

Muy buen día tengan todos...

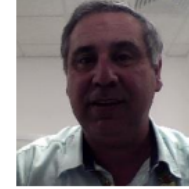


ceccadcier



Serie de Charlas: “Hablemos de Baterías”

# Amado Rodríguez Castrillo



Instituto Costarricense  
De Electricidad I.C.E.



Tel: (506) 2000-9605



@mail:  
amrodriguez@ice.go.cr



<https://www.linkedin.com/in/amado-rodriguez-313266b3/>

## Experiencia

- Encargado de Montaje Eléctrico de la Planta Geotérmica Miravalles •
- Coordinador de sistemas de control y protecciones de Subestaciones de Transmisión
- Coordinador de Unidad de Verificación metrológica del Centro Nacional de Control de Energía • I.C.E.
- Área de Gestión Integral de Pérdidas de la red de distribución • I.C.E.

Especialista en sistemas de control y protección de sistemas eléctricos de Potencia desde 1992, 28 años de experiencia en labores de diseño, puesta en marcha y mantenimiento de sistemas de potencia en las redes de generación, distribución y transmisión. Encargado de sistemas de Corriente Directa de sistemas auxiliares de sistemas de potencia por más de 20 años.

## Formación

**Grado académico :** Licenciatura en Ingeniería Eléctrica

**Grado adicional:** Maestría en Administración de Proyectos (MAP)

## Liderazgo

Presidente del Sub-Comité Nacional de Vocabulario Eléctrico en Instituto de Normas técnicas de Costa Rica INTECO.

Miembro de Sub-Comité Nacional de Metrología eléctrica en Instituto de Normas técnicas de Costa Rica INTECO.

Instructor en temas de Control, Protecciones Eléctricas y Corriente Directa en el Instituto Costarricense de Electricidad

Profesor Universitario del curso de Diseño de Subestaciones Eléctricas por 12 periodos.



cecacier



# ¡HABLEMOS DE BATERÍAS...!

MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE BATERÍAS  
EN APLICACIONES DE SISTEMAS DE POTENCIA.

# CARGADORES / RECTIFICADORES

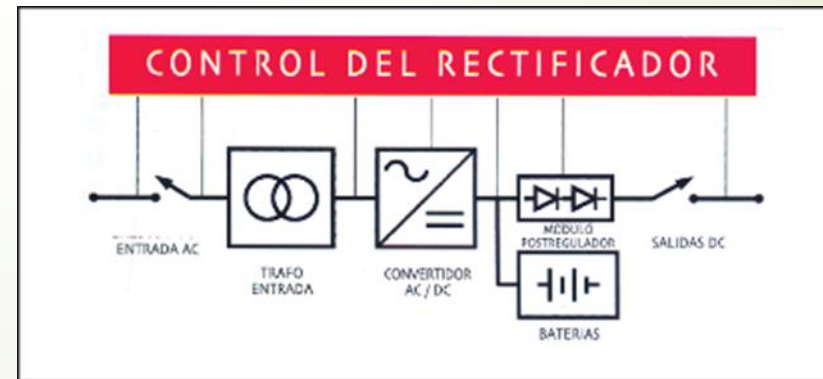
SISTEMAS DE CARGA DE BATERIAS Y ALIMENTACION  
DE ELEMENTOS DE LA RED.

ING. AMADO RODRIGUEZ CASTRILLO



# CARGADORES DE BATERIAS

- Dentro del sistema de corriente directa de las instalaciones eléctricas de potencia, existen unos equipos basados en principios de operación de electrónica de potencia o electrónica industrial cuyo propósito es no solo alimentar todas las cargas de corriente directa en condiciones normales, sino también el mantener el estado de carga de las baterías de respaldo
- Estos equipos se pueden alimentar de corriente alterna ya sea monofásica o trifásica según sus niveles de potencia. El equipo toma esta energía en corriente alterna y la convierte en corriente directa del nivel de voltaje que nuestro sistema requiera







# RECTIFICADORES...

- ▶ Los rectificadores se pueden conectar a los servicios normales de corriente alterna según se haya diseñado, es importante verificar que el voltaje del equipo y la frecuencia sean compatibles con la red donde se va a conectar
- ▶ En sistemas que se alimentan de forma trifásica se debe respetar el orden de las fases de alimentación esto es RST, o ABC o 123 en el orden y secuencia correcta. Esto porque sino es factible que el equipo no opere ya que muchos diseños requieren del orden correcto de fases para sincronizar el proceso de rectificación por medio de tiristores.
- ▶ La selección de alimentación entre monofásica y trifásica es un criterio que depende de las facilidades de potencia de la red con la que se cuenta

# RECTIFICADORES ...

- ▶ la primera opción por costo siempre será el rectificador monofásico
- ▶ Sin embargo si esta primera opción requiere un consumo de corriente de entrada por encima de los 50 amperios, se debe explorar la opción trifásica.
- ▶ Los rectificadores deben ser capaces de operar para todas las condiciones siguientes:
  - ▶ Alimentar las cargas del sistema  $V_n \pm 10\%$
  - ▶ Mantener la batería en voltaje de flotación
  - ▶ Aplicar el voltaje de carga rápida o Igualación.

# Ejemplo:

- Se requiere un rectificador para alimentar un sistema de corriente directa de 120 VCD con una capacidad de 100 amperios. La eficiencia esperada del rectificador es del 75%. Debemos de recordar que 120 voltios es el voltaje de la batería, en condiciones normales el rectificador supe 132 voltios o sea el voltaje de flotación. Definir la entrada optima de alimentación.

La alimentación de 120 VAC requiere de 147 amperios, que es el peor caso. La alimentación trifásica sin embargo requiere tan solo 49 amperios. Esto es un calibre inferior y menores problemas con la caída de tensión, aunque se requiere de cable adicional, se justifica económica y técnicamente.

<i>Calculo de alimentación</i>		
Voltaje DC	132	V
Corriente DC	100	A
Potencia DC	13200	W
Corriente AC a 120 V 1ph	146.67	A
Corriente AC a 240 V 1 ph	73.33	A
Corriente AC a 208 V 3ph	48.85	A
Eficiencia %	75%	



# Ejemplo:

En este caso el equipo tiene un consumo de entrada de 8kW para una corriente de entrada de 37 amperios monofásicos. Si se toma en cuenta que la salida del equipos es de 150 amperios ( 2x75) según el nombre del modelo o 145 amperios a 24 voltios de salida, esto es:

una salida de (12 celdas x 2.21) \* 145 Amperios = 3.8 kW.

Este rectificador tiene por tanto una eficiencia de 3.8 kW/8kW o sea

$$\xi = 3.8 \text{ kW} / 8 \text{ kW} = 48\%$$

En el ejemplo se supuso 75% pero no es un valor típico. La eficiencia del equipo depende de la tecnología de construcción.

<i>Calculo de alimentación</i>		
Voltaje DC	132	V
Corriente DC	100	A
Potencia DC	13200	W
Corriente AC a 120 V 1ph	146.67	A
Corriente AC a 240 V 1 ph	73.33	A
Corriente AC a 208 V 3ph	48.85	A
Eficiencia %	75%	



# AJUSTES DEL RECTIFICADOR...

## MODO FLOTACION

- ▶ en este caso se ofrece el voltaje normal del rectificador que debe ser capaz no solo de mantener el banco de baterías en estado de carga óptima, sino también alimentar las cargas con este voltaje. Este valor dependerá de la tecnología de celdas de baterías, la cantidad de celdas y la temperatura principalmente
- ▶ El valor de salida de este modo debe revisarse periódicamente y realizar los ajustes que correspondan según el manual del equipo, ya que este voltaje determinará no solo es estado de carga de la batería, sino también influye en la vida útil de la misma. No debe tener desviaciones mayores a 0.5% del valor ajustado

FLOTACION			valores medidos		
	V flot/celd		Ajuste	V mínimo	V máximo
<b>Batería plomo 12 celdas</b>	2.19 v		26.28V	26.15V	26.41V
<b>Batería plomo 24 celdas</b>	2.19 v		52.56V	52.30V	52.82V
<b>Batería plomo 58 celdas</b>	2.19 v		127.02V	126.38V	127.66V
<b>Batería plomo 60 celdas</b>	2.19 v		131.40V	130.74V	132.06V
<b>Batería NiCd 10 celdas</b>	1.41 v		14.10V	14.03V	14.17V
<b>Batería NiCd 20 celdas</b>	1.41 v		28.20V	28.06V	28.34V
<b>Batería NiCd 96 celdas</b>	1.41 v		135.36V	134.68V	136.04V



