

USO DE AMPLIFICADORES OPERACIONALES EN FUENTES DE PODER

Cualquier persona relacionada de una u otra forma con la electrónica sabe que los amplificadores operacionales son uno de los mas versátiles y utilizados dispositivos para el diseño de una infinidad de equipos y dispositivos electrónicos. En este artículo se mostrarán un conjunto de aplicaciones de estos en una variedad de circuitos relacionados con fuentes de poder. Casi cualquier amplificador operacional, como el popular 741 puede ser utilizado en cualquiera de estos circuitos, aunque existen algunas aplicaciones donde un determinado tipo de amplificador operacional debe ser utilizado por sus características de funcionamiento.

Reguladores de Voltaje Básico

La figura 1 muestra un simple pero efectivo circuito regulador de voltaje, utilizando para ello el conocido amplificador operacional 741.

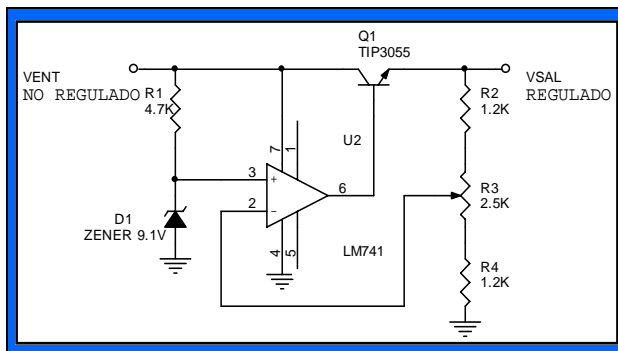


Figura 1: Circuito Regulador de voltaje básico. U1 (Amp Op 741) funciona como referencia de voltaje formada por el diodo zener D1 y la resistencia R1 para controlar la corriente de base del transistor Q1 el cual funciona en configuración serie.

El amplificador U1 funciona como una fuente de referencia de voltaje fijada por el diodo zener D1 y la resistencia R1 para controlar la

base del transistor Q1, los cuales con U1 forman un regulador realimentado.

La referencia alimenta la entrada no inversora. Al mismo tiempo un voltaje proporcional a la salida de voltaje, alimenta una red divisora de voltaje formada por R2, R4 y R3, este último un potenciómetro utilizado para ajustar el voltaje de salida.

Una muestra del voltaje de salida tomada sobre la resistencia R3 es realimentada a la entrada inversora de U1. si el voltaje presente en la entrada inversora iguala al de la entrada no inversora, la señal en la base de Q1 es de $\frac{1}{2} V_{in}$. Si la salida de voltaje es incrementada o decrementada por cualquier razón la salida de U1 cambia variando la corriente de base del transistor Q1, manteniendo una fuente de voltaje al nivel deseado.

Con los valores en la figura 1, el circuito acepta un voltaje de entrada no regulado entre 18 y 20 voltios, proporcionando una señal de salida bien regulada de 9 voltios y una corriente de 100mA. Este circuito no es altamente eficiente ya que la mitad del voltaje de entrada se pierde.

Fuente de Alimentación Dual

La figura 2 muestra una expansión del circuito básico mostrado en la figura 1, el circuito proporciona alimentación dual (Voltaje positivo y negativo) referidos a una tierra común.

Para comprender mejor el funcionamiento del circuito de la figura 2 haremos el análisis de cada uno de los reguladores por separado. Examinemos la sección de regulación positiva formado por U1, Q1, R1, R2 y R3 mostrados en la figura 3.

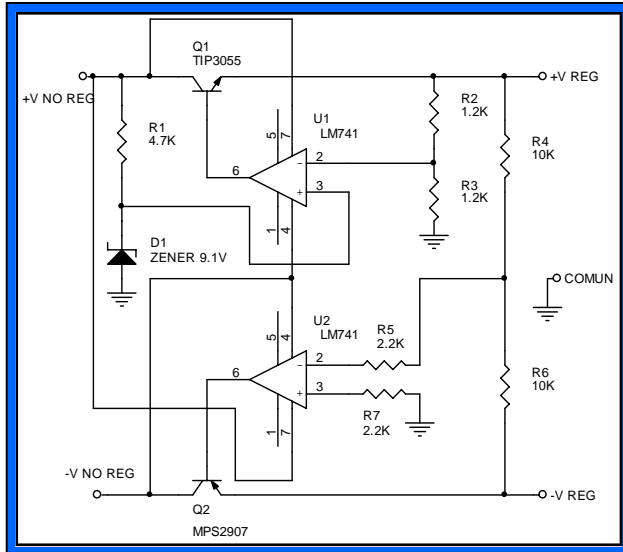


Figura 2: Expansión del circuito básico de regulación a un circuito de polaridad dual (voltaje positivo y negativo) referido a una tierra común.

