



# GAUSSMETRO

Utilizando para visualizar las medidas un téster corriente, preferiblemente digital, se puede construir un económico gaussmetro para determinar la intensidad de cualquier campo magnético, como el generado por una bobina por la que circula una corriente eléctrica.

**E**n esta ocasión presentamos el proyecto de un **instrumento de medida** cuya adquisición en comercios de electrónica suele suponer un gran desembolso económico. Su desarrollo está sustentando por las múltiples pruebas de laboratorio que hemos realizado con el **sensor Hall** utilizado para la **Magnetoterapia de Baja Frecuencia a 100 gauss** publicada recientemente.

Hace ya algunos años proyectamos un sencillo y preciso **gaussmetro digital**, el medidor **LX.1125**.

**NOTA:** Quienes estén interesados en este circuito pueden encontrar su esquema eléctrico y la descripción de su funcionamiento en la **revista N°119**.

El nuevo gaussmetro ha sido proyectado buscando un **ahorro económico** y **energético** sin menoscabar en lo más mínimo la **precisión** de las **medidas**.

Además, quienes lo deseen, pueden conectar el instrumento a un **ordenador personal**. En este caso se puede utilizar la versátil **interfaz serie/paralelo LX.1127** y la tarjeta **voltímetro LX.1130** para la adquisición de la señal.

Aunque estas tarjetas de **adquisición de datos** tienen ya bastante tiempo siguen siendo perfectamente válidas. Incluso hoy en día se muestran como dispositivos de captura y tratamiento de datos para **PC** perfectamente utilizables.

**NOTA:** Recordamos que la interfaz **LX.1127** ha sido publicada en la **revista N°118** mientras

que la tarjeta **LX.1130** se publicó en la revista **Nº121**. El **CD-ROM CDR.1127** contiene el **código fuente** de todas las aplicaciones de captura de datos.

## ESQUEMA ELÉCTRICO

Para proyectar un **gaussmetro** es necesario contar con un **sensor de efecto Hall**, esto es, un dispositivo electrónico diseñado para **detectar** variaciones en el **campo magnético** y generar una **señal eléctrica** directamente **proporcional** a la fuerza del **campo magnético**. La señal eléctrica generada es fácilmente **medible** con un sencillo **voltímetro**.

Nosotros hemos optado por el sensor **UGN.3503U** de **Sprague** que, como se puede ob-

servar en su tabla de características, proporciona en su terminal de **salida (U)** una **tensión proporcional** a la **intensidad** del **campo magnético** detectado, una vez amplificada la señal adecuadamente mediante un operacional interno.

En condición de **reposo** en la salida hay presente un valor constante de **2,5 voltios**. Cuando el sensor detecta un campo magnético esta tensión sufre una **variación** de unos **1,3 milivoltios** por cada **gauss** detectado. Se obtiene un **aumento de tensión** cuando el **campo magnético** tiene polaridad **positiva** y una **disminución de tensión** cuando el **campo magnético** tiene **polaridad negativa**.

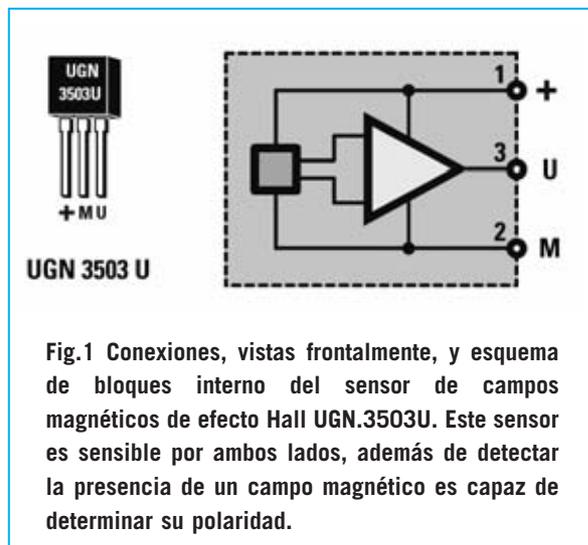
La tensión **estabilizada** de alimentación (**5 voltios**) es proporcionada al sensor mediante el regulador **78L05 (IC1)** a partir del suministro principal de alimentación, que es una **pila** corriente de **9 voltios**. En este circuito el doble amplificador operacional **TL.082 (IC2/A-IC2/B)** **no** necesita una alimentación **estabilizada**, por tanto su terminal de alimentación (pin **8**) se conecta directamente al polo **positivo** de la **pila**.

