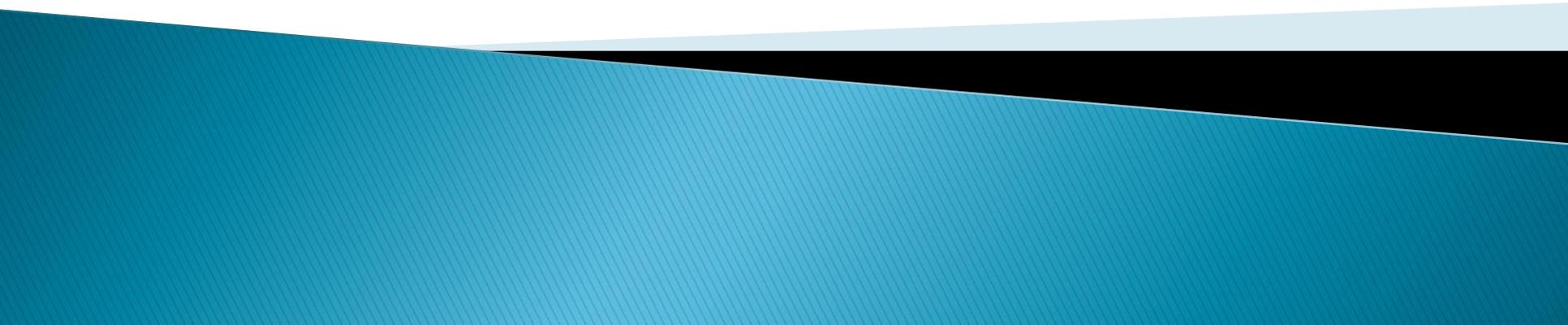


SAI

Sistema de Alimentación Ininterrumpida

Montaje de periféricos



Introducción

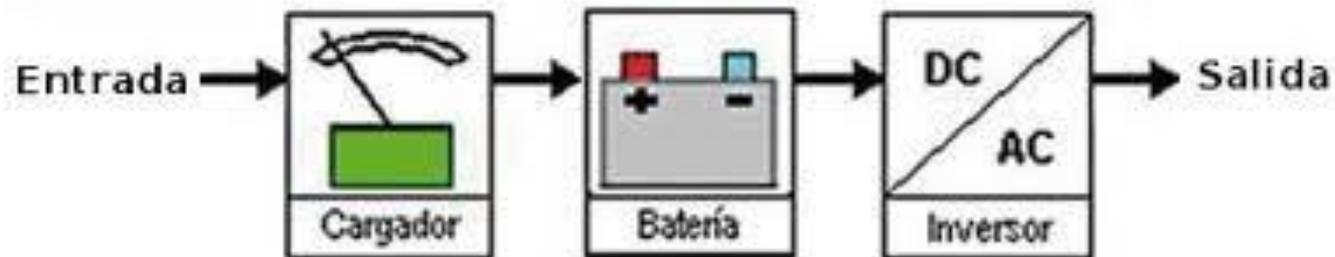
- ▶ Cuando se origina un apagón cuando estamos trabajando con nuestro ordenador, el problema surge cuando los archivos que estábamos trabajando no se ha guardado recientemente o incluso puede provocar que algún fichero del sistema se ha dañado.
- ▶ Lo mismo ocurre cuando en una central de conmutación que da servicio de voz y datos a millares de usuarios se queda sin el servicio eléctrico, produciendo caídas de enlaces, ADSL, etc.
- ▶ Los Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI) protegen tanto de los cortes de luz como de los posibles picos o altibajos de la tensión. Ante estas situaciones proporcionan un tiempo, según la potencia del SAI, para realizar los trabajos oportunos con un tiempo limitado.

Términos cortes de luz o picos de tensión

- ▶ Los problemas derivados de la tomas eléctricas, ya sean cortes o picos de tensión, tienen un gran impacto, tanto en el ámbito profesional como en el doméstico.
- ▶ En primer lugar está la perdida de información, muchas veces irrecuperable, en el caso de que algún componente interno se acabe quemando. Además, puede dañar seriamente los equipos conectados, ya sean los componentes de la CPU o el teléfono. Por otro lado y no menos importante, generan mucho estrés a quien los padece con frecuencia , puesto que cuando se está trabajando con el ordenador la seguridad de los archivos e información guardada en el sistema es siempre una prioridad absoluta.

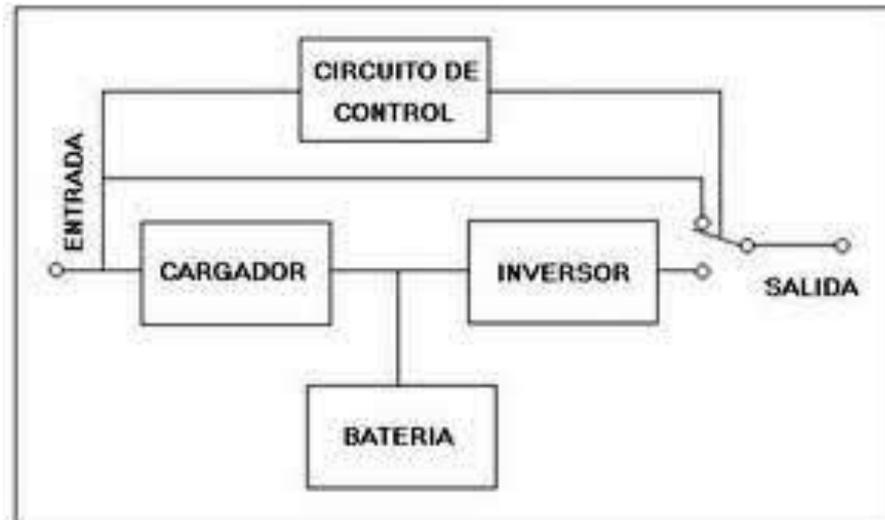
¿Qué es un SAI?

SAI son las siglas de **Sistema de Alimentación Ininterrumpida**. Es decir, se trata de un sistema que permite garantizar el suministro de energía, de forma continuada, evitando los cortes y otras anomalías que se producen en la red eléctrica. Esto permite asegurar que los equipos protegidos por el SAI tienen siempre una tensión adecuada a sus características, dentro de los márgenes de valor eficaz y frecuencia establecidos.



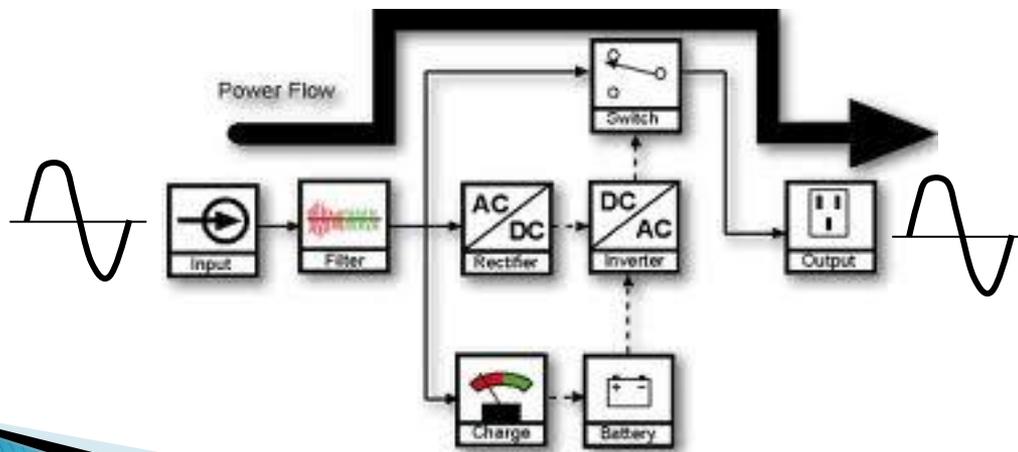
Sistemas de Alimentación Ininterrumpida.

- ▶ Tal como su nombre refleja, los **SAI** deben ser capaces de almacenar energía para cederla en caso de fallo de la red comercial, esta función la realizan las baterías.
- ▶ Dado que las baterías son elementos que trabajan con tensión continua, debe haber un elemento dedicado a recargarlas, dicha función la realiza el **rectificador / cargador de baterías**.

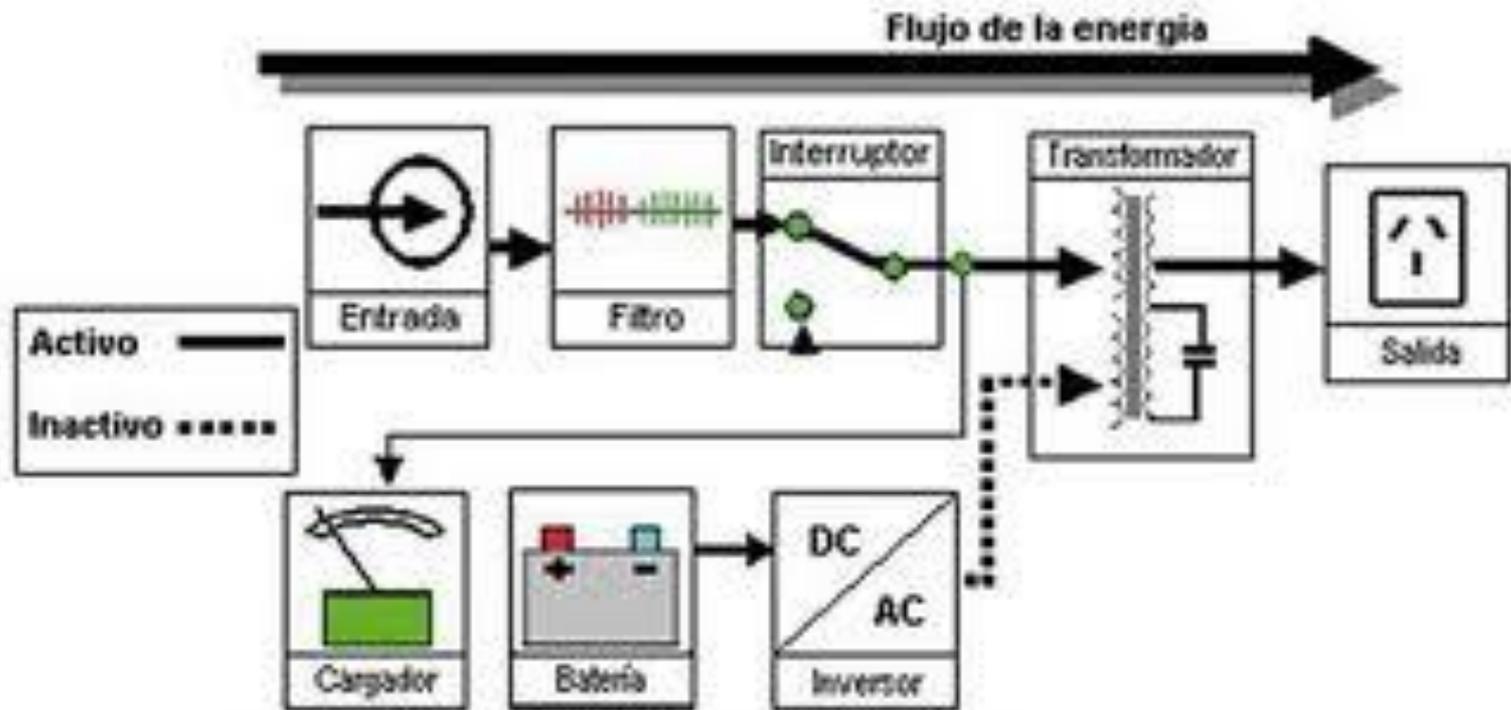


Sistemas de Alimentación Ininterrumpida.

