

PRACTICA 12

Fuentes de alimentación estabilizadas

12.1. INTRODUCCION

Como hemos visto en prácticas anteriores, la polarización de los elementos activos, por ejemplo, transistores, se conseguía mediante el empleo de una corriente continua proveniente en principio de pilas o baterías. Este sistema puede, en muchas ocasiones, ser altamente costoso por razones de consumo, utilizándose en dichas ocasiones un circuito electrónico que, partiendo de la tensión alterna de red, transforme la corriente alterna en corriente continua. A estos circuitos se les conoce con el nombre de **fuentes de alimentación** y, en lo sucesivo, **f.a.**

12.2. DESCRIPCION BASICA

Son muchos los tipos de f.a. existentes, pero podríamos, en principio, clasificarlas en:

- **Fuentes de tensión:** Mantienen la tensión de salida en un valor determinado, siendo variable el valor de la intensidad de salida dentro de ciertos límites.
- **Fuentes de intensidad:** Proporcionan una intensidad de salida determinada, siendo posible la variación de la tensión de salida dentro de ciertos límites.

Como vemos, esta primera clasificación se ha realizado en función de la característica más importante de salida que proporciona la f.a., pero, debido a que son más utilizadas las primeras, limitaremos el objetivo de la práctica al estudio de las fuentes de tensión.

A su vez, las fuentes de tensión se pueden clasificar en:

1. **Simples.** Son aquellas en que *la tensión de salida es fija*, aunque dependiente de factores, como:

- a) Variación de la tensión de entrada.
- b) Variación de la corriente de carga.
- c) Variación de la temperatura.

Dichas f.a. están constituidas por un transformador, un rectificador y un filtro, elementos vistos en prácticas anteriores, motivo por el cual no serán objeto de estudio en ésta. Las características o parámetros más importantes de una f.a. simple son:

- **Tensión de entrada:** Es la *tensión alterna que debe ser aplicada al primario del transformador*. Normalmente este valor será de 220 V.
- **Tensión nominal de salida:** El *valor de la tensión continua de salida para una corriente de carga determinada*, llamada intensidad nominal, y para una temperatura fija, normalmente temperatura ambiente.
- **Intensidad nominal de salida:** *Máxima corriente de carga que puede absorberse de la f.a.*, sin que la tensión de salida descienda por debajo de la nominal.
- **Regulación:** Si llamamos $V_{\text{sin carga}}$ a la tensión de la f.a. sin carga conectada, y V_{carga} cuando dicha carga está conectada, entonces, la regulación queda definida como

$$R(\%) = \frac{V_{\text{sin carga}} - V_{\text{carga}}}{V_{\text{carga}}} \cdot 100$$

La diferencia de tensión del dividendo es debida a la resistencia interna de la f.a., razón por la cual será tanto mejor cuanto menor sea su regulación.

2. **Estabilizadas.** Son aquellas en las que la *tensión de salida es fija y constante*, independientemente de las variaciones de la tensión de entrada o de la corriente de carga.

Además de los citados para las f.a. simples, un parámetro muy importante de este tipo de fuentes es el **factor de estabilidad**, *cociente entre la variación experimentada por la tensión de salida y la variación de la tensión de entrada que la provoca*, supuestas constantes la corriente de salida y la temperatura. Matemáticamente, su expresión responde a la forma:

$$S_v = \frac{\Delta V_{\text{salida}}}{\Delta V_{\text{entrada}}}$$

3. **Regulables.** La *tensión de salida es variable*, dentro de ciertos márgenes, por el usuario. Las f.a. regulables pueden dividirse a su vez en dos tipos diferentes en función de la calidad de la tensión de salida, dando lugar a los tipos:

- Regulable simple.
- Regulable estabilizada.

Este último tipo de f.a., debido a su complejidad, será tema que estudiaremos en la Práctica 13.

12.3. FUNCIONAMIENTO

Si a una f.a. simple le añadimos un nuevo bloque, llamado estabilizador, obtenemos la fuente de alimentación estabilizada.

En la Figura 12.1 se observa que, básicamente, el estabilizador está formado por dos elementos llamados compensador y detector.

PRACTICA 13

Fuentes de alimentación regulables

13.1. INTRODUCCION

Tal como se dijo en la Práctica 12, existen dos tipos fundamentales de f.a. regulables:

- Simples.
- Estabilizadas.

