

Diseño de una Carga Electrónica

Diseño de Circuitos Electrónicos
Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Argentina (FIUBA).

Resumen. En el desarrollo del curso de Diseño de Circuitos Electrónicos (DCE), se diseña un regulador de tensión que consta de dos módulos: uno conmutado y el otro lineal, siendo este último el que entrega la tensión de salida. Para poder llevar a cabo el ensayo de funcionamiento y verificación de características del regulador, se propone en este documento el diseño de una carga electrónica en base a conceptos adquiridos en otras materias como así también, los que se van formando durante el curso y particularmente mientras se analiza y desarrolla este diseño.

Palabras claves: Carga electrónica, regulador lineal, regulador conmutado.

ACLARACIÓN: Para una mayor comprensión de los conceptos, se recomienda responder a las preguntas indicadas en **color verde**, discutiendo en los equipos de trabajo las posibles soluciones.

1 Introducción

Sobre la base del desarrollo que se realiza durante el transcurso de la asignatura Diseño de Circuitos Electrónicos, se propone la *construcción progresiva* de un esquema circuital que sea capaz de actuar como carga del regulador de tensión. Esto tiene como uno de sus objetivos, poder sustituir las cargas resistivas que se utilizan habitualmente. Para esto, a continuación se propone una breve introducción y las especificaciones de la carga electrónica.

En muchas ocasiones, cuando tenemos un regulador de tensión como el que se muestra a continuación (Fig.1), resulta útil testear la tensión de salida ante cambios en la corriente de salida, lo que habitualmente se llama **Regulación de carga** (estática y dinámica). Este concepto nos remite a evaluar la tensión de salida ante cambios en la corriente de salida. Para esto, se suelen utilizar cargas resistivas con distintos valores óhmicos de manera que, si el regulador mantiene su tensión, mediante ley de ohm, podemos cambiar la corriente de salida.

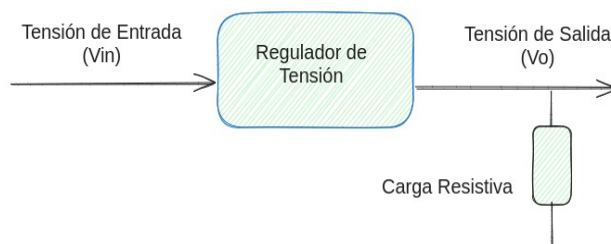


Fig.1 Regulador de tensión con carga resistiva [5].

Sin embargo si queremos monitorear todos los valores de corriente *de forma precisa*, por ejemplo, en un rango comprendido entre 0A - 2A, resulta poco práctico estar cambiando de resistencias para poder ensayar todos los valores de corriente dentro del rango mencionado además de que no podemos testear el funcionamiento en condiciones dinámicas. Ante esta problemática, se propone una carga electrónica como la que se muestra a continuación:

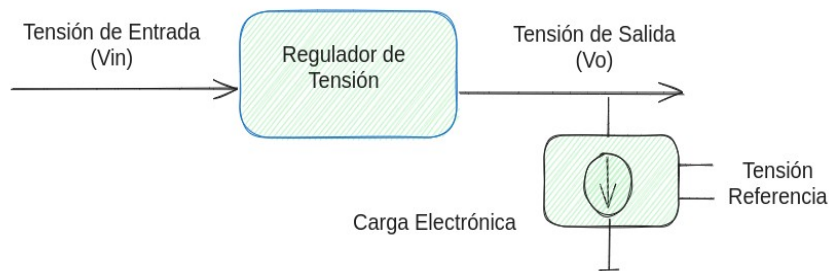


Fig.2 Regulador de tensión con carga electrónica [5].

En la Fig.2, sustituimos la carga resistiva por una electrónica. En este caso, la carga electrónica se encuentra compuesta por una fuente de corriente la cual será la encargada de tomar corriente del regulador de tensión mientras éste, se encuentre regulando. De esta manera, para poder variar la corriente de la carga electrónica, podemos hacerlo mediante una tensión de referencia. Por ejemplo, si queremos extraer 1A del regulador de tensión, la carga electrónica debería recibir en su entrada (Tensión de referencia), una tensión de 1V, si queremos extraer 2A, en la entrada, debería haber 2V y así con todos los valores [1-2-3-4].

Sobre la base de este funcionamiento, se listan a continuación algunas especificaciones para la carga electrónica:

Especificaciones:

Corriente de salida (I_o): 0 – 2A

Tensión de prueba (V_o): 0 – 7V

Tensión de alimentación (V_{cc}): 9V – 12V

2 Diseño.

Si pensamos que la carga electrónica, a los efectos del regulador de tensión, se comporta como una fuente de corriente constante, entonces tendríamos que analizar cómo variar dicha corriente. Para esto entonces, podríamos controlar la corriente a partir de una variable, que puede ser por ejemplo, tensión. La pregunta que surge sería: ¿qué dispositivo nos permite variar la corriente mediante tensión? Ante esto, el dispositivo que más se asemeja a esta idea es un **transistor**. En la siguiente imagen, vemos un ejemplo de un TBJ con sus referencias de corriente y tensión.

