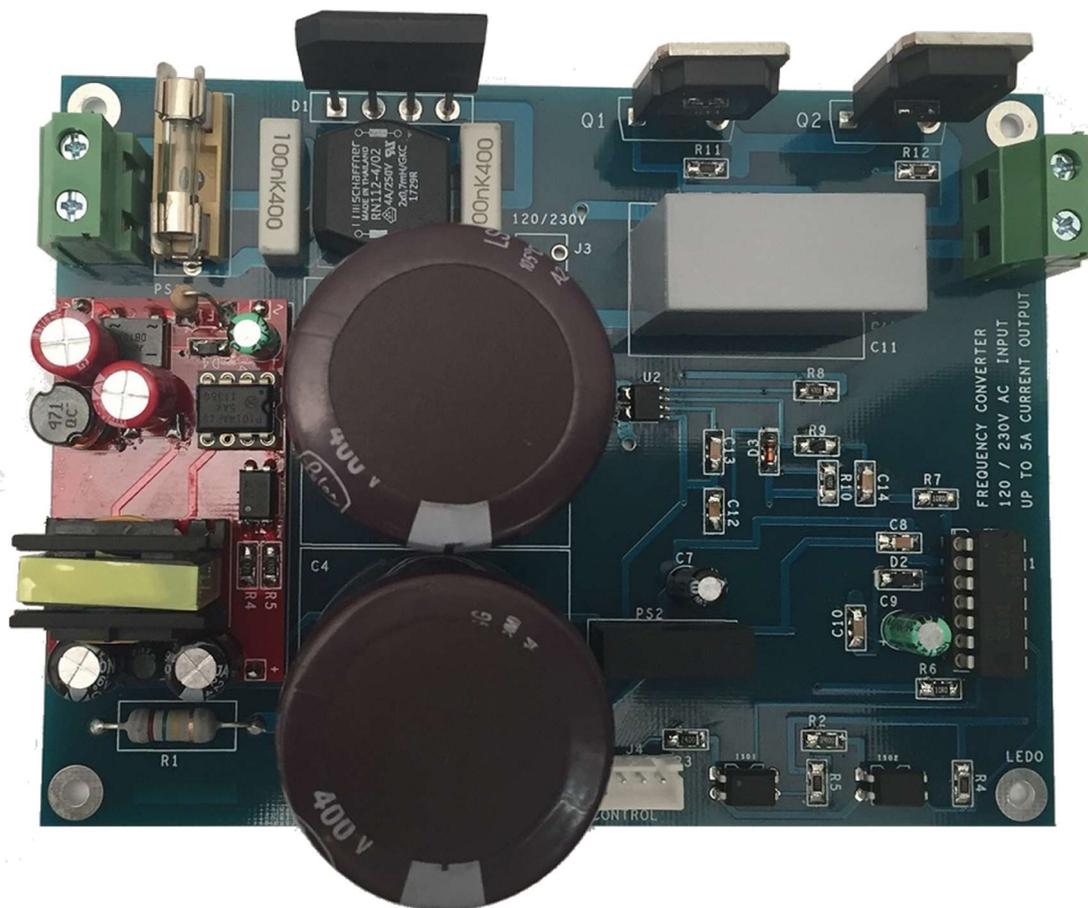


CONVERTIDOR DE FRECUENCIA MONOFÁSICO



- Voltaje de alimentación 110V / 230V AC
- Corriente de salida hasta 5 A.
- Driver IR2110 en la propia placa
- Protección de corriente
- C Snubber de alta calidad
- Frecuencia de salida hasta 50 KHz
- Compatible con Arduino y demás plataformas digitales
- Voltaje 12V DC disponible para alimentar el sistema de control

El módulo contiene todos los elementos de potencia necesarios para la implementación de un convertidor de frecuencia monofásico eficiente y versátil.

Aunque está orientado a servir como kit de entrenamiento y aprendizaje para estudiantes, también puede ser utilizado como parte de un convertidor profesional, con aplicaciones muy diversas:

- Control de velocidad por frecuencia de un motor monofásico de corriente alterna hasta 1HP
- Generación de alto voltaje, usando transformador de alta frecuencia
- Equipo de limpieza por ultrasonido
- Alimentación de vibradores con electroimán
- Etc.

