

**CALCULO
DE
INSTALACIONES**



INTRODUCCION

Ortronic® es una tecnología única y nuestra ventaja nos obliga a considerar como primer objetivo la plena satisfacción de los usuarios de nuestros sistemas.

La única posibilidad de que un usuario de los sistemas Ortronic®, no quede plenamente satisfecho con el funcionamiento de los mismos, es que la potencia del sistema sea inferior a la mínima necesaria para garantizar la plena satisfacción.

Lo dicho justifica plenamente la necesidad de prestar la máxima atención a todo cuanto decimos sobre el cálculo de instalaciones.

CÁLCULO DE INSTALACIONES

El objetivo del cálculo es garantizar el buen funcionamiento de la instalación y con ello la plena satisfacción del usuario.

Con el mismo objetivo, que no debe ser variado, tenemos las dos formas de calcular siguientes:

Cálculo rápido de una instalación: Basada en nuestra experiencia y en las características técnicas de nuestros convertidores, únicos en el mercado, que entre sus grandes ventajas está su rendimiento, superior al 97%, con cualquier potencia de salida, en todos los modelos.

Cálculo detallado de una instalación: Basada en las medidas tomadas con un analizador de redes de alta precisión.

Ambos cálculos garantizan el buen funcionamiento de la instalación y se caracterizan por las siguientes diferencias:

1 Cálculo rápido de una instalación.

Con el cálculo rápido evitamos el analizador de redes, la instalación del mismo y los días necesarios para tomar las medidas.

Por otra parte la potencia del convertidor podría resultar algo más alta, lo que beneficiaría a la seguridad de la instalación y a las posibles ampliaciones, sin ninguna contraprestación.

Descripción detallada punto a punto.

1.a Ponga en funcionamiento los receptores que fueran necesarios para conseguir el 50% de la potencia total de la instalación, incluyendo entre ellos los receptores con motor.

1.b Con un amperímetro, mida la corriente y calcule la potencia eficaz.



- 1.c Multiplique la potencia eficaz por 8 para obtener la potencia de arranque.
- 1.d Elija el convertidor con la potencia de arranque inmediatamente superior a la calculada.

Teniendo en cuenta que el rendimiento de los convertidores Ortronic[®] no depende de la potencia de salida, bajo un punto de vista técnico, siempre es beneficioso instalar potencias superiores a la necesaria.

- 1.e Para calcular el tamaño del almacén eléctrico multiplique la potencia eficaz, párrafo 1.b, por 8 y divida el resultado por 264, obteniendo los amperios-hora de cada una de las 22 baterías. Elija la batería con la capacidad más cercana con una diferencia máxima del 10% si esta existe, si no, elija la de capacidad inmediatamente superior. **El cálculo rápido finaliza en este punto.**

2 Cálculo detallado de una instalación.

Con el cálculo detallado es imprescindible el analizador de redes de alta precisión, la instalación del mismo, los días necesarios para tomar las medidas y el retraso en la presentación de presupuestos.

El cálculo detallado, bajo un punto de vista técnico, es más completo, más profesional y también la mejor forma de demostrar las grandes ventajas de los convertidores Ortronic[®] en comparación con los PWM.

Si quiere calcular con exactitud la potencia necesaria, proceda de la siguiente manera.

Debe entenderse por cálculo exacto de una instalación, el definir las exigencias técnicas necesarias de sus componentes principales, como son:

- 2.1 **El convertidor.**
- 2.2 **El cargador de baterías.**
- 2.3 **Las baterías.**

A efectos de cálculo, llamaremos “**Receptor**” a todo aparato que utilice la energía eléctrica para su funcionamiento, y los dividimos en dos grandes grupos: “**Resistivos**” e “**Inductivos**”.

3 Variables a calcular, para cada receptor:

- 3.1 Potencia eficaz.
- 3.2 Potencia pico en el arranque.
- 3.3 Potencia pico en los transitorios.



3.4 Consumo diario, expresado en Vatio-hora-día (Vhd).

3.5 Pérdidas o ganancias de energía.

Para poder calcular, con garantía de éxito, es imprescindible manejar con claridad los conceptos de: Potencia, Energía, Potencia eficaz, Potencia pico, Potencia de Arranque y Transitorios, para ello, haga click en el siguiente link, [Algunos Conceptos Básicos.](#)

A continuación se analizan todas las características técnicas dependientes de la tecnología utilizada en su fabricación.

