cebekit

KIT SOLAR

C-0112B

MATERIALS QUE CONTÉ EL KIT:

Motor solar	1
Cèl·lula solar fotovoltaica	4
Hèlix de 4 pales de plàstic	1
Suport motor amb adhesiu	1
Buje	1
Pales hèlix gran	3
Cargols	3
Suports plàstic	6
Escumes amb adhesiu doble cara	6
Cables de colors amb pinces de cocodril	10
Espiral en cartró per retallar	1
Aspa en cartró per retallar	1
Hèlix de 3 pales en cartró per retallar	1
Politja plàstic Ø8 mm	1
Politja plàstic Ø12 mm	1
Bombeta E10 intermitent	1
Portalàmpades E10	1
LED Varmell	1
LED verd	1
LED Groc	1
CD	1

Instruccions de muntatge del kit

- Preparació del motor
- Muntatge de l'hèlix de 4 pales
- Muntatge de les hèlixs de 2 i 3 pales
- Muntatge de les hèlixs d' aspa, espiral i 3 pales
- Preparació de les cèl·lules fotovoltaiques
- Connexió elèctrica
- Recomanacions per a realitzar les pràctiques

Pràctiques

- Pràctica 1
- Pràctica 2
- Pràctica 3
- Pràctica 4
- Pràctica 5, més 5 pràctiques
- Pràctica 6, més 5 pràctiques
- Pràctica 7, més 5 pràctiques
- Pràctica 8, més 5 pràctiques
- Pràctica 9, més 5 pràctiques
- Pràctica 10
- Més pràctiques i més informació

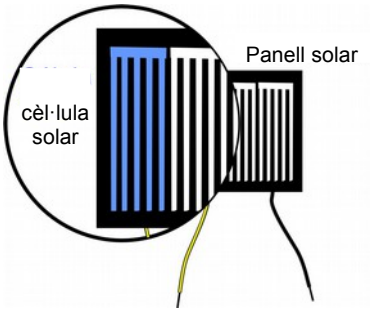
El meu Quadern Solar

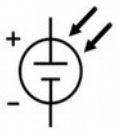
- Per què s'estén l'ús de la tecnologia fotovoltaica?
- Energia neta
- Origen, la necessitat
- Aplicant resultats
- Cóm és la llum?
- Què és i quina energia transporta?
- Cóm aprofitar?
- Llum i electricitat
- Silici
- Silici N i P
- La cèl·lula solar fotovoltaica
- El panell solar fotovoltaic
- Posicionament del panell i aprofitament del sol
- ¿Quanta energia produeix una instal·lació fotovoltaica?
- Unitats de treball
- Agrupament en sèrie i paral·lel
- Quan es connecten diversos panells en sèrie?
- Quan es connecten diversos panells en paral·lel?
- Un sistema mixt, és possible?

Informació tècnica bàsica sobre l'energia solar

La cèl·lula solar del kit

L'element més petit per a la captació solar fotovoltaica és la cèl·lula solar. Un panell solar està compost per diferents cèl·lules. Els panells destinats a ús professional produeixen un corrent i tensions concretes i les cèl·lules del seu interior no es poden manipular.





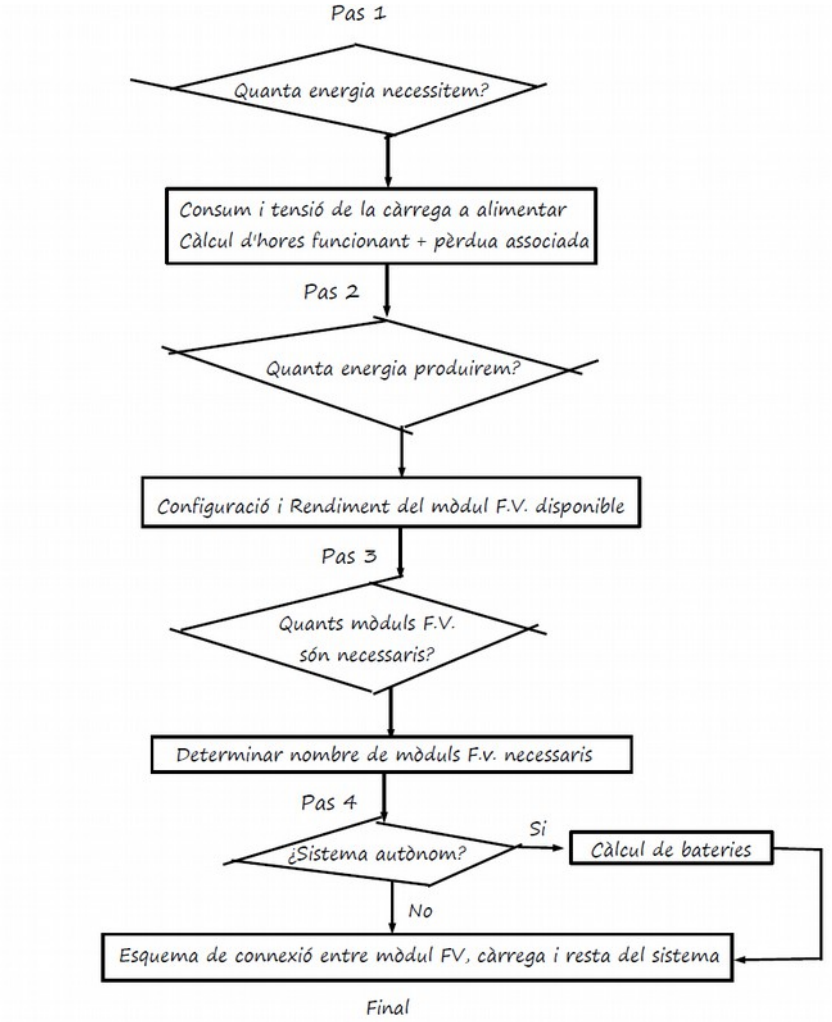
Símbol de la cèl·lula solar

Els panells solars per a educació i experimentació permet en agrupar la connexió de les seves cèl·lules internes, i la tensió i corrent final obtingudes dependran d'aquesta configuració. Per referir-nos a les cèl·lules i esquematitzar gràficament les diferents operacions, es fa servir l'esquema elèctric de la cèl·lula solar fotovoltaica. Cada símbol representa una sola d'elles.

Dissenyar un sistema solar fotovoltaic

Un sistema fotovoltaic és modular i il·limitat, com més cel·les solars connectades entre si major producció d'energia, i el mateix passa amb els panells.

Com es descriu a "El meu Quadern Solar", la connexió en sèrie o paral·lel de diferents mòduls, cèl·lules o panells, s'estableix per augmentar la tensió o el corrent de sortida. Independentment dels valors lliurats pel mòdul fotovoltaic (FV), un sistema solar sempre es dissenya sota un mateix organigrama.



Farem servir dos exemples imaginaris per explicar l'organigrama.
Exemple 1: motor solar de 1,5 V i 200 mA.
Exemple 2: equip carregador de bateries de 4,5 V i 100 mA.
NOTA: Aquests exemples no tenen res a veure amb el material inclòs en el kit.

Pas 1. Quanta Energia necessitem?

El primer pas és determinar la tensió d'alimentació i el consum (intensitat del corrent), dels aparells elèctrics que el sistema haurà d'alimentar. Aquests valors s'obtenen a través de les dades facilitades pel fabricant.

Tensió. Durant tot el temps que es mantinguin en funcionament, el nivell de tensió ha de ser una constant. Cada exemple s'alimenta a una tensió diferent. El motor és de 1,5 V, mentre que el carregador és de 4,5 V.
Quan la tensió requerida pels diferents equips elèctrics sigui diferent, s'establirà una "línia" d'alimentació solar independent per cadascun dels equips de la mateixa tensió d'alimentació.

Consum. Indica el corrent que "gasta" l'aparell elèctric. El motor de l'exemple 1 consumirà 200 mA. Per contra, el corrent del carregador de l'exemple 2 serà només de 100 mA. **Per cada equip connectat a la mateixa línia, (mateixa tensió), haurà de sumar el consum cadascun d'ells**. Si a l'exemple 1, en lloc d'un, s'utilitzessin dos motors, el resultat seria 1,5 V / 400 mA (tensió igual, suma de consums).

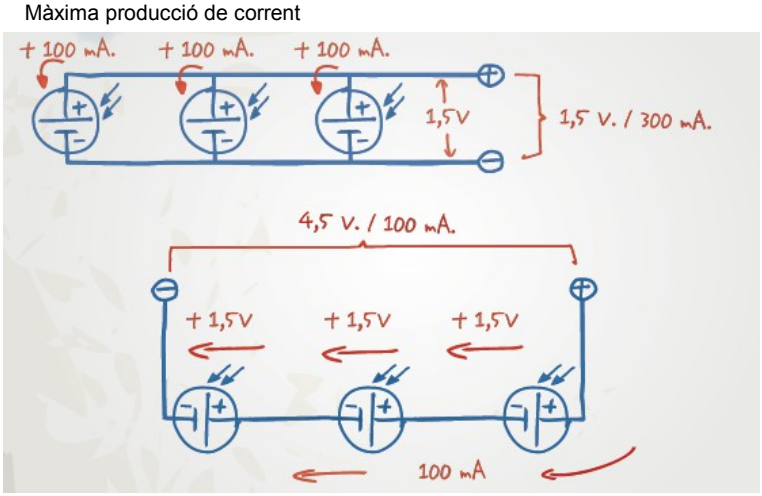
Potència. Com descriu "El meu Quadern Solar", és el producte de la tensió per corrent (P = V · I). De vegades el fabricant en lloc del consum, proporciona el valor global de la potència, sent necessari aclarir la fórmula per obtenir el valor del corrent (I = P / V).
Per tant, l'energia necessària per al motor de l'exemple 1 correspondria a una tensió de 1,5 V i una potència de 300 mW (1,5 V · 200mA = 300mA).
Mentre que l'energia necessària al carregador de l'exemple 2 serà de 4,5 V i 450 mW (4,5V · 100mA = 150MW).
L'energia necessària també es pot calcular en base al consum, com queda reflectida en els valors de l'enunciat de cada exemple (1,5 V / 200 mA i 4,5 V / 100 mA).

Factor de pèrdua. Encara que en la pràctica d'aquest kit és rebutjable, en instal·lacions solars on es contempla el consum diari és important (més endavant s'explica amb més deteniment, en parlar del temps de funcionament).

Pas 2. Quanta energia produirem?

Suposem un panell format per tres cèl·lules de 1,5 V / 100 mA cadascuna. La potència màxima que pot subministrar tot el panell serà igual a la suma de les potències de cadascuna (150 mW +150 MW + 150 mW = 450 mW).
Ara bé, com es descriu a "El meu Quadern Solar", configurant les cèl·lules en sèrie a paral·lel, la potència es podrà distribuir en funció d'un valor de tensió a un valor de corrent més gran.

Màxima producció de corrent

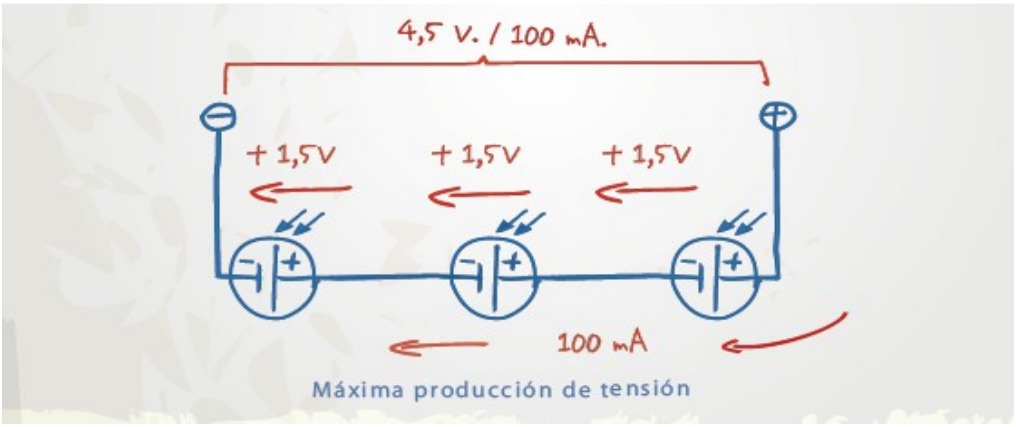


Màxima producció de tensió

Pas 3. Quants mòduls F.V. són necessaris?

En l'exemple 1, el motor necessita 1,5 V / 200 mA. Primer es calcula la tensió. Com cada cèl·lula ja proporciona 1,5 V no és necessari realitzar cap associació en sèrie entre cèl·lules. A continuació es calcula el consum. Una sola cèl·lula produeix la tensió necessària, però únicament pot subministrar 100 mA. Com el motor requereix justament el doble, s'ha de fer una associació (connexió) en paral·lel de dues cèl·lules. El resultat és 1,5 V i 200 mA.

En l'exemple 2, el carregador s'alimenta a 4,5 V / 100 mA. Sempre resoldrem primer el valor de la tensió. Dividim 4,5 V entre 1,5 V que lliura cada cèl·lula, el resultat ens diu que seran necessàries 3 cèl·lules connectades en sèrie per aconseguir els 4,5 V al carregador.
El corrent de cada cèl·lula és de 100 mA. Com aquesta no varia amb les tres cèl·lules en sèrie, s'obtindrà exactament el valor de consum requerit pel carregador, és a dir 4,5 V / 100 mA.
L'esquema es correspondria exactament amb el de màxima producció de tensió del panell.



Pas 4. Sistema autònom ?.

Un sistema autònom és aquell que prescindint de la xarxa elèctrica pot alimentar per si mateix tota una instal·lació. En contraposició amb un sistema de suport, l'autònom subministra energia indefinidament.
Un sistema solar autònom ha de contemplar la pèrdua de rendiment quan les condicions meteorològiques no són òptimes. Per exemple, quan està ennuvolat o plou. També cal tenir present si cal que produeixi electricitat quan el sol ja no brilla en horari nocturn.

Aquest Kit educatiu no està dimensionat per funcionar com a sistema autònom, de manera que l'organigrama de disseny d'un sistema solar acabaria aquí i passariem al proper apartat, però, per als interessats en conèixer un sistema autònom, a continuació es completa l'organigrama.

En un sistema autònom, hi ha dos conceptes nous a més dels anteriors, el temps de funcionament o consum diari i el factor de pèrdues.

Consum diari. Es calcula sumant els consums de cadascun dels receptors o aparells que connectaran al sistema fotovoltaic. Cal tenir en compte que un panell o una cèl·lula solar només funcionen mentre hi ha un nivell de llum suficient. Òbviament, si els equips alimentats han de funcionar també de nit i / o en condicions d'inclemències meteorològiques, el temps de funcionament serà diferent. Això afectarà a la quantitat i / o potència dels panells i serà necessari emprar bateries acumuladors.