Las segundas se diferencian de las primeras en que incorporan un diodo zéner, consiguiendo que en todo momento la tensión de salida permanezca casi constante. En ambos tipos se emplea, casi exclusivamente, la regulación serie, debido a la menor pérdida de potencia que producen.

13.2. DESCRIPCION BASICA

El esquema de bloques de la f.a. regulable se muestra en la Figura 13.1. Pasemos a ver la función básica de cada uno de estos bloques.

1. **Elemento de muestreo.** Toma parte de la tensión de salida v_o y se la proporciona al elemento comparador. Suele estar constituido por un potenciómetro.
2. **Elemento de referencia.** Su objetivo es mantener una tensión fija de referencia para el comparador. Este bloque consta de un diodo zéner y una resistencia en las estabilizadas, y de un condensador en las simples.
3. **Elemento comparador.** Compara las tensiones producidas por los bloques anteriores, amplificando la diferencia y produciendo una señal de salida, llamada tensión de error. Suele estar constituido por un transistor en la configuración de emisor común, siendo sustituido en las f.a. más modernas por un amplificador operacional.
4. **Amplificador de error.** Amplifica la corriente de la señal producida por el comparador hasta niveles adecuados para atacar al elemento de control. Consta de un transistor en colector-común, aunque en muchas ocasiones la corriente de salida del comparador es suficiente para este fin, suprimiéndose este bloque.

PRACTICA 14

Fuente de alimentación con circuito integrado

14.1. INTRODUCCION

En la Práctica 13 vimos cómo la adición de unos pocos elementos a un rectificador mejora notablemente su salida siendo prácticamente continua. El inconveniente de este tipo de f.a. es el espacio físico que ocupa, bastante elevado.

Afortunadamente, los avances en el campo de la integración de componentes han permitido disponer en el mercado de unos elementos que incorporan en un único encapsulado todos los componentes necesarios para conseguir una buena f.a. estabilizada con pocos elementos externos.

El objetivo de esta práctica es estudiar estos elementos, llamados *reguladores*, mediante unas prácticas sencillas, las cuales no suponen, en modo alguno, todas las aplicaciones prácticas que dichos elementos pueden realizar.

14.2. DESCRIPCION BASICA

Son muchos los reguladores existentes en el mercado, pero vamos a limitar el objeto de esta práctica a la familia L78XX, los cuales están disponibles en dos tipos de encapsulado según la potencia máxima que vaya a disipar el elemento. Remitimos al lector interesado al Apartado «Información adicional» para una referencia a sus características.

Debido a su alta complejidad no veremos el esquema interno del dispositivo, aunque sí estudiaremos su diagrama de bloques, el cual se representa en la Figura 14.1.

La Figura 14.2a representa el patillaje para el encapsulado tipo TO-220, y en la 14.2b se esquematiza el patillaje del encapsulado TO-3.

Veamos la función de cada bloque para hacernos una idea general del comportamiento del regulador:

- **Circuito de arranque:** Es un circuito de protección que inhibe la salida del regulador cuando la tensión v_i no supera en cierta cantidad (típicamente 2 V) a la tensión nominal de salida.