- ▶ Así mismo, el SAI debe ser capaz de proporcionar a su salida una tensión alterna que alimente las cargas críticas, dicha función la realiza el inversor. Igualmente, los SAI deben ser capaces de proporcionar un camino alternativo, en caso de que el inversor deje de funcionar, bien por sobrecarga, o fallo del mismo, dicha función la realiza el **by-pass** estático y el manual, más orientado a labores de mantenimiento. De esta forma se definen los bloques básicos de un SAI

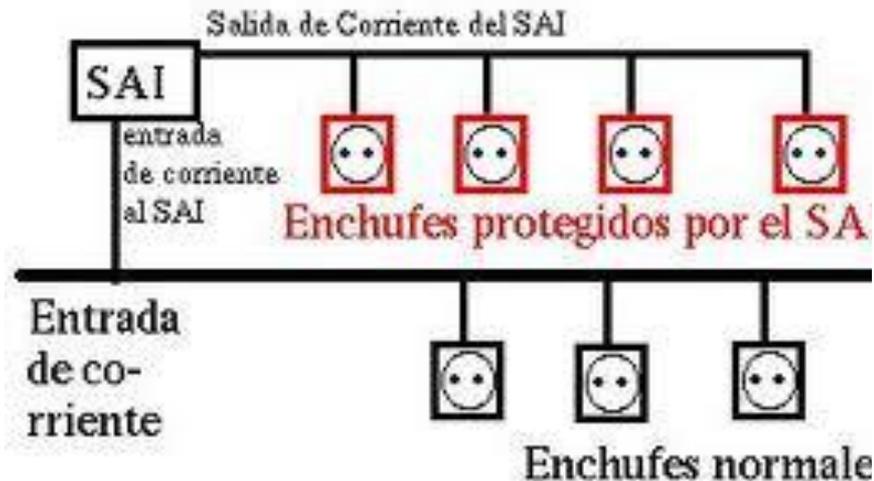


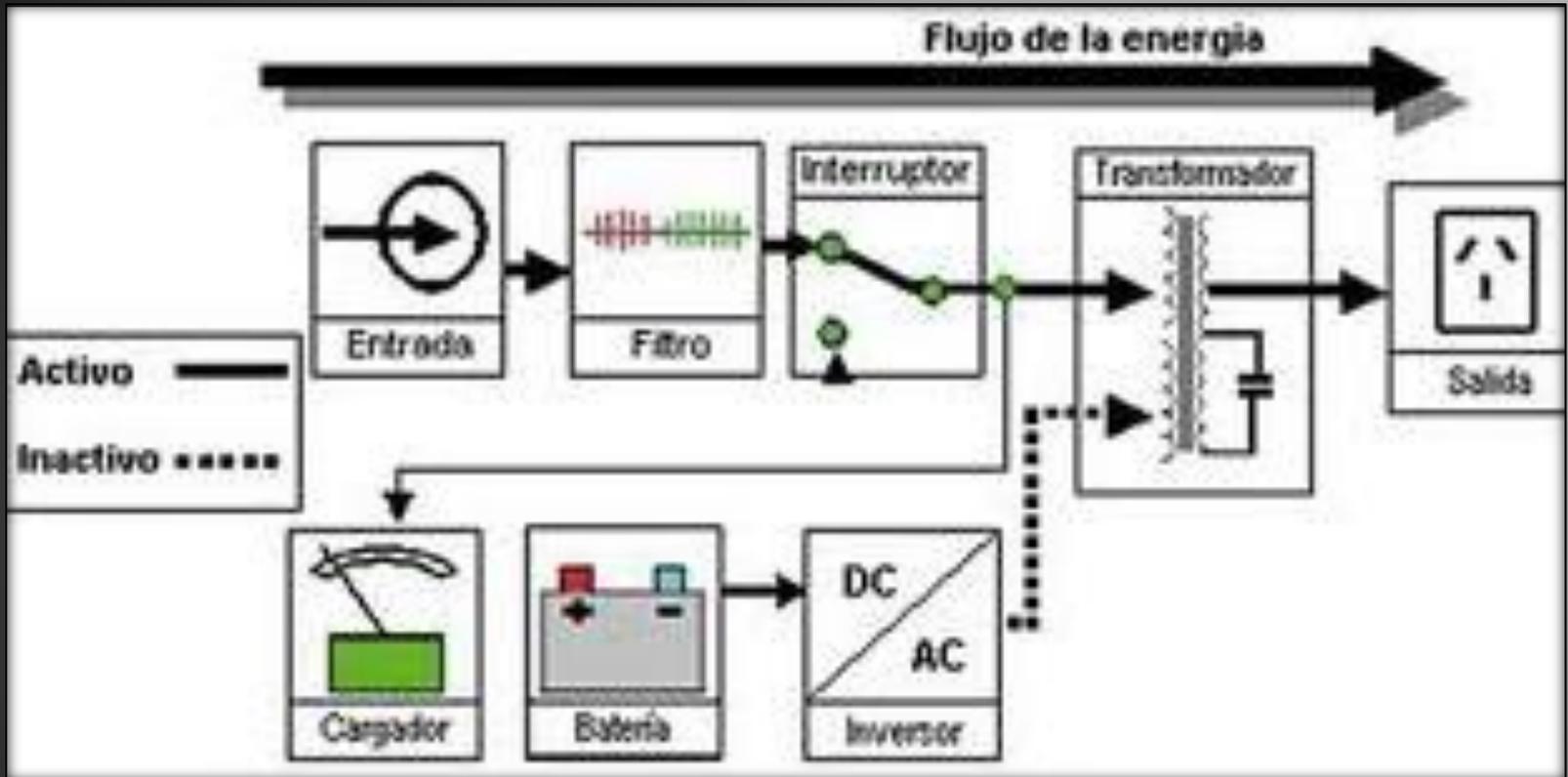
Sistemas de Alimentación Ininterrumpida.



La elección del SAI

- ▶ La elección del SAI no se limita solo a la potencia del aparato, lógicamente también hay que tener en cuenta, por ejemplo, el número de conexiones que tiene para proteger de los cortes

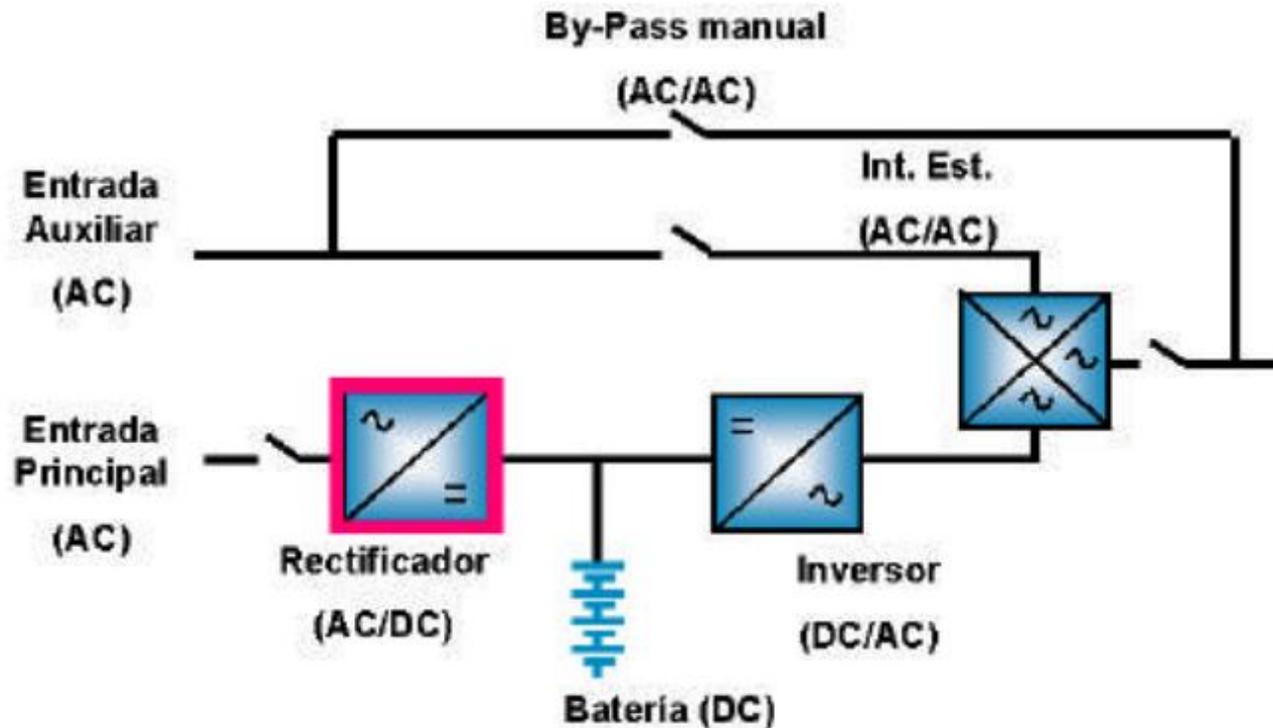




PARTES FUNDAMENTALES DE UN SAI >>

Rectificador / Cargador

- Puede considerarse el siguiente esquema como típico para un SAI. En dicho esquema están identificados los elementos fundamentales



Rectificador / Cargador

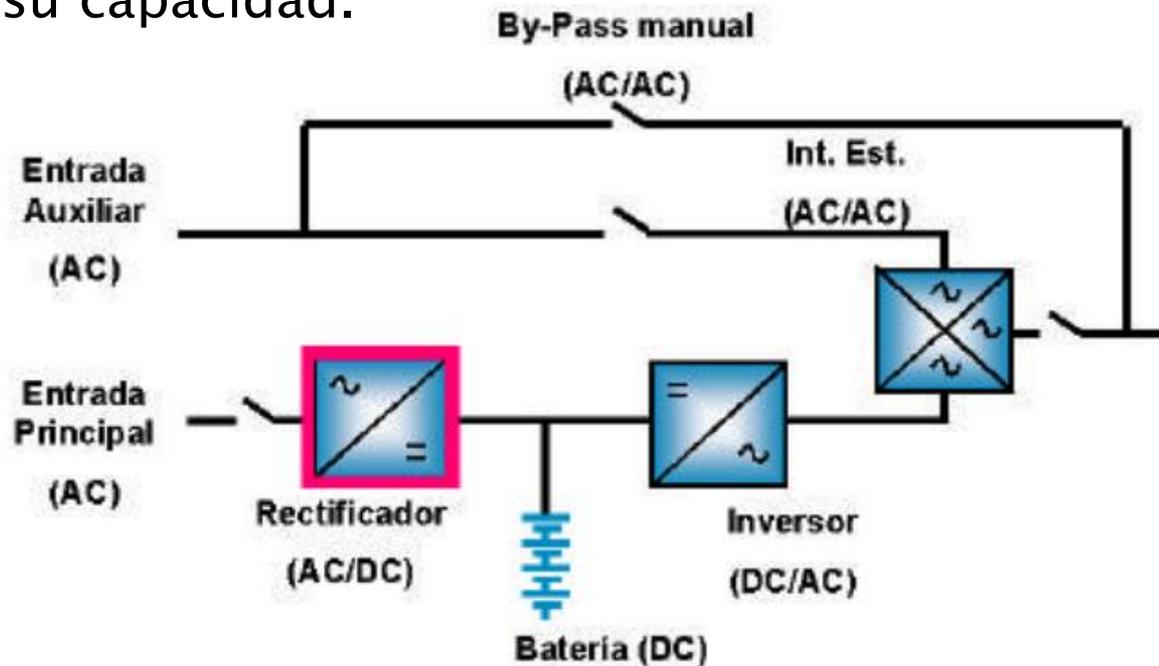
- ▶ El **rectificador** es el elemento que se encarga de transformar la tensión alterna proveniente de la red eléctrica en tensión continua. En función de la topología del SAI, este elemento puede tener dos funciones:
 - a) Mantener las baterías cargadas, para asegurar el mayor tiempo de autonomía posible (todas las topologías de SAIs).
 - b) Proporcionar al inversor la energía necesaria para que éste alimente a la carga (sólo los SAIs del tipo Doble Conversión).

Rectificador / Cargador

- ▶ El funcionamiento del **rectificador** es el siguiente: cuando hay tensión de red presente, el rectificador se encarga de mantener las baterías completamente cargadas. Para ello mantiene las baterías en su tensión de flotación, evitando así que se descarguen. Si las baterías se hayan descargadas, debido, por ejemplo, a un fallo de red, el cargador, automáticamente, las recargará, mediante una curva UI (cuando las baterías están muy descargadas, la recarga es a corriente constante, y más adelante, a tensión constante).
- ▶ Si el SAI es del tipo doble conversión, cuando hay red presente, el rectificador proporciona, además, energía al inversor para que éste alimente la carga

Baterías

- Las **baterías** son el elemento que utiliza el SAI para almacenar la energía con la que alimentará a la carga en caso de que la tensión de la red no sea de la calidad exigida. Por ello es importante asegurar que las baterías cuenten con un ambiente óptimo, con objeto de aprovechar al máximo su vida útil y su capacidad.