Factor de pèrdues. En compensació per les possibles pèrdues de la instal·lació i conversió del corrent, etc. hi ha un factor de correcció que s'ha d'aplicar al consum diari.
En aplicacions a 230 VAC pot establir-se en un **40% de pèrdues.** En aplicacions a 12 VDC al voltant del 30%.
Cal destacar que els panells destinats a aplicacions més grans proporcionen 12 o 24 VDC. Sempre que sigui possible, tots els dispositius o aparells connectats a un sistema fotovoltaic, hauran d'adquirir a aquesta tensió. Actualment, a més de tot tipus d'il·luminació i motors, cada vegada hi ha més electrodomèstics que funcionen a 12 o 24 VDC, repercutint en una pèrdua d'energia menor al no requerir convertidors de corrent continu a corrent altern.

Vegem com s'aplica senzillament tot això en un exemple.

Imaginem una bomba d'aigua, on no hi ha línia elèctrica. Cada dia ha de treure aigua entre les 10 i les 12 del matí i entre les 10 i les 12 de la nit. Quin equip fotovoltaic necessitarem?

1) Primer es calcula la demanda de consum diari de la bomba.

Per a això cal multiplicar la potència pel temps que estarà funcionant diàriament. S'han de consultar dues dades de consum que proporciona el fabricant. Seleccionant una bomba real, per exemple la C-6001 de 0,6 bar, de Fadisel, s'indica una alimentació de 12 V i un consum màxim de 20 W.

Al consum diari s' ha d'afegir el factor de pèrdues. Com en aquest cas no hi ha conversió a 230 VAC, pot determinar un factor de pèrdues del 30%.

Demanda diària → 20 W x 4 h = 80W

Factor de pèrdues → 80W x 30% = 24W/dia

Consum real diari → 80W + 24W = <u>104W</u>

2) La segona acció és seleccionar i calcular el panell fotovoltaic de la instal·lació.

La potència que genera diàriament un panell solar és molt diferent depenent de la seva situació geogràfica i l'estació de l'any. A més, no produeix igual en un dia ennuvolat, que en un s' assolellat.
El factor regional representa la radiació solar mitjana diària, és a dir el nombre mitjà d'hores per a tot l'any durant les quals el panell produeix la màxima energia. Aquest valor es pot obtenir consultant les web indicades a "El meu Quadern Solar". A la península ibèrica és aproximadament 4.
El resultat de dividir el consum diari entre el factor regional ens indicarà la potència mínima que haurà de tenir el panell.

Panell F.V. → $\frac{104W}{4}$ = <u>26W</u>

3) El tercer i últim pas és calcular la bateries solars que són necessàries per subministrar l'electricitat durant les hores de funcionament nocturn.

Dividint el consum diari entre la tensió de la bateria (12 V), s'obtindrà la capacitat d'emmagatzematge de la bateria.
A més del consum nocturn, el sistema ha d'afrontar períodes d'escassa producció, com a dies ennuvolats, plujosos, boires persistents, etc. Així, s'ha de multiplicar el resultat anterior pel nombre de dies que el sistema hagi de funcionar sense producció. En aplicacions simples es calcula una autonomia entre 2 i 3 dies, però en aplicacions crítiques de seguretat, pot arribar fins a 10. Per l'exemple de la bomba, l' establim en 3 dies.
Finalment cal tenir en compte el nivell de descàrrega que acceptem com a tolerable (habitualment entre 50% i 80%), en el nostre exemple prendrem 70% (o sigui multiplicarem per 0,7).

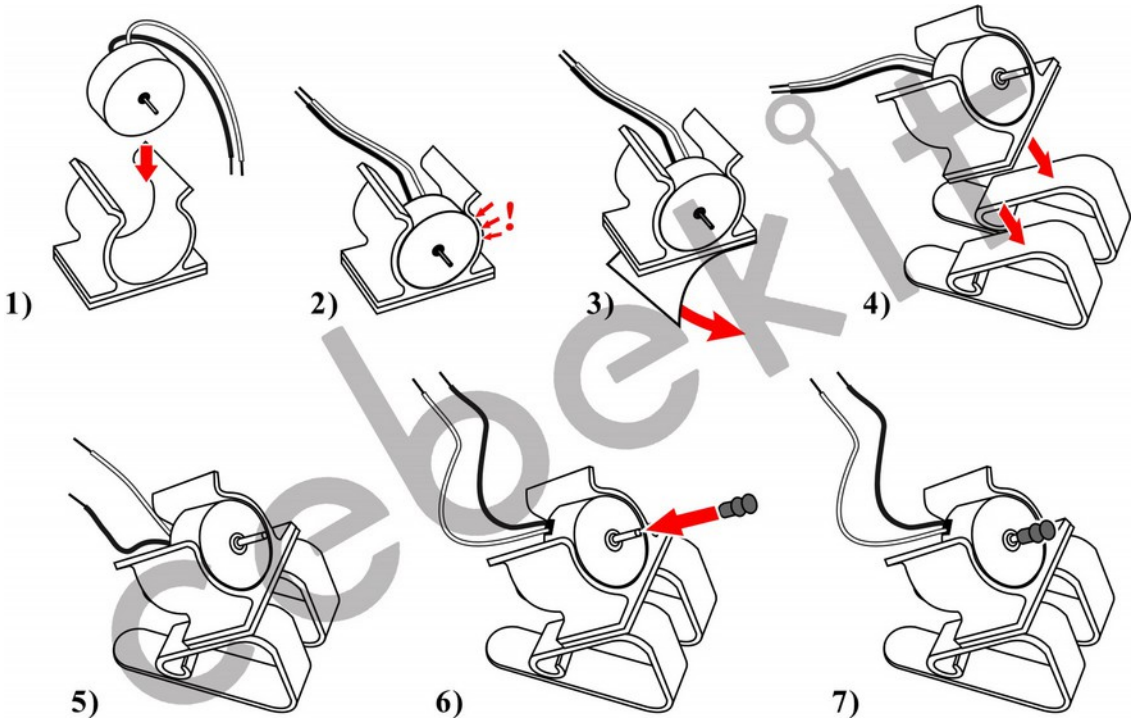
Bateria (capacitat per autonomia de 3 dies) → $\frac{104W \times 3días}{12V \times 0,7}$ = <u>37,14 Ah</u>

Quan únicament es disposi de bateries d'una capacitat inferior a la que requereix, s'han d'instal·lar en paral·lel el nombre necessari que asseguri la capacitat completa.

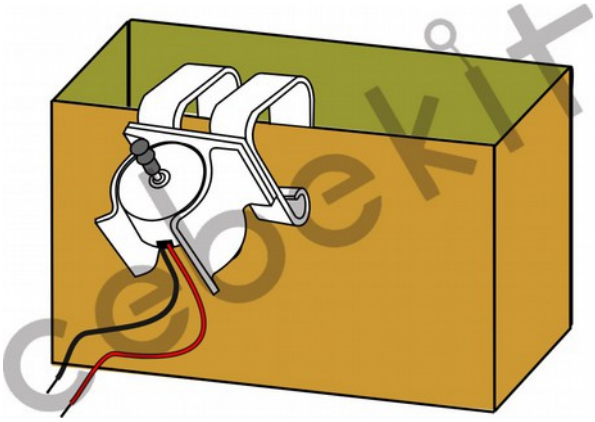
Instruccions de muntatge del kit

Per retallar les 3 hèlixs de cartró, es recomana utilitzar tisores per a ús escolar i sota vigilància d'una persona adulta.
Per muntar les hèlixs de plàstic de 2 i 3 pales cal un tornavís petit de punta plana.
No cal cap eina per a realitzar les connexions del kit.

Preparació del motor

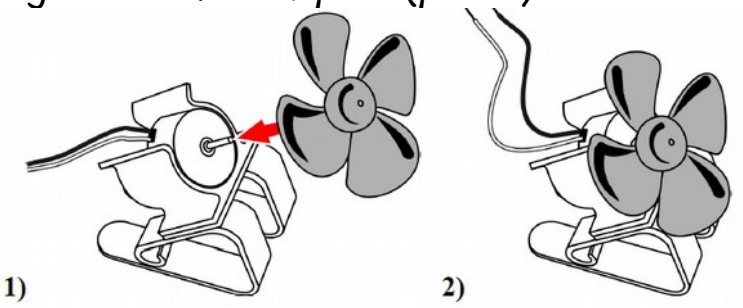


Amb el suport especial es pot col·locar el motor sobre la taula, segons mostra la figura 7, el motor girarà perfectament amb qualsevol de les hèlixs sense tocar a terra.
També és possible subjectar el motor verticalment en una capseta de cartró, tal com indica la següent figura.

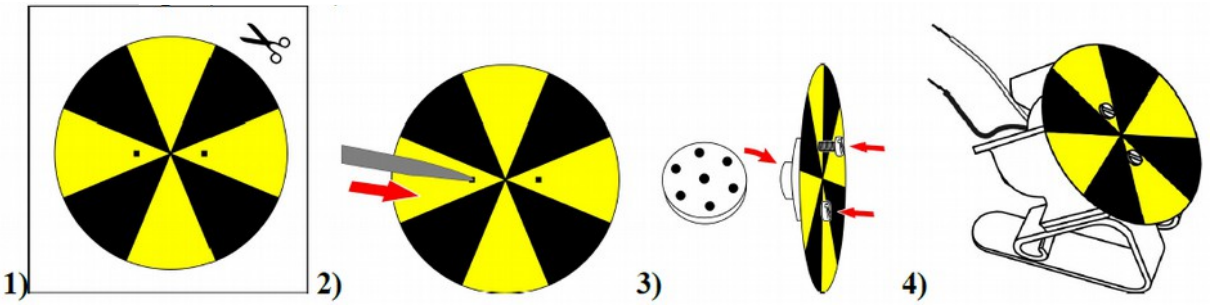


La politja d'aquest motor es pot utilitzar per arrossegar qualsevol tipus de mecanisme. Disposem d'un extens assortiment de politges CEBEKIT (ref. C-6087 i C-6088) que es poden acoblar a la del motor amb una simple corriola de goma, tant per realitzar una màquina, com un vehicle autopropulsat amb energia solar usant les rodes del set CEBEKIT ref. C-6082.

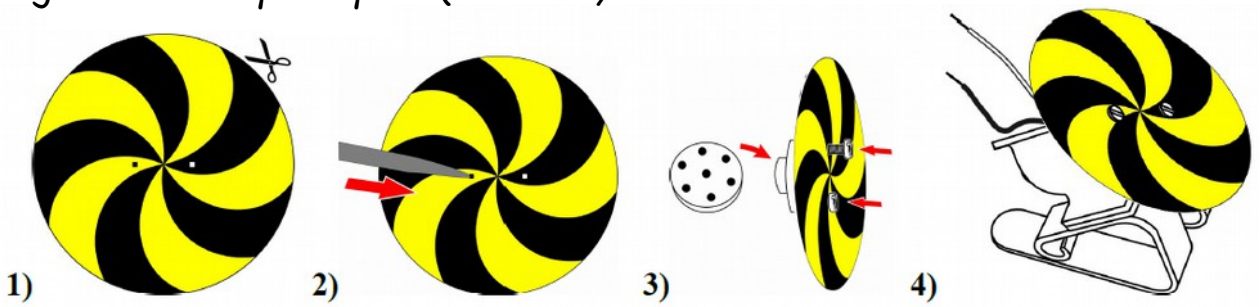
Muntatge de l'hèlix de 4 pales (plàstic)



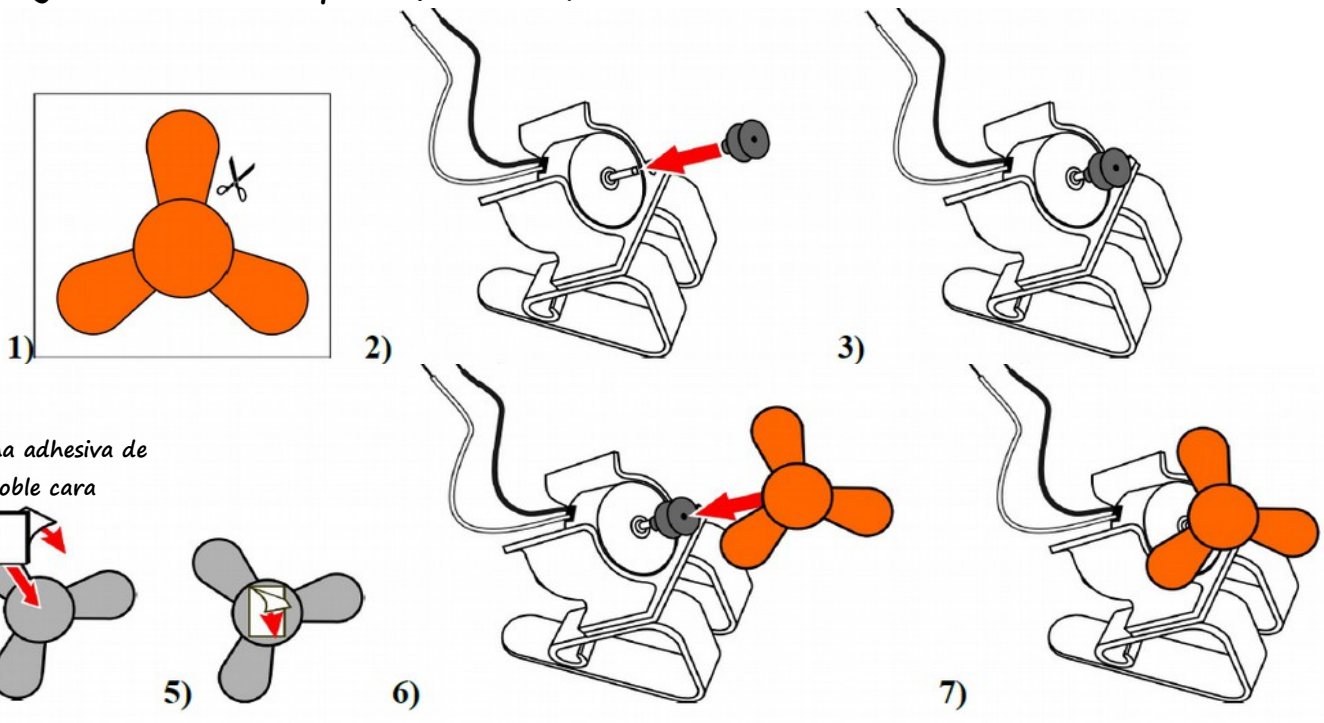
Muntatge de l'hèlix tipus aspa (cartolina)



