



AMPLIFICADOR DE MEDIDA DE CORRIENTE

Dos soluciones alternativas para medir la corriente a través de un ADC externo. ¿Cuál será la mejor?

ing VINCENZO MENDOLA

Para medir los valores de corriente en circuitos eléctricos y electrónicos existen varias soluciones, que pueden ser divididas en dos grandes categorías: sistemas de acoplamiento galvánico y sistemas aislados galvánicamente; en el primer caso el circuito se sirve de una resistencia de shunt en cuyos extremos se mide la tensión para determinar, mediante la Ley de Ohm, la corriente que circula. En el segundo caso, preferible cuando es necesario desacoplar el propio circuito de medición de aquel por el que circula la corriente a medir, se hace uso de métodos de acoplamiento alternativos como el óptico (no lineal) o el magnético. En estas páginas os propone-

mos dos ejemplos de circuitos de medición a través de resistencia de shunt, sistema utilizable cuando no hay contraindicaciones para poner en común la masa del circuito de medición con la del circuito sometido a medición, es decir, en la mayor parte de los casos comúnmente encontrados por el aficionado. Los dos esquemas correspondientes están basados en otros tantos circuitos integrados dedicados a la medida de corrientes, producidos uno por Linear Technology (LT6105) y el otro por Texas Instruments (INA225). Hemos querido proponer dos dispositivos para que evaluéis dos diferentes enfoques para la medición.

G0	G1	ganancia
GND	GND	25
GND	Vcc	50
Vcc	GND	100
Vcc	Vcc	200

Tabla 1

Ambos están disponibles en encapsulado MSOP de 8 pines y ambos utilizan una resistencia de medida (sensor) cuya caída de tensión (proporcional a la corriente que la atraviesa), es amplificada de manera que proporciona una tensión en salida, que es adquirida por un ADC (por ejemplo el integrado en un microcontrolador) y proporciona el valor de la corriente que se quiere medir. Aparte de estos puntos en común, los dos integrados tienen sus propias prerrogativas: el Linear Technology LT6105 (<http://www.linear.com/docs/25764>) permite monitorizar la corriente de manera unidireccional, mientras el INA225 (<http://www.ti.com/lit/gpn/ina225>) es bidireccional, es decir, mide corrientes en ambos sentidos; para garantizar la medición de corrientes en los dos sentidos, es necesario proporcionar una tensión de referencia (reference voltage) que asegura la dinámica de salida necesaria para ambos sentidos de la corriente, cuya amplitud máxima no debe ser necesariamente simétrica (ver la sección "Bidirectional Operation" del datasheet para más información).

La ganancia del integrado de

Linear Technology puede ser ajustada como queramos variando los valores de algunas resistencias, mientras el amplificador de medida de corriente de Texas Instruments permite elegir solo entre cuatro valores de ganancia predefinidos (25, 50, 100, 200), seleccionables a través del nivel lógico de los dos terminales G0 y G1 (ver **Tabla 1**).

La limitación de poder ajustar solo cuatro valores es ampliamente compensada por la elevada precisión de la ganancia (+/- 0,3 % máximo) en contra del 1% máximo del LT6105; aun así la precisión total de la medición no depende exclusivamente de este valor, ya que contribuyen a ella otros muchos factores, como la tolerancia de la resistencia de detección, su estabilidad térmica, los errores introducidos por el ADC, etc. En lo que se refiere a la tensión de alimentación, en ambos casos esta admitido un amplio rango de 2,85 a 36 V para el LT6105 y de 2,7 a 36V para el INA225.

Los que hemos utilizado en los circuitos descritos en este artículo, son solo algunos de los numerosos amplificadores de medida de corriente (current sense amplifier) presentes en el mercado; los hemos elegido debido a una serie de consideraciones, entre las que está el coste, la disponibilidad y