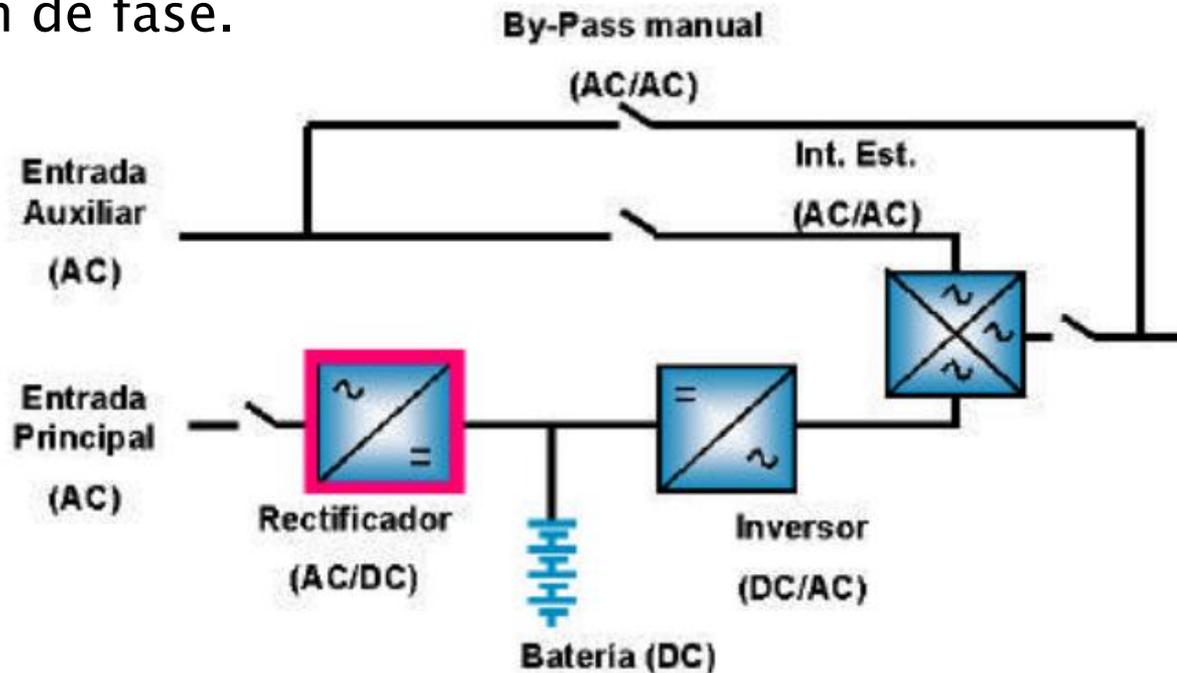


Baterías

- ▶ Es de especial importancia mantener la temperatura de las baterías en unos niveles adecuados, ya que se trata de elementos muy sensibles a este factor ambiental. La temperatura óptima recomendable se centra entorno a los 20°C. Así mismo, es importante que el SAI se adapte a los cambios de temperatura para no acortar la vida útil de las baterías.
- ▶ La tensión de flotación de las baterías varía en función de la temperatura. Así pues el SAI debe ser capaz de modificar dicha tensión de flotación a medida que varía la temperatura.
- ▶ Esto redundará en una mayor duración de las baterías y un mayor rendimiento del equipo. Además, permite asegurar en todo momento que se cuenta con la máxima autonomía.

Inversor

- ▶ El **inversor** se encarga de fabricar la onda senoidal con la que el SAI alimenta a las cargas que protege. Cuando hay tensión de red, el inversor se mantiene sincronizado con ella. De este modo pueden realizarse transferencias desde el inversor a la red, o viceversa, de modo instantáneo, y sin problemas de inversión de fase.

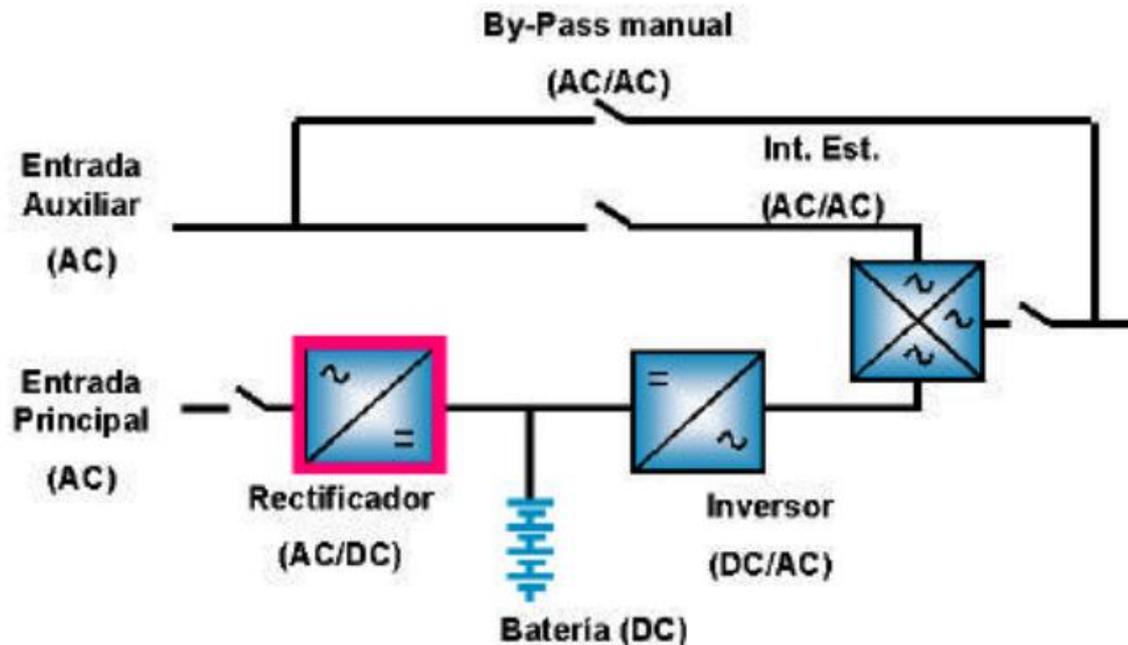


Inversor

- ▶ El **inversor** se alimenta de una tensión continua, proporcionada por las baterías (cuando la tensión de entrada está fuera de tolerancias), o por el rectificador (cuando la tensión de entrada es de la calidad requerida) en los equipos de doble conversión (conmutaciones a alta frecuencia).
- ▶ Para regular la forma de onda de salida y sus parámetros asociados (valor eficaz, etc.), el inversor utiliza una tecnología denominada **PWM** o “**modulación por anchura de pulso**”. En función del equipo podremos hacer trabajar al inversor a la frecuencia de la red 59/60 Hz, o incluso a frecuencias diferentes: Red de entrada 60 Hz, salida 50Hz, de forma que el inversor trabaje como cambiador de frecuencia.

By-pass estático y manual

- El **by-pass** permite que la carga sea alimentada por la red auxiliar del SAI en aquellos casos en los que el inversor se pare bien por sobrepasar el límite de sobrecarga bien por avería del mismo. Esto permite, por ejemplo, que ante una sobrecarga el SAI pase a alimentar la carga mediante la entrada auxiliar, para proteger el inversor. Una característica del by-pass estático es que tienen un funcionamiento “made - before - break”, es decir, que no se interrumpe en ningún momento la alimentación de la carga.



By-pass estático y manual

- ▶ El **by-pass manual** o de mantenimiento consiste en un interruptor manual cuya finalidad principal es permitir labores de mantenimiento del SAI sin necesidad de interrumpir el suministro eléctrico de las cargas. Un ejemplo sería el uso del by-pass manual para realizar un cambio de tarjetas en el SAI. Lógicamente, cuando la carga está alimentada a través del by-pass manual, queda sin protección contra fallos en la tensión de alimentación. Siguiendo una secuencia adecuada es posible alimentar la carga sin corte alguno a través del by-pass manual. Igualmente dispone de protecciones adecuadas para evitar la paralelización de la red auxiliar con el inversor.

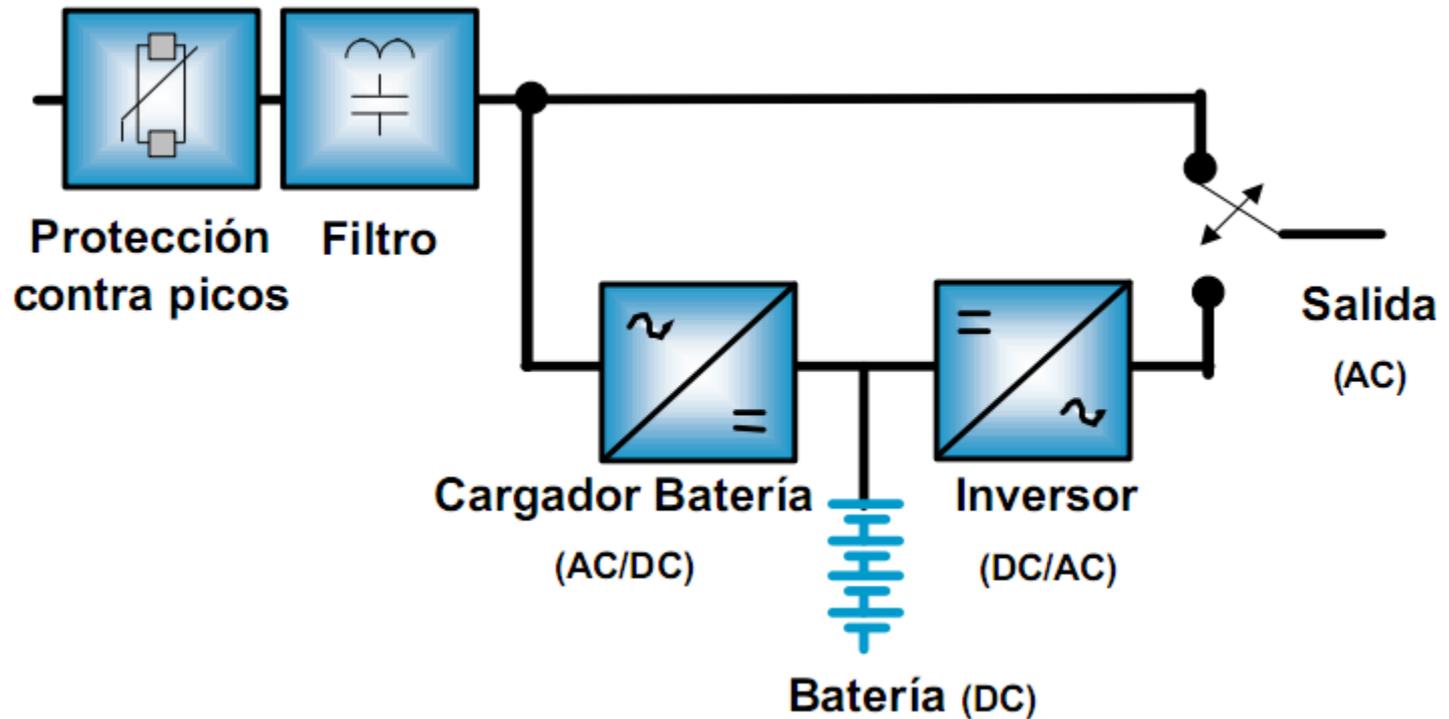


TIPOS DE SAIs >>

Off-Line

- ▶ En este tipo de SAIs, la carga está alimentada directamente por la red eléctrica a través de unos filtros contra picos de tensión. En caso de que la red eléctrica no sea adecuada para alimentar las cargas, un conmutador transfiere la carga desde la red eléctrica al inversor. Éste alimenta a la carga hasta el momento en que la tensión de la red vuelve a tener la calidad necesaria. Con esta topología, el rectificador se encarga únicamente de mantener las baterías en flotación, o de recargarlas si fuese necesario.

