

Diseño y Construcción de un Convertidor DC/DC utilizando la técnica PWM, aplicado al Control de Velocidad de un Motor DC.

Douglas Plaza Guingla¹, Martín Ordóñez Sigüencia², Oscar Haro Benalcazar³, Norman Chootong⁴.

¹ Ingeniero Eléctrico especialización Electrónica Industrial

² Ingeniero Eléctrico especialización Electrónica Industrial

³ Ingeniero Eléctrico especialización Electrónica Industrial

⁴ Director de Tópico. Ingeniero Electrónico. Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1982, Postgrado Guayaquil, ESPAE, Profesor de ESPOL desde 1983

RESUMEN.

El grupo de Tópico propone construir un equipo didáctico para el control de velocidad de un motor de CC utilizando la técnica de PWM, por medio de un microcontrolador PIC 16F871.

La contribución de este equipo será la de complementar conocimientos teóricos, así como el desarrollo de prácticas para los estudiantes del Laboratorio de Electrónica de Potencia sobre los convertidores DC/DC, también conocidos como Troceadores.

El voltaje de alimentación está formado por una fuente de 24 V DC, voltaje que es aplicado en la etapa de potencia, la cual servirá para alimentar directamente de voltaje a la Armadura de un motor DC con excitación separada.

El equipo diseñado consta de un teclado con varias opciones, un display LCD que permite visualizar algunos parámetros, borneras para realizar las conexiones necesarias, etc.

El equipo didáctico se encuentra montado en una estructura metálica la cual consta de un panel frontal en donde se encuentran el Display, Teclado, Dispositivos de Protección y las borneras donde se realizara el cableado del motor y de la batería.

INTRODUCCIÓN.

El equipo didáctico diseñado se fundamenta en el principio teórico de los convertidores DC / DC, conocidos también como troceadores.

La aplicación practica esta orientado hacia el control de velocidad de un motor de corriente continua.

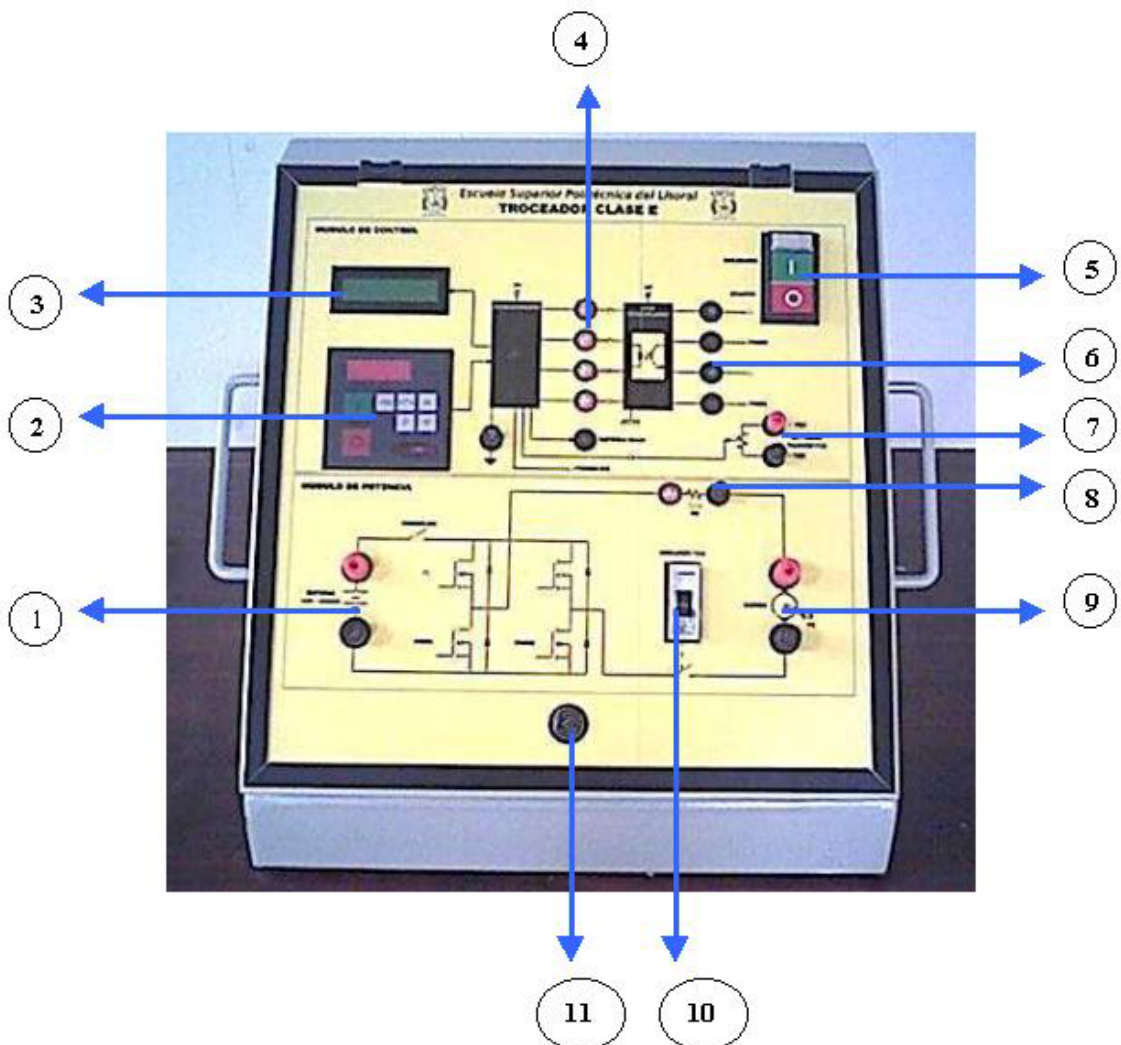
Como en todos los controladores de velocidad de motores, nuestro proyecto consta de las etapas de control y potencia. El diseño del circuito de control esta basado en un microcontrolador perteneciente a la empresa Microchip. La etapa de potencia emplea como elementos principales a los transistores de efecto de campo (MOSFET) porque combina características de velocidad y menor consumo de potencia.

