

# SEGUIDOR SOLAR FEINA SF 9

## ESPECIFICACIONES

Se fija al suelo o a un tejado con tornillos.

Se le pueden adaptar cualquier tipo de paneles, fotovoltaicos o térmicos, solo con una llave inglesa.

Dimensiones: 3x3m (9 m<sup>2</sup>).

Es un seguidor de dos ejes. Esto ofrece posibilidades para ser usado en otras aplicaciones solares que necesiten un buen método de apuntado.

Alta movilidad:

- Eje vertical: de 90° a - 90°
- Eje horizontal de 0 a 70°
- Soporta vientos de más de 140 km/h

Está controlado por un microprocesador con reloj interno que calcula la posición según la hora, el día y la latitud de la situación.

El consumo entre los componentes electrónicos y los motores, es ínfimo, unos 3 w.h cada día, (menos del 0,1% de la generación de las placas)

Con el seguidor se puede obtener un incremento de la producción de energía respecto a las placas fijas:

- Superior al 33% anual
- Hasta el 50% en verano
- Hasta el 20% en invierno

Por su simplicidad, es altamente fiable, seguro y económico.

Tiene una pantalla LCD con cuatro líneas en las que aparece:

- Fecha y hora
- Programa de autodiagnóstico

La cantidad de terreno ocupado por los seguidores en una planta solar es siempre la misma, da lo mismo que los seguidores sean grandes o pequeños. Por ejemplo, una planta de 500 kwp con seguidores de 2 ejes y paneles con el 15% de rendimiento, necesitan en la latitud de 40°, una superficie de terreno de 24000 m<sup>2</sup>, se usen seguidores pequeños o inmensos.

## FUNCIONAMIENTO

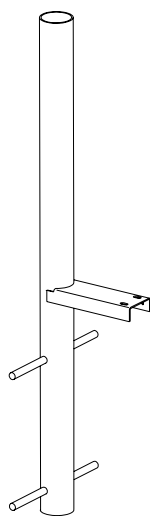
Cuando se entra en la pantalla de la fecha, hora y coordenadas del lugar, con los pulsadores, se apunta el seguidor al Sol.

A partir de este momento el seguidor funciona. Cada X minutos (entre 1 y 90, según se programe), calcula la posición y mueve el seguidor si es necesario.

Cuando se pone el Sol, cuando la inclinación del Sol sobre el horizonte es negativa, el seguidor vuelve al este y se pone cerca de la horizontal (unos 80 grados respecto a la vertical).

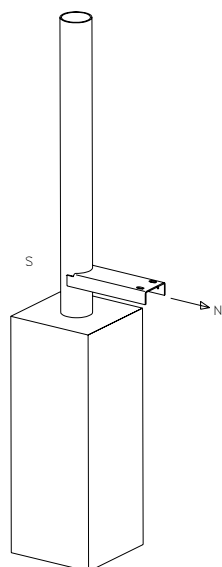
Al amanecer, el seguidor vuelve a ponerse casi vertical. A partir de ese momento hace de nuevo el movimiento normal diario.

## MANUAL DE INSTALACIÓN



1- Se introducen dos barras de acero corrugado para anclar bien en una columna de hormigón.

Según donde se instale puede ser más práctico soldar el mástil a una estructura.

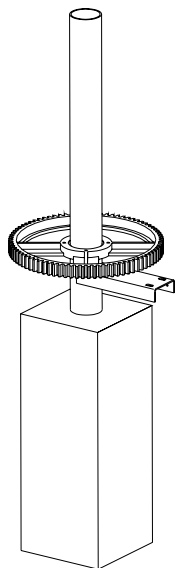


2- Se introduce en el hormigón procurando que la “U” soporte de motor apunte aproximadamente al norte (error máximo: 10°). Asegurarse antes de que la altura es la correcta y que no haya ningún objeto en que pueda colisionar el seguidor en su movimiento.

Para asegurar la resistencia del mástil, la distancia máxima de la “U” hasta el hormigón será de 250 mm.

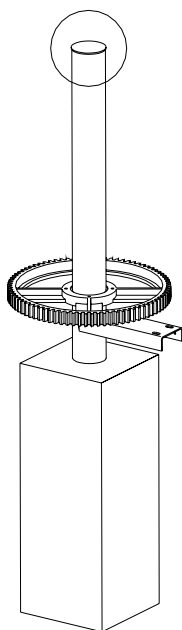
La distancia mínima entre la “U” y el suelo será de 600 mm.

Para saber las dimensiones de la columna y de la cimentación, se dispone de un programa de cálculo (se puede descargar desde nuestra web).