Esquema Off-Line



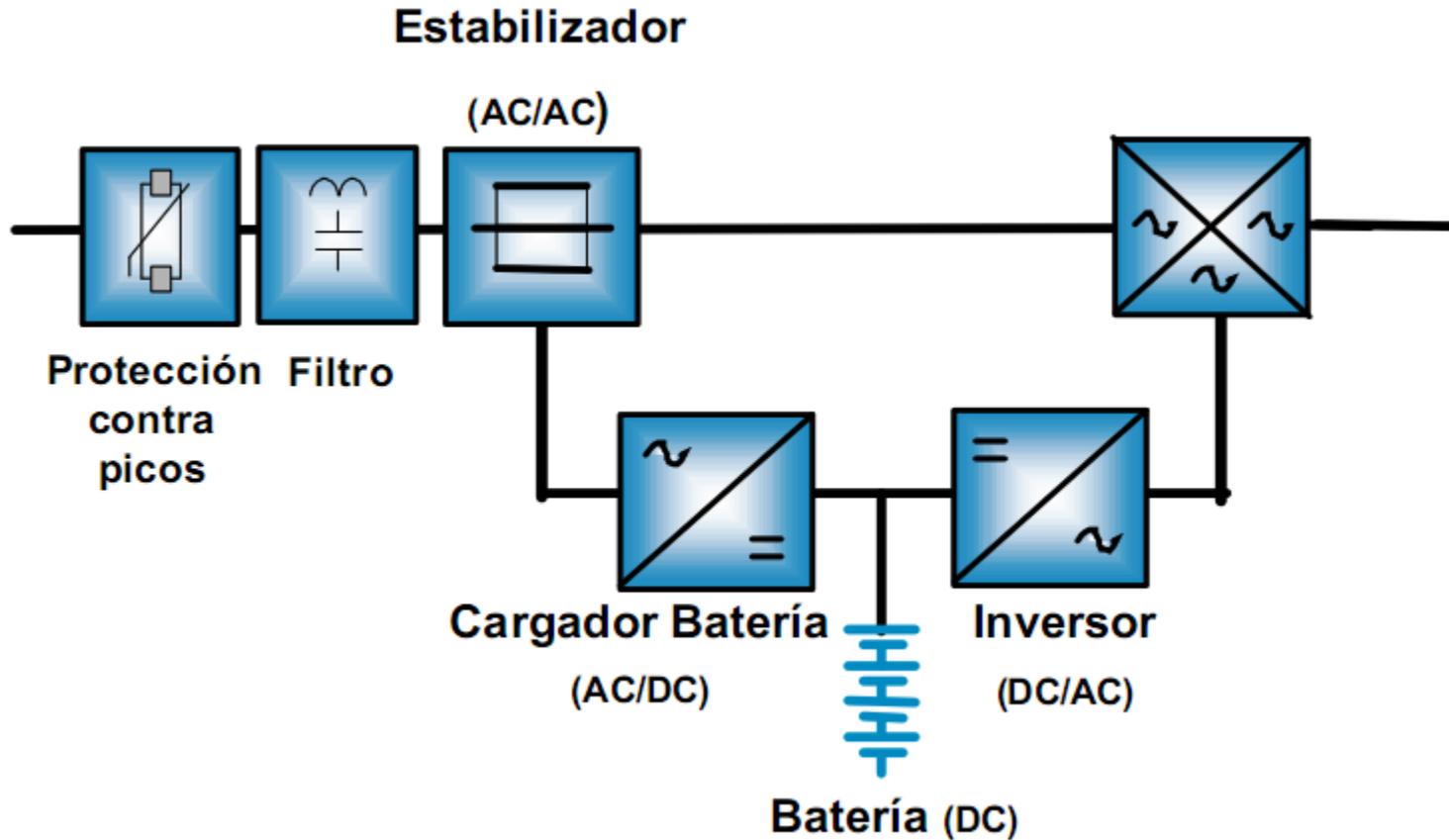
Off-Line

- ▶ Esta configuración permite un alto rendimiento en funcionamiento normal, ya que no hay elementos disipativos entre la carga y la red eléctrica. El consumo sería el necesario para la carga de las baterías.
- ▶ El inconveniente es que también presenta un menor grado de protección frente a microcortes y variaciones de frecuencia: la tensión de salida es la misma que la de entrada.

Interactivo

- ▶ En este caso, la carga también está alimentada por la red eléctrica. La diferencia, es que existe un elemento acondicionador, que permite una mayor calidad de la tensión de salida en lo que respecta a la tensión. Este sistema permite regular la tensión de salida, de modo que tenga un valor más constante, con lo que la tolerancia de la tensión de entrada podría ser mayor, para una misma tolerancia de tensión de salida. Además, incorpora la función de filtrado, que permite disminuir el ruido proveniente de la red eléctrica.

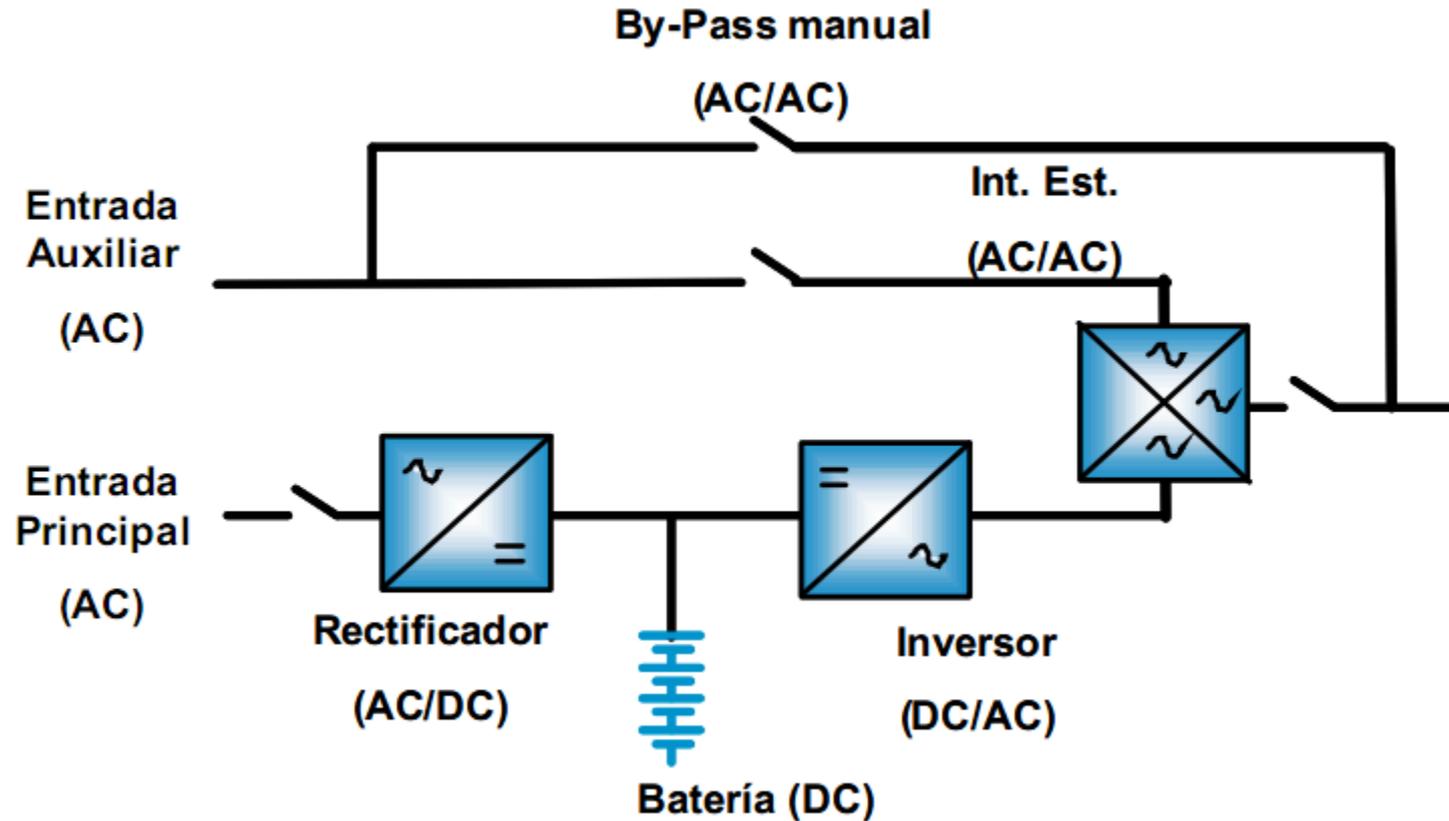
Esquema Interactivo

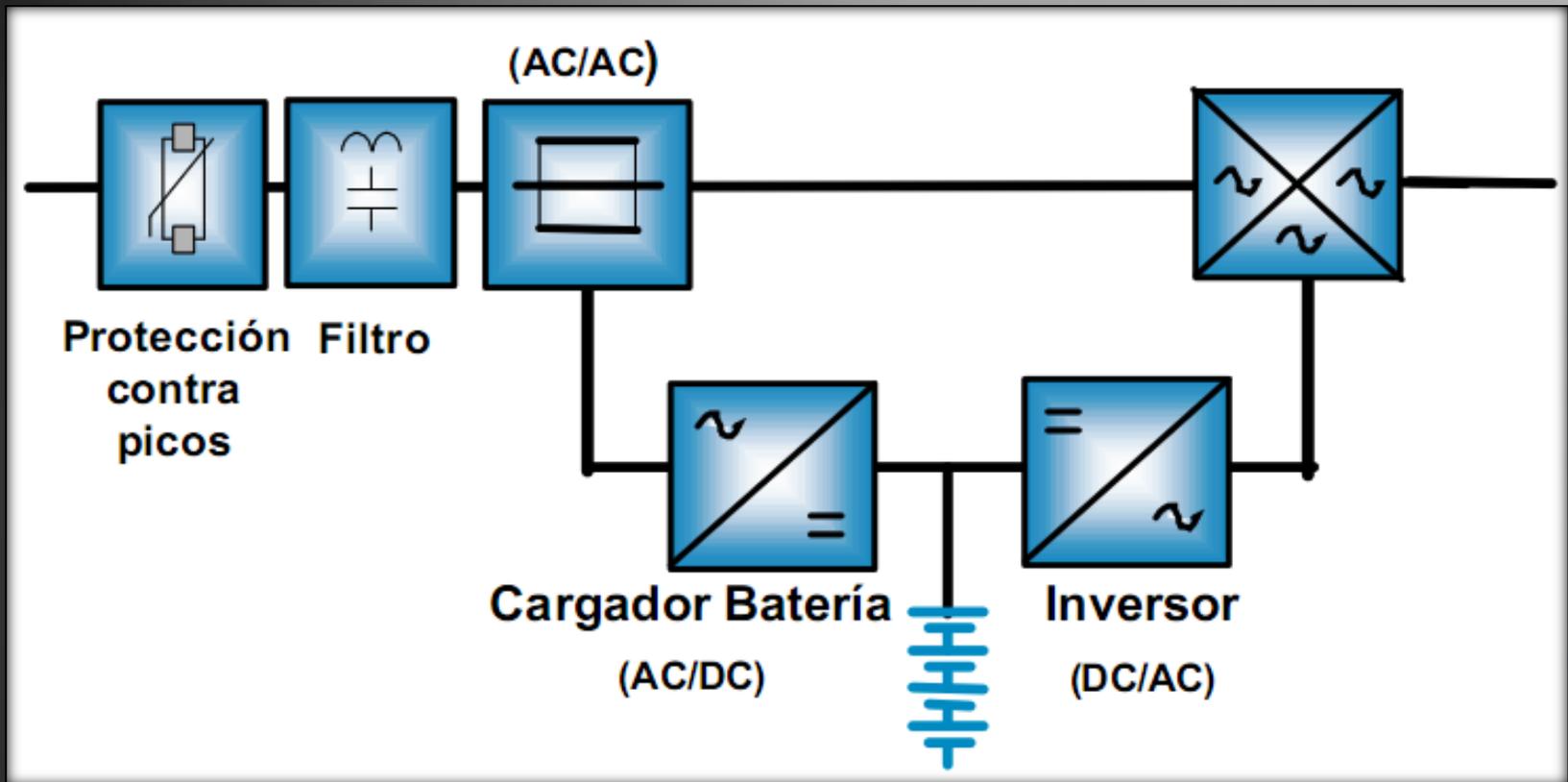


Doble conversión

- ▶ Este tipo de SAIs es el que proporciona el mayor grado de protección, ya que la carga es alimentada continuamente por el inversor. Esto garantiza que tanto la frecuencia como la tensión de salida sean independientes de la entrada. Ahora el rectificador no sólo debe cargar las baterías, sino que, además, debe proporcionar la corriente que necesita el inversor. Por tanto, un mayor grado de protección de la carga se ve penalizado con un mayor coste y un menor rendimiento. Al igual que en los casos anteriores, cuando la tensión de entrada sale de tolerancias, son las baterías las que proporcionan la energía para la carga.

