



**PLANET  
CHANGE**

# Alineación de paneles solares: Cómo optimizar la energía en el espacio

Manual del profesor



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

**Planet change** is the short name of an EU Erasmus+ project aimed at VET teachers and their students. With small activities, the idea is to create awareness about sustainability and acquire 21st century skills. All this is done in a technical context, mostly from space technology.

[www.planetchange.eu](http://www.planetchange.eu)



<https://www.planetchange.eu>

## Contenido:

1. Información general .....	4
Tema .....	4
Actividad .....	4
2. Introducción.....	5
Descripción de la actividad .....	11
3. Parte 2: Actividad.....	14
4. Parte 3: Hoja de ejercicios .....	16
5. Parte 3: Reflexión .....	17
6. Parte 4: Un posible futuro .....	18
7. Anexo I: Materiales .....	19
8. Anexo II: Antecedentes / tutoriales / ejemplos .....	20



<https://www.planetchange.eu>

# 1. Información general

**Finalidad:** *Los alumnos aprenden a utilizar/instalar paneles solares de la forma más eficiente y cómo los satélites llegan a discernir la dirección del Sol.*

**Grupo destinatario, centros de FP:** Véase el anexo

**Grupo destinatario, edad:** 16-18 / 18-20

**Nivel del Marco Europeo de Cualificaciones:** 1/2/3

**Duración:** unos 60 minutos

**Ubicación:** Aula

**Programas informáticos:** *Entorno virtual de programación de satélites*

## Antecedentes

*Para que los paneles solares produzcan energía de forma eficiente deben colocarse en ángulo perpendicular al sol. Los paneles solares terrestres suelen instalarse con un ángulo fijo. Ese ángulo depende sobre todo de la latitud en la Tierra. Sin embargo, los paneles solares de los satélites deben ajustar constantemente su posición para mantenerse orientados hacia el sol.*

## Tema

### Tema

Eficiencia energética

### Palabras clave

*Orientación del satélite, ángulo, potencia de salida, programación, paneles solares, matriz solar, células fotovoltaicas, energía solar, energía solar, sensor solar.*

## Actividad

### Objetivos de aprendizaje

El alumno obtendrá mejores conocimientos y formación sobre:

1. Conocimientos generales sobre:
  - a. la importancia de los paneles solares en la tierra y en el espacio
  - b. el ángulo ideal para obtener la máxima potencia de un panel solar



<https://www.planetchange.eu>

- c. consideraciones a tener en cuenta al instalar un panel solar en el suelo
- d. por qué el posicionamiento es diferente en los satélites que en los paneles solares terrestres
- e. explorar algunas formas de orientar los paneles solares de un satélite hacia el

### Actividades:

- a. Aprenda cómo funciona un sensor solar. Tras plantear la hipótesis de cómo los satélites mantienen correctamente orientados sus paneles solares, los alumnos se inician en el funcionamiento de un sensor solar. A continuación, los alumnos diseñan y construyen un modelo de sensor solar.
  - b. Introducción a la programación. Aprenderán a programar un satélite virtual para que ajuste activamente el ángulo de sus paneles solares, de modo que siga estando perfectamente orientado hacia el sol mientras orbita alrededor de la Tierra.
3. Los alumnos reflexionan sobre lo que han aprendido acerca de la orientación de los paneles solares y cómo determinar la posición del sol.
  4. Se muestran a los alumnos ejemplos de profesiones en las que se aplican estos conocimientos (en una carrera en la industria espacial).
  5. Ejemplo de empleado mecánico/instalador de paneles solares (utilizando datos por satélite)

### Resumen de la actividad

En primer lugar, los alumnos aprenderán por qué los paneles solares deben alinearse hacia el sol en un ángulo de 90 grados para alcanzar la máxima eficiencia. Discutirán y aprenderán algunas de las consideraciones para elegir el ángulo óptimo para los paneles solares fijos en tierra. Aprenderán por qué los paneles solares de los satélites ajustan su ángulo y explorarán diferentes métodos para saber cómo hacerlo. Durante la actividad, los alumnos diseñan y construyen una versión en papel de un sensor solar, un dispositivo que mide la dirección del Sol. Presentan su sensor solar a la clase y comprueban si es capaz de determinar la dirección de la luz. Además, los alumnos pueden programar un satélite virtual para actualizar la orientación de sus paneles solares con el fin de obtener la máxima eficiencia energética/potencia.

Tras las actividades, los alumnos reflexionan sobre lo que han aprendido acerca de la orientación de los paneles solares y cómo determinar la posición del sol. La lección puede terminar con ejemplos de estudiantes de FP con una profesión en esta línea de trabajo. Esta lección podría ampliarse con una excursión / viaje de estudios a una empresa de energía solar.



