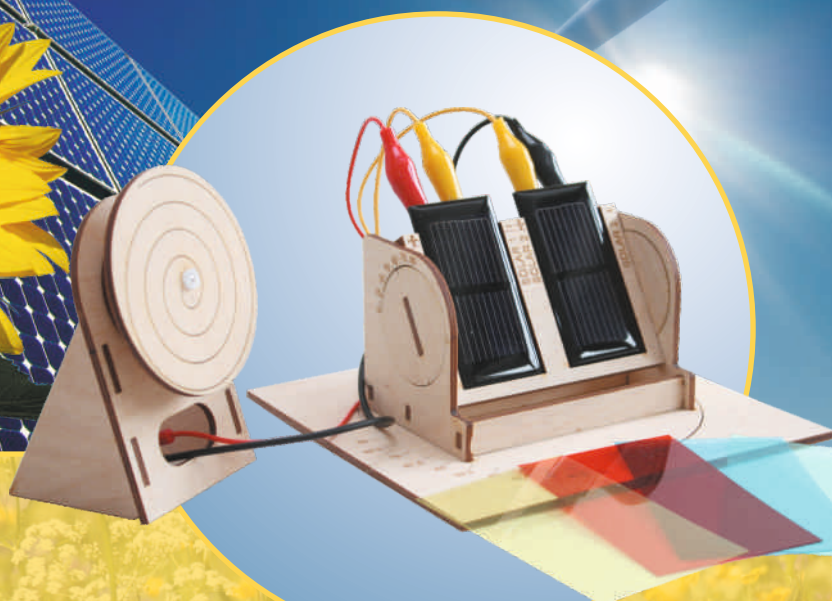


ASSISTENTE SOLARE “New Generation”

Il primo kit per sperimentare la generazione di energia con cellule solari

Esplorare - Afferrare - Comprendere

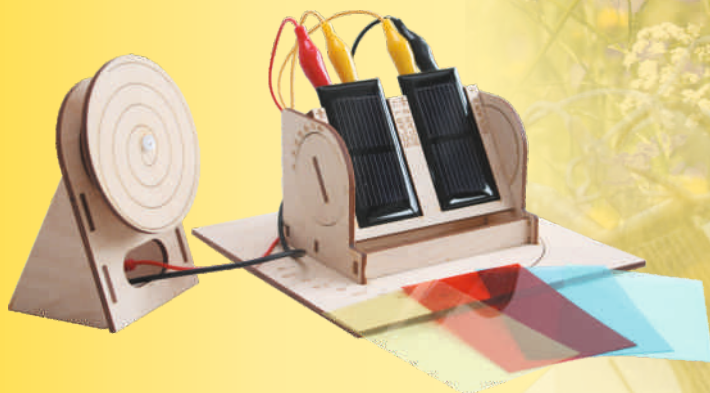


MANUALE



**Giochi
Solari**

Esplorare – Afferrare – Comprendere



L'assistente solare "New Generation" mostra in modo semplice le varie possibilità in ambito fotovoltaico. Nella parte teorica vengono introdotti e spiegati alcuni concetti fondamentali, quali quelli di sole, fotovoltaico in generale, generazione di energia con il sole, criteri adottati per i test, produzione di cellule solari etc. In questa sezione vengono anche affrontate diverse possibilità, come ad esempio i sistemi ad isola e l'alimentazione in rete.

Nella parte pratica vengono affrontati i seguenti temi:

- Sorgenti di luce diverse
- Connessione in serie/parallela delle cellule solari
- Parziale ombreggiatura delle cellule solari in una struttura composta
- Filtri di luce e condizioni di nuvolosità
- Vantaggi dei sistemi di acquisizione dati
- Inclinazione del tetto e sua influenza sulle prestazioni



ATTENZIONE - Note sulla sicurezza:

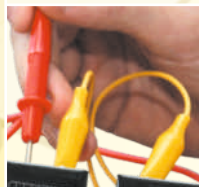


*Non adatto a bambini inferiori ai tre anni di età
in quanto contiene piccole parti ingeribili!*

- Conservare l'indirizzo dell'azienda -



*Si raccomanda la supervisione di persone
adulte durante gli esperimenti!*



Il kit per sperimentare

Assistente Solare "New Generation"- Esperimenti	
Aiuti utili – Lista delle parti	4

Costruzione del kit

Montaggio del supporto motore e del supporto della cellula solare	5
---	---

Il sole come sorgente di energia

6

Il principio fotovoltaico

Principi – Grado di efficienza – Le diverse cellule solari	7
--	---

Produzione di cellule solari

8

Conversione della luce in energia

La funzione – Esempi di applicazione del fotovoltaico	9
---	---

Sistemi paralleli

Alimentazione della rete di energia pubblica	10
--	----

Sistemi ad isola

Fornitura di energia indipendente dalla rete pubblica	
Rete di energia – Il modulo solare – Il regolatore di carica	
La batteria – L'invertitore	11

Esempi di applicazione

12

Informazioni sugli esperimenti

Sorgenti di luce adeguate – Informazioni sul multimetro	13
---	----

Differenti sorgenti di luce

14

Filtri di luce

15

Aumento del voltaggio grazie ad una connessione in serie

16

Aumento del voltaggio grazie ad una connessione parallela

17

Ombreggiatura parziale delle cellule solari

18

Ombreggiatura delle cellule solari in connessioni in serie

19

Ombreggiatura delle cellule solari in connessioni parallele

20

Consigli e scherzi

21

Movimento dell'asse orizzontale

22

Movimento dell'asse verticale

23



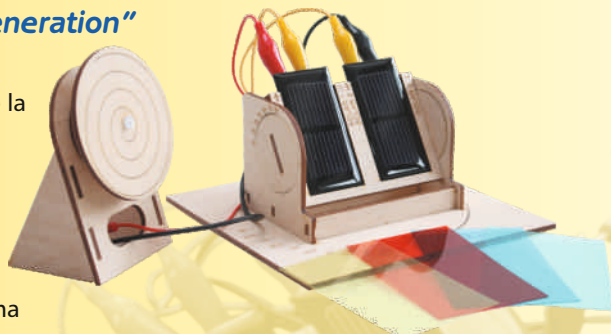
Assistente Solare "New Generation"

Questo kit offre la possibilità di investigare in modo sperimentale la tecnica e **le caratteristiche delle cellule solari** per la produzione di energia.

Lo scopo principale è quello di facilitare la comprensione del tema della produzione di energia grazie alla tecnica solare.

Le cellule solari, che servono da base per ogni esperimento, sono costituite da silicio monocristallino ed hanno pertanto una qualità molto elevata. Ciò permette di poter svolgere gli esperimenti in ambienti chiusi anche in assenza di esposizione diretta al sole.