4 EL CONVERTIDOR

Es el componente más importante de una instalación y el que más puede afectar al correcto funcionamiento de la misma.

El rendimiento de una instalación depende, fundamentalmente, del rendimiento del convertidor, que a su vez depende de la tecnología utilizada en su fabricación.

En la actualidad, los convertidores existentes en el mercado, con potencia superior a 4 kilovatios, sólo utilizan las dos tecnologías siguientes:

4.1 Modulación de ancho de impulsos, PWM.

4.2 Tecnología Ortronic[®], desarrollada y patentada por Juan Ortigosa.

Para comprender mejor, la influencia de la tecnología en el funcionamiento del convertidor, vamos a analizar el Consumo en Vacío (CV) y las Pérdidas de Energía debidas al Rendimiento del Convertidor (PERC).

4.3 El Consumo en Vacío de los convertidores PWM:

Debe entenderse por CV a la energía gastada por el convertidor cuando no hay ningún receptor conectado a su salida.

En Ortronic[®] hemos seleccionado un convertidor con tecnología PWM de 24 kilovatios eficaces, que es una potencia muy normal en instalaciones reales con aire acondicionado.

Si Ud. no dispone de un convertidor similar, podría utilizar una gráfica de rendimiento en función de la potencia de salida, que debería proporcionarle el fabricante.

Medir el CV es muy fácil, consiste en medir la corriente continua en la entrada y multiplicarla por el voltaje en continua en la entrada del convertidor.

En nuestro caso el CV medido en el convertidor PWM fue de: 1163 vatios-hora.



4.4 El CV de los convertidores Ortronic®.

El CV de los convertidores Ortronic® es inferior a 3 vatios-hora, en todos los modelos, este consumo procede de la batería que alimenta al corazón digital del convertidor, que es independiente de las baterías de potencia.

El CV de las baterías de potencia es cero.

El CV de un convertidor Ortronic® es el mismo cuando el convertidor está encendido que cuando está apagado, y también es el mismo cuando no hay nada conectado a su salida.

4.5 El rendimiento de los convertidores.

El rendimiento de un convertidor se obtiene dividiendo la potencia de salida por la potencia de entrada, es decir:

$$\text{Rendimiento } R = \frac{W_s}{W_e} \text{ y el rendimiento ideal } RI = \frac{W_s}{W_e} = 1$$

Los motores eléctricos, cuando arrancan, multiplican su potencia por un número que llamamos “**factor de arranque**”, cuyos valores damos en la tabla siguiente:

Tabla de Factores de Arranque

Receptor	Factor de arranque
Aire acondicionado modelo Invertir	4
Aire acondicionado con compresor	24
Frigoríficos	22
Motores de inducción	7,5

En la mayoría de las instalaciones, como viviendas, oficinas, comercios, restaurantes, hoteles, etc., la cantidad de receptores que el usuario utiliza varía mucho a lo largo de las 24 horas del día, en consecuencia, la potencia demandada y la energía utilizada también variará mucho en ese periodo de tiempo.

Para que los cálculos de una instalación sean reales, tenemos que considerar los rendimientos del convertidor a las diferentes potencias de salida.

Para que cualquier receptor inductivo pueda arrancar sin la necesidad de apagar algún otro receptor, es absolutamente necesario que el convertidor tenga la potencia mínima necesaria.

Las potencias de arranque se suman a la potencia eficaz de otros receptores que estén funcionando en el momento del arranque.



4.6 El rendimiento de los convertidores PWM

Como es sabido, el rendimiento de los convertidores PWM, varía en función de la potencia de salida del convertidor. Obsérvese haciendo click en el siguiente link, [Rendimiento Convertidor Ortronic® Vs. Convertidor PWM](#).

4.7 El rendimiento de los convertidores Ortronic®

El rendimiento de todos los modelos de convertidores Ortronic®, siempre es superior al 97%, con cualquier potencia de salida.