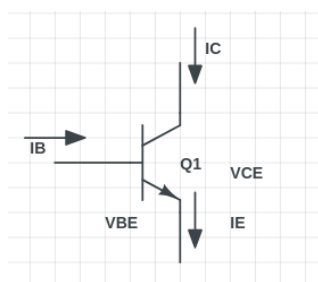


Fig. 3. Transistor TBJ [6]

En un transistor, por ejemplo un TBJ, podemos controlar la corriente que circula por la malla de salida (I_C), a partir de la tensión de entrada (V_{BE}). De esta forma tendríamos un carga electrónica quizás, básica. Sin embargo, este circuito se encuentra en lazo abierto, por lo tanto si acudimos a los conocimientos de realimentación, podemos cerrar el lazo, de la siguiente forma:

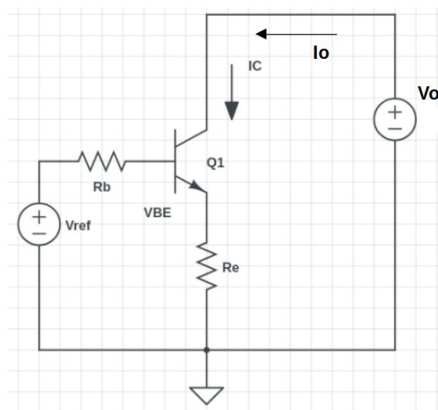


Fig. 4. Transistor realimentado por emisor [6].

El generador V_o , representa la salida del regulador de tensión.

Al circuito anterior, lo podemos mejorar un poco más aumentando la ganancia de lazo (*¿Por qué?*). Para esto, podríamos preguntarnos: *¿Qué dispositivos podemos agregar al circuito para aumentar la ganancia de lazo?*. Ante esto, una posible propuesta es un amplificador operacional que sea capaz de proveer una alta ganancia de tensión entre la fuente de entrada y la base del transistor propuesto, como se muestra en la Fig. 5.

¿Cuál es el objetivo del aumento de la ganancia de lazo mediante el OPAMP?

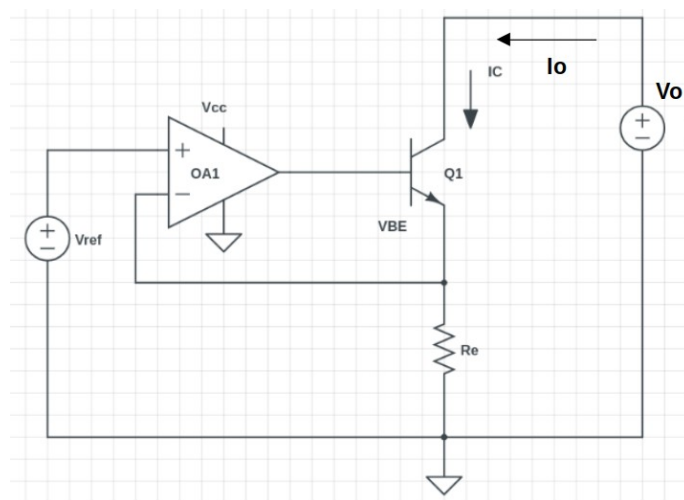


Fig. 5. Carga electrónica básica [6]
El generador V_o , representa la salida del regulador de tensión.

En esta versión del circuito, podemos entonces controlar la corriente a partir de una tensión de entrada. Además, integramos los conceptos de realimentación, teniendo en cuenta la idea de ganancia de lazo.

¿Cuáles son las variables que se muestrean y se suman?

¿La resistencia R_e se la puede ubicar en otra parte del circuito?

Es importante destacar que la tensión de alimentación provista en las especificaciones de 9V – 12V, la podemos ver en el amplificador operacional.

Obtener la relación entre la corriente de salida (I_c) y la tensión de referencia (V_{ref}) de la carga electrónica (transconductancia). En base a ésta, obtener el rango de tensión de entrada.

Dado que en las especificaciones la corriente de salida se encuentra en un rango de 0A – 2A y la tensión de prueba en un rango de 0V-7V, ¿Cómo podemos seleccionar el transistor adecuado?

Analizar y discutir si se puede implementar y cómo, una carga electrónica con estas características, utilizando como base el circuito integrado AM422 (Voltage/Current Converter).

Referencias

1. Test Report: PMP20967 Adjustable Dual-Level Constant-Current Load Reference Design For Transient Testing. 2022.
2. <https://www.analog.com/en/technical-articles/optimizing-the-electronic-load-for-highcurrent-lowvoltage-power-supplies-part-1.html>
3. Bill Andreyck and John Wiggenhorn. Adjustable Electronic Load for Low Voltage DC Applications
4. Jim Williams. Design a 100a active load to test power supplies. 2011.
5. <https://excalidraw.com/>
6. <https://www.circuitlab.com/>

Versión: 1.0

Autor: Ing. D'Angiolo, Federico Gabriel.

Revisores: Ing. Zola, Julio, Esp.Ing. Esteva, Santiago, Mg. Ing. Bruno, Marcelo, Ing. Salaya, Guido.