# para **TÉSTER**

servar en su tabla de características, proporciona en su terminal de **salida (U)** una **tensión proporcional** a la **intensidad** del **campo magnético** detectado, una vez amplificada la señal adecuadamente mediante un operacional interno.

En condición de **reposo** en la salida hay presente un valor constante de **2,5 voltios**. Cuando

**IC2/B**, mediante un **divisor resistivo** de tensión formado por las resistencias **R10-R11**, proporciona una tensión continua de valor constante igual a **2,5 voltios**, señal que es aplicada a una de las entradas del **téster** conectado a la salida del circuito. De esta forma se implementa una **masa ficticia**.



### Características del SENSOR UGN.3503U

Tensión de trabajo .....	4,5 a 6 voltios
Tensión de alimentación .....	5 voltios
Tensión de salida en reposo ....	2,5 voltios
Consumo .....	9-14 mA
Temperatura de trabajo .....	-20 a +85 °C
Sensibilidad .....	+/-1,3 mV por gauss
Rango .....	0 a 900 gauss

Capacidad de determinar la dirección del campo magnético

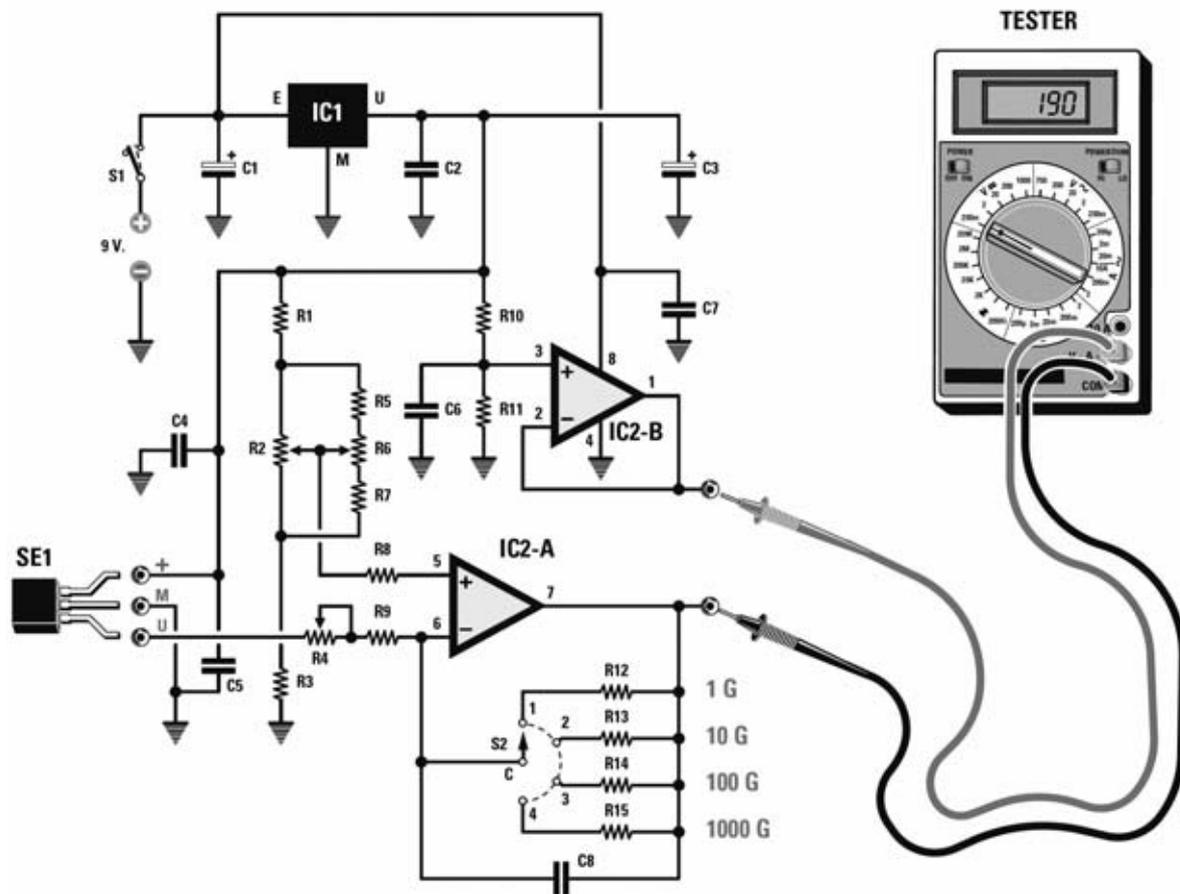


Fig.2 Esquema eléctrico del Gaussmetro para tésfer, preferiblemente digital. El circuito está basado en un sensor de efecto Hall (SE1) que detectando la presencia de campos magnéticos genera una tensión proporcional al campo, pudiéndose medir, por tanto, con un voltímetro.

#### LISTA DE COMPONENTES LX.1679

R1 = 10.000 ohmios	R15 = 1.000 ohmios
R2 = Trimmer 1.000 ohmios	C1 = 220 microF. electrolítico
R3 = 10.000 ohmios	C2 = 100.000 pF poliéster
R4 = Trimmer 2.000 ohmios	C3 = 22 microF. electrolítico
R5 = 680 ohmios	C4 = 100.000 pF poliéster
