
Tema 2.- Telefonía analógica. Informaciones a través de la línea telefónica.

Contenidos:

- ¹ Telefonía analógica.
- ¹ Señalización en el bucle de abonado.

Práctica:

- ¹ Montaje de un sencillo interfaz de línea.

Índice:

- 1.- [Telefonía analógica.](#)
 - 1.1.- [Evolución de las tensiones en el bucle de abonado.](#)
 - 1.1.1.- [Evolución de la línea en el curso de una llamada saliente.](#)
 - 1.1.2.- [Evolución de la línea en el curso de una llamada entrante.](#)
 - 1.2.- [Los tonos PTT.](#)
 - 1.3.- [Marcación telefónica.](#)
 - 1.3.1.- [Marcación decádica.](#)
 - 1.3.2.- [Marcación en multifrecuencia.](#)
 - 1.4.- [Identificación de abonado llamante.](#)
 - 1.5.- [El interfaz de línea.](#)
 - 1.5.1.- [Ocupación de la línea.](#)
 - 1.5.2.- [Detección de la señal de llamada.](#)
 - 1.5.3.- [Inyección y extracción de audio.](#)
 - 1.5.4.- [Lectura de la polaridad de la línea.](#)
 - 1.5.5.- [Autoalimentación a través de la línea telefónica](#)
-

1.- Telefonía analógica.

El fin último de la telefonía ha sido tradicionalmente la transmisión de información vocal entre dos personas distantes. Las perturbaciones acústicas que recibe el micrófono tienen carácter analógico, por tanto, los primeros sistemas de telefonía que se implantaron, y que aún perduran en la actualidad, fueron sistemas de telefonía analógica.

Se dice que un sistema es analógico cuando sus valores progresan de forma infinitesimal, es decir, que variaciones infinitesimales de tiempo reflejan variaciones infinitesimales de la magnitud considerada. En un sistema analógico siempre hay un valor intermedio entre dos valores cualesquiera. Contrariamente a los sistemas analógicos los sistemas digitales solo disponen de un número determinado de valores posibles para una magnitud.

Un ejemplo que ayuda a aclarar estos conceptos es el de los sistemas formados por una rampa y una escalera. Una rampa es un sistema analógico, pues para ir de una altura a otra se ha de pasar por todas las alturas intermedias. Una escalera es un sistema digital en el sentido que para pasar de una altura a otra se hace en intervalos (peldaños), sin valores intermedios entre los peldaños.

Modernamente ha sido posible la "digitalización" de las magnitudes analógicas, y esto ha provocado un enorme avance en las telecomunicaciones, pues los sistemas digitales ofrecen una potencia de cálculo y una versatilidad que son muy difíciles de conseguir con medios analógicos.

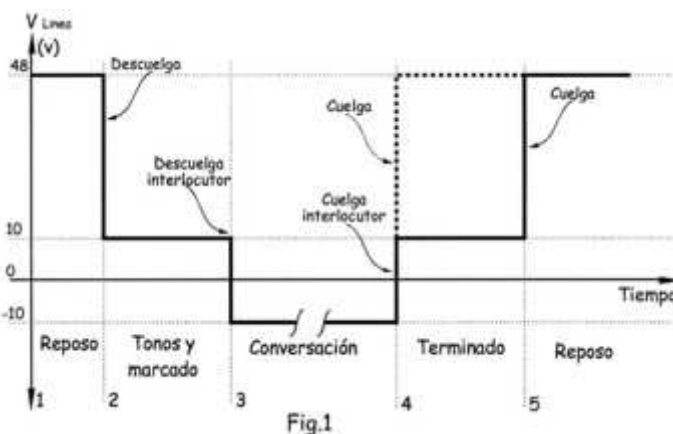
Sobre la telefonía digital versara el tema 3, en este tema nos centraremos en los sistemas analógicos, todavía hoy ampliamente extendidos.

1.1.- Evolución de las tensiones en el bucle de abonado.

Como vemos son muchas y diversas las informaciones que circulan a través de los dos hilos que configuran el bucle de abonado. La tensión presente en la línea telefónica pasa por diversos estados que, si se monitorizan, permiten conocer en que fase de la llamada nos encontramos.

Cuando el telefono se encuentra en reposo (colgado) la linea presenta una tensión continua de unos 48 v. (el valor de las tensiones es aproximado debido, entre otras cosas, a la caída de tension en el par). A partir de este momento la linea solo puede sufrir dos tipos de cambio: que el abonado descuelga (saliente) o que reciba una llamada (entrante).