# AJUSTES DEL RECTIFICADOR...

## MODO IGUALACION

- ▶ Este modo de igualación o de carga rápida es el que permite recuperar el estado de carga de las baterías después de un ciclo profundo de descarga
- ▶ En algunos equipos este modo puede programarse para ser aplicado en forma manual, automática o no aplicarlo del todo. Esto es importante porque en este modo se pueden generar voltajes muy altos para las cargas o el tipo de baterías

IGUALACION	V flot/celd	Ajuste	valores medidos	
			V mínimo	V máximo
<b>Batería plomo 12 celdas</b>	2.4 v	28.80V	28.66V	28.94V
<b>Batería plomo 24 celdas</b>	2.4 v	57.60V	57.31V	57.89V
<b>Batería plomo 58 celdas</b>	2.4 v	139.20V	138.50V	139.90V
<b>Batería plomo 60 celdas</b>	2.4 v	144.00V	143.28V	144.72V
<b>Batería NiCd 10 celdas</b>	1.6 v	16.00V	15.92V	16.08V
<b>Batería NiCd 20 celdas</b>	1.6 v	32.00V	31.84V	32.16V
<b>Batería NiCd 96 celdas</b>	1.6 v	153.60V	152.83V	154.37V



# CUIDADOS CON LA CARGA DE IGUALACION..

- ▶ La función de carga de igualación o carga rápida se mantiene inhibida, para que ni siquiera por accidente se pueda aplicar
- ▶ Solamente personal calificado puede activar esta función por el riesgo hacia los equipos.
- ▶ Para aplicar la función de carga rápida o igualación se suele colocar un banco de baterías auxiliar en sustitución del normal, mientras en forma separada se aplica la carga de igualación al banco de baterías normal.
- ▶ En caso de no poder eliminar esta función se recomienda ajustarla al mismo valor que el voltaje de igualación o en su defecto si ni siquiera eso es factible, colocar una clara advertencia en el equipo de “ NO OPERAR”.
- ▶ Se debe recordar que las baterías de gel o recombinación de gases o baterías empastadas no se recomienda el uso de cargas de igualación, ya que al ser el electrolito una pasta no es factible ni prudente provocar “burbujeo”. Además que esto genera mucho calor dentro de la batería y al carecer estas de válvulas de regulación de presión interna pueden explotar

# MANTENIMIENTO DEL RECTIFICADOR

- ▶ Limpieza general, aspirado, barrido
- ▶ Resoque de regletas y conectores
- ▶ Verificación del estado de conectores enchufables
- ▶ Revisión visual de anomalías
- ▶ De ser posible una inspección con cámara termográfica para detectar problemas en tarjetas.
- ▶ Si el equipo es microprocesado se verifica la lista de eventos en memoria para detectar algún problema externo o interno.



# AJUSTE Y REVISION DE ALARMAS...

- ▶ Falla de alimentación AC
- ▶ Bajo voltaje CD
- ▶ Alto voltaje CD
- ▶ Operación anormal o Watch dog de sistema.
- ▶ Falla a tierra de (+) o (-) , esta es opcional y no aplica en sistemas de comunicación.
- ▶ En el caso de las alarmas de bajo voltaje CD se suele ajustar al 100% del valor nominal para poder contar con un tiempo antes que se llegue al 90% como valor crítico para los equipos. Si el equipo no se encuentra muy alejado y para evitar el aviso frecuente de este evento se puede ajustar al 95% del valor nominal para indicar más bien que el voltaje de la batería ya está bajo. Esta alarma suele indicar que el rectificador no está operando y que el voltaje del sistema está siendo suplido por las baterías



# ALARMA DE ALTO VOLTAJE CD.

- ▶ Se ajusta por encima del valor de flotación y no más del 110% del voltaje nominal. Este fallo es atribuible totalmente a un fallo en el propio rectificador, que generalmente manifiesta una pérdida de control del voltaje de salida o una falla en algún elemento. Debido a que esto significa que este voltaje alto está siendo aplicado a las baterías y a las cargas, se debe corregir lo antes posible para evitar daño en los equipos.
- ▶ La aparición de esta alarma prácticamente obliga a apagar el rectificador y dañado y operar con baterías mientras se coloca otro rectificador o se resuelve la situación y se repara el equipo. Esta alarma debe ser atendida en forma inmediata para evitar daño a equipos.
- ▶ Las alarmas de alto voltaje suelen indicar una falla en la etapa de potencia del rectificador, un tiristor en corto, un transistor en corto o pérdida del lazo de realimentación entre la etapa de potencia y la de control.



# TIPOS DE RECTIFICADORES

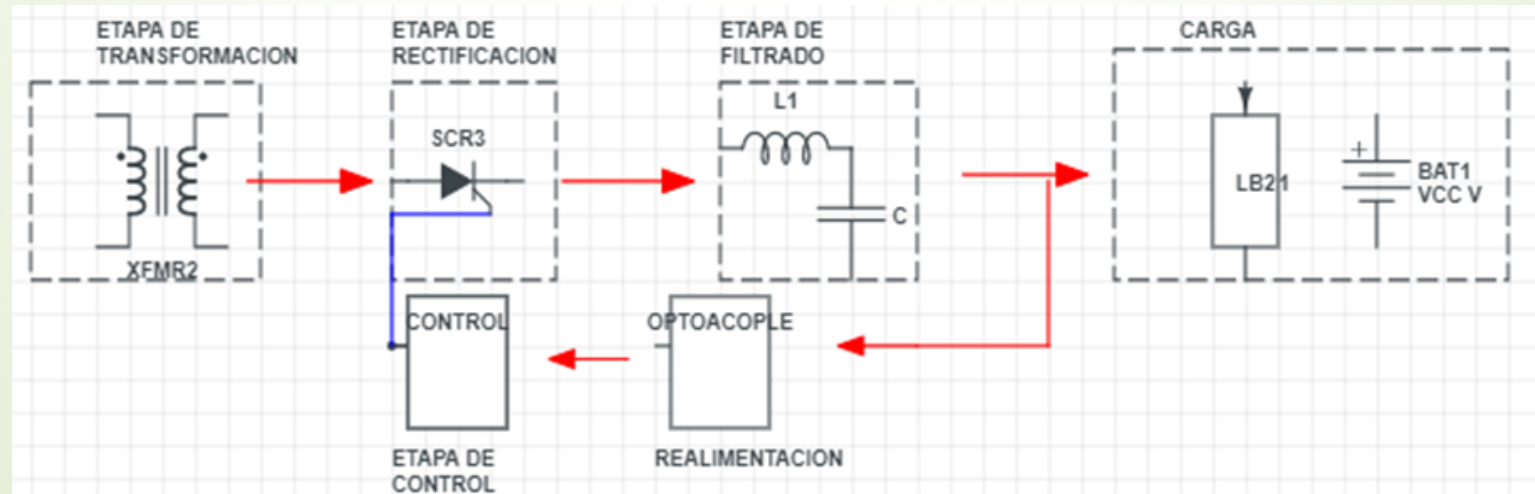
- ▶ Los rectificadores en general tienen una etapa de transformación, una etapa de rectificación, una etapa de control y una etapa de filtrado. Dependiendo de la tecnología cada una de estas etapas puede ser de diferente complejidad y eficiencia. Es posible encontrar dos grandes grupos de tecnologías a emplear, a las cuales denominaremos simplemente como lineal y discreta.





