

VARIADOR DE VELOCIDAD PARA UN MOTOR MONOFASICO UTILIZANDO LA TÉCNICA DE MODULACIÓN SPWM.

Josnelihurt Rodríguez Barajas

*Universidad Pontificia Bolivariana SEC Bucaramanga, Km. 7 Vía Piedecuesta
Santander, josnelihurt@gmail.com Bucaramanga Santander.*

Abstract: En este trabajo se ha diseñado y construido un variador de velocidad para controlar un motor monofasico de inducción en lazo abierto. El proyecto se fundamenta en un convertidor de AC-AC, el cual internamente consta de dos convertidores: un convertidor no controlado AC-DC y otro convertidor controlado DC-AC que utiliza la técnica de modulación SPWM (de sus siglas en inglés *Sinusoidal Pulse Width Modulation*) para generar las señales de puerta de un puente de MOSFETs de potencia. El control se realiza mediante el microcontrolador dsPIC30f4013 que ha sido programado en lenguaje C y compilado utilizando el PCDWHD Versión 4.057. En este sistema los parámetros de funcionamiento se muestran en un modulo LCD 2x16 y tiene la posibilidad de realizar cambios de estos parámetros mediante un teclado matricial de 4x4. El controlador tiene un acceso rápido mediante dos pulsadores que permiten variar la frecuencia en pasos de 2 Hz. En este trabajo se han realizado diferentes pruebas con rampas de aceleración para el mejor funcionamiento del motor de inducción.

Keywords: SPWM, portadora, modulante, convertidor, motor de inducción, armónico, MIPS.

1. INTRODUCCIÓN

Los variadores de velocidad para motores de corriente alterna, son ampliamente utilizados en la industria. A través de estos elementos finales de control se actúa sobre determinados procesos en una planta.

A diferencia de un motor de CC donde el control de su velocidad se realiza variando la tensión media aplicada, en una maquina AC no es simplemente variar su tensión, puesto que este tipo de maquinas

funcionan a través de campos magnéticos giratorios, y no fijos como las de CC.

2. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS AC

Como producir un campo magnético giratorio?
Existen en realidad dos formas aunque la primera menos practica que la segunda.

- a. Mover una fuente de campo de magnético constante.

- b. Inducir a través de una corriente variable un campo magnético variable.

Pues es la segunda, la forma como trabajan la maquinas de AC.

La velocidad de un motor de AC, esta dada por la ecuación 1

$$\eta_s = 120 \frac{f}{p} \quad \text{Ecuación 1.}$$

Donde f es la frecuencia de la señal de AC a la cual esta sometida la maquina sincronía, y p es el número de polos de la maquina.

En esta ecuación se puede deducir que existen dos formas para variar la velocidad de un motor sincrónico monofásico.

Variar la cantidad de polos presentes en la maquina, a aunque parecería que se usará poco, en la actualidad eso es lo que sucede cuando se acciona un interruptor de una licuadora de hogar.

Pero como este método no es factible amenos que la construcción de la maquina este dado para ello, la velocidad de una maquina sincronía, seria una constante, pues la f es una frecuencia de la red eléctrica, para el caso 60 Hz.

Es por esta razón que al usar un conversor de AC-AC, se podría transformar la forma de onda de señal proveniente de la red por, una con características personalizadas, en este caso se puede variar la frecuencia de la señal, con esto se soluciona el problema de la variación de velocidad para una maquina sincronía.

3. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

En el año 2007 primer semestre, fue mostrado en la muestra institucional Expoeléctronica, la primera versión de este proyecto, el cual llego al primer lugar de la muestra, el proyecto titulado

CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR MONOFÁSICO AC

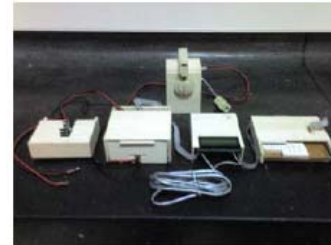


Fig. 1 Antecedentes.