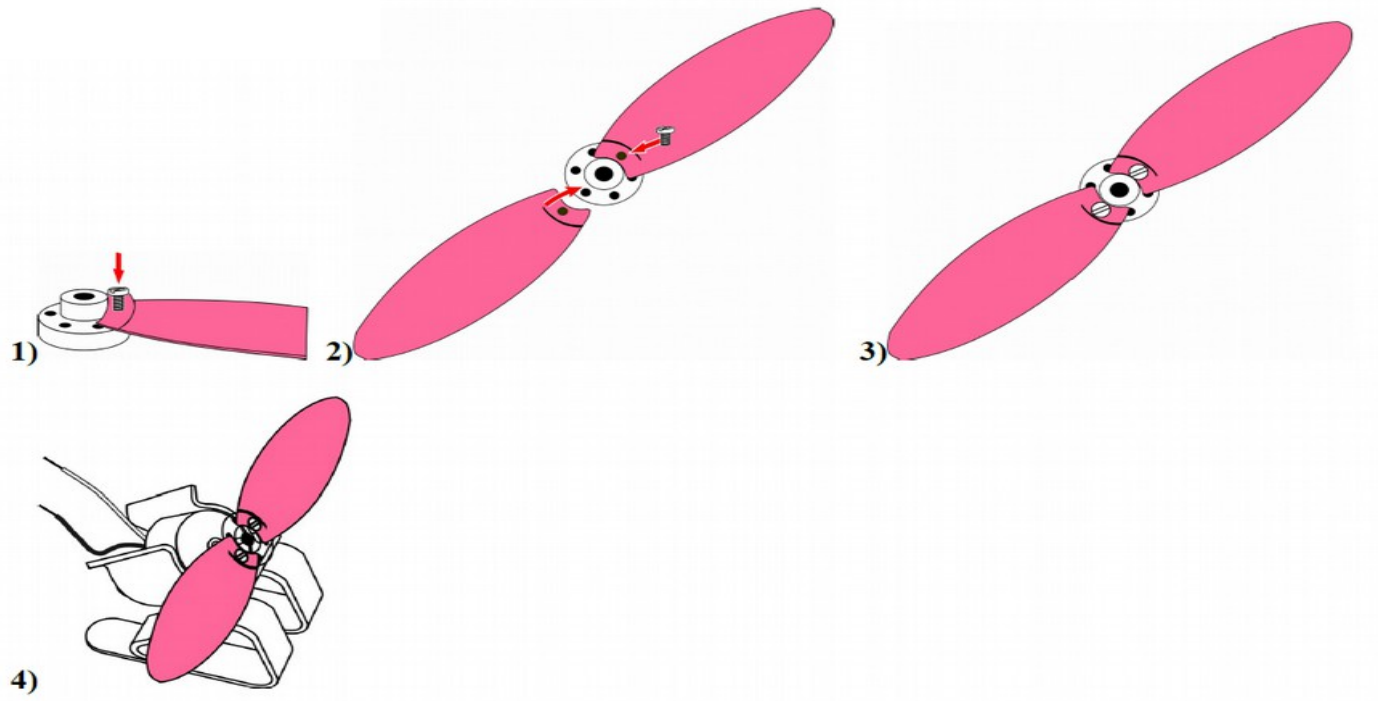
Muntatge de l'hèlix tipus espiral (cartolina)



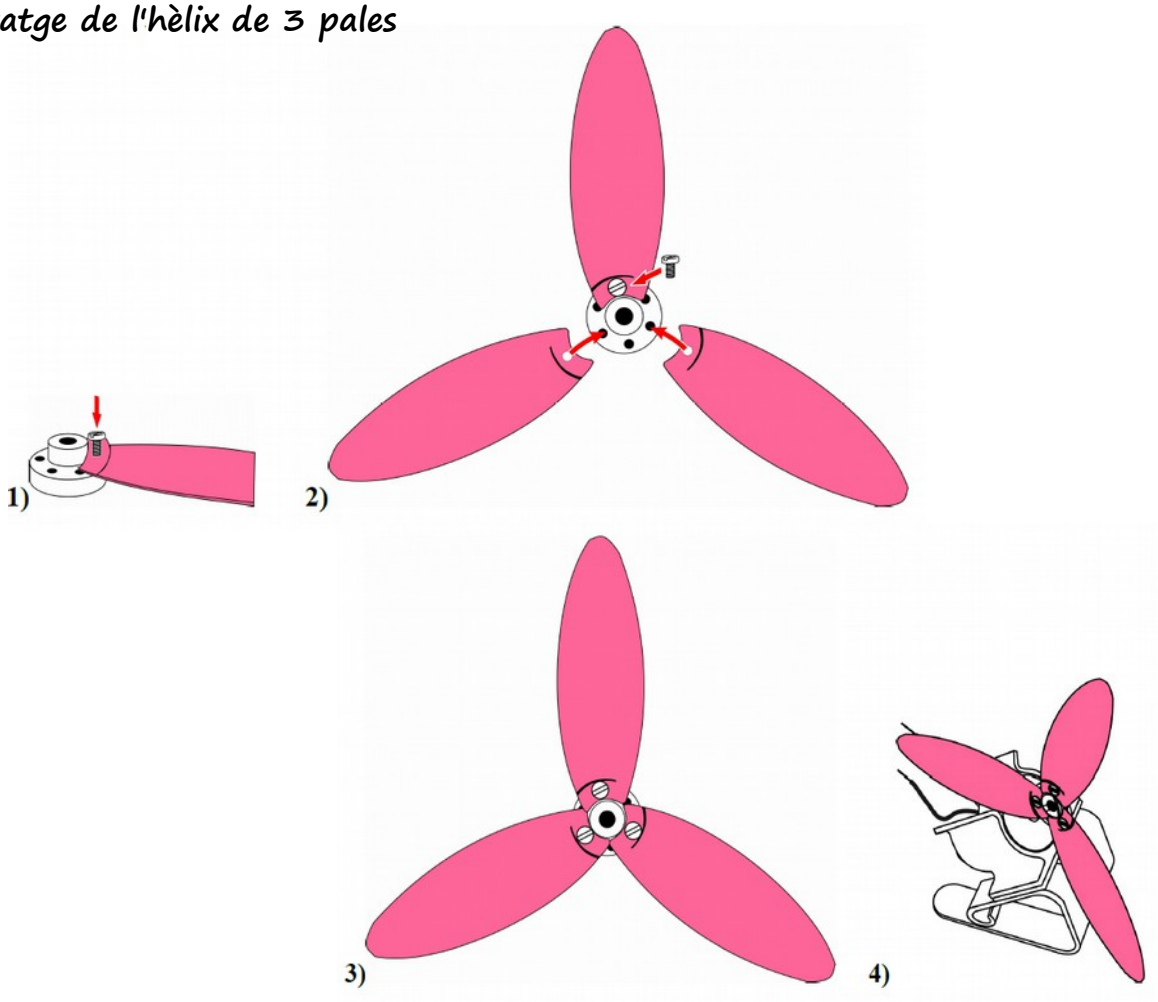
Muntatge de l'hèlix de 3 pales (cartolina)



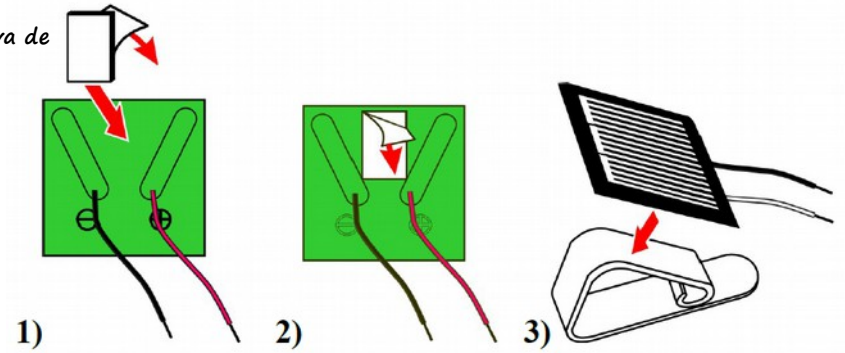
Muntatge de l'hèlix de 2 pales



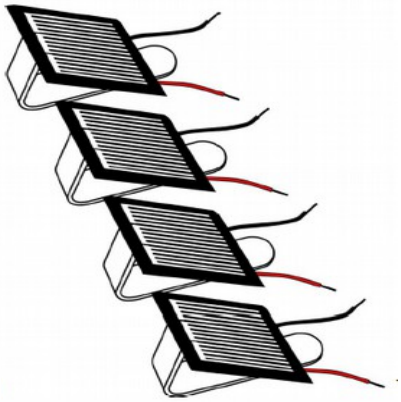
Muntatge de l'hèlix de 3 pales

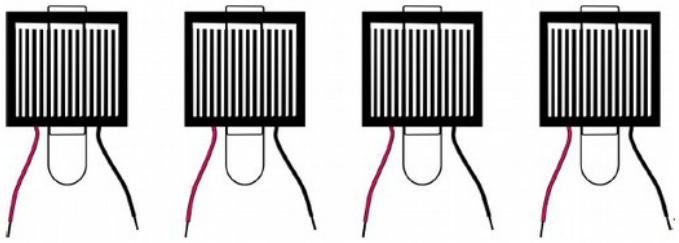


Preparació de les cèl·lules fotovoltaiques



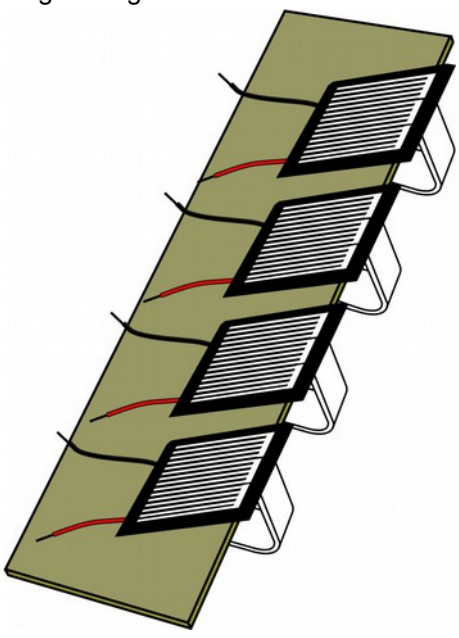
Vista en perspectiva de les cèl·lules fotovoltaiques





Vista frontal de les cèl·lules fotovoltaiques

Si es vol tenir les cèl·lules fotovoltaiques juntes i ben alineades amb la llum del sol, recomanem fer servir una fusta o una cartolina, segons mostra la figura següent:

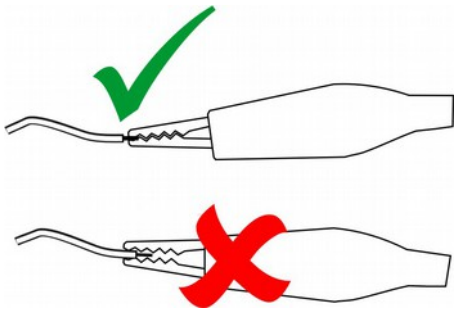


Connexió elèctrica

La connexió elèctrica entre els panells fotovoltaics i la resta de dispositius elèctrics: motor, LEDs i portalàmpades, es realitza mitjançant els cables que inclou el kit amb connexió amb les pinces de cocodril.

No cal cap eina per connectar el kit.

Prestar atenció al realitzar les connexions. La pinça ha de tocar directament a la part metàl·lica del cable.



ATENCIÓ :

Les cèl·lules solars fotovoltaiques tenen polaritat (cables positiu i negatiu). En connectar els esquemes s'ha de respectar les polaritats indicades en els dibuixos.
La bombeta no té polaritat.
El motor sí que té polaritat que afecta el sentit de gir
Els LED sí que tenen polaritat i en sobrepassar un cert nivell poden espatllarse. No confondre.

Recomanacions per a realitzar les pràctiques

Les cèl·lules solars han d'estar ben encarades a la llum directa del sol. Evitar que les ombres d'arbres, edificis, etc, afectin les cèl·lules.

En el cas d'emprar llum artificial sobre els panells solars, ha de ser una bombeta halògena. Eviti una exposició perllongada. L'excés de calor del llum pot avariar els panells.

Si s'exposa la cèl·lula directament al sol, no hi ha límit de temps.

S'han de retirar fulles, brutícia i altres elements que puguin reduir la superfície de captació solar.

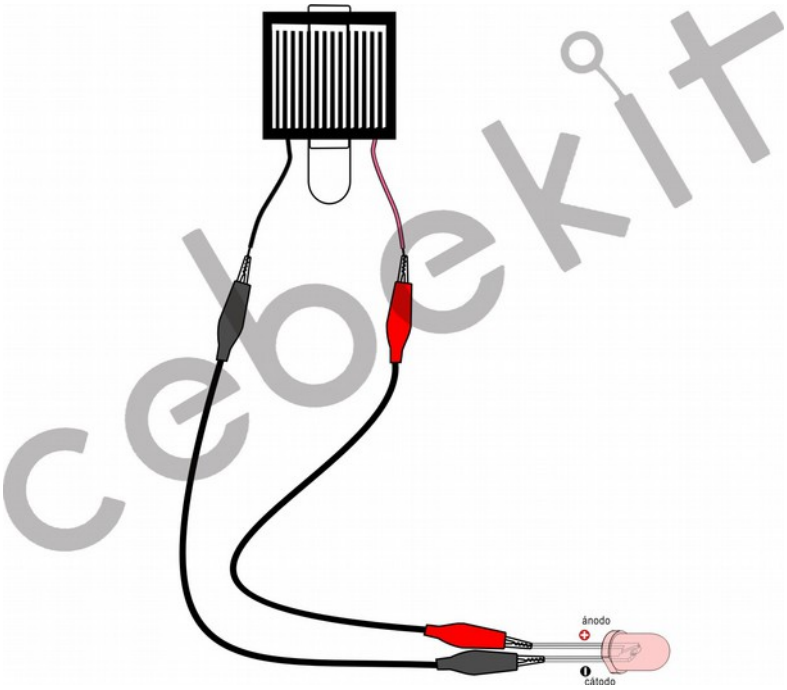
Per retirar l'acumulació excessiva de la pols, pol·len, terra o qualsevol altre cos estrany dipositats a la coberta, únicament s'emprarà un drap suau humitejat amb aigua.