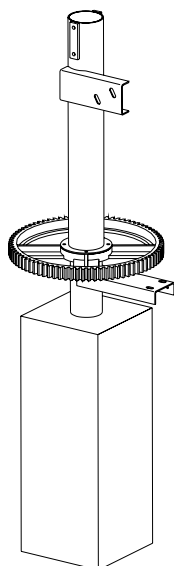


superior que tapa

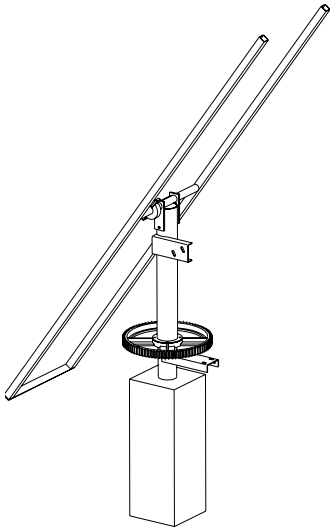
3-Se introduce el volante de aluminio.



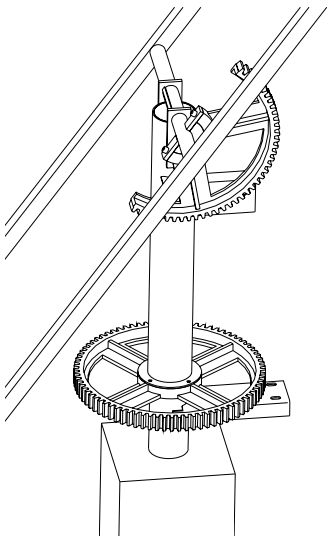
4-Se introduce la pieza de la parte  
el tubo.



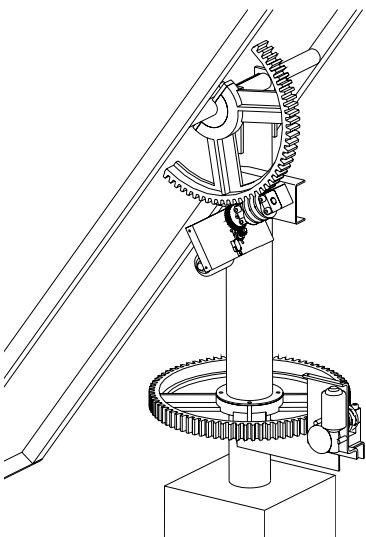
5-Se coloca el tubo móvil y se atornillan los 4 tornillos de  
sujeción del volante.



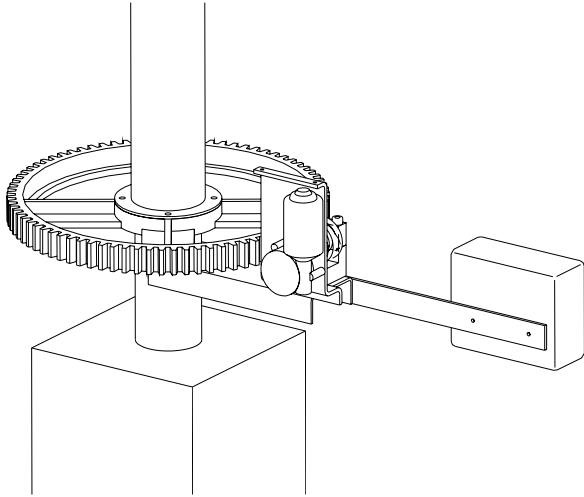
6-Se coloca y atornilla la “H”.



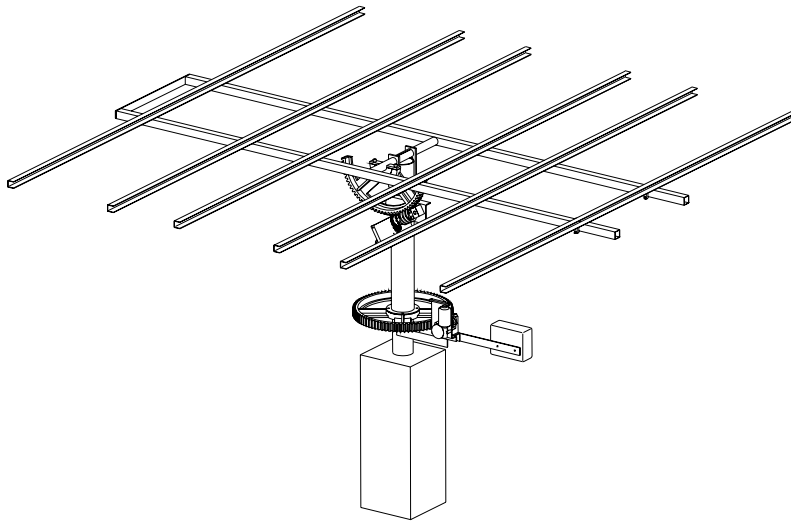
7-Se atornilla el semi-aro del eje de inclinación.