1.1.1 .-Evolución de la línea en el curso de una llamada saliente.



La figura 1 permite ver en que modo se refleja en la línea telefónica la evolución de una llamada saliente. Partimos de la situación en que el teléfono está colgado en reposo (1). En este momento la tensión en la línea tiene un valor constante de 48 v., que mantiene hasta el momento de descolar (2).

Cuando se descuelga el teléfono, éste debe comunicar a la central telefónica que se está solicitando una comunicación; que se quiere "ocupar la línea". Para hacerlo provoca un consumo de 50 mA. en ella. En este instante la tensión en la línea pasa a un valor aproximado de 10v.

A partir de este momento hasta el instante (3), en que el interlocutor descuelga, la línea transmite y recibe una gran cantidad de informaciones: tonos, número solicitado, etc. Estas se verán con más profundidad en los siguientes apartados.

En el momento en que el interlocutor descuelga su aparato la tensión en la línea invierte su polaridad, manteniendo su valor absoluto. Este es el momento del inicio de la conversación, que

puede ser detectado con facilidad a efectos, por ejemplo, de tarificación.

A partir de este momento y hasta el instante en que uno de los interlocutores cuelga (4), en la línea tenemos una tensión de unos -10 v. y, superpuesta a ella, la información vocal de la conversación. Esta señal vocal se estudiará más detenidamente con posterioridad.

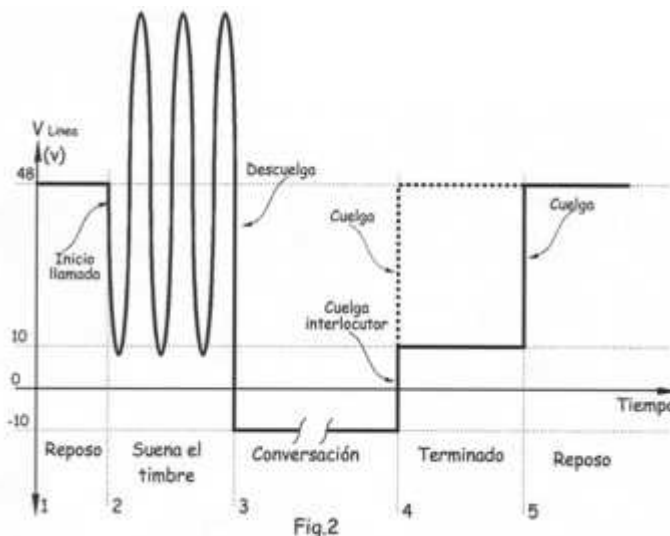
Para finalizar la conversación es necesario que uno de los interlocutores cuelgue. Si lo hace el llamante la tensión en la línea vuelve a su valor de reposo, los 48 v. iniciales. Esta circunstancia se representa en el gráfico en línea discontinua.

Si quien finaliza la conversación es el abonado llamado la tensión en la línea vuelve a invertir su polaridad, quedando así hasta el momento de colgar (5), a partir del cual la línea vuelve a los 48 v. del estado de reposo.

1.1.2.- Evolución de la línea en el curso de una llamada entrante.

Cuando el abonado recibe una llamada la tensión en la línea sufre una evolución que se encuentra representada gráficamente en la figura 2. Igual que en el caso anterior se parte del estado de reposo de la línea (1).

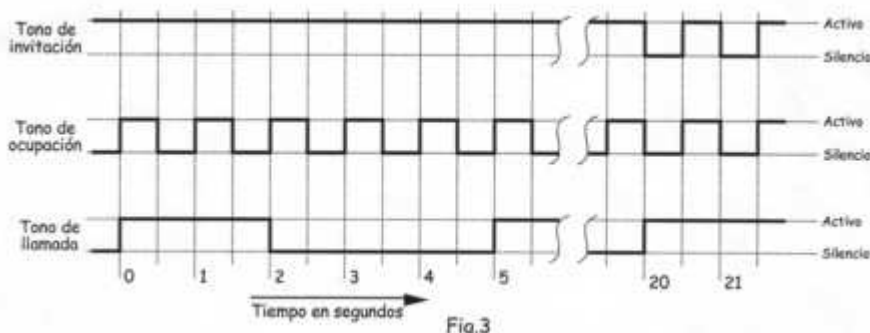
La tensión que hace sonar el timbre del teléfono aparece en el instante (2), y se trata de una tensión senoidal de 80 v. pico a pico, a una frecuencia de 25 Hz., que se superpone a la tensión de reposo de 48 v.