Pràctiques

Pràctica 1

Díode LED alimentat per una cèl·lula
Cal tenir en compte que un LED és un díode i per tant té polaritat. Quan es connecta en el sentit del corrent (positiu a l'ànode i negatiu al càtode) és quan circula el corrent i s'il·lumina. Els LED tenen un valor de tensió a partir del qual comencen a il·luminar-se.
Mai s'ha de connectar amb la polaritat invertida.

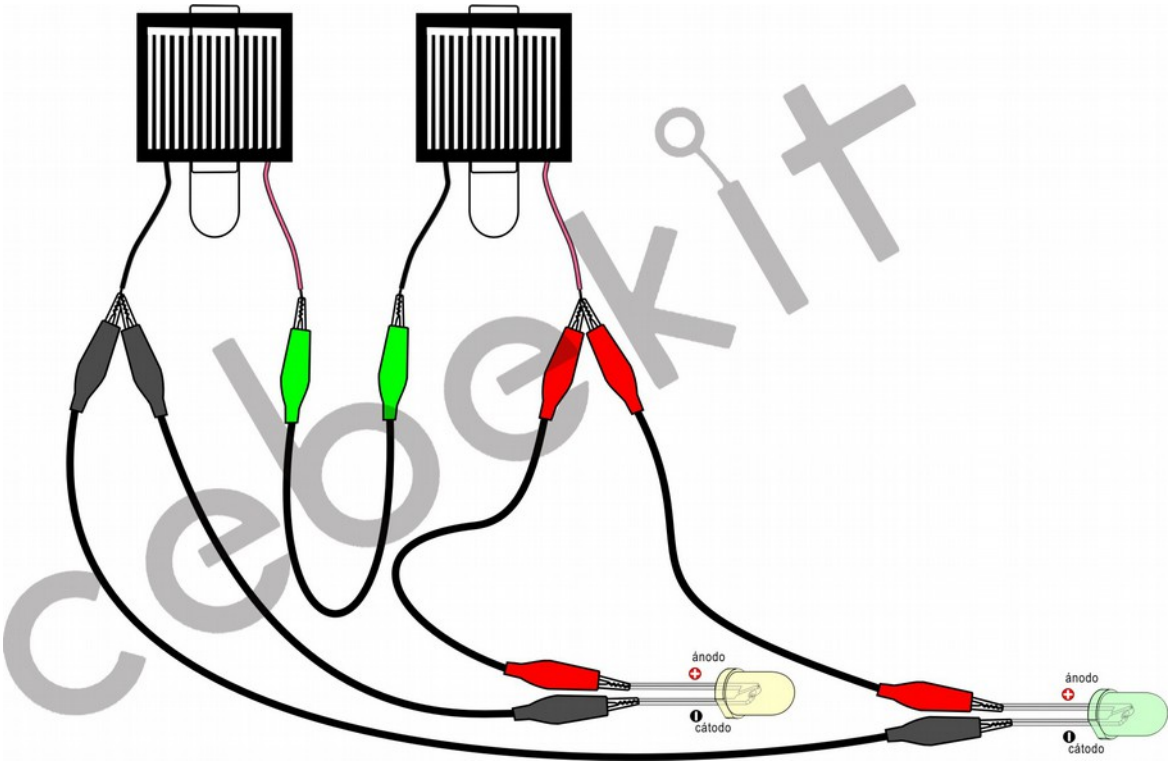
Connectar una cèl·lula al LED vermell, segons assenyala el dibuix.



La tensió generada per una de les cèl·lules fotovoltaiques del kit, és similar a la caiguda de tensió provocada pel LED vermell.
Si fem la mateixa prova amb el LED verd veurem que no s'encén, ja que la tensió de la cèl·lula és inferior a la del LED.

Pràctica 2

Dues cèl·lules en sèrie alimenten LEDs en paral·lel
Connectar dues cèl·lules en sèrie, amb dos LEDs (groc i verd) connectats en paral·lel, segons assenyala el dibuix



Les caigudes de tensió provocades pel LED groc i el LED verd són pràcticament iguals, per aquest motiu podem connectar en paral·lel.

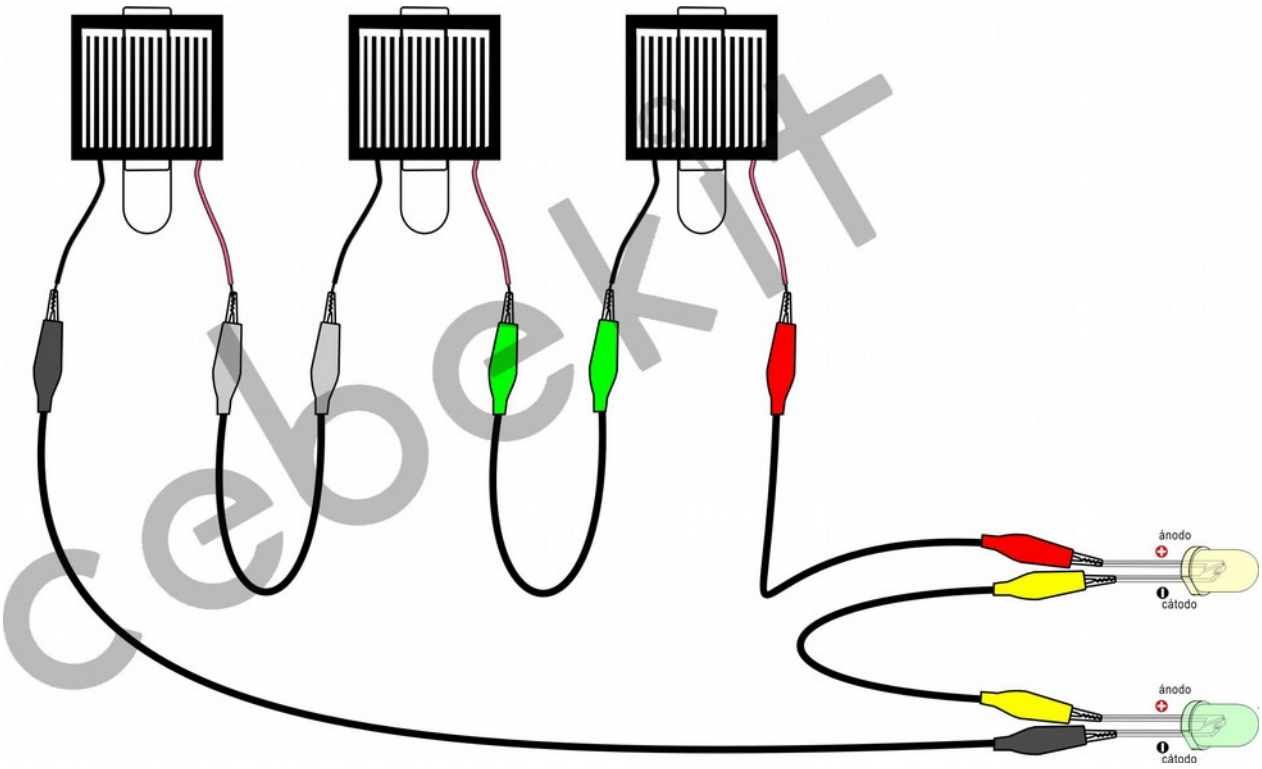
$V_{total} = VL_1 = VL_2$

En connectar les dues cèl·lules en sèrie, les seves tensions se sumen, i aconseguirem la tensió necessària per al funcionament dels LEDs.

$V_{total} = V_{C1} + V_{C2}$

Pràctica 3

Tres cèl·lules en sèrie alimenten LEDS
Connectar tres cèl·lules en sèrie, amb el LED groc i el LED verd també en sèrie, segons assenyala el dibuix.



La tensió necessària per il·luminar correctament els LEDs groc i verd, serà proporcionada per les tres cèl·lules en sèrie les tensions es sumaran.
Si es tracta d'un dia molt assolellat no allargar la prova durant molta estona, ha d'evitar un sobreescalfament dels LEDs per un corrent excessiu.

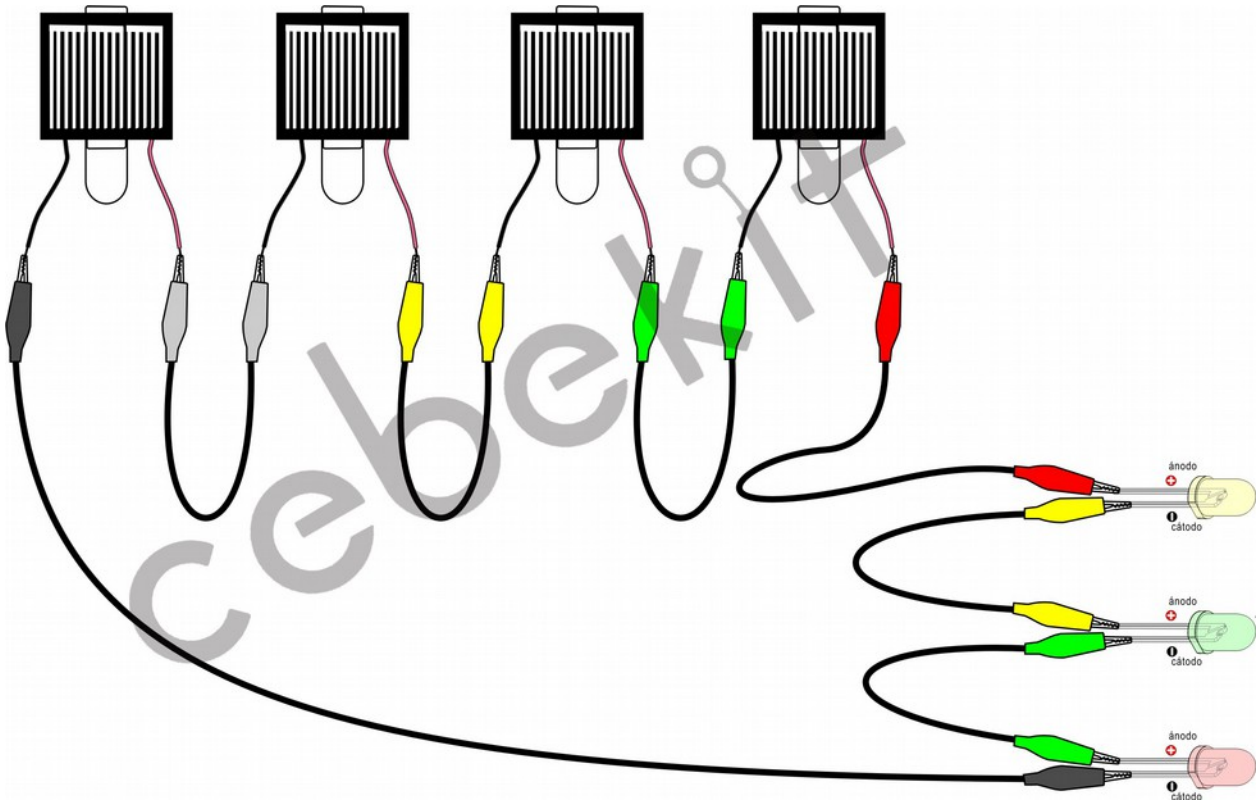
$V_{total} = V_{C1} + V_{C2} + V_{C3}$
$V_{total} = V_{L1} + V_{L2}$

Per tant :

$V_{C1} + V_{C2} + V_{C3} = V_{L1} + V_{L2}$

Pràctica 4

Quatre cèl·lules en sèrie alimenten LEDS
Connectar quatre cèl·lules en sèrie amb els tres LEDs, també en sèrie, segons assenyala el dibuix.



Les quatre cèl·lules en sèrie aconseguiran la tensió suficient per alimentar els tres LEDs en sèrie.

La tensió total dels LEDs, ha de ser la suma dels tres:

$V_{total} = V_{L1} + V_{L2} + V_{L3}$

La de les cèl·lules igualment ha de ser la suma de les quatre, perquè també estan connectades en sèrie:

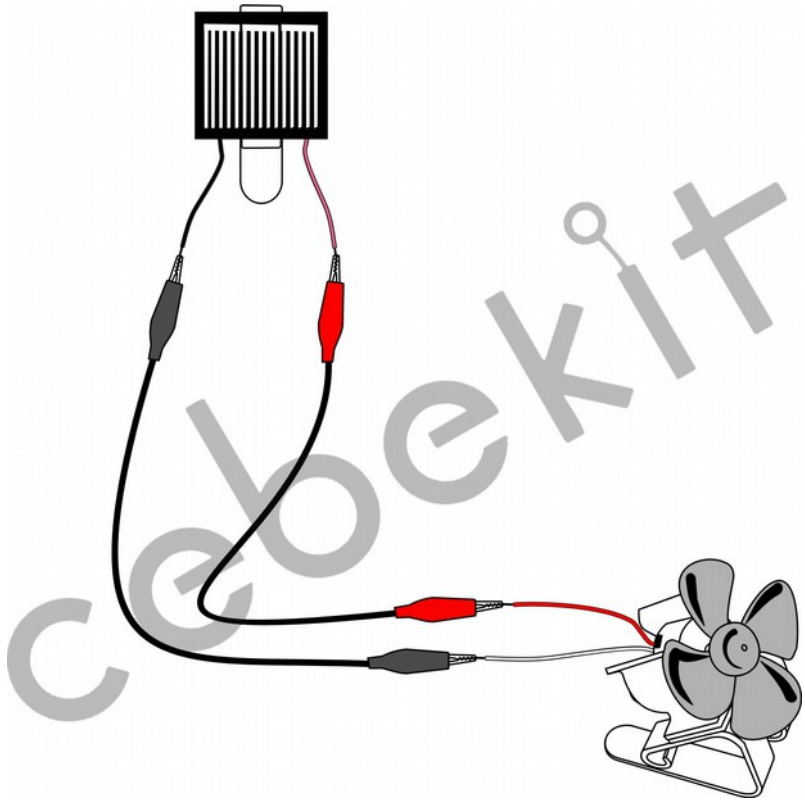
$V_{total} = V_{C1} + V_{C2} + V_{C3} + V_{C4}$

Per tant :

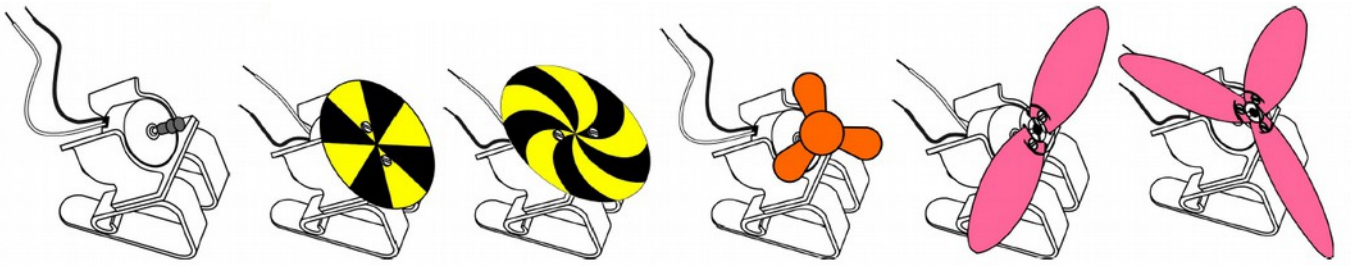
$V_{C1} + V_{C2} + V_{C3} + V_{C4} = V_{L1} + V_{L2} + V_{L3}$

Pràctica 5

Motor alimentat per una cèl·lula
Connectar una cèl·lula amb el motor que portarà inserida l'hèlix de 4 pales, segons assenyala el dibuix.



