

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITO DE PROTECCIÓN CONTRA CORTO CIRCUITO DE 3 FUENTES DE ALIMENTACIÓN VARIABLES Y REGULADAS

Álvarez Capetillo Adrián Josué (1), Castro Sánchez Rogelio (2)

1 [Licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, Universidad de Guanajuato
[adrian.josue.alvarez.capetillo@gmail.com]

2 [Departamento de Ingeniería Electrónica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato]
[castro@ugto.mx]

Resumen

En este proyecto se cuenta con una fuente regulada y variable cuya salida no tiene protección contra cortocircuito. Se pretende diseñar un circuito que detecte de forma analógica un cortocircuito en la salida de la fuente de alimentación y una vez que el cortocircuito sea removido, la fuente vuelva a sus condiciones normales de trabajo.

Abstract

In this work, we have a regulated and variable power supply without protection against short circuit on output. We propose to design a circuit that detects a short circuit with an analog circuit. The power supply recovery your output normal state once the short circuit condition is removed.

Palabras Clave

Fuente de alimentación; Fuente no regulada; Regulación de Voltaje; Protección contra cortocircuito; SCR.

INTRODUCCIÓN

Fuentes de alimentación (FA)

Una fuente de alimentación es un dispositivo que utiliza formas de energía como la lumínica, la química, la eléctrica, etc., para transformarla y energizar cualquier circuito electrónico para que su funcionamiento y operación sea el adecuado.

En la rama de la electrónica, la fuente de poder o de alimentación, [1] convierte una señal de alterna con valor promedio cero en una señal de dc con valor promedio diferente de cero.

En el mercado existen una gran variedad de fuentes de alimentación cuyo voltaje de salida es constante o de “dc” como se muestran en las Imágenes 1-3.



IMAGEN 1. Baterías recargables y no recargables.



IMAGEN 2. Eliminadores de baterías con una salida, salida múltiple y por inducción.



IMAGEN 3. Fuentes de alimentación fijas, variables con una salida y salida múltiple.

Diagrama a bloques de la FA lineal regulada

Una fuente de alimentación puede ser del tipo lineal o conmutada. Las de tipo lineal (60 Hz) pueden ser

no reguladas, reguladas, con salida fija o variable, con una salida o con salida múltiple, con protección contra sobre voltaje en la entrada, con protección contra sobre corriente en la salida y la protección de la salida puede ser limitada en corriente de manera fija, variable o con retroceso de la corriente de corto circuito (foldback) para menor disipación de potencia.

Las fuentes conmutadas (>>60 Hz) pueden ser de una salida o de varias salidas, pero generalmente fijas. Una ventaja importante es que su capacidad de ser muy eficientes en la relación de potencia de salida a la de entrada además de que la capacidad de manejo en la corriente de salida y el volumen físico ocupado y peso es menor que una fuente convencional.

En la imagen 4 se muestra un diagrama de bloques de una fuente convencional típica.

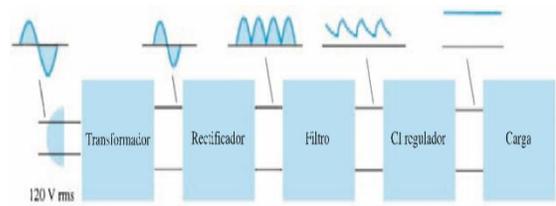


IMAGEN 4. Diagrama de bloques de una fuente de alimentación lineal [2]

La fuente lineal se alimenta con un voltaje de entrada sinusoidal de 120 Vrms el cual se conecta al primario de un transformador reductor. La salida reducida en el secundario (aunque puede tener varios secundarios o solo uno con varias derivaciones) es menor. La señal de salida del secundario, también sinusoidal, alimenta un rectificador de media onda o de onda completa con dos o cuatro diodos y proporciona un voltaje de “dc” pulsante. Este voltaje se filtra mediante un filtro capacitivo para producir un voltaje de dc con una componente de rizo. Hasta aquí se tiene una fuente de “dc” no regulada cuyo voltaje de salida y rizo son expresados por las siguientes ecuaciones:

$$V_{CD} = V_m - \frac{I_{CD}}{4fC} \quad \text{y} \quad r = \frac{1}{4\sqrt{3}fCR_L}$$

Esta señal de entrada no regulada es introducida al circuito regulador de voltaje, el cual puede ser fijo o variable y cuya función es mantener el voltaje de salida constante a pesar de que existan cambios

tanto en la magnitud el voltaje de entrada como en la corriente de salida. En una fuente real el rizo es del orden de mVpp para corrientes de salida de que dependen de la magnitud de la resistencia de carga conectada a la salida.