Autores: Jaime Alberto Bayona Ospina y Josnelihurt Rodríguez Barajas

En este proyecto se varió la velocidad de un motor monofásico de polos sombreados, mediante la inversión de tensión DC, suplida por un banco de fuentes, el inversor fue construido con un puente de transistores BJT completo. Los transistores fueron complementarios es decir tipos N y P, lo cual facilita el disparo de los mismos.

El programa del sistema de control esta para un Microcontrolador dsPIC30f4013 en ASM30.

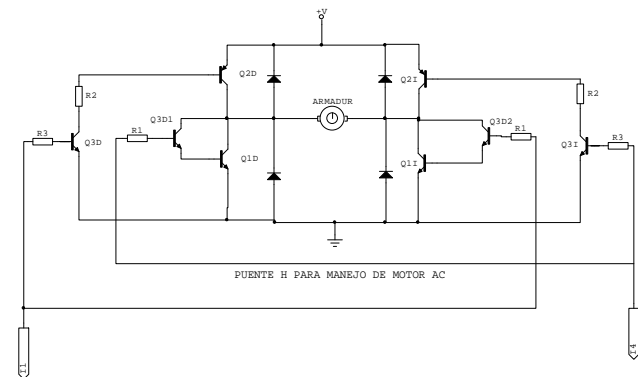


Figura 2. Puente BJT Complementarios Completo

Tipo de modulación PWM simple, en este proyecto se aplicaba en mediante una conmutación a la señal de entrada al puente (DC), para generar una portadora, una conmutación de los Transistores se hacia que existiera una inversión en la tensión aplicada en los terminales del motor.

4. EVOLUCIONES DEL PROYECTO

En versiones posteriores al proyecto se aumento la frecuencia de la portadora de 1.2kHz a 5Khz dado como resultado menores perdidas, pues al aumentar la frecuencia de conmutación el motor que se modela como una bobina y una resistencia, incrementa su impedancia, y por esto la corriente se acerca mas a la nominal.

Un siguiente paso fue el cambio de la estructura de la conmutación, para que los transistores del puente H recibieran una señal de continua, y en ellos se combinó la conmutación de la portadora, y la modulante.

Se estudió el método para realizar un aislamiento mediante opto-acopladores, con el fin de aislar las alimentaciones y tierras del sistema de control, para así prevenir, posibles daños, por corrientes que se pudiesen devolver del circuito de potencia.

Estos avances no fueron presentados ante el público pero fueron fundamentales, para el progreso del mismo.

5. AVANCES EN EL ACTUAL PROYECTO.

5.1. Control

El control se realiza mediante un controlador dsPIC30f4013.

El programa se encuentra escrito en C, y compilado mediante el PCDWHD Versión 4.057.

Debido a que en la actualidad la estabilidad de los microcontroladores de microchip versus otros sistemas de procesamiento, como FreeScale, el programa fue parcialmente escrito en CodeWarrior 6.1 para MCU, utilizando un MC68HC08gp32. pero debido a limitantes de velocidad no fue completado.

En la actualidad se encuentra en desarrollo una versión del este proyecto en un DSC MC56f8145, el cual alcanza una velocidad de 60 MIPS y se proyecta un próximo avance en un ADSP2191M de Analog Devices. El cual supera las 160 MIPS.

5.2. Modulación

Se mejora la modulación a una modulación SPWM, con esto se logra que la señal aplicada al motor reduzca drásticamente los armónicos, esto resulta en menores pérdidas, pues no se calienta el motor en exceso, y se evita una saturación del núcleo magnético, lo con lo cual se permite un incremento significativo de la velocidad.

5.3. Circuito de potencia.

El puente se cambia por un puente de MOSFET completo, puesto que en el transistor Bipolar la

corriente de base depende de la corriente de colector, para cargas significativamente altas, se tendrán corrientes de base significativamente altas, y se necesitan circuitos de disparo los cuales empiezan a consumir altas cantidades de energía lo cual reduce la eficiencia del sistema.

