

## Preámbulo

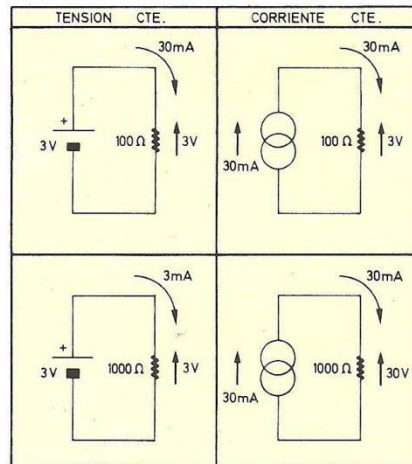
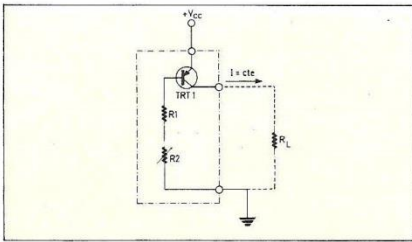
Todos estamos acostumbrados a manejar pilas, acumuladores, baterías, o fuentes de alimentación. Cualquiera de ellos es capaz de entregar una tensión idealmente constante sea cual sea la corriente que se obtenga de los mismos.

Si se intercambian los términos tensión y corriente, el generador de tensión constante se convierte en otro de corriente constante; es decir, que será un dispositivo, circuito o equipo capaz de entregar una intensidad de corriente idealmente constante, sea cual sea la tensión que aplique al circuito externo.

## Circuitos sencillos

Uno de los circuitos más sencillos que puede utilizarse es el mostrado en la figura 2. La corriente de colec-

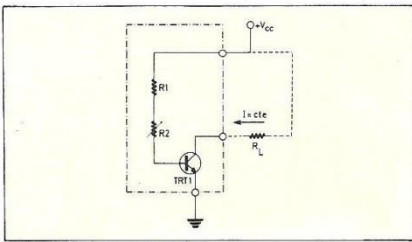
2. **Generador que entrega una corriente constante.**



1. **Diferencias entre generadores de tensión y corriente constantes.**

tor de un transistor es proporcional a la corriente de base. Si esta última se mantiene constante, aquélla tam-

3. **Generador que absorbe una corriente constante.**



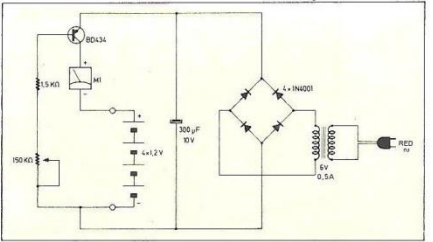
bién lo será. Así, sobre la resistencia de carga ( $R_L$ ) conectada al colector de TRT1 circulará una corriente constante.

La corriente de base puede fijarse en el valor que se desee con ayuda de una resistencia ajustable ( $R_2$ ). Cuanto menor sea tal resistencia, mayor será la corriente de base y mayor la del colector.

Si se desea que el generador absorba una cierta corriente en lugar de entregar esa misma corriente, debe emplearse el circuito de la figura 3.

El inconveniente de este tipo de circuito estriba en que la corriente de salida depende del factor de amplificación de corriente ( $\beta$ ) del transistor, presentando este parámetro una

4. **Cargador de baterías Ni-Cd. El transistor debe proveerse de un pequeño disipador de aluminio de 2 mm de grueso, de dimensiones 5 x 2 cm.**



amplia dispersión de valores en la práctica.

Por esta razón, sólo se emplean en aquellos casos en que la corriente de salida permite ser fijada al valor deseado con ayuda de algún elemento ajustable. En la figura 4 se da un cargador de acumuladores. Permite la recarga simultánea de cuatro de ellos, de 1.2-1.5 V dispuestos en serie. La corriente de carga depende del tipo de acumulador (ver tabla 1), y se fijará con ayuda del miliamperímetro, regulando la resistencia de 150 kΩ.

## Otros circuitos

El inconveniente del circuito anterior puede obviarse con el mostrado en la figura 5. La caída de tensión sobre los extremos del diodo Zener  $D_1$  es fija, lo que hace que la tensión

Acum.	Cap.	Int. Carga		M1
		14 h.	24 h.	
	Ah	mA	mA	mA
AA	0,5	50	25	0-100
C	1,5	150	75	0-200
D	4	400	200	0-500

aplicada sobre la resistencia  $R_1$  y la unión base-emisor de TRT1 sea constante.