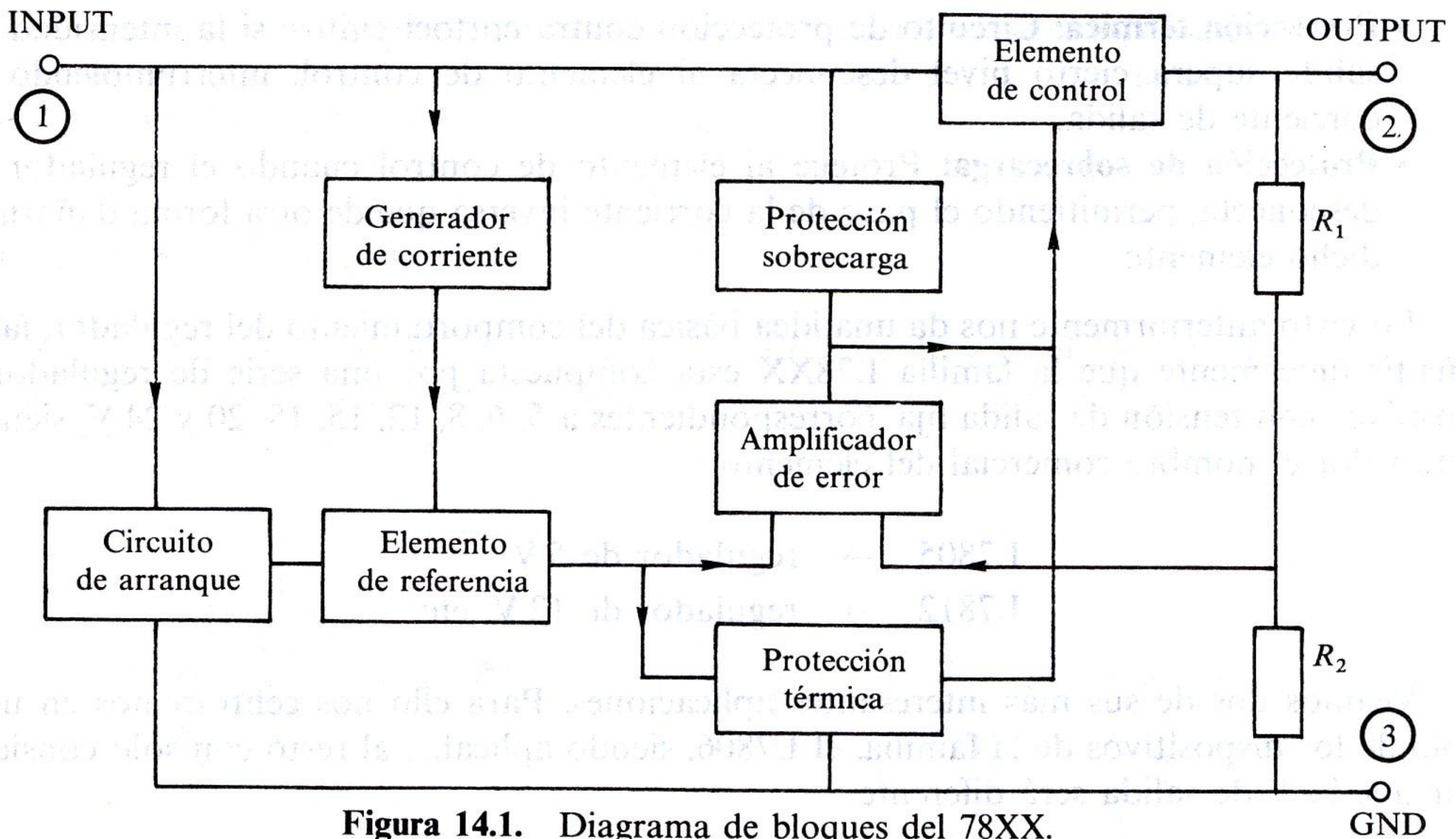


Figura 14.1. Diagrama de bloques del 78XX.