R6 = Potenciómetro 4.700 ohmios	C5 = 100.000 pF poliéster
R7 = 680 ohmios	C6 = 470.000 pF poliéster
R8 = 22.000 ohmios	C7 = 100.000 pF poliéster
R9 = 680 ohmios	C8 = 100.000 pF poliéster
R10 = 10.000 ohmios	IC1 = Integrado 78L05
R11 = 10.000 ohmios	IC2 = Integrado TL082
R12 = 1 Megaohmio	SE1 = Sensor Hall UGN.3503U
R13 = 100.000 ohmios	S1 = Interruptor
R14 = 10.000 ohmios	S2 = Conmutador 2 circuitos 4 posiciones

NOTA: Todas las resistencias utilizadas en este circuito son de 1/4 vatio.

**IC2/A** constituye un sencillo **amplificador inversor de ganancia variable** controlada mediante el conmutador rotativo **S2** que selecciona resistencias de diferente valor (**R12-R15**).

La entrada **no inversora** de este amplificador está polarizada con una tensión de unos **2,5 voltios**, tensión que puede **ajustarse** mediante el trimmer **R2** y el potenciómetro **R6**.

Esta tensión se utiliza para **poner a 0** el téster conectado a la salida cuando el sensor **no** está afectado por ningún **campo magnético**.

El condensador de poliéster **C8**, conectado entre la **entrada inversora** y la **salida** de **IC2/A**, tiene la función de **limitar** la **banda pasante** del amplificador, desarrollando de esta forma la función de **filtro**.

Con el conmutador **S2** en la **posición 1** la **ganancia** en tensión de la etapa compuesta por **IC2/A** varía, ajustando el trimmer **R4**, entre **373** y **1.470 veces**.

En estas condiciones, una vez **ajustado** adecuadamente el trimmer **R4**, se obtiene una **sensibilidad** que permite obtener en la salida una variación de **+/-1 voltio** por cada **gauss** de variación en el campo magnético.

