



La energía fotovoltaica como fuente de energía sostenible

- componentes de los sistemas modernos de utilización fotovoltaica
- características físicas de las células solares y los módulos fotovoltaicos en diferentes condiciones



Tabla de materias

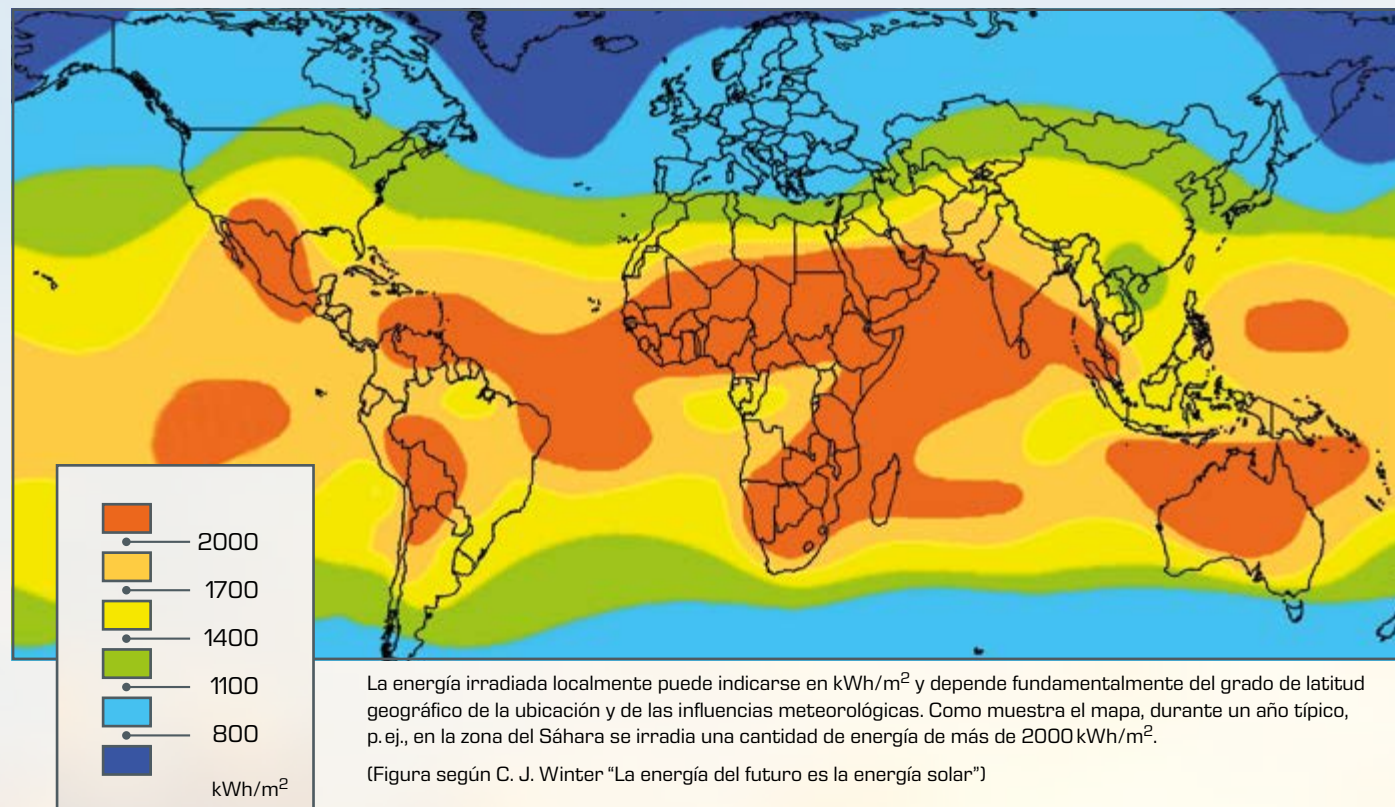
Energía fotovoltaica	
La energía fotovoltaica como fuente de energía sostenible El próspero desarrollo tecnológico y los incentivos económicos han provocado un crecimiento notable de instalaciones de potencia fotovoltaica en los últimos años. La electricidad solar generada es suministrada directamente a la red de un distribuidor de energía o se consume directamente in situ. Las aplicaciones van desde los sistemas instalados en el suelo con varios 100 de MW hasta los módulos integrados en edificios y el suministro a microconsumidores autosuficientes. Las ventajas de convertir la luz directamente en electricidad son bien conocidas: La electricidad solar contribuye a la protección del medio ambiente, reduce los gastos del transporte de corriente y asegura un suministro de energía económico e independiente. La refrigeración solar es un proceso en el que el ciclo frigorífico es impulsado directamente por energía solar. De este modo, la energía solar sirve como fuente de calor regenerativa utilizada para la propulsión. La ventaja de las instalaciones de energía solar para la refrigeración es que la disponibilidad de energía solar aumenta con la demanda de refrigeración. Los conceptos de refrigeración solar están ganando importancia tanto para pequeñas aplicaciones descentralizadas como a gran escala. Para aprovechar al máximo el potencial de la energía solar para un suministro energético sostenible a nivel mundial, es imprescindible comprender y seguir desarrollando los conceptos de uso, algunos de los cuales son muy diferentes.	Conocimientos básicos Conocimientos básicos Energía solar Conocimientos básicos Energía fotovoltaica Fundamentos tecnológicos de las células solares ET 252 Medición en células solares Investigación y simulación de sistemas ET 255 Sistema energético para energía fotovoltaica y eólica ET 255.01 Simulador fotovoltaico ET 255.02 Módulos fotovoltaicos ET 255.03 Consumidores ET 255.04 Central eólica Utilizar correctamente los módulos fotovoltaicos ET 250 Medición en módulos fotovoltaicos ET 250.01 Energía solar fotovoltaica para funcionamiento en paralelo a la red ET 250.02 Energía solar fotovoltaica para funcionamiento en isla Refrigeración solar ET 256 Refrigeración con energía fotovoltaica

Conocimientos básicos Energía solar

Energía en abundancia

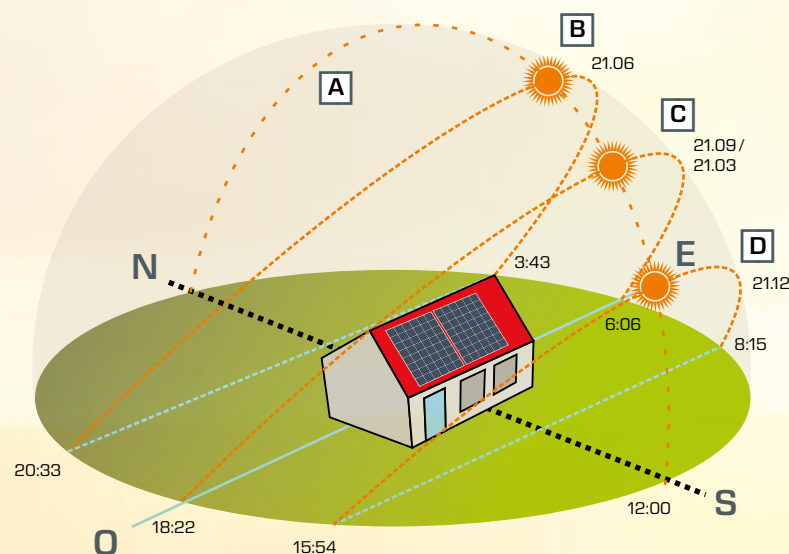
La cantidad de energía solar irradiada anualmente sobre los continentes supera casi 2000 veces la demanda energética

global. Si se tiene en cuenta el problema climático global, queda claro que este potencial debe aprovecharse lo mejor posible.