<https://www.planetchange.eu>

## 2. Introducción

### *Alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible*

Los paneles solares son una forma cada vez más popular de generar electricidad, y con razón. Utilizan la fuerza del sol para generar energía limpia y renovable, lo que significa que tienen un menor impacto negativo en el medio ambiente. Hay muchas razones por las que los paneles solares son importantes, incluida su contribución a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. En primer lugar, los paneles solares ayudan a reducir nuestra dependencia de los combustibles fósiles, lo que es esencial para alcanzar el ODS 7: Energía asequible y limpia. Los combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo, son recursos no renovables que contribuyen al cambio climático y a la contaminación atmosférica. Utilizando paneles solares para generar electricidad, podemos reducir nuestra dependencia de estos combustibles nocivos y avanzar hacia una energía más limpia.

futuro sostenible. En segundo lugar, los paneles solares pueden ayudar a reducir los costes energéticos, que también es un aspecto importante del ODS 7. Una vez instalados, los paneles solares pueden generar electricidad de forma gratuita. Una vez instalados, los paneles solares pueden generar electricidad de forma gratuita, lo que significa que puedes ahorrar dinero en tus facturas de energía. El retorno típico de la inversión en paneles solares es de unos 8 a 12 años, dependiendo del precio de los paneles solares, el precio de la electricidad y la cantidad de sol que se espera recibir. Además, muchos gobiernos y empresas de servicios públicos ofrecen incentivos y descuentos a quienes instalen paneles solares, lo que los convierte en una opción aún más asequible. En tercer lugar, los paneles solares pueden aumentar el valor de su vivienda, lo que contribuye al ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles. Los estudios han demostrado que las casas con paneles solares se venden más caras que las que no los tienen, lo que las convierte en una inversión inteligente para los propietarios. Esto también puede ayudar a estimular la economía y crear puestos de trabajo, lo que es importante para alcanzar el ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico. Por último, los paneles solares ayudan a mitigar los efectos del cambio climático reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que es crucial para alcanzar el ODS 13: Acción por el Clima. Al optar por la energía solar en lugar de los combustibles fósiles, los particulares y las empresas pueden reducir su huella de carbono y ayudar a proteger el planeta para las generaciones futuras. En conclusión, los paneles solares no solo son importantes para reducir los costes energéticos, aumentar el valor de las propiedades y crear puestos de trabajo, sino que también son una herramienta crucial para alcanzar los ODS, concretamente el ODS 7 y el ODS 13. Aprovechando el poder del sol, podemos trabajar por un futuro más sostenible, rentable y resistente al cambio climático.



<https://www.planetchange.eu>

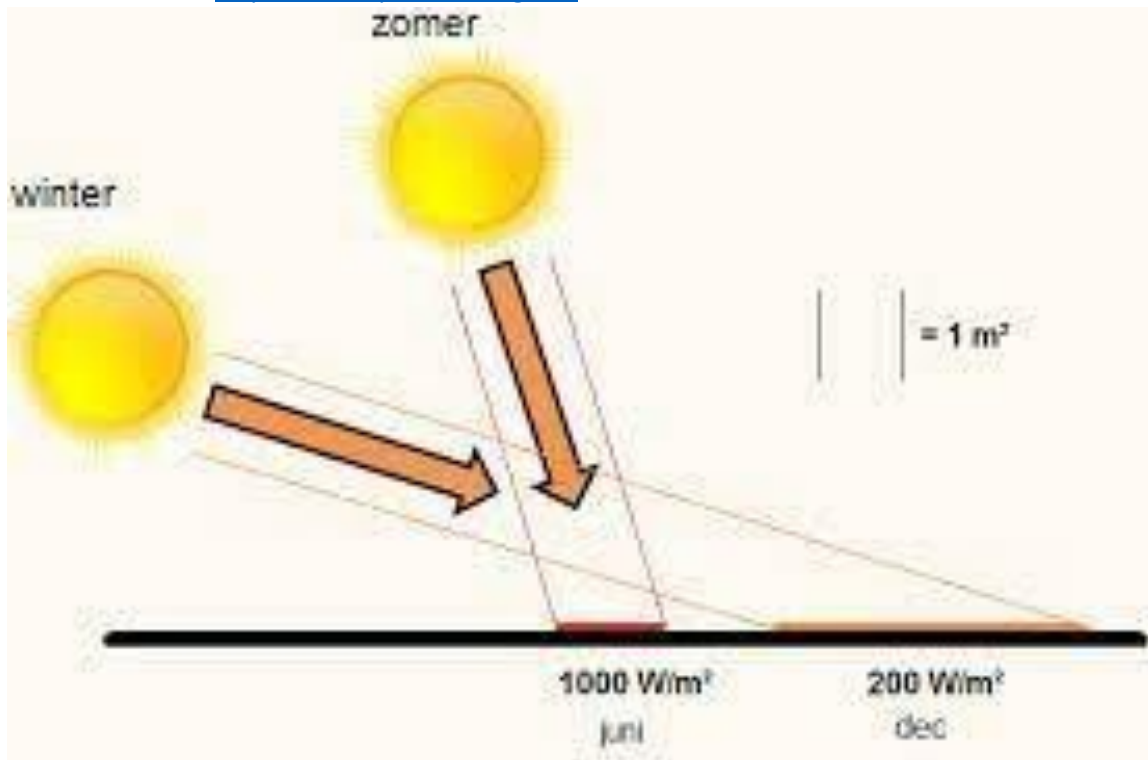



### *Eficacia de los paneles solares*

La cantidad de energía que genera un panel solar depende de muchos factores, como el tipo de panel y su tamaño. Sin embargo, sea cual sea el tipo o el tamaño, la eficiencia de un panel solar viene determinada sobre todo por el ángulo con el que la luz solar incide en su superficie. Los paneles solares funcionan mejor si la luz incide perpendicularmente sobre su superficie. Es decir, con un ángulo recto (90 grados). De este modo, un haz de luz ilumina el punto más pequeño y, por tanto, el más intenso. Si un haz de luz incide sobre el panel solar con un ángulo poco pronunciado, la misma cantidad de luz se "difumina" sobre una superficie mayor. Otra forma de visualizar esto es darse cuenta de que los paneles solares pueden recibir más rayos de sol en un ángulo perpendicular que en un ángulo poco profundo.