La regulación de voltaje se obtiene mediante un circuito integrado regulador de voltaje ya sea fijo o variable el cual se puede encontrar en el mercado nacional de diferentes fabricantes. [2]

Etapa de potencia de una FA

La corriente de salida de un regulador de voltaje se incrementa con la ayuda de un transistor de paso (bipolar o Mosfet). La capacidad puede ser incrementada por factores cuya limitación solo depende de este transistor de paso. En esta etapa es donde regularmente se utilizan los circuitos de protección de las fuentes de alimentación mencionados anteriormente.

Circuitos de protección de una FA

Es importante considerar la máxima potencia que puede proporcionar una fuente de alimentación por lo que también se tiene que establecer una corriente máxima de salida y el máximo voltaje al que está expuesto el transistor de paso. La potencia de salida del transistor de salida está dada por la siguiente ecuación:

$$P_{C\max} = V_{CE\max} I_{C\max}$$

Para no exceder la máxima disipación de potencia existen algunos circuitos limitadores y de protección como se muestran a continuación:

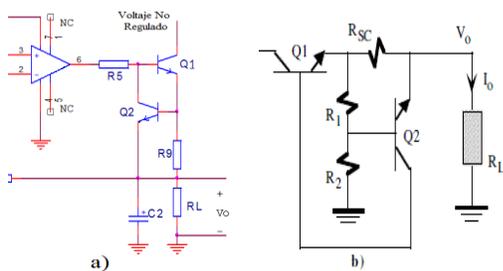


IMAGEN 5. a) Circuito con limitador de corriente. b) Circuito con limitador "foldback".

Aunque en la actualidad la gran mayoría de las FA poseen sistemas de protección contra cortocircuito en su salida, algunas no lo tienen, lo cual puede significar la quema de componentes importantes y eventualmente gastos importantes.

Muchos circuitos integrados empleados en la regulación de fuentes de alimentación poseen recursos internos que los protegen contra eventuales cortocircuitos en la salida, pero son de baja potencia.

Para proteger fuentes sin protección contra cortocircuito se puede utilizar el circuito propuesto en base a un relevador y un SCR. Una vez corregido el corto circuito en la salida o eliminado el problema de sobrecarga, basta apagar y prender la FA para que vuelva a su operación normal. [6]

SCR (Rectificador Controlado de Silicio)

El tiristor SCR es un dispositivo electrónico de tres terminales denominadas ánodo (A), cátodo (K) y compuerta (G), que tiene la característica de conducir la corriente eléctrica en un solo sentido tal como lo hace un diodo, pero para que comience a conducir el tiristor SCR necesita ser activado a través de la terminal de compuerta. Mientras el tiristor SCR no sea activado este no conducirá.

Cuando el tiristor SCR no conduce se le puede considerar como un interruptor abierto y mientras conduce como un interruptor cerrado.

Otra alternativa de protección es utilizar dispositivos como un SCR y un relevador. El SCR es un rectificador controlado de silicio de la familia de los tiristores cuyo principio de funcionamiento se muestra en la imagen 6.

