



ENSEÑANZA

Construcción de una instalación experimental para el estudio de los microcontroladores en la Ingeniería Eléctrica

Ing. Yoel Rosales Hernández.
yoelraul@cipel.ispjae.edu.cu
MSc. Aldo Florencia Puerto.
MSc. Mercedes Canasí Piñeiro

RESUMEN / ABSTRACT

Este artículo expone las características técnicas fundamentales del diseño y construcción de una instalación experimental para la ejecución y el desarrollo de nuevas prácticas de laboratorio de la asignatura de Microprocesadores II, en la Ingeniería Eléctrica.

Palabras claves: Microcontroladores ,Inversores , IGBT

This paper exposes the fundamental technical characteristics of the design and construction of an experimental installation for the execution and the development of new practices of laboratory of the subject of Microprocessors II, in the Electric engineering.

Keywords: Microcontroladores ,Inversores , IGBT

INTRODUCCIÓN:

En el proceso de asimilación y explotación de las características de los microcontroladores en la Ingeniería Eléctrica, es de vital importancia poder llevar a la práctica las potencialidades que brindan estos dispositivos como órganos de control discreto. Por este motivo, la disciplina de Electrónica de Potencia se planteó la necesidad de diseñar y construir una instalación que sirviese como soporte físico para la ejecución de aplicaciones de control digital sobre sistemas de potencia.

Una vez alcanzado este objetivo, en las prácticas de laboratorios de la asignatura Microprocesadores II, el estudiante tendrá la posibilidad de poner en marcha y comprobar la efectividad de los algoritmos de control estudiados en clases, además de desarrollar y experimentar nuevas soluciones de manejo de circuitos inversores monofásicos, trifásicos, accionamientos eléctricos, etc.

DESARROLLO:

En el laboratorio se cuenta con un sistema de desarrollo llamado Fénix-51, el cual tiene por unidad central al microcontrolador 8031 y que además cuenta con 2 interfases programables 8255, un bus de expansión de puertos, un canal de comunicación con la PC vía puerto serie y otros dispositivos que le confieren al sistema mucha flexibilidad y facilidades de trabajo para emplearlo oportunamente como controlador de la instalación experimental. La figura 1, muestra en esencia la función para la cual se ha planteado la construcción de dicha instalación.

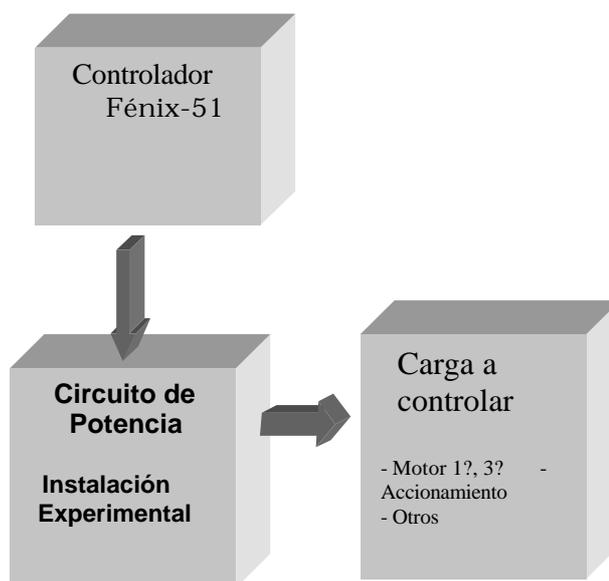


Fig. 1 Relación Fénix-51---Inst. Exp---Carga

Por este motivo las concepciones básicas del diseño de la instalación responden a la siguiente configuración:

- q Conector de la señal de control.
- q Circuito de acoplamiento y excitación.
- q Conector de fuerza.
- q Bloque de potencia.
- q Disipador de potencia.

Notas de diseño de la instalación

§ Bloque de potencia:

El bloque de potencia empleado es del tipo CPV364MF, este es un inversor trifásico de IGBT, fabricado por la compañía INTERNATIONAL RECTIFIER, sus características y estructura interna se muestran a continuación, ver figura 2:

- Frecuencia típica de trabajo: 5 k Hz.
- 12 Amperes efectivos por fase, 3.8 kW.
- $T_c = 90\ 0\ C$, $T_j = 125\ 0\ C$.
- Voltaje en el Bus de CD 600 V.
- Factor de potencia 0.8.
- Índice de modulación 80%.