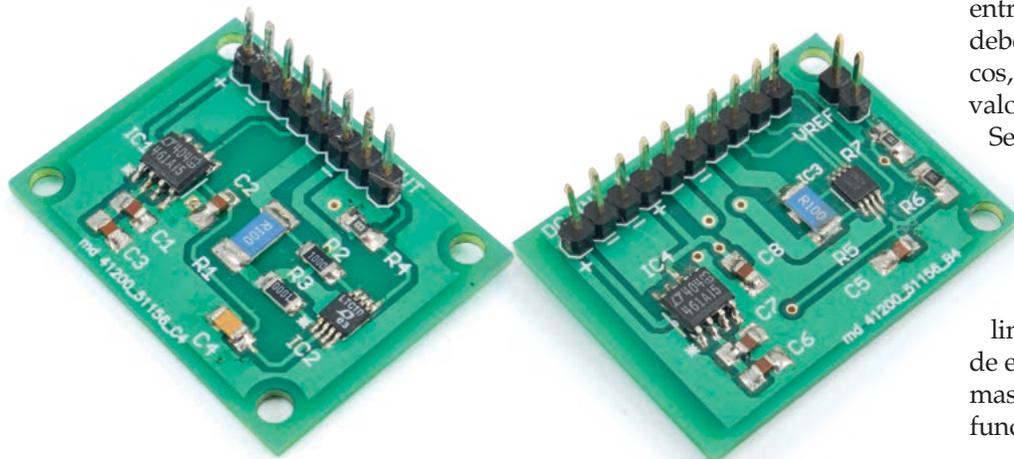
la facilidad de localización, las características y el hecho de ser fácilmente interconectados a todos los microcontroladores dotados de ADC.

Dado que es la tensión de referencia del ADC el parámetro que más puede influir en la precisión de la medición, y dando por descontado que se están utilizando resistencias de óptima calidad con elevada precisión (máximo 1%) y con bajo coeficiente de temperatura, hemos decidido insertar en ambos circuitos un LT1461 (www.linear.com/docs/1342), que es un generador de tensión de referencia de elevada precisión (0,04% igual a +/-2mV para una salida de 5V) fabricado por Linear Technology y capaz de garantizar una corriente superior a 50 mA en su salida, más que suficiente en la mayor parte de los casos para alimentar también el microcontrolador y eventualmente también el display LCD a este conectado, si se utiliza.

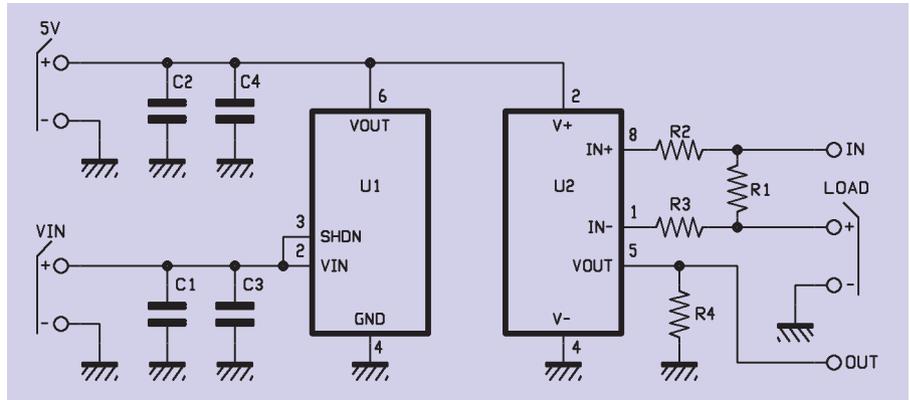
ESQUEMA CON LT6105

Empecemos por el análisis del primer circuito, el basado en el integrado de la Linear Technology. Lo primero que nos encontramos es la ya citada referencia de tensión, LT1461-5 (salida a 5V), que acepta en entrada tensiones hasta 20 V y se caracteriza por un bajo drop-out (solamente 300 mV). Los dos condensadores de 1 µF (en entrada) y de 2,2 µF (en salida) deben ser necesariamente cerámicos, de manera que garanticen un valor bajísimo de ESR (Equivalent Series Resistance), permitiéndonos tener una elevada

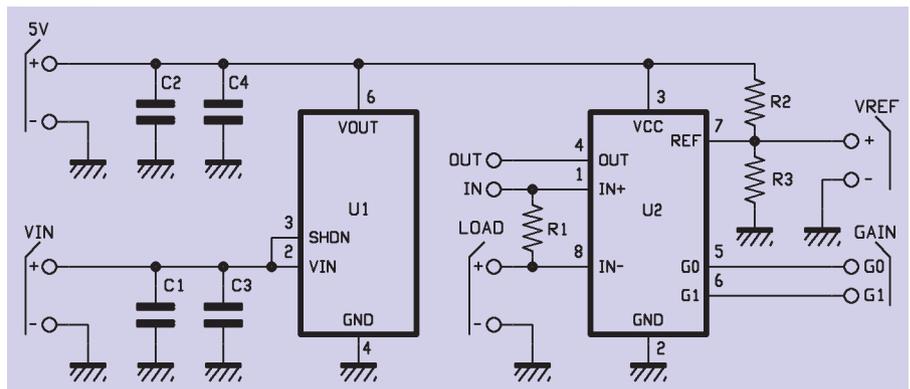
precisión declarada por el fabricante. Las conexiones de referencia de precisión son simples y se limitan a cuatro pines: tensión de entrada, tensión de salida, masa y shutdown; esta última funcionalidad no la utilizamos y