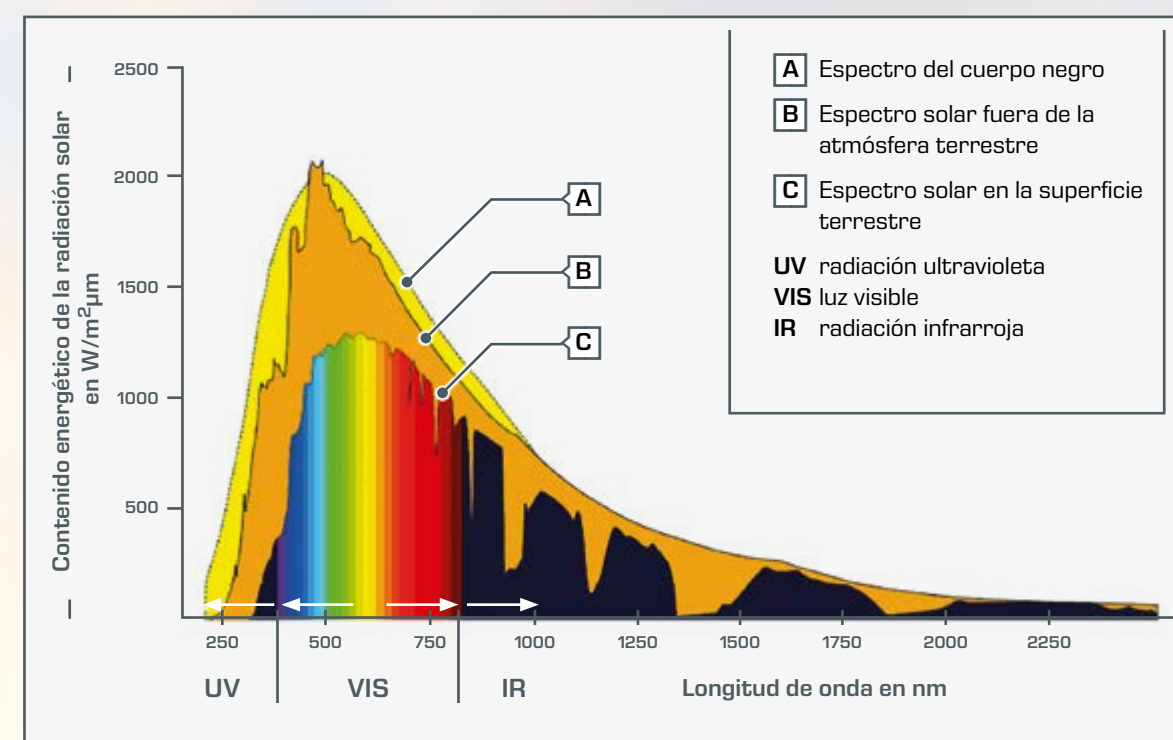
La orientación de las superficies absorbentes hacia el punto cardinal y su inclinación desempeñan un papel fundamental en la optimización de la productividad de una instalación solar. La ilustración muestra la posición visible del sol sobre la tierra en las distintas estaciones. Las horas especificadas para la salida y puesta del sol son válidas para el emplazamiento de Berlín:

- A** zenit
- B** solsticio estival
- C** comienzo de primavera/otoño
- D** solsticio invernal



Para optimizar el aprovechamiento de la radiación solar es necesario conocer sus propiedades. La composición espectral de la luz solar resulta de especial interés. Mediante investigaciones espectroscópicas se puede determinar el contenido energético de la luz solar en diferentes longitudes de onda. Si es posible

adaptar mejor las propiedades espectrales del receptor y/o absorbedor al espectro solar, se da una condición esencial para mejorar el balance energético.



El espectro de la luz solar

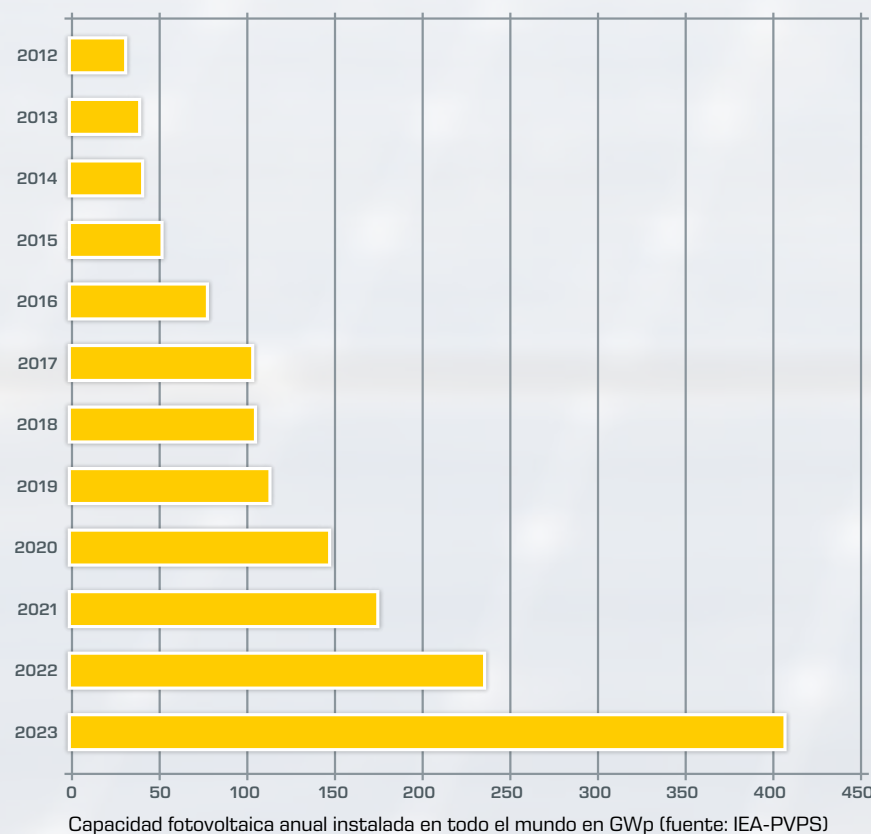
En el interior del sol, los procesos de fusión provocan temperaturas de hasta $15 \cdot 10^6$ K. El espectro de la luz solar emitida se basa, sin embargo, en procesos que tienen lugar en capas externas del sol. La composición espectral se caracteriza teóricamente por un cuerpo negro con una temperatura superficial de 5777 K.