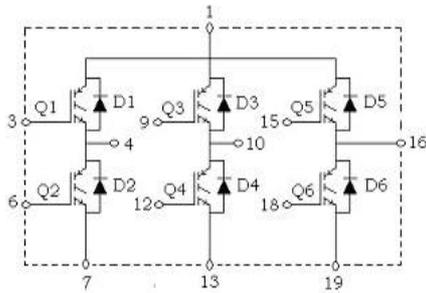


Fig. 2 Distribución de los pines del cpv364MF

§ Conector de fuerza:

Presenta 5 puntos de conexión (ver figura 3), estos son:

1. Vcc del bloque de potencia (600 V máx)
2. Emisor flotante de la primera rama(fase A)
3. Emisor flotante de la segunda rama(fase B)
4. Emisor flotante de la tercera rama (fase C)
5. Tierra.

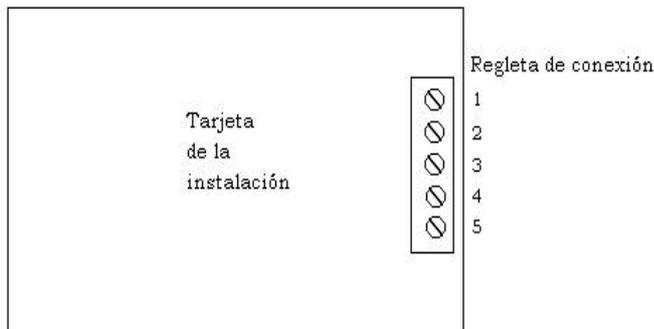


Fig.3 Posición de los puntos de conexión de la fuerza.

· Circuito de acoplamiento y excitación:

Está formado por 3 canales de operación independiente y cada canal presenta:

- 1 Acoplador óptico.
- 1 Circuito integrado IR2155.
- 2 Redes de disparo.

Acoplador óptico:

Su función es aislar ópticamente los circuitos de control y fuerza. El acoplador que se emplea es del tipo 4N26. Debido a que éste no presenta una alta velocidad de respuesta, se hace necesario

instalarle un circuito externo con el fin de lograr una señal de salida adecuada a los requerimientos que exige el circuito excitador IR2155. En la figura 4 se muestra la configuración diseñada.

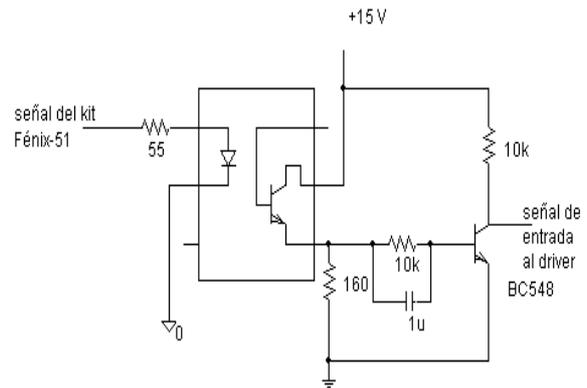


Fig. 4 Configuración externa al acoplador óptico.

La figura 5 b) ilustra la señal de salida del acoplador 4N26 sin el circuito de optimización, como se aprecia, las pendientes de ésta demuestran la lentitud de respuesta antes mencionada. Una vez instalado el circuito externo, mostrado en la figura 4, la señal que llega al IR2155 mejora apreciablemente, ver figura 5 c)

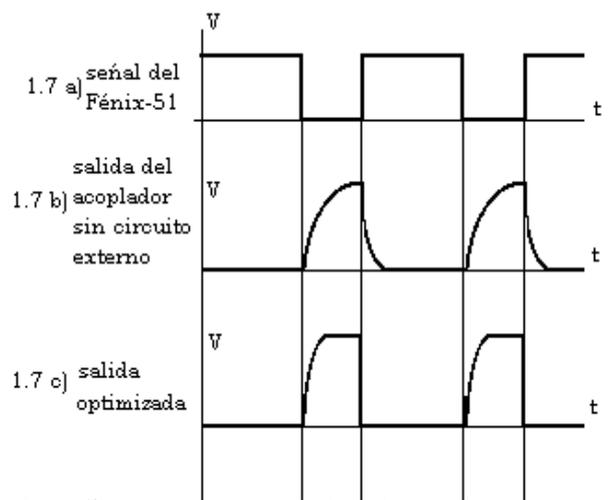


Fig. 5 Señal que llega al circuito excitador IR2155.