Puesto que la tensión base-emisor de un transistor en conducción es también constante (unos 0,6 V para transistores de silicio), fácilmente se concluye que la caída de tensión sobre  $R_1$  es fija. Por tanto, debe ser constante la corriente que la atraviesa, que es la de emisor de TRT1, y

ésta prácticamente igual a la del colector.

Cuando se desea que el generador absorba corriente, en lugar de entregarla, se utilizará el circuito de la figura 6.

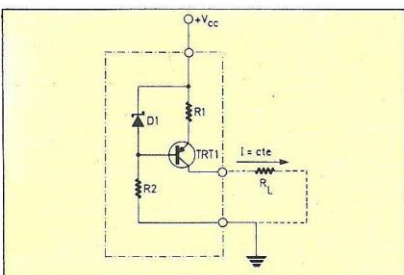
La corriente del colector del circuito descrito vale, aproximadamente:

$$I_c \approx \frac{V_Z - V_{BE}}{R_1}$$

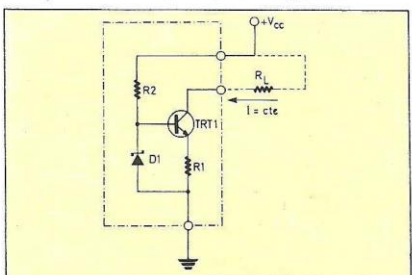
ecuación en la que  $V_Z$  es la tensión Zener de  $D_1$ , y  $V_{BE}$  vale 0,6 V para transistores de silicio y 0,2 V para los de germanio.

Como aplicación práctica, la figura 7 muestra un generador de corriente de 15 mA. Pueden conectarse a su salida hasta cuatro diodos LED. Todos ellos recibirán idéntica corriente y, por tanto, emitirán igual luminosidad.

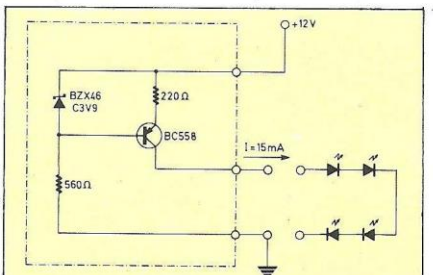
5. **Generador de corriente positiva.**



6. **Generador de corriente negativa.**



7. **Generador de corriente práctico de 15 mA.**







**Circuitos con FET**

A menudo se utilizan transistores de efecto de campo como generadores de corriente. Cuando los electrodos puerta y fuente («gate» y «source») se cortocircuitan ( $V_{GS} = 0$ ) como en la figura 1, el drenador («drain») absorbe una corriente constante de la fuente de alimentación.

El generador así formado adolece del mismo defecto que los circuitos más sencillos que emplean transistores, y es el de que el valor de la corriente creada no puede ser fijado previamente con exactitud, dada la gran dispersión de características. Por ejemplo, en el circuito de la figura 1, utilizando un FET del tipo BF245B, la corriente de drenador adoptará un valor fijo comprendido entre 6 y 15 mA.

Este tipo de circuito es ampliamente utilizado para polarizar diodos Ze-

ner con una corriente constante cuyo valor exacto no es preciso que adopte un valor concreto. En este sentido, puede complementar a otros generadores de corriente, como en el caso de la figura 2, en el que la corriente constante de salida es de 10 mA.

**Referencias de tensión**

Circuitos integrados que necesitan tensiones de referencia internas muy estables, tales como los reguladores de tensión y similares, utilizan componentes dispuestos en forma similar a los de la figura 3, en la que TRT1, TRT2, D1 y R1 forman un generador de corriente constante idéntico al de la figura 2 (excepto valores de los componentes).

La corriente de colectores de TRT2 se divide entre la base de TRT3 y el colector de TRT4. La primera provoca la corriente de emisor de TRT3,

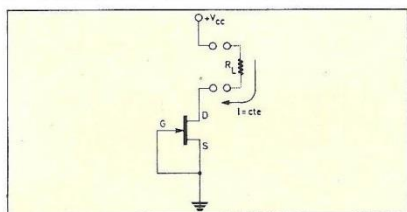
que polariza el diodo Zener D2 y circula a través de R2.

Si por cualquier causa tal corriente tiende a aumentar, la caída de tensión sobre R2 aumenta, y esto provoca un aumento en la polarización directa de TRT4, con lo que su colector absorberá mayor corriente. Esto hará que disminuya la corriente de base de TRT3, ya que TRT2 funciona como generador de corriente constante.

