



Vocalía de Emergencias de URE

Taller / formación de Autosuficiencia Energética

EA7LGA / 21T02 – Alberto Muñoz Álvarez



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer la colaboración, las sugerencias y las correcciones, en la confección de esta presentación, a los compañeros EA3GRN y EA8000URE, que espero sigan corrigiéndome durante la formación.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

PRÓLOGO

En un mundo cada vez más dependiente de la energía y más vulnerable a la inestabilidad de las redes convencionales, la autosuficiencia energética ya no es una opción marginal, sino una necesidad estratégica, especialmente en entornos donde la comunicación es crítica. Esta formación nace del compromiso de la Vocalía de Emergencias de URE por dotar a los operadores de radioaficionados y, por extensión, a cualquier persona interesada en la resiliencia energética, de los conocimientos necesarios para garantizar el funcionamiento de sus equipos ante cualquier eventualidad.

El presente taller aborda de forma rigurosa y accesible los principios fundamentales de la generación, almacenamiento y gestión de energía fuera de red, con una atención especial a las aplicaciones en situaciones de emergencia. A lo largo de estas sesiones, el participante encontrará no solo fundamentos teóricos, sino también criterios técnicos y prácticos, respaldados por ejemplos reales y experiencias contrastadas. Agradecemos especialmente la colaboración de quienes han aportado su conocimiento.

Más allá de una simple guía técnica, este documento pretende ser una herramienta de preparación, autonomía y responsabilidad. Porque en escenarios donde cada vatio cuenta, el conocimiento es tan vital como la energía misma.

EA9E – José Antonio Méndez

Vocal Emergencias URE / EMCOM



En esta formación nos referiremos a la autosuficiencia para atender a las necesidades de energía para alimentar nuestros equipos de radio, de forma puntual o permanente.

Esto tiene especial importancia en situaciones de catástrofe o calamidad, donde las redes de distribución energética tradicionales quedan inutilizadas, así como en operaciones que, por su localización, carecen de los sistemas de distribución energética conectados a la red.

Veremos diferentes sistemas de generación, alimentación y almacenamiento en baterías, tanto comerciales como autoconstruidos. Es importante que todos repasemos nuestros conocimientos de electricidad y electrónica.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

INDICE

I.- CONCEPTOS BÁSICOS:

Corriente Continua
Corriente Alterna
Tensión
Intensidad
Potencia

II.- SISTEMAS AUTONOMOS DE PRODUCCIÓN ELECTRICA:

Fotovoltaica
Eólica
Generadores de combustión

III.- ALMACENAMIENTO. BATERÍAS:

Funcionamiento de baterías
Las baterías de litio
Tensión, intensidad y potencia de las baterías.

Importancia del cableado y las protecciones en la CC.

IV.- CONEXIONADO DE LOS DISPOSITIVOS:

Conexionado en serie
Conexionado en paralelo
Conexionado mixto, serie + paralelo

V.- SISTEMAS DE GESTIÓN Y MONITORIZACIÓN

BMS

MPPT

VI.- INVERSORES

Que es un inversor
Tipos de inversores

VII.- DIMENSIONAMIENTO EQUIPOS DE RADIO Y SISTEMAS ENERGETICOS

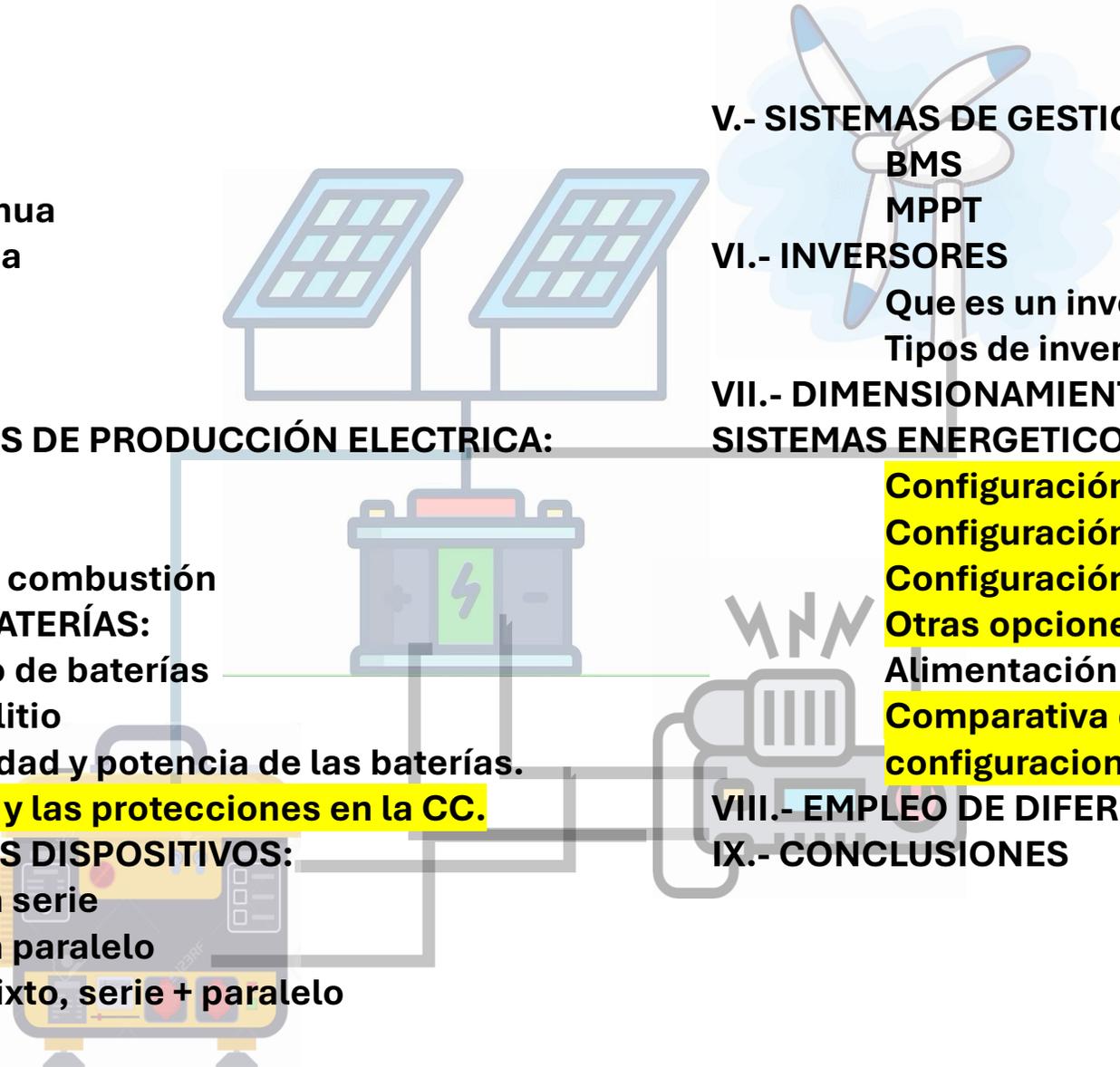
Configuración de equipo complejo
Configuración de equipo básico
Configuración de equipo QRP
Otras opciones

Alimentación con generador

Comparativa de consumos de las configuraciones vistas

VIII.- EMPLEO DE DIFERENTES VOLTAJES

IX.- CONCLUSIONES





Taller / formación de Autosuficiencia Energética

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE SISTEMAS OFF GRID

Los sistemas autónomos o autosuficientes de energía (off grid) tienen por objeto, objetivo o finalidad el mismo que las redes eléctricas tradicionales (on grid), proporcionar un flujo de corriente eléctrica suficiente y necesario para alimentar nuestras necesidades de consumo.

La diferencia fundamental y evidente es la no dependencia de la red eléctrica tradicional.

VENTAJAS DE LOS SISTEMAS OFF GRID

- 1.- Independencia de los sistemas tradicionales de generación, transporte, distribución y comercialización.
- 2.- Independencia de las posibles fluctuaciones de las líneas tradicionales.
- 3.- Supervivencia en caso de desconexión de las líneas de transporte.
- 4.- Monitorización y gestión de la energía autónoma y activa.
- 5.- Desafección de los sistemas de precios.

INCONVENIENTES DE LOS SISTEMAS OFF GRID

- 1.- Elevada inversión.
- 2.- Necesidad de conocimientos avanzados para su instalación.
- 3.- Muy mala información sobre su uso y características.
- 4.- Dependencia de la climatología. Posible imprevisibilidad en la producción.
- 5.- Mantenimiento.
- 6.- Desechos o residuos de difícil gestión o reciclado.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

1ª SESIÓN. PARTE TEÓRICA Y EQUIPOS

26 / 06 / 2025



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

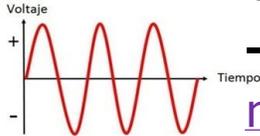
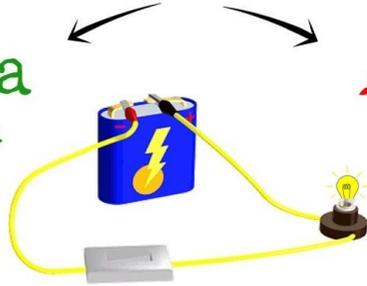
En esta primera parte de este taller veremos:

- Repaso de los conceptos de Corriente Continua, Corriente Alterna, Tensión, Intensidad y Potencia.
- Los diferentes sistemas de producción de electricidad.
- Las baterías como medio para almacenar la electricidad generada.
- La importancia del cableado de nuestros equipos de radio y de alimentación.
- Importancia de las protecciones contra tensiones indeseadas en nuestras conexiones
- Conexión de los sistemas de generación y de las baterías. Conexiones en serie, paralelo y serie/paralelo.
- Sistemas de gestión de baterías y equipos de producción.
- Inversores.

Corriente

Directa
Continua

Alterna



I.- CONCEPTOS BÁSICOS

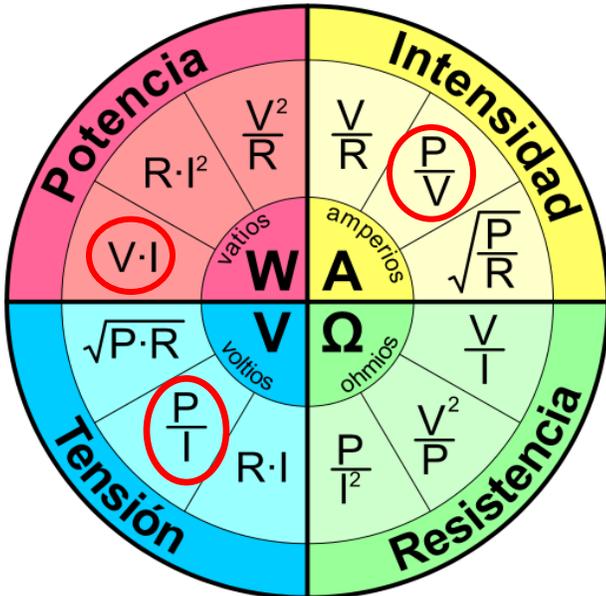
- **Corriente continua (CC):** flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial y carga eléctrica, que no cambia de sentido con el tiempo.

- **Corriente alterna (AC):** flujo continuo de carga eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente.

- **Tensión:** Diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. Se mide en Voltios (V).

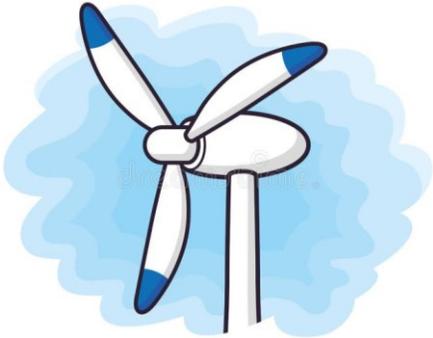
- **Intensidad:** Al caudal de corriente se le denomina intensidad de corriente eléctrica. Se mide en Amperios (A).

- **Potencia:** La cantidad de energía eléctrica entregada/absorbida por un elemento en un momento determinado. Se mide en Watios (W).