<https://www.planetchange.eu>



Hay otros factores y consideraciones a tener en cuenta para maximizar la producción de energía de los paneles solares, sobre todo en el caso de los terrestres. Como el sol cambia constantemente de posición y ángulo, los paneles solares que ajustan su orientación para mantener un ángulo perpendicular con el sol serán más eficientes, pero también más costosos. Para ello, primero hay que hacer un seguimiento del sol o conocer su posición a lo largo del año. Después, se pueden mover los paneles para mantener el ángulo perpendicular (en la medida de lo posible). Esto significa que estos sistemas necesitan sensores, datos de proceso, motores o actuadores para mover el panel, un armazón más sofisticado sobre el que instalarlo y más servicio y mantenimiento. Aunque estos sistemas son cada vez más comunes y económicamente viables en determinadas situaciones, a menudo sigue siendo más fácil y barato instalar más paneles solares fijos, pero con un ángulo inferior al óptimo.

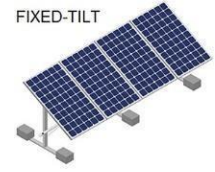




<https://www.planetchange.eu>

Por tanto, la instalación de paneles solares fijos es necesariamente un compromiso. Hay que elegir un ángulo fijo que proporcione la mayor cantidad de energía media en comparación con todos los demás ángulos fijos. Determinar cuál es ese ángulo depende de varios factores. En primer lugar, cuando se instalan en el hemisferio norte, los paneles solares fijos deben orientarse hacia el sur, mientras que en el hemisferio sur los paneles solares deben orientarse hacia el norte. Luego, el ángulo óptimo de inclinación depende de la latitud. Cuanto más extrema sea la latitud, mayor debe ser el ángulo de inclinación. En el ecuador, esto significa que los paneles solares fijos están orientados hacia arriba (es decir, apoyados en el suelo). En los polos, sin embargo, los paneles tendrían que instalarse perpendiculares al suelo.

FIXED-TILT



SINGLE AXIS TRACKERS



DUAL AXIS TRACKERS



Hay otras consideraciones que conviene tener en cuenta a la hora de orientar los paneles solares fijos. Puede haber objetos (por ejemplo, casas, montañas o árboles) que bloqueen el sol durante determinadas horas. Por ejemplo, cuando el sol de la mañana está bloqueado junto a una montaña. En estos casos, los paneles solares no deben interponerse entre el sol naciente por el este y el sol poniente por el oeste, orientándose al norte o al sur. (según el hemisferio), pero debería orientarse más hacia el oeste. A la inversa, los paneles deberían orientarse más hacia el este si el sol de última hora de la tarde está bloqueado.

¿Cuándo es más necesaria la energía solar? Esto podría ser otra consideración, sobre todo cuando la electricidad no puede almacenarse o venderse a la red eléctrica. Si el consumo de energía suele ser mayor por la mañana o por la tarde, la orientación óptima de los paneles se inclina hacia el este o el oeste, respectivamente. El hecho de que el consumo de energía sea mayor en invierno (por ejemplo, para calefacción) o en verano (por ejemplo, para aire acondicionado) también hace que los paneles se coloquen con una inclinación mayor o menor, respectivamente.

Por último, los paneles solares rinden mejor a temperaturas moderadas, ya que las temperaturas más altas o más bajas pueden reducir la eficiencia. La temperatura óptima para la mayoría de los paneles solares es de unos 25 °C. Por cada grado por encima de 25°C, la producción de un panel solar puede disminuir entre un 0,3% y un 0,5%, lo que afecta a la producción total de energía. Por lo tanto, si los paneles solares se colocan con brisa o protegidos del viento, rodeados de objetos en sombra o masas de agua, todo ello afecta a la temperatura y, por lo tanto, a la eficiencia del panel solar.