8-Colocar los sistemas con el vis-sin-fin que engranen en las ruedas dentadas. Comprobar, alimentando los motores a 12 voltios, que hagan todo el movimiento completo sin que se trabe ni tenga demasiado holgura en ningún momento.

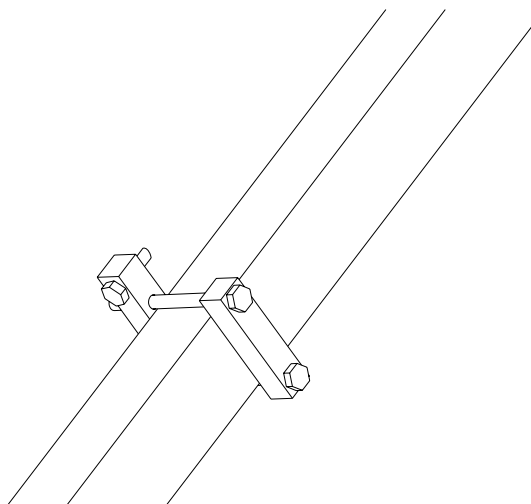


9-Se instala la caja electrónica, se enchufan los motores y los interruptores-contadores y se conecta el sistema, a través de la abertura inferior con 12 voltios corriente continua. En la regleta interior ya está indicado con los signos + y - la polaridad a conectar. Precaución con conectar los polos invertidos.



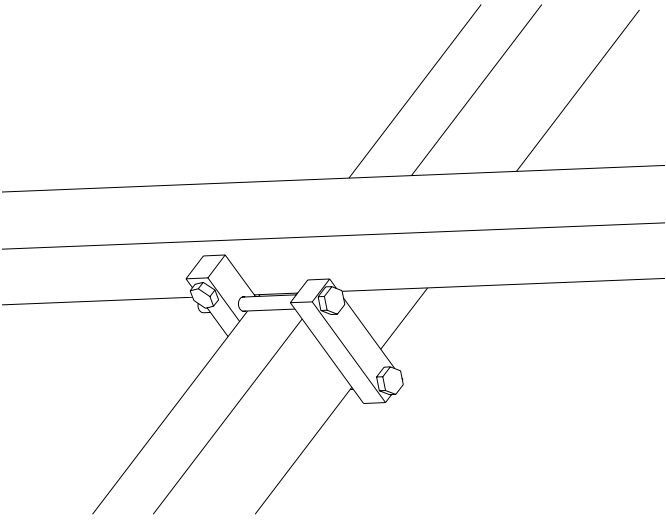
10-Poner en marcha el aparato (ver detalles más adelante)..

Mover la estructura hasta que quede horizontal, de esta forma nos será más fácil montar la parrilla de barras y los paneles.

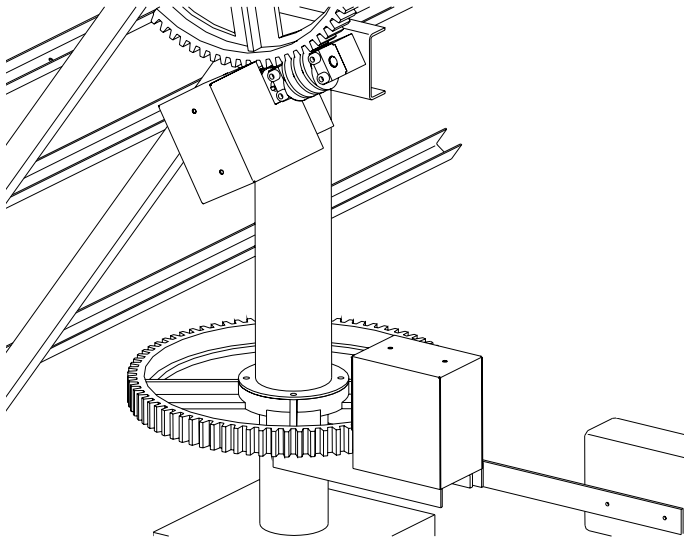


11- Montaremos las bridas de soporte de las barras horizontales como se muestra en la imagen.

