

Curso Inverter – Clase 1.

Definiciones:

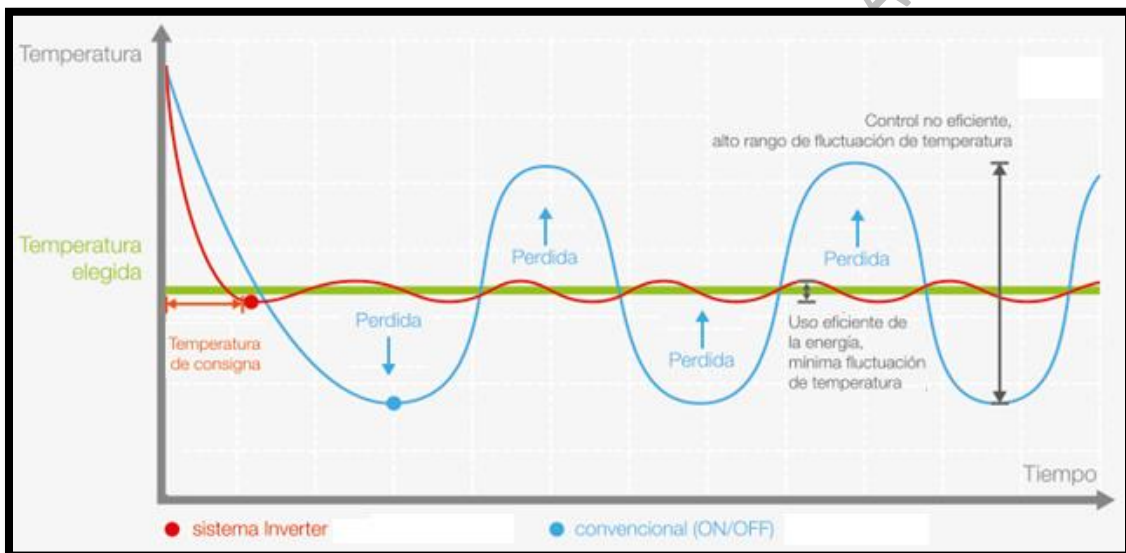
La tecnología inverter es un claro ejemplo de la **adecuación de los equipos a las necesidades** del mercado en cuanto a desarrollo tecnológico.

¿Cómo funciona el inverter en los equipos de aire acondicionado?

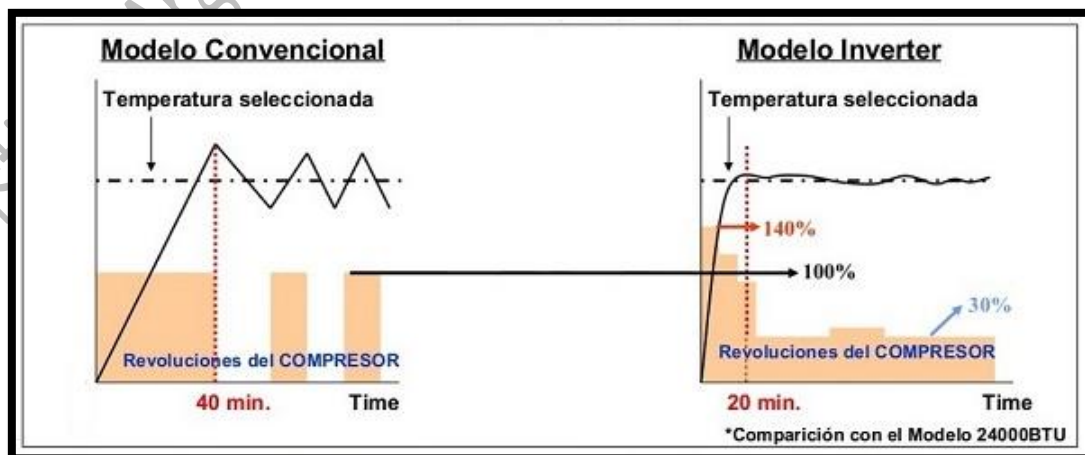
Mediante el sistema inverter se regula la frecuencia eléctrica de alimentación del moto-compresor de forma que, este se pueda adaptar **regulando su velocidad y la potencia en función de la temperatura de la habitación**, de tal manera que el **funcionamiento sea continuo** y evitando los arranques y paradas característicos del sistema convencional.

