchi registrati.

Tabella dei contenuti	
Ingegneria elettrica per principianti .....	9
Misurazione di energia elettrica .....	11
Serie o parallele.....	18
Panoramica delle componenti essenziali di un impianto solare .....	19
Batteria al litio .....	20
Metodi per determinare le dimensioni di un sistema solare mobile.....	22
Compri da te .....	23
Metodi veloci.....	23
Metodo appropriato .....	31
Considerazioni sulla potenza massima sensibile del pannello solare per un banco batterie.....	37
Definizione della potenza minima richiesta del pannello solare per un banco batterie .....	38
Ulteriori suggerimenti su come determinare la taglia .....	39
Determinazione delle dimensioni del regolatore di carica solare .....	41
Comfort in termini di equipaggiamento .....	43
Considerazioni sulle perdite, sull'efficienza .....	44
Ulteriori considerazioni.....	46
Selezione dei componenti per il sistema solare .....	47
Scelta della batteria .....	48
Selezione di pannelli solari.....	56
Selezione del regolatore di carica solare .....	60
Altre caratteristiche di un regolatore di carica solare a cui prestare attenzione.....	61

Selezione dell'inverter .....	63
Scelta dei cavi.....	67
Misurazione dello stato della batteria: quanta "corrente" ho ancora? .....	74
Selezione di fusibili e portafusibili.....	78
Altre fonti di alimentazione.....	84
L'installazione di un impianto solare.....	89
Installazione di un banco batterie .....	89
Installazione del regolatore di carica solare .....	91
Installazione dei pannelli solari .....	92
Sicurezza durante e dopo l'installazione.....	94
Montaggio inclinati i pannelli solari o installazione permanente .....	95
Lustre morsetti, viti, saldatura o pressatura.....	96
Processo di pressatura .....	100
Collegare tutte le batterie e il fusibile principale.....	103
Collegare il regolatore di carica solare al banco batterie..	105
Collegare i singoli pannelli solari per formare un campo di pannelli solari .....	107
Installare la canalina sul tetto per i cavi dei pannelli solari	111
Collegare l'inverter e il blocco fusibili al banco batterie ..	115
Installare il blocco fusibili.....	115
Installare l'inverter.....	116
Installare il computer della batteria o il monitor della batteria.....	118
Aggiungi altri dispositivi a 12 volt.....	120
Usa connessioni XT-60 .....	121

Utilizzare un laptop o un tablet senza inverter .....	122
Ricarica le tue e-bike direttamente dal sistema solare.....	123
Riduci il consumo energetico del tuo veicolo .....	125
L'illuminazione .....	125
Dispositivi .....	126
Contatore .....	127
AES - Selezione automatica della fonte di energia .....	128
Comportamento .....	128
Raffreddamento e riscaldamento elettrico nel veicolo .....	129
Raffreddamento del veicolo con l'elettricità.....	129
Riscaldamento del veicolo con l'elettricità .....	131
Altri metodi .....	134
Utilizzo di convertitori di tensione DC/DC.....	135
Aggiunta di elettrodomestici (230 V AC) .....	137
Smart home nel camper.....	138
Piano di manutenzione del sistema solare .....	140
Altri punti da considerare .....	142
Il tuo camper come centrale elettrica per la tua casa.....	149
Internet nel veicolo, sempre e ovunque.....	153
Prospettiva.....	155
Pannelli solari ibridi .....	155
Alimentazione di emergenza per la tua casa .....	155
Possibilità di ricarica trifase per il tuo camper .....	156
Stoccaggio a 48 volt nel camper.....	156
Camper come deposito per un sistema solare domestico .	156
Usa il camper per caricare il tuo veicolo elettrico.....	156



# Ingegneria elettrica per principianti

In tutte le nostre riflessioni, siamo interessati alla potenza, in realtà alla potenza elettrica. È composto da due componenti elettrici, se ne manca uno, non c'è più potenza - e non succede nulla.

Tutto quello che devi fare è memorizzare una formula e capirai rapidamente le interrelazioni.

La potenza elettrica è costituita da tensione elettrica e da corrente elettrica. Se manca un componente, non viene fornito alcun servizio. L'energia elettrica viene fornita nel tempo dall'energia elettrica.