Esquema Doble Conversión





CONFIGURACIONES >>

Según las necesidades de consumo y grado de protección, es posible utilizar SAIs en diferentes configuraciones:

Configuración Individual

- ▶ Es la más sencilla, y consiste simplemente un único SAI que protege las cargas. La autonomía que proporciona el SAI depende por una parte del número y capacidad de las baterías utilizadas y por otra del rendimiento del inversor. En caso de fallo del inversor, el SAI tratará de alimentar la carga a través del by-pass automático. En caso de que falle completamente el SAI se podrá utilizar el by-pass manual para alimentar temporalmente la carga y poder realizar labores de mantenimiento dentro del SAI, aunque se deberá tener en cuenta que la carga no dispondrá de protección frente a fallos en la red.

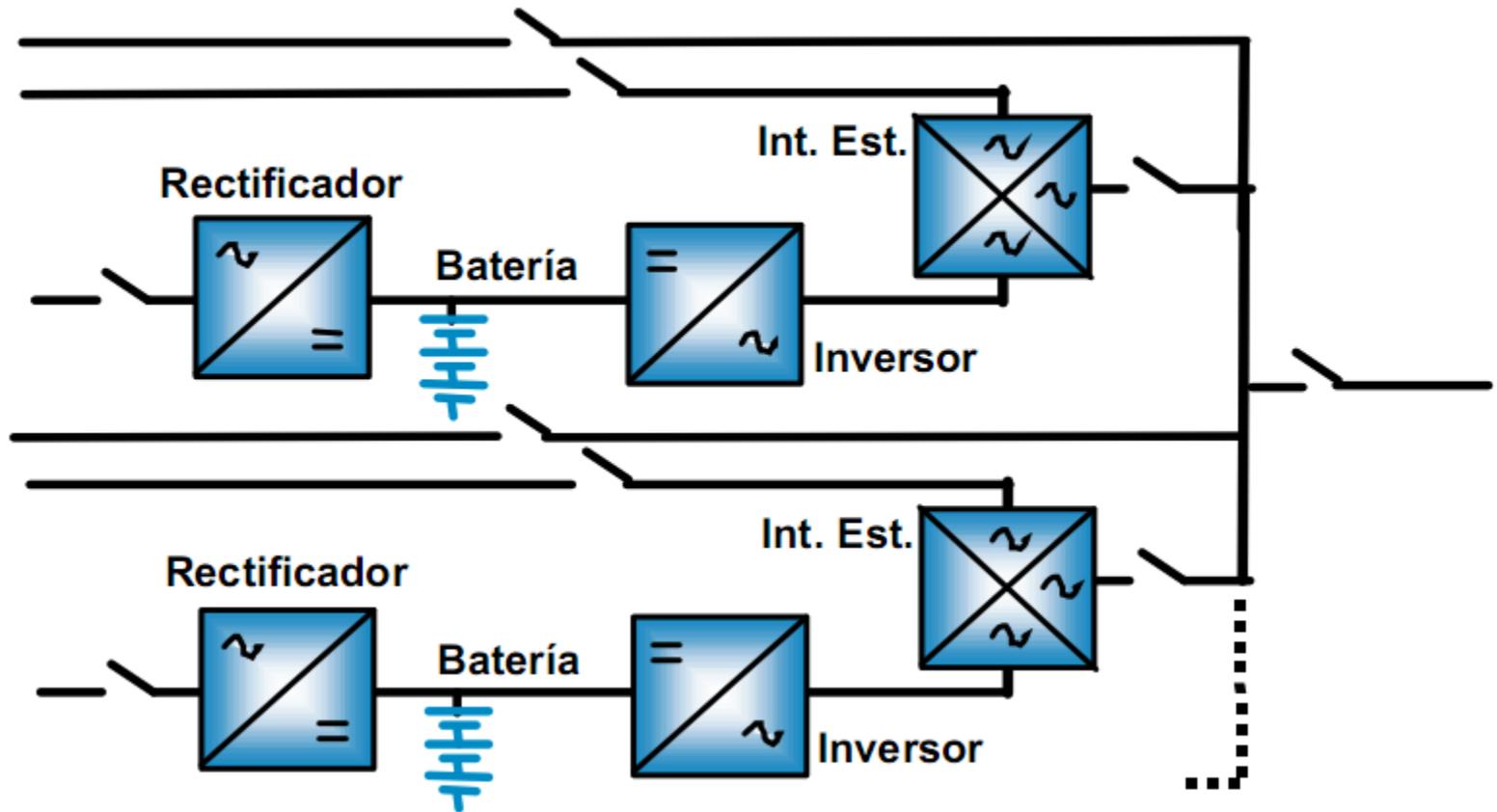
Configuración paralelo redundante

- ▶ Este tipo de configuraciones persiguen aumentar la disponibilidad de las. Consiste en utilizar dos o más SAIs en paralelo, de tal forma que exista un cierto grado de redundancia en la configuración ($N+1$, $N+2$, $N+Y$, etc.), donde N es el número de SAI necesarios para alimentar la carga e Y es el número de SAI redundantes. Esto permite que, en caso de fallo de uno de los SAIs, la carga pueda seguir alimentada por el sistema SAI paralelo restante. Existen varias configuraciones:

Paralelo distribuido

- ▶ Esta configuración utiliza varios SAIs conectados en paralelo, cada uno, incluyendo todos los elementos típicos de un SAI individual, incluyendo por lo tanto el by-pass estático y manual. Lógicamente, los SAIs así conectados deben estar preparados para operar de modo coordinado. Si por algún motivo la carga debe ser alimentada directamente desde la red eléctrica, se hace a través de todos los by-pass estáticos de los SAIs que estén en paralelo.

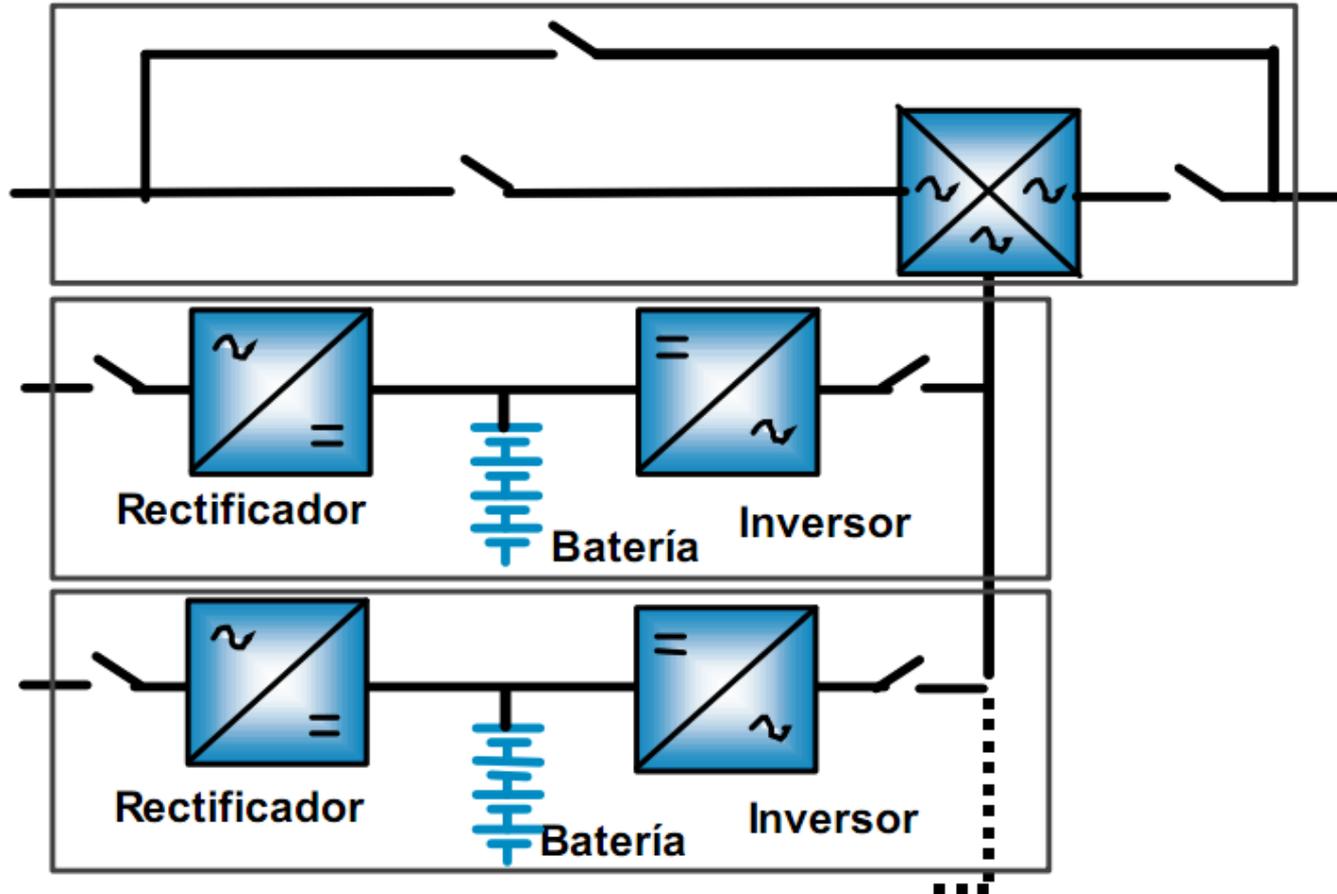
Diagrama paralelo distribuido



Paralelo Centralizado

- ▶ La diferencia fundamental con la configuración anterior es la utilización de un by-pass estático general para el sistema, que sirve para alimentar la carga desde la red auxiliar. Ahora cada SAI individual no precisa de un By-pass estático propio, por lo que o bien está inhibido o bien no lo incorpora. Lógicamente, el conmutador estático general deberá estar dimensionado para suministrar toda la potencia que requiere la carga.

