

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CARGA ACTIVA DE 100 AMPERIOS

Víctor A. Castillo

Alumno de la carrera Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Oberá. Misiones. Argentina.

vicalej.castillo@gmail.com

Eduardo M. Quiñonez

Alumno de la carrera Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Oberá. Misiones. Argentina.

maxi.quinionez@gmail.com

Ing. Hector Anocibar

Profesor de la carrera Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Oberá. Misiones. Argentina.

anocibar@gmail.com

Resumen. Este documento describe los principales aspectos acerca del diseño e implementación de un sistema electrónico capaz de absorber una carga máxima de 100 amperios con el fin de probar y estudiar el funcionamiento, tanto en régimen transitorio como permanente, de fuentes de alimentación de corriente continua y convertidores estáticos. En términos generales, el sistema cuenta con una etapa de sensado y control de la corriente absorbida, una etapa de potencia, y una etapa de protección térmica. Como dispositivo sensor de corriente se utiliza un arreglo de resistencias Shunt (R_s), como elemento activo se utilizan tres IGBTs conectados en paralelo, y el control se realiza sobre la polarización de los IGBTs con un amplificador operacional.

Palabras-clave: Carga activa. Medición.

1. INTRODUCCIÓN

Una carga activa es un circuito electrónico configurado como fuente de corriente, la cual puede ajustarse a valores de carga finita, con el fin de absorber una corriente deseada en aplicaciones donde deba comprobarse la estabilidad de una tensión ante variaciones bruscas en la

corriente de carga. Esta puede utilizarse tanto en estudios de régimen transitorio como de régimen permanente; por ejemplo podría utilizarse para probar fuentes de alimentación de corriente continua (CC), convertidores de tensión CC a CC, paneles fotovoltaicos, etc. (HORIANSKI et al., 2012).

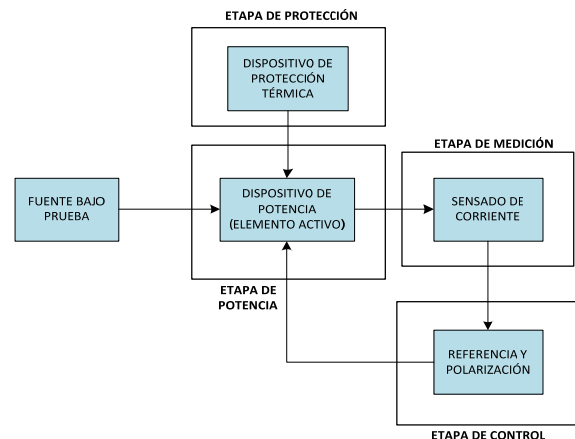


Figura 1. Esquema general de carga activa

En términos generales, una carga activa puede ser representada por cuatro etapas: etapa de potencia (encargada de absorber la corriente), etapa de control (que mantiene la corriente absorbida constante), etapa de medición de corriente absorbida, y la etapa de protección contra sobrecarga y sobrecalentamiento.

En la Fig. 1 se muestra un esquema general de una carga activa, con las cuatro etapas mencionadas anteriormente. En términos generales, funciona de la siguiente manera: la corriente es medida de la etapa de potencia y luego es introducida en la etapa de control donde es comparada con una referencia para generar la acción de control que actúa sobre la polarización del elemento activo (IGBTs), formando así un bucle de realimentación que permite el control lineal de operación del elemento activo y con ello el control de la corriente absorbida en la etapa de potencia.

2. PROTOTIPO PROPUESTO

El circuito utilizado está basado en una nota de aplicación de Huffman (2002). Un esquema simplificado del mismo se muestra en la Fig. 2.