Cuenta con un rectificador de red, que permite seleccionar el voltaje de alimentación entre 110V y 230V AC, para obtener en su salida un voltaje rectificado y filtrado, de unos 300V DC. Los capacitores C3 y C4 del filtro, cumplen además la función de divisor de voltaje, ofreciendo un punto medio para la conexión de la carga.

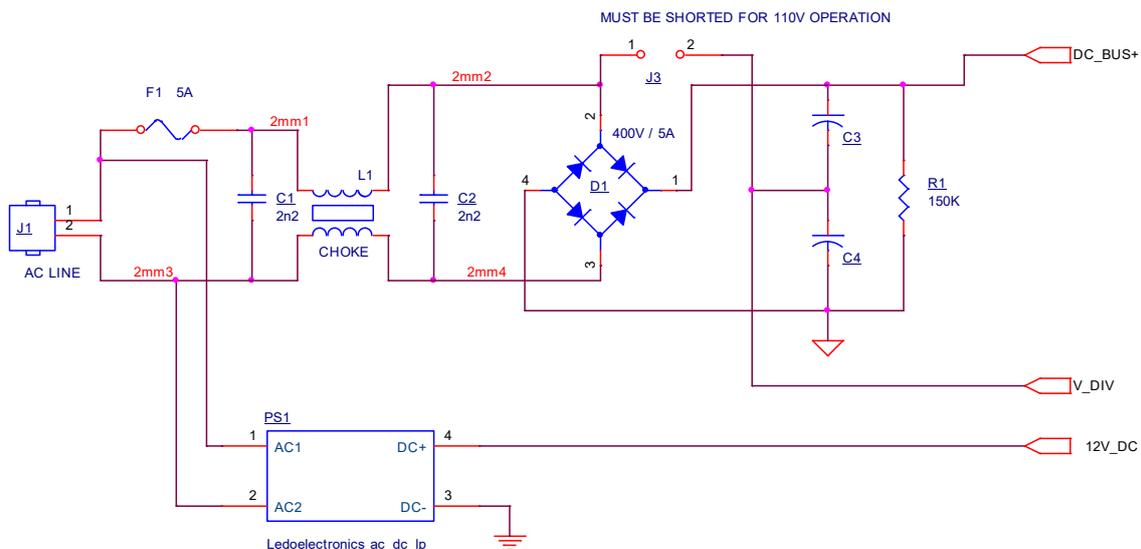


Fig.1. Circuito AC-DC.

La placa incorpora el módulo de alimentación PS1, fabricado por Ledoelectronics, que produce 12V DC aislado de la red, para la alimentación del sistema de control.

Para la excitación de los MOSFETs o IGBTs se ha implementado un amplificador de compuertas, basado en el popular CI IR2110 de *International Rectifier* en su conexión standard. Para su alimentación usamos el DCDC aislado TMA1212S, ya que los 12V DC los necesitamos aislado del potencial de la red, disponibles para el circuito de control. Por la misma razón, usamos dos opto acopladores para separar las señales de control.