Esto se cambia al usar un puente con MOSFET porque estos dispositivos son activados por voltaje, y la corriente de compuerta es cero, esto hace que la eficiencia del circuito aumente.

Ahora surgen otros tipos de problemas, como el costo de los Transistores Mosfet de tipo P, y el disparo de los transistores tipo N.

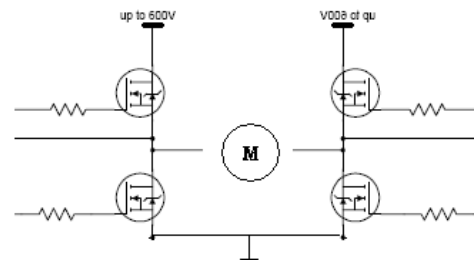


Figura 3. Puente Mosfet Tipo N Completo.

5.4. Circuito de disparo

Todas estas razones hacen que se decida introducir un circuito excitador de Transistores activados por campo, como son los IGBT y MOSFET, y esta en un IC de la casa IR denominado Driver IR2136.

Debido a que se observan en este proyecto tres etapas fundamentales

- a. Control
- b. Driver y adecuación de señal de disparo
- c. Puente H, de MOSFET, en configuración puente completo de transistores tipo N.

5.5. Alimentación del sistema.

Se usan 3 tipos de fuentes con aislamiento, una para cada alimentación, garantizando que no se pierda ningún elemento de control, por fallas o cortos en la salida.

Se diseñó un convertidor de AC a DC para obtener una señal, la cual será transformada, es decir invertida, para poder controlar su frecuencia y voltaje dependiendo de la velocidad necesaria.

6. PREGUNTAS FRECUENTES.

Por que usar solo Transistores tipo H?

Por costos pues el transistor tipo P es de casi el doble, de costo comparado con el tipo N de características similares.

Por que usar un Driver para disparar los Mosfet?

Por condiciones de disparo tanto en encendido como en apagado de los transistores.

Como aislar el control y porque tres fuentes, esto no es demasiado?

En realidad, no lo es pues en el momento en que se le impone una carga de tipo R-L al inversor, esto tiene una serie de implicaciones sobre el tema de armónicos, y muy probablemente pueden ser reflejados en la estabilidad del controlador, en cuanto a el aislamiento se realiza mediante sistemas ópticos acoplados, los proporcionan aislamientos del orden de los Mega Voltios.

Para mas dudas o consultas, pueden ser atendidas ante el correo de la primera página.

7. CONCLUSIONES

El avance más importante a la investigación de inversores SPWM, en la universidad, es el uso de nuevas técnicas las cuales abren las puertas a diversos proyectos, que podrían fundamentar el trabajo, pues se puede trabajar en:

1. Inversores trifásicos.
2. Control de lazo cerrado con control PI
3. Control Asistido por computadora.

Ampliaciones del circuito para controlar maquinas de más de ½ HP.

El siguiente paso en aplicaciones, es el desarrollo de programas en un lenguaje de alto nivel como es C.

RECONOCIMIENTOS

Especialmente darle gracias por su comprensión y apoyo desinteresado a las siguientes personas, las cuales han estado presentes a través del avance del presente proyecto.

Ph.D Omar Pinzon Ardila

M.Sc Juan Carlos Villamizar

M.Sc Alonso de Jesús Retamoso Llamas

REFERENCIAS

- [1] Rashid, Muhammad H. (2004) *Electrónica de Potencia. Circuitos, dispositivos y aplicaciones*. Tercera edición. Prentice Hall.
- [2] Chapman, Stephen J. (1996) *Máquinas eléctricas. Segunda edición*. Mc Graw – Hill.
- [3] Daniel W. Hart (2001) *Introduction to Power Electronics*, Pearson Education.
- [4] *C Reference Manual_10.31.05*, PIC C for DSPIC PCDReferenceManual.