De camino a la superficie terrestre, la radiación solar se debilita en la atmósfera debido a la dispersión y a la absorción.

Conocimientos básicos Energía fotovoltaica

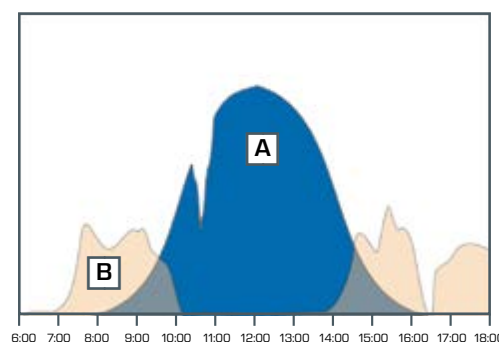
El periodo de amortización de la energía es el tiempo que tarda un sistema fotovoltaico en generar tanta energía como la consumida para su producción, instalación y mantenimiento. Según la AIE (Agencia Internacional de la Energía), este periodo era de entre 1 y 1,3 años en Europa en 2023.

A finales de 2023, se habían instalado en todo el mundo sistemas con una producción eléctrica total de más de 1580 GW. Como puede verse en el diagrama siguiente, la capacidad de los nuevos sistemas instalados aumentó de 236 GWp a más de 400 GWp en 2022 y 2023.



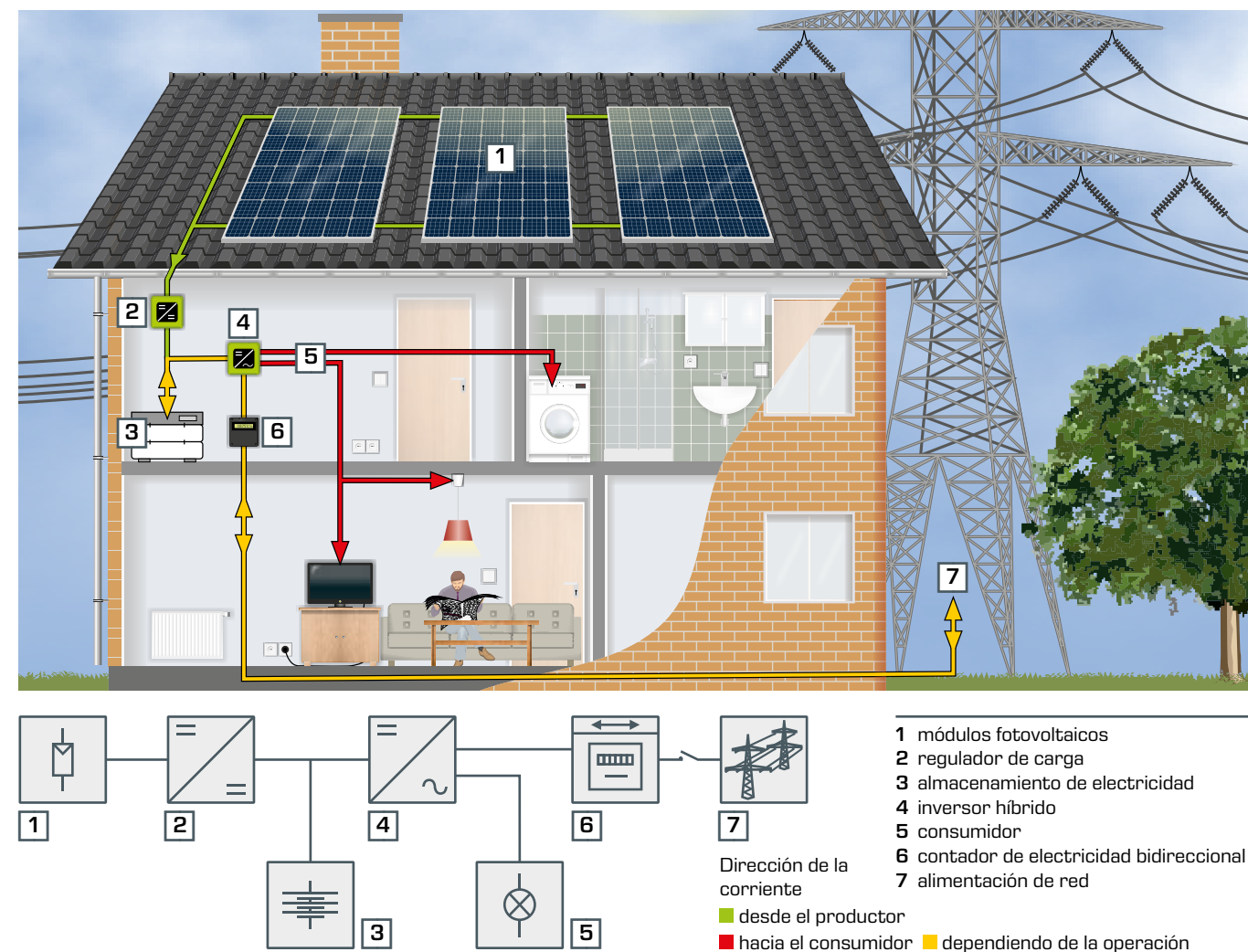
Electricidad solar y demanda de electricidad en un edificio residencial

Los datos típicos de medición de la electricidad solar generada y de la demanda de electricidad de un edificio residencial durante un día muestran la necesidad de almacenar electricidad. Sólo el almacenamiento de electricidad permite cubrir la demanda en las horas de mañana y tarde.

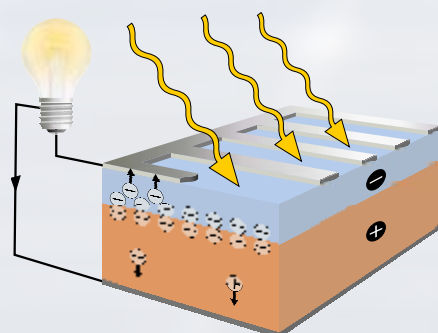


A generación de electricidad por módulos fotovoltaicos
B cobertura de la demanda de electricidad por los almacenamientos

Componentes del sistema de aprovechamiento de la electricidad solar



El modo de funcionamiento de células solares semiconductoras



Una célula solar basada en semiconductores transforma la energía de radiación de la luz en energía eléctrica. Para ello es necesario que los cuantos de luz absorbidos (fotones) dispongan de suficiente energía o longitud de onda. Solamente cuando la energía absorbida en el semiconductor es suficiente, puede liberarse un electrón del enlace de la red cristalina atómica. El electrón liberado deja un espacio libre en la red cristalina. Este hueco tiene una carga eléctrica positiva y se mueve también libremente en el semiconductor.

Para poder aprovechar estos portadores de carga eléctrica que se mueven libremente, se construye un campo eléctrico en el semiconductor dotándolo de átomos externos apropiados.

Bajo la influencia de este campo eléctrico interno pueden separarse en la célula solar los portadores de carga positivos y negativos generados. De este modo es posible utilizar la célula solar como fuente en un circuito eléctrico.