Al descuelgar el teléfono (3) esta señal desaparece y la tensión en la línea toma un valor cercano a los -10 v. (Al igual que antes la polaridad se ha invertido). En este momento se inicia la conversación, que finalizará igual que en el caso anterior, con el colgado de cualquiera de los interlocutores (4 y 5).

1.2.- Los tonos PTT.

En diversas fases de la comunicación el usuario es informado, mediante pitidos en su altavoz, del estado en que se encuentra su llamada. Se trata de los tonos PTT (Postes, Telegraphes, Telephones), que utilizan una señal senoidal de 440 Hz. (nota musical La) como tono fundamental. La figura 3 muestra los diferentes tonos PTT con sus cadencias.



Cuando se descuelga un teléfono se escucha esta señal de 440 Hz de forma permanente. Se denomina tono IT1 y es conocido como "tono de invitación a marcar". Indica al usuario que la central se encuentra a la espera de recibir el número del destinatario de la llamada. Este tono desaparece con cualquier actuación sobre el teclado.

Si el teléfono está inactivo durante más de 20 segundos este tono es sustituido por el "tono de ocupación", en el que se alternan 500 ms. de tono y 500 ms. de silencio. Este tono se

escucha, además, cuando se intenta llamar a un abonado que ya está ocupado o cuando el otro interlocutor cuelga. Su significado es el de una invitación a colgar.

Además, después de marcar un número, y si éste número está libre, se escucha el "tono de llamada"; una señal de 440 Hz. durante dos segundos y tres segundos más de silencio. Es interesante destacar que esta señal, aunque sigue la misma cadencia que el timbre, no es sincrónica con el timbre del abonado llamado.

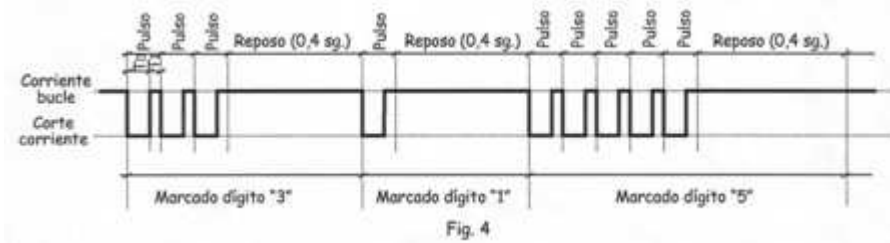
Existen también otros tonos como el "tono de invitación a marcación internacional", llamado IT2, que es una mezcla entre las frecuencias de 440 Hz y 330 Hz.; y los tonos IT3 e IT4, que se emplean generalmente en redes interiores.

1.3.- Marcación telefónica.

Otra información importante que circula por el bucle de abonado es la marcación del número del abonado demandado. El procedimiento más antiguo con el que se realiza esta operación, datando de los comienzos de la telefonía automática, sigue hoy en vigor. Se trata de la marcación decádica o decimal.

1.3.1.- Marcación decádica.

Hemos visto con anterioridad como "ocupamos" la línea al hacer circular por nuestro teléfono una corriente de 50 mA. La marcación decádica consiste en interrumpir brevemente esta corriente, tantas veces como indique el dígito marcado. La figura 4 muestra un ejemplo de marcación decádica para el número "315".



Un impulso elemental se realiza interrumpiendo la corriente de bucle durante 66 mseg. (TO) y respondiéndola después durante 33 mseg(TI), por lo que la duración total de un pulso será de $66 + 33 = 99$ mseg., es decir 0,1 segundos. Para marcar un dígito se encadenan tantos de estos pulsos elementales como el dígito indique, diez para el "0".

Para formar el número basta con encadenar los dígitos que lo compongan dejando un mínimo de 0,4 seg. de pausa entre uno y otro dígito. De esta forma, para componer el número "1" se precisa de un tiempo de $0,1 + 0,4 = 0,5$ seg.; y para componer el cero se necesita un tiempo de $(0,1 \times 10) + 0,4 = 1,4$ segundos. Para componer un número de 9 cifras se necesitan una media de 13 segundos. Como podemos ver la marcación decádica es un método lento.

