

Variador de velocidad para motores trifásicos asíncronos

Marder, Felipe - Toranzos, Víctor - Aquino, Carlos de J. - Lombardero, Oscar G.

Depto. de Ingeniería Eléctrica FACENA. UNNE

9 de Julio 1449 2° P Lab. N° 7

E-mail: fmarder@exa.unne.edu.ar

Resumen

El presente trabajo con carácter de desarrollo tecnológico, forma parte del proyecto PI N° 19 / 04, aprobado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNNE, titulado “Aplicaciones Industriales basadas en Microcontroladores”

El mismo consiste en el diseño e implementación de un dispositivo electrónico destinado a variar la velocidad de giro de un motor eléctrico trifásico asíncrono, de manera continua dentro de ciertos límites, mediante la variación de la frecuencia de la tensión aplicada.

Antecedentes

Tanto en la industria, como en aplicaciones específicas, es común encontrarse con la necesidad de variar la velocidad de un motor en forma continua y manteniendo el torque en el eje. También en ocasiones es necesario proporcionar a los motores un arranque suave y gradual. Para ello se idearon gran cantidad de motores específicos y equipos de regulación que permitan satisfacer estas necesidades.

Entre los más comunes en uso, se encuentran los motores de corriente continua controlados mediante la tensión del inducido y los motores asíncronos trifásicos controlados mediante la variación de frecuencia.

Los motores de continua tienen las desventajas de ser más caros, voluminosos y necesitar mayor mantenimiento debido a que utilizan carbones.

Por lo expuesto anteriormente y por el amplio desarrollo de dispositivos de estado sólido que permiten conmutar grandes corrientes a tensiones industriales, se popularizó el uso de variadores de frecuencia para motores asíncronos.

Dado que aun hoy, los equipos disponibles en el mercado son de costo relativamente elevado, motiva nuestro esfuerzo y dedicación al desarrollo de variadores de frecuencia para pequeños motores (del orden de 1/2 H.P.).

Materiales y Métodos

El desarrollo efectuado pretende obtener un prototipo simple de un variador de velocidad, aplicable a motores trifásicos asíncronos pequeños, con el que se puedan estudiar en detalle los problemas que aparecen cuando se intentan controlar motores e incluso extrapolar los resultados para los de mayor potencia y adoptar las soluciones pertinentes.

Criterios utilizados en el diseño

De tipo general:

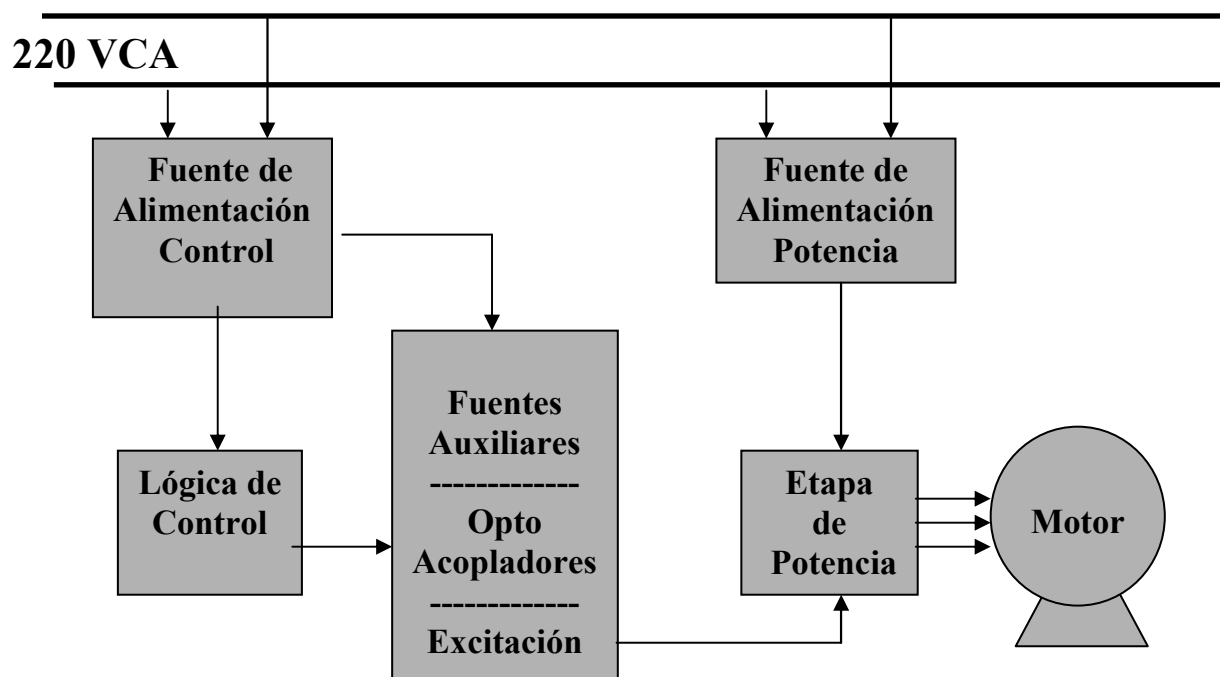
- 1) Empleo de materiales electrónicos comunes, que se puedan conseguir en plaza.
- 2) Minimización del costo de los materiales electrónicos utilizados.
- 3) Seguridad en la operación, simpleza en el manejo.
- 4) Diseño orientado hacia la posibilidad de implementarlo con Microcontroladores en una etapa posterior.