5 Necesidad de un analizador de redes:

Para que los datos de una instalación sean reales y se pueda calcular sin errores, es imprescindible utilizar un analizador de redes de alta precisión, que pueda medir potencias pico, en arranque y transitorios, en tiempos de nanosegundos. Ortronic® recomienda el analizador de redes FLUKE, modelo 435. Encontrará información en nuestra Web, haga click sobre el siguiente link, [Información Fluke 435](#).

El analizador de redes deberá estar conectado a la instalación durante un tiempo mínimo de tres días, durante los cuales tomará todos los datos necesarios para garantizar la realización de los cálculos de forma correcta.

5.1 En los datos almacenados se buscarán las potencias eficaces y potencias pico en arranques y transitorios. Una vez conocidas las tres potencias se elegirá el modelo de convertidor que soporte las tres.

5.2 Con las potencias tomadas por el analizador de redes, durante los días que haya estado conectado, se procederá como sigue:

5.2.1 Se anotarán todas las horas de consumo inferior a 100 vatios, a las que llamaremos: Horas de Consumo en Vacío, HCV.

5.2.2 Se anotarán todas las horas de consumo inferior a 500 y superior a 100 vatios, a las que llamaremos Horas de Rendimiento Mínimo, HRM.

5.2.3 Se anotarán todas las horas de consumo superior a 500 vatios, a las que llamaremos Horas de Rendimiento Óptimo, HRO.

5.2.4 La unidad de energía es el vatio-hora y siempre debe estar referida a un tiempo, expresado en horas. Para todos los cálculos de energía en las instalaciones, se utilizarán los “**Vatios-hora-día**” (VHD), que es la energía consumida en un periodo de 24 horas.



- 5.2.5 Se calculará la potencia media, en HRM, dividiendo el consumo total durante las HRM por el número de horas. Con esa potencia media obtenida, calculamos las pérdidas de energía debidas al rendimiento del convertidor, PERC, tal como se indica en el párrafo 6.1.
- 5.2.6 Se calculará la potencia media, en HRO, dividiendo el consumo total durante las HRO por el número de horas. Con esta potencia media obtenida, calculamos las pérdidas de energía debidas al rendimiento del convertidor, PERC, tal como se indica en el párrafo 6.2.

6 Ejemplo de cálculo de una instalación.

Como ejemplo de cálculo damos a continuación las medidas realizadas por Ortronic® en un convertidor PWM de 24 kilovatios eficaces.

- 6.1 La primera medida de porcentaje de pérdidas durante HRM, se hizo con una carga resistiva de 300 vatios eficaces, calculando el resultado de la siguiente forma:

$$PERC = 1 - \frac{W_s}{W_e} = 1 - \frac{300}{1396} = 1 - 0,2149 = 0,785 = 78,5\%$$

Donde 1 es el rendimiento del 100% y $\frac{W_s}{W_e}$ es el rendimiento real.

Las pérdidas de energía, con 300 vatios en la salida, fueron del 78,5%.

- 6.2 La segunda medida de porcentaje de pérdidas durante HRO, se hizo con una carga resistiva de 1500 vatios eficaces, calculando el resultado de la siguiente forma:

$$PERC = 1 - \frac{W_s}{W_e} = 1 - \frac{1500}{3175} = 1 - 0,4724 = 0,5276 = 52,76\%$$

Las pérdidas de energía, con 1500 vatios en la salida, fueron del 52,76%.

- 6.3 La potencias de arranque y los transitorios no fueron consideradas en estas medidas de energía, debido a que el tiempo máximo de arranques y transitorios es de 200 milisegundos y transformados a horas, que es la unidad de tiempo para la energía, el resultado es insignificante.
- 6.4 El PERC es fundamental para calcular las pérdidas de energía en el convertidor y las pérdidas más el consumo definen el tamaño del almacén.



- 6.5** Otro dato de suma importancia, para el cálculo del almacén, es el CV o consumo en vacío, que normalmente es durante la noche.

Esta energía se calcula multiplicando el CV, párrafo 4.3, por las HCV, párrafo 5.2.1.

7 EL ALMACÉN ELÉCTRICO

Antes de seguir lea meticulosamente lo dicho en el punto 3 de [Sistemas Anti-Apagones Ortronic®](#).

- 7.1** El almacén eléctrico se compone de 22 baterías de 12V conectadas en serie, más una batería adicional que alimenta el corazón digital del sistema.