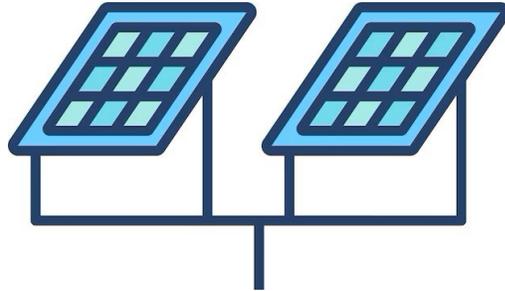


II.- SISTEMAS AUTÓNOMOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

EÓLICA



FOTOVOLTAICA



GENERADORES DE COMBUSTIÓN



Estos tres sistemas **alimentan y**, conectados a un sistema de baterías, **acumulan** energía eléctrica.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

CONSIDERACIONES

Desde mi punto de vista, **el mejor sistema a considerar es el de producción solar**, seguido de la generación por combustión y por último la energía eólica.

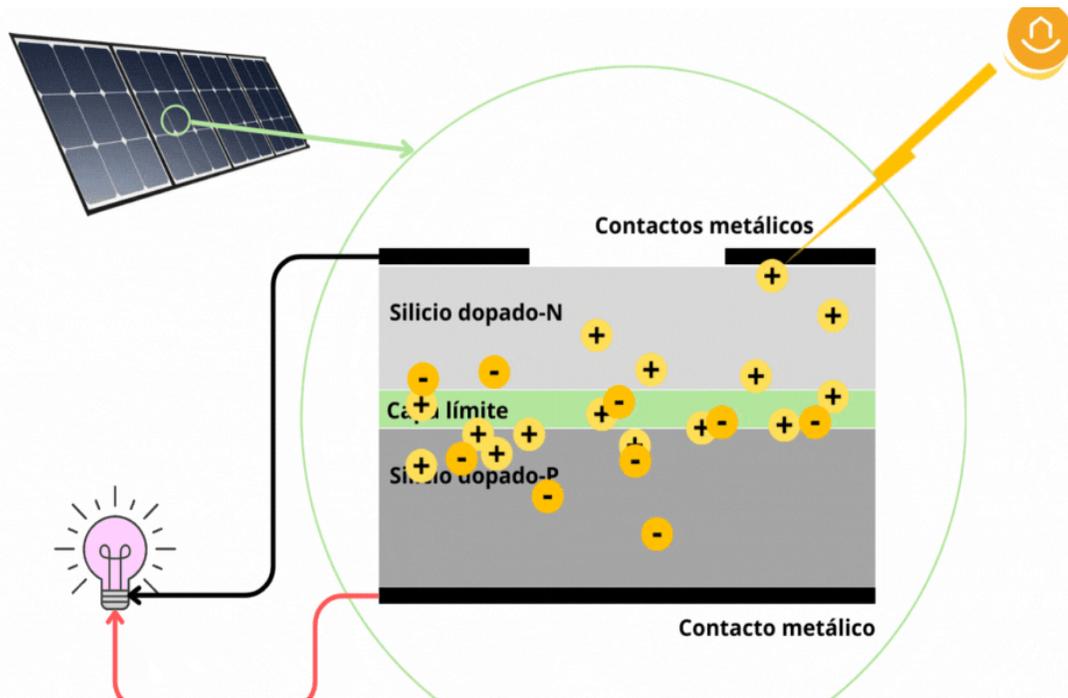
España es el país del sol. Tenemos una media anual de 7,37 horas diarias de sol.

La energía eólica es más dependiente de unas condiciones meteorológicas muy determinadas, que haya viento y, además, con un mínimo de velocidad. Además, y aún existiendo aerogeneradores portátiles, son equipos cuyo montaje lleva bastante tiempo y llevar herramientas, y no son fáciles para transportar.

Los sistemas de combustión nos tienen *atados* a la necesidad de combustible para su funcionamiento, gasolina o gas. También son voluminosos y de transporte no muy fácil.

Los sistemas de combustión son el complemento perfecto de la producción solar.

PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA



La producción de energía eléctrica fotovoltaica se produce usando la radiación solar. Determinadas partículas, los fotones, son absorbidos por los paneles fotovoltaicos liberando electrones. Esta liberación de electrones produce corriente eléctrica.

Esta corriente eléctrica, continua, es producida con determinada tensión e intensidad, dependiendo de las características del panel fotovoltaico.

Esta corriente eléctrica puede alimentar directamente nuestros consumos o ser almacenada.

Son con diferencia los sistemas de producción energética que más han reducido sus precios. Un panel solar, para vivienda, de 415W cuesta entre los 99 y los 185€ dependiendo de la marca.

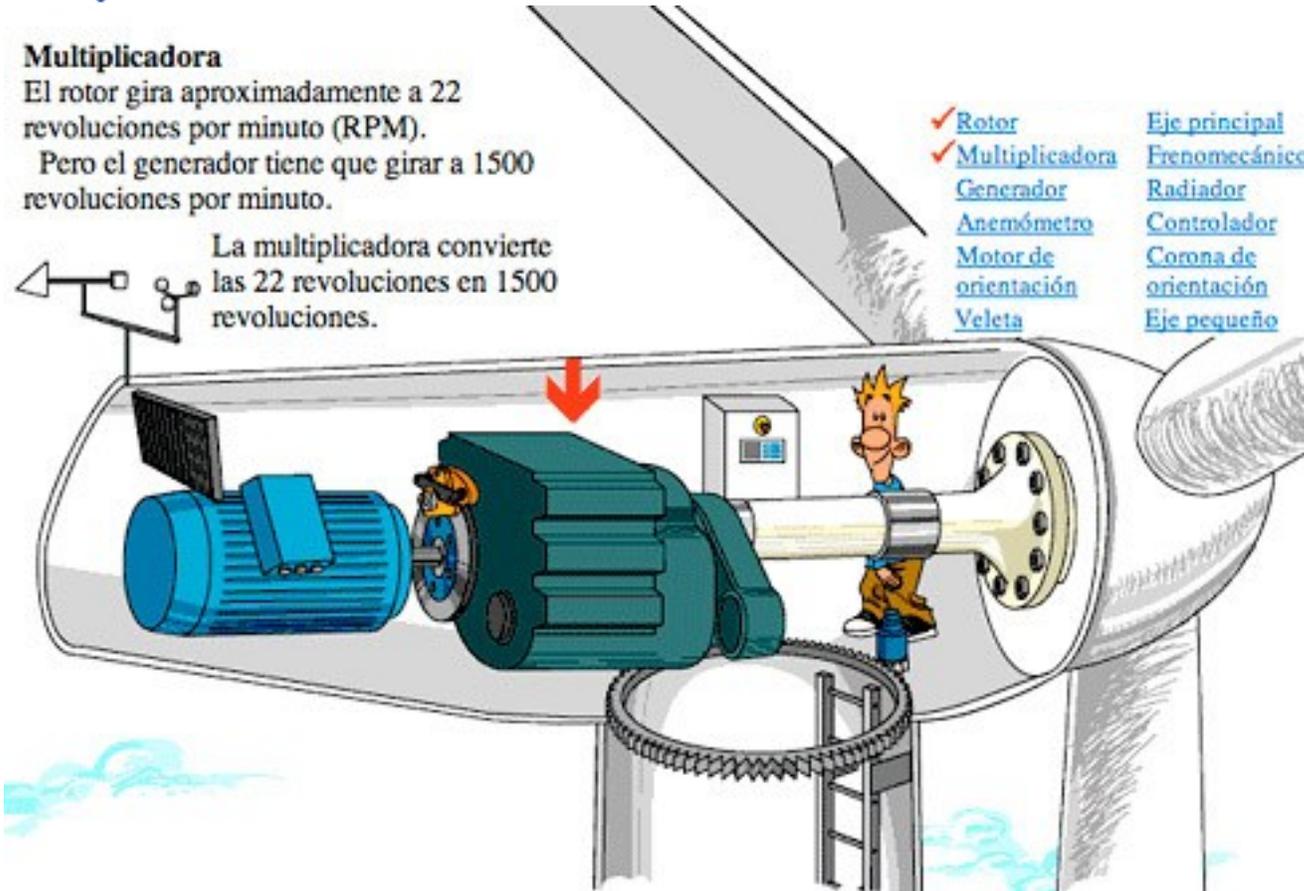
PRODUCCIÓN EÓLICA

Multiplicadora

El rotor gira aproximadamente a 22 revoluciones por minuto (RPM).

Pero el generador tiene que girar a 1500 revoluciones por minuto.

La multiplicadora convierte las 22 revoluciones en 1500 revoluciones.



La producción de energía eólica se obtiene aprovechando la fuerza del viento para generar electricidad. Se basa en la conversión de la energía cinética del viento en electricidad mediante aerogeneradores. Estos dispositivos, también conocidos como turbinas eólicas, capturan el movimiento del aire y lo transforman en energía eléctrica, ya que mediante el giro de sus aspas activan un generador eléctrico. El funcionamiento es similar al de los alternadores de los coches. Las turbinas eólicas suelen comenzar a generar energía a velocidades del viento de 2-4 m/s.

Han reducido su precio, pero siguen siendo relativamente caros y aparatosos, ej.: Eco-Worthy L04WTG12-400-1, 12/24V y 400W, 369,99€.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

GENERADORES ELÉCTRICOS

Un generador eléctrico es una máquina que convierte energía mecánica en energía eléctrica. Su funcionamiento se basa en los principios de la inducción electromagnética y puede ser utilizado para generar electricidad en diferentes contextos, como en plantas de energía, generadores portátiles o sistemas de respaldo de energía.

El funcionamiento de un generador eléctrico puede ser desglosado en varios pasos. En primer lugar, un movimiento mecánico (provocado por una fuente externa como un motor diésel, una turbina de vapor o una bicicleta) hace girar el rotor del generador a una velocidad constante. Este rotor, que contiene un campo magnético, interactúa con un estator, que es una estructura fija que rodea al rotor.

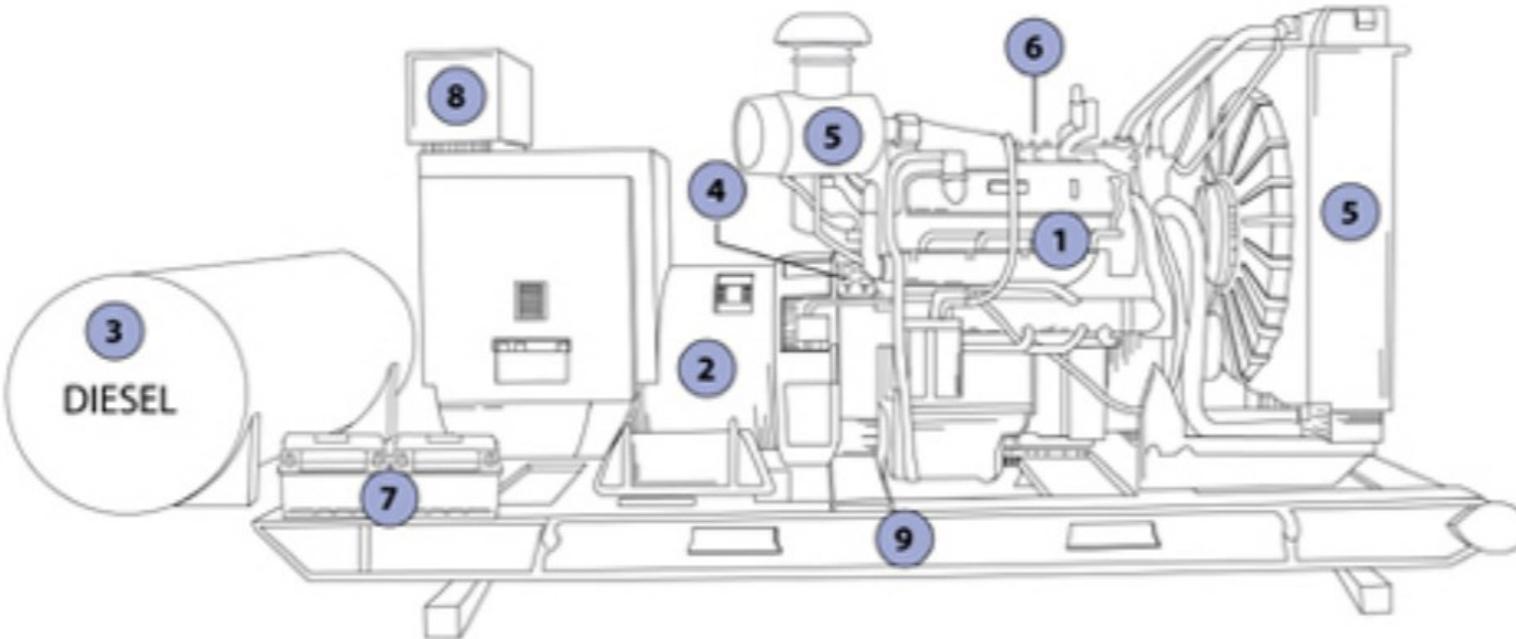
A medida que el rotor gira, el campo magnético generado induce un flujo de corriente eléctrica en el estator. Esta corriente está compuesta por electrones en movimiento, lo que se traduce en la generación de energía eléctrica. Es importante mencionar que la cantidad de energía producida depende de factores como la velocidad de rotación, la potencia del generador y la resistencia del circuito al que está conectado.