[esquema eléctrico LT6105]



[esquema eléctrico INA225]



por tanto el terminal está conectado establemente a la tensión de entrada para mantener el LT1461 siempre “encendido” cuando hay presente tensión. Recordad que, cualquiera que decidieseis utilizar (como aconsejado) el LT1461 también como referencia de tensión del ADC, es necesario elegir la versión que proporcione una tensión de salida de valor adecuado al funcionamiento del microcontrolador para evitar dañar a este último; de hecho no todos los micros trabajan a 5 V, cada vez están más extendidos los que funcionan a tensiones inferiores, típicamente 3,3 V. La salida va a alimentar el LT6105, pero está también disponible en los pads alineados en el PCB para poder ser utilizada como referencia del ADC del microcontrolador o como alimentación misma del micro. También las conexiones del LT6105 reflejan lo que se reporta en el data-sheet.

Detengámonos un momento sobre la resistencia de detección, cuyo valor se elige cuidadosamente en base a las necesidades de medición: dadas las dimensiones y las características del PCB, no es aconsejable medir corrientes superiores a 1 o 2 amperios si no es por brevísimos instantes, ya que puede producir sobrecalentamiento o dañar el PCB mismo o los componentes. Por ello aconsejamos elegir una resistencia de 0,1 ohm de 1 o 2 vatios y que no supere 1A la corriente que atraviesa la tarjeta; con tal valor la caída de tensión en los extremos de la resistencia es igual a 100 mV, valor suficientemente bajo para que no interfiera excesivamente en el funcionamiento del circuito bajo medida. Obviamente nada prohíbe utilizar resistencias de valor diferente, teniendo siempre presente el valor de corriente que se quiere efectivamente medir.

En el circuito, habiendo elegido un valor de R_{sense} par a 0,1 ohm, hemos configurado el amplificador de medida de corriente para un valor de ganancia igual a 10 ($R_3=R_2=R_{IN}=100$ ohm, $R_4=1$ kohm, $AV=R_4/R_{IN}=10$). En el conector del PCB encontramos, además de la tensión de entrada y a la tensión de referencia de 5V, el terminal “IN” (al cual conectar la fuente aplicada a la carga), el terminal “LOAD” (al cual conectar la carga) y finalmente el terminal “OUT” que proporciona el valor de tensión proporcional a la corriente que atraviesa la carga. Acordaos de conectar correctamente los terminales “IN” y “LOAD” ya que el circuito no es bidireccional y en caso de una conexión errónea tendríais en la salida un valor de tensión fijo a 0 V, independientemente del valor de la corriente que circule por R_{sense} .

ESQUEMA CON INA225

En lo que se refiere al circuito basado sobre el INA225, las consideraciones hechas anteriormente siguen siendo válidas, con la diferencia que en este caso la ganancia mínima ajustable es igual a 25 y se selecciona con los niveles lógicos aplicados a los pines GS0 y GS1, como se detalla en la **Tabla 1**. El circuito es ligeramente distinto del anterior, no siendo ya necesarias las resistencias que en el caso del LT6105 fijaban el valor de la ganancia; se han añadido sin embargo R2 y R3, que ajustan la tensión de referencia necesaria para el funcionamiento bidireccional. Recordamos que es posible elegir dos valores de fondo de escala diferentes para las dos direcciones de la corriente (por ejemplo, en el caso de una batería, la corriente de descarga es distinta de la de

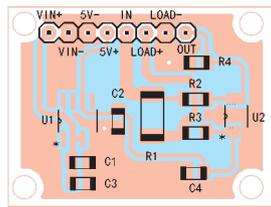
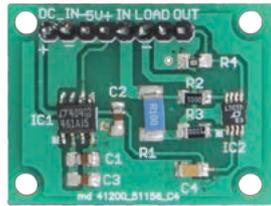
[plano de montaje **LT6105**]

Lista de Materiales:

R1: 0.01 ohm (1206)
 R2, R3: 100 ohm (0805)
 R4: 1 kohm (0805)
 C1: 1 μ F cerámico (0805)
 C2: 2,2 μ F cerámico (0805)
 C3, C4: 100 nF multicapa (0805)
 U1: LT1461DHS8-5#PBF
 U2: LT6105CMS8#PBF

