



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“Diseño y construcción de un Convertidor DC/AC Trifásico utilizando la Técnica PWM y Control de Frecuencia Mediante Microcontrolador”

Omar Fabricio Castro Iturralde¹, Javier Alberto Guapisaca Lino², Cristián Geovanny Morales Duque³, Douglas Plaza⁴

¹Ingeniero Eléctrico en Electrónica Industrial 2005

²Ingeniero Eléctrico en Electrónica Industrial 2005

³Ingeniero Eléctrico en Electrónica Industrial 2005

⁴Director de Tópico, Ingeniero Eléctrico en Electrónica Industrial, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2003, Profesor de ESPOL desde 2003

RESUMEN

Español

El proyecto consiste en implementar un convertidor DC/AC o inversor trifásico transistorizado para desarrollar prácticas en el Laboratorio de Electrónica de Potencia.

El mismo está constituido por un módulo de potencia, un módulo de control y un módulo de acoplamiento. La función básica del proyecto consiste en convertir la potencia DC entregada por una batería de 12 voltios, en potencia AC.

Esto lo logra al interactuar el modulo de control con el modulo de potencia mediante el uso de optoacopladores que sirven de acoplamiento.

El modulo de control esta constituido por un VCO, un circuito comparador y un microcontrolador. El modulo de potencia esta formado por transistores de potencia con sus respectivos diodos de proteccion.

La implementacion de este proyecto ayudara a reforzar los conocimientos teoricos aprendidos por los estudiantes sobre convertidores DC/AC en la materia de Electronica de Potencia.

Tambien se analiza la tecnica de modulacion de ancho de pulso. Seguido por la descripcion del equipo, materiales utilizados, fuentes y distribucion de componentes. Finalmente se realiza las pruebas y resultados experimentales.

English

The project consists of implementing a DC/AC converter or three phase transistorized inverter to develop practices in the Electronic Power Laboratory. It is composed by a power module, a control module and a coupling module. The basic function of the project consists of converting the DC power provided by a 12 volts battery, in AC power.

This is made when the control module interacts with the power module through the use of optocouplers that works as coupling.

The control module is formed by a VCO, a comparator circuit and a microcontroller. The power module is formed by power transistors with their respective protection diodes.

The implementation of this project will help to reinforce the theoretical knowledge received by the students about DC/AC converters in the subject of power electronic.

Also, the technique of Pulse Width Modulation is analyzed. This is followed by the equipment description, used materials, sources and device distribution. Finally the test and experimental results are realized.

INTRODUCCION

Los inversores tienen una grandes aplicaciones, entre las principales encontramos: las fuentes de alimentación ininterrumpidas y el control de la velocidad de los motores AC al permitir variar la frecuencia en el voltaje de salida que alimenta el motor.

En este proyecto se realiza un modulo de control que es el encargado de realizar la modulación de ancho de pulso y esta basado en un VCO (Oscilador Controlado por Voltaje), circuito comparador y microcontrolador PIC 16F84, el cual se encargara de recibir dos señales. La primera es una señal cuadrada V_c que proviene directamente del VCO. La segunda es una señal cuadrada llamada V_m (onda moduladora), que es el resultado de la comparación de una señal de referencia obtenida en un divisor de voltaje V_{ref} y una señal triangular V_p que proviene del VCO

Aquí se puede aclarar que el VCO genera una onda cuadrada V_C y una triangular V_p , y las ondas que ingresan al PIC son la onda cuadrada V_c y la onda modulada V_m .

La etapa de fuerza esta constituida por seis transistores TIP 121 de potencia, los cuales se encuentran gobernados por las señales A, B ,C y sus respectivos complementos $-A$, $-B$, $-C$.

CONTENIDO

El convertidor AC/DC de este trabajo esta constituido por:

- Módulo de Control.
- Etapa Aisladora.
- Modulo de Fuerza.

MODULO DE CONTROL

El modulo de control esta formado por el VCO (Oscilador Controlado por Voltaje), el bloque comparador y el microcontrolador esto lo observamos en la figura 1.