En el diseño del equipo se considero la posibilidad de manejar conjuntamente con el control de la velocidad, la inversión de giro del motor. Para ello los MOSFET se encuentran dispuestos en una configuración tipo Puente H.

Con la ventaja de los sistemas digitales sobre los sistemas analógicos se ha podido mejorar los diseños de la etapa de control de los equipos destinados al manejo de Motores. Nuestro sistema de control es completamente digital, basado en la tecnología de los Microcontroladores PIC. y tiempos empleados en el diseño, además que son sistemas abiertos a cualquier cambio o mejora que se le quisiera adicionar.

CONTENIDO.

En primer lugar se debe señalar que el objetivo propuesto se ha cumplido, los resultados conseguidos en la implementación de las diversas partes que se componen son satisfactorios. El diseño y construcción del Convertidor DC/DC (Troceador Clase E) manejado por microcontrolador y realizado como proyecto de tónico, surgió del deseo de brindar al Laboratorio de Electrónica de Potencia un equipo que permita realizar practicas, donde el estudiante pueda notar la utilidad y ventajas de esta técnica de control que lo diferencian de los otros equipos que actualmente se encuentran en el laboratorio. Este proyecto de tónico fue llevado a cabo mediante la investigación de la técnica de control, el diseño y la realización de muchas



pruebas que permitieron tener en la actualidad (entrega del proyecto) este Convertidor trabajando en optimas condiciones.

1. Alimentación del Circuito de Potencia.

Terminales de conexión de la batería 12V / 24 V . Terminal rojo Positivo, terminal negro Negativo. (Respetar Polaridad).

2. Teclado.

Permite la variación de parámetros del equipo.

I Tecla **ACEPTAR.**

O Tecla **CANCELAR.**

↔ Tecla **GIRO.**

P Tecla **FRENO.**

△ Tecla **SUBIR.**

▽ Tecla **BAJAR.**

3. Pantalla.

Permite visualizar el Ciclo Útil (PWM) en porcentaje, además de la Velocidad del motor en RPM (Revoluciones por minuto).

4. Puntos de Prueba.

Permite visualizar las señales de salida (R, L, PWM) del Microcontrolador por medio del Osciloscopio. Para una correcta visualización de las señales, deberá hacer uso del terminal GND de la alimentación del Microcontrolador, ubicado al costado derecho del TECLADO.

5. Encendido/ Apagado del Equipo.

6. Luces Indicadoras de las señales de Control de Compuerta.

7. Entrada del Tacómetro.

Terminales en los cuales se conecta el voltaje generado por el Tacómetro. La relación de Voltaje con respecto a la velocidad es aproximadamente 20 voltios por cada 1000 rpm.