Tuttavia, le cellule solari hanno bisogno di una illuminazione sufficiente. Una comune lampada da scrivania è l'ideale. Il vantaggio in questo caso è che la forza della luce rimane sempre invariata mentre, nel caso di irradiazione diretta del sole, vi sono inevitabilmente delle variazioni dovute alla nuvolosità, causando uno sfalsamento dei dati di misurazione.



Gli esperimenti

Dopo una introduzione generale al tema, avrete modo di apprendere gli aspetti fondamentali della tecnica solare grazie a semplici esperimenti.

Aiuti utili

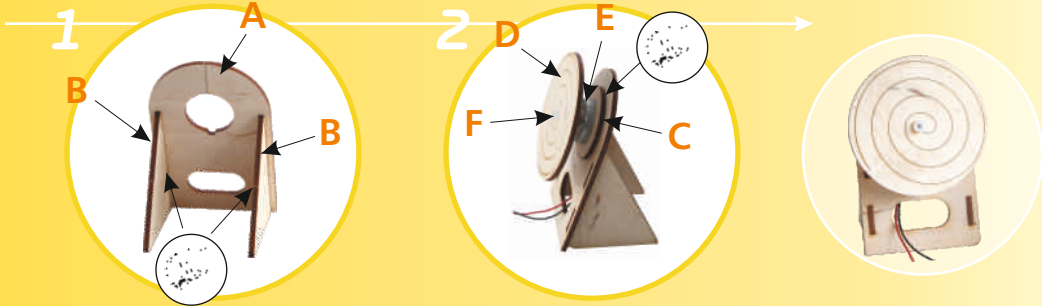
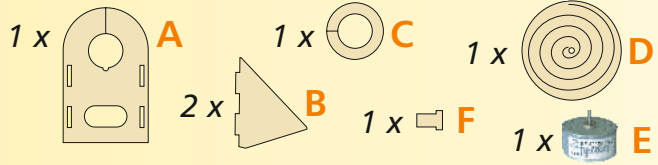
Utilizzando il motore incluso, grazie al numero di giri per minuto, è possibile fare una valutazione di tutti gli esperimenti. Al fine di eseguire questi esperimenti in modo ancor più scientifico, è utile procedere alla misurazione dei valori con l'aggiunta di un **multimetro**, integrando e valutando i dati di misurazione nei relativi protocolli.

Lista delle parti

- 2 x **cellule solari** mono SM330 0,5 V / 330 mA
- 1 x **motore solare** RF300
- 4 x **cavi con morsetti a cocodrillo**
- 5 x **filtri colorati**
- 5 x **cartoncini ombreggianti**
- 1 x **istruzioni**
- 1 x set parti in legno: **supporto motore con disco a spirale**
- 1 x set parti in legno: **supporto cellule solari con indicatore di inclinazione**
- 1 x **colla per legno**

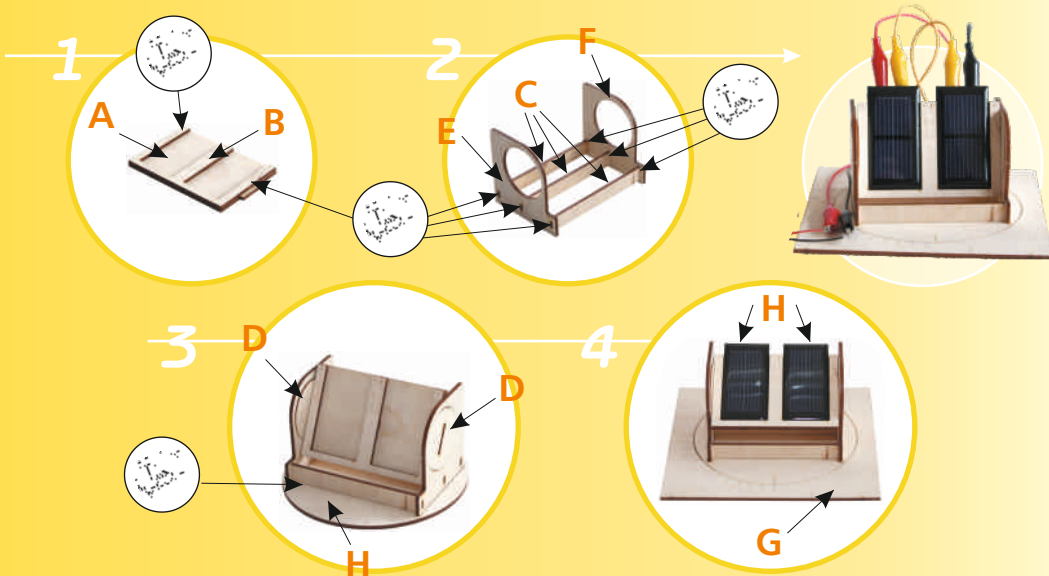
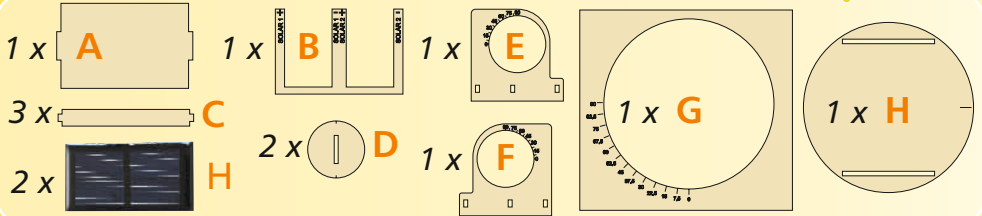
Montaggio del supporto motore

Lista delle parti



Montaggio del supporto cellule solari

Lista delle parti



Il sole

Il sole ha una massa 333000 volte maggiore della terra ed è la **più grande riserva di energia del nostro sistema solare**. Con un diametro di 1.392 milioni di km è più di 100 volte più grande della terra.

La distanza media della terra dal sole è di 150 milioni di km. Ogni giorno, i raggi del sole che ci raggiungono hanno percorso un tempo di viaggio di 8 minuti. La luce viaggia con una velocità di 299792,5 km al secondo.

Se ad esempio dovessimo spedire la luce dal Lago di Costanza a Flensburg, essendo la distanza di circa 1000 km, impiegheremmo una minima frazione di secondo, vale a dire 0,0035 secondi.

Dal punto di vista tecnico, il sole non è altro che un'enorme sfera di gas estremamente calda ed esplosiva.

Al suo interno infatti, le temperature raggiungono fino a 15 milioni di gradi. Sulla superficie invece si stimano 5700 gradi Celsius.

E' difficile descrivere la temperatura del sole. Tuttavia, possiamo fare un tentativo servendoci della lista delle temperature sottoindicata.