Cuando llega el pulso de la señal del Fénix-51 al acoplador, el fotodiodo emite un haz de luz hacia la base del fototransistor colocándolo en estado de

conducción, se establece así una corriente de colector en el fototransistor, la cual no necesita ser alta para saturar rápidamente al transistor BC 548. Esta velocidad se debe a la acción del capacitor, el cual permite que llegue a la base del BC 548 un pico de corriente en un tiempo mínimo, de esta manera se mejora en gran medida el flanco de caída que llega al circuito excitador IR2155.

Al cesar el pulso del Fénix-51 la corriente de colector del fototransistor cae a cero y producto de la configuración misma del circuito la I_b mínima de saturación del BC 548 decrece rápidamente, lográndose así un flanco de subida en el voltaje de colector de mejor calidad respecto al de la señal de la figura 5b).

Circuito de excitación IR2155:

Mediante el C.I. IR 2155 se logra una señal de excitación del bloque de IGBT de gran calidad. Presenta 2 salidas que se complementan, por eso se concibe que el diseño de cada salida esté conectada al compuerta de cada IGBT que forma una misma rama del puente trifásico. A continuación se presenta las características básicas del circuito excitador IR2155:

- Excitación de dos elementos
- Una sola fuente de alimentación
- Conexión directa al circuito de fuerza
- Robustez y simplicidad en el montaje
- Muy flexible, confiable y compacto.

El diagrama interno del circuito integrado se puede ver en la figura 6.

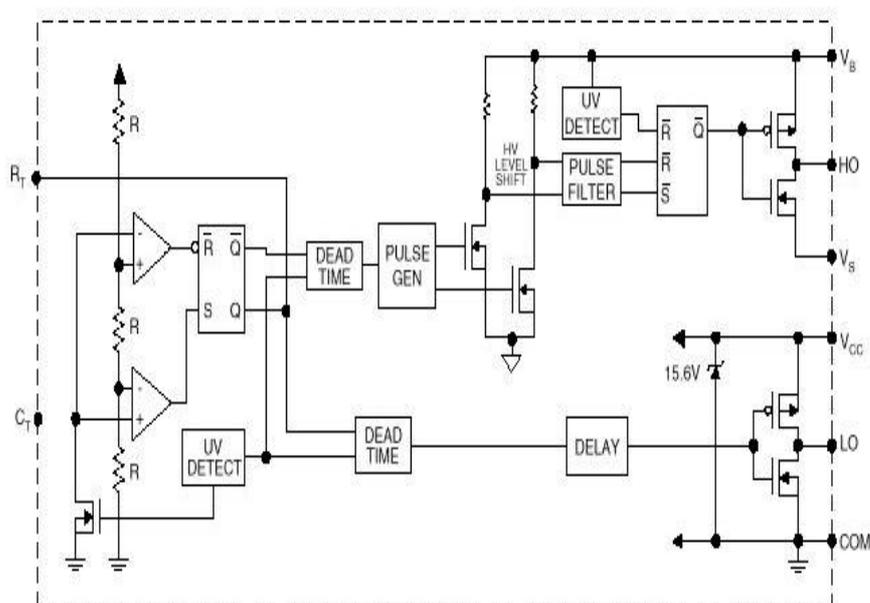


Fig. 6 Diagrama interno del C.I. IR 2155.

Como se observa en la anterior figura, el C.I. IR 2155 presenta una configuración interna que le permite trabajar de modo autoscilante, en este caso no se hace uso de esa característica, ya que se pretende subordinarlo a la señal de control que envía el microcontrolador 8031. La figura 7 muestra el esquema de conexión externo al IR 2155.