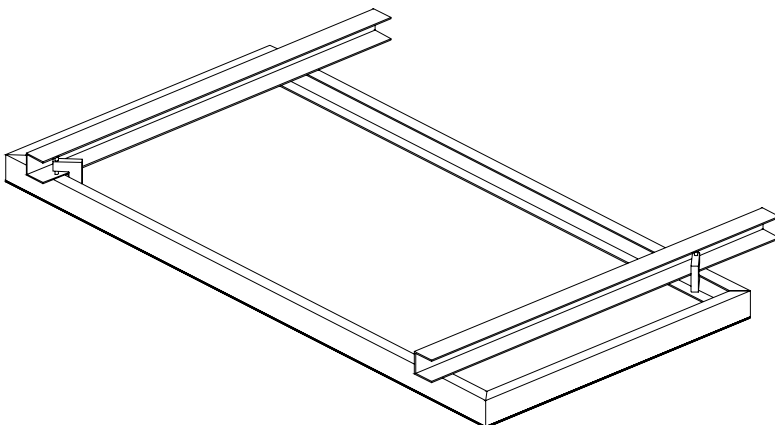
12-A continuación fijaremos las barras a la distancia que consideremos más oportuna para los paneles que queremos montar.



13. Montamos las protecciones de los motores.



14- Montamos los paneles con las bridas suministradas tal como se muestra en la figura.



## ELECTRÓNICA Y PROGRAMACIÓN

Se conecta un cable de 1 a 4 mm<sup>2</sup> de sección (ver más abajo), en la regleta que hay dentro de la caja hermética con el sistema electrónico. Está indicado en la parte inferior derecha donde se conecta el positivo y el negativo. Cuidado en no invertir los polos. Se hace pasar el cable por el orificio inferior de forma que quede bastante hermético.

Si la distancia entre la fuente de alimentación (normalmente batería), hasta al seguidor es inferior a los 8 metros, el cable eléctrico debe ser de 1 mm<sup>2</sup> de sección. Si es entre 8 y 22 metros, poner cable de 2,5 mm<sup>2</sup>. Si es de 22 a 40 metros, poner cable de 4 mm<sup>2</sup>.

Cerca de la regleta hay un interruptor. Con él se activa la electrónica. Aparece, al cabo de 2 segundos la siguiente pantalla:

```
14/05/03 10:21
```

O sea, día, mes, año, hora y minuto.

Con el botón rojo cambiaremos el día. Cada vez que pulsemos aumentamos el número en una unidad. Cuando llegue a 31 se pondrá de nuevo a 0.

Cuando tengamos el día correcto, con el botón negro pasaremos al siguiente valor a cambiar, el mes. Procederemos de la misma forma. Así como en el año, hora y minuto.

¡Cuidado! Debemos poner la hora solar, no la oficial que acostumbra a estar adelantada una hora en invierno y dos horas en verano.

Ahora nos aparecerá esta pantalla:

```
14/05/03 10:21
LON: -001°52'25^^
LAT: +41°42'50^^
```

Con el mismo procedimiento procederemos a poner la latitud y longitud del sitio, teniendo en cuenta el signo + o – en la longitud y latitud.

En cualquier momento, si los datos fueran correctos, con el botón amarillo pasaríamos directamente a la siguiente pantalla.

A continuación nos aparece:

```
1          01
Eje inclinacion
Negro: vertical
Rojo: horizon.
```

Los dos unos o ceros que aparecen en el extremo superior derecho de la pantalla nos informan del estado de los dos interruptores cuentavueltas. El primer número indica si está activado el interruptor cuentavueltas del eje de inclinación. (1: conectado, 0: desconectado). El segundo número indica el estado del cuentavueltas horario.

Estos dos números pueden ser muy útiles para saber si hay algún interruptor que falla.

Con los dos pulsadores moveremos el eje de inclinación hasta conseguir que la inclinación esté correcta respecto a la inclinación del Sol en este momento (Si es de noche o está nublado será preferible esperar a que haga Sol).

Volvemos a pulsar amarillo y aparecerá:

```
2          0 1
Eje horario
Negro: este
Rojo: oeste
```

Con los dos pulsadores moveremos el eje horario hasta conseguir que la plataforma esté encarada al Sol.

Con el pulsador amarillo pasaremos a la pantalla de funcionamiento normal. La que estará siempre activada:

```
14 / 05 / 03   16 : 21
HOR: +270º    0120
VER: +022º    0001
00 00 120 243 01
```

En esta pantalla se presenta fecha, hora y minuto. Pulsando negro adelantaremos los minutos y pulsando el rojo los atrasaremos.

La siguiente línea es la posición horaria. 90° es cuando el seguidor mira al este, 180° es cuando mira al sur y 270° cuando mira al oeste.