Los generadores eléctricos, debido a su funcionamiento y alimentación, deben observar estrictas medidas de seguridad. Los generadores portátiles de marcas reconocidas son caros (ej.: Honda EU10, 900VA, autonomía 5-6h., aprox. 1,100€).

Los generadores eléctricos son el complemento / apoyo ideal para las instalaciones de energías renovables.

Existen en el mercado generadores de combustión portables, pero con elevadas necesidades de recarga de combustible.

Taller / formación de Autosuficiencia Energética



1) Motor

2) Alternador

3) Sistema de Combustible

4) Regulador de voltaje

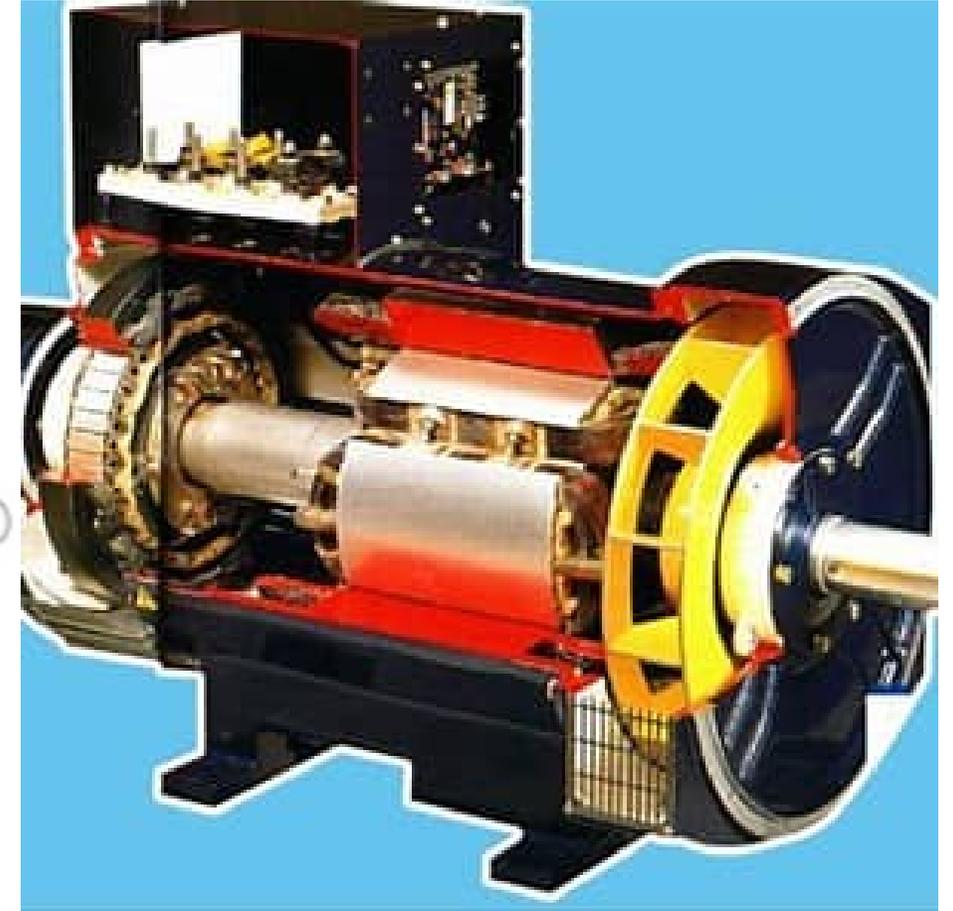
5) sistema de enfriamiento y escape

6) Sistema de Lubricación

7) Batería

8) Panel de Control

9) Conjunto principal / marco





Taller / formación de Autosuficiencia Energética

CONSIDERACIONES SOBRE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Los tres sistemas de generación que hemos visto hasta ahora se pueden usar en todo tipo de instalaciones, desde instalaciones de producción eléctrica masiva a industrias, empresas, viviendas y, por supuesto, a la generación y alimentación de nuestros equipos de radio, ya sean estaciones fijas, portables o móviles.

Únicamente se trata de dimensionar adecuadamente todos los equipos que conforman en sistema autosuficiente de energía a cada caso.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

III.- ALMACENAMIENTO. BATERÍAS.

El almacenamiento dentro de los sistemas de energía autónomos es una parte fundamental. Debemos acumular energía eléctrica para poder consumirla en momentos en los que carecemos de producción.

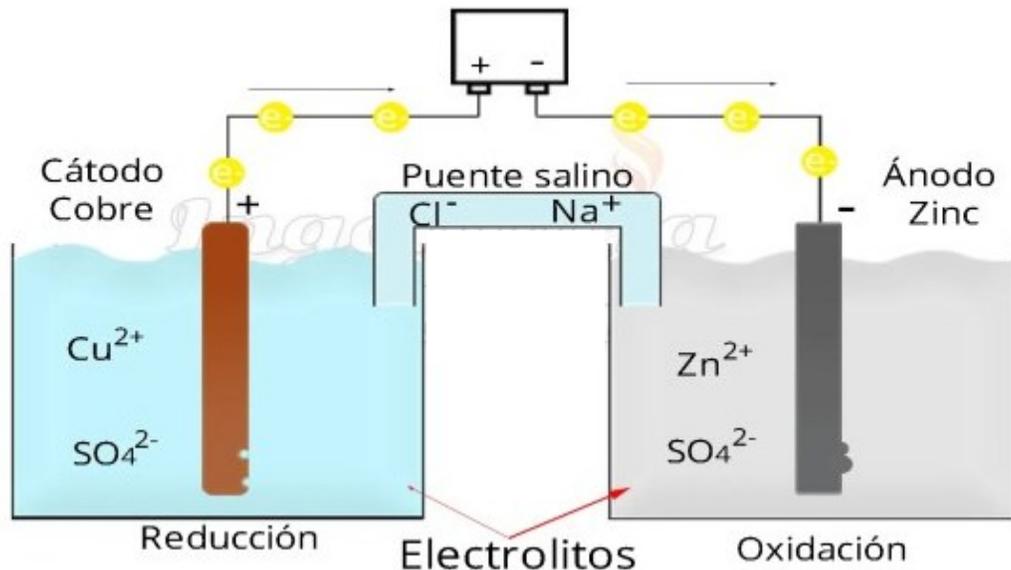
Para el almacenamiento de energía contamos con las baterías, dispositivos que nos permiten almacenar, consumir y cargar energía eléctrica.

A día de hoy existen diversos tipos de baterías atendiendo a su estructura y composición interna. En el anexo a esta presentación se hace una detallada mención a los tipos de baterías existentes. Nosotros nos centraremos en las baterías de Litio en sus diversas variantes al ser las más eficientes y las de menor peso/volumen:

- Baterías de iones de litio (Li-Ion),
- Baterías de polímero de litio (LiPo) y,
- Baterías de litio ferrofosfato (LiFePo₄).

¿CÓMO FUNCIONA UNA BATERÍA?

El principio fundamental de una batería consiste en **las reacciones de oxidación-reducción (redox) de ciertas sustancias químicas**, una de las cuales pierde electrones (se oxida) mientras la otra gana electrones (se reduce), pudiendo retornar a su configuración inicial dadas las condiciones necesarias: la aplicación de electricidad (carga) o el cierre del circuito (descarga).



Las baterías **contienen celdas químicas que presentan un polo positivo (ánodo) y otro negativo (cátodo)**, así como electrolitos que permiten el flujo eléctrico hacia el exterior. Dichas celdas convierten la energía química en eléctrica, mediante un proceso reversible o irreversible, según el tipo de batería, que una vez completo, agota su capacidad para recibir energía.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética





Taller / formación de Autosuficiencia Energética

EJEMPLO REAL DE UN SISTEMA DE BATERÍAS AUTOCONSTRUIDO PARA UNA VIVIENDA



<https://www.youtube.com/@JoanOlaria>



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

LAS BATERIAS DE LITIO (I)

Son aquellas que en su composición química utilizan como electrolito una sal de litio.

El litio (Li) es un elemento químico alcalino, metálico, diamagnético, pero sumamente reactivo, de rápida oxidación en aire o en agua. Se trata de un elemento semejante al sodio, moderadamente abundante en nuestro planeta. Su potencial electroquímico lo hace ideal para el ánodo (polo positivo) de las baterías eléctricas. Cuenta con excelentes cualidades como conductor de electricidad y calor.

- Baterías de iones de litio (Li-Ion): Son las baterías más empleadas en la electrónica de pequeño tamaño, como celulares y otros artefactos portátiles. Destacan por su enorme densidad energética, sumado a que son muy livianas, tienen pequeño tamaño y buen rendimiento, pero poseen una vida máxima de tres años. Otra ventaja que tienen es su bajo efecto memoria. Son inflamables, deben incorporar elementos de seguridad.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

LAS BATERIAS DE LITIO (II)

- Baterías de polímero de litio (LiPo): Son una variación de las anteriores, presentan mejor densidad de energía y mejor tasa de descarga, pero presentan el inconveniente de quedar inutilizadas si pierden su carga por debajo del 30%, por lo que es fundamental no dejar que se descarguen completamente. También pueden sobrecalentarse y explotar, por lo que es muy importante nunca dejar pasar demasiado tiempo hasta revisar las baterías, y siempre mantenerla en un lugar seguro lejos de sustancias inflamables.
- Baterías de litio ferrofosfato (LiFePo₄): Son otra variante de las baterías de litio, concretamente una batería de ion-litio con un cátodo de fosfato de hierro-litio: LiFePo₄. Las baterías LiFePo₄ presentan una densidad energética algo menor pero ofrecen mayor durabilidad (hasta 10X), mayor potencia y son inherentemente más seguras, por lo que se utilizan con frecuencia en robótica, vehículos eléctricos y almacenamiento de energía.

Las baterías LiFePo₄ son las más óptimas para nuestros sistemas de alimentación autosuficientes.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

Tensión, intensidad y potencia de las baterías.

Existen tres características de la corriente eléctrica que cobran especial importancia en las baterías, la **Tensión eléctrica**, que medimos en Voltios, **la Intensidad eléctrica**, que medimos en Amperios **y la Potencia eléctrica**, que medimos en Watios.