- 7.2** El tamaño del almacén depende de las siguientes variables:

- 7.2.1 Autonomía de la instalación:** Debe entenderse por autonomía, al tiempo que la instalación puede funcionar sólo con las baterías.

En Emergencias, o Sistemas Anti-Apagones, la autonomía debe calcularse para que coincida con las horas del corte o apagón.

En instalaciones para Electrificación sin red, la autonomía se calcula para tener una sola carga de baterías cada 24 horas.

- 7.2.2 Energía necesaria durante la autonomía:** La energía necesaria es la suma de las energías utilizadas por los receptores, más las pérdidas del convertidor, párrafos 4.3, 6.1, 6.2 y 6.5, más las pérdidas de las baterías.

Cuando las instalaciones están en funcionamiento, con grupo electrógeno, con la red o con ambos, lo más correcto y exacto es instalar un analizador de redes durante un mínimo de tres días, si la instalación es muy grande recomendamos una semana.

El analizador almacena todos los datos necesarios para el cálculo correcto de la instalación, más las características técnicas de la energía suministrada por la red eléctrica o el generador.

Para prolongar la vida útil de las baterías, Ortronic® recomienda descargar las baterías hasta que la energía almacenada alcance un mínimo del 40%, dato que deberemos tener en cuenta cuando calculamos el tamaño del almacén. Para ampliar la información sobre las pérdidas en las baterías, haga click en el siguiente link, [Pérdidas en las Baterías](#).

- 7.2.3 La ganancia de energía Ortronic® por la recuperación de reactiva:** Los cálculos de la energía reactiva, cuando existen receptores resistivos e inductivos y se ignora el tiempo de funcionamiento de cada uno de los receptores, es largo y tedioso.



Con Ortronic[®] podemos prescindir del cálculo, debido al siguiente razonamiento:

En el peor de los casos, la energía recuperada está entre el 30% y el 40%, que es el porcentaje de pérdidas de la carga y descarga de las baterías, más el 3% de pérdidas del convertidor Ortronic[®], en consecuencia, las pérdidas totales siempre se compensan con la energía recuperada.

8 EL CARGADOR DE BATERÍAS

En todos los sistemas Ortronic[®], el cargador de baterías tiene dos salidas, una para cargar las baterías de potencia y otra para cargar la batería que alimenta a la electrónica del sistema.

El Cargador de las baterías de potencia siempre es trifásico y puede utilizarse con una, dos o tres fases, su potencia debe ser la mínima necesaria para soportar la corriente de carga de las baterías, más el consumo de la instalación durante el tiempo de la carga, cuando la instalación es ONLINE.

El cargador para la batería de la electrónica siempre es monofásico y permite una corriente máxima de 12 amperios.

9 EL GENERADOR

Siempre debe ser trifásico y debe tener la potencia mínima necesaria para soportar la corriente máxima de carga de las baterías más la potencia utilizada por la instalación durante la carga.

El cargador controla la corriente que toma del generador y no permite que pase del valor prefijado en fábrica.

Cuando la instalación es ONLINE la corriente total pasa por el cargador, una parte carga las baterías y otra parte alimenta a los receptores durante la carga.

Cuando la instalación es OFFLINE la corriente que pasa por el cargador se utiliza toda para cargar las baterías. La corriente para los receptores, durante el tiempo de carga, se toma directamente del generador.

En instalaciones OFFLINE el proceso de funcionamiento durante la carga es el siguiente:

- 9.1** El Convertidor se apaga cuando arranca el generador.
- 9.2** Los receptores se transfieren al generador.
- 9.3** Cuando la carga ha terminado, se apaga el generador, los receptores se transfieren al convertidor y se conecta el convertidor, todo el proceso se realiza de forma automática.



Los sistemas OFFLINE son especialmente adecuados para las casetas de comunicaciones, repetidores para teléfonos móviles y otros. Las razones son las siguientes:

- 9.4 Las baterías tardan menos tiempo en cargarse.
- 9.4a Aumenta el rendimiento del sistema y en consecuencia el ahorro total de energía.
- 9.4b Las baterías se cargan mejor, aumentando con ello su vida útil.
- 9.5 **La potencia del generador:** La mayoría de los generadores del mercado sólo indican la potencia en KVA, asumiendo que se utilizarán siempre con cargas que tengan un factor de potencia determinado, normalmente 0,8.