### *Paneles solares en el espacio*

Los paneles solares son una de las principales formas que tienen los satélites y las estaciones espaciales de abastecerse de la energía necesaria para funcionar. Los satélites necesitan funcionar de forma independiente durante muchos años. Por razones obvias, no se puede conectar un satélite a la red eléctrica, la mayoría de las baterías no duran años o no podrían proporcionar la energía necesaria, y tampoco se podría tener un generador diésel en una nave espacial. Por suerte, en el espacio hay mucha energía solar y no hay nubes que la

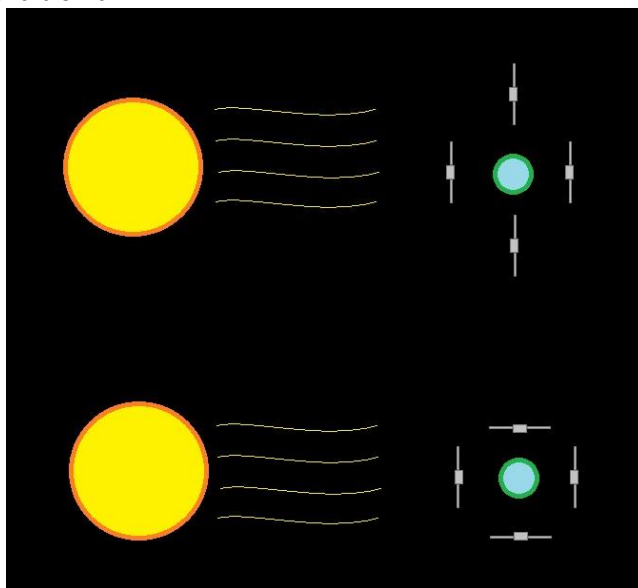


<https://www.planetchange.eu>

bloqueen. Sin embargo, ¿cómo se colocan los paneles solares cuando se atraviesa el espacio a velocidades de vértigo?

Como hemos visto, los paneles solares en la Tierra suelen tener una orientación y una inclinación fijas por razones económicas. Como es muy caro transportar material al espacio, esta razón no es válida para los paneles solares espaciales. Aunque los precios están bajando constantemente, todavía cuesta miles de euros llevar un kilogramo al espacio. Por lo tanto, es más barato añadir un sistema pequeño y ligero que pueda ajustar la orientación del panel solar, que llevar más paneles solares. Esta es también la razón por la que los paneles solares utilizados en el espacio son de la mejor calidad. Para obtener la máxima cantidad de energía por kilogramo llevado al espacio. Además, cuando un satélite se pone en órbita, sus paneles solares se pliegan y se guardan dentro de la carga útil de un cohete. Por tanto, los paneles de los satélites ya deben plegarse y moverse de todos modos. Otra razón para ajustar la orientación de los paneles solares es que la gama de ángulos del sol suele ser mucho más variable en el espacio que en la Tierra. Mientras que un panel solar terrestre permanece en la misma latitud, la mayoría de los satélites no. Además, ese ángulo cambia rápidamente debido a las tremendas velocidades a las que los satélites zumban alrededor de la Tierra. Por último, mover masa en tierra es mucho más difícil que en el espacio. Mientras que un sistema de ajuste de este tipo en la Tierra necesita mover y soportar mucho peso, los paneles solares en el espacio carecen de peso debido a la microgravedad. Los paneles solares en el espacio son, por tanto, mucho más fáciles de mover en cualquier dirección, y no necesitan ningún soporte para mantenerse en esa posición.

La orientación de un satélite suele ser tal que una de sus partes, normalmente un sensor o un transmisor, esté siempre orientada hacia la Tierra. Los satélites se mueven del mismo modo que la Luna: siempre orientados hacia la Tierra. A este tipo de objetos se les llama bloqueados marealmente. Esto hace que el ángulo del sol cambie más a lo largo del tiempo en comparación con un satélite que no gira 360 grados durante una rotación completa alrededor de la tierra.



Afortunadamente, en órbita hay pocos factores que puedan alterar el ángulo o la rotación de un satélite, por lo que su trayectoria se conoce casi por completo con mucha antelación. Sin embargo, las pequeñas diferencias en



<https://www.planetchange.eu>

la fuerza del campo gravitatorio de la Tierra, los vientos solares y el pequeño arrastre de las pocas moléculas que hay en el espacio pueden cambiar ligeramente la posición, rotación u orientación de un satélite. Con el tiempo, estas pequeñas alteraciones pueden llegar a ser significativas. Por tanto, aunque se pudiera calcular y programar de antemano la posición correcta del conjunto solar de un satélite, seguiría siendo necesario comprobar y corregir pequeñas perturbaciones desconocidas pero inevitables. Teóricamente, además de la forma programada, se podría pensar en varios métodos para mantener el ángulo perpendicular. Por ejemplo, el satélite puede hacer pequeños ajustes en cualquier dirección. Sólo si el ajuste produce un aumento de potencia, se mantiene el ajuste. En realidad, la mayoría de los satélites, si no todos, utilizan sensores solares. Estos dispositivos especiales de navegación dejan pasar una pequeña cantidad de luz que incide sobre un detector. El ángulo del sol puede determinarse a partir del punto en el que la luz incide en el detector.

## Descripción de la actividad

### Parte 1: Introducción en clase a los paneles solares en la Tierra y en el espacio [35 min].

- a. Presente a los alumnos la importancia de los paneles solares en la Tierra (por ejemplo, independencia energética, producción local, no fósil/renovable, menos emisiones, alcanzar los ODS, cambio climático, etc.). **[5 minutos]**
- b. *Pregunta a la clase cuál creen que es la orientación óptima del panel solar.*

Con la ayuda de una linterna y una hoja de papel cuadriculado, muestra a los alumnos por qué los paneles solares deben estar orientados perpendicularmente hacia el sol para obtener la máxima eficiencia y, por tanto, la mayor producción de energía. **[5 minutos]**

CONSEJO: Con un sencillo montaje de una pequeña célula solar conectada a un voltímetro, un ventilador o una bombilla puedes demostrar la orientación óptima mostrando que cambiando el ángulo de la luz del sol o de una linterna se consigue un ventilador más rápido/más lento o una bombilla más brillante/más tenue.