Las baterías eléctricas están diseñadas para ofrecer una tensión e intensidad eléctrica determinada. Así podemos adquirir baterías de, por ejemplo, 12 Voltios y 10 Amperios (o 10.000mA). Con esta tensión e intensidad podemos averiguar la potencia eléctrica que ofrece esta batería:

$$P = U \cdot I$$

P =Potencia (W)
 U =Tensión (V)
 I =Intensidad (A)

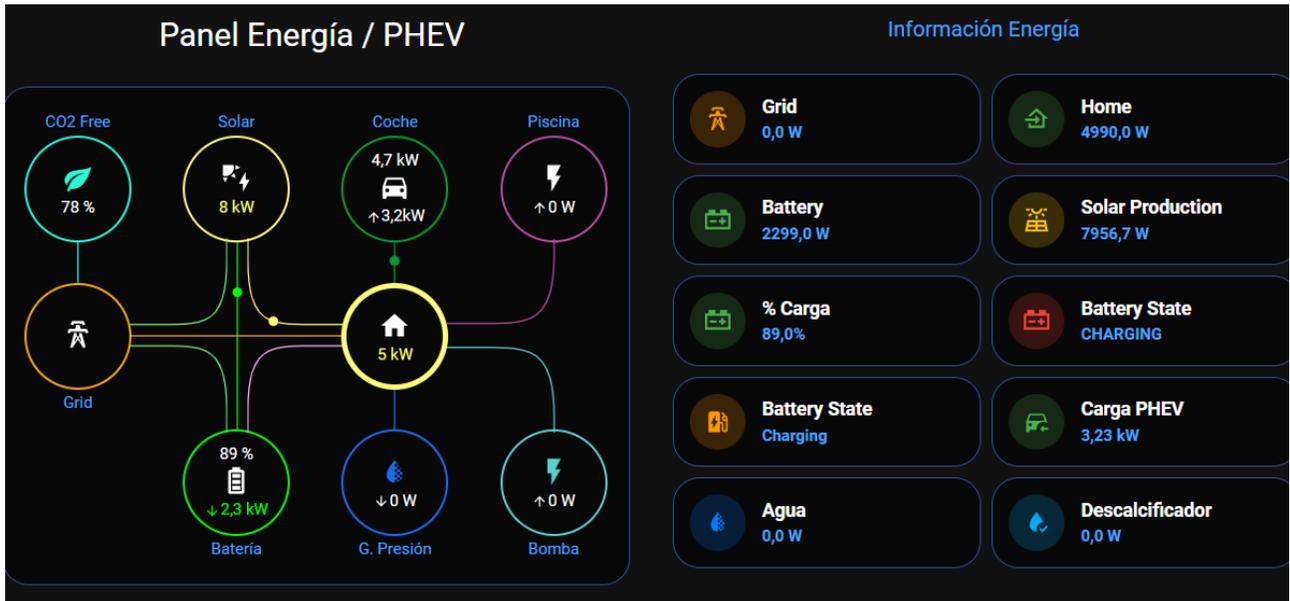
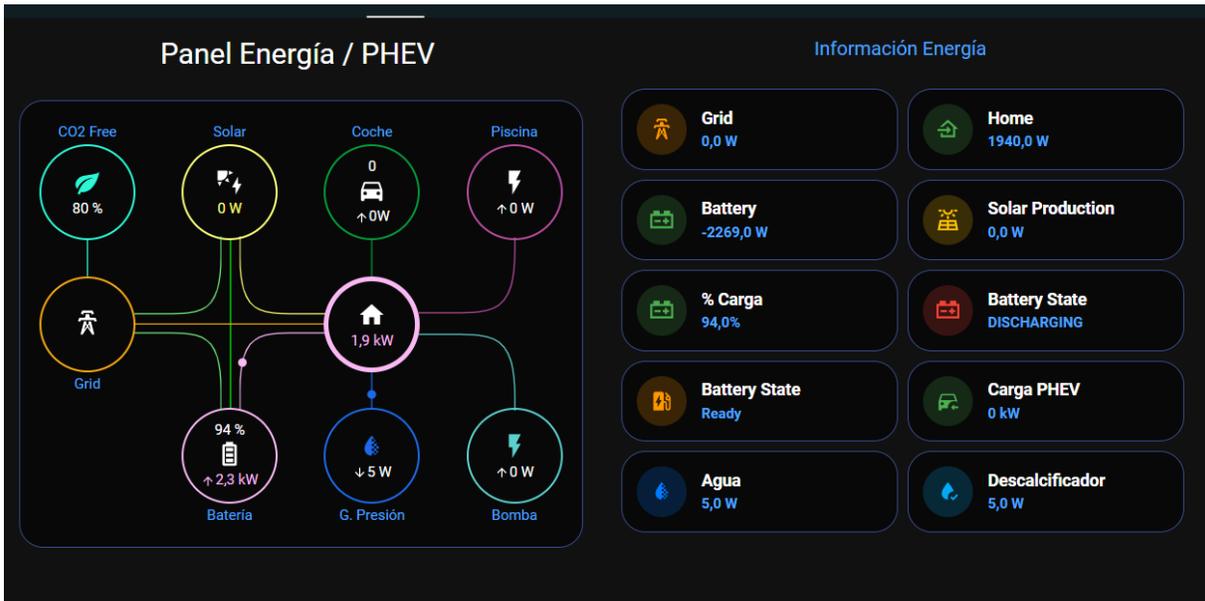


Taller / formación de Autosuficiencia Energética

EJEMPLO DE PANEL DE MONITORIZACIÓN DE VIVIENDA AISLADA

21h - 28/04/2025

13:45h - 28/04/2025





Taller / formación de Autosuficiencia Energética

!!!LA IMPORTANCIA DEL CABLEADO EN CORRIENTE CONTINUA!!!

Es un tema que solemos pasar por alto, pero es fundamental en CC. **Cableado en CC ≠ Cableado en AC**

En el cableado en CC es importante:

- Que ambos cables, positivo y negativo tengan la misma longitud.
- Que calculemos de forma correcta la sección del cable, diferente a la sección en AC.
- Que pongamos los conectores correctos acorde a la potencia que manejará ese cable.

Formula para el calculo de sección de cable en instalaciones DC

$$2 * L * I / 56 * \%$$

L longitud del conductor (lo que mide en metros un solo conductor)

I amperios que van a pasar por el conductor

56 es un constante (para el cobre 56 ,aluminio 35)

% es el porcentaje de caída de tensión admisible (0,5. 1%, 3% , 5% del voltaje del sistema 12 , 24, 48 voltios)

Secciones de cables comerciales, tabla orientativa, encontraremos conductores de secciones desde 0,50 mm² en adelante.

Sección del cable	Intensidad máxima	Potencia máxima en 12 Vcc	Potencia máxima en 24 Vcc	Potencia máxima en 48 Vcc	mm ²
					Cobre
1,5 mm ²	11 A	132 W	264 W	528 W	1,5
2,5 mm ²	15 A	180 W	360 W	720 W	2,5
4 mm ²	20 A	240 W	480 W	960 W	4
6 mm ²	25 A	300 W	600 W	1.200 W	6
10 mm ²	34 A	408 W	816 W	1.632 W	10
16 mm ²	45 A	540 W	1.080 W	2.160 W	16
25 mm ²	59 A	708 W	1.416 W	2.832 W	25
					35
					50
					70
					95
					120
					150
					185
					240
					300



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

!!!LA IMPORTANCIA DEL CABLEADO EN CORRIENTE CONTINUA!!! DAÑOS EN LA INSTALACIÓN

Daños en nuestra instalación por inobservancia de lo apuntado:

Si se usan cables de diferente longitud en un sistema CC, la caída de tensión puede variar significativamente en cada cable, lo que puede causar problemas como:

- **Desequilibrio de la carga:** Si los cables no tienen la misma longitud, la corriente que fluye a través de ellos no será la misma, lo que puede causar que algunos dispositivos reciban más o menos corriente de la que necesitan.
- **Problemas de funcionamiento:** En algunos casos, la caída de tensión excesiva puede provocar que los dispositivos no funcionen correctamente, o que incluso se dañen.
- **Diferencia en el voltaje de los conectores:** Si se utilizan cables de diferente longitud para la batería y los dispositivos, se podría generar una diferencia de voltaje en los terminales de los conectores.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

!!!LA IMPORTANCIA DEL CABLEADO EN CORRIENTE CONTINUA!!! DAÑOS PERSONALES

Daños personales por inobservancia de lo apuntado:

Los límites admisibles por el cuerpo humano en intensidad y tensión eléctrica, en CC, son:

- Intensidad: cualquier intensidad igual o superior a 200mA representa peligro.
- Tensión: cualquier voltaje superior a 48V representa peligro.
- Intensidad + Tensión: cualquier voltaje superior a 48V junto a una intensidad igual o superior a 100mA representa grave peligro.

Un cableado incorrecto en CC puede conllevar diferencias de tensión e intensidad y provocar daños personales.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

iii LA IMPORTANCIA DE LAS PROTECCIONES CONTRA TENSIONES INDESEADAS EN LAS CONEXIONES EN LAS PLACAS FOTOVOLTAICAS!!!

Al igual que en la diapositiva anterior hemos visto la importancia del cableado para proteger nuestros equipos es importante tener en cuenta que cuando conectamos placas solares entre si, y en conexiones en paralelo, debemos proteger las placas para que la tensión de una placa no dañe a la otra.

Dado que la tensión producida por las placas solares es directamente proporcional a la incidencia del sol sobre ella, y esta tensión no es constante, debemos aislar las tensiones de las placas de unas respecto a las otras, es decir, que la tensión de una placa no pueda penetrar en la otra placa. En caso de ocurrir esto podríamos dañar de forma irreparable la placa “invadida”.

Existen conectores, para las conexiones en paralelo, que ya incorporan estas protecciones, que, básicamente, están compuestas por diodos (➡). En caso de hacer una conexión “artesanal” o comprar conectores sin esta protección debemos proveerla nosotros.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

IV.- CONEXIONADO DE LA PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO.

El conexionado de los sistemas de producción de electricidad y los sistemas de almacenamiento puede ser:

- En serie
- En paralelo
- Combinando ambos, serie + paralelo

Es importante tener en cuenta que debemos siempre conectar dispositivos con igual tensión e igual intensidad.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

VENTAJAS DE CADA TIPO DE CONEXIÓN.

SERIE

- Mayor voltaje.
- Menor corriente de descarga.
- Mejor eficiencia.
- Facilita la expansión del sistema.

PARALELO

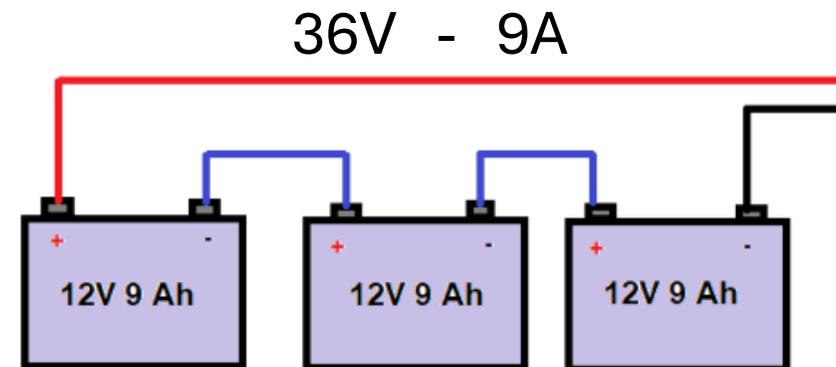
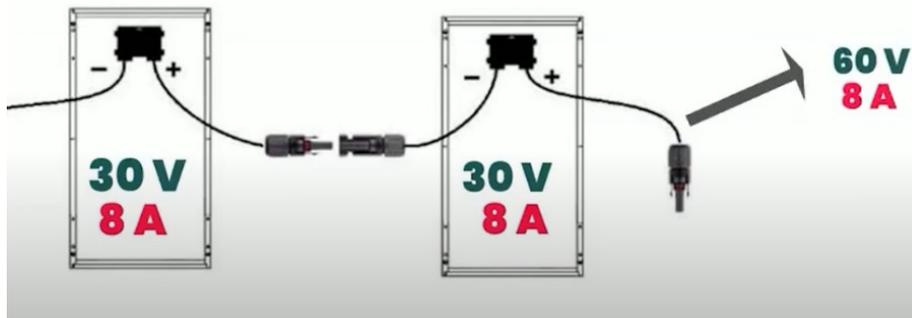
- Mayor capacidad.
- Mejor capacidad de carga y descarga.
- Mayor capacidad de almacenamiento de energía.
- Mejor fiabilidad.

CONEXIONADO EN SERIE

El conexionado en serie se realiza conectando el polo negativo con el positivo del siguiente elemento y así sucesivamente. Importante identificar y mantener la polaridad.

Como sabemos el conexionado en serie suma las tensiones de los diferentes dispositivos conectados manteniendo igual la intensidad.