Varios:

- Tira de 8 pines macho
- Circuito Impreso



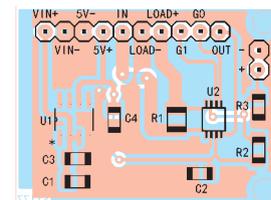
[plano de montaje **INA225**]

Lista de Materiales:

R1: 0.01 ohm (1206)
 R2, R3: 10 kohm (0805)
 C1: 1 μ F cerámico (0805)
 C2: 2,2 μ F cerámico (0805)
 C3, C4: 100 nF multicapa (0805)
 U1: LT1461DHS8-5#PBF
 U2: INA225AIDGKT

Varios:

- Tira de 2 pines macho
- Tira de 10 pines macho
- Circuito impreso



carga y tenemos necesidad de un margen mayor para medir la primera), simplemente eligiendo oportunamente estas dos resistencias. En la salida, además de las conexiones previstas para el amplificador de medida de corriente de LT, están presentes las dos contactos para la conexión a los GPIO que fijan la ganancia. El jumper "VREF" permite conectar el pin del INA225 correspondiente al potencial de masa, permitiendo disponer de todo el margen posible para la tensión de salida, aun no haciendo mediciones bidireccionales. Si utilizáis la tarjeta con el jumper insertado, Vout estará comprendida entre 0 y 5V (estáis alimentando el INA225 con un LT1461-5), por lo cual, en el caso hayáis establecido la mínima ganancia (25, poniendo GP0 y GP1 a masa), la máxima corriente que podría medir, será de 2A; sin embargo si queréis realizar mediciones bidireccionales de corriente, debéis quitar el jumper. En este último caso, si habéis elegido dos valores iguales para R2 y R3, la tensión de salida con una corriente nula será igual a 2,5V, que bajara hasta 0V para las tensiones "negativas" y aumentara hasta a 5V para las positivas. En la práctica, para las corrientes con polaridad positiva (entrantes en el terminal "IN" y salientes de "LOAD" del circuito) estarán comprendidas

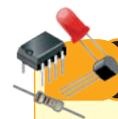
(con ganancia igual a 25) entre 0A (2,5V) y 1A (5V) mientras aquellas negativas (entrantes en el terminal "LOAD" y salientes de "IN") estarán comprendidas entre 0A (2,5V) y -1A (0V). El código a implementar para utilizar estas placas breakout con un microcontrolador es muy simple, que lo podréis realizar para vuestra plataforma de prototipo sin ninguna dificultad, teniendo en mente las pocas precauciones evidenciadas anteriormente.

DESARROLLO PRÁCTICO

Ambas tarjetas están previstas en forma de placa breakout para facilitar la integración en dispositivos y sistemas donde se requiera implementar la medición de corriente; con tal fin cada una dispone de una tira de pines de paso 2,54 mm. Para ambas unidades está previsto el uso de componentes SMD, quien quiera realizarla deberá tener, además de la suficiente habilidad y experiencia en este tipo de desarrollos, las herramientas necesarias, que consisten en un soldador de buena calidad (se aconseja una estación de soldadura con estilo de baja tensión, típicamente 24V) dotado de punta de dimensión adecuada a la tipología de componente a soldar, set de pinzas con características adecuadas al uso con componentes de montaje superficial y fijador como

por ejemplo el tipo 951. Una vez en posesión del material necesario, se aconseja empezar a soldar los componentes pasivos, para después pasar a los integrados. En este caso, el uso del fijador os ayudara a evitar soldar erróneamente entre ellos los terminales cercanos. Ayudaos con la pinza para mantener en posición el dispositivo y comenzad a soldar dos terminales diametralmente opuestos para mantener sujeto el integrado. Procedead después a soldar los terminales restantes. Tened cuidado para no calentar excesivamente los integrados que podrían sufrir daños irreversibles durante el proceso. Completado el montaje de los componentes SMD, se pueden insertar y soldar las tiras de pines (8 pines para la placa con el LT6105 y 10 para la otra). [BOM]

(192073) ■



el MATERIAL

Todos los componentes utilizados en este proyecto son fácilmente localizables en el mercado. Los integrados están disponibles en Nueva Electrónica. Cod. 1350-LT6105CMS8 (4,50 Euros) Cod. 1350-INA225AIDGKT (5,60 Euros).

Precios IVA incluido sin gastos de envío.

Puede hacer su pedido en:

www.nuevaelectronica.com

pedidos@nuevaelectronica.com