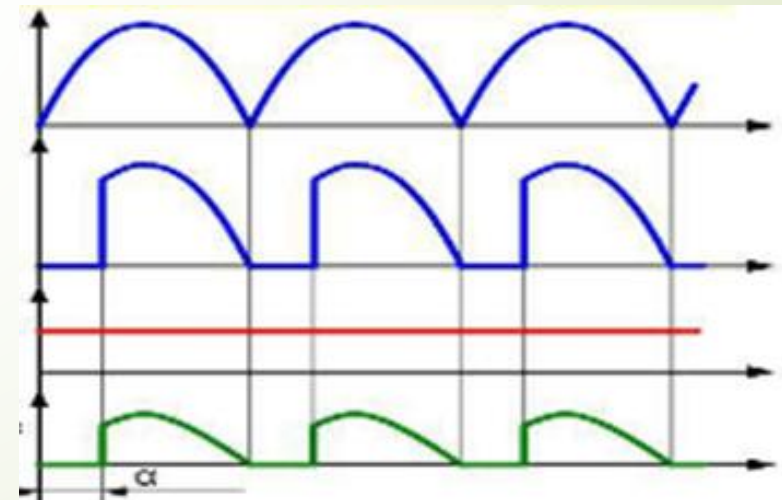
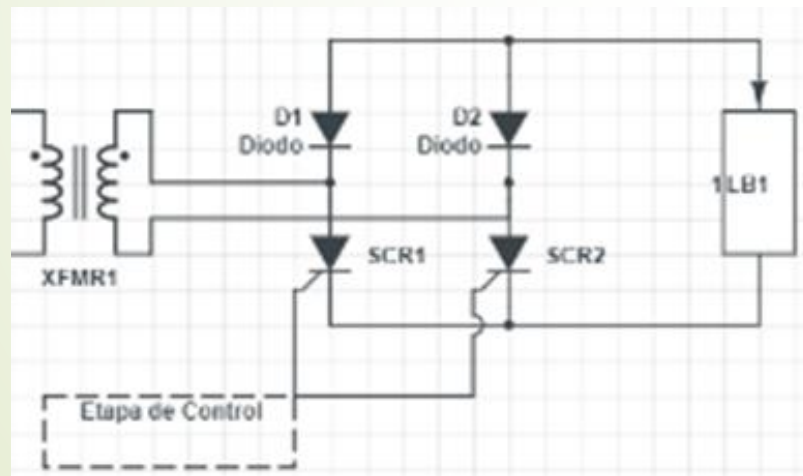
# RECTIFICADORES LINEALES

- ▶ Los rectificadores de tecnología lineal en la etapa de potencia cuentan con un sistema de rectificación basado en diodos de potencia y tiristores controlados. Estos sistemas pueden ser del tipo monofásico o trifásico
- ▶ Básicamente se fundamentan en el principio del cálculo del valor RMS de salida, de forma tal que se produce una modificación de la onda de salida de la etapa rectificadora, por medio del control del ángulo de disparo de los tiristores



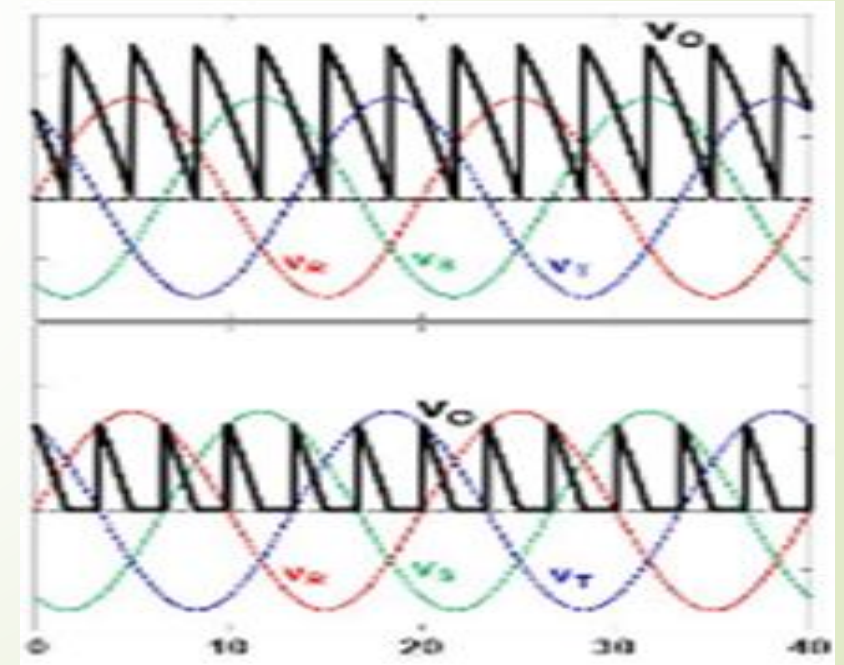
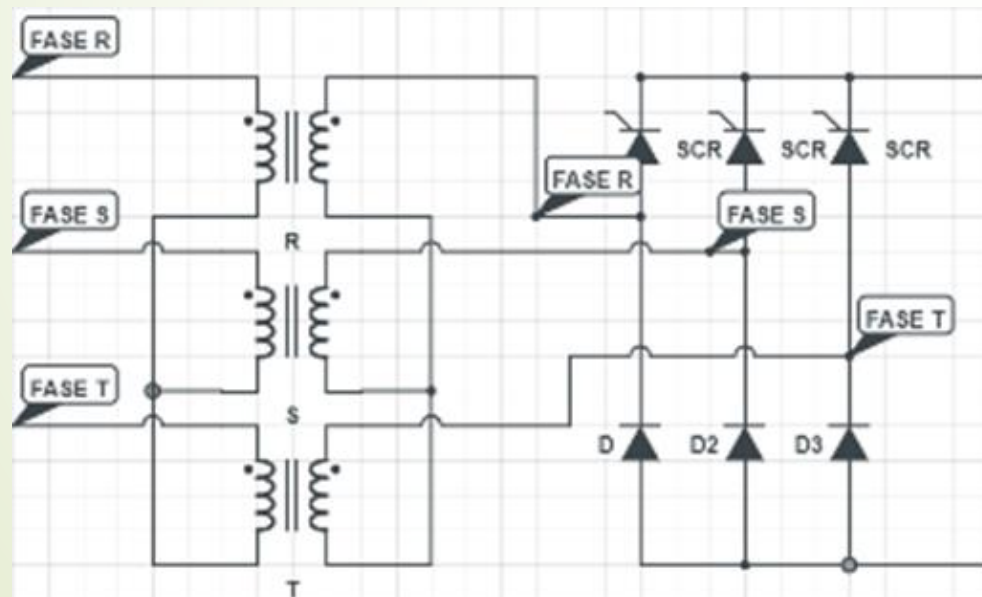
# RECTIFICADORES LINEALES MONOFASICOS

- Se tiene una etapa de transformación que acondiciona el voltaje al rango de magnitud de salida deseado, una etapa de puente rectificador controlado, que por medio del control del ángulo de disparo del tiristor recorta la onda de salida para obtener el valor medio o RMS deseado en la salida



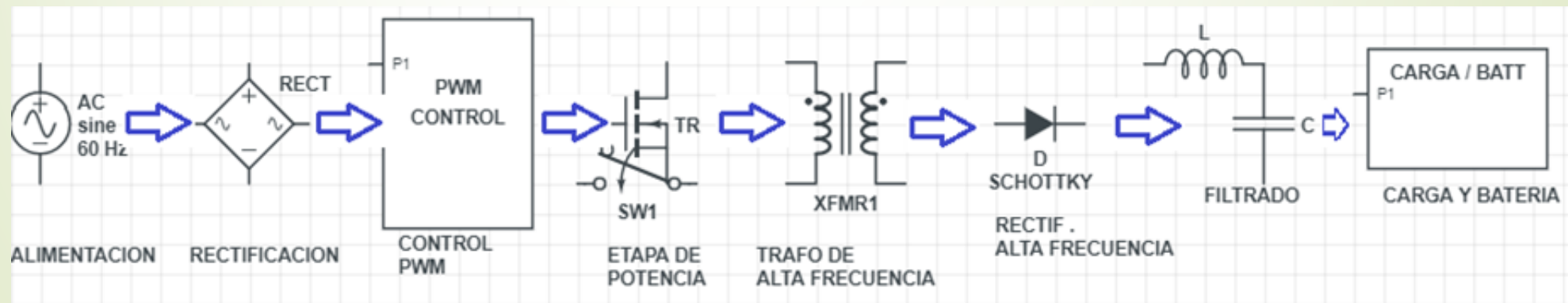
# RECTIFICADORES LINEALES TRIFASICOS

- El sistema trifásico requiere de conservar el orden de las fases del sistema para poder garantizar el correcto funcionamiento del sistema, ya que la sincronización de los pulsos sobre los tiristores es un elemento crítico