8. Resistencia Serie (Rs).

Resistencia de 0.1Ω conectada en serie con la carga, permite visualizar la forma de onda de la corriente en la carga, a través de un Osciloscopio.

9. Voltaje de Salida.

Terminales que van a ser conectados a la armadura del motor DC .

10. Breaker de Protección.

Elemento de protección de posibles fallas en la carga.

11. Cerradura.

Permite la apertura o cierre del panel frontal del equipo.

La elección de los elementos de conmutación para el Modulo de Potencia de este trabajo pudieron haber sido transistores de potencia de compuerta aislada o IGBTs que tendrían un mejor rendimiento a las frecuencias de operación. Esa opción fue descartada, ya que la operación de estos elementos es más delicada ante las constantes pruebas que necesita la realización de este proyecto, donde el factor económico también entra en juego por los posibles daños que pueden ocurrir. Esta recomendación debe ser considerada para futuros proyectos, siempre que se revise la operación de este equipo, a fin de mejorar su funcionamiento.

Se hace imprescindible el uso de un circuito de control que proporcione una secuencia de encendido correcto, tal que, permita el encendido siempre y cuando el módulo de control (microcontrolador) posea sus señales estabilizadas autorizando el encendido del módulo de potencia. De igual manera, se debe cumplir con una secuencia de apagado que apague primero potencia y por último control.

Todas las conexiones deben hacerse con cuidado, siguiendo paso a paso las instrucciones del Manual de Usuario. Se debe tener en cuenta que el profesor o ayudante asignado deben estar presentes para verificar que todo sea realizado de manera apropiada con el único fin de preservar el equipo.

CONCLUSIONES.

La realización práctica de un proyecto permite verificar la teoría referida al tema tratado, por la continua experimentación que esto implica. Las conclusiones que se presentan se las ha realizado tomando en cuenta las debilidades y fortalezas que tiene el equipo.

- El diseño de un Convertidor DC/DC, implica mucho más que la generación de pulsos, es tan importante la parte de potencia, los circuitos auxiliares, circuitos de monitoreo y sobre todo el acoplamiento de todas estas partes, constituye un trabajo que requiere mucho cuidado ya que generan problemas, principalmente de ruidos, descargas estáticas, aislamientos, etc.
- La disipación de potencia en los MOSFET de potencia hace necesario el montaje de disipadores de calor, ya que en ausencia de estos, la capacidad para soportar sobrecargas instantáneas es mínima, el otro elemento que disipa calor es la resistencia limitadora de la corriente, la misma que con un correcto dimensionamiento de potencia no tiene problemas de operación.

- El proyecto realizado es de tipo demostrativo, su aplicación se limita solo para motores de pequeña potencia debido a que los MOSFET de potencia no soportan una corriente mayor a 20 A y un voltaje mayor 100 V.
- Por lo que concierne al Modulo de Control se puede decir que al haber utilizado un Microcontrolador, la cantidad de elementos necesarios es menor y por lo tanto resulta más sencillo el circuito.
- La localización de fallas se ha facilitado con la disposición de puntos de prueba y de luces indicadoras (leds).
- La limitación de la corriente ofrece una excelente protección para el motor durante el periodo de arranque.
- No se ha realizado un análisis matemático profundo del equipo puesto que el interés del trabajo desarrollado es práctico y esta destinado al laboratorio de Electrónica de Potencia de la ESPOL.
- La variación de velocidad es mayor cuando se varía el Ciclo Útil, ya que un incremento de 25% representa un aumento de aproximadamente 790 RPM, al mismo tiempo que es notorio el aumento de corriente.

REFERENCIAS.

1. José Maria Angulo., MICROCONTROLADORES PIC. Diseño práctico de aplicaciones (2da. Edición, España, Mc. Graw-Hill, 1999), pp. 105-150
2. CEKIT., ENCICLOPEDIA MICROCONTROLADORES PIC., (Compañía Editorial Electrónica, 1997.), pp. 5-115
3. Timothy Maloney., ELECTRONICA INDUSTRIAL MODERNA., (3ra.Edición, New York , Prentice Hall, 1997).pp 658-675
4. Stephen J. Chapman., MAQUINAS ELECTRICAS , (3ra.Edición, New York, Mc Graw Hill ., 2000), pp. 546-596.
5. Muhamed Rashid, ELECTRONICA DE POTENCIA, (2da. Edición, México, Prentice Hall Hispanoamericana S.A., 1995), pp. 303-353.