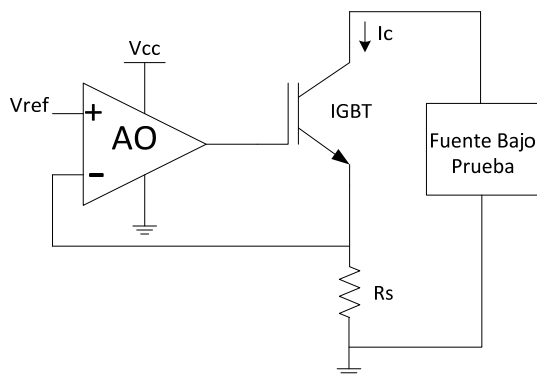


Figura 2. Esquema simplificado

Al conectar la fuente bajo prueba, se compara la caída de tensión en la resistencia shunt (que es proporcional a la corriente I_c) con una tensión de referencia V_{ref} , la salida del amplificador operacional AO es aplicada a la compuerta del IGBT que es el encargado de hacer circular la corriente I_c . De esta manera, si cambia la tensión de referencia V_{ref} , el AO cambia la polarización del IGBT de manera que la corriente I_c siga a la referencia; y si cambia la caída de tensión en el shunt (cambia la corriente I_c), el AO cambia la polarización del IGBT de manera que la corriente I_c se mantenga constante.

2.1 Etapa de medición de corriente

La medición de corriente se realiza a través de la caída de tensión en una resistencia shunt.

Dado que la máxima corriente que circulará por esta resistencia es de 100 A, se realizó un arreglo de varias resistencias shunt de $5\text{ m}\Omega$ y 30 A. En la Fig. 3 se muestra el arreglo de resistencias shunt utilizada, a la izquierda esquema del arreglo y a la derecha una imagen real del dispositivo.

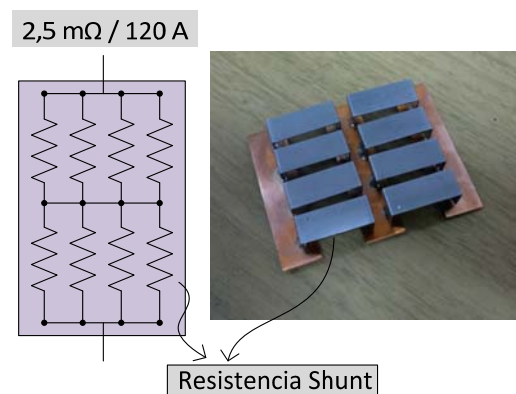


Figura 3. Arreglo de resistencias shunt

2.2 Etapa de referencia y control

Para esta etapa se utiliza el circuito integrado LM10. Este circuito integrado cuenta con dos amplificadores operacionales, uno de ellos, AO1 posee una referencia de tensión de 200 mV en la entrada no inversora, y el otro, AO2 es un amplificador operacional normal. El AO1 con la referencia de 200 mV se configura como amplificador no inversor para obtener la tensión que corresponde a la máxima corriente que circulará, como se muestra en la Fig. 4. (Hoja de dato LM10).

Es decir, para el arreglo de resistencias shunt propuesto, cuando circule 100 A de corriente, se producirá en el shunt una caída de 250 mV, este es el máximo valor de tensión de la referencia. La tensión de referencia para otros valores de corrientes intermedias se obtiene a través de un divisor resistivo P1.

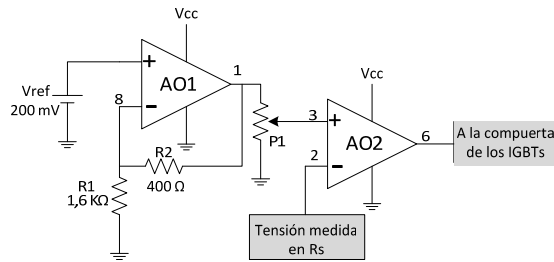


Figura 4. Configuración del LM10

El otro amplificador operacional del LM10, AO2, se utiliza para realizar la comparación entre la tensión de referencia (entrada no inversora de AO2) y la caída de tensión en el shunt (entrada inversora de AO2), la salida de este amplificador operacional es aplicada a la compuerta del IGBT polarizando el mismo, como se muestra en la Fig 4.