Così possiamo immaginarci la temperatura reale del sole:

50-60	Gradi Celsius
90-100	Gradi Celsius
100	Gradi Celsius
3000	Gradi Celsius
5700	Gradi Celsius
15000000	Gradi Celsius

Il deserto di giorno.
La temperatura di una sauna.
Il bollore dell'acqua.
Il metallo si fonde in secondi.
La superficie del sole.
La temperatura nel sole.

Le temperature ed anche la pressione all'interno del sole sono talmente elevate da provocare reazioni atomiche. A causa di tali reazioni vengono bruciati ogni secondo 4 milioni di tonnellate di materia, ed ogni grammo di materia bruciata produce 25 000 kWh di energia.

ENERGIA SOLARE - Energia da utilizzare!

Principi

La conversione della luce in energia elettrica avviene in base al processo fotovoltaico. Il termine deriva dal linguaggio greco ed è composta da due parole "phos = luce" e "Volt - unità di corrente elettrica". Il principio fotovoltaico è stato scoperto dal fisico francese Becquerel. Tuttavia, la prima cellula solare fu sviluppata solo 100 anni dopo, nei laboratori Bell. Era il 1954.

Da allora gli scienziati di tutto il mondo stanno tentando di migliorare l'efficienza delle cellule solari. Ogni anno, vengono investiti molti milioni di EURO nella ricerca di questa tecnologia. Lo scopo degli scienziati è appunto quello di migliorare il grado di efficienza delle cellule solari.

Grado di efficienza

La misurazione atta a determinare il grado di efficienza di una cellula solare viene eseguita in laboratorio. Per fare ciò, vi sono diverse indicazioni a cui bisogna attenersi. In fase di misurazione, l'irradiazione della luce deve essere di 1000 Watt/m², mentre la temperatura della cellula deve essere di 25 gradi Celsius. Oltre a ciò, il tasso di umidità deve essere controllato con la massima precisione. Queste indicazioni, che devono essere seguite da tutti i produttori, permettono il confronto di cellule solari di fabbricazione diversa.

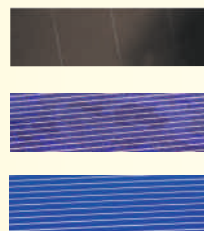
Ma cosa è esattamente il grado di efficienza?

Il grado di efficienza determina il rapporto tra l'energia irradiata e l'energia ottenuta in percentuale. Ad esempio: se 1000 Watt di potenza in entrata generano una potenza in uscita di 100 Watt, allora il grado di efficienza corrisponde al 10%.

Le diverse cellule solari

I tre tipi di cellule più frequenti attualmente utilizzati sono:

Tipi di cellule	Materiale	Grado di efficienza
Cellula amorfa	Strato di silicio vaporizzato	fino al 7%
Cellula policristallina	Dischi di silicio	fino al 16%
Cellula monocristallina	Dischi di silicio	fino al 20%



A livello di costi, la cellula solare amorfa è decisamente quella più a buon mercato. Tuttavia, la sua prestazione diminuisce in modo evidente dopo pochi anni. Al contrario, le cellule mono e policristalline conservano la stessa prestazione anche dopo molto tempo (fino a 25 anni). Di conseguenza, nonostante queste cellule siano più care, grazie alla loro longevità risultano più vantaggiose rispetto alle cellule amorse.

Materiale

Il materiale con cui vengono prodotte le cellule solari è sabbia di quarzo. Essa viene depurata dalle impurità grazie ad una speciale procedura e lavorata sino a divenire un blocco di silicio.

A seconda del tipo di cellula, vengono utilizzate procedure diverse.

In caso di cellule monocristalline viene applicato il processo di Czochralski: un cristallo di silicio viene immerso nel silicio liquido e caldo. Il silicio liquido si unisce al cristallo di silicio immerso mentre questo viene lentamente estratto dal crogiolo. In tal modo si formano delle **barre di silicio** lunghe oltre 1 metro.

Nel caso di cellule policristalline, il silicio caldo viene versato in una forma e raffreddato poco a poco. Anche in questo caso si formano delle barre di silicio.

In entrambe le procedure, le barre di silicio vengono poi sezionate in dischi tanto sottili quanto un foglio ($< 0,5$ mm) che, a loro volta, vengono levigati singolarmente tramite molatura ed erosione.

Ciò causa una contaminazione volontaria di entrambi i lati dei dischi con diversi atomi estranei, chiamata anche "**dotazione**".

Tale processo fa sì che un lato del disco venga caricato positivamente, l'altro negativamente, creando la possibilità di generare corrente in caso di esposizione alla luce.

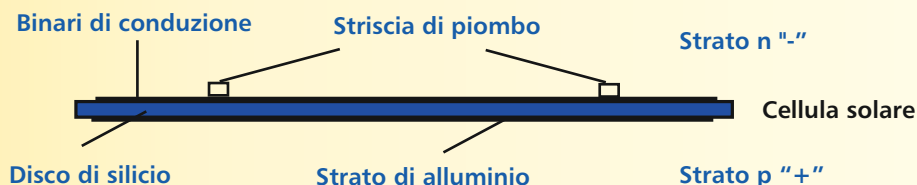
Il lato posteriore della cellula solare viene ricoperto con uno **strato sottile di alluminio**, che funge da polo positivo. Anche il lato anteriore viene ricoperto con alluminio, non su tutta la superficie, ma in modo da formare stretti binari di conduzione che consentono alla luce di continuare a raggiungere il silicio.

Infine, sui binari di conduzione viene posizionata una striscia di piombo che rappresenta la seconda connessione, il polo negativo.

Le cellule solari moderne hanno una dimensione di 6".



Struttura di una cellula solare:

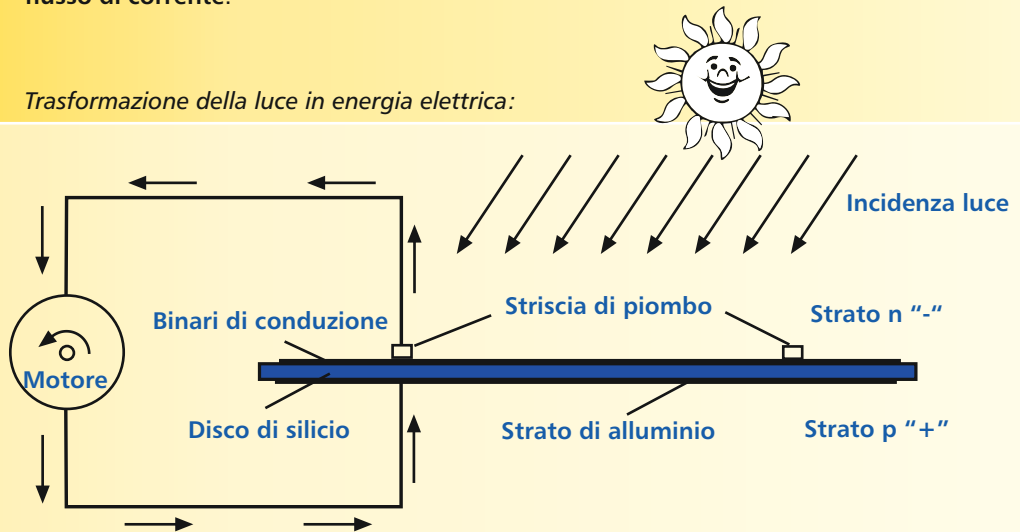


La funzione

La luce consiste in minuscole numerosissime particelle portatrici di energia, i fotoni. Se questi fotoni colpiscono la cellula solare, gli elettroni sullo strato n- vengono liberati. Questi ultimi tentano di arrivare allo strato p, creando così il processo del **flusso di corrente**.