Realitzar la mateixa prova amb les següents hèlixs:

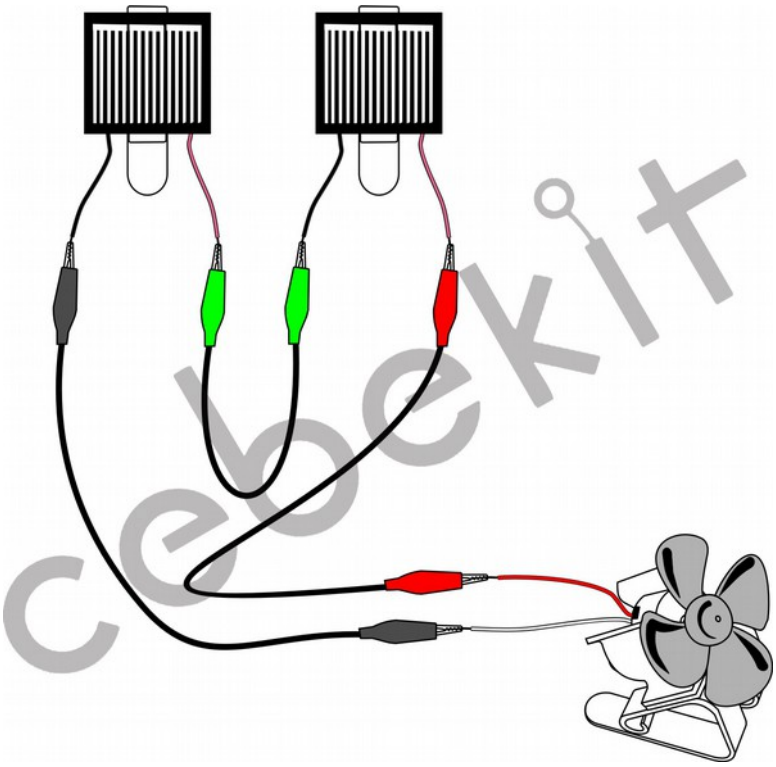


Veure les diferències entre elles i pensar la raó.

Les diferències en la velocitats de cadascun dels muntatges vénen determinades per les condicions meteorològiques, per aquest motiu cal realitzar les proves comparatives el mateix dia amb les mateixes condicions. No menys importants són el pes de les pales i el seu disseny que provoca fregament amb l'aire.
Quan el motor no té cap càrrega (es diu que gira buit), com en el cas de portar la politja petita, és quan gira a major velocitat.

Pràctica 6

Dues cèl·lules en sèrie alimenten motor
Connectar dues cèl·lules en sèrie amb el motor que portarà inserida l'hèlix de 4 pales, segons assenyala el dibuix.

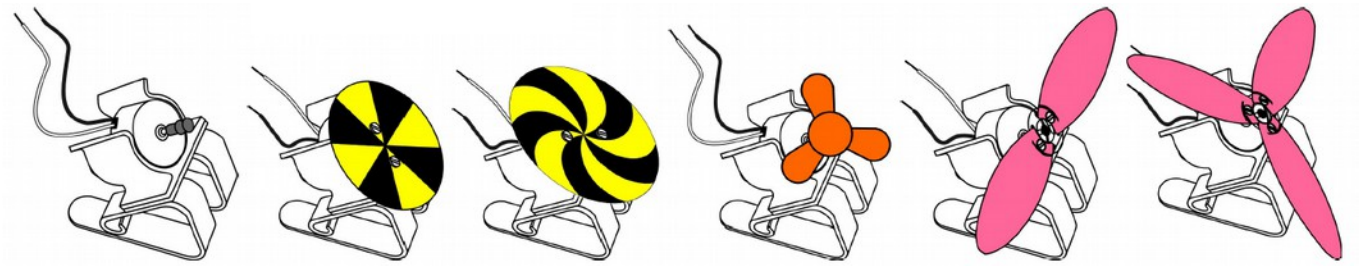


En la connexió en sèrie tenim:

$V_{total} = V_{C1} + V_{C2}$
$I_{total} = I_{C1} = I_{C2}$

La intensitat del corrent serà la mateixa per a tot el circuit, mentre que la tensió serà igual a la suma de les tensions de cada cèl·lula.

Realitzar la mateixa prova amb les següents hèlixs:

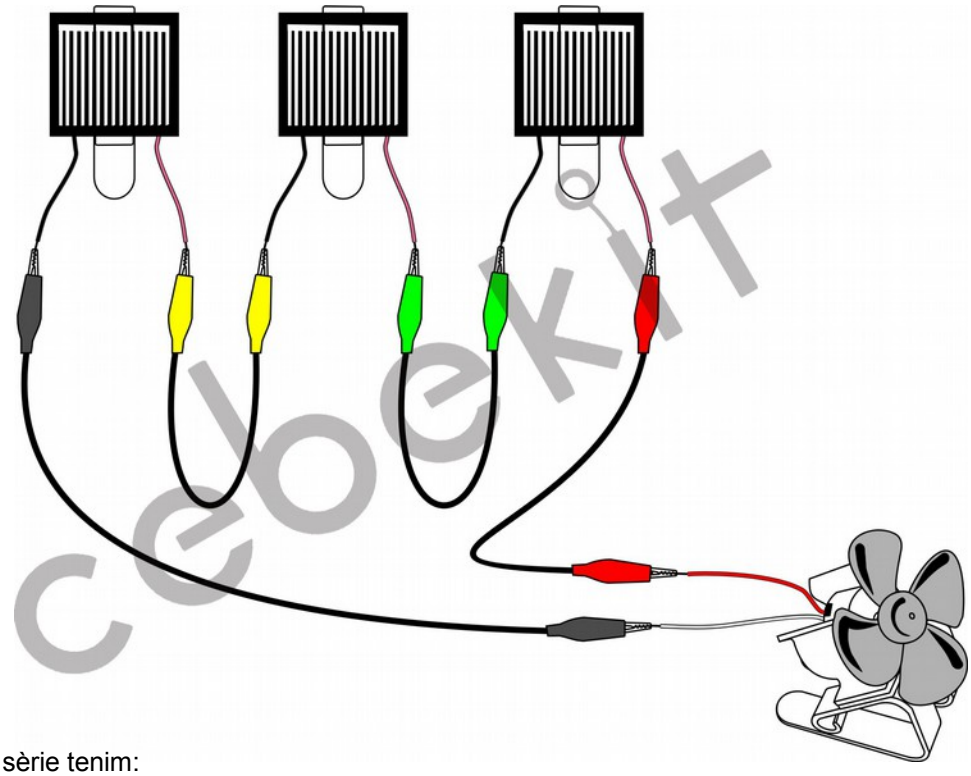


Veure les diferències entre elles i pensar la raó.

Les diferències en la velocitats de cadascun dels muntatges vénen determinades per les condicions meteorològiques, per aquest motiu cal realitzar les proves comparatives el mateix dia amb les mateixes condicions. No menys importants són el pes de les pales i el seu disseny que provoca fregament amb l'aire.
Quan el motor no té cap càrrega (es diu que gira buit), com en el cas de portar la politja petita, és quan gira a major velocitat.

Pràctica 7

Tres cèl·lules en sèrie alimenten motor
Connectar tres cèl·lules en sèrie amb el motor que portarà inserida l'hèlix de 4 pales, segons assenyala el dibuix.

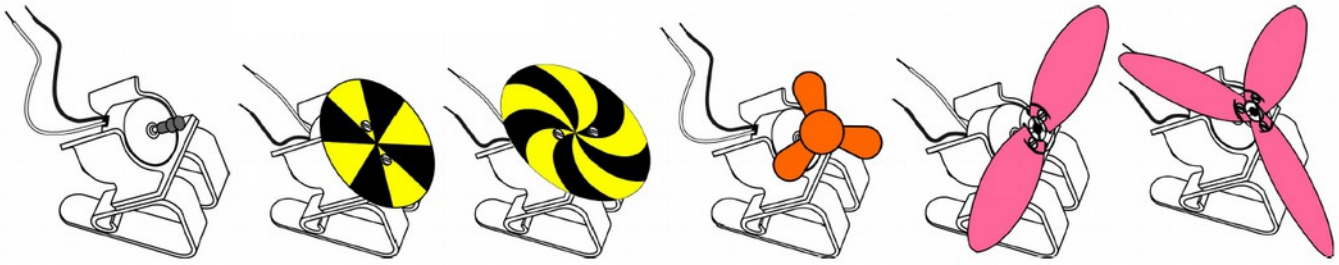


En la connexió en sèrie tenim:

$V_{total} = V_{C1} + V_{C2} + V_{C3}$
$I_{total} = I_{C1} = I_{C2} = I_{C3}$

La intensitat del corrent serà la mateixa per a tot el circuit, mentre que la tensió serà igual a la suma de les tensions de cada cèl·lula.

Realitzar la mateixa prova amb les següents hèlixs:

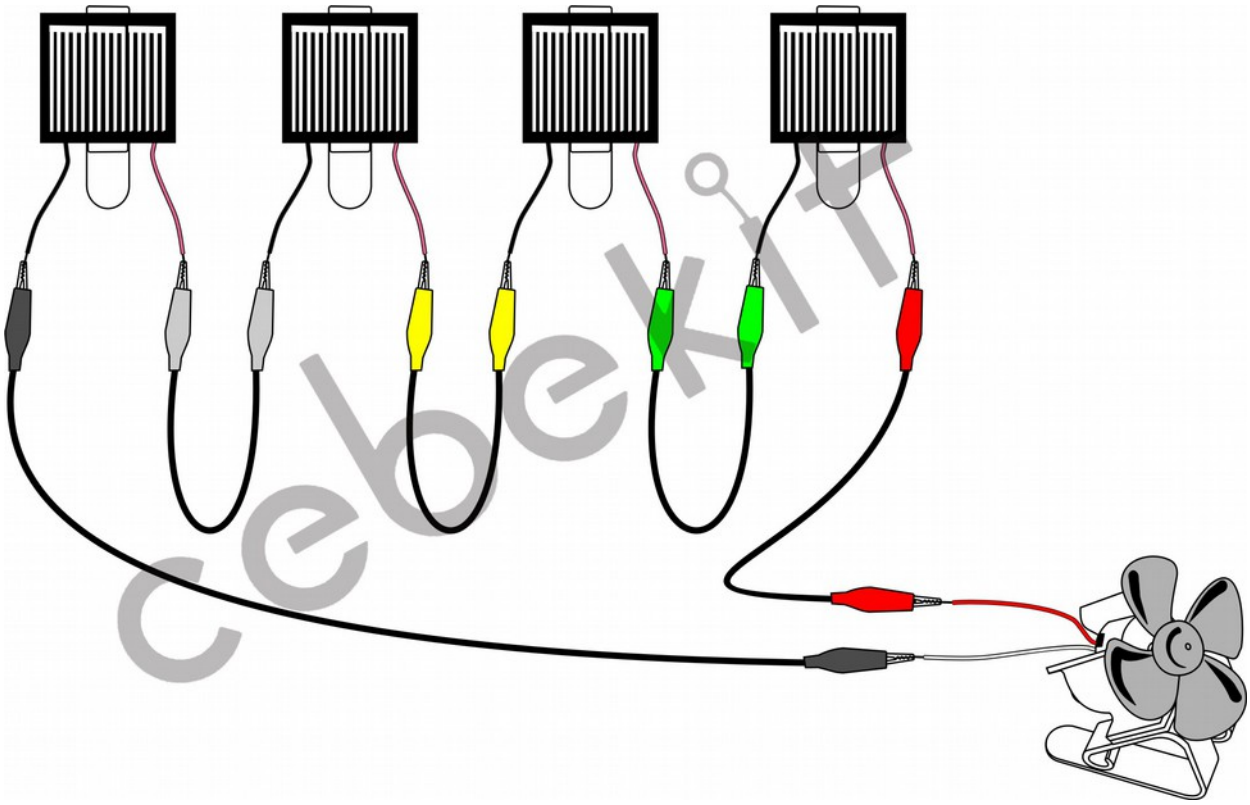


Veure les diferències entre elles i pensar la raó.

Les diferències en la velocitats de cadascun dels muntatges vénen determinades per les condicions meteorològiques, per aquest motiu cal realitzar les proves comparatives el mateix dia amb les mateixes condicions. No menys importants són el pes de les pales i el seu disseny que provoca fregament amb l'aire.
Quan el motor no té cap càrrega (es diu que gira buit), com en el cas de portar la politja petita, és quan gira a major velocitat.

Pràctica 8

Quatre cèl·lules en sèrie alimenten motor
Connectar quatre cèl·lules en sèrie amb el motor que portarà inserida l'hèlix de 4 pales, segons assenyala el dibuix.

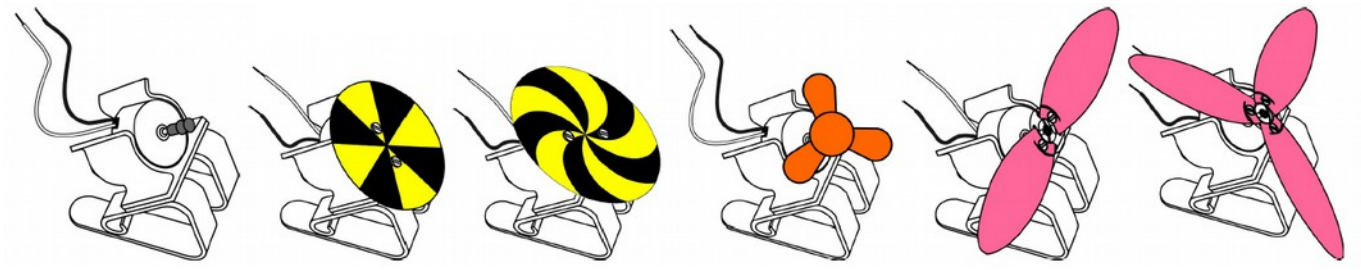


En la connexió en sèrie tenim :

$V_{total} = V_{C1} + V_{C2} + V_{C3} + V_{C4}$
$I_{total} = I_{C1} = I_{C2} = I_{C3} = I_{C4}$

La intensitat del corrent serà la mateixa per a tot el circuit, mentre que la tensió serà igual a la suma de les tensions de cada cèl·lula.