A continuación, en la misma línea hay el número de impulsos que ha dado este eje desde el principio del día.

La tercera línea, es lo mismo pero con el eje de movimiento vertical. 0° sería si el seguidor estuviese totalmente vertical y 90° totalmente horizontal.

Los números de la cuarta línea son números de control. En todo caso el último número informa de los minutos que faltan para que calcular la posición del seguidor y que se pongan en marcha, si fuera el caso, los motores.

Pulsando el amarillo volveremos a las dos pantallas anteriores para ajustar el seguidor encarado al Sol.

## AVISOS DE ERROR

Cuando Algún motor no funciona, o el seguidor se queda atascado o los interruptores fallan, etc. la electrónica lo detecta y aparece en la pantalla un mensaje de error al tiempo que desconecta los motores. Hay dos errores posibles:

**ERROR 26:** El eje de inclinación. Este error aparece en la pantalla cuando la electrónica ha mandado poner en marcha el motor de inclinación y durante varios segundos no ha detectado ningún cambio de estado en el interruptor cuentavuelas del motor. Siempre está abierto o cerrado. De donde se deduce que puede suceder una de las siguientes cosas:

- A) El motor de inclinación no funciona

- B) Fallan las conexiones del motor de inclinación
- C) El interruptor no funciona o no llega a activarse.
- D) Las conexiones del interruptor fallan.
- E) El seguidor está bloqueado y por tanto no se mueve.

ERROR 27: lo mismo que el error anterior pero con el eje horario.

En los dos errores, el número de segundos que está sin recibir cambio de señal antes de desconectar motores y salir aviso de error viene por defecto en 6 segundos. De todas formas se puede cambiar entre 1 y 25 segundos. (Ver más adelante, la variable V).

## CONFIGURACIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS

Por defecto este seguidor ya viene configurado para que funcione perfectamente, pero tiene una gran flexibilidad para adaptarse a un sinfín de circunstancias.

Cambiando el valor de algunas variables podremos ampliar o corregir funciones.

Si queremos cambiar variables deberemos hacer lo siguiente:

Pulsar el interruptor de conexión y antes de que pase 2 segundos conectado, pulsar el botón rojo.

Nos aparecerá una pantalla en la que hay 8 valores, de la A hasta la H. Con el pulsador rojo podremos cambiar cada valor y con el negro podremos pasar al valor siguiente. Cuando lleguemos al valor H, pulsando el negro iremos a la siguiente pantalla donde aparecerán los valores de la I hasta la P, y por el mismo método una tercera pantalla con los valores de la Q hasta la X.

Algunas variables no tienen ninguna utilidad en esta aplicación, otras si. Aquí se enumeran las distintas variables y su utilidad:

**A:** Ninguna aplicación

**B:** Ninguna aplicación

**C:** Inclinación mínima del seguidor respecto a la vertical. Por defecto está a 22°. El rango va de 0 a 85°. El seguidor permite ponerse casi a 0° pero no es aconsejable ya que en según que posición con el eje de inclinación podría topar con algún obstáculo.

Modificar esta variable nos puede servir para varias cosas. Por ejemplo, si tenemos un obstáculo que haga interferencia cuando el aparato está muy vertical. Si por las razones que sean, sólo queremos que se mueva el eje horario, podemos poner esta variable a 85°. Como que en latitudes europeas el Sol nunca llega a esta inclinación, el eje de inclinación no se moverá nunca.

**D:** Ninguna aplicación

**E:** Amplitud del movimiento este-oeste. Por defecto, 180°. O sea, a partir de la posición de mediodía, (sur), la amplitud de movimiento será de +/- 90°. Se puede programar de 0 a 255°.

En el caso de 255° significaría que iría desde -127,5° (noreste) hasta +127,5° (noroeste) respecto al sur. De todas maneras, el seguidor no permite tanta amplitud de movimiento.

**F:** Número de impulsos del interruptor del motor horario para hacer todo su recorrido horario. Por defecto 267. El número de impulsos que genera el seguidor para recorrer los 180° que hay por defecto, es 267. si nosotros queremos que sólo haga 150°, aparte de modificar la variable E, deberemos modificar la F, pues para hacer 150° sólo dará 222 impulsos.

**G:** Tiempo, en minutos, entre movimientos del seguidor. Por defecto, 30 minutos. Se puede programar entre 1 y 98 minutos. Si está a 30 minutos, significa que cada 30 minutos calculará la posición del Sol y si le corresponde, moverá el seguidor. En la pantalla de funcionamiento

normal el número que hay en la cuarta línea a la derecha indica el número de minutos que faltan para el siguiente cálculo.