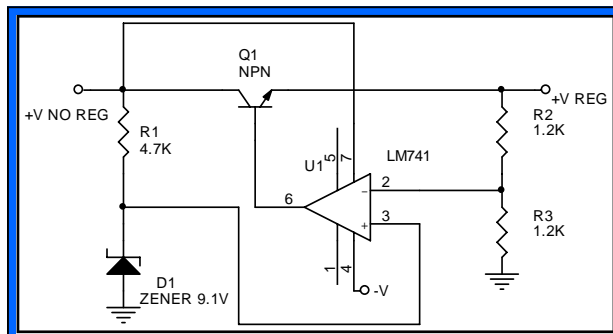


Figura 3: Circuito correspondiente a la sección de regulación positiva de la Fig. 2. El transistor Q1 es configurado para funcionamiento serie y es controlado directamente por la salida de U1. La referencia de voltaje que es aplicada a la entrada no inversora de U1 (pin 3) es determinada por la resistencia R1 y el diodo zener D1.

En la figura 3, el transistor Q1 es controlado por la salida de U1. La referencia de voltaje en la entrada no inversora de U1 es suministrada por la resistencia R1 y el diodo zener D1, siendo una porción de voltaje de salida realimentado a la entrada inversora de U1 a través de la red divisora de voltaje

formada por R2 y R3, funcionando de manera similar al circuito de la figura 1.

En lo referente a la sección de regulación de voltaje negativo este funciona como una imagen del regulador positivo pero con las polaridades inversas. Para reducir el número de componentes utilizados y asegurar que la salida dual sean simétricas la sección negativa tiene una pequeña modificación como se muestra en la figura 4.

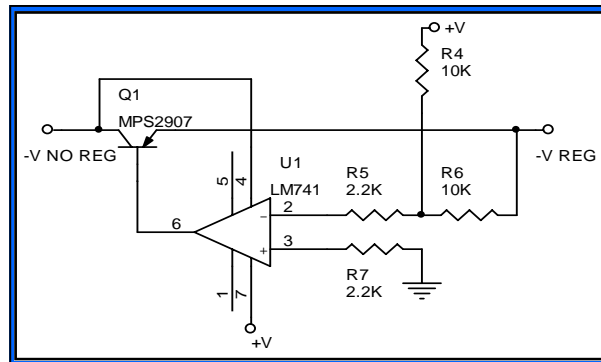


Figura 4: El regulador negativo puede ser considerado como la imagen espejo del regulador positivo con polaridad inversa. Para reducir los componentes utilizados y garantizar simetría en la salida de voltaje el circuito para regulación negativa es ligeramente diferente al positivo.

El circuito de regulación negativa esta formado por U2, Q2, R4, R5, R6, y R7. El diodo zener no es utilizado para establecer una referencia de voltaje, ya que para ello se utiliza la salida de voltaje regulada positivo. Q2 es un transistor PNP para drenar corriente en la fuente de voltaje negativo. R7 refiere la entrada no inversora a tierra. Las resistencias R4 y R6 deben ser de valores idénticos, ya que el voltaje en su unión debe ser cero si el voltaje de salida positivo es exactamente igual al voltaje de salida negativo. La señal en la unión R4/R6 alimenta la entrada inversora de U2 a través de la resistencia R5. Si las dos salidas reguladas no son iguales por alguna razón (posiblemente por diferencias de cargas), una señal diferente de

cero aparecerá en la entrada inversora, obligando a U2 a variar su salida incrementando o disminuyendo la corriente de base de Q2.

El voltaje (+V) regulado es ajustado por la otra mitad del circuito. Cambios en la corriente de base de Q2 producen el ajuste de la salida (-V) regulada, de la forma correcta. La principal ventaja de este circuito, es que si los voltajes cambian momentáneamente el sistema mantendrá la relación simétrica, ya que el voltaje -V regulado es referenciado a la salida +V regulada. La simetría perfecta en una fuente dual en muchos circuitos, especialmente donde se utilicen amplificadores operacionales es mas importante que el voltaje exacto en la salida.

Conversión Voltaje/Corriente

En muchas aplicaciones es necesario convertir corriente a voltaje o viceversa, proceso este que se logra de manera eficiente utilizando amplificadores operacionales. Un sencillo convertidor corriente-voltaje se muestra en la figura 5.