L'energia elettrica è generata, immagazzinata, trasportata o trasformata (consumata).

Si può anche parlare di elettricità senza che l'errore sia troppo grande.

Un pannello solare genererà energia elettrica dalla luce, una batteria immagazzina energia elettrica, e una serie di apparecchi consumerà energia elettrica.

L'elettricità è trasportata attraverso cavi o conduttori per trasmettere l'energia da un luogo all'altro. Per le nostre osservazioni occorrono sempre due cavi per trasmettere energia elettrica da un posto all'altro. Le distanze si allungano rapidamente di due volte, perché è necessario andare e tornare.

L'energia elettrica può essere trasmessa in due modi:

Corrente continua (DC: *Direct Current*, CC: *corrente continua*):

La corrente scorre come un fiume. Arriva in un filo e torna nel secondo filo. Un cavo è positivo, un cavo negativo. La distin-

zione tra filo positivo e filo negativo indica la polarità e fa riferimento alla carica elettrica presente nei fili utilizzati per trasmettere l'energia elettrica.

Corrente alternata (AC: *Alternating Current*, CA: *corrente alternata*):

A differenza della corrente continua, la linea elettrica in un circuito a corrente alternata non scorre in una direzione, ma oscilla avanti e indietro per trasportare energia. Immaginate come le onde oceaniche possano trasmettere energia su lunghe distanze senza trasportare l'acqua. Non c'è un filo positivo o negativo in un circuito a corrente alternata, ma la polarità o la carica elettrica nei fili cambiano continuamente.

La corrente alternata deve essere trasportata su lunghe distanze in modo più efficiente della corrente continua, ma la corrente continua è necessaria quando si progetta di immagazzinare l'energia in una batteria. Gli apparecchi possono essere progettati per utilizzare corrente continua o alternata. Alcuni motori e lampade possono essere alimentati a corrente alternata, ma la maggior parte delle apparecchiature a corrente alternata (ad esempio TV, radio, router) trasformano la corrente alternata all'interno di una corrente continua più versatile.

La corrente alternata è quindi ideale per la trasmissione di energia elettrica su lunghe distanze, mentre la corrente continua è versatile e facile da gestire.

In un impianto ad energia solare i pannelli solari generano una corrente continua che passa attraverso due cavi e viene immagazzinata in una batteria.

I consumatori a corrente continua sono anche collegati alla batteria con due cavi, in modo da poter utilizzare l'energia immagazzinata nella batteria e fornire una potenza (diversa) (per esempio luce, rumore o caffè caldo).

Se si intende fornire una batteria a corrente continua per usare i consumatori CA (per esempio macchina per caffè espresso o

caricatore bicicletta elettrica eBike) con la stessa hai bisogno di un inverter che trasforme CC alla CA. Ne riparleremo più tardi.

## Misurazione di energia elettrica

L'energia elettrica viene misurata con poche misure:

**Volt (V):** descrive la tensione (U), che è un potenziale energetico, o la forza che fa passare la corrente attraverso il cavo. Il potenziale energetico, o volt, è sempre presente, che la corrente funzioni o meno. Ad esempio, un pannello solare ha una tensione VOC: *Volt Open Circuit*, che è la tensione presente quando il circuito rimane aperto alla luce.

Analogia con il tubo dell'acqua: i volt sono simili alla pressione dell'acqua in un tubo da giardino. Se si collega una doccetta al tubo da giardino e la doccetta è chiusa, la pressione è ancora presente.

**Ampere (A):** Misura la quantità di corrente (I), ossia la quantità di elettricità trasportata attraverso un cavo. Maggiore è il numero di ampere che un cavo deve indossare, maggiore deve essere la sezione trasversale (lo spessore) del cavo. L'ampere sono disponibili solo quando la corrente passa attraverso un filo. Ad esempio, un pannello solare ha una corrente ISC (short circuit), che descrive la corrente che circola senza consumatori in condizioni di luce e di filo in stato di cortocircuito.

Per analogia, in un tubo d'acqua, la corrente elettrica è simile alla velocità della corrente dell'acqua. La consideri la quantità totale di acqua che può trasportare un tubo. Quando un tubo è più grande (spesso) può trasportare più acqua con la stessa pressione. La velocità della corrente può verificarsi solo se l'acqua passa attraverso il tubo

Watt (W): La "potenza" elettrica (P), che è la dimensione combinata di Volt e Ampere rappresentata nella equazione della potenza. Ad esempio, un pannello solare ha una potenza massima, espressa in Wp, Watt peak (nel picco).