1.3.2.- Marcación en multifrecuencia.

El tiempo de marcación en decádica no es, como vemos, despreciable, además su aplicación se reduce a los números y resultaría muy engorrosa y lento intentar una comunicación de datos en decádico. Para paliar estos inconvenientes nació el sistema de marcación en multifrecuencia o marcado por tonos DTMF (Dual Tone Multi Frequencies).

		Bajas frecuencias			
Hz		697	770	852	941
Altas frecuencias	1209	1	4	7	*
	1336	2	5	8	0
	1477	3	6	9	#
	1633	A	B	C	D

Fig. 5

Este método se basa en el envío de dos tonos de distinta frecuencia para cada cifra. Como cada par de frecuencias tiene asignado un valor numérico, el tiempo para marcar el dígito "1" es el mismo que el necesario para el "0" o para cualquier otra cifra. Este tiempo es de 50 mseg., y otros 50 mseg. de pausa entre cifras consecutivas (0,1 seg. en total). De esta forma para componer el mismo número de 9 cifras se necesitan ahora $9 \times 0,1 = 0,9$ segundos.

La figura 5 muestra la tabla de frecuencias standard y su asignación a cada dígito. Se han incluido, además de las 10 cifras, símbolos (#, *) y las letras de la A a la D. El par de frecuencias asignado a cada dígito pertenece una a las

altas frecuencias y la otra a las bajas.

Los símbolos "#" y "*" se emplean en nuevos servicios de telefonía, como el manejo de contestadores automáticos y en sistemas de telemando. Las letras "A", "B", "C" y "D" no tienen tecla correspondiente en el teléfono, y se emplean en el envío de datos.

1.4.- Identificación de abonado llamante.

En la actualidad se ha implementado un nuevo servicio a la telefonía analógica, se trata del "CID" (Caller ID), que consiste en la recepción, por parte del abonado llamado, de la información del número del

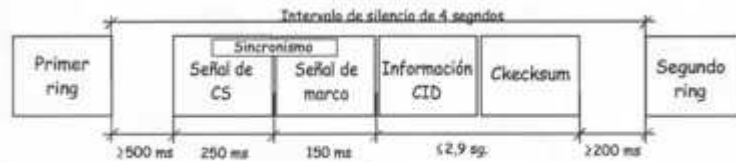


Fig. 6

del abonado llamante. En algunos estados americanos la implantación

Carácter	ASCII	Descripción
04		Tipo mensaje (SDMF)
11		Longitud mensaje (17)
31	1	Mes (Noviembre)
31	1	
31	1	
30	0	Día (10)
31	1	
38	8	Hora (18)
33	3	Minutos (36)
36	6	
39	9	Número marcado (925764083)
32	2	
35	5	
37	7	
36	6	
34	4	
30	0	
38	8	
33	3	
7A		Checksum

Fig 7a.- CID en formato SDMF

En la figura 6 se puede apreciar las fases que componen el envío del CID.

En primer lugar se envía un tren de 300 bits (250 msg.) de ceros y unos alternados. El tren comienza con un "0" y acaba con un "1". A continuación se envía la señal de marca, compuesta por 180 bits a "1" (150 msg.). El propósito del envío de estos dos bloques es el de preparar al equipo receptor de los datos para la recepción de los mismos (sincronismo).

A partir de este momento se inicia el envío de la información CID, empezando por el LSB (Least Significant Bit) del carácter más significativo. Cada carácter del mensaje tiene 8 bits y se encuentra codificado en ASCII (American Standard Code for Information Interchange). Cada carácter enviado va precedido por un bit de inicio (un "0") y finaliza con un bit de parada (un "1"), de forma que para cada carácter se requiere el envío de 10 bits. La información CID puede ser enviada en uno de dos formatos. El formato "SDMF" (Single Data Message Format) proporciona la fecha, la hora y el número del abonado llamante. El formato "MDMF" (Multiple Data Message Format) proporciona, además, el nombre del abonado llamante.