2.3 Etapa de potencia

La etapa de potencia está basada en tres IGBTs conectados en paralelo. Se utilizan tres IGBTs de los seis que posee el módulo. Estos IGBTs soportan una tensión máxima $V_{ce}=1200\text{ V}$ y una corriente máxima $I_c=103\text{ A}$. (Hoja de dato módulo IGBT BSM 75 GD 120 DN2).

En la Fig. 5 se muestra la conexión de los IGBTs y el arreglo de las resistencias shunt.

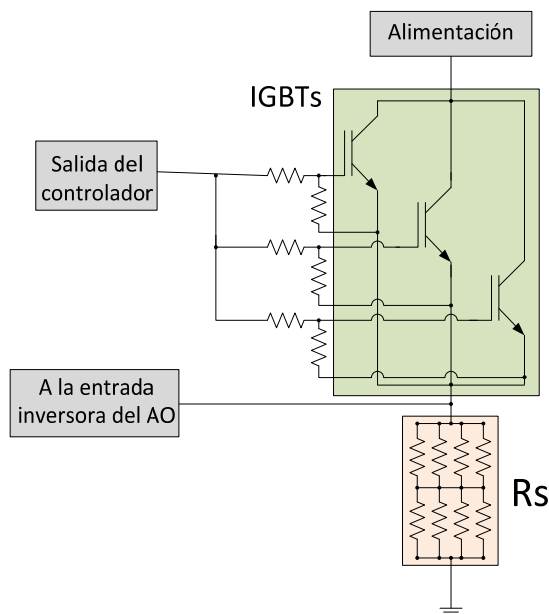


Figura 5. Esquema de los IGBTs y Shunt

Además, el módulo está montado sobre un dissipador de aletas de 136 mm de ancho, 300 mm de largo, 33 mm de alto y un espesor de la base de 8 mm. También cuenta con una ventilación forzada a través de un ventilador Papst 5656 S de corriente alterna, de 133 mm de diámetro y $235\text{ m}^3/\text{h}$.

2.4 Protección térmica

La protección térmica se realiza a través de un termostato. Éste se encuentra físicamente adherido al dissipador sensando la temperatura del mismo. Eléctricamente se encuentra en serie entre la salida del controlador y las compuertas de los IGBTs, como se muestra en la Fig. 6. Así, cuando la temperatura del dissipador alcanza los $90\text{ }^\circ\text{C}$, el termostato desconecta las compuertas de los IGBTs inhibiendo la excitación de los mismos, haciendo que deje de circular corriente I_c en la etapa de potencia (estado de corte de los IGBTs).

3. CONSIDERACIONES FINALES

El proyecto todavía se encuentra en desarrollo. Hasta el momento se finalizó la construcción de un primer prototipo para realizar pruebas. En la Fig. 6 se muestra un esquema de dicho prototipo.

El valor del arreglo de resistencias shunt obtenido es un valor teórico, las imperfecciones de los materiales utilizados para la construcción del arreglo shunt y las asimetrías del mismo hace que el arreglo no tenga una resistencia de $2,5\text{ m}\Omega$ como se dijo anteriormente.

Para poder obtener el valor real del arreglo de resistencias shunt y su respectiva incertidumbre se compara con una resistencia patrón de laboratorio, para así poder realizar los ajustes necesarios en el controlador. También es necesario realizar pruebas al controlador, con bajos valores de corriente I_c , para asegurar su correcto funcionamiento.

Además se debe hacer ensayos para poder determinar si los IGBTs pueden disipar la potencia requerida, es decir,

pruebas con el fin de evaluar si el sistema de disipación de potencia (disipador y ventilador) propuesto son capaces de disipar la potencia en juego y así no comprometer los IGBTs. Con este propósito, también se estudia la posibilidad de implementar un sistema electrónico que limite el tiempo de prueba, es decir, que permita la circulación de corriente I_c durante un pequeño lapso de tiempo, suficiente para realizar las mediciones necesarias sobre la fuente de alimentación bajo prueba.