Aprovechamiento eficiente de la electricidad solar

Para acumular la electricidad solar fotovoltaica se combinan, p.ej., 36 células solares individuales para formar un módulo. Se pueden distinguir diferentes conceptos para el uso posterior de la electricidad solar:

- funcionamiento en isla
- funcionamiento paralelo a la red
- funcionamiento paralelo a la red con acumulador

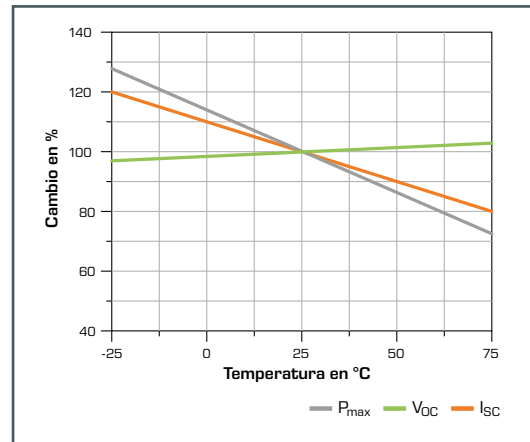
Un funcionamiento en isla es adecuado, p.ej., para aplicaciones en ubicaciones alejadas sin conexión a una red eléctrica

pública. Para un suministro de electricidad sin interrupciones, es importante disponer de un acumulador para poder utilizar la energía eléctrica, p.ej., también por la noche.

Las plantas fotovoltaicas conectadas a la red alimentan la electricidad solar directamente a una red pública. En este caso se necesita un inversor que transforme la corriente continua de los módulos fotovoltaicos en corriente alterna con la frecuencia y tensión adecuadas.

La red eléctrica pública puede desestabilizarse si hay un suministro excesivo de electricidad inyectada. Para evitar este efecto, en Alemania se estimula financieramente el consumo propio de electricidad solar. Las plantas fotovoltaicas necesarias conectadas a la red se amplían mediante acumuladores. Mediante un control inteligente del consumo y la carga de los acumuladores, el porcentaje de electricidad solar de uso propio puede aumentarse claramente.

ET 252 Medición en células solares



ET 252 se utiliza para analizar los efectos de la temperatura en la célula solar.

Al producto:



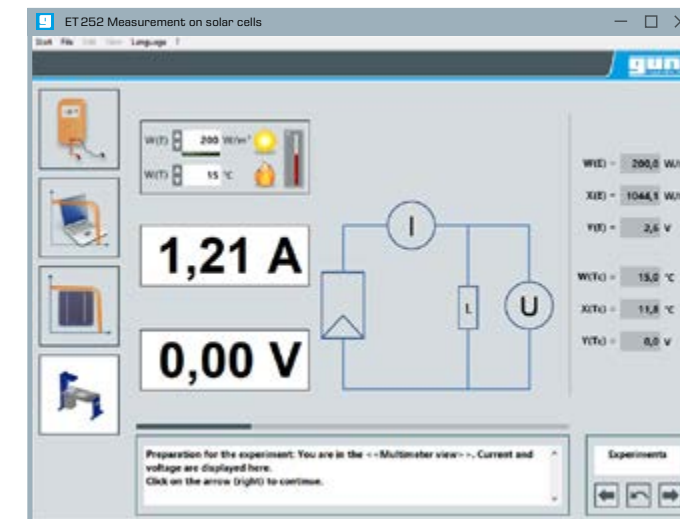
El equipo ET 252 le permite transmitir las relaciones fundamentales de la energía solar fotovoltaica mediante experimentos cuidadosamente elaborados.

Los componentes principales del equipo de ensayo son cuatro células solares que son irradiadas con una unidad de alumbrado ajustable. Mediante un elemento de refrigeración Peltier regulado puede controlarse la temperatura de las células solares de forma selectiva. De este modo se pueden realizar series de medición comparadas sobre la influencia de la temperatura en las variables características de las células.

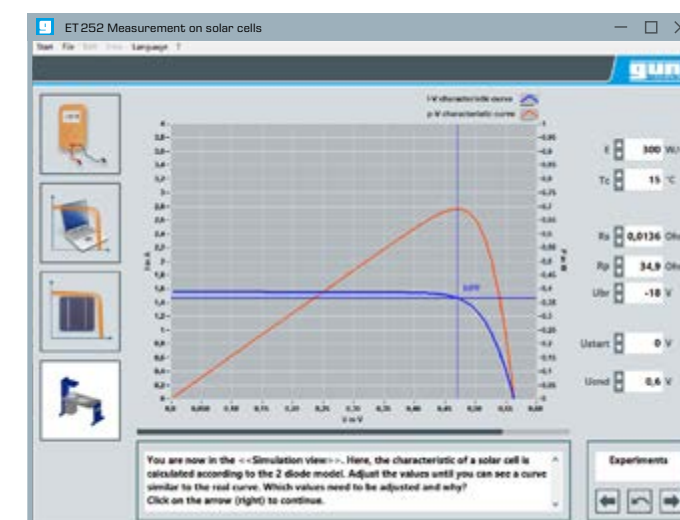


Software con función tutor

El completo software GUNT controla todas las funciones del equipo desde un ordenador externo o portátil, a través de una interfaz USB. Además de controlar la luminosidad y la temperatura, también se parametriza la medición automatizada de las curvas características mediante el sumidero de corriente controlable.



El software GUNT contiene una función tutor integrada, que facilita la iniciación en los fundamentos de la energía solar fotovoltaica en pasos didácticamente equilibrados y aclara las distintas posibilidades de medición del equipo.



En el modo de simulación, se pueden investigar las influencias de parámetros específicos de las células en la curva característica de corriente-tensión.



Contenidos didácticos

- comportamiento físico de las células solares a diferentes niveles de iluminancia y temperaturas
- registro de curvas características de corriente/tensión
- cálculo de la intensidad de la corriente y de la potencia alcanzable según el modelo de un diodo
- influencia de la iluminancia y la temperatura en las curvas características
- ensombrecimiento de células solares conectadas en serie o en paralelo
- efecto de los diodos de bypass
- disminución de la potencia a causa de ensombrecimiento

ET 255 Sistema energético para energía fotovoltaica y eólica

La electricidad solar procedente de sistemas fotovoltaicos puede utilizarse para alimentar una red eléctrica pública (funcionamiento en paralelo a la red) o para el consumo local (funcionamiento en isla). En las instalaciones fotovoltaicas modernas, la utilización controlada por la demanda y la disponibilidad incluye una combinación de ambas opciones de funcionamiento. Para controlar los flujos de energía se utilizan el almacenamiento y los llamados sistemas de gestión de la energía.

GUNT ofrece un sistema de componentes de ensayo coordinados que permiten realizar ensayos sofisticados con los componentes actuales de la práctica fotovoltaica. Junto con los accesorios, se puede investigar el comportamiento de una instalación de electricidad solar en condiciones de funcionamiento variables.