**H:** Idioma. De 1 a 4. El 1 es castellano.

**I:** Activación posición nocturna. Si está a 0 el seguidor hará su movimiento normal diurno y por la noche, cuando el Sol se haya puesto, volverá para atrás hasta el este, quedando el seguidor en posición próxima a la verticalidad (por defecto a 22°). Si está a 1, por la noche el seguidor se pone horizontal. Esto puede ser útil para dificultar el acceso a los paneles evitando robos. También puede ser útil para minimizar el tiempo de posición vertical que es en la posición en la que el viento actúa con mayor fuerza. Aunque normalmente los vientos máximos no son por la noche sino por la tarde.

**J:** Ninguna aplicación

**K:** Ninguna aplicación

**L:** Velocidad del reloj. Por defecto esta variable está a 16, los valores van de 0 a 98. Si el reloj tiende a adelantarse, aumentar el valor de la variable. Por cada unidad que aumentamos, el reloj atrasará 0,25 segundos diarios. A la inversa si disminuimos el valor.

**M:** Ninguna aplicación

**N:** Ninguna aplicación

**O:** Ninguna aplicación

**P:** Ninguna aplicación

**Q:** Ninguna aplicación

**R:** Ninguna aplicación

**S:** Ninguna aplicación

**T:** Ninguna aplicación

**U:** Ninguna aplicación

**V:** Tiempo, en segundos, que la electrónica debe estar sin recibir señal para mostrar error. Por defecto 6 segundos. Se puede ajustar entre 1 y 25 segundos

**X:** Tiempo, en minutos, que se pondrá horizontal el seguidor si se le da la orden por motivo de viento. Por defecto 60 minutos. Valores a ajustar de 10 a 190 minutos.

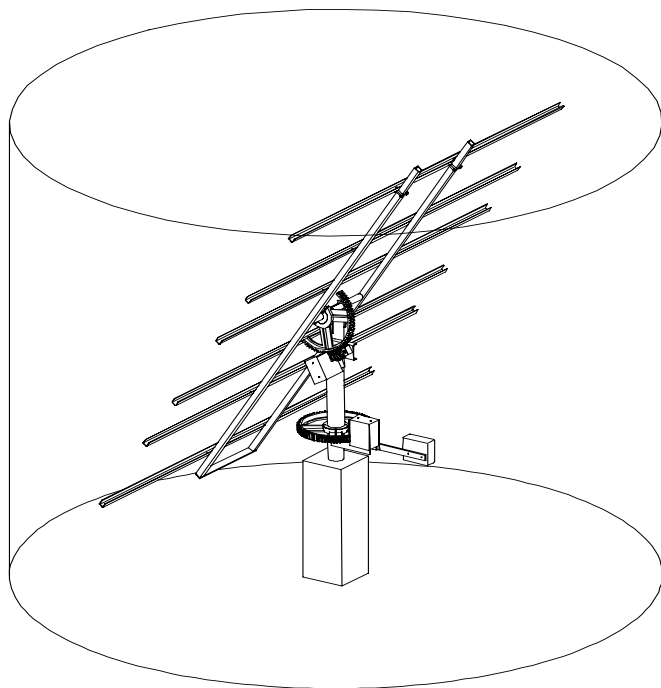
En la electrónica hay una regleta de dos contactos, señalada con una “V”, que si se cierra el circuito entre estos dos contactos, el seguidor se nos pondrá horizontal durante el tiempo programado. Si disponemos de un anemómetro que a una determinada velocidad del viento cierre un circuito, nos permitirá usar este sistema para mayor protección contra vientos.

# INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

## LUGAR DE INSTALACIÓN

Éste seguidor solar puede instalarse en cualquier lugar de la Tierra. Sólo se deben poner las coordenadas del sitio a instalar.

Naturalmente, debe preverse suficiente espacio libre de sombras en el trayecto solar, de este a oeste pasando por el sur en hemisferio norte, por el norte en el hemisferio sur.



Debe tenerse en cuenta que la simple sombra de una antena sobre un panel fotovoltaico puede hacer disminuir su producción de energía a menos de la mitad.

Otra precaución que hay que tener en cuenta es el espacio libre necesario que debe tener a su alrededor para poder moverse libremente. En la figura puede verse la zona libre de objetos. Se muestra un cilindro que significa la área de barrido aproximado del seguidor en su movimiento. El diámetro de esta área es de 4,2 metros para el seguidor de 3x3m.

La altura máxima es de 3,1 metros.