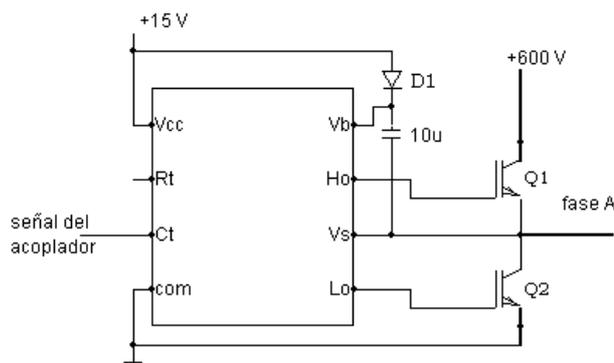
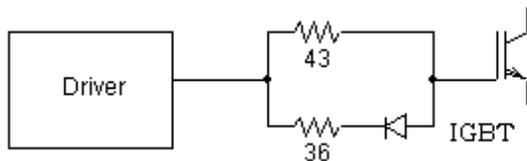


Fig. 7 Esquema de conexión del C.I. IR 2155 en la fase A del bloque de potencia CPV363MF.

Debido a la estructura del bloque de potencia (Fig.2) con emisor flotante, se necesita primeramente desplazar de nivel al emisor en flotación para lograr así 15 V de excitación en Q1 y además este emisor que estará sometido a tensiones de 600 V debe ser desacoplado artificialmente del C.I IR 2155. El primer problema se resuelve con la acción del capacitor de 10uF, éste se carga cuando conduce el IGBT2 en ese momento el capacitor está sometido a un voltaje de 15V y por él circula una corriente de carga que fluye a través del emisor de Q2. Cuando Q2 conmuta aparece en el emisor flotante un voltaje que puede ser hasta de 600 V y el diodo D1, que debe ser de rápida recuperación, bloquea este voltaje protegiendo así al C.I IR 2155 de la sobre tensión.

Red de disparo:



En el proceso de apagado de los IGBT que forman la rama del puente trifásico, ocurre un fenómeno que es necesario tener en cuenta para una correcta operación de los mismos. Cuando al encender un IGBT del semipunto, rápidamente le impone a su complementario, un dv/dt entre colector y emisor con una razón de subida de tensión cercana a los 10v/nseg. Este dv/dt puede causar que dicho IGBT apagado conduzca momentáneamente, esto se debe a la existencia de capacidades parásitas en las uniones. Inmediatamente que aparece este voltaje colector-emisor, fluye una corriente colector-compuerta a través de la capacitancia colector-compuerta, la cual provoca un aumento de tensión compuerta-emisor y si la impedancia entre el circuito excitador y la compuerta del IGBT es alta, entonces el valor umbral límite de voltaje

compuerta-emisor será superado y ocurrirá entonces un encendido temporal de la componente no deseado. Ver figura 9.

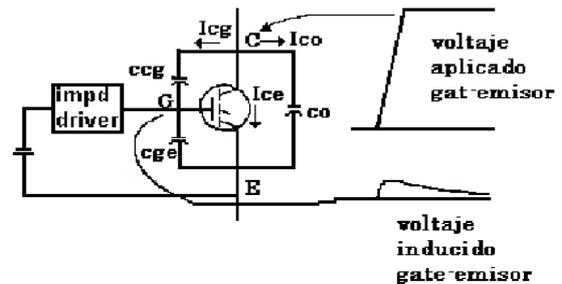


Fig. 9 Circuito equivalente que muestra el encendido producto de un dv/dt inducido

Para evitar este comportamiento indeseado, se plantea el uso de la red de disparo antes mostrada. Algunos fabricantes plantean la necesidad de imponer un voltaje inverso para lograr un seguro apagado de la componente, esto no es necesario en el caso de la familia de la IR, solamente con garantizar una baja impedancia de apagado se soluciona el problema.

§ Conector de la señal de control:

En el conector se recibe la señal de 3 líneas de una de las interfaces programables que posee el sistema de desarrollo Fénix-51. Estas señales controlan el estado del par de IGBT que contiene cada rama del puente trifásico.

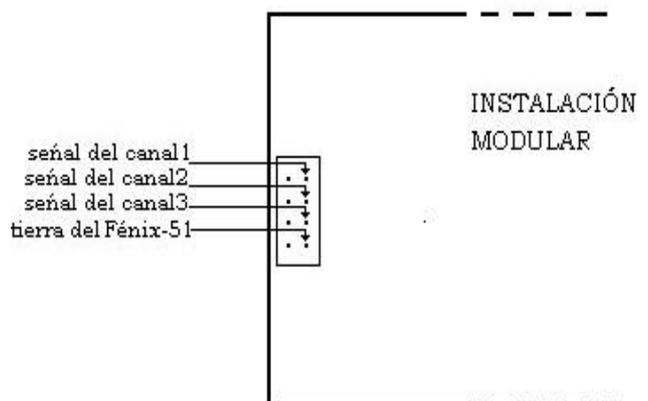


Fig.10 Estructura del conector de la instalación que recibe la señal de control.