Al producto:



El software GUNT en un PC externo se utiliza para el manejo de sistema de electricidad solar, así como para el registro y la visualización de los valores de medición. Además, se pueden controlar procedimientos de ensayos con unos perfiles de generación y de consumo definidos.

El software GUNT con capacidad de funcionamiento en red permite el seguimiento y la evaluación de los ensayos en cualquier número de estaciones de trabajo a través de una conexión LAN/WLAN con la red local.



LAN



Curva característica simulada

Diagrama del sistema con generador de programas

Contenidos didácticos

- estudio de componentes de sistemas modernos para uso fotovoltaico
- optimización del rendimiento mediante el seguimiento del punto de máxima potencia (tracker MPP)
- funcionamiento de inversores y reguladores de carga
- cobertura combinada de la demanda de energía solar y eólica
- comportamiento de funcionamiento con iluminancia y temperatura variables
- rendimiento y comportamiento dinámico de los componentes del sistema
- sistemas de gestión de la energía para optimizar el autoconsumo en el funcionamiento con conexión a red
- sistemas de gestión de baterías para el uso optimizado de los sistemas de almacenamiento
- casos de aplicación con disponibilidad variable de la red
- ensayos con especificación de perfiles de generación y consumo
- junto con ET 280: electrolizador para generar hidrógeno como consumidor

Componentes conectados en red de un sistema moderno de electricidad solar con ET 255

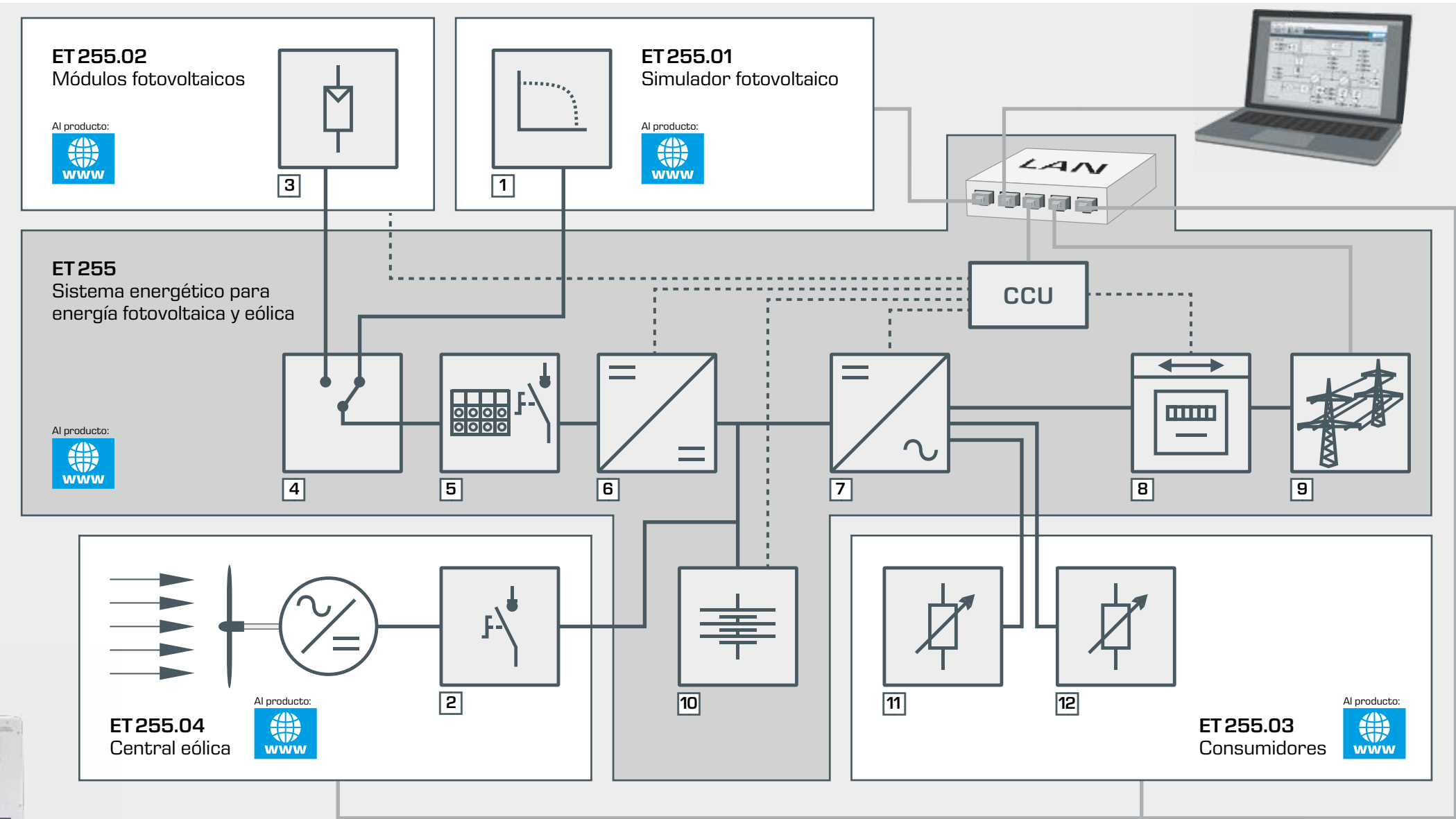
Configuración del sistema ET 255 completo con accesorios

El banco de ensayos ET 255 contiene componentes conectados en red de un sistema de electricidad solar, como un acumulador de litio hierro fosfato como almacenamiento, un regulador de carga MPP, un inversor de red y un contador de electricidad bidireccional, así como un sistema para la gestión de la energía (EMS). El sistema de gestión de la energía registra los flujos de energía y controla los distintos componentes del sistema.

El simulador fotovoltaico ET 255.01 o los módulos fotovoltaicos el ET 255.02, sirven como fuente de energía solar. Para garantizar una iluminancia suficiente, el banco de ensayos debe funcionar con luz solar o con la fuente de luz artificial HL 313.01 disponible opcionalmente. Con el ET 255.04 se dispone de una central eólica como fuente adicional de energía renovable.

El ET 255.03 contiene dos consumidores eléctricos controlables que tienen una prioridad diferente cuando son alimentados por medio del ET 255.

Alternativamente, el electrolizador ET 280 puede integrarse en el sistema como consumidor.



- | | | |
|------------------------------------|--|--|
| 1 simulador fotovoltaico ET 255.01 | 5 seccionador y protección contra sobretensión | 8 contador de electricidad bidireccional |
| 2 central eólica ET 255.04 | 6 regulador de carga MPP | 9 conexión de red |
| 3 módulos fotovoltaicos ET 255.02 | 7 inversor de red | 10 almacenamiento |
| 4 conmutador | | 11 AC-consumidor 1 ajustable ET 255.03 |
| | | 12 AC-consumidor 2 ajustable ET 255.03 |

El banco de ensayos se controla mediante el software GUNT en un PC externo (no incluido en el volumen de suministro), que está conectado a través de una interfaz de red. Los datos del inversor de red, el contador de electricidad bidireccional, el

sistema de gestión de baterías del sistema de almacenamiento, el regulador de carga MPP y los módulos fotovoltaicos se registran en la unidad central de comunicación y control (CCU).