La información de CID va precedida por un carácter de checksum para la detección de errores. Este checksum se realiza sumando los anteriores bytes del CID, y eliminando los acarreo para conseguir un número de un byte, al que se efectúa el complemento a dos. Durante la recepción, el equipo receptor realiza una suma similar, y al recibir el checksum, este es sumado también. El resultado de esta operación ha de ser "0", indicando que no han existido

del CID provocó protestas por partes de grupos que entendían este servicio como una violación de la intimidad. Debido a ello se añadió a este servicio la posibilidad de la ocultación del número por parte del abonado llamante. Cuando la identidad del abonado llamante esta oculta su información viaja por la red telefónica y es en la última central, la central local del abonado llamado, donde se elimina esta información de forma que no esté presente en el bucle del abonado llamado.

La información de CID es transmitida al bucle de abonado entre el fin del primer tono de llamada y el inicio del segundo usando tonos de modem (1200 Hz para el "1" y 2200 Hz para el "0"), y se inicia con un sincronismo seguido por la información CID propiamente dicha, terminando con un byte de checksum.

Carácter	ASCII	Descripción
04		Tipo mensaje (SDMF)
09		Longitud mensaje (9)
31	1	Mes (Noviembre)
31	1	
31	1	
30	0	Día (10)
31	1	
38	8	Hora (18)
33	3	Minutos (36)
36	6	
50	P	Privado
0E		Checksum

Fig 7b.- CID en formato SDMF con ID oculta.

Carácter	ASCII	Descripción
80		Tipo mensaje (MDMF)
30		Longitud mensaje (48)
31	1	Mes (Noviembre)
31	1	
31	1	
30	0	Día (10)
31	1	
38	8	Hora (18)
33	3	Minutos (36)
36	6	
02		Tipo p. (número)
09		Longitud cadena (9)
39	9	Número marcado (925764083)
32	2	
35	5	
37	7	
36	6	
34	4	
30	0	
38	8	
33	3	
07		Tipo p. (nombre)
08		Longitud cadena (11)
50	P	Nombre abonado (Pepe Leches)
65	e	
70	p	
65	e	
20		
4C	L	
65	e	
63	c	
68	h	
65	e	
73	s	
C4		Checksum

Fig 7c.- CID en formato MDMF

errores en la comunicación.

Las figuras 7a, 7b y 7c muestran varios ejemplos de como se estructura la información CID. Ésta se compone de un primer byte que indica si el mensaje esta en formato SDMF (04H), o esta en formato MDMF (80H). A continuación viene un byte que indica la longitud del mensaje (a partir de este carácter y sin incluir el checksum). El mensaje propiamente dicho se inicia con dos bytes que informan del mes, dos mas que informan del día seguidos de otros dos para la hora y otros dos para los minutos. La información que se envía a continuación depende del modo de comunicación elegido.

Si la comunicacion se realizaba en modo SDMF, se continúa el mensaje con el número de abonado, incluyendo tantos bytes como precise el número. El mensaje acaba con la recepción del último dígito, tras el cual se incluye el checksum.

Si por el contrario se realizaba en MDMF se envía un carácter de tipo de parametro que se incluirá a continuación, número (02H) o nombre (07H), seguido por un byte que indica la longitud del número o nombre, y a continuación el número o nombre con tantos bytes como precise su longitud.

Si la llamada esta ocultada el primer digito del numero sera el carácter "P" (50H), indicando que el abonado llamado no desea darse a conocer. A continuacion se incorpora el checksum.

1.5.- El interfaz de linea.

Como vemos son muchas y muy variadas las informaciones que circulan por los hilos que forman el bucle de abonado. El terminal telefónico ha de poder extraer estas informaciones para enviar cada una de ellas a su transductor correspondiente (timbre, altavoz, microfono, etc.). El circuito que se encarga de esta tarea en el terminal telefónico se denomina "**interfaz de línea**". Además es este circuito el que realiza el aislamiento galvánico entre la línea telefónica y los circuitos conectados a ella mediante transformadores y optoacopladores.

1.5.1.- Ocupacion de linea.

La primera tarea encomendada al interfaz de línea es la de ocupar o desocupar la línea. Esta operation requiere, como hemos visto, que el terminal telefónico provoque un consumo en la linea de 50 mA. La forma mas simple de conseguirlo es colocando en paralelo con la linea una resistencia de: $R = 48v. / 50mA. = 820 \Omega$. Sin embargo este procedimiento no es el mas adecuado ya que los 48v. de la línea sufren variaciones importantes, que se traducirían en variaciones de la corriente de bucle. Es mucho mejor el empleo de un circuito regulador de corriente constante como el representado en la figura 8, en el que los transistores T1 y T2 ajustan mutuamente sus corrientes, para que la tensión en R1 sea de 0,7v., es decir, para tener una corriente de bucle de $I = 0,7v./15\Omega = 46 \text{ mA}$. El puente de diodos P1 sirve para mantener invariable la polaridad de la tensión en los transistores aunque cambie la polaridad de la línea.