La aplicación de la tecnología inverter en los equipos de aire acondicionado **incide básicamente en el confort y el ahorro de energía.**

Al trabajar el compresor de forma continua con equipos de aire inverter se consiguen ahorros de hasta el 50% de energía con respecto a equipos convencionales.



En el siguiente esquema se muestra una comparación de rendimientos de ambos motocompresores:



Las principales ventajas del aire inverter son:

- **Gran ahorro de energía** que puede llegar a ser de **hasta el 50%** con respecto a los equipos **no inverter** o convencionales.
- **Elevado nivel de confort y bienestar**; ya que **no se producen cambios bruscos ni altibajos en la sensación térmica. Ofrecen mayor eficiencia energética** por su funcionamiento continuo.
- Son equipos más **silenciosos**; en este tipo de aparatos el **compresor funciona a velocidades más bajas** por lo que favorece un ambiente mucho más agradable.

Tecnología Inverter – Circuito de Refrigeración.

La principal variación que tiene el circuito de refrigeración inverter es **que la velocidad del compresor es variable y por lo tanto el volumen de refrigerante desplazado también lo será.** Esto modifica dos conceptos que hasta ahora se habían mantenido invariables:

- La **Presión de Baja se considera Variable** y no constante.
- **No es posible realizar la carga de refrigerante** tomando como referencia **los valores de presión.**

Método Gravimétrico o “Por Peso”:

Para la carga de refrigerante se utiliza una **Balanza** para ir controlando la cantidad de refrigerante que ingresa al circuito, hasta que se haya cargado el peso total correspondiente. **(Utilizado en equipos Inverter** debido a su **alta precisión en la cantidad de refrigerante que ingresa al circuito).**



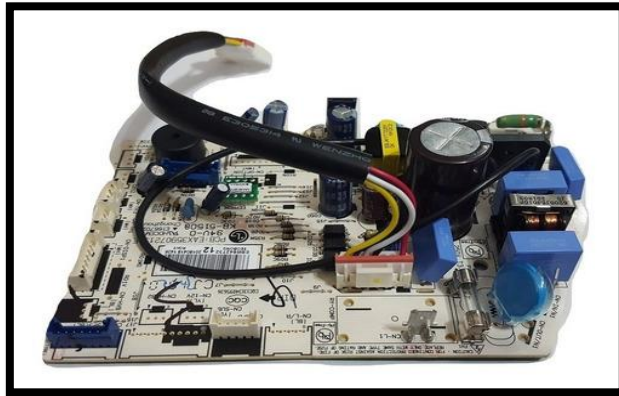
Componentes de un Equipo Inverter.

Composición del Sistema Electrónico.

Está compuesto esencialmente por **dos plaquetas electrónicas que interactúan entre si.**

Plaqueta unidad interior:

Actúa como **plaqueta secundaria**. Maneja todas las funciones de la unidad interior, **recibe todas las señales de los sensores**, e interactúa con el usuario.



Plaqueta unidad exterior:

Actúa como **plaqueta principal**. Recibe información de los sensores. Es la que se encarga de **manejar el moto-compresor** y realizar **todas las variaciones** para que el inverter funcione correctamente.

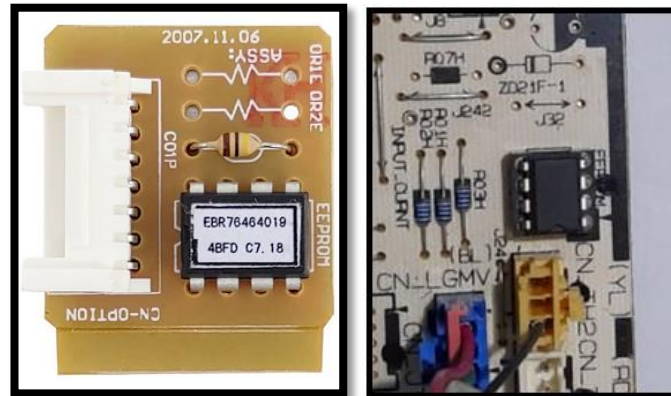


Memoria EEPROM.