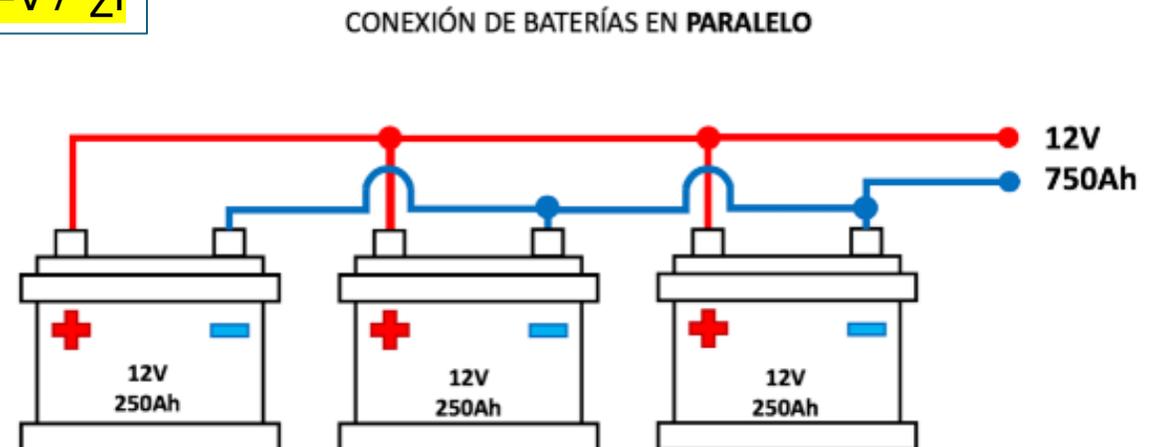
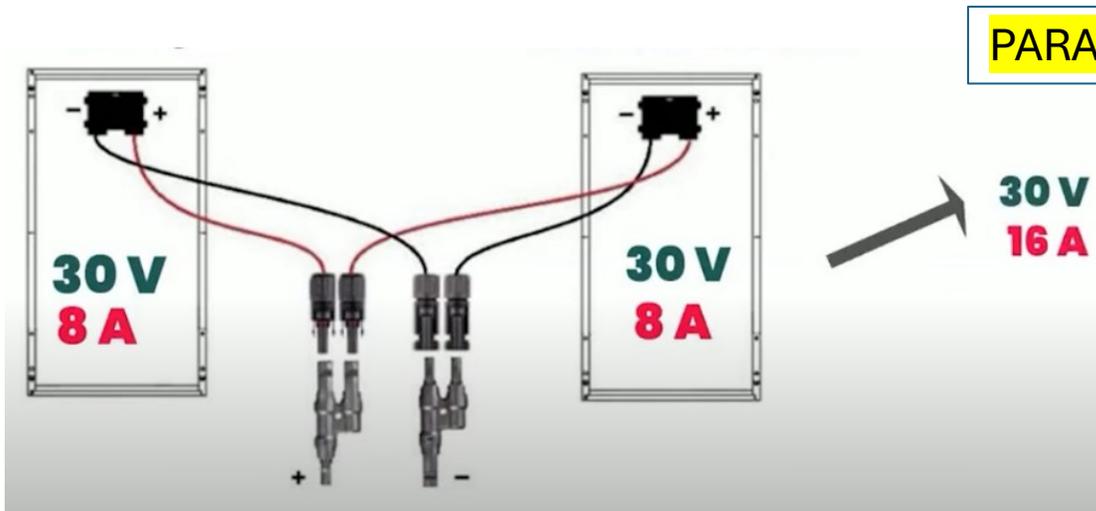
SERIE -> $\sum V / = I$



CONEXIONADO EN PARALELO

El conexionado en paralelo se realiza conectando de forma sucesiva todos los polos negativos por un lado y los positivos por otro de nuestros dispositivos. Importante identificar y mantener la polaridad.

Como sabemos el conexionado en paralelo suma las intensidades de los diferentes dispositivos conectados manteniendo igual la tensión.





Taller / formación de Autosuficiencia Energética

CONEXIONADO MIXTO EN SERIE/PARALELO (xSxP)

El conexionado en serie+paralelo se realiza mezclando los dos tipos de conexiones, aunque no es tan simple.

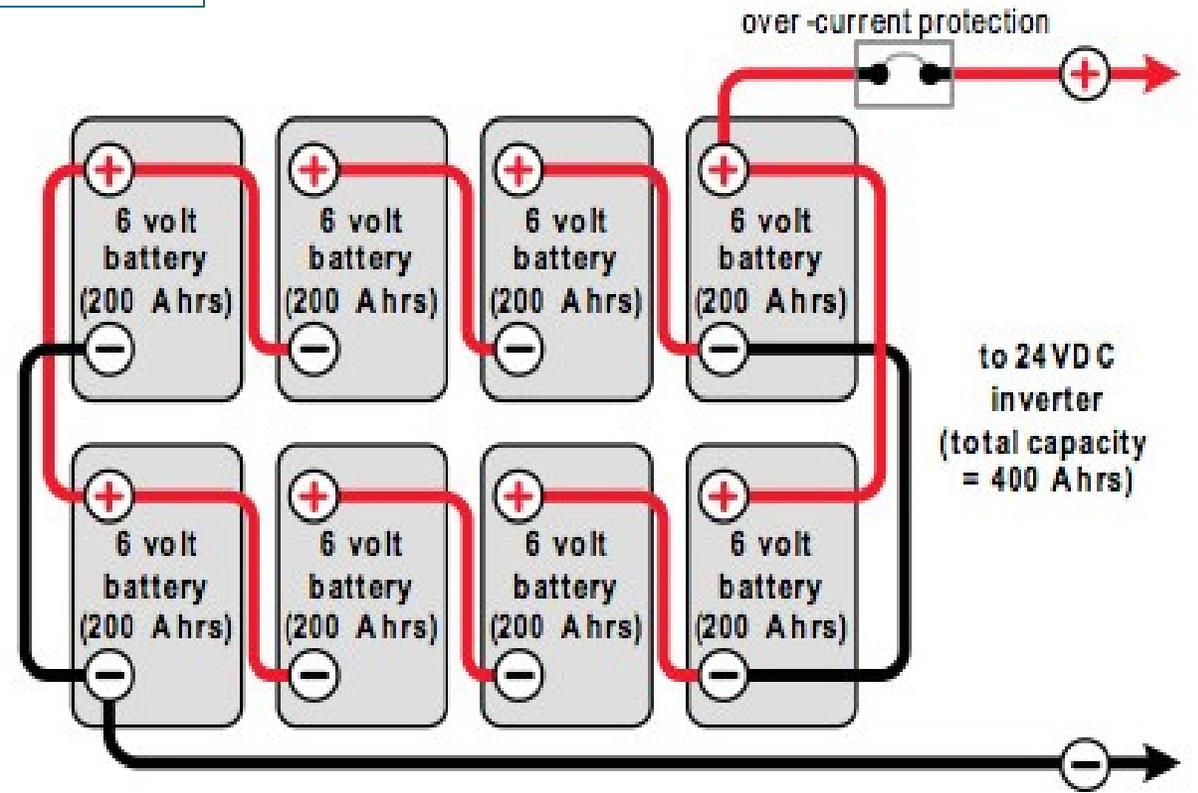
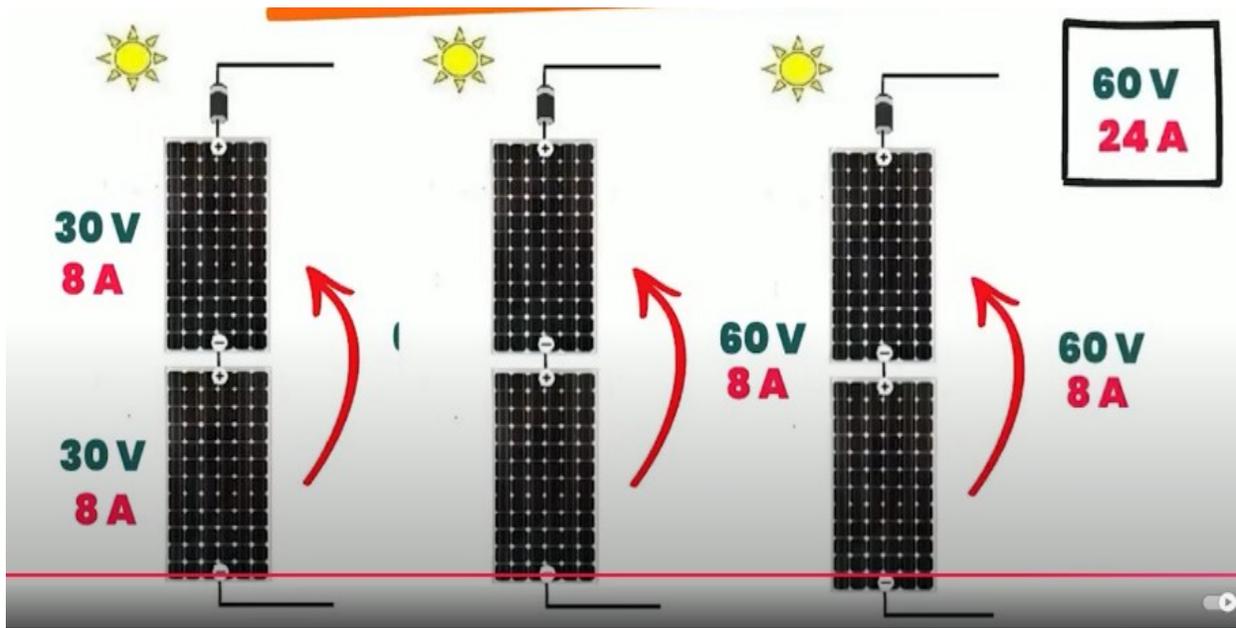
La conexión serie+paralelo sumará ambas magnitudes, siempre dependiendo del número de conexiones, del número de dispositivos en serie y del número de dispositivos en paralelo.

Cuando hablamos de conexiones mixtas serie+paralelo usaremos, para identificarlas, la nomenclatura xSxP. Es decir, un sistema 4S2P será aquel compuesto por 4 baterías en serie y 2 en paralelo. En esta configuración en concreto la tensión será la tensión unitaria * 4 y la intensidad será la intensidad unitaria * 2.

Este tipo de conexionado es el que más dudas suele generar y hay que tener claro el funcionamiento.