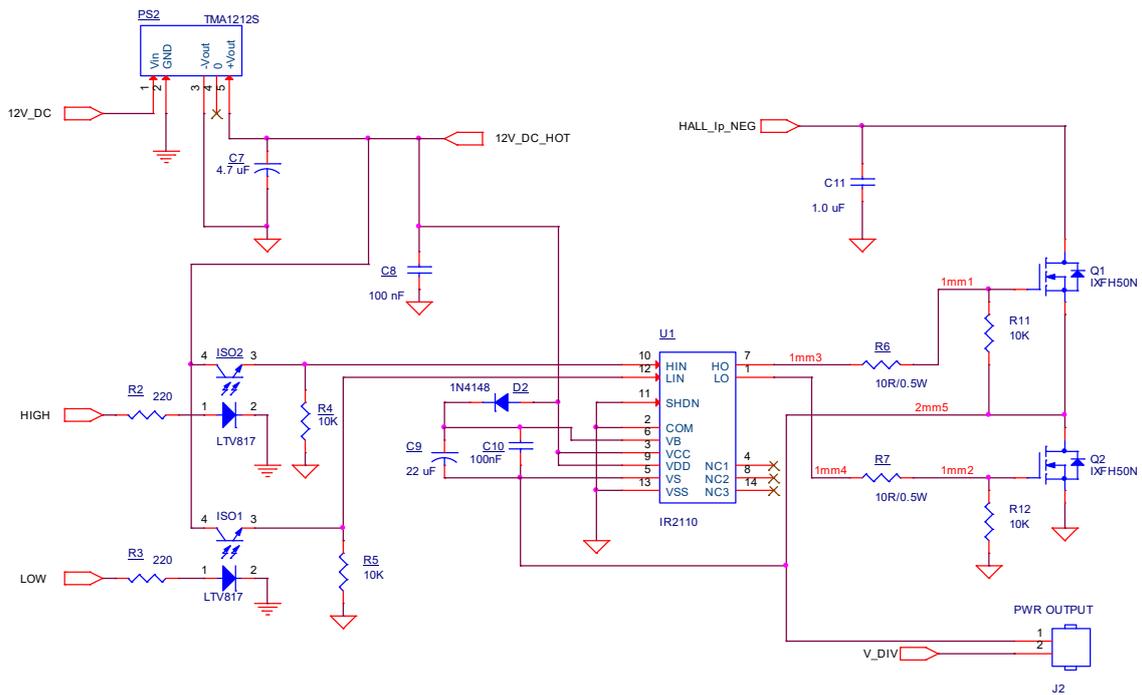


Fig.2. Circuito DC-AC.

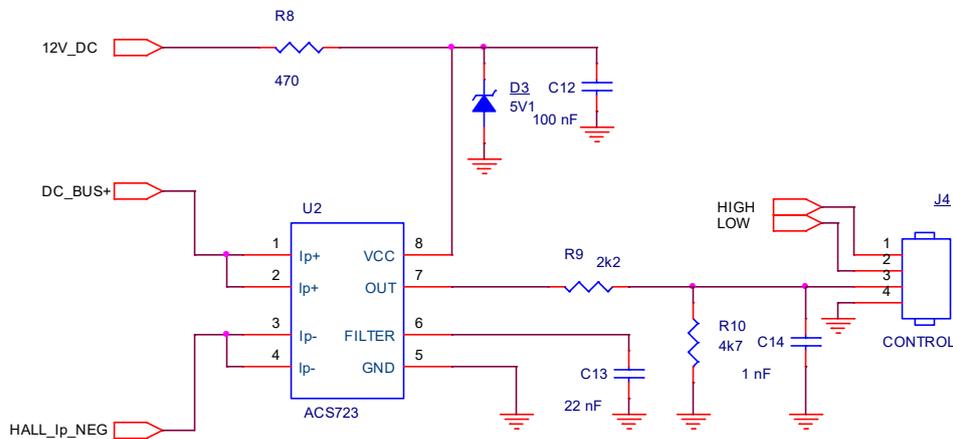


Fig.3. Sensor Hall, y entrada señales de control.

El CI ACS723-05 ofrece en su salida un voltaje analógico que depende linealmente de la corriente que circula por la carga del convertidor. Su valor es de 2.5V en ausencia de corriente, y se incrementa a una razón de 400 mV/A. Los resistores R9 y R10 forman un divisor de voltaje, para adaptar su salida a los microcontroladores de 3.3V. La señal analógica de corriente presente en el pin 4 del conector J4, puede ser usada por el circuito de control para la protección del convertidor.

SISTEMA DE CONTROL

Este módulo no cuenta con sistema de control alguno. Para su funcionamiento necesita un mínimo de dos señales digitales desfasadas 180° para la excitación de los transistores de potencia. Además, sería útil poder gestionar la señal analógica de corriente, como medio de protección.

El circuito de control para este convertidor es relativamente sencillo, y los que no están familiarizados con la programación de microcontroladores puede implementarlo con lógica cableada