Questo flusso si muove sempre dal - al +. Se un consumatore viene collegato alla cellula solare, lo spostamento dell'elettrone avviene tramite il consumatore stesso e avvia l'asse motore in caso di presenza di un motore.

Trasformazione della luce in energia elettrica:



Una cellula solare produce corrente continua. A seconda della sua qualità il voltaggio può essere tra 0,5 e 0,65 Volt. È la dimensione della cellula solare a determinare la corrente.

Esempi di applicazione del principio fotovoltaico

Oggigiorno i moduli solari impiegati per generare corrente si trovano in due tipi di unità:

- Sistemi paralleli
- Sistemi ad isola

Entrambi i temi verranno trattati dettagliatamente nelle pagine che seguono.

Altri esempi di applicazione di impiego di moduli solari:

- Prodotti consumer (vedi fig.)



Fig. Lampadina tascabile solare

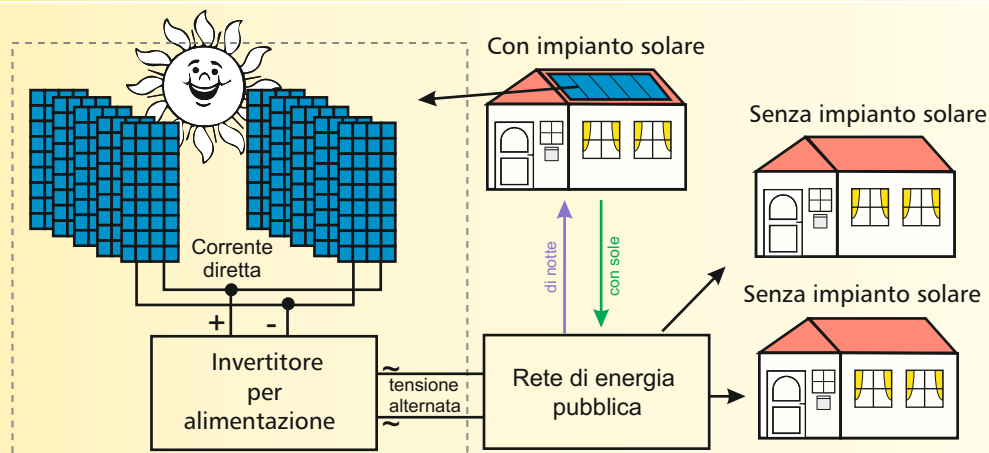


Alimentazione nella rete di energia pubblica

I sistemi paralleli servono ad alimentare la corrente generata **nella rete di energia pubblica** grazie al principio fotovoltaico. Questi sistemi sono costituiti da moduli solari, un

alimentatore di rete, un interruttore principale ed eventualmente da un sistema di reportistica per la valutazione dei dati di alimentazione.

Schema del sistema:



L'invertitore per l'alimentazione di rete trasforma la **corrente diretta in tensione alternata** ed alimenta la rete pubblica. Qualora l'energia generata dall'impianto solare non fosse sufficiente, per esempio di notte o in caso di maltempo, l'operatore dell'impianto preleva energia dalla rete pubblica.

L'operatore riceve 43,01 Cent per ogni kWh alimentata nella rete di energia pubblica. Questo importo è valido per gli impianti PV su edifici o barriere antirumore fino a 30 kW (datato 6/2009).

A seconda della dimensione dell'impianto e del tipo di costruzione, questi importi possono variare. Per ulteriori informazioni sui valori attuali si prega di visitare il sito su internet.



Copyright www.sunset-solar.com



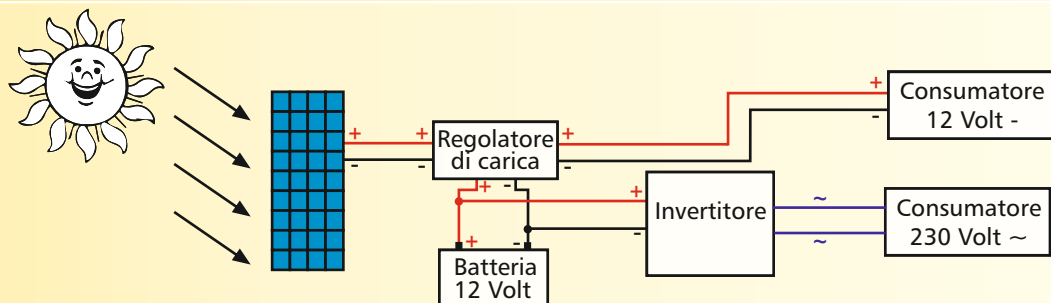
Copyright www.sunset-solar.com

Alimentazione di corrente indipendente dalla rete di energia pubblica

I sistemi ad isola vengono utilizzati in luoghi dove non è disponibile la rete di energia pubblica, per esempio in case mobili, barche e capanne alpine.

Per attivare un sistema ad isola, sono necessari moduli solari, regolatori di carica, batterie e, ovviamente, consumatori quali lampade, radio o altro simile.

Schema del sistema:



Il modulo solare

Il modulo solare è composto di norma da 36 cellule solari singole che vengono connesse parallelamente. La forza della corrente della cellula è decisiva per la corrente complessiva.

Il regolatore di carica

Il regolatore di carica impedisce il dannoso sovraccarico della batteria tramite il modulo solare. Quando la batteria è carica, il regolatore separa il modulo solare dalla stessa batteria. I regolatori di carica particolarmente buoni dispongono anche di un limitatore di scarica. Tale protezione fa sì che il consumatore scarichi la batteria solo fino a un certo voltaggio precedentemente settato. Successivamente, il regolatore di carica spegne automaticamente il consumatore. Se la batteria viene ora caricata nuovamente tramite modulo solare, i consumatori si accendono di nuovo. Nel caso si usino regolatori di carica senza limitatore di scarica, la scarica può avvenire ripetutamente, portando ad una riduzione del tempo di vita della batteria.