De tipo técnico:

- 1) Forma de Tensión generada del tipo Cuasi senoidal (Escalones Rectangulares).
- 2) Generación de tres fases, desfasadas 120 ° entre sí.
- 3) Tensión eficaz entre fases debe ser función de la frecuencia, para compensar las variaciones de corrientes debidas al cambio de frecuencia, esta condición limitará el rango de variación de frecuencias.

Desarrollo:

A continuación se presenta un diagrama en bloques de las distintas etapas necesarias para implementar el variador propuesto. Explicaremos brevemente su funcionamiento. El equipo se energiza íntegramente de la red domiciliaria monofásica de 220 voltios, 50 Hz.

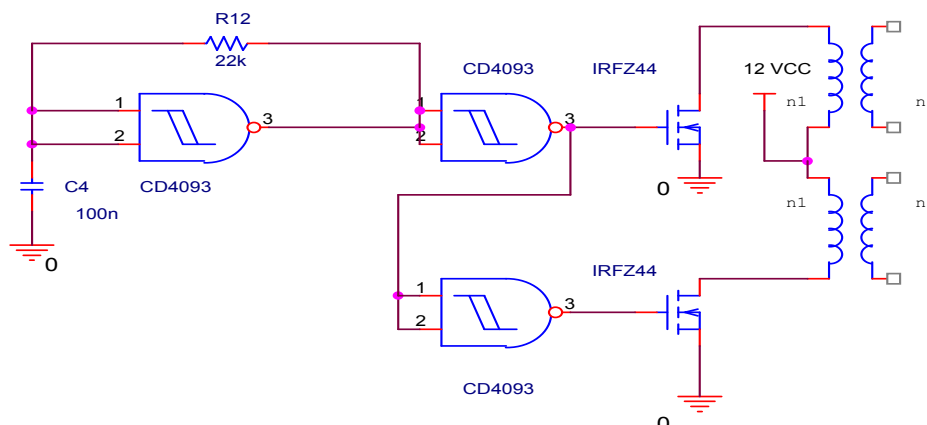


Fuentes de alimentación:

- 1) Fuente de alimentación de la etapa de control, suministra 12 voltios de Corriente Continua a 1 Ampere, consiste en un transformador, un rectificador de onda completa en configuración puente, implementada con diodos 1N4001 y un filtrado de tipo C, con una capacidad de 2200 uF / 16 voltios.
- 2) Fuente de alimentación de potencia, de aproximadamente 300 voltios de Corriente Continua, destinada a suministrar la potencia que activará el motor, consiste en un puente rectificador de onda completa implementado con diodos de 6 amperes , 1000 voltios y filtrado con condensador de 400 uF / 400 Voltios, conectada directamente a la red.
- 3) Fuentes Auxiliares destinadas a la excitación de los FETs de la etapa de Potencia. Consiste en cuatro fuentes de 12 voltios de Corriente Continua, independientes, las que utilizan un solo transformador con cuatro secundarios idénticos. Es una fuente de tipo conmutado a una frecuencia de aproximadamente 1 kHz. Utiliza la tensión suministrada por la fuente de control, la que es aplicada a un transformador con relación 1:1 (entre cada rama del primario y cada devanado secundario) posteriormente rectificadas en media onda por medio de diodos 1N4148 y filtrada con capacitores de 10 uF / 16 Voltios.