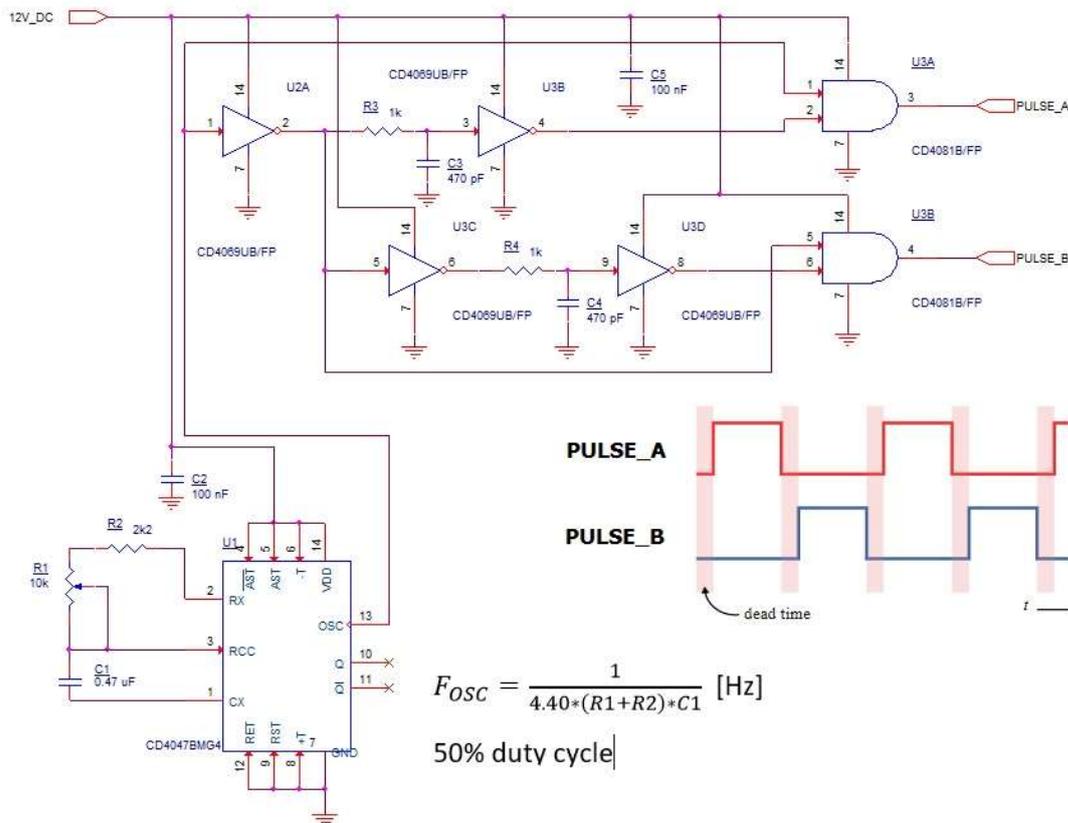


Fig.4. Circuito de control basado en el CI CD4047.

El CI CD4047 ya genera las dos señales desfasadas 180°, necesarias para el funcionamiento del convertidor (estas están presentes en los pines 10 y 11), sin embargo, no es recomendable su uso, por la ausencia de tiempos muertos.

En este tipo de convertidor ambos transistores de potencia se encuentran en el mismo brazo, y el voltaje de trabajo es alto (más de 300V). Una peculiaridad de todos los semiconductores de potencia que se usan como interruptores es que todos ellos son más rápidos al encenderse que al apagarse. Esto es aún más acentuado en el caso de los IGBT y tiristores.

Si utilizamos dos señales desfasadas 180° y con un ciclo de trabajo del 50%, entonces en cada conmutación (dos veces por periodo) ambos transistores se encuentran

conduciendo al mismo tiempo durante cientos de nanosegundos. Aunque muy corto, esto es un cortocircuito en toda regla, que baja el rendimiento del convertidor, genera gran cantidad de ruido y puede dañar los transistores. En la literatura inglesa esto se conoce como Shoot-through Current.

Por este motivo, en el circuito de la Fig.4. empleamos circuitería adicional para generar los tiempos muertos. A este circuito también podríamos añadir un comparador analógico LM293 y combinarlo con las dos compuertas AND no usadas en U3 para proteger el convertidor usando la señal de corriente del detector de Hall ACS723-05.

La lógica cableada es el pasado. Mucho más atractivo es realizar el sistema de control aprovechando los recursos de hardware presentes en los microcontroladores modernos que vemos en todas las plataformas digitales. El control con microcontrolador permite implementar modulación PWM, para reducir el voltaje de salida, a medida que disminuimos la frecuencia de trabajo de los motores, manteniendo el flujo en su valor nominal.