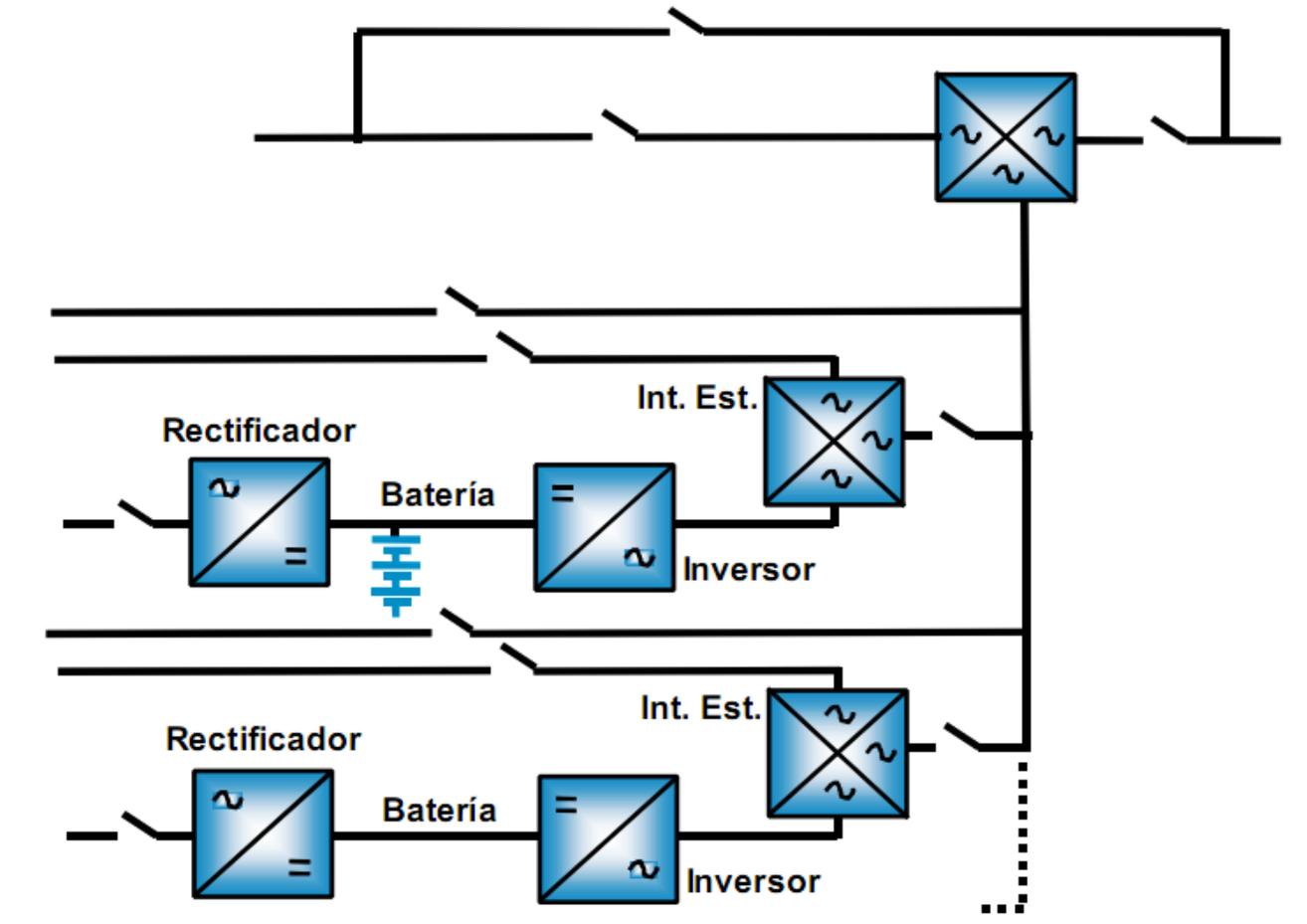
Esquema paralelo centralizado



Paralelo HFC

- ▶ En esta configuración se combinan las dos posibilidades anteriores, existe un by-pass centralizado y adicionalmente los by-passes de cada equipo están activos.. De esta forma en caso de que sea preciso pasar a by-pass, todos los by-pass entrarán en funcionamiento, el general y los individuales de cada SAI. Esto permite, en caso de cortocircuito en la salida, proporcionar una mayor corriente instantánea de cortocircuito, y como resultado, una mayor selectividad de las protecciones aguas abajo del SAI. De esta forma es más sencillo coordinar el funcionamiento de las diversas protecciones eléctricas, mejorando la respuesta del sistema antes cortocircuitos y sobrecargas aguas abajo del SAI.

Esquema Paralelo HFC



Configuración redundante en las líneas: Sistemas SAI + Sistemas de Transferencia Estática STS “CROSS”

- ▶ La utilización de un SAI o un sistema paralelo, incrementa la fiabilidad de la fuente de energía protegida, sin embargo no protege frente a problemas en la instalación eléctrica aguas abajo del SAI. Así por ejemplo podemos tener una carga crítica alejada del SAI, de forma que si se produce un corte en la línea, dicha carga dejará de ser alimentada independientemente de lo sofisticado del SAI.

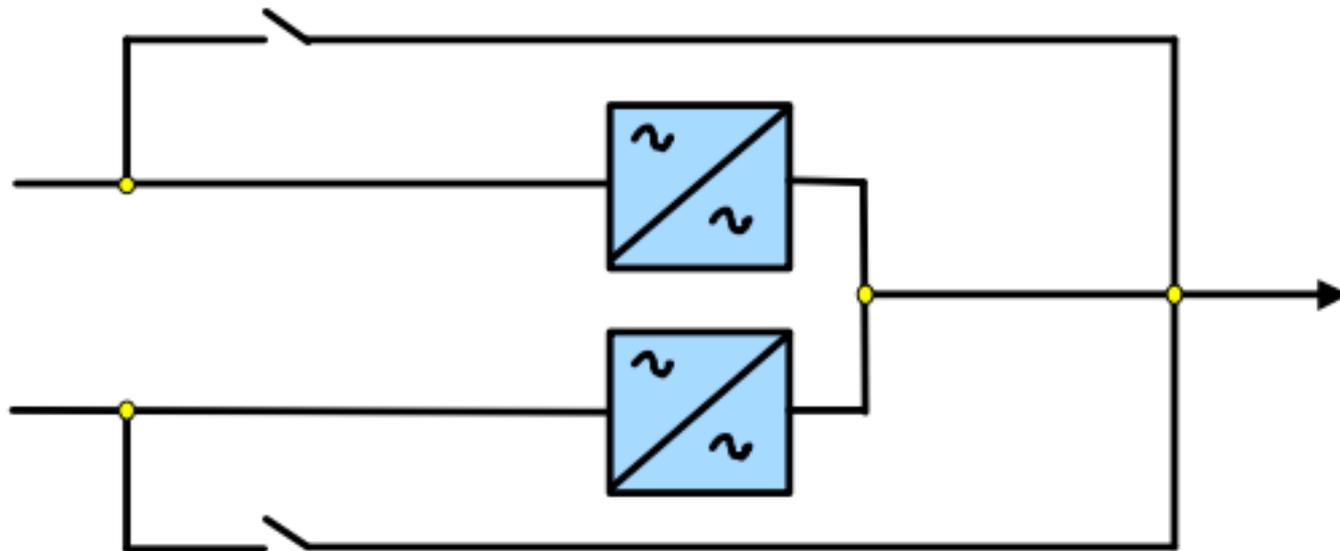
Configuración redundante en las líneas: Sistemas SAI + Sistemas de Transferencia Estática STS “CROSS”

- ▶ Para evitar este tipo de problemas Chloride presenta el concepto de redundancia en las líneas de alimentación. Hemos logrado redundancia en las fuentes a través de la paralelización de SAIs y ahora podemos extender este concepto a las líneas de distribución, para ello simplemente tenemos que instalar, lo más cerca posible de las cargas críticas los denominados Sistemas de Transferencia Estáticos “CROSS” los cuales permitirán seleccionar de forma automática e inteligente entre dos líneas diferentes.

Configuración redundante en las líneas: Sistemas SAI + Sistemas de Transferencia Estática STS “CROSS”

- ▶ Las ventajas ofrecidas por estos equipos frente a los tradicionales conmutadores mecánicos son claras: ofrecen una inteligencia capaz de seleccionar entre una alimentación u otra en función de la calidad de las mismas (históricos, etc.) a la vez que al tratarse de sistemas totalmente electrónicos, su velocidad de conmutación permite realizar transferencias sin corte para la carga, a la vez que su fiabilidad se incrementa de forma sustancial al no incorporar elementos mecánicos.

Sistema de Transferencia Estático STS "CROSS"





SELECCION DE UNA CONFIGURACION DISTRIBUIDA O CENTRALIZADA



SELECCION DE UNA CONFIGURACION DISTRIBUIDA O CENTRALIZADA

- ▶ En función de las diferentes topologías, de equipos individuales con potencias comprendidas entre los 300 VA y 800 kVA. Este rango es tan amplio que cubre prácticamente todas las posibles aplicaciones que puedan surgir en una instalación real, sin embargo, puede surgir la duda a la hora de diseñar una instalación entre elegir una **configuración centralizada** (un único equipo de gran potencia) o una **configuración distribuida** (múltiples equipos de menor potencia). La respuesta no es sencilla y depende en cada caso de diferentes aspectos, entre ellos, la propia instalación, la flexibilidad perseguida, el presupuesto económico, etc.

SELECCION DE UNA CONFIGURACION DISTRIBUIDA O CENTRALIZADA

- ▶ Consideremos por ejemplo una instalación hospitalaria, donde se tienen unas áreas bien diferenciadas tales como: Quirófanos y salas de intervención, Salas de curas, Laboratorios, Dpto. administración, etc. Como es lógico cada una de estas zonas tiene unas necesidades bien diferenciadas en tanto a autonomías, prestaciones, etc., por lo que una solución distribuida puede adecuarse más favorablemente a las necesidades de cada una de estas áreas a la vez que preserva la independencia de las mismas evitándose de esta forma que un fallo en una zona afecta a otras áreas de trabajo. Esta situación es fundamental por ejemplo para una correcta operación de los quirófanos.

SELECCION DE UNA CONFIGURACION DISTRIBUIDA O CENTRALIZADA

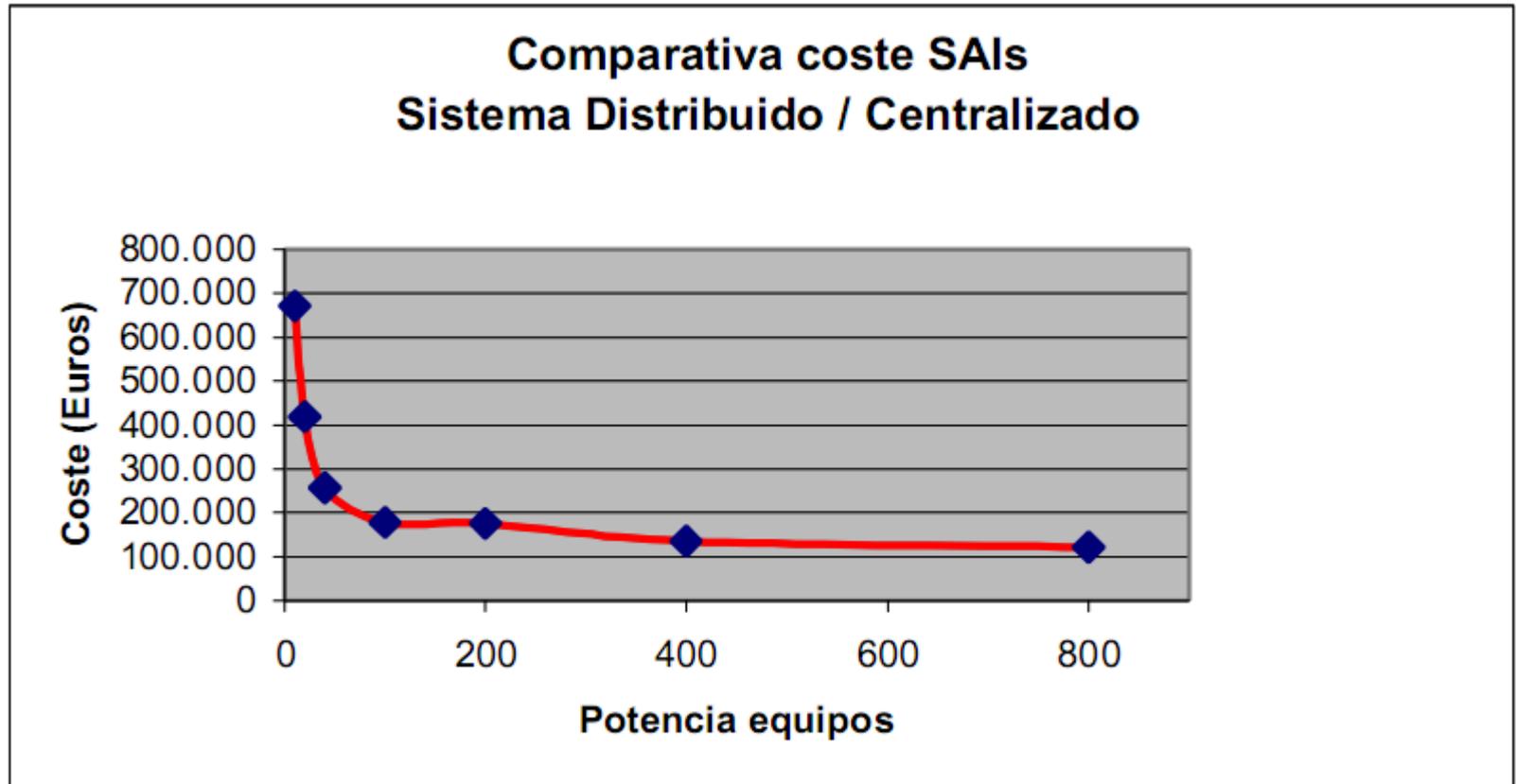
- ▶ Por supuesto se pueden considerar diferentes grados de descentralización para la configuración de los SAIs instalados, por lo que un factor determinante a la hora de limitarlo será el coste de la instalación. Supongamos por ejemplo una instalación que de forma global precisa una potencia de 800 kVA y veamos cual es el coste de la misma en función de la potencia de los equipos que utilicemos.