Realitzar la mateixa prova amb les següents hèlixs:

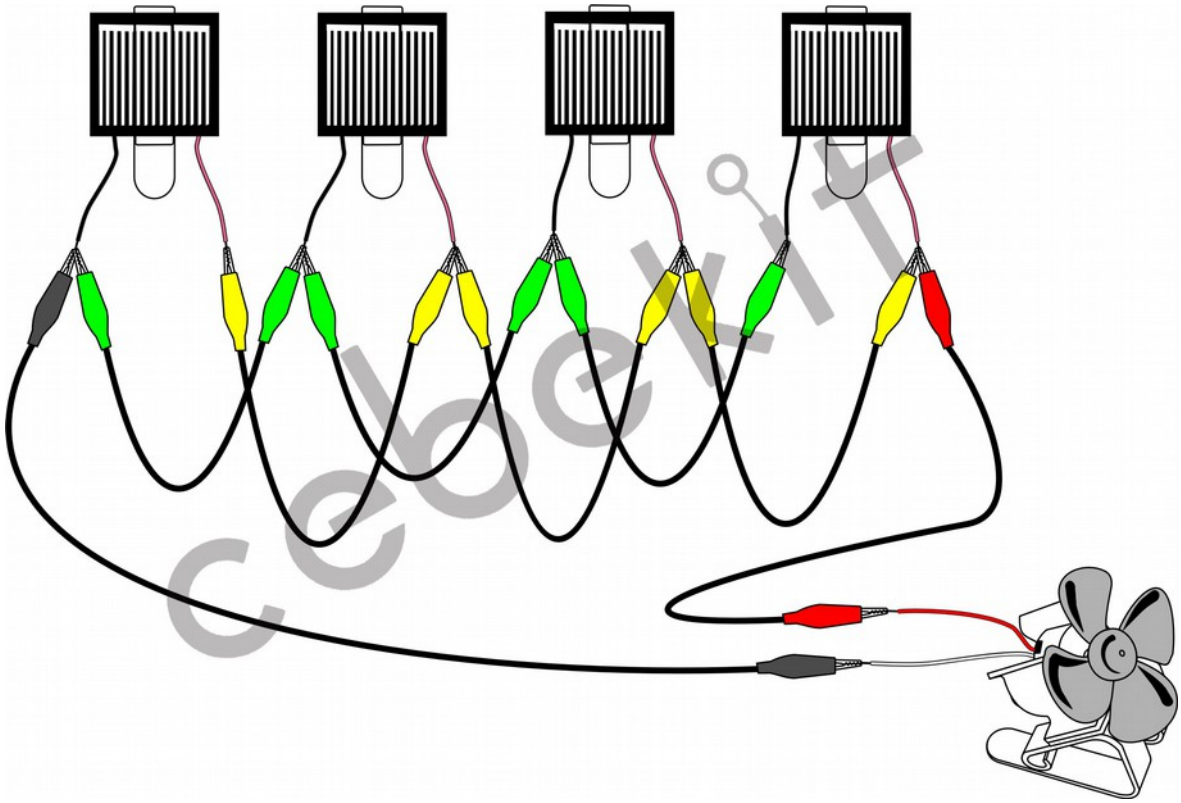


Veure les diferències entre elles i pensar la raó.

Les diferències en la velocitats de cadascun dels muntatges vénen determinades per les condicions meteorològiques, per aquest motiu cal realitzar les proves comparatives el mateix dia amb les mateixes condicions. No menys importants són el pes de les pales i el seu disseny que provoca fregament amb l'aire.
Quan el motor no té cap càrrega (es diu que gira buit), com en el cas de portar la politja petita, és quan gira a major velocitat.

Pràctica 9

Quatre cèl·lules en paral·lel alimenten motor
Connectar quatre cèl·lules en paral·lel amb el motor que portarà inserida l'hèlix de 4 pales, segons assenyala el dibuix. Comparar els resultats amb la pràctica 5 i pensar la raó.

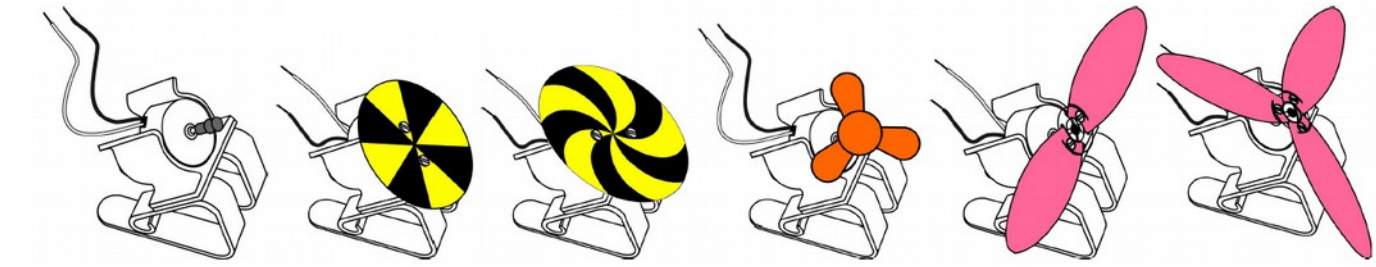


En la connexió en paral·lel tenim:

$V_{total} = V_{C1} = V_{C2} = V_{C3} = V_{C4}$
$I_{total} = I_{C1} + I_{C2} + I_{C3} + I_{C4}$

La tensió resultant és la mateixa que en la pràctica 5 (entre 1,5 V i 1,8V, segons la intensitat del sol). El corrent resultant pot arribar a ser la suma de totes les cèl·lules, però el motor no absorbirà més de 75mA, que és el corrent que pot donar una sola cèl·lula, com en la pràctica 5.

Realitzar la mateixa prova amb les següents hèlixs:

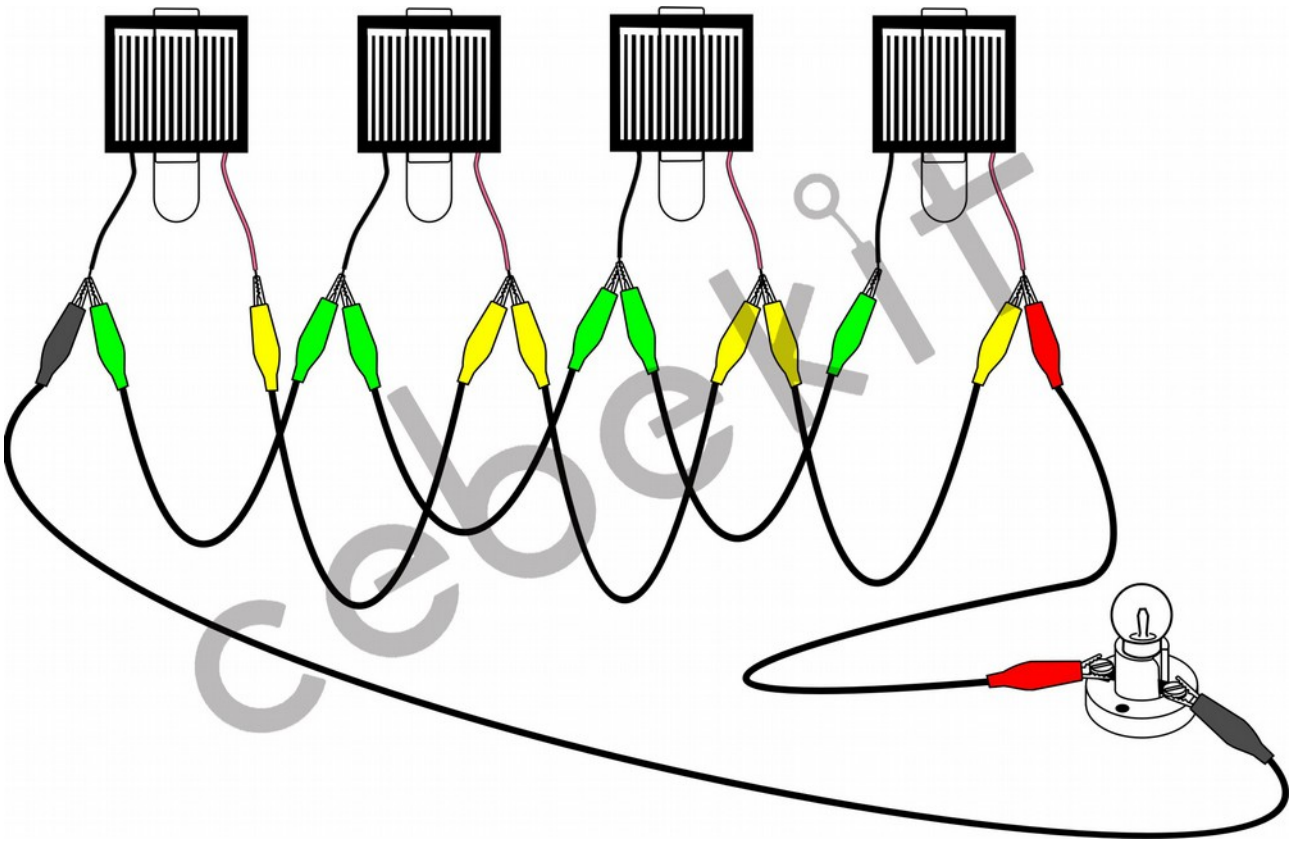


Veure les diferències entre elles i pensar la raó.

Les diferències en la velocitats de cadascun dels muntatges vénen determinades per les condicions meteorològiques, per aquest motiu cal realitzar les proves comparatives el mateix dia amb les mateixes condicions. No menys importants són el pes de les pales i el seu disseny que provoca fregament amb l'aire.
Quan el motor no té cap càrrega (es diu que gira buit), com en el cas de portar la politja petita, és quan gira a major velocitat.

Pràctica 10

Quatre cèl·lules en paral·lel alimenten una bombeta intermitent
Connectar quatre cèl·lules en paral·lel amb el portalàmpades, segons assenyala el dibuix.
A continuació col·locar la bombeta ajustada al portalàmpades.



Què passa?

La bombeta s'encendrà proporcionalment a la il·luminació que rebi del sol.
Als pocs segons que el corrent superi uns 120mA, la bombeta començarà a parpellejar, gràcies a un dispositiu bimetàl·lic que té en el seu interior al costat del filament.

En la connexió en paral·lel tenim:

$V_{total} = V_{C1} = V_{C2} = V_{C3} = V_{C4}$
$I_{total} = I_{C1} + I_{C2} + I_{C3} + I_{C4}$

La tensió resultant és la mateixa que en qualsevol de les cèl·lules.
La intensitat del corrent resultant és la suma de les intensitats de totes les cèl·lules.

Més pràctiques

A partir d'ara experimenti, busqui altres motors solars CEBEKIT, com C-6060, C-6059, C-6058, etc.
Proveu també a canviar la polaritat (intercanviar positiu amb negatiu) en l'alimentació del motor i comprovi què passa. (Atenció, mai ha d'alimentar amb la tensió invertida als LEDs, ja que pot destruir-los.)
Experimenti alimentant a la meitat de la tensió un motor i busqui altres dispositius que pugui alimentar amb algunes o totes les cèl·lules.

Ara és el moment de crear vehicles autopropulsats amb energia solar. Al nostre catàleg www.cebekit.es trobarà tota mena de kits, així com recanvis de cèl·lules i tot tipus d'accessoris.

Únicament ha d'evitar alimentar un dispositiu amb una tensió més gran que la marcada pel fabricant.
Si el corrent que pot generar el panell solar és superior que la que necessita l'equip alimentat, aquest no consumirà més que la requerida per al seu funcionament, sense patir cap avaria ni afectar al panell.

Tot coneixement es contrasta amb l'experimentació
I l'enteniment sempre s'enriqueix amb la diversió

Més informació

El present manual al costat del seu kit d'experimentació i "El meu Quadern Solar" representen un dels propòsits didàctics que CEBEKIT posa a la seva disposició de l'ensenyament en relació a les energies renovables.

L'energia eòlica, la cèl·lula o pila de combustible, d'hidrogen, l'energia termodinàmica, la tecnologia fotovoltaica,
els col·lectors solars tèrmics, al costat d'altres com l'electrònica, electricitat o mecànica són algunes de les línies amb diversitat de kits i productes que comprenen des de la iniciació i l'aprenentatge escolar, ESO, batxillerat, mòduls professionals, fins a l'ús i la instal·lació professional .

El meu Quadern Solar

Entendre i aprendre
la tecnologia fotovoltaica

Per què s'estén l'ús de la tecnologia fotovoltaica?

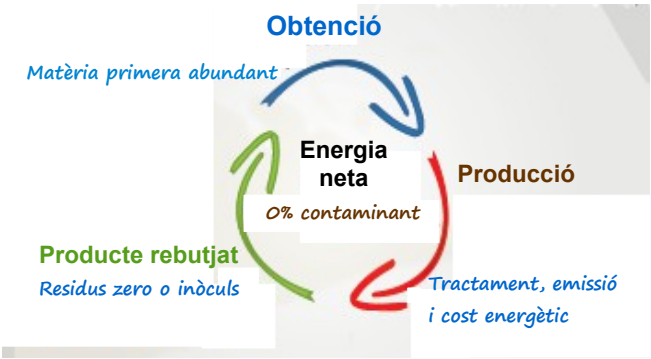
Cada vegada més població i països accedeixen al progrés, més i més demanda energètica i conseqüentment major impacte derivat de la seva fabricació. La situació s'apropa al col·lapse, tant de les fonts d'energies fòssils, com en la sobrecàrrega mediambiental dels residus.
L'efecte hivernacle i el canvi climàtic són unes d'aquestes conseqüències. Sense haver de renunciar al progrés, l'energia no pot continuar trastornant l'ecosistema del planeta. El concepte d'energia neta ha d'afrontar la coexistència entre el medi ambient i la demanda energètica.

Energia neta

Les tres condicions perquè una energia es consideri neta són:
La matèria primera (o recurs) ha de ser inesgotable i innocu per a la Terra. El procés, els materials i residus per obtenir no poden ser contaminants. El cost energètic no pot ser major que la producció obtinguda.
Aquestes condicions es troben en un panell fotovoltaic.
Actualment ja és possible i amortitzable l'habitatge autosuficient. Zones rurals aïllades, habitatges i fins empreses en paratges remots no requereixen una línia elèctrica establerta amb anterioritat.