Taller / formación de Autosuficiencia Energética

MIXTA -> $x \cdot V / x \cdot I$

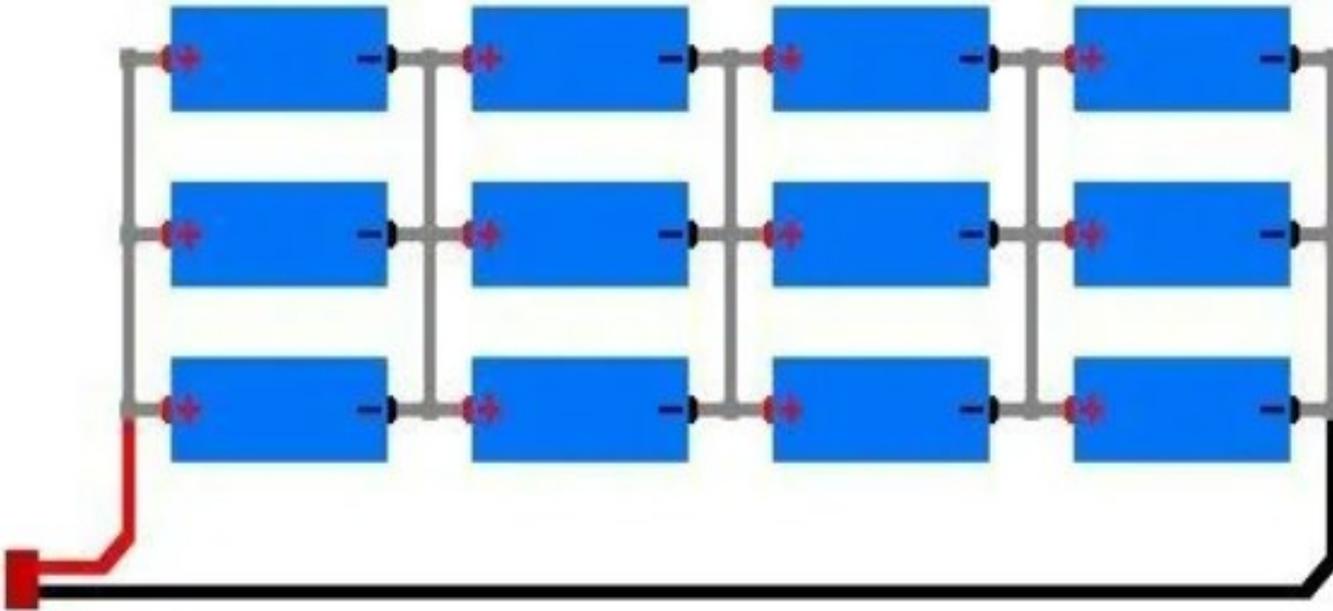


Taller / formación de Autosuficiencia Energética

EJEMPLOS DE CONEXIONADO SP

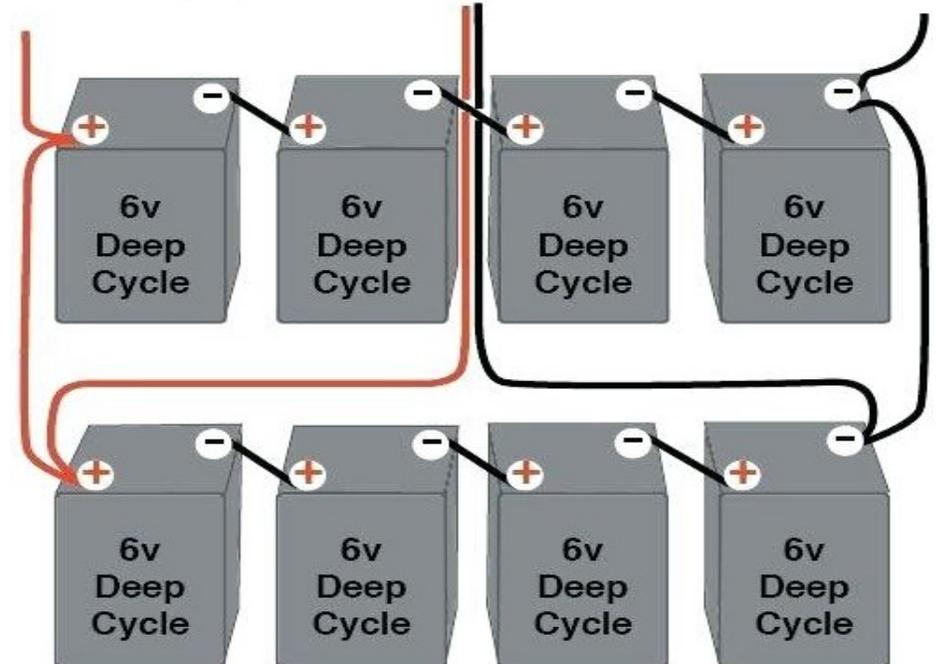
Estos ejemplos son válidos para baterías y productores.

4S3P



4S2P

8, 6v 200Ah batteries, wired together in SERIES of 4, Then groups of 4 wires in PARALLEL = 24v 400Ah...





Taller / formación de Autosuficiencia Energética

CONEXIONADO EN SERIE Y/O PARALELO DE LOS DISPOSITIVOS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

¿Qué tipos de conexiones podemos utilizar en los distintos tipos de dispositivos que producen energía eléctrica?

- Paneles solares: admiten ambas conexiones, en serie y en paralelo. El conexionado en paralelo necesita la instalación de diodos antirretorno y protectores de tensiones indeseadas.
- Turbinas eólicas: admiten únicamente la conexión en paralelo. Se recomienda que cada aerogenerador tenga su propio controlador de carga y que sean las salidas de estos controladores las que se conecten en paralelo. Necesitan también diodos protectores.
- Generadores de combustión: algunos admiten solo la conexión en paralelo, debe estar especificado en las características de cada producto, para lo que llevan unas conexiones a tal efecto. Necesitas cables especiales proporcionados por el fabricante.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

V.- SISTEMAS DE GESTIÓN Y MONITORIZACIÓN DE BATERÍAS.

Para monitorizar, gestionar, cuidar, optimizar y gestionar la carga / descarga de nuestros sistemas de baterías existen unos dispositivos, los MPPT y los BMS.

- Un **BMS** (Battery Management System) es un dispositivo que monitorea y protege la batería, pero **no optimiza la carga**.
- Un **MPPT** (Maximum Power Point Tracking) es un controlador de carga que **optimiza la energía solar capturada**. Los hay con monitorización de la carga.

¿Cuándo usar cada uno de ellos? El **MPPT** ajusta el voltaje y corriente para **extraer la máxima potencia de los paneles solares**, mientras que el BMS supervisa parámetros como voltaje, corriente y temperatura de las celdas de la batería para garantizar su funcionamiento seguro y eficiente.

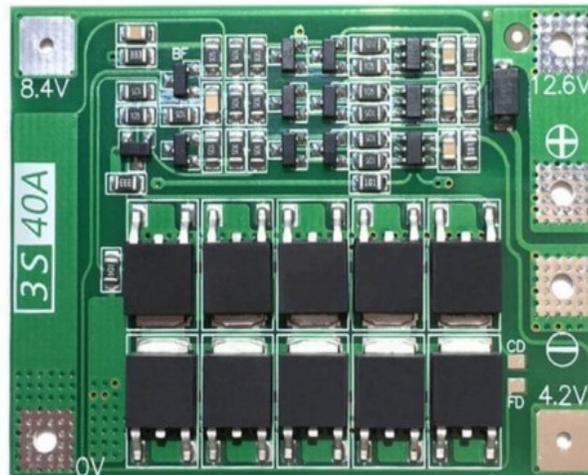
En nuestro caso en particular, y dado que nuestros equipos de radio no son baratos, mi recomendación es utilizar un cargador MPPT con monitorización y de cierta calidad o marcas reconocidas. Son dispositivos cuyo coste está entre los 60 y 120€.

BMS (BATTERY MANAGEMENT SYSTEM)

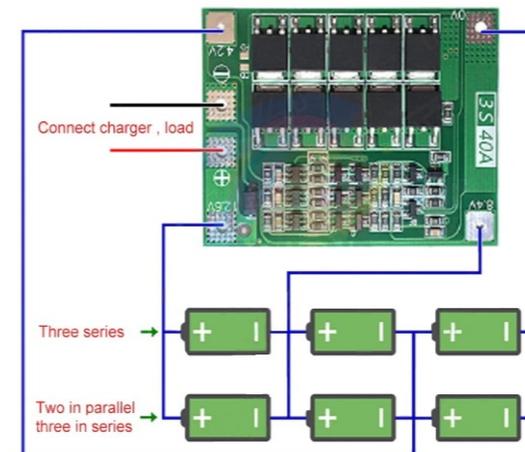
Existen bastantes tipos de BMS atendiendo a los parámetros que gestionan, la información que facilitan e incluso BMS que permiten ser “programados”. Es decir, hay BMS sencillos y otros con grados de complejidad bastante elevados. Los BMS que utilizemos deben ser los adecuados para el voltaje e intensidad de nuestro conjunto.

Los BMS más sencillos únicamente balancean la carga y descarga de las distintas celdas/baterías e impiden descargas por debajo de los mínimos establecidos.

**BMS
SENCILLO**

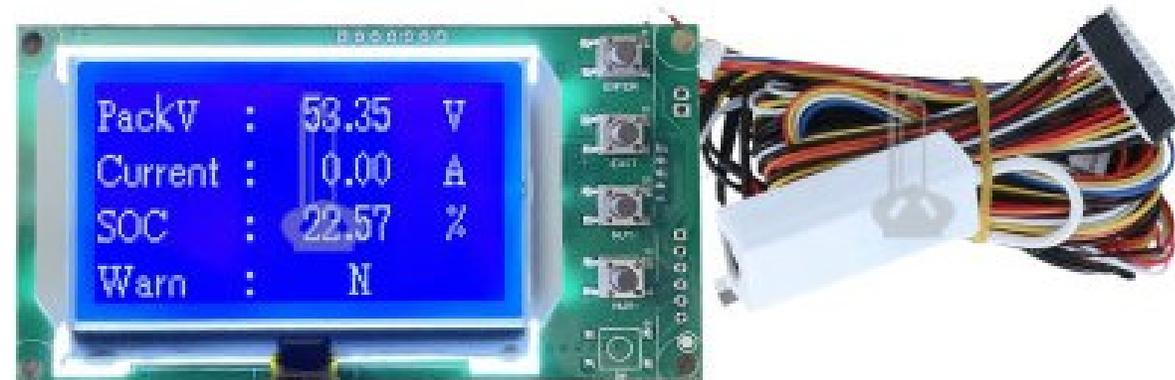


3S 40A wiring diagram



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

Y existen BMS con grados de complejidad bastante elevados. Estos no solo actúan como los anteriores, nos permiten monitorizar la situación de las baterías y de las celdas, nos permiten conocer el estado de carga, el consumo inmediato y por periodos de tiempo, la intensidad aplicada instantánea y la acumulada, etc...



Las baterías comerciales suelen traer su BMS integrado. En caso de montar nuestro sistema de baterías nosotros mismos debemos elegir el más adecuado.

MPPT (MAXIMUM POWER POINT TRACKER)

Un MPPT es un regulador de carga que busca el punto óptimo de voltaje y corriente para extraer la máxima potencia de los paneles solares y optimizar su transferencia a las baterías.

El MPPT funciona como un convertidor DC-DC, ajustando constantemente el voltaje y la corriente de los paneles solares para que trabajen en su punto de máxima potencia (MPP).

La complejidad o características de estos dispositivos es tan amplia como queramos. Existen reguladores sencillos, con pantalla, con gestión inteligente, con conexión bluetooth, WiFi, etc.

Debemos usar aquellos con características acordes a nuestra instalación y marcas reconocidas.





Taller / formación de Autosuficiencia Energética

VI.- INVERSORES.

Si bien los inversores no son parte fundamental y necesaria de nuestra instalación de energía autónoma, comentaremos algo sobre ellos.

Un inversor de corriente, o conversor de corriente, es un dispositivo eléctrico que se utiliza para **transformar la corriente continua (CC) en corriente alterna (CA)** de manera que el voltaje proporcionado sea el mismo que el que podemos encontrar en cualquier enchufe de una vivienda. Estos se utilizan para aprovechar la energía eléctrica generada en los dispositivos productores de energía eléctrica con el fin de que puedan ser empleados en el uso diario.

Lo primero que **debemos tener en cuenta en un inversor es la potencia nominal en Vatios (W)** a la cual trabaja. De esta forma nos aseguraremos de que el inversor será capaz de limitar la potencia total a la cual trabajan los paneles solares o generadores eólicos. Por ejemplo, si tenemos un inversor de 5 kW, la suma total de cada generador o placa conectada al inversor no debe superar dicha cifra para que no ocasione problemas en el resto de la instalación. En caso de que la superara habría que buscar un inversor de corriente solar con una potencia nominal superior. Lo siguiente que hay que tener en cuenta es el **tipo de instalación productora** que tengamos, ya que la corriente solar eléctrica se distribuye de forma diferente. Mientras que en las instalaciones fijas la corriente se aprovecha directamente y la que sobra se vierte a la red, en las instalaciones aisladas la corriente solar generada puede ser almacenada en baterías.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

En el caso de las instalaciones productoras aisladas, los inversores de corriente deben elegirse también **en función de los vatios que tenga la batería**. Es decir, antes de comprar un inversor de corriente hay que tener en cuenta la potencia que tiene y compararla con la de la batería para mejorar su eficiencia. Por lo general, lo ideal es buscar un inversor con el doble de potencia al equipo eléctrico que se vaya a conectar y tampoco excederse, ya que la eficiencia será menor.

Hay que tener en cuenta también la **eficiencia del inversor de corriente**. Si tenemos un inversor de corriente con una eficiencia del 90% conectado a una batería de 200 W, habrá un 10% de energía que se desperdicia en forma de calor. Lo ideal es buscar el inversor de corriente más eficiente en relación calidad precio. Por último, hay que fijarse también en la **tensión de entrada con la que trabajan**. Por lo general los inversores de corriente están preparados para trabajar con tensiones de 12, 24 y 48 V para que los transforme a la tensión de salida más adecuada (110, 220, 230 V, etc.).