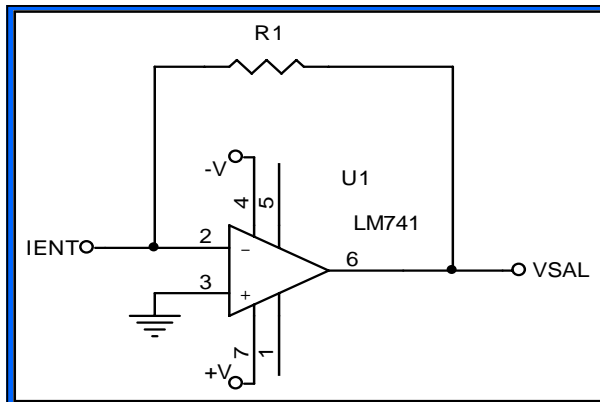


Figura 5: El convertidor corriente – voltaje es simplemente un amplificador inversor, sin la resistencia de entrada . El voltaje de salida es determinado por la corriente de entrada y la resistencia de realimentación

Un convertidor corriente-voltaje no es más que un amplificador inversor sin la resistencia

de entrada. El voltaje de la salida es determinada por la corriente de entrada y el valor de la resistencia de realimentación R1, expresado de la siguiente manera:

$$V_{sal} = I_{ent} * R1$$

Para el caso práctico, si R1 tiene el valor de 330Ω y la corriente de entrada es de 10mA (0.01 A), el voltaje de salida será:

$$V_{sal} = 0.01 \text{ Amp} * 330\Omega = 3.3 \text{ voltios}$$

Si la corriente se incrementa a 0.02 A (20mA) el voltaje de salida será de 6.6 voltios.

El voltaje de salida es proporcional a la corriente de entrada. Desde el punto de vista práctico, las corrientes “bias” del amplificador operacional afectan la salida de voltaje. El voltaje de salida será igual a la suma de las corrientes (corriente de entrada I_{en} y corriente de bias, I_b) multiplicada por la resistencia de realimentación.

Por supuesto al momento de seleccionar un amplificador operacional para esta aplicación, se utilizará aquel cuya corriente de bias tenga el menor valor. Al momento de necesitar una aplicación donde se necesite obtener una corriente a partir de un voltaje, se puede utilizar el circuito mostrado en la figura 6.

Típicamente el circuito de la figura 6 es utilizado para manejar pequeños relés o medidores analógicos. La resistencia de realimentación es la carga a ser manejada. La corriente a circular a través de la carga es determinada por el voltaje de entrada y el valor de la resistencia R1 expresada de la siguiente manera:

$$I_L = \frac{-V_{ent}}{R1}$$

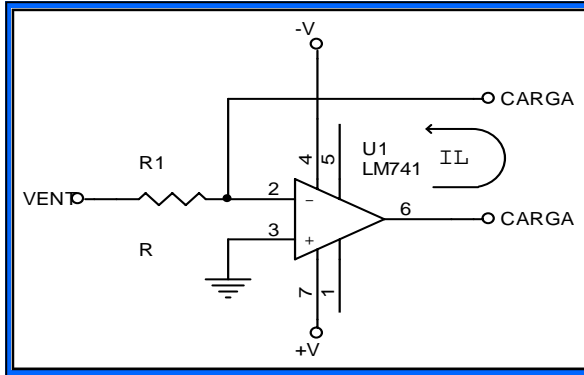


Figura 6: Los convertidores voltaje – corriente también conocidos como amplificadores de transmitancias. Son típicamente utilizados para manejar relés o medidores analógicos. La carga de corriente (IL) es independiente de la resistencia de carga.

La corriente de carga (IL) es independiente de la resistencia de carga, la cual normalmente es pequeña, debido a las características de la mayoría de los amplificadores operacionales. Un convertidor Voltaje – Corriente también es conocido como amplificador de transmitancia.

El circuito de la figura 6 utiliza la entrada inversora, originando una polaridad inversa en la salida. En algunas aplicaciones esta polaridad no es deseable. Para solventar este inconveniente, en la figura 7 se muestra un convertidor Voltaje – corriente no inversor.

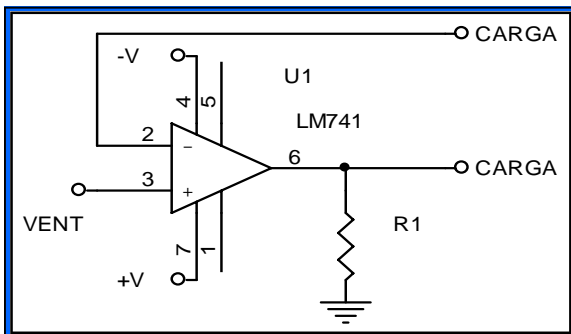


Figura 7: El convertidor voltaje – corriente no inversor es similar a la versión inversora mostrado en la fig. 6 con una simple modificación.