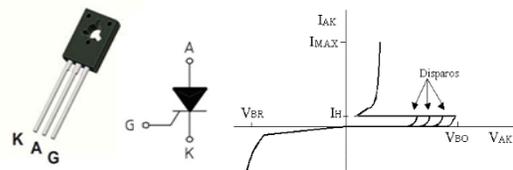


IMAGEN 6. Empaquetamiento, símbolo y curva característica de un SCR. [3]

Para activar al SCR se debe aplicar una corriente de disparo mínima a la terminal de compuerta la cual se representa como I_{GT} . Esta corriente provoca una caída de tensión entre las terminales de compuerta y cátodo que permitirá el disparo o

y fue descartado. El circuito anterior fue rediseñado y se muestra en la imagen 9:

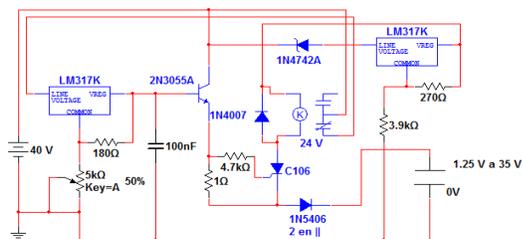


IMAGEN 9. Diagrama del circuito protector contra corto circuito final.

En este diagrama el transistor TIP31 fué retirado y se usa la unión PN entre G-K del SCR. El resistor de 1 Ω , pasa ahora a estar en paralelo entre el resistor de 4.7 k Ω que va conectado en serie con la compuerta y el cátodo del SCR. El resistor de 4.7 k Ω fue añadido ya que se requiere solo una corriente de decenas de micro amperes en la compuerta del SCR.

Cuando en el resistor de 1 ohm circulan 700 mA el SCR se activa y hace que el relevador se active también hasta que la condición de cortocircuito sea removía.

En esta modificación se incluyó otro LM317, un diodo Zener de menor voltaje (disipa menos potencia) y un relevador con una bobina de 24 Vcd.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el primer circuito de prueba se obtuvieron resultados, pero el factor calentamiento hizo que se modificara a otro circuito más eficiente con respecto a la disipación de potencia y rapidez de respuesta (alrededor de medio segundo) y sin mucho costo (aproximadamente unos 150 pesos M.N).

Es así como se propone usar el SCR y esta parte alimentada por el regulador en donde el problema de calentamiento recaía en el regulador, por lo que se optó por disminuir su voltaje en la entrada con el diodo Zener 1N4742 y no llegaran los 40 V, y aumentar el voltaje de salida para que la diferencia de voltaje fuera menor y al circular la corriente debida al relevador no se disipara tanto calor.

Con esto se obtiene que el regulador LM317 añadido disipe 0.18 W y que a través del diodo

Zener 1N4742 en serie a la entrada del regulador sea de 0.09 W.

CONCLUSIONES

Se cumplió con el objetivo de diseñar un circuito protector de bajo costo, se adquirieron nuevos conocimientos y experiencia tanto de electrónica teórica como práctica y me di cuenta de que todo lo aprendido es utilizado y tiene el fin de perfeccionar cosas, solucionarlas o crear algo nuevo.

AGRADECIMIENTOS

El autor Adrián Josué Álvarez Capetillo agradece a la Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado de la Universidad de Guanajuato, a la División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca, a la escuela Vocacional "18 de Marzo" por su apoyo en la infraestructura brindada y al profesor Dr. Rogelio Castro Sánchez por su apoyo teórico-técnico en el desarrollo de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS

- [1] Final Test S.A. de C.V (2017). Venta de instrumentos de prueba y medición. Fuente de poder variable. Recuperado de www.finaltest.com.mx, 06/06/2017
- [2] Boylestad, R. L. & Nashelsky, L. (2003). Fuentes de alimentación (Reguladores de voltaje). En México (8ª. ed.), *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos* (pp. 859-884). Editorial Pearson.
- [3] Semiconductor Components Industries, LLC (2008). ON Semiconductor. C106 series. Recuperado de scipp.ucsc.edu/~johnson/phys160/C106-D.pdf, 06/06/2017
- [4] Boylestad, R. L. & Nashelsky, L. (2003). Dispositivos pnpn y otros. En México (8ª. ed.), *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos* (pp. 923-927). Editorial Pearson.
- [5] MrElberni-Designed by Press Customizr (2017). Tutoriales de electricidad y electrónica. Tiristor SCR funcionamiento. Recuperado de mrelbernitutoriales.com, 06/06/2017
- [6] Instituto Newton C. Braga (2016-2017). Artículos técnicos y proyectos. Circuito de Protección para Fuentes (ART055S). Recuperado de www.incb.com.mx, 06/06/2017