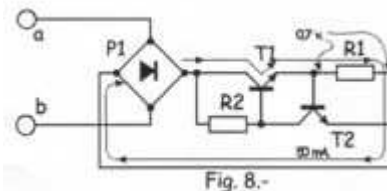


Fig. 8.-

1.5.2.- Detección de la señal de llamada.

Como hemos visto la serial de llamada consiste en el envio, por parte de la central de una tensión alterna de 80 vpp. y 25 Hz. El circuito que detecta esta señal se encuentra representado en la figura 9.

El condensador C2 bloquea la corriente continúa de forma a dejar pasar sólo la componente alterna de la señal de llamada. En combinación con R6 forman una red RC serie que limita la corriente consumida en la llamada a un valor de unos 20 mA.

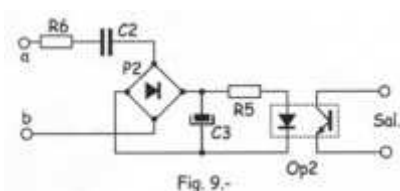


Fig. 9.-

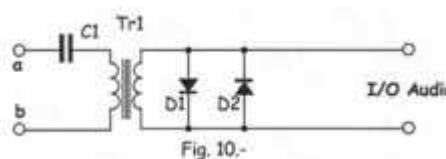
La señal alterna de llamada es convertida en continúa mediante el puente de diodos P2, cargando el condensador C3. La tensión de este condensador es suficiente para el encendido del led del optoacoplador Op2 a través de la resistencia R5 en buenas condiciones.

El transistor de Op2 se cerrará con el encendido del led, sirviendo este cierre para informar del estado de llamada.

1.5.3.- Inyección y extracción de audio.

Para inyectar y extraer de la línea telefónica la señal de audio se emplean transformadores de relación de transformación 1:1 y de 600 Ω de impedancia. El uso de estos transformadores proporciona, además, el aislamiento galvánico requerido. La figura 10 muestra un circuito de inyección y extracción de audio.

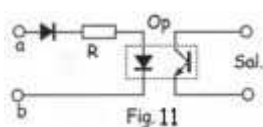
Como la tensión en la línea en el curso de la conversación tiene una componente continua de -10 v., esta tensión estaría calentando inutilmente el transformador Tr 1, además de provocar un consumo innecesario de corriente en el bucle de abonado. Para bloquear esta componente continua se incorpora un condensador (C 1) en serie con el transformador.



En el lado de la inyección y extracción de audio el transformador encuentra dos diodos D1 y D2 en antiparalelo que limitan los picos de tensión.

1.5.4.- Lectura de la polaridad de la línea.

Hemos visto anteriormente como la tensión en la línea invierte su polaridad mientras se mantiene la comunicación establecida. A veces es interesante poder leer la polaridad en la línea para poder determinar si hay una comunicación establecida (por ejemplo para tarificación). El la figura 11 se muestra un circuito que realiza esta lectura.



Cuando la polaridad de la línea es la adecuada el diodo D y el diodo del optoacoplador conducen, iluminándose este último y provocando es cierre del transistor de Op. El diodo D es necesario para proteger el optoacoplador de las fuertes tensiones inversas del bucle en reposo.

1.5.5.- Autoalimentación a través de la línea telefónica.

Una línea telefónica está continuamente alimentada, por eso es útil el aprovechamiento de la tensión de la línea para alimentar el equipo electrónico del terminal telefónico. Para usar esta energía es necesario tener en cuenta que, para mantener la línea en estado de "libre" es necesario que la corriente de bucle no supere los 5 mA., lo que obliga al uso de circuitos de bajo consumo en el diseño de la circuitería que se vaya a incluir. Además este hecho imposibilita la incorporación de reguladores de tensión, ya que estos dispositivos tienen un consumo propio en reposo mayor de esos 5 mA. El circuito de la figura 10 resuelve estos problemas y presenta en su salida una tensión estabilizada de 5 v. (dependiendo de la tensión nominal de los zener).