ET 250

Medición en módulos fotovoltaicos



Con este banco de ensayos puede transmitir de forma práctica los aspectos fundamentales del funcionamiento de módulos fotovoltaicos. ET 250 dispone de dos módulos fotovoltaicos. Los módulos pueden ser conectados opcionalmente en serie o en paralelo. Puede ajustar individualmente el ángulo de inclinación de los módulos. Para los ensayos dispone de una unidad de medición, que visualiza todos los valores de medición relevantes de forma clara. En base a los valores de medición pueden crearse curvas características de corriente y tensión. Estas curvas características son un criterio fundamental para la evaluación de la eficiencia de una instalación fotovoltaica.

Al producto:



Para ensayos de laboratorio bajo condiciones de luz uniformes, recomendamos utilizar nuestra **fuentes de luz artificial HL 313.01**.

Al producto:



Con ayuda de esta fuente de luz puede crear condiciones de ensayo reproducibles en una sala. La fuente de luz posee ocho emisores halógenos dispuestos en dos filas. El ángulo de inclinación de los distintos emisores halógenos puede ajustarse para que el ensayo correspondiente tenga la mayor luz incidente perpendicular posible.



Contenidos didácticos

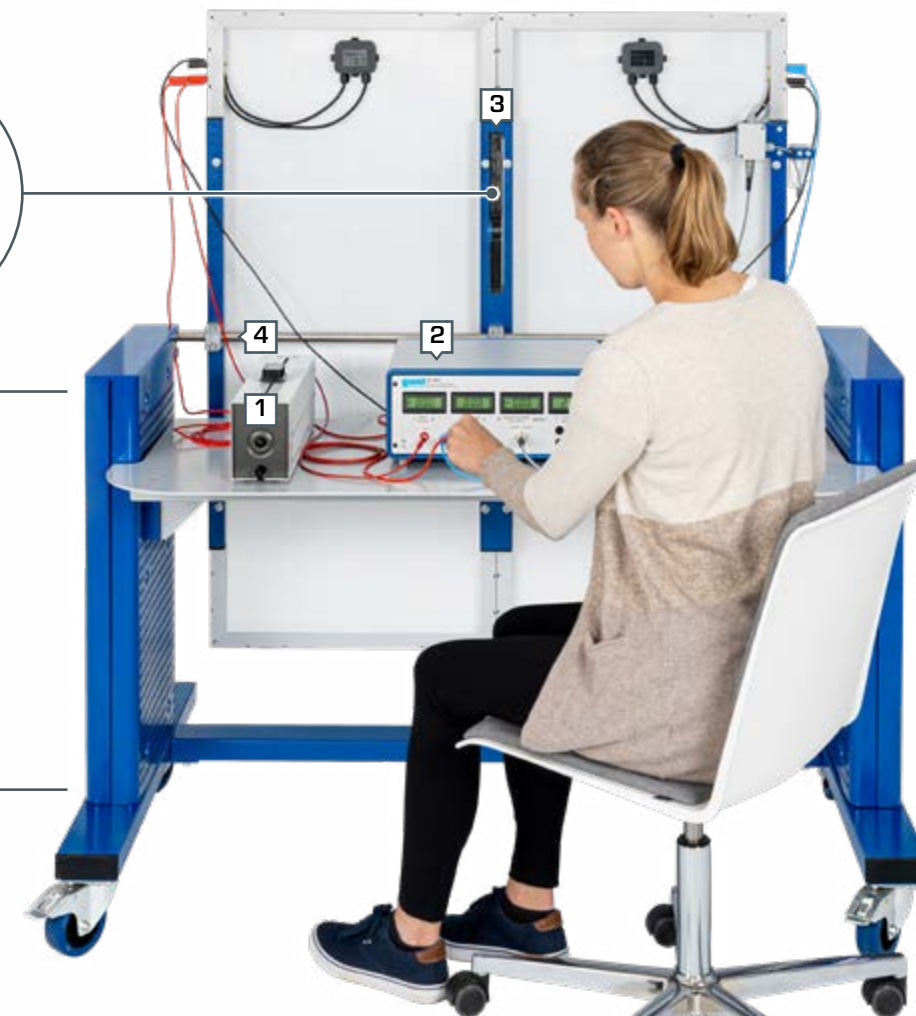
- comportamiento físico de módulos fotovoltaicos con iluminancia, temperatura y ensombrecimiento variables
- familiarización con variables características importantes como corriente de cortocircuito, tensión de circuito abierto y potencia máxima
- registro de curvas características de corriente y tensión en conexión en paralelo y en serie
- influencia de la inclinación de los módulos fotovoltaicos
- determinación del rendimiento

3



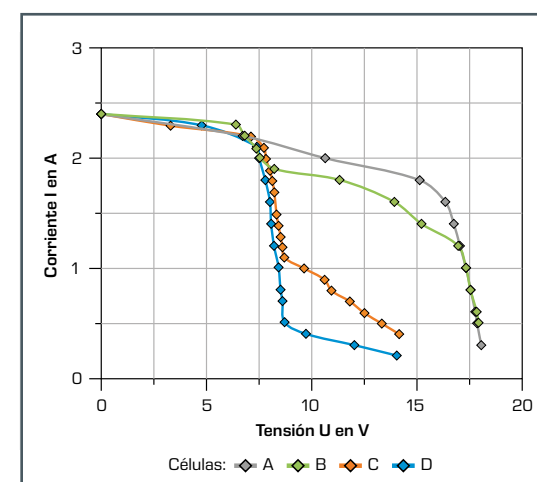
Componentes y accesorios

- 1 reóstato de cursor como carga variable
- 2 amplificador de medida
- 3 medidor de inclinación
- 4 módulos fotovoltaicos orientables
- 5 Sensor de iluminancia ajustable horizontal y verticalmente



Ensayos con ensombrecimientos

El ensombrecimiento representa en muchos lugares una causa fundamental de pérdidas de productividad. Respecto a este efecto también se han concebido unos ensayos específicos con el ET 250. Los resultados pueden compararse con ensayos de referencia documentados.