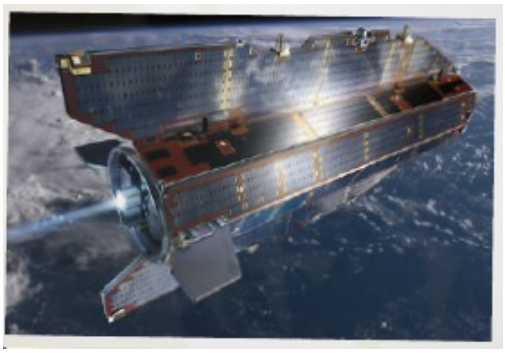
En ser l'espai de les ciutats limitat el seu aprofitament s'observa amb la major cura. Els terrats, teulades i cobertes de les ciutats, únicament ocupades per antenes, podrien aprofitar per col·locar panells solars. Nombroses ciutats ja han anticipat normatives per fer-ho realitat.

La dependència energètica d'altres països provoca situacions complicades quan hi ha conflictes en les zones de producció. L'ús de l'electricitat "neta" com a energia principal i les plantes de producció locals suposarien la independència energètica.



Les energies netes, a més de conservar la natura, asseguren una font d'energia renovable, inesgotable, sense que el progrés quedi sotmès als problemes que ara provoquen les energies fòssils.
La radiació provinent del sol no s'esgotarà en milions d'anys. El principal component del panell fotovoltaic és el silici i és tan abundant que ocupa una quarta part de la superfície de la Terra.
Gràcies a un augment de la producció i una millora constant de seu rendiment, el preu dels panells solars FV, en lloc d'augmentar disminueix any rere any.

Origen, la necessitat.



Des que va aparèixer la industrialització i la necessitat de produir energia, s'han emprat les matèries primeres de la Terra per aconseguir-la.
A partir de la matèria ha estat possible produir electricitat, crear combustible, etc. Obtenir-la d'aquesta manera i en quantitat, així com emmagatzemar i repostar combustible es va fer tan fàcil i habitual que va arrelar en la nostra visió del món i en la manera d'avançar cap al futur.
El següent pas de la humanitat va ser l'espai, però allà no era possible seguir el mètode emprat a la Terra per aconseguir energia. Va ser necessari buscar un mètode que solucionés l'absència de matèria primera en l'espai, un recurs alternatiu, inesgotable, que permetés desenvolupar un dispositiu de captació i un generador d'energia autònom i lleuger.
Així, després d'un intens programa d'investigació i desenvolupament finalment es va trobar una nova tecnologia, el panell fotovoltaic.

Aplicant resultats

La radiació solar és una font constant, almenys en el nostre sistema solar és una font d'energia inesgotable que pot captar-se en l'espai i també a la Terra.

El nom de tecnologia fotovoltaica deriva del grec "φῶς", (phos), que significa llum, i de Volta, en homenatge al físic italià Alejandro Volta.
La definició exposa clarament la seva funció, convertir la llum en electricitat.

Els panells fotovoltaics es van emprar inicialment en la recàrrega de les bateries en els primers satèl·lits. Amb el temps, els panells es van perfeccionar i el seu rendiment va permetre prescindir de les bateries, amb la conseqüent disminució de pes i mida.

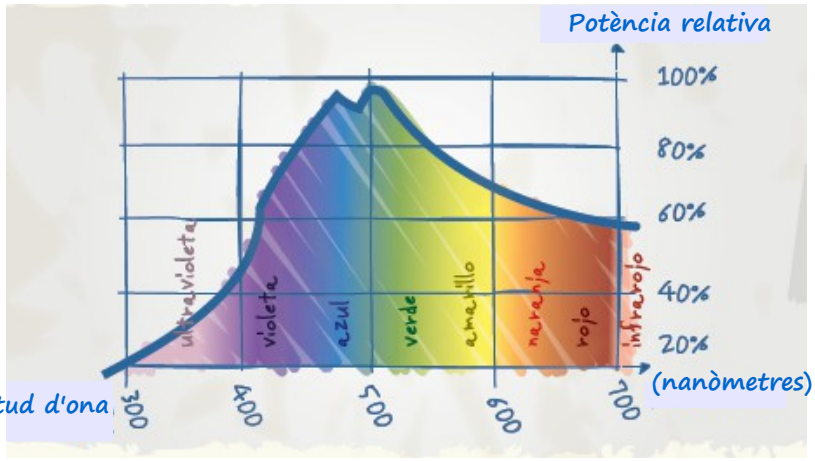
Actualment, a més de vehicles espacials i satèl·lits, la tecnologia fotovoltaica ha estès el seu ús a tot tipus d'aplicacions industrials i domèstiques. Desde centrals completes de producció elèctrica, que el 2013 la més potent superaven els 320 milions de watts, fins innombrables aplicacions com calculadores, joguines, reproductors d'àudio, rellotges, senyals de trànsit, suports vitals en llocs remots, il·luminació autònoma i la seva progressiva implantació en habitatges, cada vegada més autosuficients energèticament.

Com és la llum?

La radiació solar que arriba a la terra pot aprofitar-se per mitjà de la calor que produeix (solar-tèrmica), o mitjançant l'aprofitament de la radiació de la llum (solar-fotovoltaica).
La llum és una part de les radiacions electromagnètiques que emet el Sol, anomenada Radiació Solar.

Què és i quina energia transporta?

La llum no és un element indivisible, sinó que està composta per diferents partícules anomenades fotons, que es classifiquen per la seva "color", és a dir, la seva longitud d'ona. En realitat, la llum blanca pura és la suma de tots els colors i la llum solar els conté tots, fins i tot els que no podem veure, com els infrarojos i els ultraviolats.



Com aprofitar?

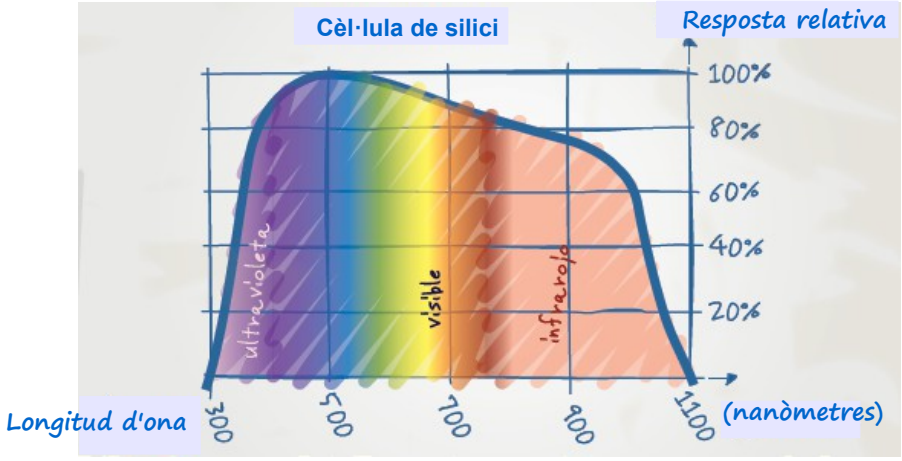
No tots els fotons tenen la mateixa potència energètica. Per exemple, un fotó violeta transporta pràcticament el doble de potència que un de vermell. Aquesta dada és absolutament determinant quan vulguem emprar la llum com a font d'energia.

Llum i electricitat

El principi per convertir la llum en electricitat és emprant la llum com a força motora. Aquesta força hauria de provocar una reacció que generi energia elèctrica, de la mateixa manera que el vent o l'aigua empenyen turbines. El camp magnètic del seu interior provoca el flux magnètic que produeix electricitat.
Però quan es tracta de la llum el procés és lleugerament diferent i per comprendre s'ha d'estudiar com actua a nivell atòmic.

silici

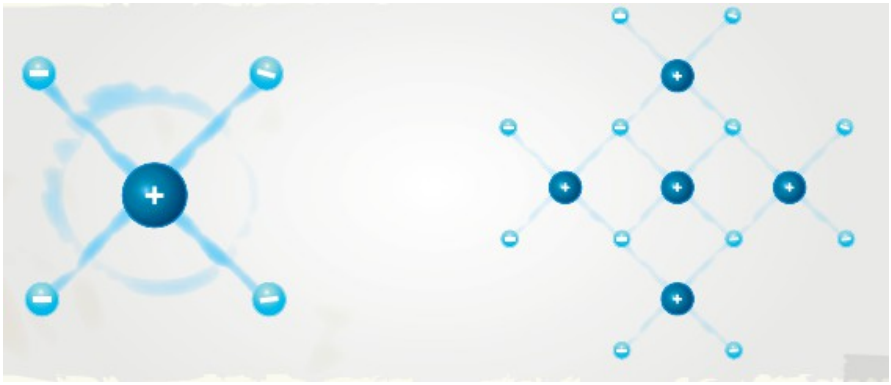
Anteriorment destacàvem que no tots els fotons de la llum eren igual de potents. Així, per aprofitar la força dels diferents tipus, serà necessari un material que respongui de la mateixa manera a com més tipus de fotons millor. La cèl·lula fotovoltaica de silici té aquesta qualitat.



El silici és el principal component de la sorra ordinària. És un recurs natural tan abundant que ocupa una quarta part de l'escorça terrestre. El principal inconvenient i del qual deriva la major part del cost de producció, és el procés de purificació (eliminació d'impureses) fins a obtenir el cristall de silici pràcticament pur.
El cristall de silici és una estructura atòmica molt ordenada. Si s'ampliés exageradament, seria com veure una espessa xarxa de cel·les o un munt de grans ordenats, que de lluny sembla un bloc únic.

En combinar els àtoms de silici per formar un sòlid, ho fan formant una estructura ordenada anomenada vidre. Els "enllaços covalents" són les unions entre aquests àtoms de manera que comparteixen els electrons adjacents, d'aquesta manera es crea un equilibri de forces que manté units els àtoms.

Cada àtom comparteix els seus 4 electrons de valència (els de la capa exterior) amb els àtoms veïns, de manera que té 8 electrons en l'òrbita de valència, com es veu en la figura de baix a la dreta ..



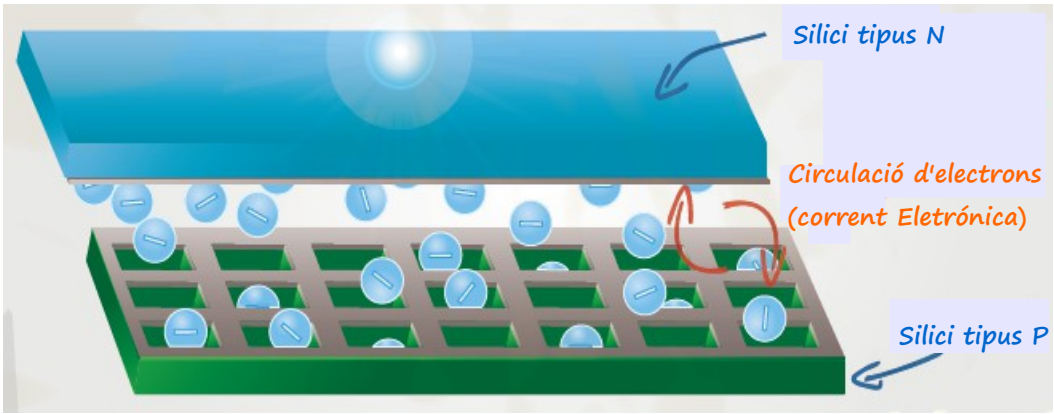
La força de l'enllaç covalent és molt gran perquè són 8 els electrons que queden en cada àtom, encara que siguin compartits. Aquesta característica fa que els enllaços covalents siguin d'una gran solidesa.

Silici N i P

Per aconseguir un flux elèctric, es creen dos tipus de silici per afavorir la circulació d'electrons.

En un s'afegeixen alguns àtoms de fòsfor, que té cinc electrons en la seva última capa. En enllaçar amb els àtoms de silici, la unió predominant és de quatre electrons, quedant un electró lliure "sense associació". Aquesta estructura facilita la conductivitat inicial del silici i es defineix com silici de tipus N.

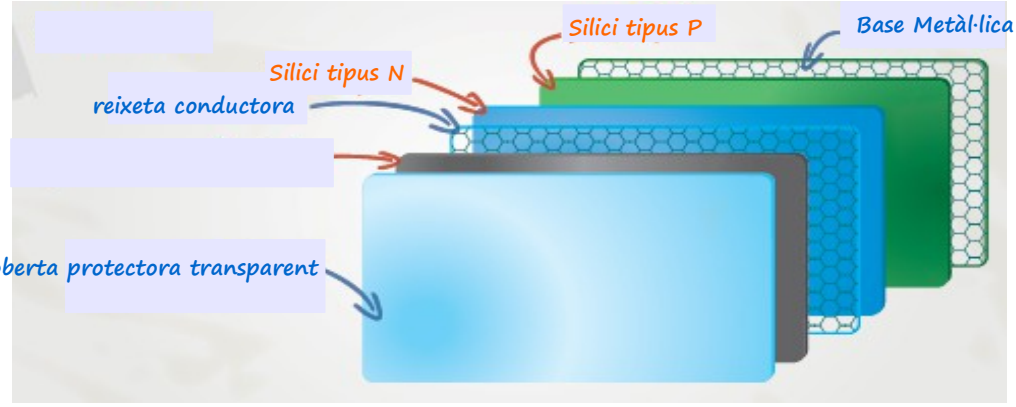
L'altre tipus de silici és el de tipus P. Aquesta vegada s'afegeixen àtoms de bor que tenen una última capa de només tres electrons, el que provoca l'escassetat d'un electró, o dit d'una altra manera, l'oportunitat perquè l'electró "no associat "sigui aprofitat.



En principi ajuntant una capa de silici N amb una altra de silici P, els electrons lliures d'una passarien a ser emprats per l'altra. Però no passa així.
Qui estímul necessiten els electrons en dues capes de silici?
Què pot provocar el flux d'electrons d'una capa a una altra i d'aquest moviment atòmic obtenir un corrent elèctric?
La resposta està en l'energia que transporten els fotons.

La cèl·lula solar fotovoltaica ..

Per poder canalitzar i extreure el corrent elèctric entre les capes de silici N i silici P, cal col·locar una superfície metàl·lica sobre i una altra sota de la unió. Almenys una d'elles, la exposada al sol, ha de ser una reixeta que permeti el pas de la llum fins al vidre. Aquest inconvenient provoca una caiguda del rendiment, ja que obstaculitza el pas de la llum i el dels electrons fins a la superfície metàl·lica, ja ha de superar la resistència del silici, que és un semiconductor.