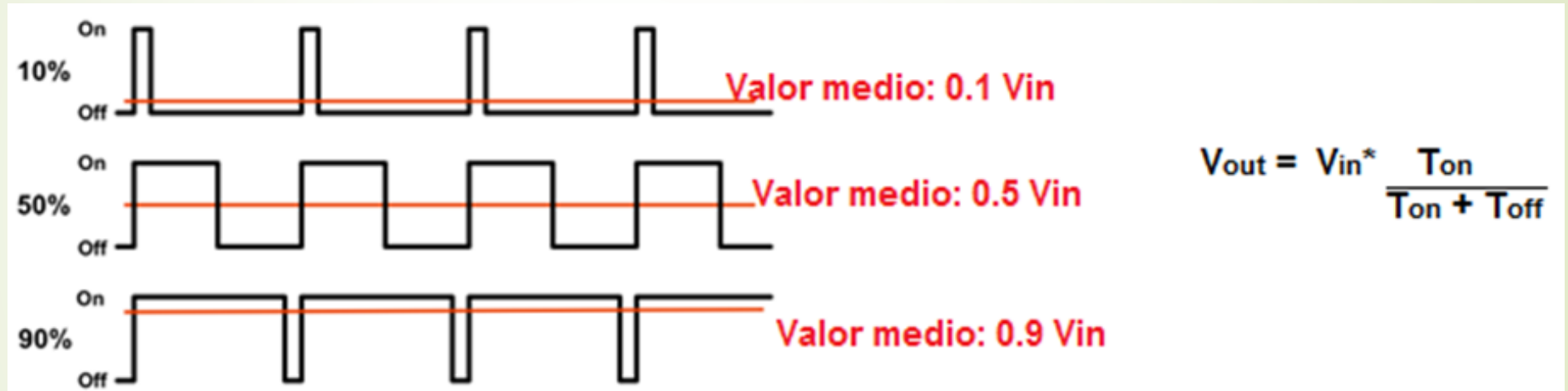
# RECTIFICADORES DISCRETOS O CONMUTADOS

- Generalmente no es necesario el uso de transformadores debido al proceso de alta eficiencia de esta tecnología, sin embargo con el propósito de aislar galvánicamente la entrada de la salida se requiere de una etapa de transformación en algún momento. En este sistema la señal de corriente alterna se recibe, se rectifica y una vez convertida en corriente directa, se conmuta a altas frecuencias para luego realizar un control de la salida por un sistema de modulación de ancho de pulso





# RECTIFICADORES CONMUTADOS



- PRINCIPIO DE OPERACIÓN POR MODULACION DE ANCHO DE PULSO PARA GOBERNAR EL VOLTAJE MEDIO DE SALIDA.





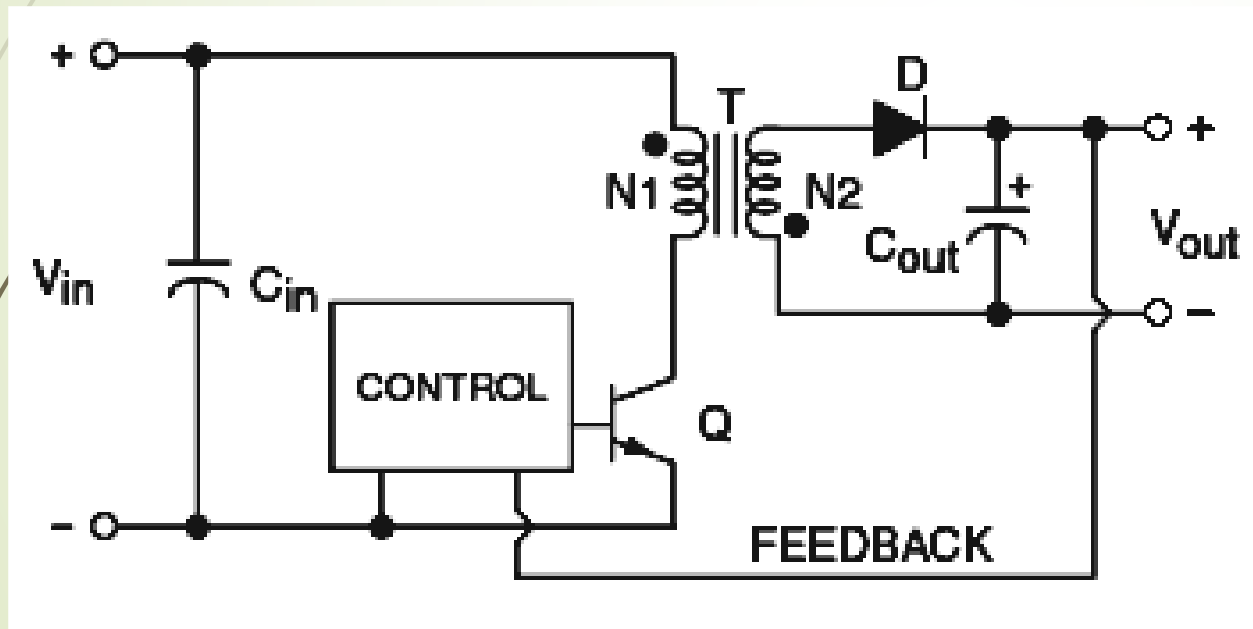
# TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL CONFIGURACIONES

- Existen varios métodos de construir la etapa mixta “Control-Potencia-Transformación” a estas formas se les denomina:
- Flyback
- Buck
- Boost
- Buck-Boost

# FLYBACK

## *Sistema Flyback básico:*

Este sistema recibe un valor determinado de  $V_{cd}$  y puede sacar cualquier valor dependiendo de la relación de transformación del transformador de Flyback o de retorno.



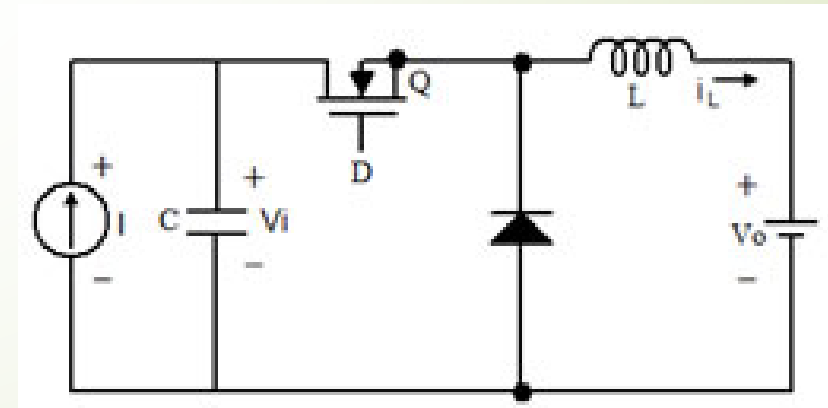
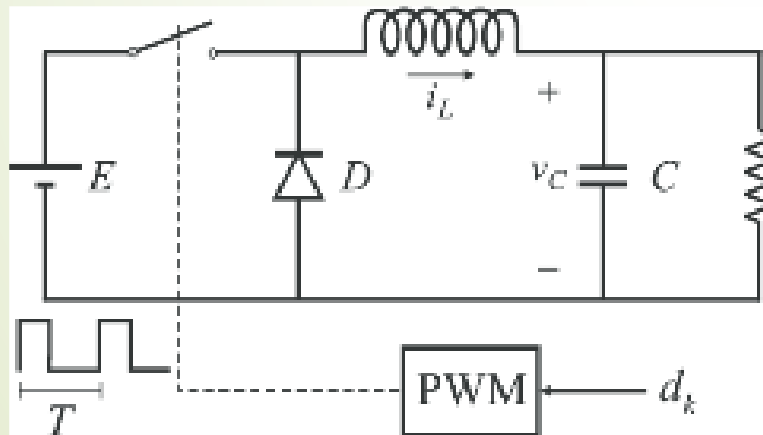
# CONVERTIDOR BUCK O REDUCTOR

## *Sistema convertidor Buck:*

El convertidor de tipo Buck puede sacar un voltaje igual o inferior al voltaje CD de entrada (E) . Es un convertidor reductor. Mantiene la relación que

$$V_{out} = V_{in} * \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}}$$

En estos casos el transformador de aislamiento puede ir en la etapa de rectificación inicial.