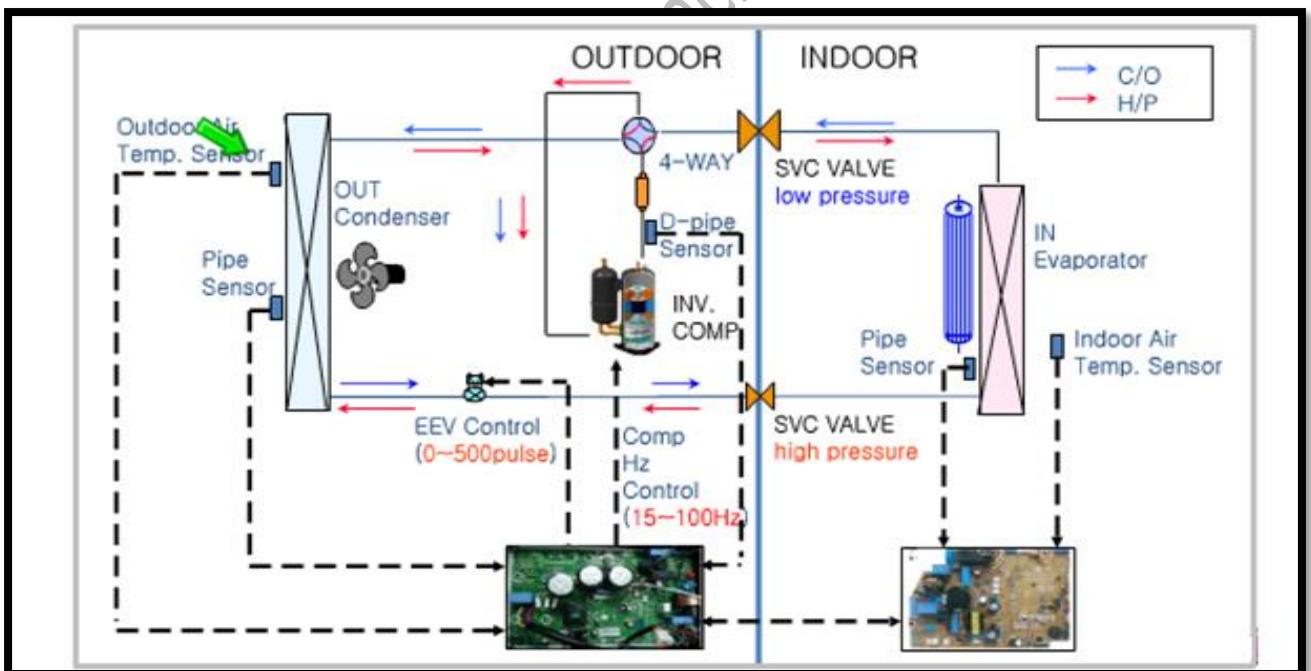
La EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) es un tipo de memoria ROM, es decir, de memoria no volátil, en la que los datos se almacenarán de forma permanente, incluso si se retira el suministro de energía.

La memoria EEPROM es útil para almacenar datos que, por su importancia, se quieren conservar almacenados en forma segura, a pesar de cortes de energía o ruido inducido en los circuitos del microcontrolador.

En el caso de las unidades Split los datos que se guardan corresponden a números de serie y lotes, modelos, potencia, etc, según cada marca, de tal forma que una maquina pueda identificarse perfectamente con la otra de tal manera de asegurar su compatibilidad.



Funcionamiento de la tecnología inverter: partes del sistema.

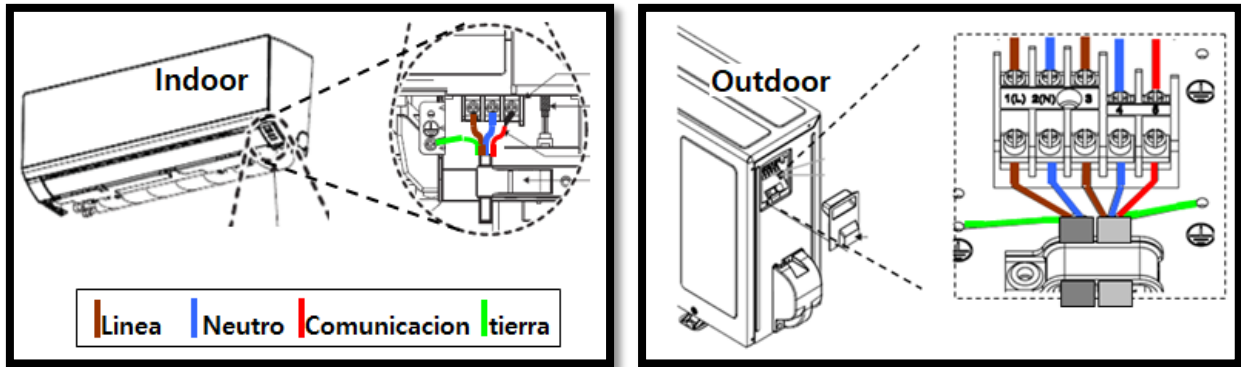


Composición del Sistema Electrónico. Cableado de Interconexión.