SELECCION DE UNA CONFIGURACION DISTRIBUIDA O CENTRALIZADA

- ▶ Supongamos los siguientes precios orientativos para los SAIs cuyas potencias utilizaremos como ejemplo:

Potencia (kVA)	Precio orientativo (Euros)	Nº de equipos necesarios	Coste total de la instalación
800	120600	1	120.600
400	67600	2	135.200
200	43700	4	174.800
100	22300	8	178.400
40	12800	20	256.000
20	10500	40	420.000
10	8400	80	672.000

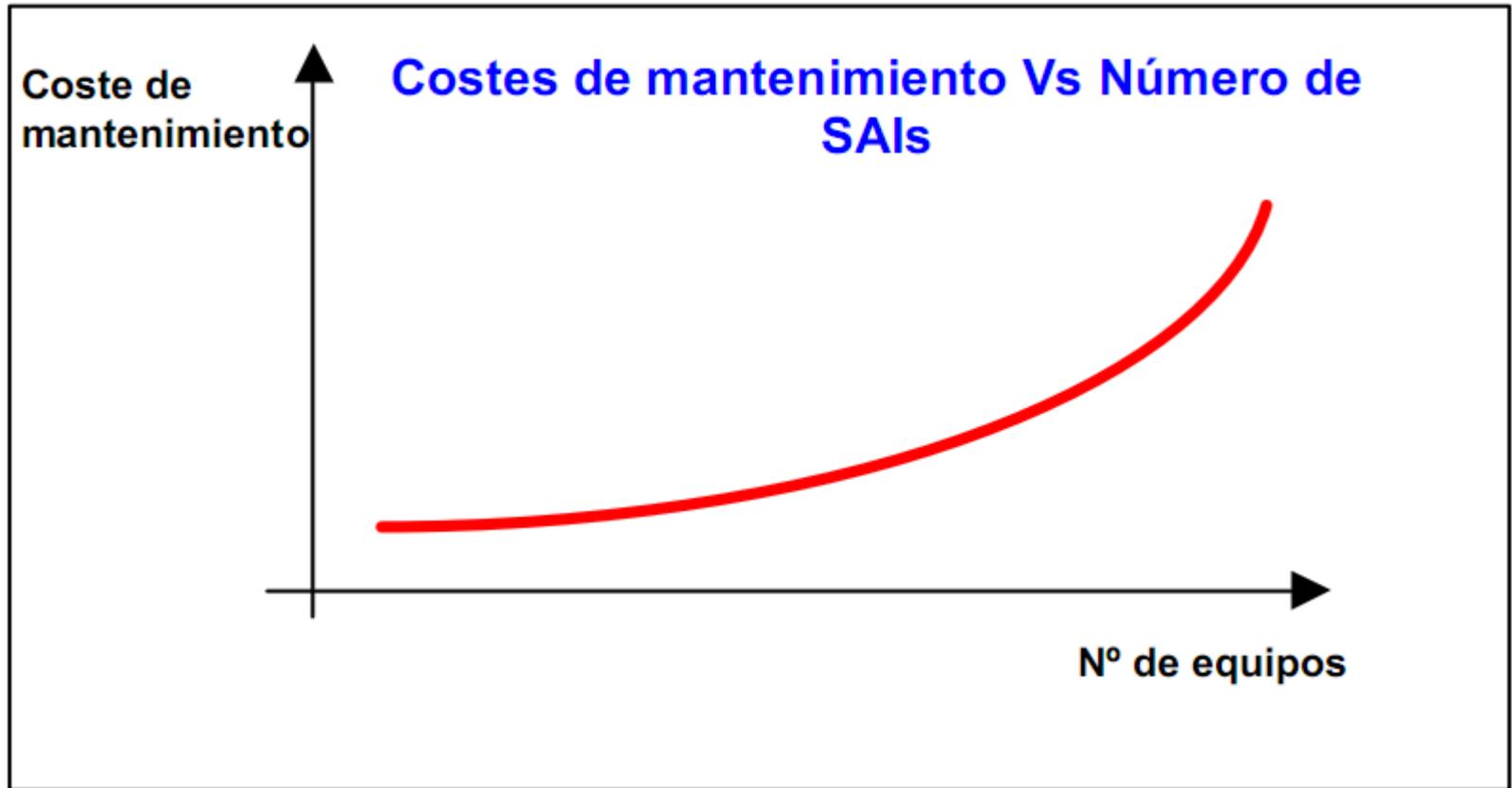
Costes equipos

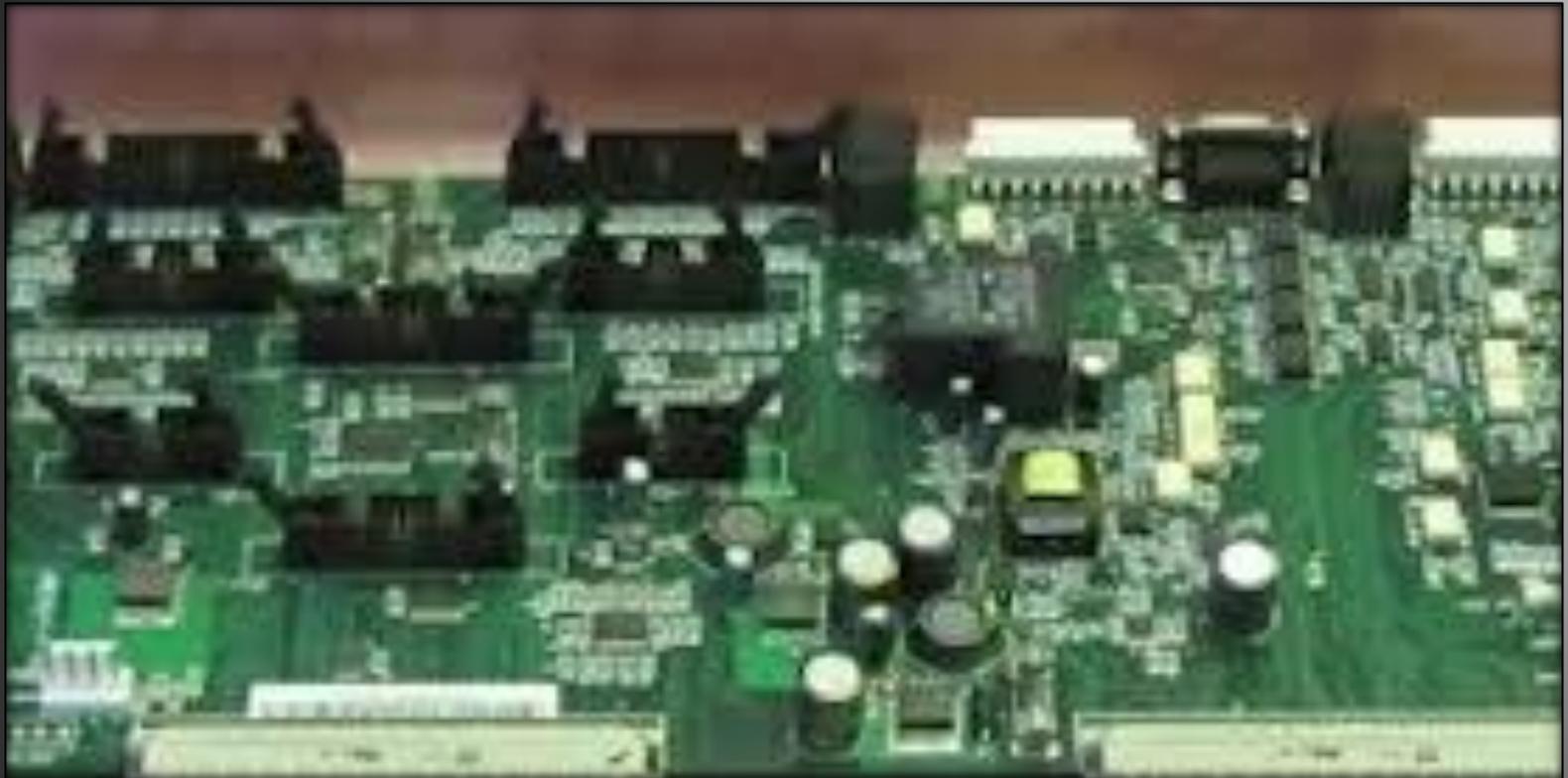


Costes equipos

- ▶ Como se puede apreciar por el gráfico anterior, el coste de los SAIs en su conjunto, se incrementa considerablemente conforme se utilizan equipos de potencia más pequeña. Paralelamente al coste del propio equipo habría que realizar un análisis de costes de instalación y mantenibilidad para de esta forma con una visión global determinar el grado de distribución más óptimo valorando los diferentes pros y contras.

Curva coste mantenimiento / Número de equipos





OPTIMIZACION DE LA POTENCIA DEL SAI >>

OPTIMIZACION DE LA POTENCIA DEL SAI

- ▶ Uno de los parámetros fundamentales que determinan la correcta elección de un SAI es la potencia de los equipos críticos a alimentar. Se deberá tener en cuenta no solo la potencia actual sino también las previsiones de crecimiento futuro. En este sentido se debe tener en cuenta que aunque el inversor de un SAI tiene una cierta capacidad de sobrecarga, no debería trabajar con un nivel de carga superior al 75%, de forma que ante sobrecargas puntuales, estas se puedan asumir sin ningún riesgo.

OPTIMIZACION DE LA POTENCIA DEL SAI

- ▶ Igualmente se debe tener en cuenta la posibilidad que ofrecen algunos SAIs para:
 - 1.- Actualizar su potencia a la de un equipo superior con ligeras modificaciones
 - 2.- Trabajar en paralelo con equipos que se instalarían en el futuro solucionando de esta forma la demanda futura.
- ▶ Si bien el punto 2 es una solución posible, no es siempre la más recomendada ya que a nivel de fiabilidad es preferible disponer de un único SAI de potencia mayor, que dos SAIs de potencia menor trabajando en paralelo no redundante.

OPTIMIZACION DE LA POTENCIA DEL SAI

- ▶ En lo que respecta a las aplicaciones hospitalarias se debe mencionar que existen equipos médicos que presentan dos consumos diferenciados en función del estado del equipo, por ejemplo equipos de tomografía, rayos X, resonancia magnética, los cuales durante el proceso de exploración pueden tener un consumo de 6 a 8 veces el consumo en condiciones normales.
- ▶ Por este motivo se pueden estudiar dos tipos de soluciones:
 - Solución completa
 - Solución Intermedia

Solución completa

- ▶ Un SAI alimentará el sistema completo permitiendo en caso de fallo de red desarrollar y finalizar una exploración durante el tiempo de autonomía del SAI.



Solución Intermedia

- ▶ Siempre y cuando no suponga un riesgo, en función de la aplicación en cuestión, se podrá optar por un SAI de potencia menor, de forma que solo se alimentará aquellas secciones de la máquina más críticas salvaguardando por ejemplo los sistemas informáticos de adquisición de datos, etc.





DIMENSIONADO Y MANTENIMIENTO DE LA BATERIA >>> BATERIA

DIMENSIONADO Y MANTENIMIENTO DE LA BATERIA

- ▶ A la hora de especificar las características necesarias del SAI requerido, se debe prestar atención a la autonomía que deba prestar dicho sistema en función de la carga a alimentar. En este sentido se deben evaluar diferentes aspectos:
 - 1.- Presencia de una red comercial alternativa
 - 2.- Presencia de un grupo generador
 - 3.- Tipo de carga a alimentar.
 - 4.- Consecuencias de que se llegue al final de la autonomía de las baterías

DIMENSIONADO Y MANTENIMIENTO DE LA BATERIA

- ▶ En función de dichos parámetros se deberá elegir la autonomía del equipo. Se debe recordar asimismo que el sistema de baterías puede representar un porcentaje importante del precio del SAI, por lo que un sobredimensionamiento innecesario de la autonomía del equipo dará lugar a un coste excesivo del equipo. Por el contrario una autonomía inferior a la necesaria puede dar lugar a graves consecuencias tanto económicas como humanas como consecuencia del corte de suministro por agotamiento prematuro de las baterías.