# CONVERTIDOR BOOST O ELEVADOR

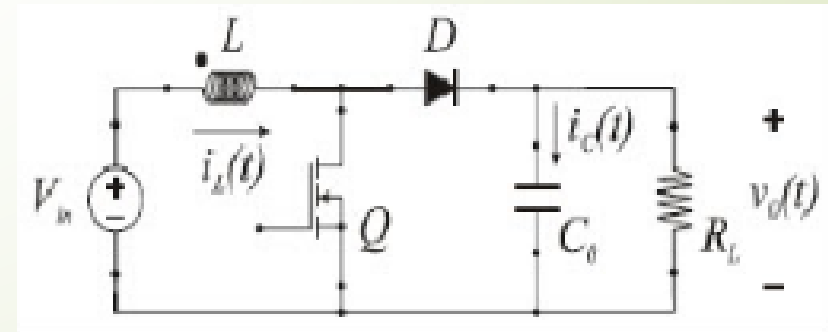
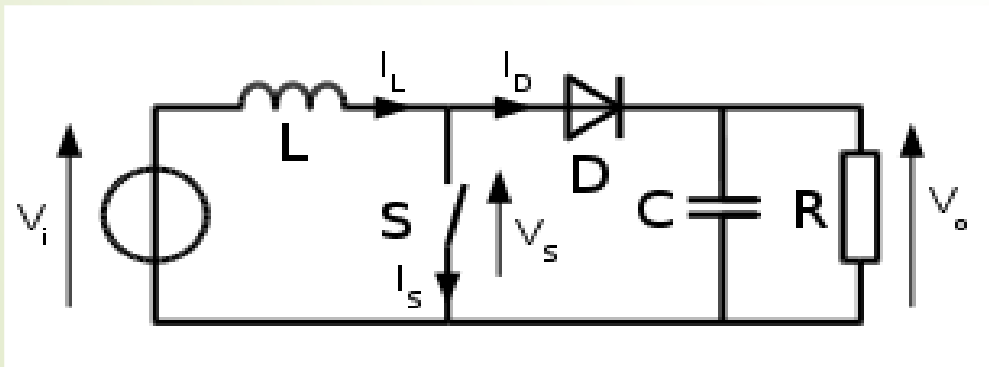
El sistema Boost o convertidor elevador es capaz de recibir un voltaje dado y entregar un voltaje más alto.

En este caso si :  $D = \frac{T_{on}}{T_{on}+T_{off}}$

$$V_{out} = V_{in}/(1 - D)$$

EQ. 23 "Voltaje de salida Boost/Elevador"

De esta forma se logra obtener voltajes mayores al voltaje de entrada.



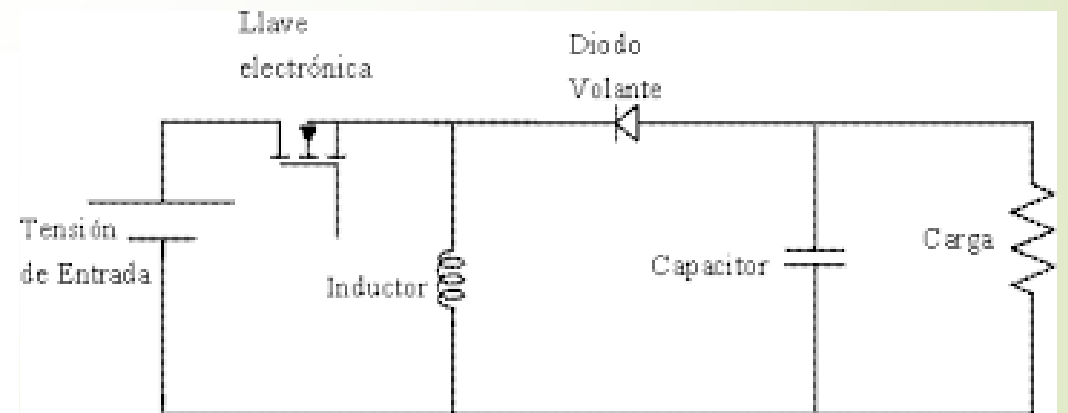
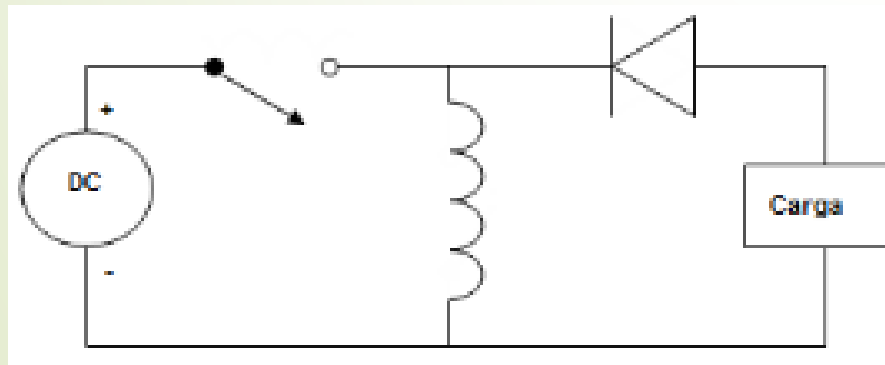
# SISTEMA MIXTO BUCK-BOOST

Este sistema puede entregar voltajes de salida tanto inferiores como superiores al voltaje de entrada, simplemente regulando el ciclo de servicio  $D$ .

Por tanto el valor de salida será:

$$V_{out} = V_{in} * \frac{D}{1 - D}$$

EQ 24 " Voltaje de salida Buck Boost "





# SISTEMA MIXTO BUCK-BOOST REDUCTOR-ELEVADOR

Como ejemplo veamos esta tabla:

Vin	D	Vout
10.00V	0.1	1.11V
10.00V	0.2	2.50V
10.00V	0.3	4.29V
10.00V	0.4	6.67V
10.00V	0.5	10.00V
10.00V	0.6	15.00V
10.00V	0.7	23.33V
10.00V	0.8	40.00V
10.00V	0.9	90.00V

$$V_{out} = V_{in} * \frac{D}{1 - D}$$

Nota: Como se puede ver todos los sistemas anteriores son en realidad convertidores DC-DC, por lo que estos mismos principios de operación se emplean para la fabricación y diseño de reguladores de voltaje para las cargas. De modo que los Reguladores de voltaje son convertidores DC-DC generalmente en configuración Buck o reductora.



# CARGADORES DE BATERÍAS PARA BATERIAS DE LITIO

- ▶ Por las características de las baterías de litio, no es recomendable hacer la carga de las mismas en grandes grupos series o paralelos pues la disparidad de resistencias internas puede provocar grandes diferencias de voltaje.
- ▶ A diferencia de las baterías de Plomo y Niquel Cadmio, las baterías de litio se suelen cargar en pequeños bloques y no se recomiendan grandes cadenas series o múltiples grupos paralelos.
- ▶ El manejo de estos segmentos se realiza por un sistema electrónico de carga exclusivo para manejar cada segmento de carga.