La alimentación de corriente al equipo se puede hacer por la unidad interior o exterior, dependiendo de la marca y el modelo. (En el ejemplo, esto se realiza por la unidad externa).

La interconexión de cables se hace a través de un cable taller para unir los 4 bornes, estos son:

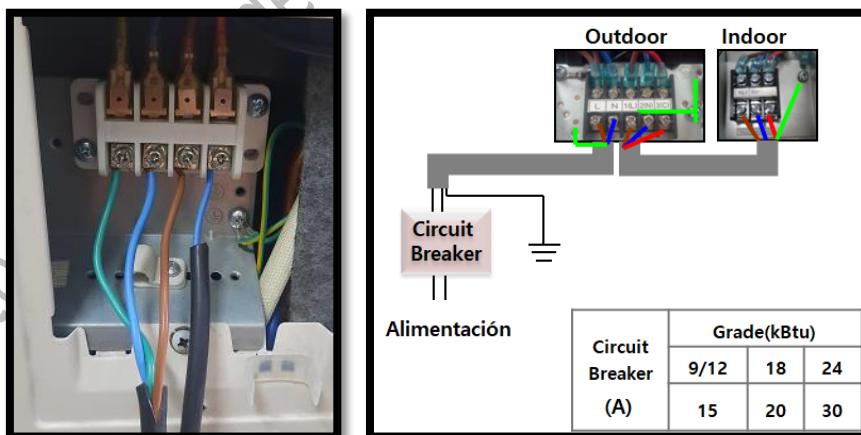
- Línea.
- Neutro.
- Señal.
- Tierra.



La sección de cables de interconexión a utilizar es indicada por el fabricante, pero normalmente se utilizan cables de 1,5 mm² o 2,5 mm², dependiendo de la potencia del equipo.

En muchos casos las marcas recomiendan que el cable de señal, correspondiente a la comunicación entre unidades, se instale en forma separada respecto del paquete de cables de potencia para evitar la posibilidad de generar interferencias.

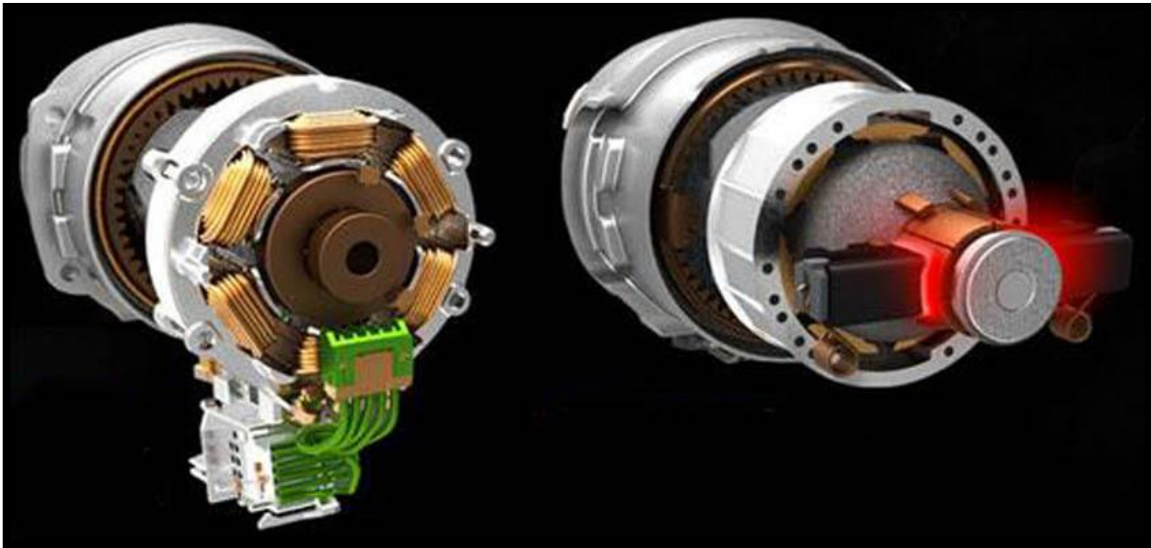
Se recomienda siempre que el circuito de alimentación de corriente del aire acondicionado posea una llave termomagnética (Breaker) para interrumpir el circuito, de acuerdo al cableado exigido por la reglamentación local.