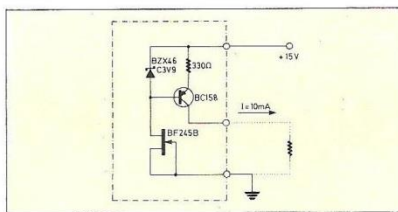
La disminución de la corriente de base de TRT3 hará que disminuya su corriente de emisor, con lo que se compensa el aumento inicial en la corriente a través de D2. Un proceso similar ocurre cuando la corriente a través de D2-R2 tiende a disminuir.

Como se ve, el conjunto de componentes actúa como un generador de corriente extraordinariamente estable a través de D2-R2. Esto hace que la tensión  $V_{REF}$  sea invariable dentro

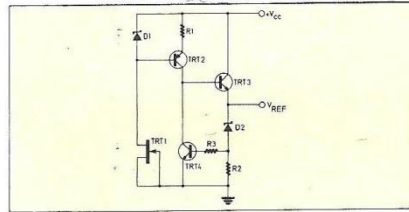
1. Generador de corriente constante con FET.



2. Generador de 10 mA.



3. Circuito típico de estabilización de tensión empleando un generador de corriente con FET.



de amplios márgenes de valores de la tensión de alimentación  $V_{cc}$ .

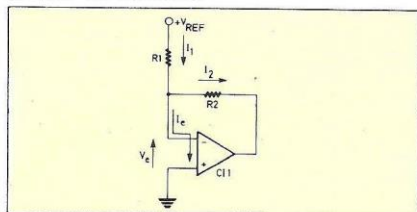
**Circuitos con operacional**

Un amplificador operacional también puede ser utilizado como fuente de corriente constante. El circuito básico de funcionamiento es el mostrado en la figura 4.

La impedancia que presentan los operacionales entre sus dos entradas es muy elevada (superior a 1 MΩ), por lo que puede suponerse con bastante aproximación que la corriente  $I_e$  es nula. Si esto es cierto, las corrientes  $I_1$  e  $I_2$  serán iguales.

Por otro lado, la diferencia de tensión que es necesario aplicar entre las entradas del operacional para que la tensión en la salida alcance su valor máximo (la tensión de alimentación) es muy pequeña. Por ejemplo, para un operacional cuya ganancia sea de 100.000, es sufi-

4. Circuito básico con operacional de un generador de corriente.



ciente con que entre sus entradas se aplique 0,1 mV para que la salida adopte un valor de 10 V. Esto es lo mismo que suponer que  $V_e$  va a ser nula en la práctica.

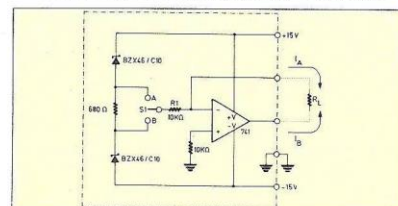
Examinando la figura 4, y con las suposiciones hechas ( $I_e = 0$ ;  $V_e = 0$ ), puede deducirse que:

$$I_2 = I_1 = \frac{V_{REF}}{R1}$$

de forma que si  $V_{REF}$  y R1 se hacen fijas, la corriente  $I_2$  será constante, con lo que el circuito funcionará como un generador de corriente, cuyo valor vendrá fijado por los citados valores de tensión y/o resistencia.

Pueden conseguirse fácilmente corrientes de salida positivas y negativas (que el circuito entregue o absorba corriente) con el circuito de la figura 5. Cuando el conmutador S1 se encuentre en la posición A, entre los terminales de salida ( $R_L$ ) circula

5. Generador de corriente de ±0,5 mA.



una corriente del sentido dado por  $I_A$  y de valor 0,5 mA.

En cambio, cuando S1 se sitúa en B, la corriente circula por los terminales de salida en sentido contrario al de antes (como  $I_B$ ), aunque su valor es el mismo (0,5 mA). Este circuito puede ser útil para la comprobación de transistores, así como para el registro de curvas características de tipos PNP o NPN. La corriente puede cambiarse de valor aumentando o disminuyendo R1.

Aunque los operacionales no suelen dar elevadas corrientes de salida, puede emplearse un transistor como amplificador de corriente, pero medido en el lazo de realimentación, para que la corriente suministrada no dependa de las características del mismo. El circuito de la figura 6 permite generar una corriente constante de 100 mA.

6. Generador de corriente de 0,1 A con operacional. Al transistor debe dotársele de un disipador de 30° C/w (aleta de aluminio de 4 × 2,5 cm).