- c. Cómo orientar un panel solar fijo para aprovechar al máximo la energía que suministra puede depender de muchas consideraciones. Desde nuestro punto de vista, el sol se desplaza por el cielo de este a oeste. Además, en cualquier lugar fuera del ecuador el sol se sitúa alto en el cielo durante el verano, pero permanece bajo durante el invierno.

*Pregunta a la clase por qué estos hechos sobre nuestro Sol son un "problema" a la hora de instalar paneles solares fijos.* **[5 minutos]**

- d. Diga a los alumnos que los paneles solares en la Tierra están en su mayoría fijos por razones económicas. Explique que esto también significa que obtenemos una potencia subóptima.



<https://www.planetchange.eu>

*Pregunte a la clase qué consideraciones hay que tener en cuenta a la hora de determinar la posición fija y el ángulo óptimos de los paneles solares. [5 minutos]*

Posibles consideraciones (mencione las que hayan omitido los alumnos):

¿Optimiza para el sol de la mañana, del mediodía o de la tarde? Esto puede depender de su perfil de consumo de energía durante el día. Por ejemplo, si sólo está en casa por la mañana y consume la mayor parte de la energía en ese momento, es posible que desee optimizar el ángulo del panel solar de forma que maximice la producción de energía durante esas horas. La posibilidad de almacenar energía o de venderla a la red también es importante en este caso.

¿Hay algún objeto que bloquee el sol durante determinadas horas del día? Por ejemplo, si un edificio o unos árboles bloquean el sol de la mañana durante la mayor parte del año, el mejor ángulo medio estará sesgado hacia uno en el que reciba la mayor parte del sol del mediodía y de la tarde.

¿Necesitas o utilizas más la energía en invierno o en verano? Si tu consumo de energía es mayor en verano (por ejemplo, el aire acondicionado), es posible que quieras colocar los paneles solares en un ángulo más alto, de modo que queden más perpendiculares durante los días de verano, cuando el sol alcanza un punto más alto en el cielo.

e. Presente a los alumnos la importancia de los paneles solares en satélites y naves espaciales como fuente de energía (por ejemplo, suficiente energía solar, sin nubes, muy pocas otras opciones viables). [5 min]

*Pregunte y discuta con la clase por qué los paneles solares de los satélites ajustan su ángulo. [5 min]*

Posibles respuestas:

Llevar materiales al espacio es caro. Mientras que en la Tierra es más barato conseguir más paneles solares que seguir activamente al sol, esto no es así en el espacio.

Debido a la posición a menudo cambiante de los satélites en relación con el sol.

[Nota: esto es menos cierto en el caso de los satélites geoestacionarios.]

La microgravedad facilita el movimiento y el soporte de los pesados paneles solares.

f. Los satélites tienen sensores y/o dispositivos de comunicación que queremos que apunten en una dirección determinada, normalmente hacia la Tierra. Por lo tanto, con cada órbita alrededor de la Tierra, los satélites también giran 360 grados, de modo que su sensor permanece orientado en la misma dirección. Por esta razón, cuando los satélites orientan sus paneles solares hacia el sol, normalmente



<https://www.planetchange.eu>

sólo mueven sus paneles solares y no su propia orientación (corporal). Pero, ¿cómo "sabe" un satélite orientar correctamente sus paneles?

#### Posibles métodos

En primer lugar, si el plan de vuelo del satélite es conocido y sigue el rumbo correcto, la posición y el ángulo del sol ya deberían conocerse con mucha antelación. En el espacio no hay viento, ni baches en el camino que puedan cambiar la posición/orientación del satélite. Así que, una vez arriba, la trayectoria de vuelo de un satélite es muy predecible. En ese caso, sólo hay que conocer la orientación detallada del satélite para dirigir sus paneles solares en la dirección correcta. Lo llamaremos "*el camino previsto*".

Otra solución a este problema es girar gradualmente el panel solar sobre tres ejes y medir su potencia. Si el movimiento en una dirección determinada aumenta la producción de energía, eso indicaría que el panel solar está mejor alineado. Si ese movimiento da como resultado una menor producción de energía, entonces el panel solar está menos alineado y debería retroceder. Al repetir este proceso de prueba y error, manteniendo los aciertos y volviendo sobre los errores, los paneles solares se alinean de forma tan perfecta que cualquier cambio de ángulo disminuye la potencia. Lo llamaremos "*el método de ensayo y error*".

En tercer lugar, un satélite puede "saber" dónde está el sol detectando la intensidad de la luz en múltiples sensores colocados en distintos ángulos del satélite. Esa información puede utilizarse para calcular la posición del sol en ese momento y alinear sus paneles solares en consecuencia. A esto lo llamaremos "*la forma medida*".