Curvas características de corriente y tensión para ensombrecimientos de células individuales



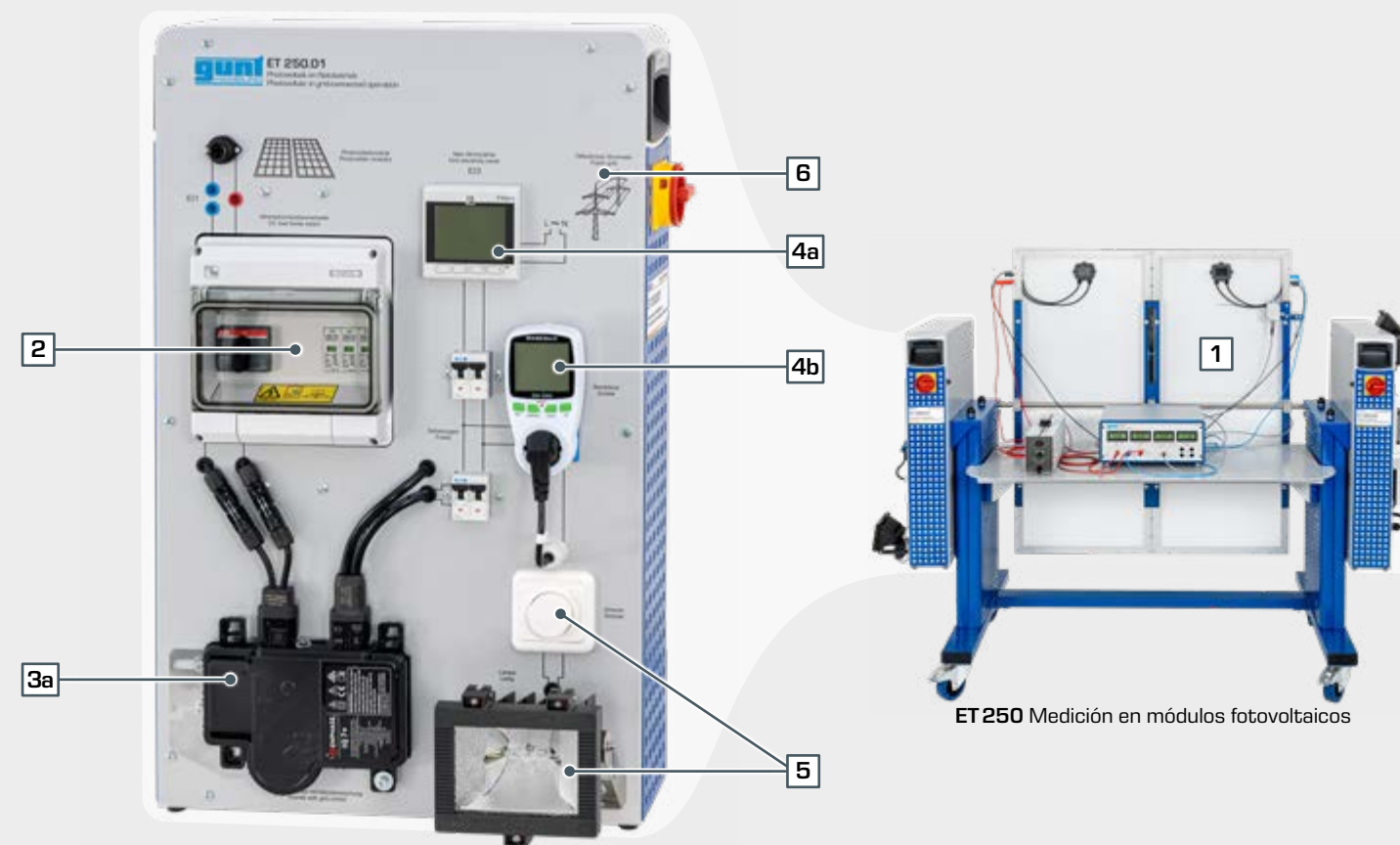
Ensombrecimiento debido a las nubes

ET 250.01 Energía solar fotovoltaica para funcionamiento en paralelo a la red

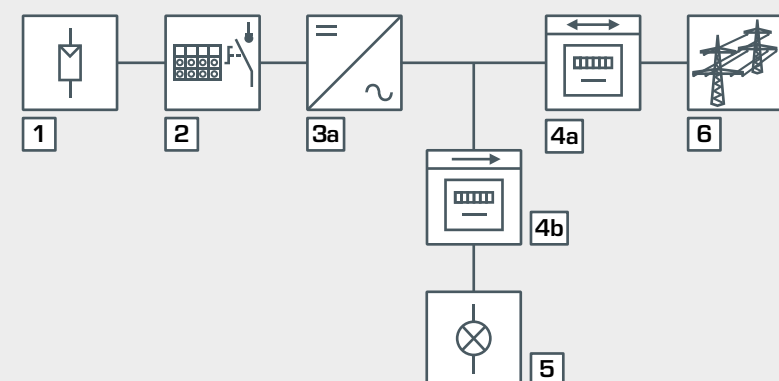
ET 250.01 ha sido concebido como módulo de ampliación para ET 250 y le ofrece la posibilidad de completar de forma práctica los contenidos didácticos de ET 250. Este equipo de ensayo contiene componentes de la práctica fotovoltaica, que son necesarios para el aprovechamiento de la electricidad solar en conexión con una red eléctrica pública. El inversor con optimi-

zación de potencia (MPP) funciona conectado a la red y varía la corriente y la tensión para la potencia máxima de los módulos fotovoltaicos. Las cantidades de corriente extraídas o inyectadas son registradas a través de un moderno contador de electricidad bidireccional.

Al producto:



ET 250.01 Energía solar fotovoltaica para funcionamiento en paralelo a la red



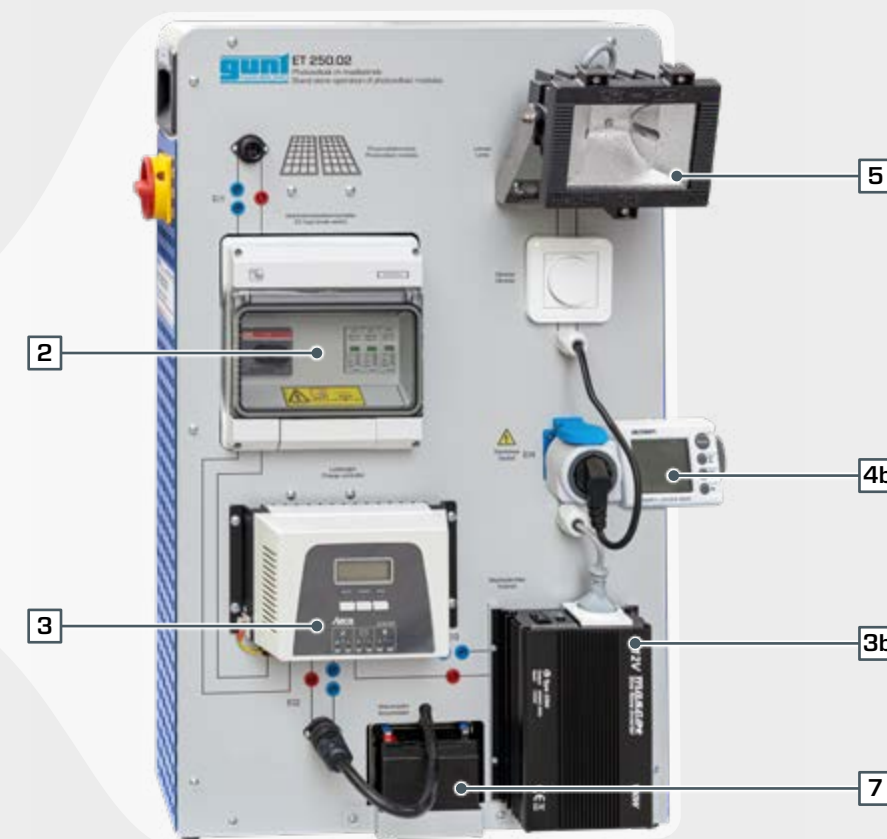
- 1 módulos fotovoltaicos del ET 250
- 2 interruptor seccionador de corriente continua y la protección contra sobretensión
- 3 regulador de carga con optimización de potencia (MPP)
- 3a inversor con optimización de potencia (MPP)
- 3b inversor simple
- 4a contador de electricidad bidireccional para alimentación de red
- 4b contador de electricidad para consumo propio
- 5 lámpara halógena con atenuador de luz
- 6 alimentación de red
- 7 acumulador