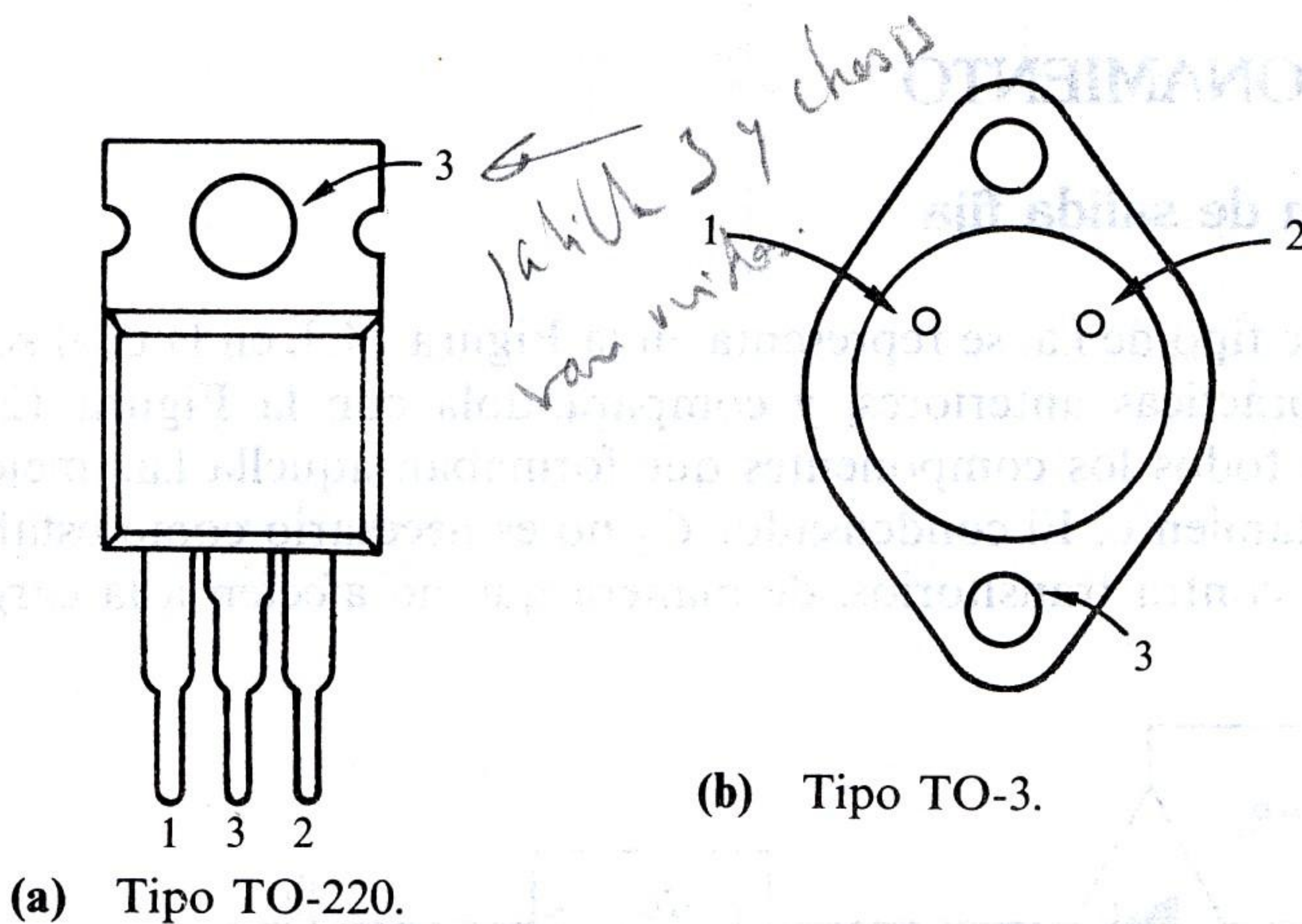


Figura 14.2. Patillajes.

- **Generador de corriente:** Proporciona una corriente constante al elemento de referencia, independientemente de la entrada y la salida.
- **Elemento de referencia:** Mantiene una tensión constante entre sus extremos y la envía al amplificador de error.
- **Amplificador de error:** Compara la tensión del elemento de referencia con una porción de la tensión de salida, obtenida del divisor de tensión formado por R_1 - R_2 . El resultado es amplificado y enviado al elemento de control.
- **Elemento de control:** Recibe la señal proveniente del amplificador de error y varía su caída de tensión interna en función de dicha señal. Es el elemento que soporta la diferencia de tensión entre v_i y v_o nominal.

- **Protección térmica:** Circuito de protección contra cortocircuitos; si la intensidad de salida supera cierto nivel desconecta al elemento de control, interrumpiendo la corriente de salida.
- **Protección de sobrecarga:** Protege al elemento de control cuando el regulador se desconecta, permitiendo el paso de la corriente inversa que de otra forma dañaría a dicho elemento.

Lo visto anteriormente nos da una idea básica del comportamiento del regulador, falta añadir únicamente que la familia L78XX está compuesta por una serie de reguladores positivos con tensión de salida fija, correspondientes a 5, 6, 8, 12, 15, 18, 20 y 24 V, siendo este valor el nombre comercial del elemento:

L7805 → regulador de 5 V
L7812 → regulador de 12 V, etc.

Veamos dos de sus más interesantes aplicaciones. Para ello nos centraremos en uno solo de los dispositivos de la familia, el L7806, siendo aplicable al resto con sólo considerar que la V de salida será diferente.