- *Discutid en grupos de 4 cómo os aseguraríais de que un satélite mantiene sus paneles solares orientados hacia el sol. ¿Qué tendrías que saber o medir? ¿Cuáles son las ventajas y los inconvenientes de cada uno de los métodos que has propuesto? ¿Qué método emplearías? [5 minutos]*
- *Pregunte a la clase qué métodos se les han ocurrido y cuál creen que sería el mejor. Presenta alguno de los siguientes métodos si aún no ha sido mencionado por los alumnos. [5 minutos]*



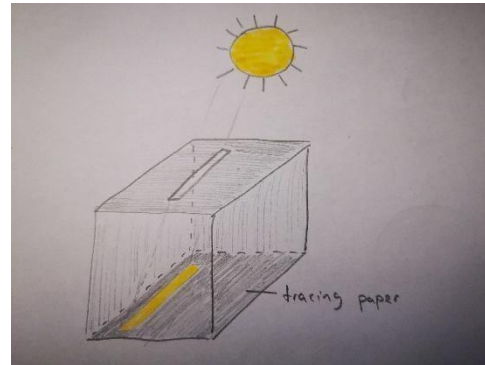
<https://www.planetchange.eu>

## 2. Parte 2: Actividad

### a. Construir un sensor solar [20 min]

En esta actividad, los alumnos deben recrear el concepto de sensor solar. Un sensor solar es un instrumento de navegación utilizado por las naves espaciales para detectar la posición del sol. Sin embargo, los sensores solares también se utilizan en estaciones meteorológicas terrestres y en sistemas de seguimiento solar. En los sensores solares típicos, una delgada rendija o ventana situada en la parte superior de una cámara rectangular permite que una línea de luz incida sobre un conjunto de células fotodetectoras situadas en la parte inferior de la cámara. Según el punto de la cámara en que se detecte la luz, se puede determinar el ángulo del sol. Con una caja de cartón y papel de calco se puede fabricar fácilmente una maqueta (véase la imagen). Así se obtiene la dirección del Sol en 180 grados.

Cuando se combinan varias rendijas perpendiculares puede determinar la dirección de la fuente de luz. El también puede fijarse en forma de medio cilindro. Se pueden utilizar trozos de un rollo vacío de papel cocina para sostener y mantener la forma cilíndrica calco. Hacerlo de esta manera permite utilizar una varias rendijas.



entre sí, se papel de calco bajo la rendija. higiénico o de del papel de caja para crear

A veces, los sensores solares utilizan un orificio en rendija. Cuando la luz incide sobre el detector (papel de calco) situado debajo, la luminosidad en cada uno de los cuatro cuadrantes del detector se corresponderá de forma invertida con la dirección del sol. Es decir, cuando el sol está directamente encima, los cuatro cuadrantes se iluminan por igual. Si el sol está al oeste, se iluminan los dos cuadrantes orientales. Si el sol está al norte, se iluminan los dos cuadrantes meridionales. Si el sol está al noreste, el cuadrante suroeste será el más iluminado, etc.

#### Asignación:

Prepare una habitación oscura con tres luces dispersas que puedan encenderse individualmente (luz A, B y C). En esta tarea, los alumnos fabricarán un sensor solar con los materiales dados. Después, deberán ser capaces de decir, con sólo mirar dentro de su caja de cartón, cuál de las tres luces estaba brillando.

Divida la clase en grupos de 3 a 5 alumnos. Entregue a cada grupo los materiales que se indican a continuación. Deje que cada grupo discuta primero en su equipo qué se necesita para que funcione el sensor solar y que dibujen un diseño sencillo. A continuación, deben empezar a construir un sensor solar con los materiales proporcionados. Que piensen en los siguientes aspectos

- ¿Dónde colocarías las ranuras y con qué orientación?
- ¿Cuántas rendijas necesitarías para conocer la dirección de una fuente luminosa?
- ¿Dónde y cómo fijarías el papel de calco?
- ¿Se puede utilizar un trozo de papel de calco para varias hendiduras?



<https://www.planetchange.eu>

- ¿Podría fabricarse un sensor solar viable con otras formas además de ranuras? - ¿Cómo se calibraría el sensor solar?

### Reglas:

1. La caja debe tener al menos una mirilla por la que mirar.
2. Al mirar dentro de la caja, la luz de A, B o C no debe verse directamente. Es decir, siempre debe detectarse en alguna otra superficie (por ejemplo, el papel de calco).
3. Sólo puede utilizar los materiales proporcionados.

### Materiales por grupo

- Caja de cartón
- Papel de calco
- Cinta
- Cuchillo Stanley (cúter) y/o tijeras
- Rollo de papel higiénico o de cocina vacío (opcional)

### Materiales preparación del aula

- Aula oscura
- Tres puntos en la habitación a oscuras con tres luces brillantes que puedan encenderse y apagarse individualmente, o desde donde se pueda sostener una única luz brillante. Si utiliza una linterna, asegúrese de que alumbrada directamente al sensor solar probado y de que es lo suficientemente brillante
- (opcional) Un trozo de tela oscurecedora que pueda colocarse sobre la cabeza de la persona que realiza la prueba/demostración, para que no pueda ver directamente de dónde procede la luz.

### Presentación y demostración

Cuando todos los grupos hayan terminado de construir su sensor solar, o cuando se acabe el tiempo, deja que cada grupo presente por separado su construcción a la clase. Pregunte a cada grupo por las razones de su diseño. Deja que cada equipo realice una demostración/prueba en la que uno de sus miembros identifique cuál de las tres luces (A, B o C) brilla con sólo mirar dentro de su sensor solar.