DIMENSIONADO Y MANTENIMIENTO DE LA BATERIA

- ▶ Tal como se ha mencionado anteriormente, la batería dada su función, representa una parte vital de un SAI. Si la batería no es capaz de proporcionar la energía necesaria el SAI perderá su función de Sistema de Alimentación Ininterrumpida, por ello es de capital importancia cuidar dicho elemento y asegurar su perfecto estado en cada instante. En este sentido uno de los factores que más influyen en la vida del sistema de baterías es la **temperatura ambiente** a la que se encuentran. Los fabricantes de baterías recomiendan para una máxima duración de la batería que la temperatura ambiente no supere los 25°C e indican asimismo que por cada incremento de 10°C por encima de los 20°C, la vida de la batería se reduce a la mitad:

DIMENSIONADO Y MANTENIMIENTO DE LA BATERIA

VIDA DE LA BATERIA			
	10 AÑOS	8 AÑOS	5 AÑOS
TEMPERATURA			
20° C	10	8	5
30° C	5	4	2,5
40° C	2,5	2	1,25

La tabla muestra la importancia de controlar la temperatura del sistema de baterías dentro de los valores mencionados

Caso práctico

- ▶ Pasados dos años de la realización de una instalación, se produce un fallo de red y sin motivo alguno el SAI corta la alimentación y se pierden los datos analizados. Tras examinar la situación se realiza el siguiente diagnóstico:
 1. – La alta temperatura de la sala ha producido el rápido envejecimiento de las baterías, las cuales ante un fallo de alimentación de la red, no han sido capaz de mantener la carga alimentada.
 - 2.– Dado que el corte de red comercial ha sido de una duración excesiva y no existía una fuente alternativa (grupo no presente, segunda acometida no presente), el SAI no ha podido rearrancar desde red, por lo que las muestras almacenadas se han deteriorado irreversiblemente.

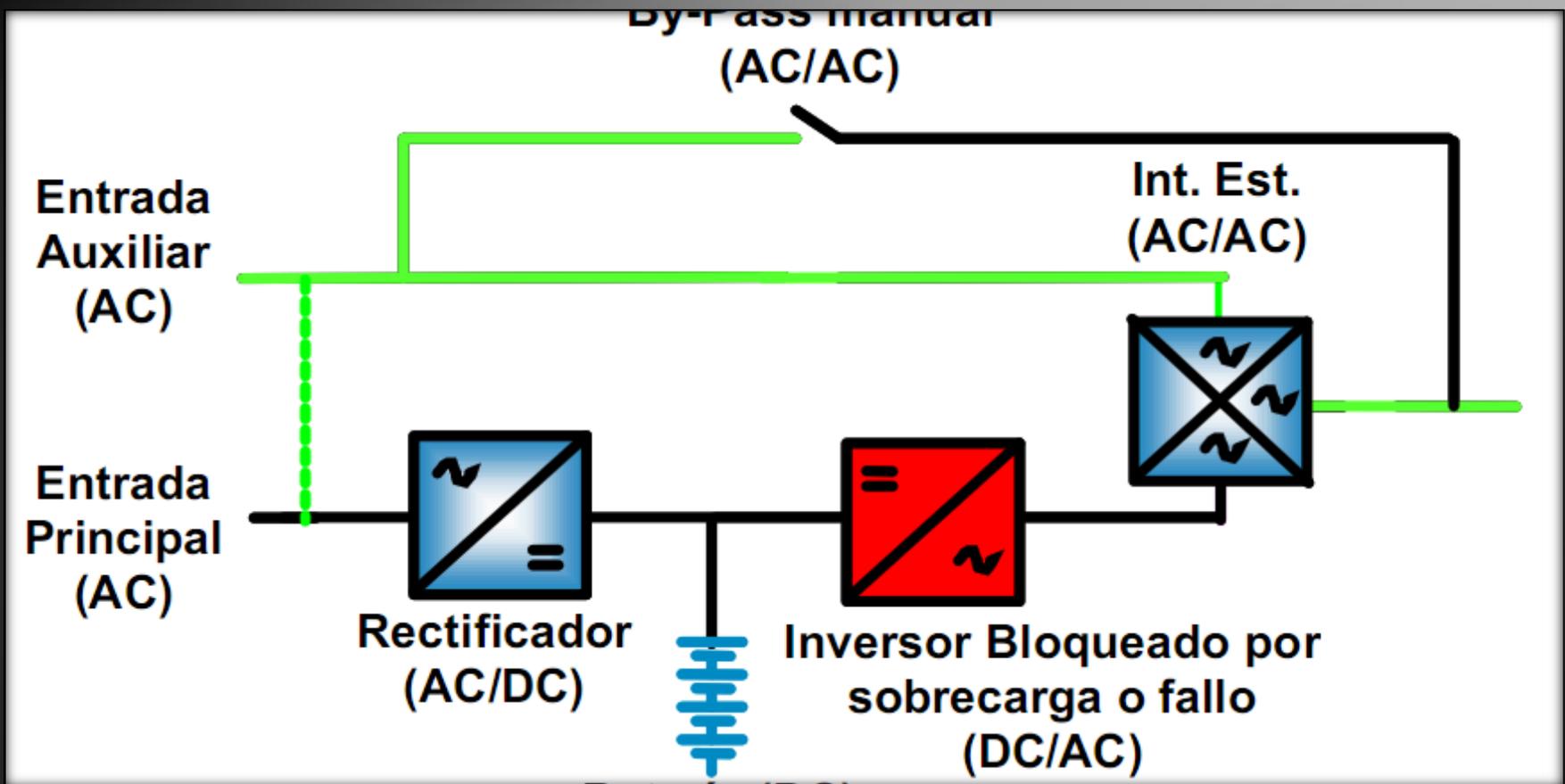
Caso práctico

- ▶ Acciones de mejora:

1.- Estudio e instalación de un sistema de aire acondicionado adecuado que mantenga las baterías a la temperatura óptima.

2.- Implantación de un sistema de mantenimiento preventivo. Dicho plan puede contemplar la instalación de un sistema de tele mantenimiento, por el cual a través de módem telefónico, se asegura la correcta monitorización del SAI (temperatura de las baterías, etc.).

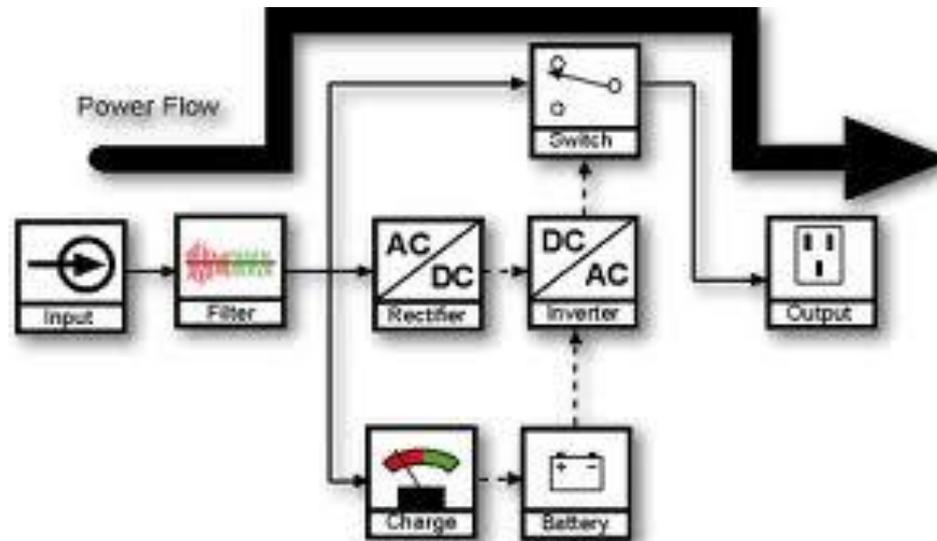
3.- Estudiar la posibilidad de incorporar una alimentación alternativa basada en una segunda línea comercial o grupo electrógeno.



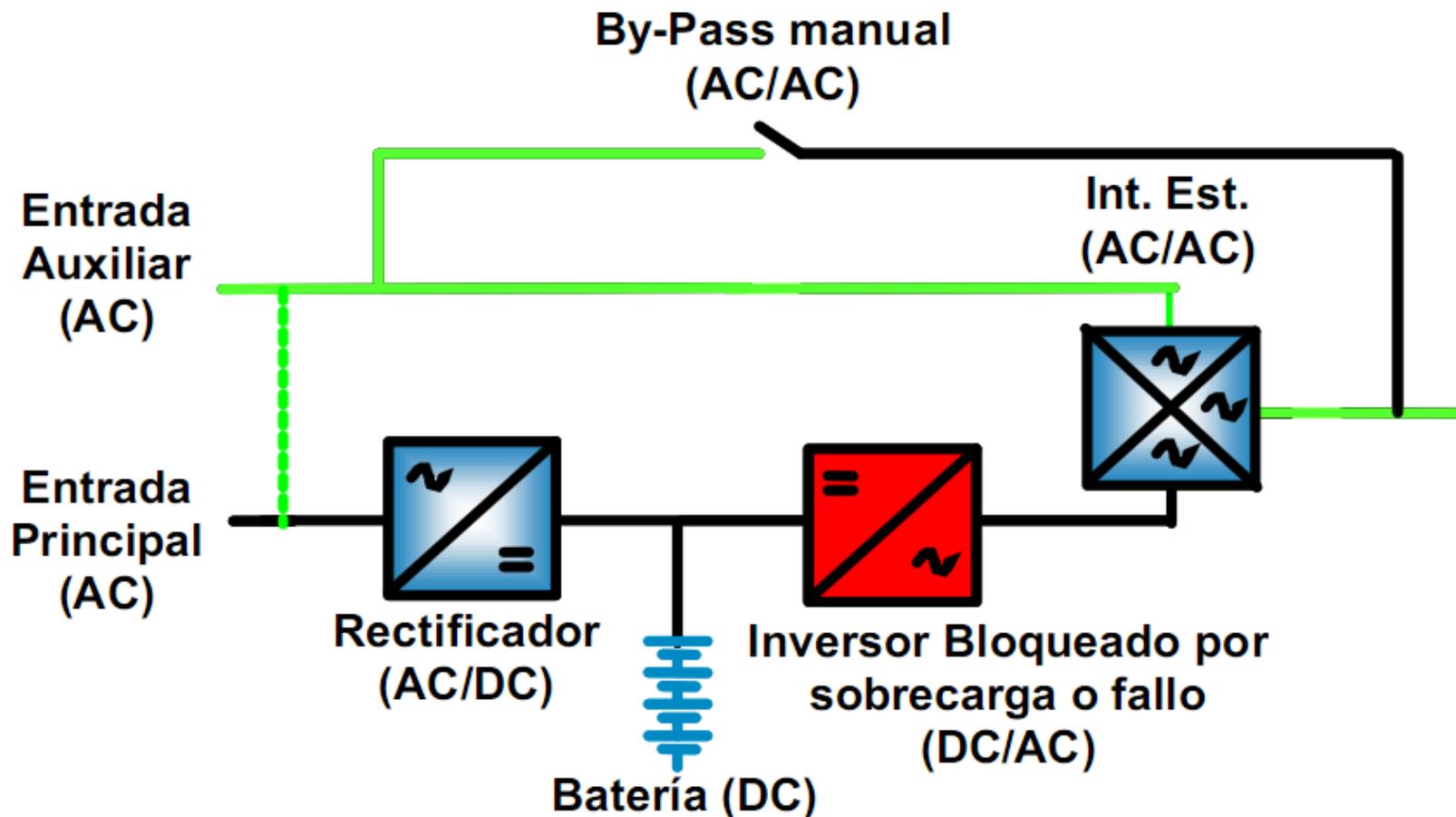
DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS >>> DEL SAI. BY-PASS ESTATICO Y MANUAL

DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS DEL SAI. BY-PASS ESTATICO Y MANUAL

- ▶ Tal como se ha visto anteriormente, el by-pass estático en un SAI representa un camino alternativo para alimentar a la carga en caso de que se produzca una sobrecarga en exceso o el fallo del inversor. Durante dicha situación la carga estaría excepcionalmente alimentada a través de la red de reserva



Esquema By-pass estático y manual



DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS DEL SAI. BY-PASS ESTATICO Y MANUAL

- ▶ Esta medida supone incrementar de forma considerable la fiabilidad de un SAI en el sentido de que permite mantener la carga alimentada durante más tiempo (disponibilidad de la carga), siendo un elemento que incorporan normalmente todos los SAI de tecnología de doble conversión. Sin embargo se debe prestar mucha atención a aquellos equipos de bajo coste que por disponer de otra tecnología (Off-Line o Interactivos) no disponen de by-pass o en aquellos casos que lo incluyan, por el hecho de ser monotarjeta (toda la electrónica se incluye en una tarjeta electrónica) en caso de avería del inversor el by-pass queda inutilizado. Igualmente se deberá prestar atención a la posibilidad de disponer de un by-pass manual, de forma que en caso de avería total del SAI se pueda restablecer de forma manual pero rápida la alimentación a la carga desde la red comercial sin tener que desconectar cable alguno.

Fin de la sección