Teóricamente, cuando el factor de potencia es la unidad, los KVA deberían transformarse en kilovatios, sin embargo esto no sucede en la mayoría de los generadores, existiendo casos especiales que con 16 KVA de potencia sólo soportan 11 kilovatios.

Estas anomalías entre los KVA y los kW., deben tenerse muy en cuenta en los generadores que trabajan con Ortronic®, debido a que los cálculos se hacen únicamente en kilovatios y la demanda también es en kilovatios.

El fabricante del generador debe garantizar la potencia en kilovatios, de otra forma la instalación podría tener fallos de potencia.

10 EJEMPLO PRÁCTICO DE CÁLCULO

Abrir una hoja de cálculo Microsoft Excel, como el ejemplo que se indica más abajo, y proceder como sigue.

- 10.1 En la primera columna anotar todos los receptores de la instalación.
- 10.2 En las cabeceras de las columnas escribir las leyendas que se indican en el ejemplo.
- 10.3 En la columna Weficaz, anotar las potencias eficaces de todos los receptores, resistivos e inductivos.
- 10.4 En la columna Farran, anotar el factor de arranque de todos los aparatos.
- 10.5 En la columna Warran, anotar la potencia de arranque de todos los aparatos, multiplicando la potencia eficaz por el factor de arranque. En aparatos que tengan una carga resistiva y otra inductiva harán la anotación como si fueran dos aparatos diferentes, uno resistivo y otro inductivo.

- 10.6** En la columna Wtrans se anotarán los valores de las potencias eficaces de los aparatos con factor de arranque la unidad. Para los aparatos con factor de arranque mayor que la unidad se anotarán los transitorios medidos con el analizador de redes Fluke 435.

Si tiene medidas hechas en aparatos de la misma marca, modelo y potencia, no necesita repetir la medida de transitorios para dicho aparato, anotará directamente las medidas obtenidas con anterioridad.

Cuando se tienen que ofertar instalaciones, cuyos receptores aún no han sido instalados, hay que valerse de las tablas de consumo diario, en WHD (véase el siguiente link, [Tablas de Cálculo](#)), y seguir el proceso igual que se ha comentado en los puntos 10.1 a 10.6 pero anotando las potencias de los receptores que el cliente piensa instalar.

11 LA ELECCIÓN DEL CONVERTIDOR

- 11.1** Deberá tener una tabla de potencias de los convertidores, para los diferentes modelos, con la potencia eficaz, potencia pico para arranques y potencia pico para transitorios (véase el siguiente link, [Tablas de Cálculo](#)).
- 11.2** El convertidor a elegir será el que permita las tres potencias antes dichas.

Receptores	Weficaz	Farran	Warran	Wtrans	HUD	VHD
Aire acondicionado Inverter	2500	4	10000	15000	8	20000
Aire acondicionado compresor	2500	22	55000	82500	8	20000
Alumbrado	300	1	300	300	3	900
Aspiradora	500	7,5	3750	5625	1	500
Batidora	200	7,5	1500	2250	0,5	100
Frigorífico	250	22	5500	8250	8	2000
Lavadora, motor	1000	7,5	7500	11250	2	2000
Lavadora, resistencias	2000	1	2000	2000	0,5	1000
Lavavajillas, motor	1000	7,5	7500	11250	1,5	1500
Lavavajillas, resistencias	2000	1	2000	2000	0,5	1000
Microondas	2500	1	2500	2500	0,75	1875
Ordenador	250	1	250	250	2	500
Plancha	750	1	750	750	1	750
Secador de pelo	400	1	400	400	0,75	300
Televisor	200	1	200	200	4	800
Video	200	1	200	200	2	400
SUMAS	16550	N/A	99350	144725	N/A	53625

Weficaz = Potencia eficaz
 Warran = Potencia de arranque.
 HUD = Horas de utilización diaria

Farran = Factor de arranque.
 Wtrans = Potencia de transitorios.
 VHD = Vatios-hora-día.



12 INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS.

12.1 Las cargas inductivas, de la columna Wtrans, se han rellenado multiplicando las potencias de arranque de cada receptor por 1,5. Estos cálculos no son correctos y pueden variar bastante con los reales.