14.3. FUNCIONAMIENTO

■ f.a. de tensión de salida fija

El esquema de este tipo de f.a. se representa en la Figura 14.3, en la cual se identifica la f.a. simple, vista en prácticas anteriores, y comparándola con la Figura 12.2, se ve que el L7806 sustituye a todos los componentes que formaban aquella f.a., mejorando notablemente su comportamiento. El condensador C_2 no es necesario como estabilizador; es una simple protección contra transitorios, de manera que no afecten a la carga.

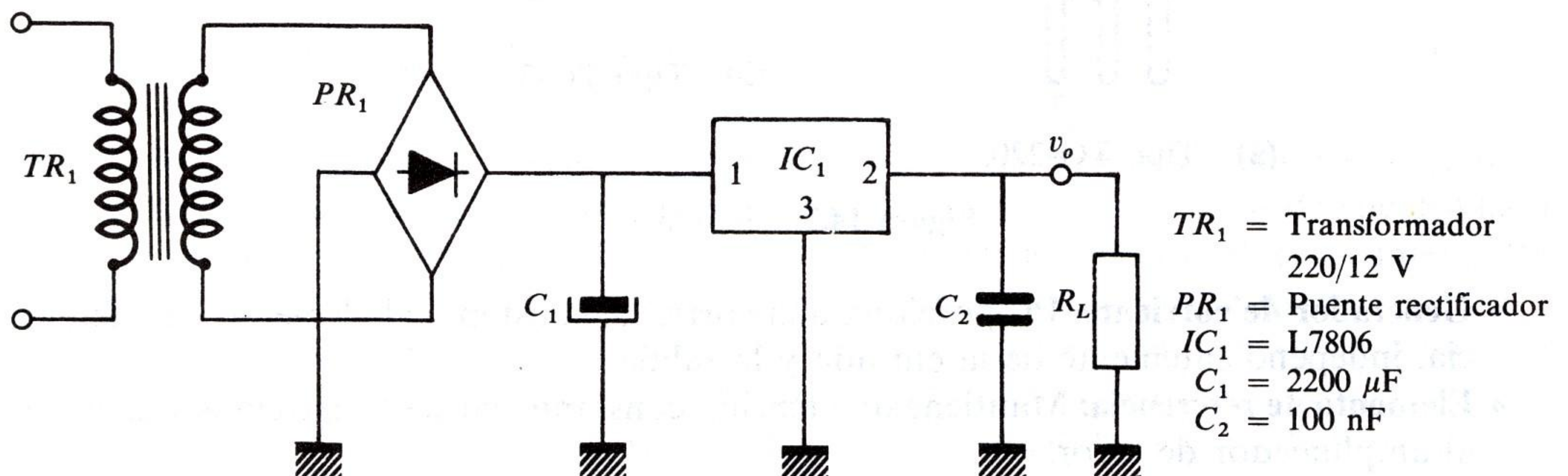


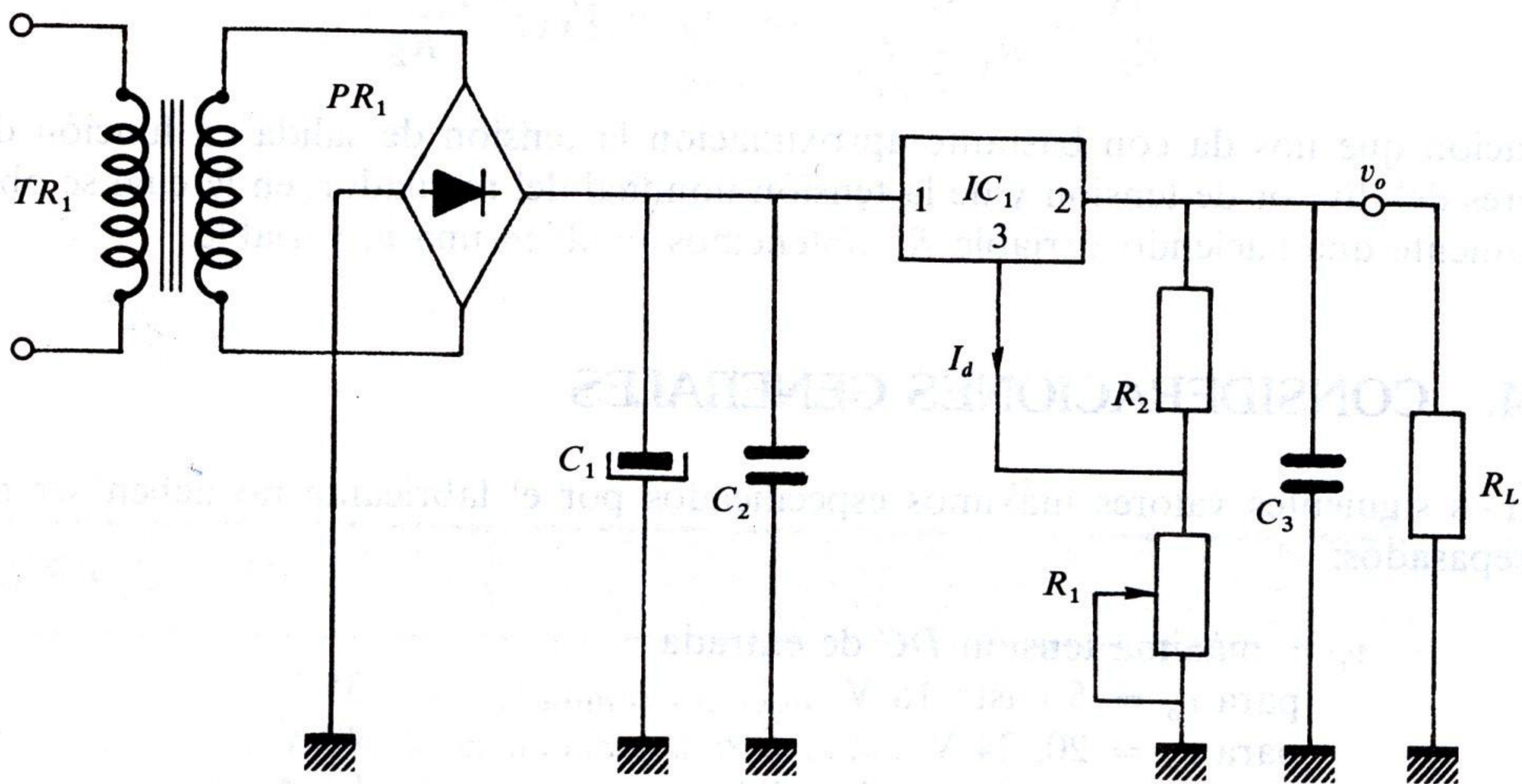
Figura 14.3. f.a. estabilizada.

El conjunto formado por TR_1 , PR_1 y C_1 proporciona una corriente pulsatoria filtrada al regulador, el cual mantiene la tensión en su terminal de salida prácticamente constante para variaciones de la v_i entre 7 y 35 V. Igualmente, las variaciones de la corriente de

salida producidas por la resistencia de carga son internamente compensadas por el regulador, siempre que no se supere la I_{tot} , que es de 1 A, en cuyo momento se desconecta el circuito interrumpiendo el paso de corriente.

■ f.a. regulable estabilizada

El esquema de este tipo de f.a. se muestra en la Figura 14.4, en el cual se observa la amplia reducción de componentes comparándolo con su equivalente de la Figura 13.3 realizado con componentes discretos.



- | | |
|---------------------------------|------------------------|
| TR_1 = Transformador 220/12 V | C_2 = 330 nF |
| PR_1 = Puente rectificador | C_3 = 100 nF |
| IC_1 = L7806 | R_1 = 1 kΩ ajustable |
| C_1 = 2200 μF | R_2 = 270 Ω, 1/2 W |

Figura 14.4. f.a. regulable estabilizada.

Veamos la función de cada componente:

- El condensador C_1 es el condensador de filtro de la f.a. simple.
- C_2 y C_3 actúan como supresores de transitorios que puedan afectar a la entrada del regulador o a la carga.
- R_1 - R_2 forman un divisor de tensión que actúa como elemento de muestreo de la f.a. regulable.