A més, la superfície tan brillant d'un cristall de silici no afavoreix la penetració dels fotons cap a l'interior, sinó que la majoria són reflectits a l'exterior. Per evitar-ho es fa servir un material anti-reflectant.
Finalment la cèl·lula es completa amb una coberta protectora com el vidre solar, que sense impedir el pas de la llum, permet l'exposició a la pluja, calamarsa, neu i impacte d'objectes transportats pel vent i també és anti-reflectant.
Per regla general el rendiment final aproximat d'una cèl·lula solar de silici és del 15% de producció elèctrica respecte a la llum rebuda. Encara que no ho sembli per la seva lleugeresa i grandària, una cèl·lula solar no pateix gairebé desgast, ni requereix més manteniment que la neteja de la pols o brutícia que es pugui dipositar a la superfície.

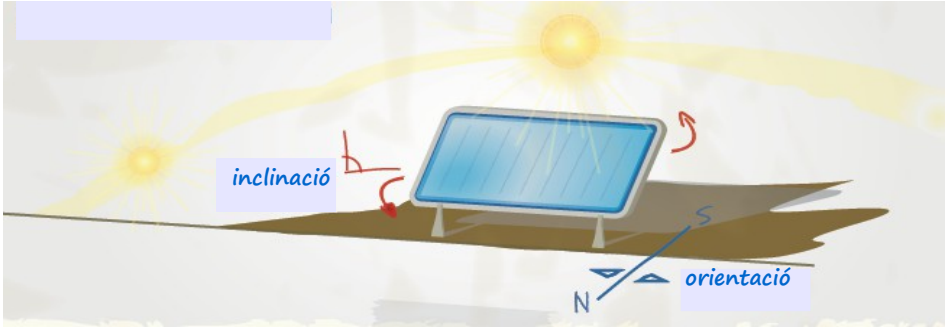
El panell solar fotovoltaic.

Una sola cèl·lula subministra un valor de tensió i corrents relativament baixos, habitualment al voltant dels **0,5 V** de **CORRENT CONTÍNUA**, que no s'aproximen als valors estàndard d'alimentació dels aparells. Per obtenir tensions majors es connecten diverses cèl·lules entre si formant un panell. El panell solar està constituït per diversos grups de cèl·lules connectades en sèrie i paral·lel per aconseguir la tensió i corrent necessàries. Habitualment són corrents les tensions comercials de 6, 9, 12 i 24 V. Els corrents de sortida depenen normalment de la mida de les cèl·lules emprades en la seva construcció.
Per a moltes instal·lacions un sol panell pot no resultar suficient per alimentar una instal·lació completa i es fa habitual la connexió entre diferents panells per obtenir un determinat valor final.

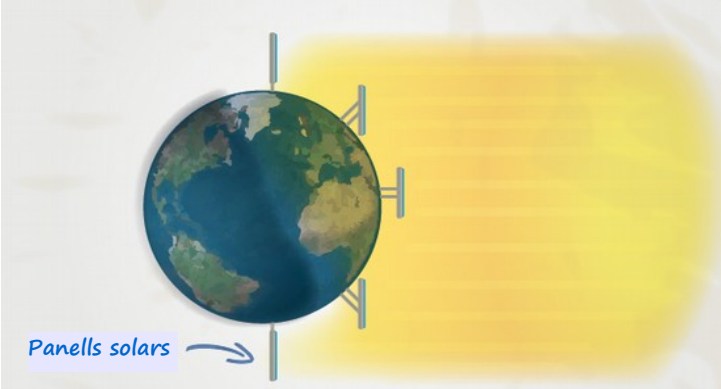
Posicionament del panell i aprofitament del Sol

Tot i que el Sol sempre apareix per l'est i es posa per l'oest, segons l'època de l'any el seu recorregut es produeix a major o menor altura de l'horitzó. Pel mateix motiu, les hores de llum durant el dia varien segons l'estació.
El panell solar ha de situarse de manera que reculli la màxima quantitat de llum solar. Per aconseguir-ho, cal buscar la millor situació horitzontal i vertical, en funció de la zona del globus on s'instal·li. L'horitzontal és per aprofitar el recorregut del sol, mentre que la vertical és perquè tot el panell per igual rebi la màxima radiació respecte a la inclinació del sol.

Per aconseguir la millor situació, dependrà en l'hemisferi on anem a muntar el panell, Si ho instal·lem a l'hemisferi nord, els panells han d'estar encarats al sud. Mentre que si s'instal·la a l'hemisferi sud, els panells han encarar-se al nord. D'aquesta manera, durant el recorregut diari del sol podrem gaudir d'una radiació.



Idealment, hauria de corregir la inclinació vertical del panell almenys en cada estació. Hi han dispositius anomenats seguidors solars, que sempre col·loquen al panell en la posició més profitosa, però en la pràctica el més comú són els suports fixos, o col·locar-los directament sobre la teulada d'un habitatge, sempre que estigui ben orientada.



Per què inclinar?

Pel que fa a la inclinació vertical, a Gibraltar per exemple, la inclinació fixa òptima se situa en 30º, mentre que a Barcelona és de 35º, a Oslo és de 39º i en Murmansk és de 46º.
Per obtenir els valors d'inclinació vertical personalitzats per a cada zona, a Europa es pot consultar la web de la Unió Europea. En aquesta web s'ofereixen a més altres dades específiques per a aplicacions solars avançades.

http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=es&map=europe

Si es desitja obtenir dades a nivell internacional o per als EUA, hi ha una altra web de consulta ..

http://rredc.nrel.gov/solar/calculators/PVWATTS/version1/

A més de la posició adequada, el lloc escollit per al panell no ha de quedar mai a l'ombra. El panell ha de ser fixat sòlidament, és imprescindible que el vent o un altre contratemps no variï la seva posició. També s'ha d'evitar que fulles o altres elements quedin situats en la seva superfície, la seva ombra ocultaria una part del panell.

Quanta energia produeix una instal·lació fotovoltaica ?.

La potència màxima que pot generar un panell fotovoltaic en un lloc determinat depèn dels valors de radiació solar durant l'any. Com aquests valors canvien segons l'estació de l'any i en funció de si és un dia ennuvolat, amb pluja o completament assolellat, per obtenir una referència útil de treball, s'empra un valor orientatiu, el factor regional o Radiació Solar mitjana diària. Aquest factor és la mitjana de radiació diària i s'estableix per zones.
A la península Ibèrica és aproximadament 4, encara que en la zona nord i oest (zona I) és menor de 3,8 i en les zones de major radiació (zona V) pot superar els 5,0.
El càlcul de la producció diària d'un panell és igual a la seva potència màxima multiplicada pel factor regional.
Per exemple, un panell de 12 V i 36 W situat a la península Ibèrica, la potència mitjana que generaria en un sol dia serien 36W · 4 = 144 W.

Unitats de treball.

Tant les cèl·lules per separat com els panells poden agrupar de la mateixa manera, en paral·lel per augmentar el corrent total que poden subministrar, o en sèrie on el corrent no varia i és la tensió final la que augmenta.

Abans d'agrupar panells, encara que sense aprofundir massa, es fa necessari conèixer les tres unitats bàsiques per treballar amb electricitat i panells solars.

Tensió. La seva unitat és el volt, i es representa amb "V".

1 kV = 1000 V
(1 kilo-volt = 1000 volt)

1 V = 1000 mV
(1 volt = 1000 mili-volt)

Corrent o intensitat. La seva unitat és el ampere i es representa amb una "A".

1 kA = 1000 A
(1 kilo-ampere = 1000 ampere)

1 A = 1000 mA
(1 ampere = 1000 mili-ampere)

Potència. És el resultat de multiplicar la tensió pel corrent. La seva unitat és el watt i es representa amb una "W".

1 kW = 1000 W
(1 kilo-watt = 1000 watt)

1 W = 1000 mW
(1 watt = 1000 mili-watt)

La funció de la potència (producte de la tensió per corrent) podrà ser buidada en funció de quina sigui la variable que busquem.

$$W = V \cdot I \qquad V = \frac{W}{I} \qquad I = \frac{W}{V}$$

Exemple :

El fabricant indica que el seu panell solar de 12V proporciona 36 W
¿Quina serà la corrent màxima que subministraria?

Aïllem la fórmula de càlcul de la potència en funció del corrent $\mathbf{I = \frac{W}{V}}$

Traslladant els valors a la fórmula: $I = \frac{36}{12} = 3$ A

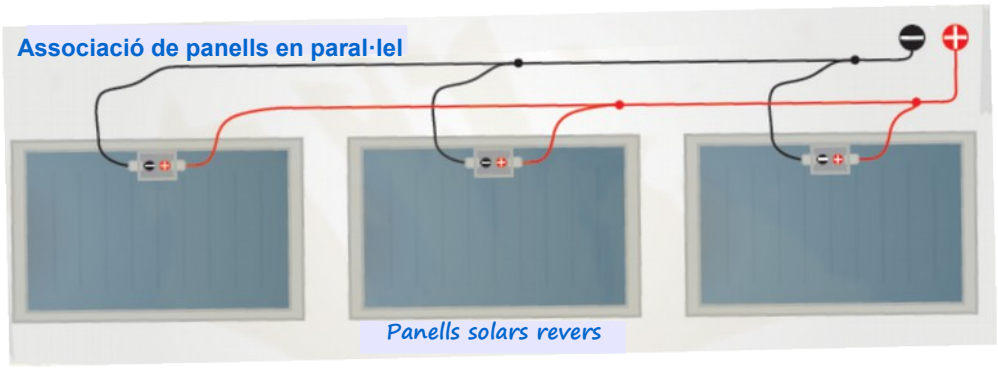
Es tracta d'un panell solar que pot generar 3 A a 12 V

Agrupament en sèrie i paral·lel.

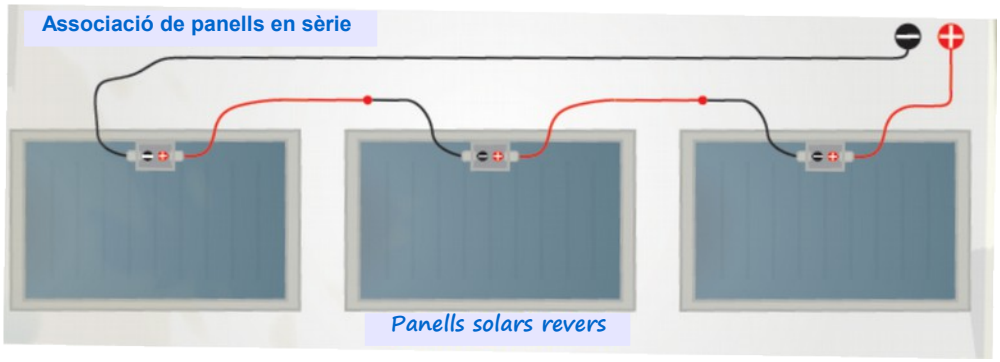
Qualsevol equip o dispositiu elèctric funciona a una tensió específica i requereix (consumeix) un corrent determinada. Segons siguin aquests paràmetres, caldrà agrupar diversos panells per aconseguir la tensió i corrent que necessitem. Habitualment les tensions més familiars són 230 VAC (corrent altern), però en aplicacions solars la tensió de treball comú és 12 VDC (corrent continu).
Actualment ja existeixen electrodomèstics i sobretot llums que funcionen a 12 V. DC, però quan no és possible s'empren equips convertidors de 12 V corrent continu a 230 V corrent altern.
Les pèrdues en la conversió estan sobre el 40%, mentre que en els equips reguladors són només del 30%.

Com es fa una agrupació sèrie o paral·lel?
Un panell subministra una tensió contínua polaritzada (CC o DC). Dit d'una altra manera, té un positiu i un negatiu.

Una associació en paral·lel és aquella en la qual s'uneixen entre si diversos panells, unint en un sol pol tots els positius i en un altre pol tots els negatius.



Una associació en sèrie és aquella en la qual el pol positiu s'uneix al pol negatiu del mòdul següent. Com si de vagons de tren es tractés. Al final queda sempre un pol positiu lliure i un pol negatiu lliure a cada extrem de l'associació.



Quan es connectaran diversos panells en sèrie ?.

Quan es desitgi elevar la tensió de treball.
La tensió resultant serà igual a la suma de les tensions de cada panell. El corrent en canvi no variarà.

Exemple :
Calcular la sortida en unir en sèrie 3 panells fotovoltaics iguals, de 12 V i 3 A cadascun.

La tensió final és igual a la suma de les tres tensions. 12 V + 12 V + 12V = 36 V
El corrent o intensitat resultant no variarà, es mantindrà en 3 A
La potència és el resultat de la tensió pel corrent, és a dir 36 V x 3 A = 108 W

Quan es connectaran panells en paral·lel ?.

Quan es desitja obtenir un corrent més gran.
En aquest cas la tensió es manté i el corrent serà la suma de totes.

Exemple:
Calcular la sortida en unir en paral·lel tres panells fotovoltaics iguals, de 12 V i 3 A cadascun.

La tensió final serà 12V
El corrent serà igual a la suma de les tres. 3 A + 3 A + 3 A = 9 A.
La potència també aquí canvia, tot i que el valor final resulti el mateix, 12 V x 9 A = 108 W

Un sistema mixt és possible?

Un grup de panells FV (fotovoltaics) units entre si en sèrie pot agrupar perfectament amb un altre grup de panells FV units entre si en paral·lel, segons ens convingui ..

Exemple:
Imaginem que cal una tensió final de 24 V i un corrent de 21 A, però únicament es disposa de panells de 12 V i 3 A per aconseguir-ho. Podem fer el muntatge amb aquests panells?

La solució és senzilla. Primer es busca com obtenir la tensió final. Farem una primera agrupació de dos panells en sèrie. El resultat serà 12 V + 12 V = 24 V i 3 A.
Per aconseguir els 21 A, es divideix aquest valor de corrent entre 3 A, que és el corrent de cada panell.

Per tant, $\frac{21A}{3\ A}$ = 7 grups

Així s'hauran de crear 7 grups en paral·lel de 24 V i 3 A (cada grup estarà format per dos panells en sèrie).
Resumint, necessitarem 14 panells de 12 V i 3 A i aconseguirem 24 V i 21 A, que ens donaran una potència de 24V x 21 A = 504 W

NOTA: Aquest kit és per a nens a partir de 12 anys, sempre acompanyat per un adult

Material pedagògic per a pràctiques d'aprenentatge en contextos educatius sota la vigilància d'instructors adults. Aquest producte MIRATGES. No apte per a menors de 3 anys, per contenir peces petites que poden ser empassades. Conserveu aquest fullet i les dades de contacte.

.

Cebekit® és una marca
Registrada del Grup Fadisel