La instalación puede hacerse directamente al suelo, sobre una terraza o sobre un tejado. En el primer caso es aconsejable que el pie sea simplemente el mástil y en los otros casos quizá sea aconsejable montar una estructura de soporte.

## MINIMIZACIÓN DE PÉRDIDAS

El modelo de 9 metros cuadrados puede suministrar unos 1000 vatios de potencia (1.200 vatios con los paneles de más rendimiento). Si los paneles son de 12 voltios y se conectan todos en paralelo hasta llegar a las baterías, tendremos que por los cables pasaran 83 amperios. La sección del cable debe ser muy grande para tener pérdidas de potencia pequeñas. Veamos un ejemplo.

Supongamos que utilizamos cable de  $10 \text{ mm}^2$  de sección y que las baterías están a 10 metros. Tendremos una longitud total de cable de 20 metros (ida y vuelta). Esto da una resistencia de  $0,034\Omega$ . Utilizando la relación  $V=I\cdot R$ , donde  $V$  es la caída de tensión en el cable,  $I$  es la intensidad en amperios y  $R$  es la resistencia,  $V=83\cdot 0,034$ ;  $V=2,822$ . Por lo tanto tenemos que de los 12 voltios que nos suministran los paneles 2,82 se pierden en el cable o sea el 23%.

Como normalmente se aconseja que las pérdidas en los cables no superen el 0,5%, nos encontramos que estamos muy por encima de los límites.

Para reducir estas pérdidas tenemos tres opciones: minimizar la distancia entre los paneles y las baterías, aumentar la sección de los cables y hacer las conexiones serie-paralelo en los paneles para aumentar la tensión de 12 a 24, 48 o más voltios.

Si reducimos la distancia de las baterías se reducirán también las pérdidas en la misma proporción (doble distancia: doble de pérdidas).

Si aumentamos la sección de los cables se reducirán también las pérdidas en la misma proporción (doble sección: mitad de pérdidas).

Si aumentamos el voltaje de salida de los paneles, se reducirán las pérdidas en proporción al cuadrado de la tensión (doble tensión: cuatro veces menos de pérdidas).

Por lo tanto, si no tenemos las baterías al lado mismo del seguidor y un cable muy grueso, no es aconsejable utilizar 12 voltios.

Para facilitar la elección de la distancia, la sección de los cables y el voltaje de salida, hemos confeccionado esta tabla que nos da el porcentaje de pérdidas en función de los metros de distancia de las baterías y la tensión de salida, para una sección de 10 mm<sup>2</sup>.

| Secc:10mm | 12V    | 24V    | 48V   | 120V  |
|-----------|--------|--------|-------|-------|
| 2m        | 4,72%  | 1,18%  | 0,30% | 0,05% |
| 4m        | 9,44%  | 2,36%  | 0,59% | 0,09% |
| 6m        | 14,17% | 3,54%  | 0,89% | 0,14% |
| 8m        | 18,89% | 4,72%  | 1,18% | 0,19% |
| 10m       | 23,61% | 5,90%  | 1,48% | 0,24% |
| 12m       | 28,33% | 7,08%  | 1,77% | 0,28% |
| 14m       | 33,06% | 8,26%  | 2,07% | 0,33% |
| 16m       | 37,78% | 9,44%  | 2,36% | 0,38% |
| 18m       | 42,50% | 10,63% | 2,66% | 0,43% |
| 20m       | 47,22% | 11,81% | 2,95% | 0,47% |

Si queremos saber las pérdidas para una sección de 16 mm<sup>2</sup> o 25 mm<sup>2</sup> deberemos dividir los resultados por 1,6 o 2,5 respectivamente.

Como se puede observar es aconsejable utilizar tensiones de entre 48 y 120 voltios. Aunque debe aislarse bien, 48 voltios es aún una tensión poco peligrosa, aunque para según las características de la instalación podría ser preferible una tensión superior como los 216 voltios que pueden dar los 18 paneles puestos en serie.

### **INCREMENTO DE ENERGÍA OBTENIDO.**

Por razones obvias un panel solar que está siempre encarado al Sol captará más energía que uno que esté en un soporte fijo. Es interesante saber el incremento de energía que se obtendrá para poder contrastar el incremento de precio del seguidor con el ahorro de paneles solares y sus soportes. Aunque este valor varía dependiendo de la latitud y la climatología, se puede afirmar que en general está entre un 20% hasta un 40% de incremento anual, siendo menor en invierno y mayor en verano.

Para tener datos más precisos, presentamos una tabla con los valores de un punto concreto de la Tierra, situado a unos 42° de latitud norte, y a unos 2° de longitud este, con una pluviometría de 580 mm anuales.