Per analogia, nel tubo dell'acqua, quanto in fretta si può riempire d'acqua un secchio.

In alcuni casi speciali, viene utilizzato anche il volt-ampere VA, ne parleremo più avanti.

I componenti di un impianto ad energia solare generano, immagazzinano, trasportano o consumano energia elettrica. Possiamo usare volt, ampere e watt per descrivere la quantità di elettricità prodotta, immagazzinata o consumata da un oggetto.

Ecco come utilizzare i dati Volt/Ampere/Watt in un impianto solare:

La tensione nominale, il numero di Volt, determina l'utilità di un componente. Se una batteria è progettata per 12 Volt, può alimentare solo 12 Volt. Ci sono eccezioni, ma per semplificare le cose, usate la tensione per determinare se un componente funzionerà con un altro componente.

Il numero di ampere determina la quantità di corrente prodotta/immagazzinata/consumata a una determinata tensione. In un impianto solare, usiamo il numero di ampere di un componente per determinare lo spessore del filo necessario per collegarlo al sistema. Più energia produce o consuma un componente, più spesso deve essere il filo per collegarlo al sistema. Alcuni componenti di un impianto solare hanno un numero di tensione e un numero di corrente. Ne ripareremo più tardi.

Il numero di watt è utilizzato per determinare la quantità totale di elettricità prodotta/immagazzinata/consumata da un componente in un dato momento. L'equazione della potenza aiuta qui.

Quando l'energia elettrica è prodotta o consumata, il numero di Volt e il numero di Ampere determinano il numero di Watt.

Potete vedere quanto watt produce o consuma un componente di sistema moltiplicando il numero di ampere per il numero di volt.

Numero di ampere x volt = numero di watt

Alcuni esempi al riguardo:

- Un pannello solare che produce 10 ampere di corrente a 22 volt produce 220 watt.
- Un pannello solare che produce 3 ampere di corrente a 39 volt produce 117 watt.
- Un ventilatore che consuma 8 ampere di corrente a 12 volt consuma 96 watt.
- Un piccolo ventilatore che consuma 3 ampere di corrente a 12 volt consuma 36 watt.

Il calcolo delle prestazioni di un componente è importante per la progettazione del nostro impianto solare, ma dobbiamo fare un passo avanti. Quando combini il numero di Watt di un componente con il tempo che ti serve, decidi il "numero di Wattora".

Potenza (W) x ore usate (h) = numero di wattora (Wh)

Esempi:

moltiplicare la potenza di un componente per il numero di ore per le quali viene utilizzata.

- Un pannello solare da 100 watt che produce energia elettrica per 3 ore produce 300 wattora.
- I pannelli solari da 500 watt che producono elettricità per un'ora producono 500 wattora.

- I pannelli solari da 1000 watt che producono energia per 30 minuti producono 500 wattora.
- Un forno a microonde da 1000 watt utilizzato per mezz'ora impiega 500 wattora.
- Un ventilatore da 100 watt utilizzato per 10 ore impiega 1000 wattora.
- Una TV da 0,5 watt in modalità standby, che non viene utilizzata ma rimane collegata per una settimana, consuma 94,5 wattora.

Se vuoi misurare la capacità elettrica di una batteria, o vuoi sapere quanta energia può immagazzinare una batteria, devi determinare il numero di wattora.

Le batterie vendute sul mercato sono solitamente fornite in "ampere ore (Ah)". Questo numero indica il numero di ampere che possono essere utilizzate in una determinata tensione in un'ora.

Se una batteria è progettata per 200 ampere-ora a 12 volt, la batteria può immagazzinare abbastanza energia da fornire 200 ampere di corrente a 12 volt per 1 ora. Questi numeri sono valori teorici, più tardi.

Se si aumenta la durata del consumo, si deve ridurre gli ampere che la batteria è in grado di fornire, perché la capacità (C) della batteria è predefinita in base alla sua chimica e al suo design:

- Una batteria da 12 volt, 200 Ah può fornire energia a 100 ampere per 2 ore.
- Una batteria da 12 volt, 200 ah, può fornire 50 ampere per 4 ore.