Copyright www.phocos.com

La batteria

La batteria serve da **riserva dell'energia** prodotta dal modulo solare. In tale modo, quotidianamente, l'energia può essere immagazzinata con la luce diurna e utilizzata a seconda del bisogno di giorno o di notte.

L'invertitore

L'invertitore trasforma la corrente della batteria di 12 Volt in tensione alternata di 230 Volt. In tale modo, gli apparati usuali a 230 Volt, ad esempio televisori, lampade, radio ecc, possono essere connessi all'impianto solare.

Esempi di connessione parallela



Foto:
Copyright www.sunset-solar.com



Esempi di connessione ad isola



Foto:
Peter Adelmann

Note:**Sorgente di luce adeguata**

La **luce solare** è una sorgente di luce particolarmente adeguata. In caso di maltempo, tuttavia, è possibile utilizzare anche una **lampada da scrivania alogena** da 50-75 Watt. In tal caso, è bene prestare massima attenzione alla temperatura, in quanto queste lampade raggiungono temperature molto elevate. **ATTENZIONE:** rischio di scottatura!

Allontanamento della sorgente di luce dalla cellula solare (lampada alogena)

Si raccomanda di mantenere la cellula solare ad una distanza di sicurezza di circa 30 cm. **ATTENZIONE:** una deviazione di percorso, a lungo termine, può rendere difettosa la cellula solare!

Informazioni relative alle cellule solari

Le cellule solari sono parti altamente conduttrici e sensibili alle rotture. Pertanto devono essere trattate sempre con estrema cura.

Informazioni sul multimetro (opzionale)

Si prega di leggere con la massima attenzione le istruzioni per l'uso ad attenersi alle relative indicazioni di sicurezza. Conservare le istruzioni anche per impieghi successivi.

Misurazione con un multimetro

Nella maggior parte dei casi è necessario impostare i seguenti parametri di misurazione:

Misurazione della corrente: 10/20 A, corrente continua

Misurazione del voltaggio: 2 Volt, corrente continua

Qualora i risultati di misurazione dovessero superare i valori sopraindicati, è necessario scegliere il parametro di misurazione successivo.

Misurazione ottica con il motore

Nel caso di misurazione con un motore, le rotazioni al minuto vengono indicate visualmente e suddivise come riportato nella tabella sottostante. Al fine di facilitare la valutazione delle rotazioni al minuto, ne vengono indicate le possibili abbreviazioni. In tal modo, esse possono venire determinate e inserite nella tabella dei valori di misurazione.



Significato delle abbreviazioni e rotazioni al minuto:

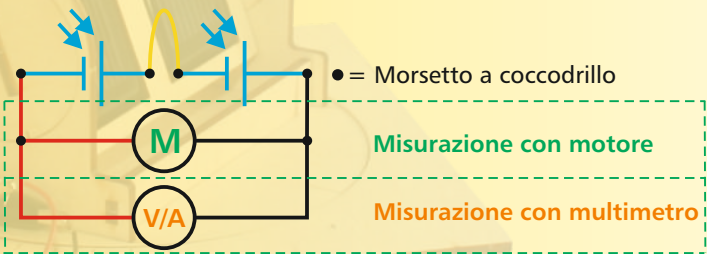
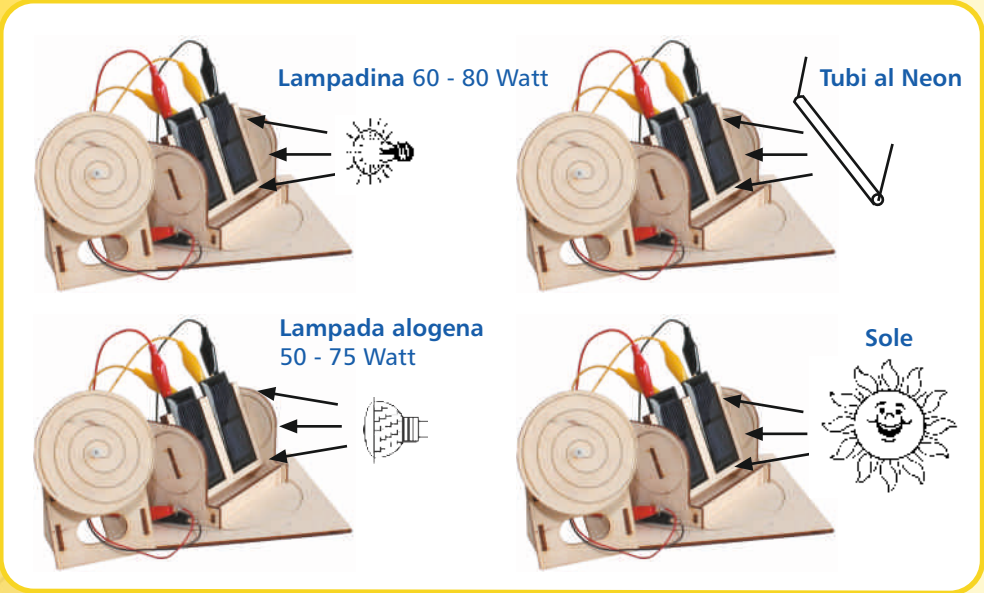
Abbreviazione	S	M	L	N	U
Rotazione	veloce	media	lenta	assente	la direzione di rotazione cambia

.... e il loro effetto sulla prestazione delle cellule solari

Valore voltaggio	= 2 V
Valore corrente	= 10 / 20 A

Non ogni sorgente di luce è adatta per la tecnologia solare. Le diverse sorgenti di luce che vogliamo impiegare dovrebbero avere tutte la stessa distanza (circa 30 cm) dalle cellule solari.

Diverse sorgenti di luce producono diverse prestazioni nelle cellule solari.
 La sorgente di luce migliore per il processo fotovoltaico è la luce solare.



Inserire per favore i dati di misurazione:

Sorgente di luce	Lampadina	Tubi al Neon	Lampada alogena	Luce solare
Tensione in V				
Corrente in mA				
Potenza in W ($P = U \times I$)				
Il motore gira (S/M/L/N)				

Effetto dei filtri di luce

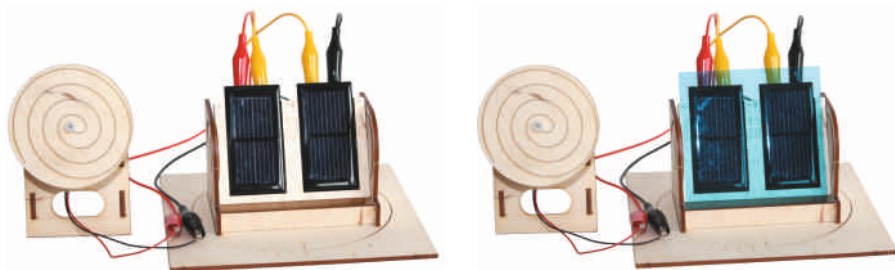
Valore voltaggio = 2 V

Valore corrente = 10 / 20 A

I filtri di luce convenzionali nella tecnologia solare consistono principalmente in **diverse condizioni di nuvolosità**. Lo spettro di nuvolosità varia dal "cielo limpido" ad una nuvolosità lieve fino ad una forte.