Analizando el circuito obtenemos que

$$v_o = V_{R_2} + V_{R_1} = I_{R_2} \cdot R_2 + I_{R_1} \cdot R_1$$

Por otra parte,

$$I_{R_1} = I_d + I_{R_2}$$

y como $I_d \ll I_{R_2}$, por aproximación tenemos que $I_{R_1} \simeq I_{R_2}$, luego

$$v_o = I_{R_2} \cdot (R_1 + R_2) \quad [1]$$

Como sabemos que entre las patillas 2 y 3 del regulador tenemos una tensión constante e igual a V_{XX} , entonces

$$I_{R_2} = V_{XX}/R_2$$

e igualando en [1]

$$\frac{V_{XX}}{R_2} = \frac{v_o}{R_1 + R_2} \Rightarrow v_o = V_{XX} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

Ecuación que nos da con bastante aproximación la tensión de salida en función de los valores del divisor de tensión y de la tensión nominal del regulador, en la cual se observa claramente que haciendo variable R_1 obtenemos también una v_o variable.

14.4. CONSIDERACIONES GENERALES

1. Los siguientes valores máximos especificados por el fabricante no deben ser nunca sobrepasados:

v_i = máxima tensión DC de entrada	
para $v_o = 5$ hasta 18 V	35 V
para $v_o = 20, 24$ V	40 V
I_o = intensidad máxima de salida	1,5 A
I_{op} = intensidad de pico de salida	3,5 A
T_{op} = temperatura de la unión	
para los L78XX	-55 a +150 °C
para los L78XXC	0 a +150 °C

2. La P_{tot} = potencia máxima de disipación, y la I_o están internamente limitados, pudiendo ser aumentados mediante el empleo de un disipador adecuado.

3. Dentro de la amplia gama, cada uno de los dispositivos de la familia L78XX se distingue por la siguiente nomenclatura:

L78	Y	XX	Y	Y
nombre de la familia	↓	tensión de salida	↓	↓
$M \Rightarrow I_{om\acute{a}x} = 0,5$	A		→ Nada	$\Rightarrow V$ encapsulado TO-220
$S \Rightarrow I_{om\acute{a}x} = 2,0$	A			$\Rightarrow T$ encapsulado TO-3
Nada $\Rightarrow I_{om\acute{a}x} = 1,5$	A			$\Rightarrow C \Rightarrow 0$ a +155 °C

4. La familia L78XX tiene su complementaria de reguladores negativos en la familia L79XX, con las mismas características y nomenclatura que la anterior.

14.5. PROCESO OPERATIVO

1. Conectar el circuito de la Figura 14.3.
2. Conectar $R_L = 120 \Omega$, 5 W. Medir v_o e I_o . Anotarlo en la Tabla 14.1.
3. Variar R_L de manera que $I_L = 750$ mA. Medir v_o y anotarlo en la Tabla 14.1.
4. Con el osciloscopio, medir la tensión de rizado. Calcular el factor de rizado de la f.a.
5. Calcular el porcentaje de regulación de la f.a.
6. Conectar el circuito de la Figura 14.4. Variar R_1 entre sus valores máximo y mínimo.
7. Ajustar R_1 a su punto medio. Repetir los puntos 2, 3, 4 y 5.

Tabla 14.1.

	$R_L = 120 \Omega$	$R_L = ?$
v_o		
I_o		

CUESTIONES

1. ¿Qué dispositivo se conoce con el nombre de regulador?
2. Indicar las características del componente L78M12CV.
3. ¿Qué ventajas reúne un estabilizador con regulador respecto de uno con componentes discretos?
4. ¿Se podría utilizar un regulador como generador de corriente constante? Razonarlo.
5. Si en el circuito de la Figura 14.3 se intercala un diodo zéner de tensión V_Z entre el terminal 3 y masa. ¿Qué ocurrirá con la tensión v_o ?

CONCLUSIONES

- Los reguladores incorporan en un único encapsulado todo un conjunto de componentes capaces de obtener una tensión de salida constante.
- La protección térmica interna de los reguladores hace a estos circuitos prácticamente indestructibles y los protege de cortocircuitos de salida.
- Es conveniente incluir condensadores de desacoplo de transitorios tanto a la entrada como a la salida del regulador.
- Es posible construir una f.a. regulable estabilizada mediante un divisor de tensión externo al regulador.
- La amplia gama de reguladores positivos y negativos existentes en el mercado cubren casi todas las necesidades de alimentación de cualquier circuito electrónico.