### b. Programar un satélite virtual (opcional)

En este ejercicio de ordenador, los alumnos ven un satélite virtual que orbita alrededor de la Tierra mientras ésta orbita alrededor del Sol. El satélite gira 360 grados durante una órbita, de modo que su "barriga" siempre está orientada perpendicularmente al suelo terrestre. Un menú muestra los valores de [3] sensores ópticos que miden la intensidad de la luz desde tres ángulos diferentes. Otro menú muestra la potencia generada por los paneles solares del satélite. Hay un campo de texto en el que se pueden dar órdenes a los actuadores del satélite que mueven los paneles solares. Los alumnos escriben un código para que los sensores ópticos orienten los paneles solares y se maximice constantemente la producción de energía.

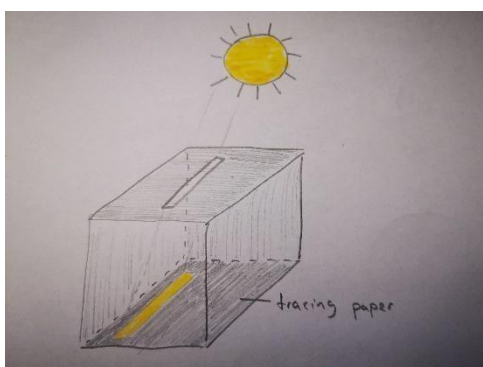


### 3. Parte 3: Hoja de ejercicios

## *Hoja de trabajo - Construye un sensor solar*

En esta actividad construirás un sensor solar en grupos de 3 a 5 personas. Un sensor solar es un instrumento de navegación utilizado por naves espaciales como los satélites y la Estación Espacial Internacional para detectar la posición del sol. Sin embargo, los sensores solares también se utilizan en estaciones meteorológicas terrestres y en sistemas de paneles solares de seguimiento del sol. En los sensores solares típicos, una fina rendija o ventana situada en la parte superior de una cámara rectangular permite que una línea de luz incida sobre un conjunto de células fotodetectoras situadas en la parte inferior de la cámara. Según el punto de la cámara en que se detecte la luz, se puede determinar el ángulo del sol. Con una caja de cartón y papel de calco se puede fabricar fácilmente una maqueta (véase la imagen). Así se obtiene la dirección del Sol en 180 grados. Cuando se combinan varias rendijas perpendiculares entre sí, se puede determinar la dirección exacta de la fuente de luz.

El papel de calco también puede fijarse en forma de medio cilindro directamente debajo de la hendidura. Se pueden utilizar trozos de un rollo vacío de papel higiénico o de cocina para sostener y mantener la forma cilíndrica del papel de calco. De este modo se puede detectar la luz en los 180 grados completos sin que caiga sobre los lados de la caja. Además, permite utilizar una caja para varias rendijas en distintas direcciones.





<https://www.planetchange.eu>

A veces, los sensores solares utilizan un agujerito en lugar de una rendija. Cuando la luz incide sobre el detector (papel de calco) situado debajo, la luminosidad en cada uno de los cuatro cuadrantes del detector se corresponderá inversamente con la dirección del sol. Es decir, cuando el sol está directamente encima, los cuatro cuadrantes se iluminan por igual. Si el sol está al oeste, se iluminan los dos cuadrantes orientales. Si el sol está al norte, se iluminan los dos cuadrantes meridionales. Si el sol está al noreste, el cuadrante suroeste será el más iluminado, etc.

### **Asignación:**

El profesor ha preparado una habitación oscura con tres luces que pueden encenderse individualmente (luz A, B y C), o una situación comparable. En esta tarea, tu grupo fabricará un sensor solar con los materiales dados. Después, deberás ser capaz de decir, con sólo mirar dentro de tu caja de cartón, cuál de las tres luces estaba brillando.

### **Normas y especificaciones:**

1. La caja debe tener al menos una mirilla por la que mirar.
2. Al mirar dentro de la caja, la luz de A, B o C no debe verse directamente. En otras palabras, siempre debe detectarse en alguna otra superficie (por ejemplo, el papel de calco). Por lo tanto, no está permitido hacer grandes agujeros a través de los cuales se pueda ver directamente la habitación oscura y la luz.
3. Sólo puede utilizar los materiales proporcionados.

### **Instrucciones:**

- a. En primer lugar, discute en tu grupo qué se necesita para fabricar un sensor solar funcional.

Puede ser útil reflexionar sobre las siguientes cuestiones:

- ¿En qué parte de la caja colocarías las ranuras y con qué orientación?
- ¿Cuántas rendijas necesitarías para conocer la dirección de una fuente luminosa?
- ¿Dónde y cómo fijarías el papel de calco?
- ¿Se puede utilizar un trozo de papel de calco para varias hendiduras?
- ¿Podría fabricarse un sensor solar viable con otras formas además de ranuras?