El módulo de desarrollo de Ledoelectronics **SAMTFT3.5 TOUCH** es pin a pin compatible con este convertidor y es el que ha sido usado durante su puesta en marcha y explotación. Incorpora un controlador ARM de 32 bits con módulo hardware para la generación PWM con tiempos muertos y ADC de 12 bits entre otros muchos periféricos.

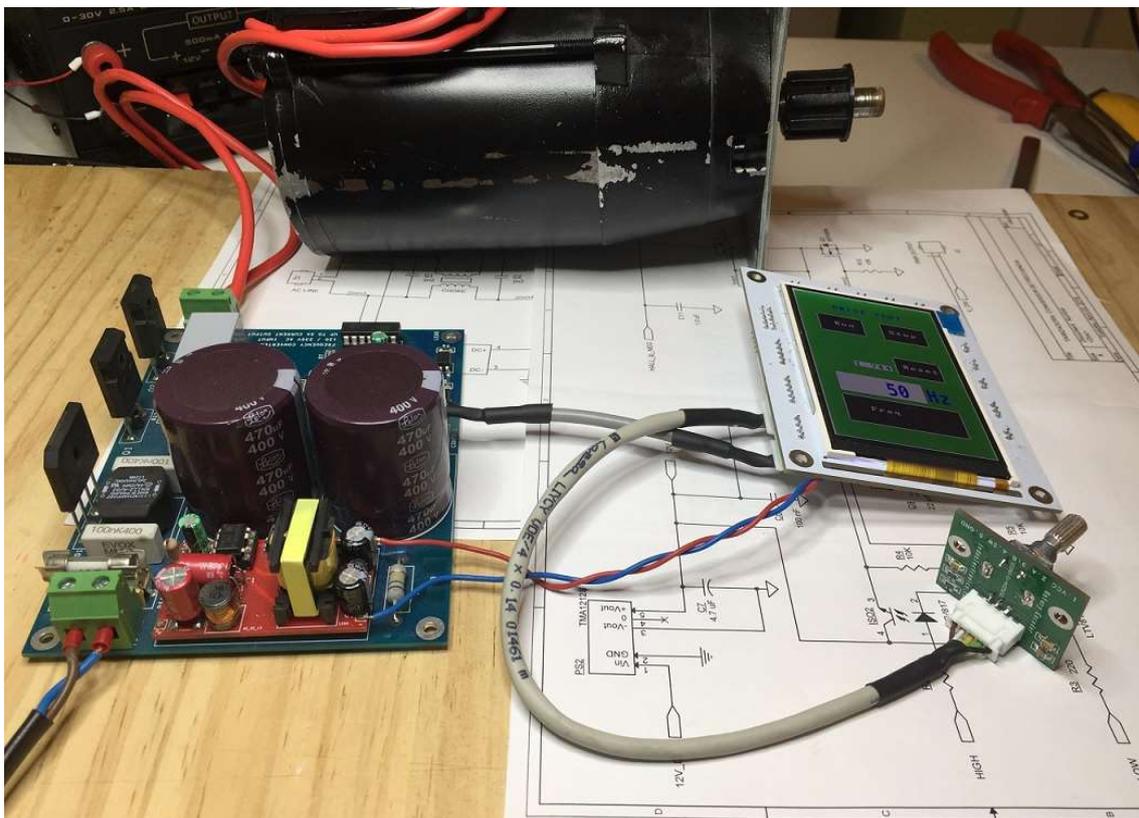


Fig.5. Control del convertidor usando el módulo SAMTFT3.5 TOUCH de Ledoelectronics.

Para controlar el convertidor, puede usarse cualquier sistema basado en microcontroladores. Su lógica es compatible con las plataformas de 3.3V, 5.0V y 12V. Todas las señales de control están debidamente aisladas del potencial de la red mediante opto acopladores. Los resistores R2 y R3 deben adecuarse al tipo de lógica usada para el control (3.3V y 5.0V por defecto).

El convertidor ha sido probado con éxito en la excitación del electroimán de una tamizadora comercial, que requiere frecuencias de trabajo entre 18 Hz y 40 Hz con una corriente de consumo de 2 amperios.

Es importante destacar, que esto es un circuito para adultos, La Electrónica de potencia es fascinante, pero peligrosa, se requiere un mínimo de conocimiento sobre convertidores de potencia, así como el cumplimiento estricto de todas las normas de seguridad. Manténgase fuera del alcance de los niños.