Motor BLDC.

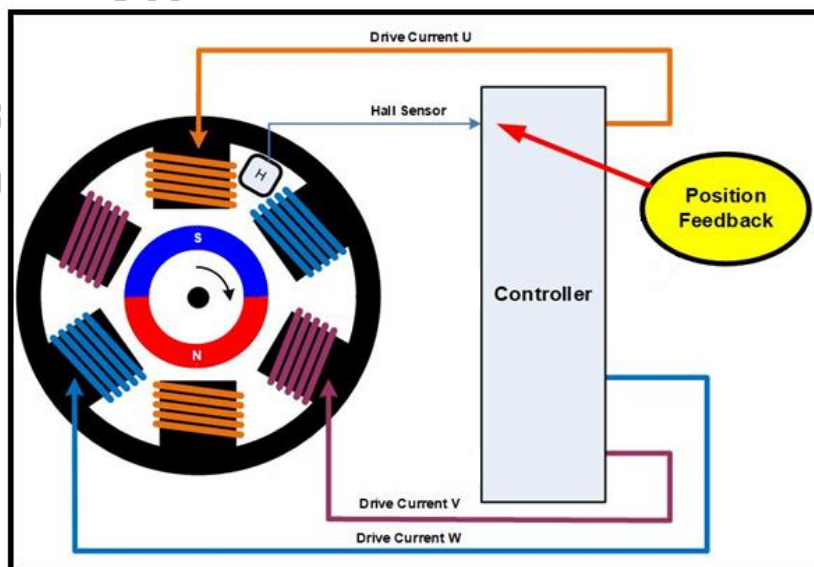
BLDC son las siglas de “**BrushLess Digital Control**” y se refiere a Motores eléctricos que funcionan Sin Escobillas (también denominados carbones).

El rotor no tiene escobillas y la conmutación en lugar de ser mecánica, se realiza de forma electrónica en ciertas posiciones del rotor.



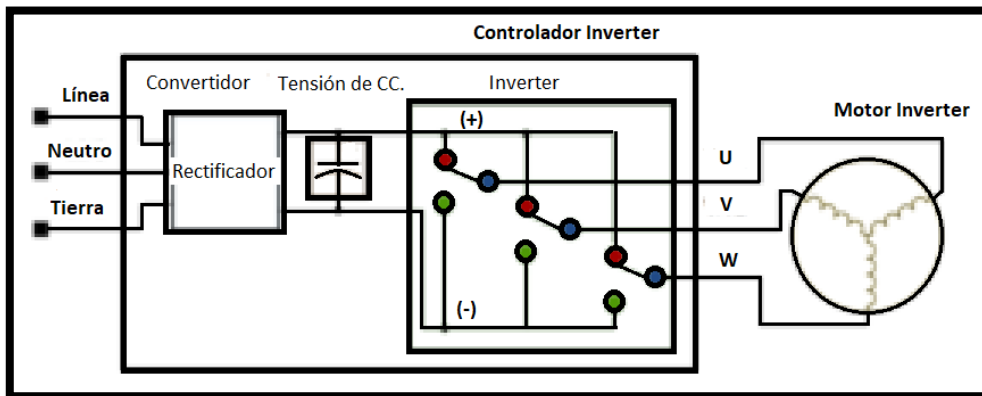
Un motor BLDC es un motor sincrónico de imán permanente que le permite **comportarse de forma similar** a un motor CC con escobillas. **Es esencialmente un motor CC en su concepción**, solo que las escobillas y el conmutador se han eliminado, y **las bobinas están conectadas con la central electrónica**.

La central electrónica reemplaza la función de un conmutador y activa el bobinado adecuado **siguiendo un patrón de rotación en torno al estator** (en algunos casos es retroalimentado con sensores Hall). El bobinado activado conmuta justo cuando el rotor se alinea con el estator.