Resultados:

1-Fabricación de la instalación experimental

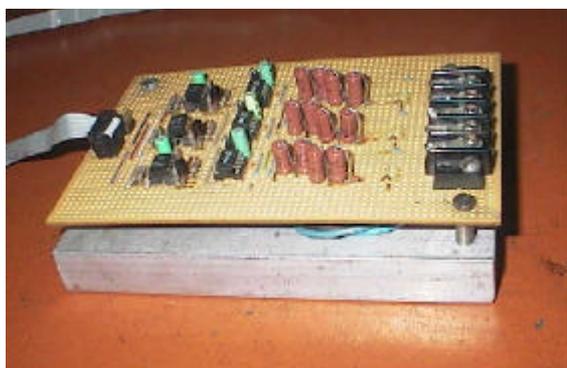


Fig.11 Instalación Experimental.

2- Puesta en marcha de la instalación para el control de un motor de CD empleando la técnica de modulación PWM.



Fig. 13 Empleo de la instalación experimental en el control de un motor CD. Señal del osciloscopio Voltaje en la armadura.

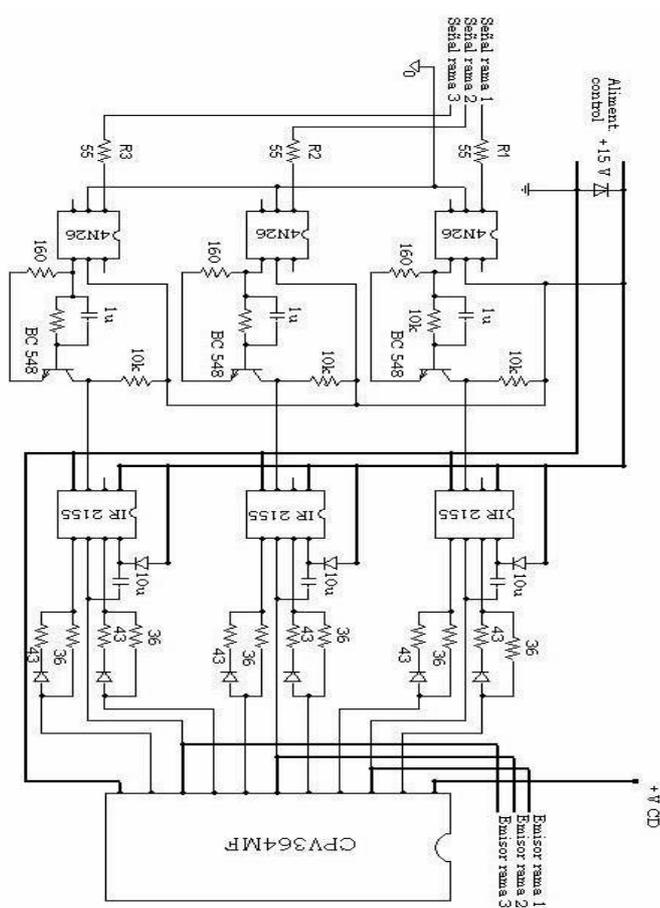


Fig.12 Plano eléctrico de la instalación.

CONCLUSIONES:

Los resultados obtenidos cumplen con las expectativas planteadas por la asignatura. A pesar que algunos componentes que conforman la instalación, como por ejemplo, los acopladores ópticos, no son de la calidad requerida, se adoptaron soluciones alternativas que posibilitaron el trabajo con ellos, garantizándose así un tiempo de retardo de la respuesta de la instalación bastante pequeño, de esta manera ya se cuenta con un soporte físico de fácil operación y flexible para poner en marcha diversas aplicaciones de control de los sistemas de potencia que se estudian en la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Autores:

Ing. Yoel Rosales Hernández.

yoelraul@cipel.ispjae.edu.cu

MSc. Aldo Florencia Puerto.

MSc. Mercedes Canasí Piñeiro

mcanasí@cipel.ispjae.edu.cu