Detalles Fuentes Auxiliares:

En la implementación de estas fuentes se utilizaron tres secciones del CD4093 (Cuádruple compuerta NAND de dos entradas con disparador de Schmitt), dos FETs IRFZ44 y un transformador con primario con punto medio, se hace notar que sólo están representados dos de los devanados secundarios.



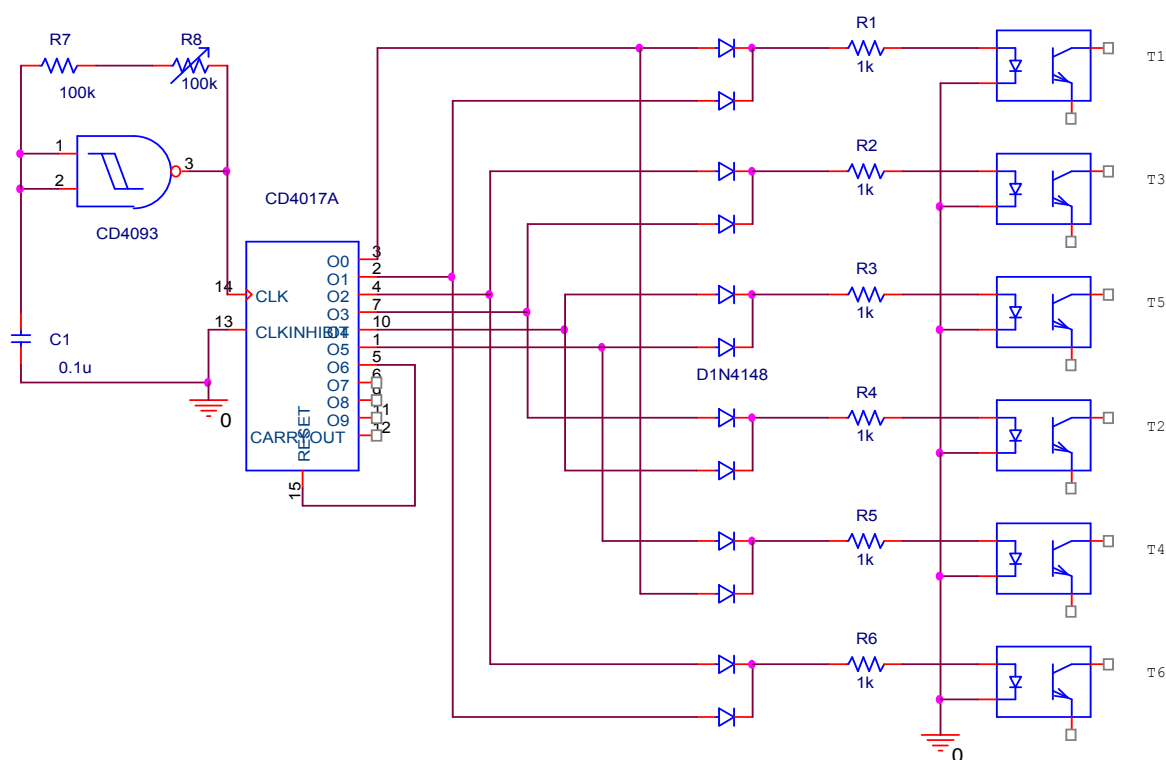
Lógica de Control:

Primeramente se estableció una secuencia de conmutación que cumpla con los requisitos anteriormente enumerados, a los que se agrega una conexión del motor en configuración estrella. T1 a T6 son los optoacopladores que irán conectados a los correspondientes FETs de la etapa de Potencia, M1 a M6.

Para su realización se utilizó un contador CD4017 (Contador / Divisor Johnson de 5 etapas, con 10 salidas), seguido de compuertas OR implementadas con diodos 1N4148, los que alimentan los leds de los optoacopladores PC817 a través de resistencias limitadoras de 1 kOhm.