La forma en que funciona el inversor es **variando la frecuencia eléctrica (Hz) con la que fluye la electricidad en las bobinas de electroimán**, algo que no es posible con los motores tradicionales de velocidad fija. Cuando se cambia la frecuencia, también se altera la velocidad y, por tanto, las rotaciones por minuto.

El inversor (**controlador de frecuencia variable, VFD**) genera tres fases (**U, V, W**), con la frecuencia y tensión de cada fase totalmente ajustable, por debajo o por encima del promedio de 50/60 Hz que normalmente se usa en la red eléctrica.



El motor sin escobillas es ideal para aplicaciones que requieren **gran fiabilidad, alta eficiencia y una alta relación potencia-volumen**. En general, un motor BLDC se considera como un motor de alto rendimiento, capaz de **ofrecer grandes cantidades de par motor en un amplio intervalo de velocidad**.

Motor con escobillas vs. Motor sin escobillas

Características	Motor CC sin escobillas	Motor CC con escobillas
Conmutación	Conmutación electrónica basada en sensores de posición por efecto Hall	Conmutación por escobillas
Mantenimiento	Poco o sin mantenimiento	Mantenimiento periódico
Vida	Más larga	Más corta
Velocidad/Torque	Operación habilitada en todas las velocidades con carga nominal	En alta velocidad, la fricción de las escobillas aumenta y se reduce el torque
Eficiencia	Alta	Moderado
Rango de Velocidad	Alta - Sin limitaciones mecánicas debido a contactos	Baja - Limitaciones mecánicas debido a las escobillas
Generación de Ruido Eléctrico	Baja - Debido a los imanes permanentes del rotor, mejora la respuesta dinámica.	Chispas en las escobillas generarían ruido eléctrico

Sistemas "Full Inverter".

Es la combinación de:

- un compresor Inverter BLDC.
- un ventilador/turbina Inverter BLDC.

Esta combinación permite modular y ajustar con precisión la potencia en función de las condiciones climáticas y de las necesidades energéticas de la habitación. El ajuste de la velocidad de enfriamiento no está limitado a 2 o 3 velocidades de turbina.

El resultado es una **disminución rápida de la temperatura y un mantenimiento preciso de la misma** a lo largo de todo el funcionamiento de una manera económica. El motor posee una placa de control interno para su funcionamiento, dejando de lado los sistemas convencionales con capacitor permanente, etc.



Forzador BLDC. Componentes principales.

Los motores de los forzadores BLDC están comandados por una **placa electrónica de control compuesta por un módulo de IPM**, que se encarga de energizar y controlar la corriente que alimenta los **bobinados del motor (U, V, W)**.

Se alimenta desde la placa principal de donde recibe **las señales de corriente continua**, que luego el IPM (**Controlador**) se encarga de traducir en pulsos eléctricos DC (**Digital control**).



La placa del ventilador va a recibir de la placa interior 310 Volt CC de alimentación.

- **Cable Rojo:** 300 Vdc - alimentación Positivo. (Vm - Voltaje Main)
- **Cable Negro:** alimentación Negativo. (GND)

Para el control del motor se debe alimentar:

- **Cable Blanco:** 15 Volt - alimenta la parte de mando de los IGBT que están dentro del IPM. (Vcc - Voltaje Control)
- **Cable Amarillo:** 0 a 6 Volt – ajuste de velocidad de giro del motor o PWM. (Vsp – Voltaje Speed).
- **Cable Azul:** envía la señal a la placa interior respecto la velocidad de giro real o retroalimentación. (FG - Feedback Gain).

Nº	Color	Señal	Valor
1	Rojo	Vs/Vm	300 Vdc
2	---	---	---
3	Negro	GND	0 Vdc
4	Blanco	Vcc	15 Vdc
5	Amarillo	Vsp	0-6 Vdc
6	Azul	FG	0-15 Vdc

Forzador BLDC. Mediciones de comprobación.

Para la **identificación de cada terminal** se puede realizar la siguiente medición:

Colocar el multímetro en **función DIODO, Punta positiva en GND** y:

- Rojo: aprox. 900 mVolt – Indica el terminal Vm.
- Blanco: aprox. 500 mVolt – Indica el terminal Vcc.
- Amarillo: aprox. 1,200 Volt – Indica el terminal Vsp (PWM).
- Azul: aprox. 1,800 Volt – Indica el terminal FG.