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

Tipos de inversores de corriente

Podemos encontrar dos tipos clases de inversores de corriente, estos son los **inversores de instalaciones aisladas y los inversores en red. Lo vemos con más detalle:**

1.- **Inversores de instalaciones aisladas:** Vierten la producción no consumida a las baterías.

2.- **Inversores de red:** Son los inversores de corriente utilizados en las instalaciones generadoras en red. Vierten sus excedentes a la red eléctrica.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

2^a SESIÓN. PARTE APLICADA

27 / 06 / 2025



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

En esta 2ª sesión de este taller veremos:

- Dimensionado de nuestros equipos de radio y de nuestros sistemas de alimentación.
 - Diversas configuraciones.
- Empleo de sistemas de diferentes voltajes.
- Conclusiones



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

VII.- DIMENSIONADO DE NUESTROS EQUIPOS DE RADIO Y DE ENERGÍA.

Entramos en la parte **“*interesante e importante*”** de la formación.

Este apartado se refiere, básicamente, a los equipos de radio y de alimentación/energía para situaciones de emergencia. Evidentemente es extrapolable a otras instalaciones de distinta envergadura y/o tamaño.

Cuando diseñamos nuestra estación de radio para emergencias en pocas ocasiones lo hacemos pensando en los requerimientos de energía que nuestro diseño precisa. Solemos diseñar estas estaciones de radio pensando más en la cantidad de frecuencias que podemos atacar que en la optimización de esas frecuencias en las que debemos y queremos comunicarnos. Y optimizar esas frecuencias en las que podemos y debemos realizar las activaciones de emergencias debe incluir la optimización de nuestro equipo pensando en la energía que consumirá y en la energía que podemos aportar.

Poco útil, exagerando, es llevar un transceptor de HF, otro de VHF/UHF, otro de modos digitales, otro de 27MHz, otro para satélites, un amplificador de potencia, un medidor de ROE, un acoplador, etc. Todo esto, aparte del volumen y peso, requiere unas necesidades energéticas elevadas. Será más eficiente llevar un transceptor de HF / VHF /UHF que soporte modos digitales y su equipo complementario. Todo esto a modo de sugerencia / ejemplo.

Taller / formación de Autosuficiencia Energética

A la hora de dimensionar nuestro equipo de radio para emergencias, básicamente, debemos considerar:

- Frecuencias de trabajo.
- Modos de trabajo
- Potencia de trabajo necesaria.
- Optimizar volumen, peso y número de dispositivos.



Ejemplo de rack: <https://www.youtube.com/watch?v=7n7Jc2fUiBA>



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

Basándonos en esto elegiremos nuestros equipos de trabajo. Depende de cada operador la configuración que quiere tener.

Una vez elegidos nuestros equipos de trabajo pasaremos al diseño y configuración de nuestro sistema de alimentación autónomo. También veremos como hacerlo a la inversa.

Para dimensionar y configurar la alimentación autónoma de nuestro rack de emergencias deberemos considerar:

- En emergencias, nuestros equipos suelen estar bastante tiempo en silencio / escucha. Esto minimiza el consumo.
- Emitir a la potencia necesaria, hacerlo a una superior a la necesaria aumenta el consumo.
- Emitir en las frecuencias necesarias para esa actuación en concreto. Tener equipos conectados en frecuencias no necesarias es desperdiciar energía.
- Para minimizar el consumo es muy útil utilizar los repetidores, al ser necesaria menos potencia.
- Se debe considerar la meteorología y las horas oscuras en las que operaremos.

Seguidamente veremos tres configuraciones ejemplo, una con equipo más completo, otra con equipo básico y la última con un equipo QRP. Además, compararemos los consumos según el tiempo que estemos en Tx, Rx y Sr.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

A.- CONFIGURACIÓN EQUIPO COMPLEJO

En este primer ejemplo veremos un equipo bastante complejo, o completo, en cuanto a dispositivos que lo componen. Calcularemos sus consumos, producción de energía necesaria y su almacenamiento:

- Emisora de HF ($\pm 100W$): intensidad pico de aprox. $23A = 276W$
- Emisora de V/UHF ($\pm 50W$): intensidad pico de aprox. $15A = 180W$
- Acoplador: intensidad pico de aprox. $2A = 24W$
- Amplificador: intensidad pico de aprox. $12A = 240W$
- Vatímetro/ROE: intensidad pico de aprox. $6A = 72W$
- Carga de equipos móviles (walkies): intensidad pico de aprox. $2,5A \text{ c/u} = 30W$.

La intensidad necesaria, supuestos todos los equipos funcionando al mismo tiempo y a su capacidad de trabajo máxima, es de aprox. $60,5Ah$. *Como nuestros equipos no estarán funcionando al 100%* (no lo harán de forma simultánea, habrá horas de silencio, planificación de en qué momentos establecer comunicaciones e incluso puede haber más de un sistema de radio de emergencias en el mismo punto) *aplicamos un factor de corrección de 0,40*. Por tanto tendríamos una necesidad energética $60,5A * 0,40 = 24,2A \approx 25A$ o lo que es lo mismo $300Wh$ ($25A * 12V$).



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

Durante las horas de producción solar las baterías apenas trabajarán, la alimentación se hará directamente de la fotovoltaica.

Debemos dimensionar nuestro sistema de alimentación pensando en las horas donde no existe producción solar.

España -> Horas sin producción solar = 16,63h/día.

Nuestro equipo, según lo dimensionamos, tiene unas necesidades de electricidad de 600A/día ($25A * 24h.$), si bien si reducimos el uso de las baterías a solo horas sin producción solar necesitaríamos unas baterías con una intensidad de 415,75A ($25A * 16,63h$), o lo que es lo mismo de 4,99kW ($415,75A * 12V$).

Por tanto, deberíamos contar con baterías con una intensidad energética total de aprox. (redondeando) 450A a 12V, o lo que es lo mismo 5,4kW.

Existen baterías que tienen esta capacidad, si bien, aparte de voluminosas y caras, debemos considerar la posibilidad de usar varias baterías de menor capacidad. En situaciones de emergencia no podemos depender de una única batería, debemos tener en cuenta de que alguna batería puede fallar. Además, cuanto mayor capacidad mayor peso.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

Respecto a las placas solares para cargar nuestras baterías tendremos que utilizar aquellas que proporcionen la mayor carga, en el menor tiempo y con el peso y volumen más óptimo.

Las placas solares suelen medir su capacidad de generar y cargar en Watios.

Si pretendemos cargar nuestras baterías, que hemos dimensionado en 450A o 5,4kW, deberíamos tener placas solares que aporten esa carga en las horas de producción solar, es decir en unas 6 horas.

Por tanto, debemos dimensionar nuestros paneles para que sean capaces de dar esta potencia de carga. Existen en el mercado sistemas de paneles solares portátiles, tipo maleta, con una tensión de carga de 12V. y potencias de hasta 1.000W, repartidas en varios paneles conectados entre sí. Para nosotros serán suficiente paneles con una potencia de carga de 900W, de forma que en 6 horas proporcionen la carga necesaria.

Esta potencia puede conseguirse conectando 5 paneles solares de 200W, 4 paneles solares de 240W o 2 de 480W.

Taller / formación de Autosuficiencia Energética



↖ ↗ 2440 x 550 x 6 mm
↙ ↘

↘ ↙ 555 x 550 x 50 mm
↗ ↖

⚡ 21,19V

⚡ 200W

🔌 5-12V





Taller / formación de Autosuficiencia Energética

B.- CONFIGURACIÓN EQUIPO BÁSICO

A modo de ejemplo vamos a configurar un rack con un transceptor de V/UHF, usaré las especificaciones de un Yaesu FTM510 y un medidor de estacionarias , calcular sus consumos y calcular nuestra producción energética necesaria y su almacenamiento:

- Emisora de V/UHF ($\pm 50W$): intensidad pico de aprox. $15A = 180W$
- Vatímetro/ROE: intensidad pico de aprox. $6A = 72W$

La intensidad necesaria es de aprox. $21A$. *Aplicamos el factor de corrección* de $0,40$. Nuestra necesidad energética será de $21A * 0,40 = 8,4A \approx 9A$ o lo que es lo mismo $108Wh$ ($9A * 12V$).

Horas sin producción solar = 16,63h/día.

Nuestro equipo tiene unas necesidades de electricidad de $216A/día$ ($9A * 24h.$), Necesitaremos unas baterías con una intensidad de $149,67A$ ($9A * 16,63h$) $\approx 150A$, lo que es igual a $1,8kW$ ($150A * 12V$).

Deberemos contar con baterías con una intensidad energética total de $150A$ a $12V$, o lo que es lo mismo $1,8kW$.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

C.- CONFIGURACIÓN EQUIPO QRP

En este ultimo ejemplo veremos un equipo de baja potencia o QRP, usaré las especificaciones de la ICOM IC 705 y un acoplador ATU100, calcularemos sus consumos, producción de energía necesaria y su almacenamiento:

- Emisora Multibanda Todo Modo IC705 ($\pm 5/10W$): : intensidad pico de aprox. $3A = 36W$
- Acoplador: intensidad pico de aprox. $2A = 24W$

La intensidad necesaria es de aprox. 5Ah. Aplicamos el factor de corrección de 0,40. Tendremos una necesidad energética $5A * 0,40 = 2A$ o lo que es lo mismo 24Wh ($2A * 12V$).

Como anteriormente tenemos en cuenta las horas sin sol.

Nuestro equipo tiene unas necesidades de electricidad de 48A/día ($2A * 24h.$). Necesitaremos unas baterías de 33,26A ($2A * 16,63h$) $\approx 35A$, o de 420W ($35A * 12V$).

Deberemos contar con baterías con una intensidad energética total de aprox. 35A a 12V, es decir 420W.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

D.- OTRAS OPCIONES.

A propuesta de nuestro compañero EA3GRN haremos los cálculos a la inversa y para un equipo de baja potencia, QRP. **Llamaremos a esta configuración estación de último recurso, configuración perfectamente válida para una estación móvil de emergencias.**

Veremos una tabla comparativa sobre que equipos podemos alimentar si contamos con una batería de 12V/20A y una batería de 12V/50A. Usaremos una placa solar portátil de 50W y otra de 100W. Es decir, dimensionaremos nuestro equipo en función de las placas y baterías de las que dispongamos o que se ajusten a nuestro presupuesto. Placas solares inferiores a 50W aportan muy poca potencia.

Usaremos a modo de ejemplo la ICOM IC705 (válido para cualquier otra estación QRP) por ser la emisora comercial de marca reconocida con menores datos de consumo y el modelo MCHF V 0.6.3 HF SDR (muy popular y utilizada en SOTA, POTA y modo CW), del cual hay bastantes marcas que lo venden.

Estos cálculos obedecen a una configuración basada en criterios de menor coste en los equipos.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

	Bat. 12V/20A Placa 50W	Bat. 12V/50A Placa 100W	Bat. 12V/20A Placa 50W	Bat. 12V/50A Placa 100W
Potencia Batería	240W	600W	240W	600W
Tiempo de carga batería /efic. 80%	6 horas	7,5 horas	6 horas	7,5 horas
	ICOM IC705		MCHF V 0.6.3 HF SDR	
Consumo por minuto en Tx	<u>0,4W min. (24Wh)</u>		<u>0,16W min. (10Wh)</u>	
Consumo por minuto en Rx	0,17W min. (7Wh)		0,075W min. (4,5Wh)	
Consumo por minuto en Sr	0,085W min. (5Wh)		0,05W min. (3Wh)	
Total Consumo (mayor consumo)	<u>0,4W min. (24Wh)</u>		<u>0,16W min. (10Wh)</u>	
Duración batería / configuración	10 horas	25 horas	24 horas	60 horas
Cargas batería necesarias en un día	2,4 cargas/24h (*)	N/A	N/A	N/A

(*) Esta configuración se ha puesto a modo de ejemplo, pero, probablemente, tendría un periodo de tiempo carente de energía para la configuración de mayor consumo. Se ha modificado este cuadro según las sugerencias de EA7GHW.

Debemos considerar el los tiempos de carga, las horas disponibles de sol, es decir hacer coincidir la carga con horas de producción solar.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

E.- ALIMENTACIÓN CON GENERADOR.