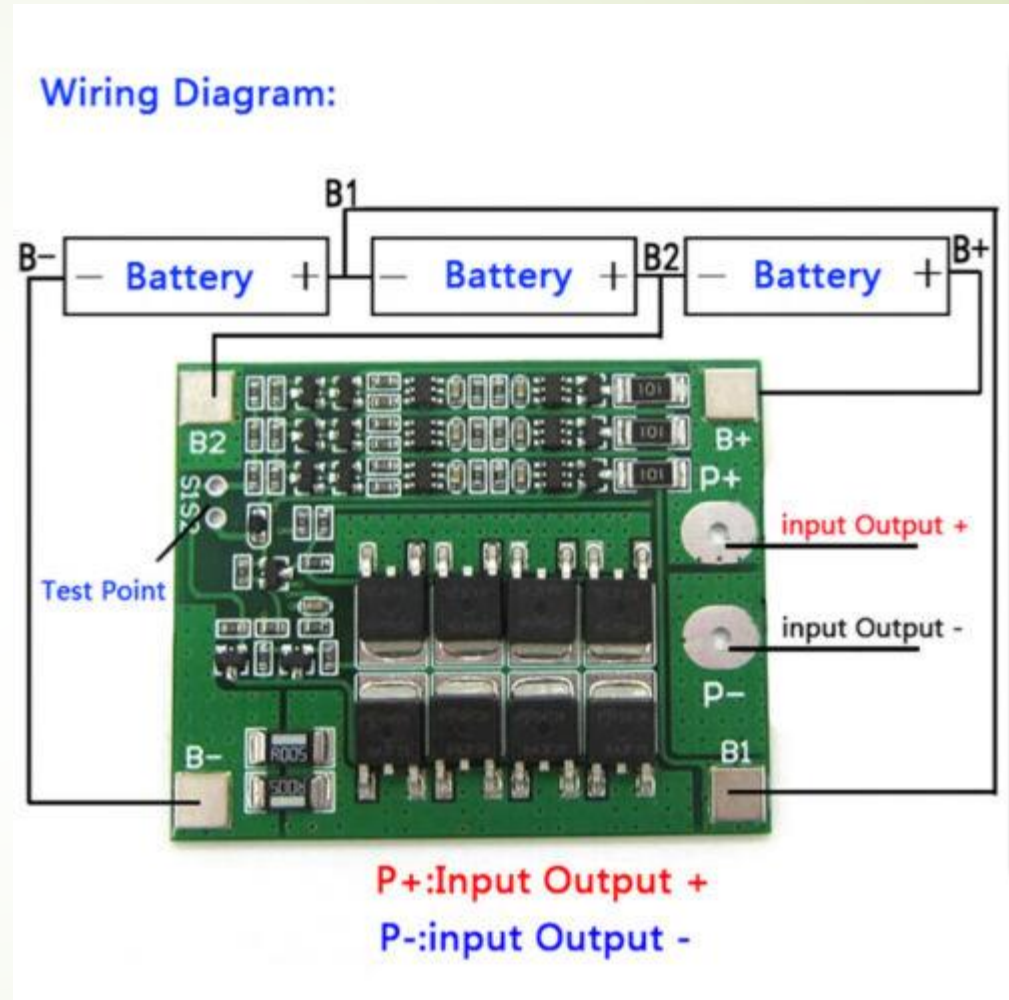


# SISTEMA DE CARGA...

- ▶ El sistema electrónico de carga de baterías de litio maneja pues múltiples secciones, lo que lo convierte de alguna manera en un “conjunto de cargadores”
- ▶ Este conjunto de cargadores de baterías se ajusta para monitorear la corriente el voltaje por grupo y mantener cada sección de baterías en buen estado de carga.
- ▶ Por la complejidad de estos sistemas de cargadores de baterías, no se les suele llamar simplemente “Cargadores de Baterías” sino “Administradores de sistemas de Baterías o en inglés “ Battery Management System” ( BMS)

# BMS

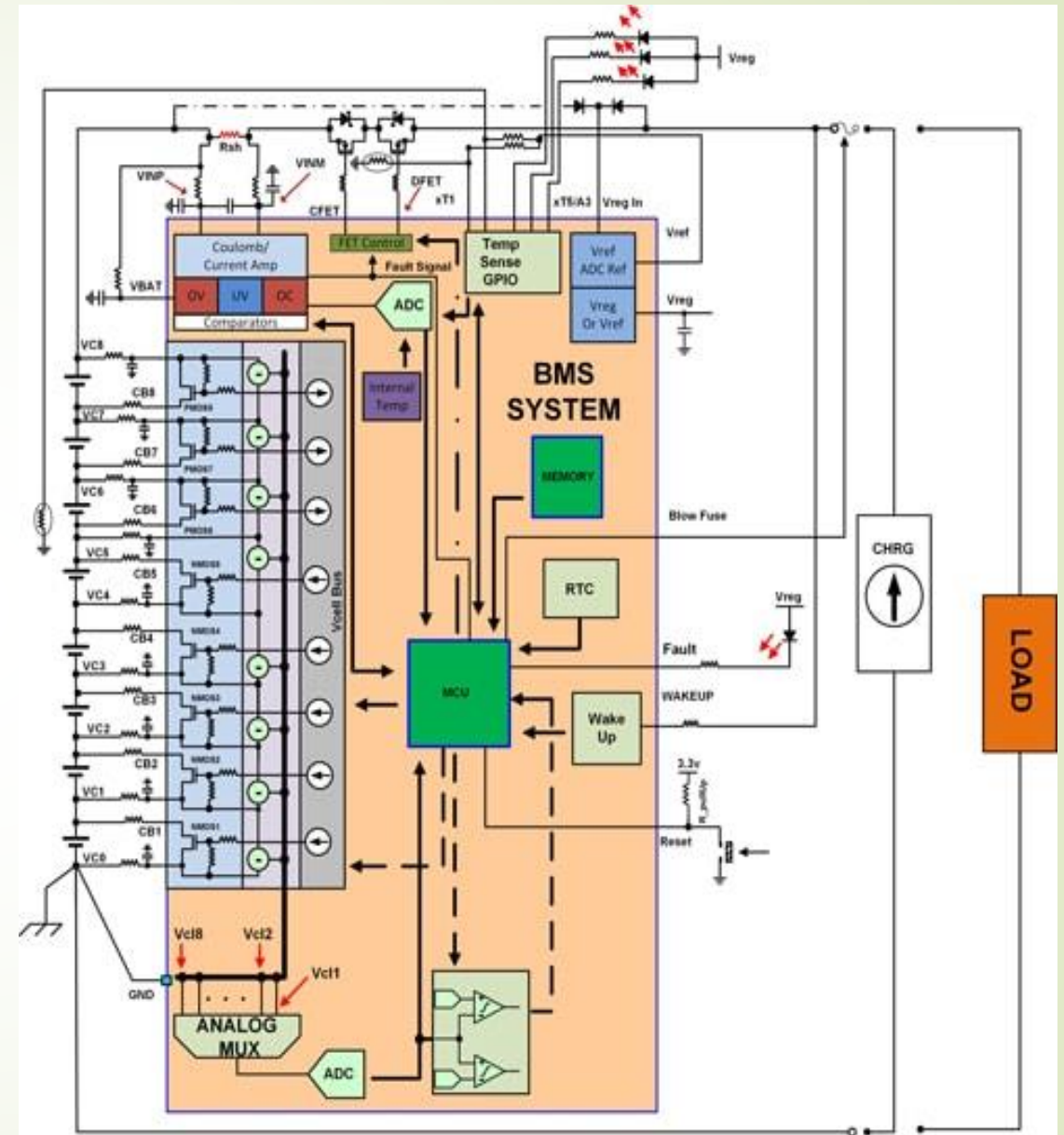
- Debido a que las baterías de litio tiene un voltaje alto de flotación (3.4 a 4.2V) se usan pocas baterías para un mismo voltaje comparado con las de plomo o NiCd.
- En ocasiones esto permite hacer un manejo individual de cada celda a través del BMS. Especialmente en sistemas pequeños.





# ARQUITECTURA DE LOS BMS

- En sistemas de potencia la estructura de los BMS es mas compleja.
- Desde una fuente de alimentación no regulada se toma la energía de carga y se aplica a las celdas en agrupaciones que suelen ser del tipo nSmP, es decir grupos de baterías en paralelo conectadas en Serie entre sí.
- El BMS monitorea el voltaje por cada grupo paralelo, así como la corriente de carga y la temperatura de testigos.





# SISTEMAS BMS COMUNES

- Dado que cada tipo de baterías de litio tiene diferente voltaje de celda, los BMS, a menos que sean ajustables, se diseñan para un tipo particular de celda.
- En aplicaciones de potencia el tipo actualmente más usual es Fosfato de Hierro ( LiFePO4) cuyo voltaje natural es de 3.2 voltios. (Vmax 4.2V)
- La conexión en paralelo de estas celdas depende la capacidad del BMS, algunos sistemas soportan hasta 10 celdas en paralelo , sin embargo, otros no manejan más de 4.



# PRECIO DE BATERIAS DE LITIO...



1500 wh ( 1.5 kwh - \$ 500)  
\$300 / kwh +flete +iva

- 1200 WH (1.2 KWh - \$840)
- \$700/kwh + flete + iva.