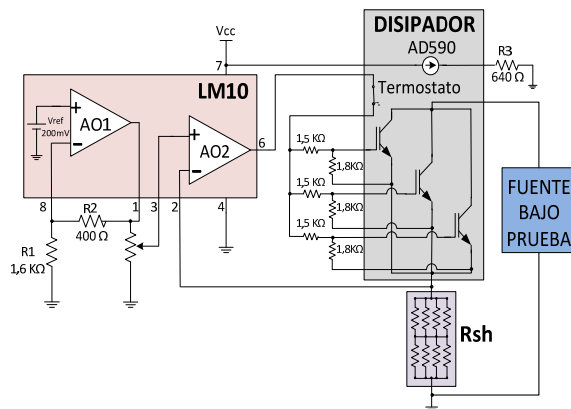


Figura 6. Esquema del prototipo

Para poder realizar un mejor estudio de la disipación de potencia y del comportamiento del sistema en general, se utilizará el adquisidor de datos de National Instruments NI USB-6009. El mismo cuenta con cuatro entradas analógicas diferenciales con una resolución de 14 bit y dos salidas analógicas, una de ellas se usará como referencia del controlador. (Hoja de dato NI USB-6009).

Este dispositivo nos permite analizar varias señales simultáneamente en el ordenador a través del software Labview. Las señales de interés se muestran en la Fig. 7, las mismas son: la señal correspondiente a la temperatura ambiente; la temperatura del disipador (permite conocer la temperatura de los IGBTs); la tensión colector emisor de los IGBTs; y la caída de tensión en el shunt (proporcional a la corriente I_c).

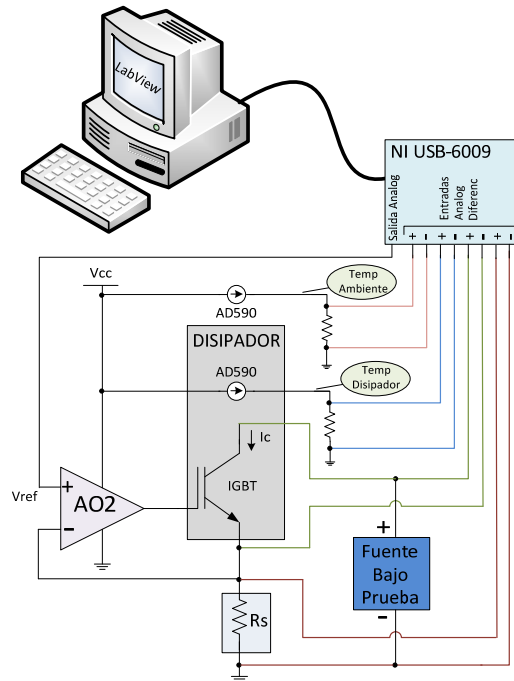


Figura 7. Esquema registros de datos

4. REFERENCIAS

Hoja de dato LM10. Disponible en: http://www.datasheetcatalog.com/datasheet_s_pdf/L/M/1/0/LM10.shtml. Acceso el: 24 jun. 2013.

Hoja de dato módulo IGBT BSM 75 GD 120 DN2. Disponible en: <http://search.datasheetcatalog.net/key/BSM75GD120DN2>. Acceso el: 24 jun. 2013.

Hoja de dato NI USB-6009. Disponible en: <http://www.ni.com/pdf/manuals/371303m.pdf>. Acceso el: 03 jul. 2013.

HORIANSKI, L. E.; PINTOS M. S. **Análisis y diseño de una carga activa para pruebas de fuentes de alimentación**. Oberá. 2012. Proyecto de finalización de carrera. Departamento de Electrónica. Facultad de Ingeniería. U.Na.M

HUFFMAN, David L. **“Active Load for Power Supply Testing”**. Engineering Note. 2002.