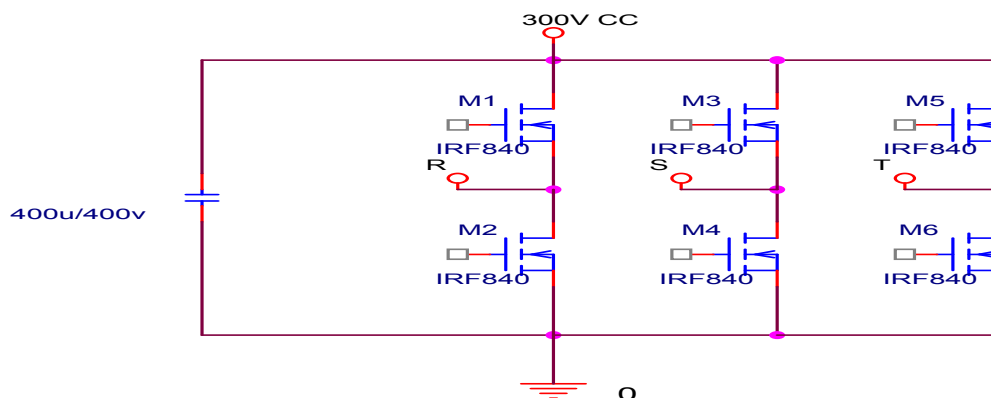
La base de tiempo que provee la señal de reloj al contador, se la implementó con una sección de un CD4093 y un circuito RC; como parte de la rama resistiva se incorporó un potenciómetro de 100 kOhm, que es el que nos permitirá variar la frecuencia de la tensión aplicada al motor.

Secuencia	1	2	3	4	5	6
Grados	60	120	180	240	300	360
T1						
T2						
T3						
T4						
T5						
T6						



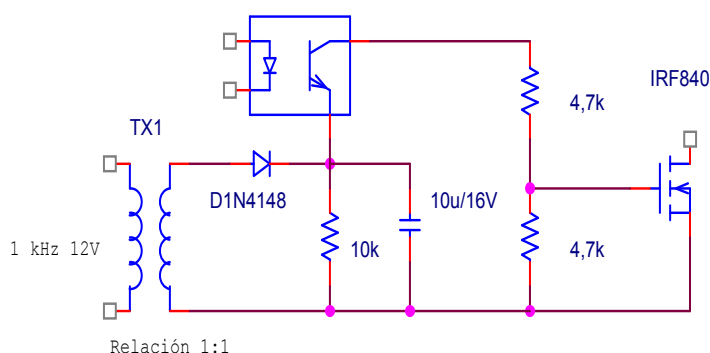
Etapa de potencia:

La etapa de potencia consiste en un puente trifásico realizado con seis transistores MOSFET de Canal N (IRF840), estos componentes son de bajo costo y eléctricamente muy robustos ($V_{DS} = 500$ voltios, $I_D = 8.0$ amperes, $R_{DS} = 0.85$ Ohm). El puente está alimentado desde la fuente de alimentación de potencia, ya descrita en párrafos anteriores.



Excitación de los FETs:

Se observa en el esquema utilizado, que los FETs M2, M4 y M6 tienen su terminal de surtidor conectado a la masa general, no ocurre lo mismo con los terminales de surtidor de M1, M3 y M5; en consecuencia para poder excitar cada uno de ellos en forma independiente, respecto de su propio terminal de surtidor es necesario generar cuatro fuentes aisladas. Una de ellas para cada uno de los FETs cuyo drenador se encuentra conectado a 300 Voltios (tres) y otra para los tres FETs cuyo terminal surtidor se halla a potencial de masa general. Para comandar cada FET se utilizó un optoacoplador. R, S y T son los puntos de conexión a los terminales del motor trifásico asincrónico.



Discusión de Resultados - Conclusiones

Concluida la construcción del prototipo, se lo ensayó con un motor trifásico asincrónico marca Czerweny, modelo 634B/07, de 0,25 CV conectado en configuración estrella.

Se obtuvo una variación de frecuencia comprendida entre 28 Hz y 62 Hz, correspondientes a las posiciones extremas del potenciómetro de control de 100 kOhm. La limitación en el límite inferior del rango de frecuencias se debe a la necesidad de limitar el aumento de la corriente demandada. La tensión eficaz de salida obtenida fue de 3 x 250 voltios. En el rango de frecuencias ensayado, la velocidad del motor varió en forma continua, sin ningún tipo de oscilaciones espurias.

A pesar de su sencillez y bajo costo, este prototipo será muy útil para el estudio del control de velocidad de motores y si se implementa un control para limitar la corriente en las frecuencias mas bajas, podrán ampliarse sus prestaciones al arranque suave de motores, además del control de la velocidad.

Bibliografía

- 1) Power Electronics and motor control. W. Shepherd. L. N. Hulley. D. T. W. Liang. Cambridge University Press. 1996.
- 2) Electric Motors & Control Techniques. Gottlieb Irving M. McGraw Hill. 1994.
- 3) www.national.com/ds/CD/CD4093BC.pdf
- 4) www.national.com/ds/CD/CD4017BC.pdf
- 5) www.irf.com/product-info/datasheets/data/irf840.pdf