# Otros precios....



New

## Lithium battery U-POWER UE-12Li300BL 12V 300AH

★ Be the first to rate this product

🟢 In stock

can be shipped within 3-5 days

**2,310.86 €**

The price includes 21% VAT

Transport not included

A full quote will be sent to your email

📄 Product data sheet



 Add to basket

3600 wh, 3.6 kWh - \$2700  
\$750 / kWh + flete + iva



# APLICACIONES A SISTEMAS DE POTENCIAS

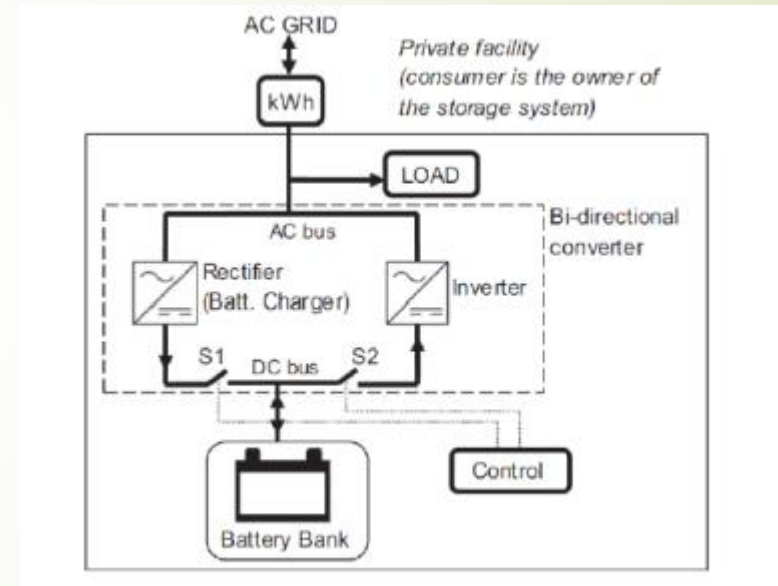
- ▶ En sistemas de potencia con problemas muy focalizados se pueden aplicar soluciones con baterías para :
  - ▶ Ayudar en picos de carga (hora pico, Arranque de equipos..etc)
  - ▶ Regulación de voltaje (Aporte de potencia o control de reactivo..)
  - ▶ Energía supletoria ( a modo de UPS en pequeños bloques de carga de redes de distribución)
  - ▶ Acumulación de energía para aplanar curvas de carga. ( Evitar reconstrucción de redes, soporte de crecimiento, situaciones esporádicas o temporales)
  - ▶ En general atención de problemas en colas de la red.
  - ▶ Apoyo en sistemas de almacenamiento para respaldo y soporte de cargadores de vehículos terrestres.

# Aplicación en redes de distribución...

En general el proceso de aplicación de soluciones para redes de potencia es un sistema de apoyo a la gestión de la red.

La idea no es suplir totalmente el suministro fijo, sino mejorar o corregir su gestión.

Las Baterías se cargan durante la operación normal y entran a trabajar cuando el sistema lo requiere.





# Escenarios...

←←←← ALTA POTENCIA		ALTA ENERGÍA →→→→	
Aplicaciones de calidad de potencia y continuidad de servicio		Aplicaciones de administración de energía	
Tiempos extra rápidos (seg)	Tiempos rápidos (min)	Tiempos lentos (horas)	
Compensación del efecto de parpadeo (flicker).	Reserva rodante.	Nivelado de carga	
Corrección de hundimiento de tensión.	Sistemas de alimentación ininterrumpida.	Integración con fuentes renovables de energía	
	Black start	Operación aislada	
	Control de potencia activa y reactiva	Comercialización	



# OTRAS FORMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA

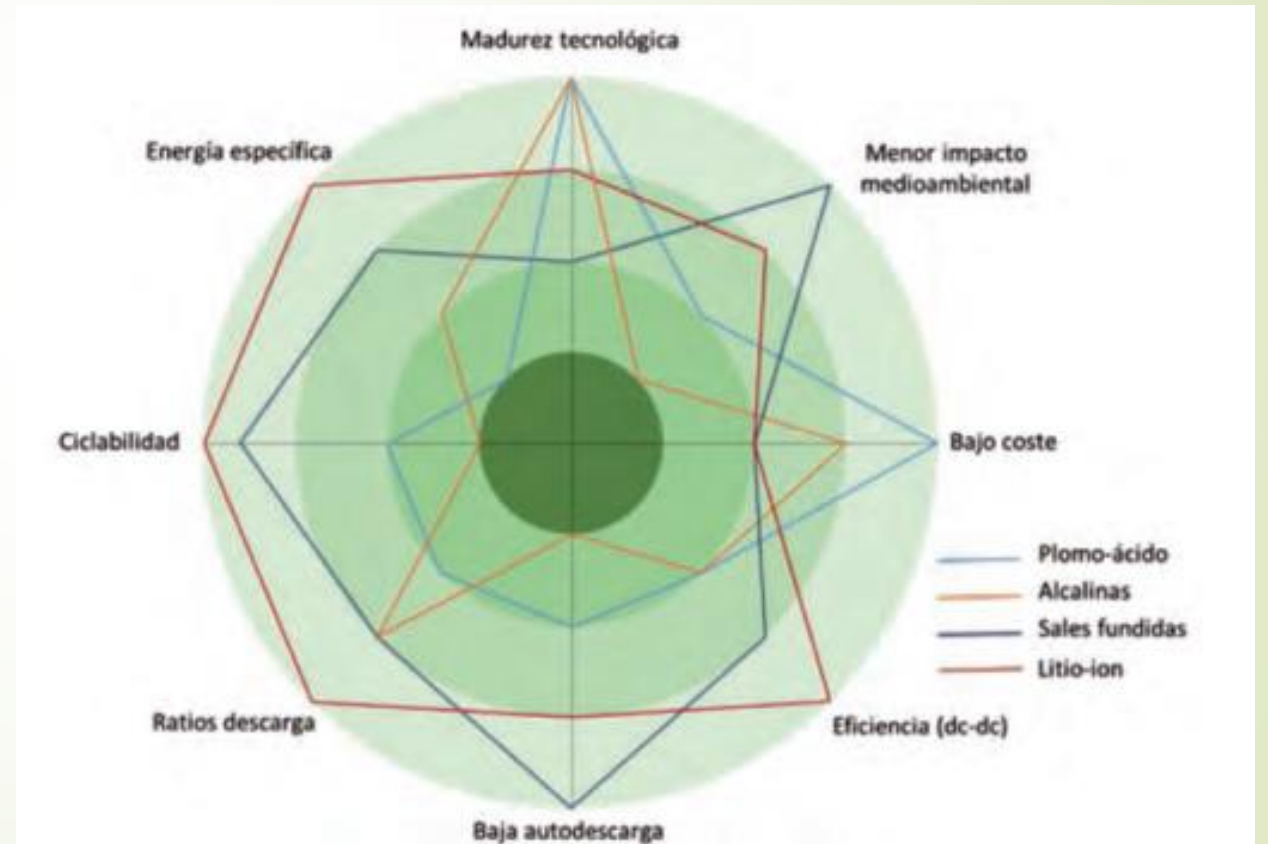
- ▶ Además de los sistemas de almacenamiento de energía por baterías ( conocidos como SAEB o BESS) se puede tener también:
  - ▶ Almacenamiento de combustibles, tipo Hidrógeno
  - ▶ Almacenamiento magnético tipo super conductor
  - ▶ Super condensadores (acciones de tipo potencia no para energía)
  - ▶ Volantes de inercia
  - ▶ Aire comprimido
  - ▶ Sistemas REDOX- o celdas de combustible

# Tipos de Baterías para almacenamiento de alto volumen de energía.

Tipo	Subtipo	Tensión op. (V)	Tensión nominal (V)	Temp. operación <sup>1</sup> (°C)	Ciclabilidad <sup>2</sup>	Energía esp. teórica y real <sup>3</sup> (Wh/kg)	Auto descarga mensual <sup>4</sup>	Eficiencia energética (dc-dc)	Máximo ratio de descarga
Plomo ácido (LA)	LA ( <i>regulada por válvula</i> )	1,75-2,27	2,00	(-40;50) <sup>5</sup> <b>(25)</b>	1200 (80% DoD; C/8)	170 (24)	2-4%	70-80%	1C cont.
	LA ( <i>inundada</i> )	1,75-2,23	2,00	(16;32) <b>(25)</b>	1800 (80% DoD; C/8)	170 (19)	5%	70-80%	1C cont.
Alcalinas	NiCd	0,90-1,50	1,30	(-20;60) <b>(20)</b>	800 (80% DoD; C/8)	213 (47 <sup>8</sup> )	10%	60-80%	1C cont.
	NiMH	0,90-1,50	1,30	(0;40) <b>(20)</b>	800 (80% DoD; C/8)	240 (65 <sup>9</sup> )	100%	60-80%	10C cont.
Sales fundidas	NaS	2,31-1,63	2,10	(300;350) <b>(300)</b>	4500 (80% DoD; 1C)	783 (122 <sup>10</sup> )	≈ 0%	89%	1C cont. / 5C pico (30s).
	Na/NiCl <sub>2</sub>	3,10-1,72	2,58	(270;350) <b>(300)</b>	3000 (80% DoD; 1C)	790 (91, 115 <sup>11</sup> )	≈ 0%	85%	1C cont. / 5C pico.
Litio-ión	C/LiCoO <sub>2</sub>	4,20-3,00	3,60	(-20;55) <b>(25)</b>	3000 (80% DoD; 1C)	709 (133 <sup>12</sup> )	<5%	>92%	1C cont.
	C/LiNiCoMnO <sub>2</sub>	4,10-3,00	3,70	(-20;55) <b>(25)</b>	2500 (100% DoD; C/2)	837 (130, 132, 147) <sup>13</sup>	<5%	>92%	5C cont. / 30C pulso.
	C/LiFePO <sub>4</sub>	3,60-2,50	3,30	(-30;55) <b>(25)</b>	>3000 (100% DoD; 1C)	479 (131) <sup>14</sup>	<3%	>92%	35C cont. / 125C pulso.
	C/LiMn2O <sub>4</sub>	4,20-3,00	3,70	(-20;55) <b>(25)</b>	>2000 (100% DoD; 1C)	625	<5%	>92%	10C cont. / 40C pulso.