- Una batteria da 12 volt, 200 Ah, può fornire 25 ampere per 8 ore.

Spesso le batterie da 12 V sono espresse come 100Ah (C100) o 100Ah (C20). La capacità della batteria (C) è espressa con un numero di ore. C100 significa che la capacità di 100 Ah viene raggiunta se utilizzata per 100 ore. Con il valore C20, la capacità della batteria di 100Ah è raggiunta in 20 ore. Nel primo caso, la batteria può fornire un ampere per 100 ore, nel secondo caso può fornire 5 ampere per 20 ore.

La capacità in wattore (Wh) di una batteria è il numero di ampere-ora (Ah) moltiplicato per la tensione (V) della batteria:

- una batteria da 12 volt, una batteria da 200 ampere-ora ( $12 \text{ volt} \times 200 \text{ ampere-ora} = 2400 \text{ wattore}$ ) può fornire 2400 watt per 1 ora. Questa batteria ha un numero di wattora di 2400 Wh.
- Una batteria da 12 volt, 50 ampere-ora ( $12 \text{ volt} \times 50 \text{ ampere-ora} = 600 \text{ wattora}$ ) può produrre 600 watt per 1 ora. Questa batteria ha un numero di wattora di 600 Wh.

Ora che siamo in grado di calcolare potenza e numero di watt, un impianto solare sarà più facile da interpretare. In questo contesto, dobbiamo considerare i valori massimi possibili per l'elettricità - il lato della produzione.

Ecco un esempio di utilizzo con i massimi valori possibili di un impianto:

Un impianto solare ha 4 pannelli solari in grado di produrre 5 ampere a 20 volt ciascuno, il che significa che ogni pannello solare produce 100 watt ( $5 \text{ ampere} \times 20 \text{ volt} = 100 \text{ watt}$ ). Esistono 4 pannelli e la potenza totale massima che questo impianto

solare è in grado di produrre in un determinato momento è di 400 Watt peak (Wp).

Con il sole pieno per 4 ore i 400 Watt pannelli produrranno 1600 wattora (400 Watt x 4 ore = 1600 wattora).

La batteria destinata a essere caricata dai pannelli solari è progettata per 133 ampere ore a 12 volt. Ciò significa che la batteria è in grado di immagazzinare 1596 wattora (133 ampere-ora x 12 volt = 1596 wattora). Questo significa che i quattro pannelli solari in quattro ore di pieno sole possono caricare completamente la batteria.

Se si usa la batteria per accendere un ventilatore da 100 Watt e un laptop da 20 Watt, si possono usare entrambi per 13,3 ore (capacità 1596 Wh divisa per 120 Watt = 13,3 h).

Se invece si usa la batteria per alimentare una piastra di cottura da 1200 Watt, si può erogare elettricità per circa 1 ora e 20 minuti. Teoricamente.

Ora, se capite le basi, possiamo usare queste formule per determinare quanta energia abbiamo bisogno e quanto dovrebbe essere grande il nostro impianto solare.

Si applica l'equazione della potenza elettrica

$$P = f * U * I.$$

La "f" sta per funzione ed è un segnaposto.

Per le regole del "mondo a corrente continua" vale quanto segue:  $f = 1$ . Questo trasforma  $P_{fui}$  in  $P = U * I$ .

Nel "mondo a corrente alternata" è diverso, ne parleremo più avanti.

In sintesi, si tratta di:



ampere (A) x volt (V) = watt (W), quindi  $P = U \cdot I$

Watt (W) x ora di utilizzo (h) = wattora (Wh)

Per le batterie: il numero di ore di ampere ora Ah \* tensione V della batteria = wattora (Wh) numero di batterie.

## Serie o parallele

Ora che comprendi Volt e Ampere, possiamo riprodurre diverse configurazioni del cablaggio:

Seria:

È un circuito in serie. Collegare il cavo negativo di un componente al cavo positivo di un altro componente. Hai un cavo libero positivo e un cavo negativo di questa combinazione.

La tensione aumenta in una serie, ma la corrente non cambia. Il numero di wattore nelle batterie non aumenta. Per i pannelli solari, invece, si sommano le prestazioni e (2 100 pannelli Wp in serie sono 200 Wp) a doppia tensione e stesso corrente.