- b. A continuación, dibuja un diseño sencillo del sensor solar que quieres construir.
- c. Sólo entonces empieza a construir un sensor solar con los materiales dados.
- d. Cuando todos hayan terminado su sensor solar, o cuando se acabe el tiempo, presenta tu construcción a la clase. Asegúrate de explicar tus decisiones de diseño. Termina la presentación con una



<https://www.planetchange.eu>

demonstración/prueba en la que uno de los miembros del equipo identifique cuál de las tres luces (A, B o C) brilla con sólo mirar dentro del sensor solar.



## Parte 3: Reflexión

### Parte 3: Reflexión [10 min]

Debate en clase sobre las siguientes cuestiones:

- a. *Sabiendo más sobre los paneles solares fijos, ¿qué podríamos hacer para que las nuevas viviendas fueran más adecuadas para la producción de energía solar?*
- b. *De los distintos métodos analizados en 1F (ensayo y error, planificado o medido), ¿en cuál entraría el sensor solar?*
- c. *¿Dónde, o en qué situaciones, cree que los paneles solares de seguimiento solar serían más viables económicamente aquí en la Tierra?*



## 4. Parte 4: Un futuro posible

### Parte 4 (opcional): Un posible futuro del trabajo con paneles solares en el espacio

- Ejemplo de proyecto en LiS en el que los estudiantes fabricaron un sistema de calibración para un sensor solar
- Ejemplo de uso de imágenes de satélite para determinar dónde y cómo colocar mejor los paneles solares.

### Parte 5 (opcional): Excursión

Esta clase puede combinarse con una excursión a una empresa local de fabricación, suministro o instalación de paneles solares. En algunos países puede organizarse una excursión a una empresa que fabrique paneles solares para el espacio.

- *En los Países Bajos, por ejemplo, una excursión a [Airborne](#) o [Airbus](#), que fabrican paneles solares para naves espaciales como la misión JUICE de la ESA, podría ser una excursión interesante.*
- *En Italia, [Leonardo](#) también trabajó en el panel solar de la nave espacial JUICE de la ESA.*
- *En Noruega, [REC](#) es un gran proveedor de paneles solares, aunque su planta de fabricación se ha trasladado a Singapur.*
- *En Portugal, [Openplus](#) es un gran fabricante e instalador de paneles solares. También [SolarisFloat](#) es una empresa interesante que fabrica paneles solares flotantes de seguimiento solar, lo que reduce el uso del suelo y aprovecha las propiedades refrigerantes del agua para aumentar la eficiencia de sus paneles solares. Curiosamente, una instalación flotante cubierta por 180 de estos paneles solares móviles ya está operativa en Oostvoornse Meer, un lago del suroeste de los Países Bajos.*
- *En España, [Bet Solar](#) y [Alba Renova](#) son, por ejemplo, grandes actores en el mercado de la energía solar.*



## 5. Anexo I: Materiales

### **Materiales:**

#### Demostración:

- *Linterna*
- *Papel cuadriculado*
- *(opcional) Papel higiénico*
- *(opcional) Circuito con célula solar, ventilador o luz, (y voltímetro)*

#### Actividad por grupo:

- *Caja de cartón (tamaño mínimo de una caja de zapatos)*
- *Cinta*
- *Papel de calco*
- *Rollo de papel higiénico vacío*
- *Tijeras*
- *Cúter (opcional)*



## 6. Anexo II: Antecedentes / tutoriales / ejemplos

Fuentes utilizadas, interesantes o relevantes:

<https://space.stackexchange.com/questions/49398/how-many-sun-sensors-are-required-to-find-a-cubesatorientation> <https://www.bbc.com/future/article/20221116-the-floating-solar-panels-that-track-the-sun>

[https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351\(20\)30188-4?returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2542435120301884%3Fs\\_howall%3Dtrue](https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351(20)30188-4?returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2542435120301884%3Fs_howall%3Dtrue) <https://www.solar-mems.com/how-sun-sensors-work/>

<https://blog.ecoflow.com/us/effects-of-temperature-on-solar-panelefficiency/#:~:text=The%20optimal%20temperature%20for%20solar%20panels%20is%20around%2025%C2%B0.%25%2C%20affecting%20overall%20energy%20production.>

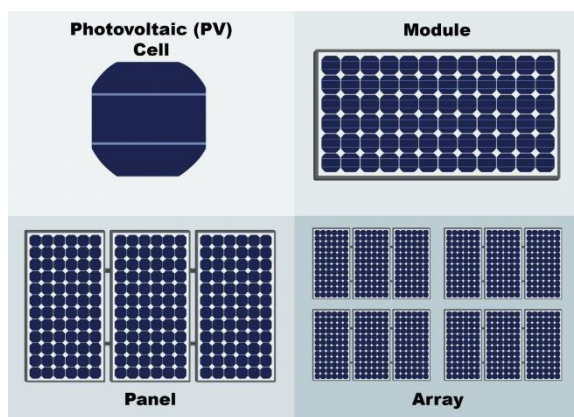


Figura 2. Diferencias entre los términos utilizados Diferencias entre los términos utilizados: Un conjunto tiene varios paneles, un panel tiene varios módulos, y un módulo está formado por muchas células fotovoltaicas (Bron: <https://energyresearch.ucf.edu/consumer/solar-technologies/solar-electricity-basics/cells-modules-panels-andarrays/>)