I diversi spettri di luce vengono persi nel filtraggio della luce. A seconda del colore dello sfondo vengono filtrati diversi spettri di luce. Pertanto, la cellula solare fornisce una prestazione diversa a seconda dei casi.

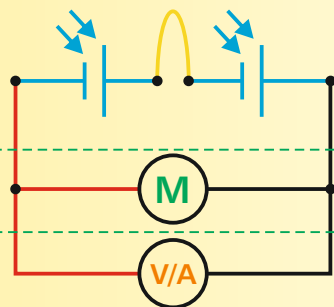
Ecco un esperimento per comprendere gli effetti dei filtri di luce:



• = Morsetto a coccodrillo

Misurazione con motore

Misurazione con multimetro



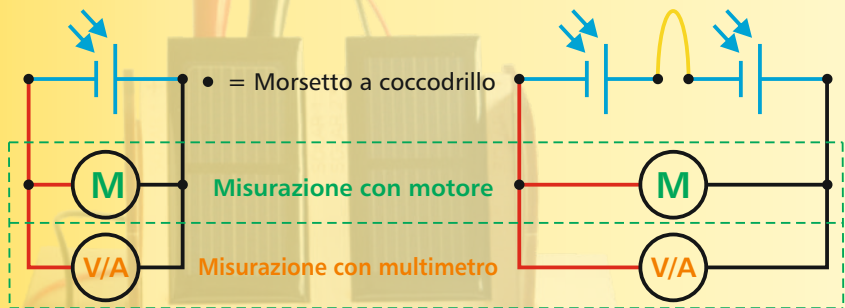
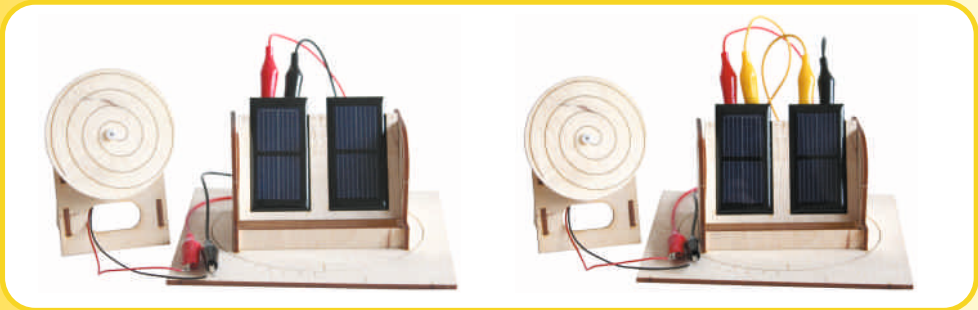
Inserire per favore i dati di misurazione:

Colore dello sfondo	senza sfondo	trasparente	giallo	verde	rosso	blu
Tensione in V						
Corrente in mA						
Potenza in W ($P = U \times I$)						
Il motore gira (S/M/L/N)						

Connessione in serie

Valore voltaggio	= 2 V
Valore corrente	= 10 / 20 A

Per aumentare il voltaggio di un impianto solare, le singole cellule solari devono essere **collegate in serie**.
Questo è ad esempio il caso tipico dei moduli standard, che sono costituiti generalmente da 36 - 40 cellule collegate in serie.



Inserire per favore i dati di misurazione:

Numero delle cellule solari	1 cellula solare	2 cellule solari
Tensione in V		
Corrente in mA		
Potenza in W ($P = U \times I$)		
Il motore gira (S/M/L)		



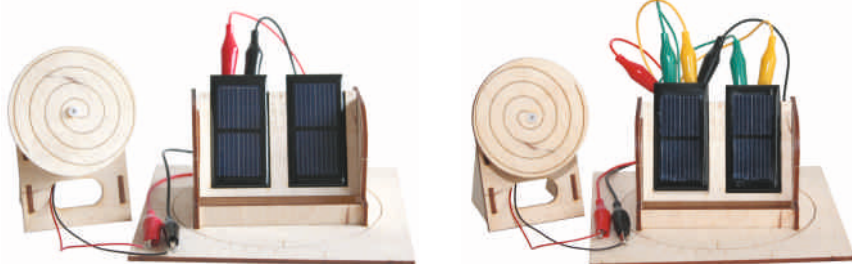
Se le cellule solari vengono collegate in serie, il voltaggio totale aumenta.
La formula in questo caso è:
Voltaggio della singola cellula X numero di cellule = Voltaggio totale

Connessione parallela

Valore voltaggio = 2 V

Valore corrente = 10 / 20 A

Per aumentare la potenza di un modulo solare, le singole cellule solari devono essere **connesse parallelamente**. Per dare prova di ciò, si veda la connessione qui indicata. E' bene prestare attenzione al fatto che solo le cellule solari dello stesso tipo possono essere connesse parallelamente.



Inserire per favore i dati di misurazione:

Numero delle cellule solari	1 cellula solare	2 cellule solari
Tensione in V		
Corrente in mA		
Potenza in W ($P = U \times I$)		
Il motore gira (S/M)		



Misurazione con multimetro

In questo esperimento la rotazione del motore al minuto varia in maniera poco sensibile. Al contrario, la forza rotatoria dell'asse raddoppia, così come la prestazione totale del motore.

Se ad una cellula solare ne viene connessa una seconda parallelamente, la corrente totale aumenta. La formula in questo caso è:

Corrente della singola cellula X numero di cellule = Corrente totale

Ombreggiatura della cellula

Valore voltaggio	= 2 V
Valore corrente	= 10 / 20 A

Un'ombreggiatura parziale porta ad una perdita significativa della prestazione delle cellule solari. Vediamo ora come determinare il rapporto tra la percentuale di ombreggiatura e la diminuzione della prestazione delle cellule solari.