Parallela:

Questo è un circuito parallelo. Collegare il cavo negativo di un componente al cavo negativo di un altro componente e il cavo positivo al cavo positivo di un altro componente. Tutti i poli sono connessi e non ci sono cavi liberi.

La tensione non cambia in una configurazione parallela dello stesso componente, ma aumenta la corrente. Per le batterie, i numeri di wattora si sommano perché la tensione rimane costante, ma le correnti si sommano.

Non c'è bisogno che ricordi queste configurazioni. Tieni semplicemente presente che puoi cambiare la tensione e la corrente di un sistema cablando i vari modi. Ne ripareremo più tardi.

# Panoramica delle componenti essenziali di un impianto solare

L'obiettivo è quello di elencare gli elementi essenziali utilizzati per un'applicazione tipica in un veicolo a 12 Volt, un camper o un nave.

**Pannello solare:** produce elettricità con la luce solare. La costruzione robusta permette ai pannelli solari all'esterno di resistere a calore, pressione, pioggia, neve, vento e molto altro ancora. Un pannello solare da 12 V tipico produce da 17 a 24 V (Voc) (tipicamente 20 V).

**Il banco batterie:** capacità di immagazzinare l'energia elettrica generata dai pannelli solari. La maggior parte delle batterie per veicoli saranno di 12 V. Si possono usare banchi a batteria da 6/24/48 V, ma è più comune trovare 12 V.

**Regolatore di carica solare:** Ricarica il banco batterie con l'elettricità generata dai pannelli solari. La corrente del pannello solare non può essere utilizzata direttamente per la maggior parte delle applicazioni perché varia costantemente, a seconda dell'irraggiamento corrente. Il regolatore di carica solare prende i mutevoli 0-24 volt prodotti dai pannelli solari e crea una tensione costante adatta per caricare un banco di batterie da 12 volt, che in genere è 12,8-14,6 volt. Esistono due tipi di regolatori di carica solare: PWM (Pulse Width Modulation) e MPPT (Maximum Power Point Tracking). Tratteremo questi dettagli in seguito.

**Consumatori DC:** questi alla fine consumano l'elettricità generata dal sistema. Questi possono essere luci a LED, caricabatteria USB, stereo, forni a microonde, computer, monitor di backup, sedili riscaldati e molto altro.

**Cavo:** Collega tutto insieme. Un componente centrale e spesso trascurato di un sistema di energia solare.

Fusibili: rende sicuro il funzionamento del sistema e protegge da incendi senza fiamma.

Altri componenti:

Invertitore: Chiamato anche inverter, converte la corrente continua da 12 volt in corrente alternata da 230 volt. In questo modo puoi collegare dispositivi CA convenzionali al tuo sistema solare CC.

Monitoraggio della batteria: Indica lo stato elettrico del tuo impianto. Puoi vedere la capacità attuale del banco batterie, il carico (quanta energia viene utilizzata) e altro ancora.

Protezione batteria (battery protect): Componente elettronico regolabile in grado di proteggere le batterie da una scarica eccessiva o da un sovraccarico. Di solito i monitor della batteria sono regolabili per il tuo sistema e il tipo di batteria utilizzata.

Risorse di energia alternativa: Esistono altri modi per generare elettricità a 12 volt. I più comuni sono i generatori a benzina, i booster di ricarica (con l'alternatore del tuo veicolo o della tua barca come generatore), così come le turbine eoliche o le prese di corrente da terra e i caricabatterie. Vengono utilizzati anche contenitori solari o carrelli solari o celle a combustibile.

## Batteria al litio

Le batterie al piombo sono state utilizzate nei veicoli da quando i motori a combustione sono stati avviati elettricamente. Questo è anche il tuo scopo principale: fornire correnti molto grandi per un tempo molto breve. Precedentemente a 6 volt e ora a 12 volt per auto, 24 volt per camion e tensioni superiori per applicazioni speciali.

Sono disponibili in molte forme diverse, aperte o chiuse, batterie AGM o gel o taxi o con l'adesivo "Solar". Ciò che hanno tutti in comune, tuttavia, è che non sono realmente adatti per un