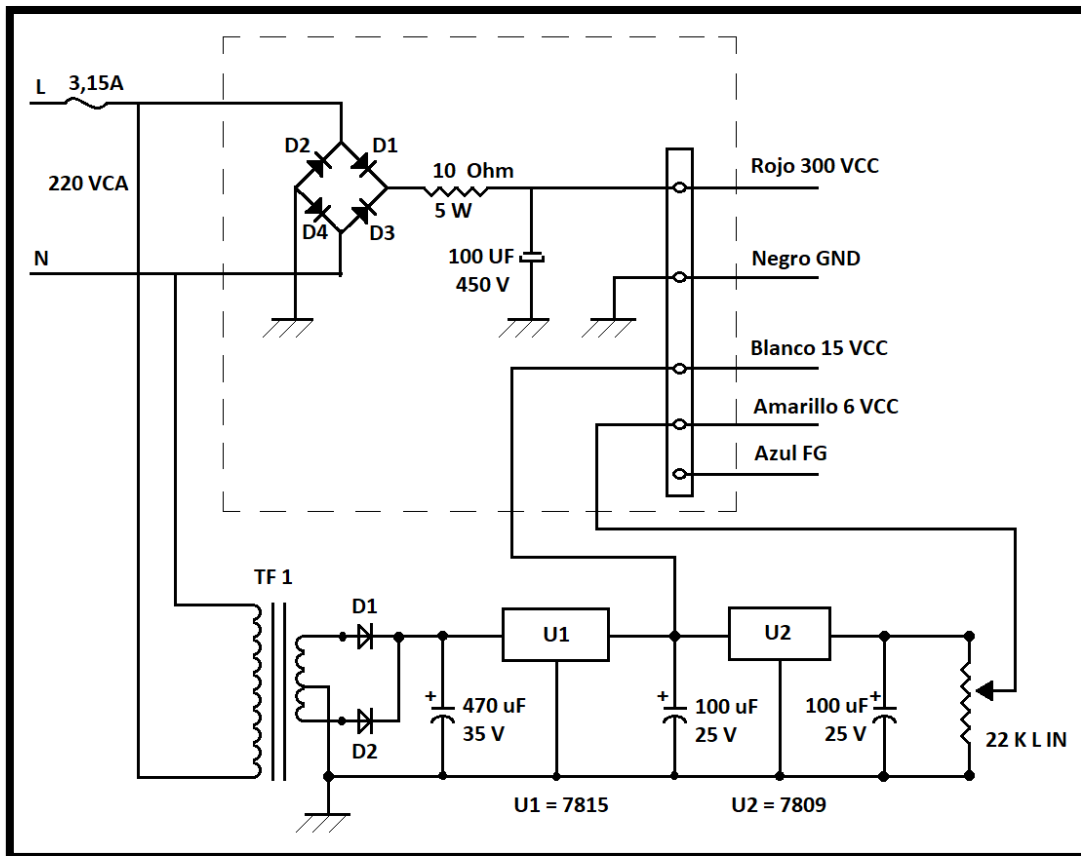


Otra medición que sirve para determinar el correcto funcionamiento:

- 1) Comprobar que la tensión entre los pines Rojo (Vm) y Negro (GND) sea de 280 a 350 Vdc. ➔ NO=Cambiar la placa principal.
- 2) Comprobar que la tensión entre los pines Blanco (Vcc) y Negro (GND) sea de 15 Vdc. ➔ NO=Cambiar la placa principal.
- 3) Si hacemos girar con la mano el ventilador comprobar que la tensión entre Azul (FG) y Negro (GND) oscile entre 0 y 15 Volt. (Siempre hacer girar en el sentido de rotación para evitar daños en el IPM) ➔ NO=Cambiar el motor del ventilador.
- 4) Si el motor no varía la velocidad. Comprobar que la tensión entre terminal Amarillo (Vsp-PWM) y Negro (GND) sea entre 0,5 y 6 Vdc. ➔ NO=Cambiar la placa principal. ; SI=Cambiar el ventilador.

Instituto Argentino

Circuito para Probador de Motores BLDC Inverter (300 VCC).



Instituto Argentino de Refrig