# COMPARATIVA GRÁFICA DE TECNOLOGÍAS...

- La más barata –Pb
- La más eficiente Li
- La más confiable NiCd y Pb
- La mas ciclable Li.
- Según se ocupe y se tengan recursos así se escoge.





# Aplicaciones en campo

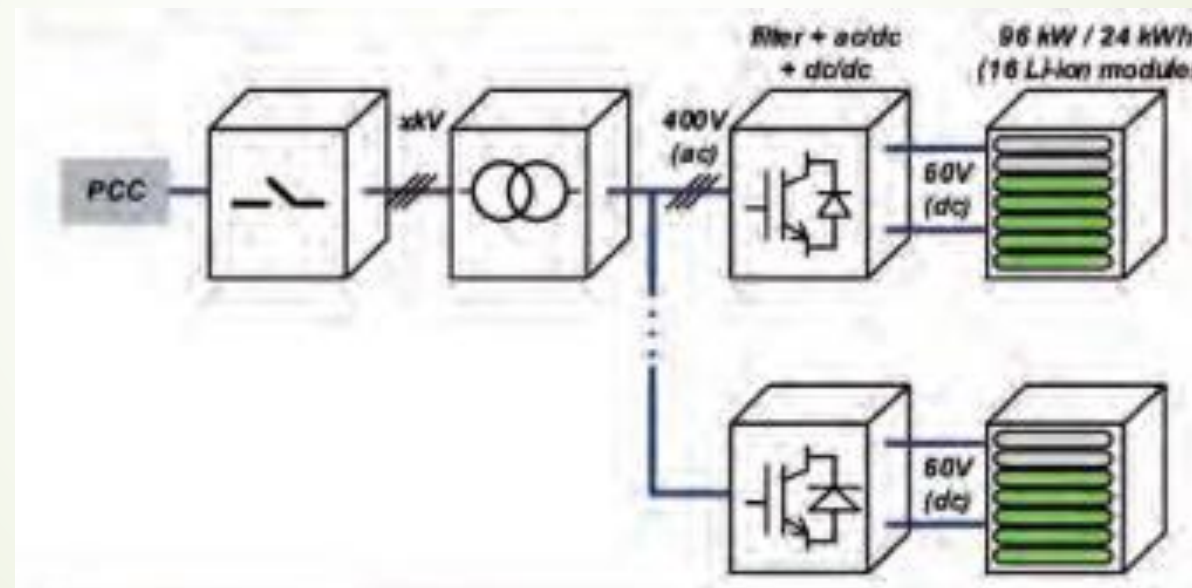
- ▶ En campo se usan contenedores con baterías y cargadores (BMS) en unidades móviles para redes de distribución o plantas.





# Aplicaciones en campo..

- Se utilizan sistemas modulares de alta potencia y alto volumen de energía, aplicaciones de 1MW o varios MW en bloques apilables.

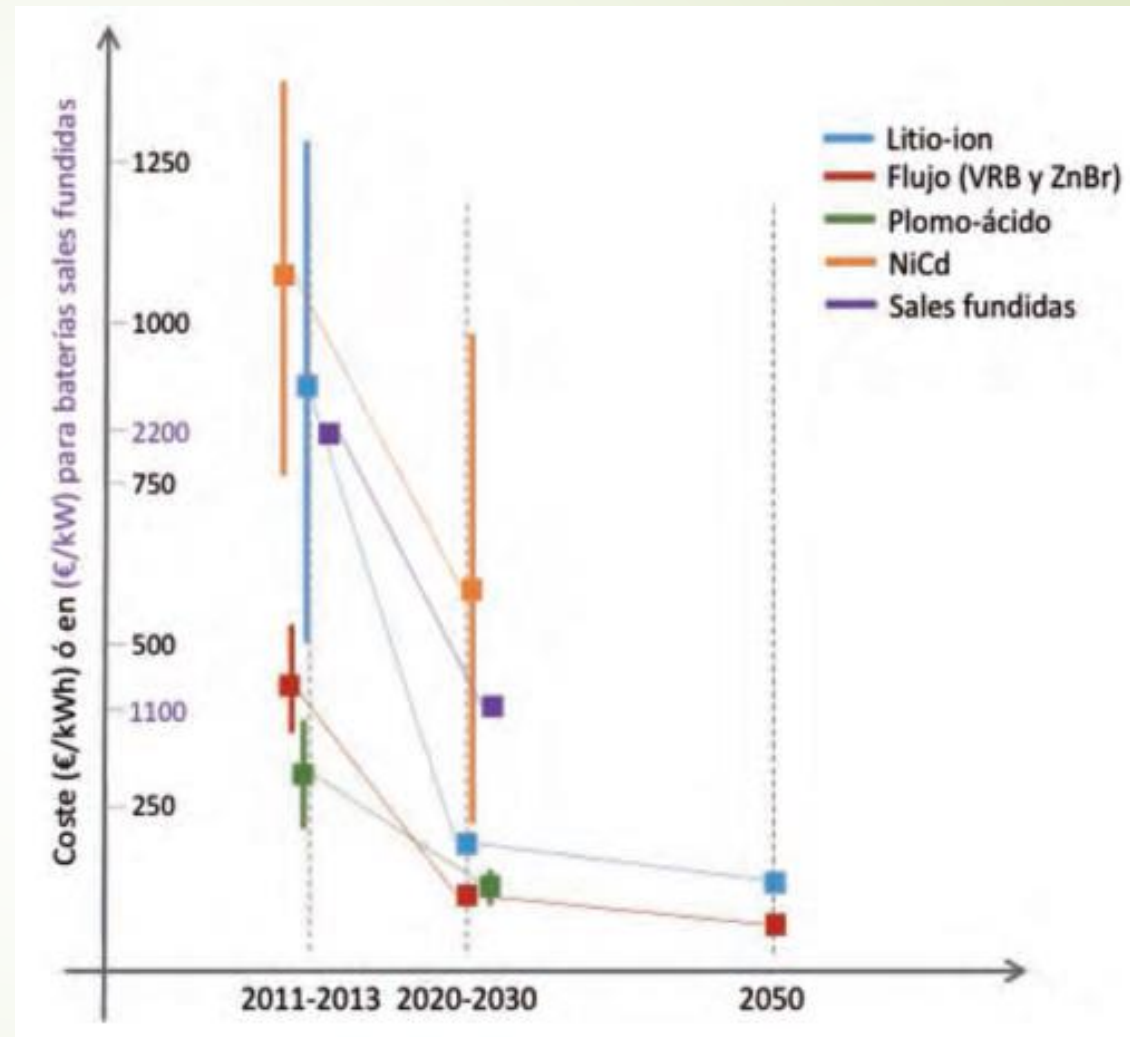




# Algunas consideraciones...

- ▶ Si se cuenta con espacio e instalaciones propias el tamaño puede no ser una limitante.
- ▶ En el campo si debe montar la solución en un poste o un espacio reducido, o alquilado de alto costo, se prefieren las soluciones compactas de baterías de litio
- ▶ Si la solución es temporal se prefieren las soluciones modulares transportables, no fijas, tipo contenedor con baterías de litio en un ambiente controlado
- ▶ Para sistemas de almacenamiento de energía con baterías para soporte de vehículos terrestres se puede considerar baterías tradicionales de NiCd, Plomo o litio dependiendo de los costos de espacio, y los volúmenes de energía a manejar.

# Evolución del costo de tecnologías de almacenamiento...





*That's all Folks!*