0% ombreggiatura

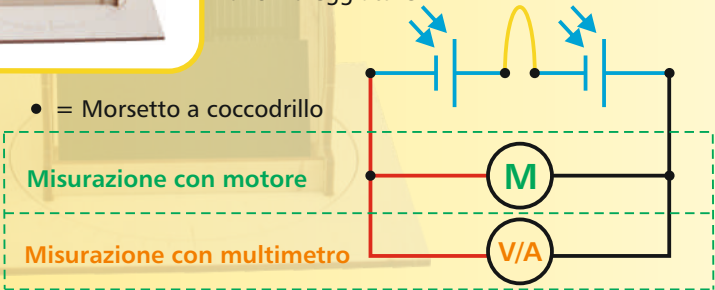
25% ombreggiatura

50% ombreggiatura

75% ombreggiatura

100% ombreggiatura

Quanto più una cellula solare viene ombreggiata, tanto minore sarà la sua prestazione. Pertanto, per i moduli solari è bene scegliere sempre dei luoghi privi di ombreggiature.



Inserire per favore i dati di misurazione:

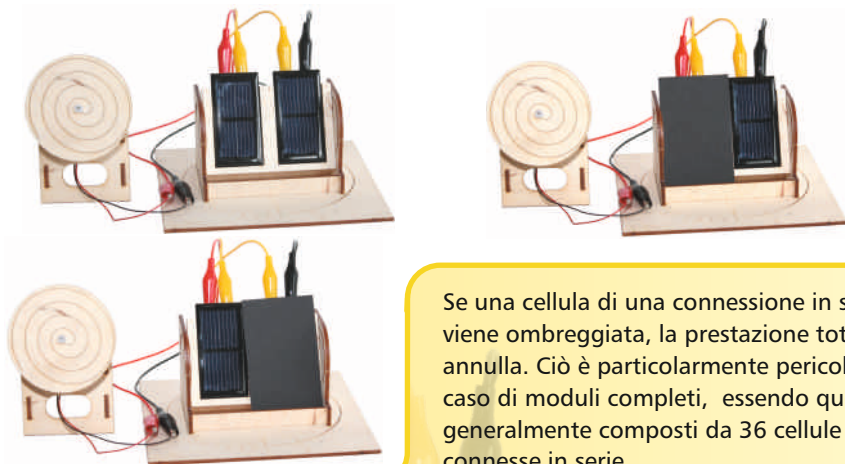
% Ombreggiatura	0	25	50	75	100
Tensione in V					
Corrente in mA					
Potenza in W ($P = U \times I$)					
Il motore gira (S/M/L/N)					

Ombreggiatura della cellula

Valore voltaggio = 2 V

Valore corrente = 10 / 20 A

Un'ombreggiatura della cellula in connessioni in serie porta ad una perdita significativa della prestazione delle cellule solari in quanto quelle ombreggiate raggiungono un'elevata resistenza interna che riduce significativamente il flusso di energia. Ciò può essere eliminato tramite il diodo bypass (vedi anche pagina 20).

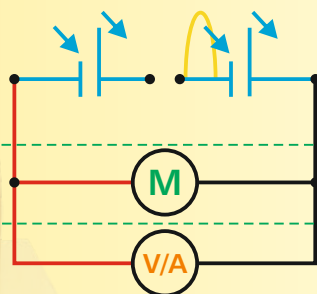


Se una cellula di una connessione in serie viene ombreggiata, la prestazione totale si annulla. Ciò è particolarmente pericoloso in caso di moduli completi, essendo questi generalmente composti da 36 cellule connesse in serie.

• = Morsetto a coccodrillo

Misurazione con motore

Misurazione con multimetro



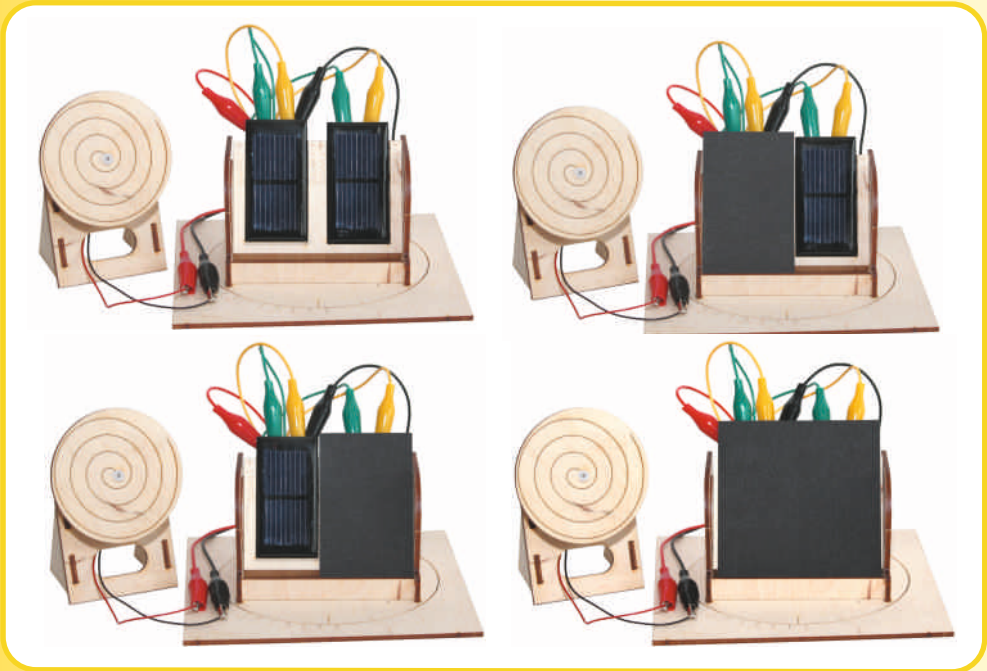
Inserire per favore i dati di misurazione:

Cellula solare ombreggiata	nessuna cellula solare	cellula solare sinistra	cellula solare destra
Tensione in V			
Corrente in mA			
Potenza in W ($P = U \times I$)			
Il motore gira (S/N)			

Ombreggiatura della cellula

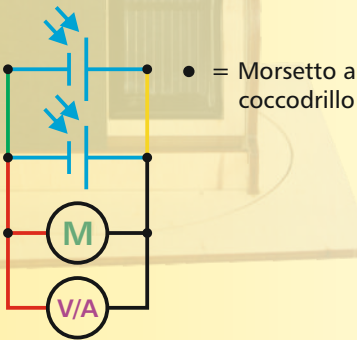
Valore voltaggio	= 2 V
Valore corrente	= 10 / 20 A

Un'ombreggiatura della cellula in connessioni parallele porta ad una perdita della prestazione senza però che essa sia totale. Vediamo di dimostrarlo in modo sperimentale.



Qualora una cellula solare venga ombreggiata in connessioni parallele, la riduzione della prestazione di questa cellula solare causa una riduzione della prestazione totale.

Solo nel caso in cui tutte le cellule solari vengano ombreggiate, la prestazione totale diviene nulla.