Tabla comparativa alimentando los equipos de las tres opciones descritas con un generador. Los datos de consumo de combustible del generador se han estimado en función de los datos obtenidos de tres fabricantes distintos (HONDA, EINHELL y BOSCH).

Los generadores de la comparativa son similares en características tanto de entrega de potencia eléctrica y de consumo. Estos generadores analizados cuentan con salidas de corriente continua, si bien en nuestro caso no son útiles, ya que suelen ser de 12V y máx. 10A. Tendremos, por tanto, que usar o un convertidor A//DC o una fuente de alimentación conectada a la salida de 230V.

La comparativa se ha hecho con los datos de las especificaciones técnicas de cada uno de ellos.

Datos fabricante:

- *Entrega de potencia media: 900W (230v)*
- *Depósito de combustible (gasolina 95) medio: 2,5l.*
- *Autonomía media con entrega de potencia continua: 5h.*
- *Consumo estimado por hora de funcionamiento: 0,42l.*



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

	Configuración A	Configuración B	Configuración C
Consumo Configuración 24h.	7.200W (7,2kW)	2.592W (2,6kW)	576W (0,6kW)
Consumo Configuración por hora	300Wh	108Wh	24Wh
Potencia Generador	900W ()	900W (0,9kW)	900W (0,9kW)
Duración Estimada Generador	3 horas	8,3 horas	37,5 horas
Volumen Depósito Combustible aprox.	2,5l	2,5l	2,5l
Coste hora aproximado (1,65€/l)	2,75€	0,99€	0,22€
Tiempo Estimado Recarga Combustible	2,7 horas (casi 9 veces diarias)	7,47 horas (casi 3,5 veces diarias)	33,75 horas

Datos de consumo, recarga y coste por hora supuesto un funcionamiento de nuestros equipos al 100% de su capacidad. Os dejo a vosotros el calculo de los consumos reales en función del tiempo en Tx, Rx y Sr.

En el coste hora no se han tenido en cuenta los costes por mantenimiento del generador: cambio reposición aceite, mantenimiento bujía y mantenimiento de filtros.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

ESTADÍSTICA COMPARATIVA DE CONSUMOS DE LAS TRES CONFIGURACIONES SEGÚN TIEMPO DE Tx, Rx y Sr (Silencio de radio).

Siguiendo los consejos de un compañero, EA3GRN, se expone tabla de consumos de cada una de estas tres configuraciones según los tiempos de transmisión (Tx), recepción (Rx) y silencio de radio (Sr). De esta forma tendremos la capacidad de optimizar aún más de lo expuesto anteriormente nuestro sistema de alimentación autónomo en situaciones de emergencia. Para ello he utilizado unas estadísticas de distintas actuaciones en situaciones reales de emergencia (fuentes: UIT, NFPA, NIOSH, NIMS).

Se trata de estimar los tiempos en que los equipos están transmitiendo, recibiendo y en silencio. Estos tiempos, medidos en minutos, los trasladaremos a las 24 horas que tiene un día para poder conocer las cifras más aproximadas de consumo en ese periodo de 24h.

Según los datos estadísticos encontrados, en una situación de emergencia, y referidos a 24h, los equipos de radio distribuyen su tiempo en:

- Transmisión (Tx): entre un 10 y un 20% del tiempo, es decir, entre 2,4 y 4,8 horas/día.
- Recepción o escucha (Rx): entre un 30 y un 40% del tiempo, es decir, entre 7,2 y 9,6 horas/día.
- Silencio de radio (Sr): entre un 40 y un 60% del tiempo, es decir, entre 9,6 y 14,4 horas/día.

Los consumos de nuestras 3 configuraciones por minuto serían:



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

	Configuración A	Configuración B	Configuración C
Consumo por minuto en Tx	5W min. (300Wh)	1,8W min. (108Wh)	0,4W min. (24Wh)
Consumo por minuto en Rx	2,4W min. (144Wh)	1,6W min. (96Wh)	0,17W min. (7Wh)
Consumo por minuto en Sr	0,35W min. (19,2Wh)	0,35W min. (19,2Wh)	0,085W min. (5Wh)
Total Consumo	7,75W min. (463,2Wh)	3,75W min. (223,20Wh)	0,655W min. (36Wh)

Con estos datos de consumo por minuto podemos hacer un cálculo más aproximado de nuestras necesidades energéticas en situaciones de emergencia.

Simplemente viendo los tiempos en que estamos en los distintos modos (Tx, Rx y Sr) y efectuando sencillas reglas de tres llegaremos a ver las necesidades estimadas consumo de energía.



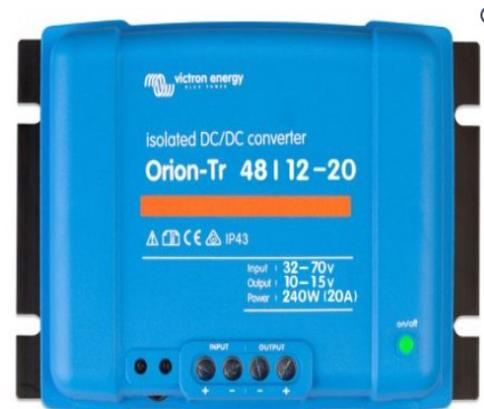
Taller / formación de Autosuficiencia Energética

VIII.- EMPLEO DE DIFERENTES VOLTAJES.

Nuestros equipos de radio en activaciones portables suelen estar alimentados a 12V y hasta ahora nos hemos referido a baterías y sistemas de producción que aporten esa tensión.

Pero debemos considerar que hay sistemas de producción y almacenamiento con tensiones superiores, 24,36 o 48V.

Puede ser muy beneficioso emplear sistemas de producción, almacenamiento y alimentación con voltajes superiores. Únicamente deberemos emplear convertidores DC/DC para adaptar el voltaje de entrada a nuestros equipos. Cuando usemos convertidores DC/DC debemos siempre tener en cuenta el Amperaje de estos aparatos.





Taller / formación de Autosuficiencia Energética

La Autonomía eléctrica depende de la energía total almacenada en la batería (Wh).

Como ya sabemos →

$$\text{Energía (Wh)} = \text{Voltios (V)} * \text{Amperios-hora (Ah)}$$

¿Una batería de 48V da más autonomía que una de 12V?

Vamos a suponer que ambas baterías tienen la misma capacidad en Ah, digamos 10Ah:

- Batería de 12V y 10Ah: Energía = $12V \times 10Ah = 120Wh$
- Batería de 48V y 10Ah: Energía = $48V \times 10Ah = 480Wh$

Sí, la batería de 48V tiene cuatro veces más energía y te dará más autonomía, siempre que puedas usar esa energía para alimentar tu dispositivo de 12V, para lo que ya hemos dicho que necesitaremos un conversor DC/DC.

Por tanto, debemos considerar este tipo de opciones para nuestro sistema de alimentación, pues pueden aportar mayor autonomía sin perjuicio en volumen, peso y precio.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

IX.- CONCLUSIÓN

A modo de conclusión, y como bien apunta nuestro compañero EA3GRN:

“Al final da lo mismo el método escogido, sea placa solar, generador, baterías o una combinación de ellos. Lo importante es no bajar la guardia y tener un sistema que pueda estar operativo en minutos en caso de necesidad, porque la vida de los nuestros puede llegar a depender de ello. No siempre un problema es tan "light" como el apagón del otro día... ni tan duro como la DANA. Pero no hay que confiarse. Y si no hace falta.... pues mucho mejor.”



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

ANEXO. BATERÍAS

Hemos hablado de las baterías de litio, pero en el mercado existen otros tipos de baterías:

- **Baterías alcalinas.** Pilas. Comúnmente desechables. Emplean hidróxido de potasio (KOH) como electrolito. La [reacción química](#) que produce energía ocurre entre el zinc (Zn, ánodo) y el dióxido de manganeso (MnO_2 , cátodo). Son pilas sumamente estables, pero de corta vida.
- **Baterías de ácido-plomo.** Comunes en vehículos y motocicletas. Son pilas recargables que cuando están cargadas poseen dos electrodos de [plomo](#): un cátodo de dióxido de plomo (PbO_2) y un ánodo de plomo esponjoso (Pb). El electrolito empleado es [ácido sulfúrico](#) (H_2SO_4) en solución acuosa. Por otra parte, cuando la batería está descargada el plomo se encuentra en forma de sulfato de plomo (II) (PbSO_4) depositado en plomo metálico (Pb). Entonces, durante la carga inicial el PbSO_4 se reduce a Pb en las placas negativas, y se forma PbO_2 en las positivas. En este proceso el plomo se oxida y se reduce a la vez. Por otro lado, durante la descarga el PbO_2 se reduce a PbSO_4 y el Pb se oxida para producir también PbSO_4 . Estos dos procesos se pueden repetir cíclicamente hasta que los cristales de PbSO_4 se vuelven demasiado grandes por lo que pierden reactividad química. Este es el caso donde se dice coloquialmente que la batería se ha sulfatado y hay que sustituirla por una nueva.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

- **Baterías de níquel.** De muy bajo coste, pero pésimo rendimiento, son algunas de las primeras en manufacturarse en la historia. A su vez, dieron origen a nuevas baterías como:
 - **Níquel-hierro (Ni-Fe).** Consistían en tubos finos enrollados por láminas de acero niquelado. En las placas positivas tenían hidróxido de níquel (III) (Ni(OH)_3) y en las negativas hierro (Fe). El electrolito empleado es hidróxido de potasio (KOH). Si bien su duración era muy larga, se dejaron de fabricar por su bajo rendimiento y su alto costo.
 - **Níquel-cadmio (Ni-Cd).** Están compuestas por un ánodo de cadmio (Cd) y un cátodo de hidróxido de níquel (III) (Ni(OH)_3), e hidróxido de potasio (KOH) como electrolito. Estos acumuladores son perfectamente recargables, pero presentan baja densidad energética (apenas 50Wh/kg). Además, cada vez se usan menos debido a su elevado efecto memoria (reducción de la capacidad de las baterías cuando realizamos cargas incompletas) y a que el cadmio es muy contaminante.
 - **Níquel-hidruro (Ni-MH).** Emplean oxihidróxido de níquel (NiOOH) para el ánodo y una [aleación](#) de hidruro metálico como cátodo. Poseen una mayor capacidad de carga y menor efecto memoria respecto a las baterías de Ni-Cd, además no afectan el [medio ambiente](#) ya que no tienen Cd (muy contaminante y peligroso). Fueron las pioneras en usarse para vehículos eléctricos, dado que son perfectamente recargables.



Taller / formación de Autosuficiencia Energética

REFERENCIAS

Referencias para consultar:

- **Manual de Radiocomunicaciones Marítimas (SMSSM);** Varios autores; Estudios Náuticos Costa C.B. - 9788493349202
- **Sistemas de tiempo real autónomos en energía;** Maryline Chetto, Audrey Queudet, Universidad de Nantes; ISTE Internacional; 9781800280243

Sitios web / vídeos para consultar:

- **ARRL.** arrl.org; search-> EMCOMM
- **Plataforma del estado peruano. Manual de operación para estaciones de radio.** [RD N° 000104-2021-DG-INSNSB ANEXO 9 MANUAL DE OPERACIÓN PARA ESTACIONES DE RADIOF \(1\).pdf](#)
- **ITU. Manual sobre comunicaciones de emergencias.** [Manual sobre telecomunicaciones de emergencia.doc](#)
- **Vademecum REMER.** [Dirección General de Protección Civil y Emergencias - Ministerio del Interior - España. Red Radio de Emergencia - REMER. VADEMECUM REMER - Telecomunicaciones](#)
- **Ministerio de Industria. Guía BT_28_mar15R3.** [guia_bt_28_mar15R3.pdf](#)
- **EA3GRN.** [121 - RACK PARA IC705; 099 - ALIMENTACION EMERGENCIA EQUIPOS RADIOAFICIONADO; 004 - BMS LiFePo4 hasta 100 amperios para equipos de radioaficionado; 006 - Baterías LiFePo4 para radioaficionados y sus equipos](#)
- **HAM Radio Tube.** [\(18344\) 2024 Ham Radio Go Kit Challenge! – YouTube; Everything You Need To Know About Portable Ham Radio Power But Were Afraid To Ask](#)