ET 250.02 Energía solar fotovoltaica para funcionamiento en isla

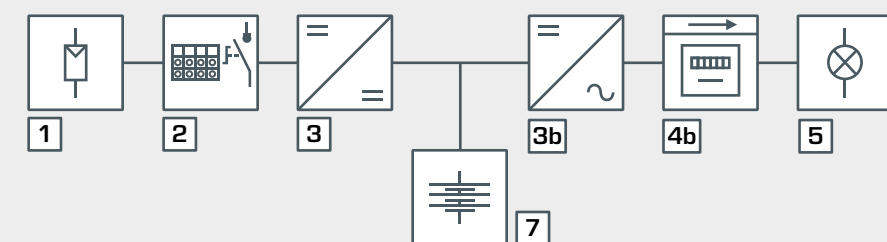
ET 250.02 es también un módulo de ampliación de ET 250. El equipo le permite enseñar los aspectos esenciales de la utilización de la electricidad solar en sistemas de funcionamiento en isla. ET 250.02 contiene todos los componentes necesarios para ello: El regulador de carga con optimización de potencia

(MPP) supervisa la tensión del acumulador y optimiza el punto de funcionamiento de los módulos fotovoltaicos. En el funcionamiento en isla pueden utilizarse inversores más sencillos porque no es necesario supervisar la tensión de red.

Al producto:



ET 250.02 Energía solar fotovoltaica para funcionamiento en isla



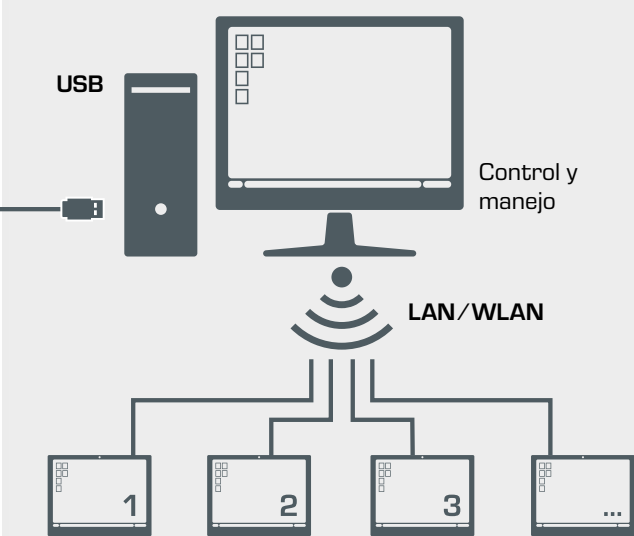
	Contenidos didácticos
■	componentes de la práctica del uso de la energía solar
■	funcionamiento del interruptor seccionador de corriente continua y la protección contra sobretensión
■	funcionamiento de los reguladores de carga y inversores
■	influencia de la carga en el rendimiento de los componentes
■	influencia de las fluctuaciones del suministro de energía solar y del consumo de electricidad en el rendimiento del sistema
■	funcionamiento de contadores de electricidad modernos
■	balance energético en funcionamiento en isla y en paralelo a la red

ET 256

Refrigeración con energía fotovoltaica



- instalación frigorífica de compresión para el funcionamiento con los módulos fotovoltaicos ET 250, ET 255.02 o la fuente de alimentación de laboratorio ET 256.01
- la unidad de control pone en marcha el compresor en cuanto se dispone de suficiente energía eléctrica procedente de los módulos fotovoltaicos
- larga refrigeración gracias a acumuladores de frío y aislamiento
- software GUNT compatible con la conexión en red para el control y el balance de los flujos de energía



Software GUNT para el control del equipo y la adquisición de datos de medición vía PC

El equipo de ensayo ET 256 contiene una cámara de refrigeración que es refrigerada por un típico circuito de refrigeración por compresión. Como característica especial, existe la opción de alimentar el compresor de émbolo utilizado directamente con la electricidad de los módulos fotovoltaicos de ET 250 o de ET 255.02 a través de una unidad de control. Alternativamente, la alimentación puede realizarse a través de la fuente de alimentación de laboratorio ET 256.01.

Contenidos didácticos

- alimentación de una instalación frigorífica de compresión con electricidad procedente de módulos fotovoltaicos
- componentes de una instalación frigorífica fotovoltaica
- funcionamiento del compresor con suministro de energía y demanda de refrigeración cambiantes
- carga y descarga de acumuladores de frío
- índice de rendimiento calorífico de la instalación frigorífica en función de las condiciones de funcionamiento
- ciclo frigorífico en el diagrama log p-h
- balance de los flujos de energía

Al producto:



Todo el programa GUNT



Mecánica y diseño mecánico

- estática
- resistencia de materiales
- dinámica
- dinámica de máquinas
- diseño mecánico
- ensayo de materiales



Mecatrónica

- dibujo técnico
- modelos seccionados
- metrología
- elementos de máquinas
- tecnología de fabricación
- procesos de montaje
- mantenimiento
- diagnóstico de máquinas
- automatización e ingeniería de control de procesos



Ingeniería térmica

- fundamentos de termodinámica
- cambiadores de calor
- máquinas fluidomecánicas térmicas
- motores de combustión interna
- refrigeración
- ingeniería de suministro (HVAC)



Mecánica de fluidos

- flujos estacionarios
- flujos no estacionarios
- flujo alrededor de cuerpos
- elementos de sistemas de tuberías y de ingeniería de plantas
- turbomáquinas
- máquinas de desplazamiento positivo
- ingeniería hidráulica



Ingeniería de procesos

- ingeniería de las operaciones básicas mecánicas
- ingeniería de procesos térmicos
- ingeniería de procesos químicos
- ingeniería de procesos biológicos
- tratamiento de aguas



2E Energy & Environment

Energy

- energía solar
- energía hidráulica y energía marina
- energía eólica
- biomasa
- energía geotermia
- sistemas de energía
- eficiencia energética en edificaciones

Environment

- agua
- aire
- suelo
- residuos

Contacto

G.U.N.T. Gerätebau GmbH
Hanskampring 15-17
22885 Barsbüttel
Alemania

+49 40670854-0
sales@gunt.de
www.gunt.de



Visite nuestra
página web
www.gunt.de