Inserire per favore i dati di misurazione:

Cellula solare ombreggiata	nessuna cellula solare	sinistra cellula solare	destra cellula solare	entrambe le cellule solari
Tensione in V				
Corrente in mA				
Potenza in W ($P = U \times I$)				
Il motore gira (S/M/L/N)				

1

Scenario:

Una foglia cade su una singola cellula di un modulo solare.

Cosa avviene alla prestazione complessiva del modulo?

Un modulo solare di una rete d'impianto è molto sporco o vi sono ad esempio delle foglie sopra. Il modulo solare produce chiaramente meno corrente. Questo causerebbe il fatto che anche la prestazione complessiva dell'impianto ne verrebbe influenzata in modo determinante.

Al fine di evitare ciò, su ogni modulo solare è stato posto un diodo bypass. In tal modo, il modulo solare che non fornisce più energia può essere rimosso e la corrente generata viene passata tramite il diodo al modulo.

Allo stesso tempo, in questo modo si evita che il modulo si riscaldi troppo e che abbia dei danni a causa della temperatura troppo elevata. Il forte riscaldamento viene anche chiamato **effetto Hot-Spot**.

2

Anche i vetri delle finestre filtrano alcune frequenze della luce solare.

Pertanto, è ovvio che ad esempio giochi solari funzionino meglio all'aperto che in ambienti chiusi. Può essere utile aprire le finestre.



Immagini: Copyright www.sunset-solar.com



Posizionamento orizzontale

Valore voltaggio	= 2 V
Valore corrente	= 10 / 20 A

Questo esperimento dimostra chiaramente che a diverse **inclinazioni del tetto** corrispondono diverse prestazioni delle cellule solari. L'angolazione "inclinazione del tetto" viene riportata lateralmente sul supporto della cellula solare.
Importante: la luce della lampada deve provenire direttamente dall'alto!

Angolazione 90 %

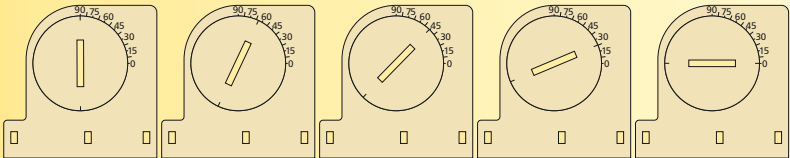
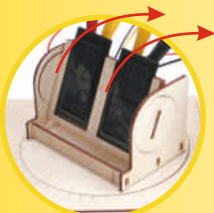
Angolazione 67,5 %

Angolazione 45 %

Angolazione 22,5 %

Angolazione 0 %

• = Morsetto a coccodrillo



Inserire per favore i dati di misurazione:

% Angolo rispetto alla luce	90	67,5	45	22,5	0
Tensione in V					
Corrente in mA					
Potenza in W (P = U x I)					
Il motore gira (S/M/L/N)					

La prestazione ottimale di un modulo solare viene raggiunta quando esso è posizionato in un angolo di 90 gradi rispetto alla sorgente di luce (il sole). Quando, ad esempio, durante il periodo invernale, i moduli solari vengono adattati alla posizione orizzontale del sole, si crea un maggior sfruttamento e maggior profitto nel caso di connessioni parallele.

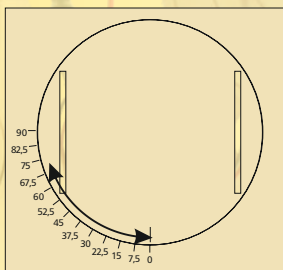
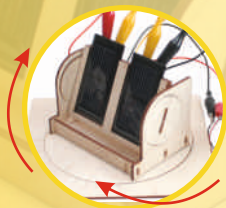
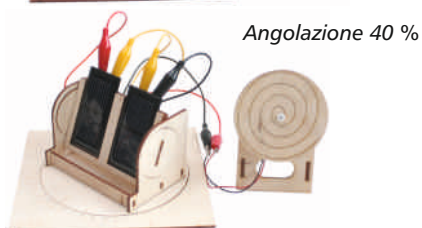
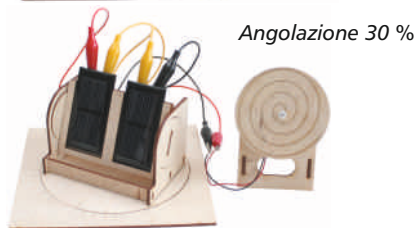
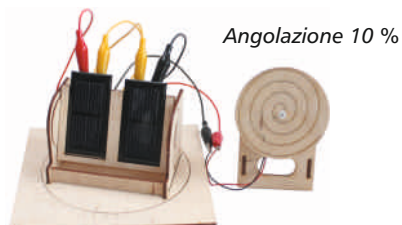
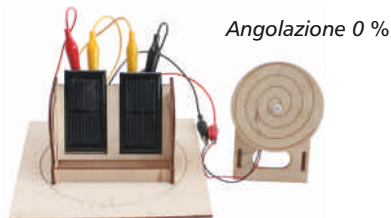
Posizionamento verticale

Valore voltaggio = 2 V

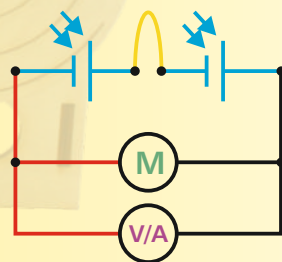
Valore corrente = 10 / 20 A

Ha senso posizionare un impianto solare verticalmente rispetto al sole?
E qual è il rapporto tra angolazione e prestazione?

Vediamo di scoprirlo grazie ad un interessante esperimento dal **risultato spettacolare**.



• = Morsetto a coccodrillo



Inserire per favore i dati di misurazione:

% Angolo rispetto alla luce	0	10	20	30	40
Tensione in V					
Corrente in mA					
Potenza in W ($P = U \times I$)					
Il motore gira (S/M/L/N)					

Nel caso in cui un impianto solare venga inclinato in modo ottimale rispetto al sole, la resa complessivo dell'impianto aumenta fino al **50%**. I costi aggiuntivi per questa operazione di inclinazione vengono dunque ammortizzati in brevissimo tempo.



Altri prodotti della casa GIOCHI SOLARI:



Gabbiano solare

17 x 11 cm

Nr. Art.: 46006



**Mulino a vento
solare**

Altezza: circa 20 cm

Nr. Art.: 40009



Grillo solare

5 x 2,5 x 1,5 cm

Nr. Art.: 46002

"SunRacer"



Mini auto solare

3,2 x 1,7 x 2,4 cm

Nr. Art.: SR



**Lampadina tascabile
solare**

6 x 3,5 x 1,1 cm

Nr. Art.: STL

Giochi Solari

Via Nuova, 2 - 40127 Bologna

t. 051.501346 - f. 051.4200563

www.giochisolari.it