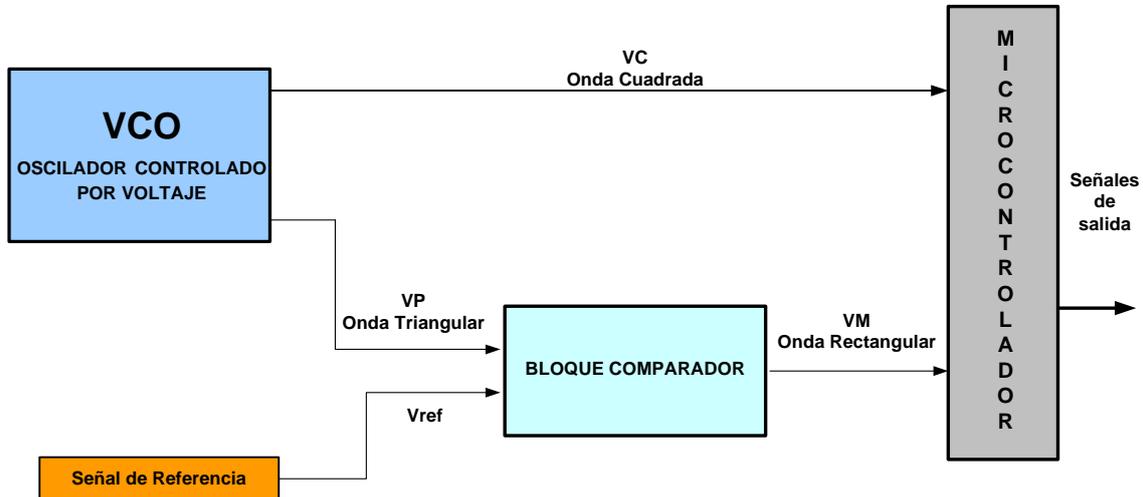


Figura 1 Modulo de control

Oscilador Controlado por Voltaje: se encargara de generar las señales de onda cuadrada **VC** y onda triangular **VP**, además realiza el control en la frecuencia de entrada del inversor mediante el uso de un potenciómetro.

La señal cuadrada **VC** generada a través del oscilador se amplifica por medio de un transistor el cual se encargara de amplificar la corriente en la salida de este, esta señal es un tren de pulsos cuadrados sincronizados con los puntos de cambio de la pendiente de la onda triangular **VP**, y servirá como entrada al microprocesador para el conteo de triángulos.

Bloque Comparador: Este bloque recibe en sus entradas dos señales, la primera una señal de referencia DC generada a través de un divisor de voltaje gobernado por un potenciómetro y la segunda generada por el VCO (oscilador controlado por voltaje) que es una señal triangula **VP** (Triangular portadora) que la nombramos anteriormente, estas señales se comparan y se

encargarán de generar un tren de pulsos rectangulares modulados **VM**, esta señal también ingresa como entrada al microprocesador y servirá para tener control sobre el ancho de pulso.

Microcontrolador: En base a las señales de entrada al microcontrolador este se encarga de producir las señales moduladas, con sus respectivos complementos.

Las formas de onda de salida del microcontrolador son tres señales cuadradas moduladas (**A, B, C**) con sus respectivos complementos (**-A,-B,-C**), estas señales se excitan a través de un buffer CMOS no inversor.

ETAPA AISLADORA

Esta etapa está constituida principalmente por seis optoacopladores, cada uno de estos tiene en la entrada conectada una resistencia y a la salida de los mismos un transistor que sirve para amplificar la señal que se envía a la etapa de fuerza, la figura 2 muestra como está constituido el circuito de uno de los seis optoacopladores.

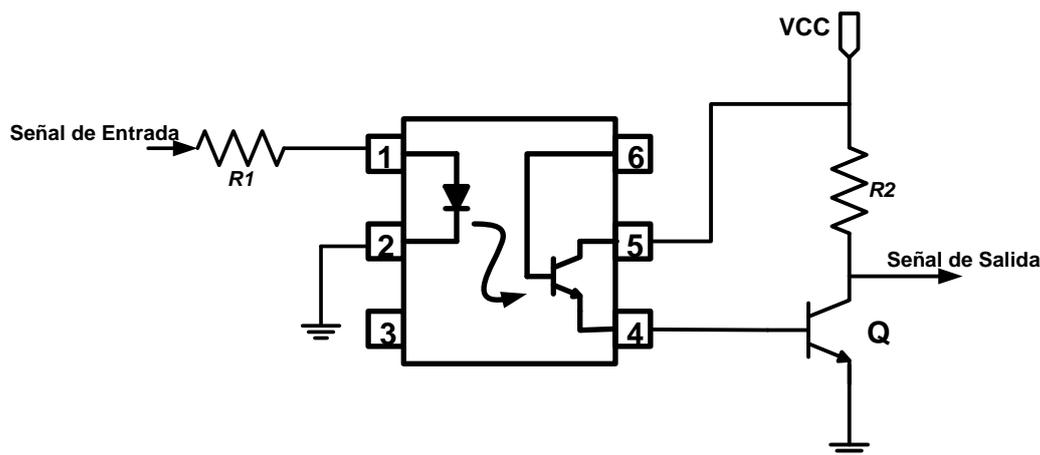


Figura 2 Circuito de Aislamiento

MODULO DE FUERZA

El modulo de fuerza esta constituido por:

- Seis transistores de potencia TIP 121 que son los elementos de conmutación, los cuales funcionan como interruptores y su funcionamiento depende de la señal que es enviada por el circuito de control.
- Seis Diodos de potencia conectados en paralelo con los transistores para protección de los mismos.
- Tiene una fuente de alimentación de 12 V

La figura 3 muestra el modulo de fuerza

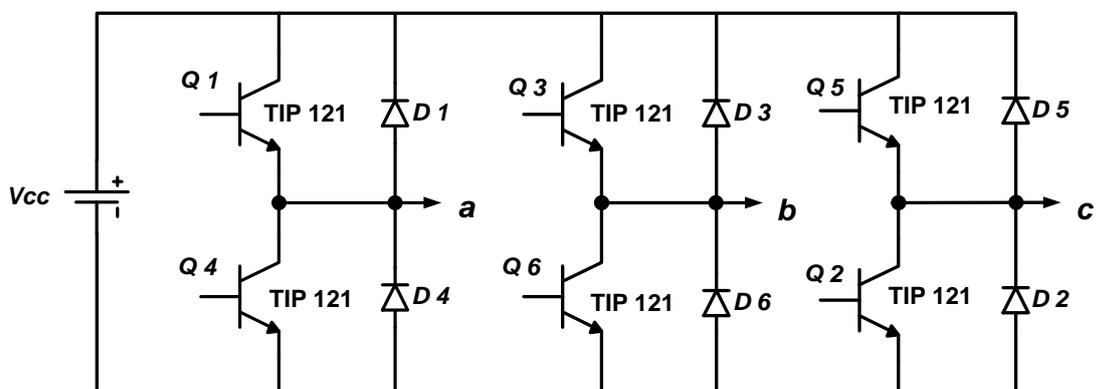


Figura 3 Modulo de Fuerza

A las bases de los transistores del modulo de fuerza le llegan las señales del modulo de control y de este modulo salen las tres líneas que alimentarán la carga.

CONCLUSIONES

- El proyecto consiste en un inversor trifásico transistorizado con modulación de ancho de pulso.
- El equipo construido sirve para reforzar las prácticas del laboratorio de Electrónica de Potencia.
- Los inversores son muy utilizados como variadores de frecuencia, los cuales sirven para controlar la velocidad en los motores de corriente alterna y también como fuentes de alimentación ininterrumpidas o UPS, que sirven para el funcionamiento de equipos de computo, comunicaciones, medicinas y electrodomésticos, cuando existe falla o en lugares donde no llega la red de energía eléctrica.
- Los circuitos de control y etapa aisladora no presentaron ningún problema, lo cual indica que los elementos seleccionados para su diseño fueron los adecuados.
- El circuito de control tiene muy poco consumo de potencia, es el encargado de realizar la modulación PWM, los elementos mas importantes que lo constituyen son un VCO (Oscilador Controlado por Voltaje), circuito comparador y un microcontrolador.

REFERENCIAS

Muhamma Rashid, *Electrónica de Potencia* (México, Prentice Hall Hispanoamericana S.A., 1993), pp. 356-400

Boylestad Robert L, *Electrónica Teoría de Circuitos* (México, Prentice Hall Hispanoamericana S.A., 1997), pp. 115-130

Coughlin Robert F, Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales (México, Prentice Hall Hispanoamericana S.A., 1996), pp.158-165, 170-173

Montejo Miguel Angel, Agosto 2002, Transistores de Potencia, <http://voltio.ujaen.es/esp/transis.htm>

Vega Odzomek Marcelo, Enero 2005, Transistores de Potencia en Conmutación, <http://marcelo.memebot.com/electronica/transistor/transistor02.html>

Marín José Luís, junio 2002, Transistores de Potencia, <http://www.uv.es/~marinjl/electro/transistores.html>

Hristov Alexander, Septiembre 2001, Diodo-Ciencia Net, <http://www.ciencia.net/VerArticulo/electronica/Diodo?idArticulo=22.html>

Ing. Efrén Herrera
Director Tópico