La ecuación de corriente es similar a la ecuación anterior pero con polaridad positiva.

$$I_1 = Vent / R1$$

Experimentar con convertidores Voltaje – Corriente es bastante fácil. Conecte un miliamperímetro que a la salida del circuito y observe que sucede cuando se varía el voltaje de entrada.

Fuente de Corriente Constante

Algunos circuitos requieren una referencia de corriente que no varíe con fluctuaciones de la carga. Una vez más el amplificador operacional puede ser usado con pequeñas modificaciones del circuito básico voltaje/corriente. Se puede crear una fuente de corriente constante como se muestra en la figura 8.

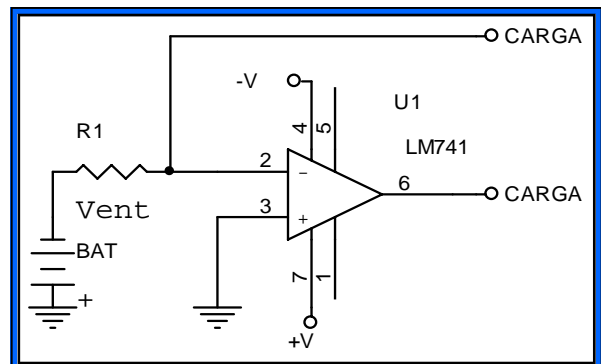


Figura 8: Una fuente de corriente constante es creada con una pequeña modificación del convertidor voltaje – corriente. La corriente de carga (IL) es determinada por el voltaje de entrada.

De acuerdo a la explicación del circuito anterior la corriente de carga IL es determinada por el voltaje de entrada y la resistencia R1 (es independiente de la carga) y viene dada por:

$$I_1 = Vent / R1$$

Si el voltaje de entrada y la resistencia R1 tienen valores fijos en la figura 8, I_L también se mantiene constante, aunque la resistencia de carga varíe drásticamente.

Separador de Polaridades

Existen innumerables aplicaciones donde a partir de una fuente de polaridad sencilla se hace necesario obtener una fuente de polaridad dual.

El circuito de la figura 9 convierte una fuente de voltaje sencilla en una fuente de polaridad dual, lo cual se logra generando una tierra artificial o flotante.

Como cualquier convertidor de polaridad sencilla a polaridad dual nunca las salidas deben ser cortocircuitadas a tierra de chasis, ya que esto ocasionará daños a los dispositivos utilizados en el circuito.

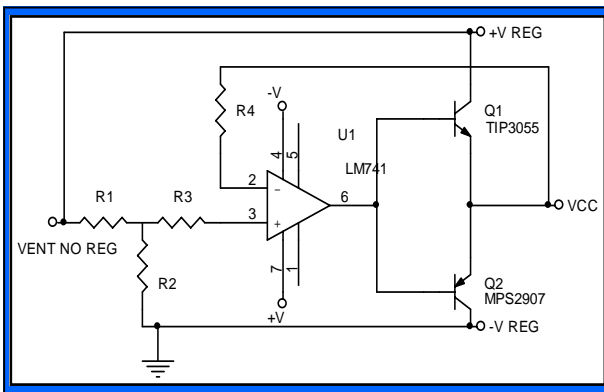


Figura 9: El circuito separador de polaridades permite generar a partir de una fuente de voltaje de polaridad sencilla una fuente de polaridad dual con una tierra flotante.

El circuito de la figura 9 requiere de un voltaje de entrada regulado. Se puede utilizar un circuito con amplificadores operacionales (Fig.1) o un regulador de 3 terminales. Si el voltaje de entrada es regulado ambas mitades reguladas son reguladas (positiva y negativa) sin necesidad de circuitos adicionales. Q1 y Q2 son un par de transistor complementarios (de polaridad opuesta pero con similares características eléctricas).

Ellos generan una tierra artificial (algunas veces llamada tierra flotante) como referencia para la carga del circuito. La resistencia R4 conectada desde la entrada inversora de U1 hasta la tierra flotante, funciona como referencia. La entrada no inversora alimentada por una referencia de voltaje fijada por un divisor de tensión formado por R1 y R2. Si la tierra flotante varía por alguna razón, la salida de U1 se hace más negativa que Q2, este conduce y suministra más corriente que Q1, si por el contrario la salida de U1 se hace más positiva, Q1 conducirá más que el transistor Q2. Cuando la salida está correctamente balanceada, ambos transistores deben conducir por igual. El circuito siempre trata de mantener una condición de salida balanceada. Para que ambas salidas sean simétricas R1 y R2 deben tener el mismo valor y R3 debe ser igual a R4.