El único propósito de estos cálculos es disponer de cifras concretas para el mejor entendimiento del ejemplo de cálculo que estamos estudiando.

En la práctica, la columna Wtrans deberá rellenarse de acuerdo con lo dicho en el párrafo 10.6.

12.2 Las columnas Farran y HUD no tiene sentido sumarlas porque la suma no representa ningún valor utilizable.

12.3 La energía que la instalación utilizará cada día, VHD, será la suma de las que figuran en su columna, que en este caso es: 53.625,00 vatios-hora-día.

12.4 La energía que tendremos que almacenar dependerá de la tecnología del convertidor que utilicemos.

12.5 Si utilizamos un convertidor Ortronic[®], la energía a almacenar será la prevista para el uso diario de la instalación, más el 40% que siempre permanecerá en las baterías de potencia para alargar su vida útil, los datos serían:

A	La energía utilizada por la instalación	53.625 VHD.
B	Más el 40% para alargar la vida de las baterías	<u>21.450 VHD.</u>
	Total energía a almacenar	75.075 VHD.

12.6 Si utilizamos un convertidor PWM, la energía a almacenar será la calculada de 53.625 VHD, más el consumo del convertidor en vacío, CV párrafo 4.3, más las pérdidas del convertidor a las diferentes potencias de trabajo, PERC, párrafos 6.1 y 6.2, más las pérdidas de las baterías.

Las pérdidas se calculan con los datos proporcionados por el analizador de redes, pero en este ejemplo no tenemos los datos del analizador, en consecuencia procederemos de la siguiente forma:

12.6.1 Para calcular el CV consideramos que las horas de nulo consumo o inferior a 100 vatios, serían durante la noche y las estimamos en ocho horas.

El CV durante las 8 horas sería: $1.163 \times 8 = 9.304$ VHD.

12.6.2 Las pérdidas PERC, en HRM, calculadas en el párrafo 6.1, para una carga de 300 vatios eficaces, son del 78,5%.

12.6.3 Las pérdidas PERC, en HRO, calculadas en el párrafo 6.2, para una carga de 1500 vatios eficaces son del 52,76%.



Considerando que las PERC en HRM y HRO fueran 8 horas cada una, y teniendo en cuenta que el tiempo de CV lo hemos estimado en 8 horas, podemos calcular:

Pérdidas medias en HRM y HRO = 65,63%.		
Pérdidas por CV = 1.163 x 8	=	9.304,00 Vhd.
Pérdidas HRM+HRO = 65.63% sobre 53.625	=	<u>35.194,00 Vhd.</u>
Total pérdidas PERC	=	44.498,00 Vhd.
Energía a utilizar en la instalación	=	<u>53.625,00 Vhd.</u>
Energía en la entrada del convertidor PWM=		98.123,00 Vhd.

13 LAS PÉRDIDAS DE LAS BATERÍAS.

En el mejor de los casos, las pérdidas totales de las baterías, debidas a los procesos de carga y descarga, más la auto descarga, serían del 30% sobre la energía utilizada más la perdida en el convertidor, es decir:

13.1	Energía a utilizar	=	53.625 VHD
13.2	Energía perdida en el convertidor	=	<u>44.498 VHD</u>
	Suma		98.123 VHD
13.3	30% de pérdidas en las baterías	=	<u>29.437 VHD</u>
	Energía total necesaria		127.560 VHD

La energía necesaria con un PWM es el 138% superior a la energía necesaria con un Ortronic® para hacer el mismo trabajo.

13.4 Energía total a almacenar con un convertidor PWM.

Con un convertidor PWM tendríamos que almacenar la energía necesaria calculada en el párrafo anterior, 127.560 Vhd, más el 40% que siempre permanecerá en las baterías de potencia para alargar su vida útil.

Con PWM, tendríamos que almacenar: $127.560 \times 1,4 = 178.584$ VHD.

Con Ortronic®, tendríamos que almacenar = 75.075 VHD.

Esta diferencia de energía a almacenar implica que las baterías han de tener una capacidad 138% superior en el caso de un convertidor PWM con respecto a un convertidor Ortronic®.

Octubre de 2010
Ortronic Technology, S.L.
Madrid
España.