En la tabla se puede ver la comparación por meses y total anual de los kilovatios incidentes por metro cuadrado que se obtendrían en diferentes condiciones.

En las primeras tres columnas de datos se comparan las placas fijas con una inclinación igual a la latitud del sitio (máxima energía anual), la tercera columna indica el incremento que se obtiene con seguidor.

En las siguientes dos columnas las placas fijas están 15° más inclinadas que la latitud del sitio (para obtener más energía en invierno a costa de perder algo de potencia en verano).

En las dos últimas columnas las placas fijas están 15° menos inclinadas que la latitud (para obtener la máxima energía en verano).

| <b>Ganancia que se puede obtener con seguidor solar respecto a paneles sin seguidor (42°N, 2°E).</b> |  |              |              |   |              |   |              |
|--|--|--------------|--------------|---|--------------|---|--------------|
| Kw-h/día por metro cuadrado  | Comparación con placa fija con inclinación = latitud (placa horizontal, inclinación=0) |              |              | Paneles fijos, inclinación 15° mayor que la latitud |              | Paneles fijos, inclinación 15° menor que la latitud |              |
|  | Sin seguidor   | Con seguidor | Ganancia (%) | Sin seguidor  | Ganancia (%) | Sin seguidor  | Ganancia (%) |
| Enero  | 3,2  | 3,9          | 22           | 3,34  | 17           | 2,8   | 39           |
| Febrero  | 3,7  | 4,5          | 22           | 3,8   | 18           | 3,5   | 29           |
| Marzo  | 4,6  | 5,8          | 26           | 4,5   | 29           | 4,5   | 29           |
| Abril  | 5,6  | 7,3          | 30           | 5,15  | 42           | 5,7   | 28           |
| Mayo   | 5,8  | 8,1          | 40           | 5,15  | 57           | 6,2   | 31           |
| Junio  | 5,7  | 8,3          | 46           | 4,9   | 69           | 6,2   | 34           |
| Julio  | 5,7  | 8,1          | 42           | 4,9   | 65           | 6,1   | 33           |
| Agosto   | 5,3  | 7            | 32           | 4,8   | 46           | 5,6   | 25           |
| Septiembre   | 5,3  | 7            | 32           | 5,15  | 36           | 5,35  | 31           |
| Octubre  | 4,3  | 5,4          | 26           | 4,3   | 26           | 4,1   | 32           |
| Noviembre  | 3,3  | 4,1          | 24           | 3,5   | 17           | 3,05  | 34           |
| Diciembre  | 2,9  | 3,58         | 23           | 3,1   | 15           | 2,6   | 38           |
| Total Año  | 4,61   | 6,2          | 34           | 4,4   | 41           | 4,6   | 35           |

## **CUANDO ALGO FALLA**

Si algún motor no funciona o algún interruptor cuentavueltas está estropeado, la electrónica lo detecta y aparece en la pantalla un mensaje de error y desconecta los motores.

Los dos errores que pueden ocurrir y sus causas son como siguen:

- **ERROR 26:** Puede obedecer a varios motivos:
  - a) El motor del eje inclinación ha quedado bloqueado o anda muy forzado
  - b) El motor del eje inclinación está desconectado o no funciona
  - c) El interruptor cuenta vueltas eje inclinación está en cortocircuito o desconectado.
- **ERROR 27:** Puede obedecer a los siguientes motivos:
  - d) El motor del eje horario ha quedado bloqueado o anda muy forzado
  - e) El motor del eje horario está desconectado o no funciona
  - f) El interruptor cuenta vueltas eje horario está en cortocircuito o desconectado.

## **DISTANCIA ENTRE VARIOS SEGUIDORES.**

Si se deben instalar varios seguidores se deberá poner de forma que no se hagan sombras. Si la alineación es E-O, será aconsejable ponerlos lo más distantes posible ya que siempre habrá unas fechas y horas que un seguidor hará sombra a parte del otro. Si se instalan alineados N-S, la distancia viene dada por la fórmula:

$$D=L*\text{Cos}(66,5-\text{Lat})/\text{tan}(66,5-\text{Lat}) +\text{sen}(66,5-\text{Lat})$$

D = distancia mínima, en metros, entre seguidores. L = altura, en metros, de la plataforma de paneles. lat = latitud del lugar. Por ejemplo, si Lat=41° y L= 3m, D será 7 metros.

En todo caso, hemos elaborado un software, uno de los más completos que existen en el mundo sobre este tema, que nos calcula la distancia más óptima en un conjunto de seguidores.