**NOTA:** El sensor detecta campos magnéticos de polaridad positiva y de **polaridad negativa**. En este último caso la tensión presente en el terminal de salida de **IC2/A** conectado al borne negativo del téster tendrá un valor **inferior** a **2,5 voltios**, lo que se traducirá en una **tensión** medida en el **téster inferior** a **0 voltios**.

Si se utiliza un **téster digital** se indicará directamente el valor en **gauss** precedido de un **signo -**, señalizando de esta forma la **polaridad negativa** del campo magnético medido. En cambio, si se utiliza un **téster analógico** ante un campo magnético de polaridad negativa la aguja del instrumento tenderá a ir **más abajo de 0**, por lo que habrá que **desconectarlo** para **no dañarlo**. Evidentemente es **aconsejable** la utilización de un **téster digital**.

El resto de **escalas** se utilizan para obtener **sensibilidades menores** en progresión de **10**, lo que permite medir **campos magnéticos más fuertes**.



Fig.3 Conexiones del estabilizador de tensión MC.78L05, vistas desde abajo, y del doble operacional TL.082, vistas desde arriba. En el terminal 1 del integrado TL.082 hay una tensión constante de 2,5 voltios, mientras que en el terminal 7 hay una tensión que varía +/- 1,3 milivoltios por cada gauss detectado.

Por ejemplo, poniendo el conmutador **S2** en la **posición 3** la **sensibilidad** del instrumento es de **100 G**. En estas condiciones un campo magnético de **50 gauss** será visualizado en el téster como una tensión de **0,5 voltios**. En efecto:

$$0,5 \times 100 = 50$$

## REALIZACIÓN PRÁCTICA

El montaje del circuito no presenta ninguna dificultad. Una vez montado y ajustado funcionará inmediatamente.

Como de costumbre aconsejamos comenzar el montaje con la instalación del **zócalo** de **8** terminales que soporta a **IC2**, teniendo cuidado para no provocar cortocircuitos entre pistas adyacentes. Ha de montarse orientando hacia **abajo** su muesca de referencia en forma de **U**.

Acto seguido se pueden montar las **resistencias**, incluyendo el **trimmer** de **1.000 ohmios** (**R2**) y el **trimmer** de **2.000 ohmios** (**R4**).

Es el momento de instalar los **condensadores** de **poliéster** y los **dos condensadores electrolíticos** (**C1-C3**). En estos últimos hay que respetar la **polaridad** de sus terminales (el terminal **negativo** está identificado con un signo -).

Uno de los condensadores de poliéster de **100.000 picofaradios** se suelda directamente sobre los terminales del **sensor**, como se describe posteriormente.

Fig.4 Esquema práctico de montaje del Gaussmetro LX.1679. Todos los componentes, incluyendo el potenciómetro y el conmutador rotativo para la selección de escala, se sueldan directamente al circuito impreso. Para hacer el instrumento más versátil el sensor de efecto Hall no se conecta directamente al circuito impreso sino a través de un cable coaxial y un conector jack estéreo.

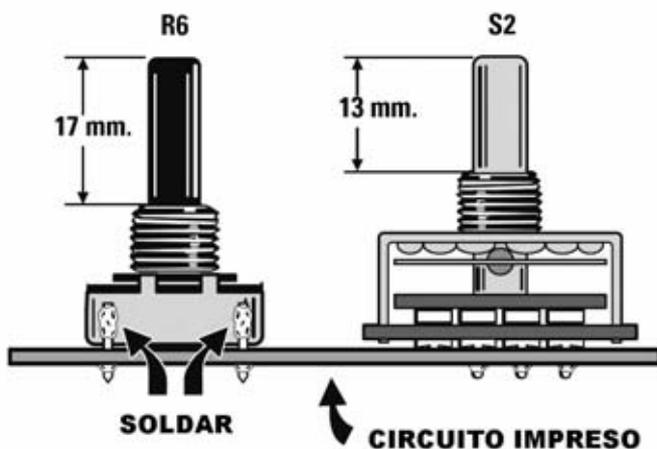
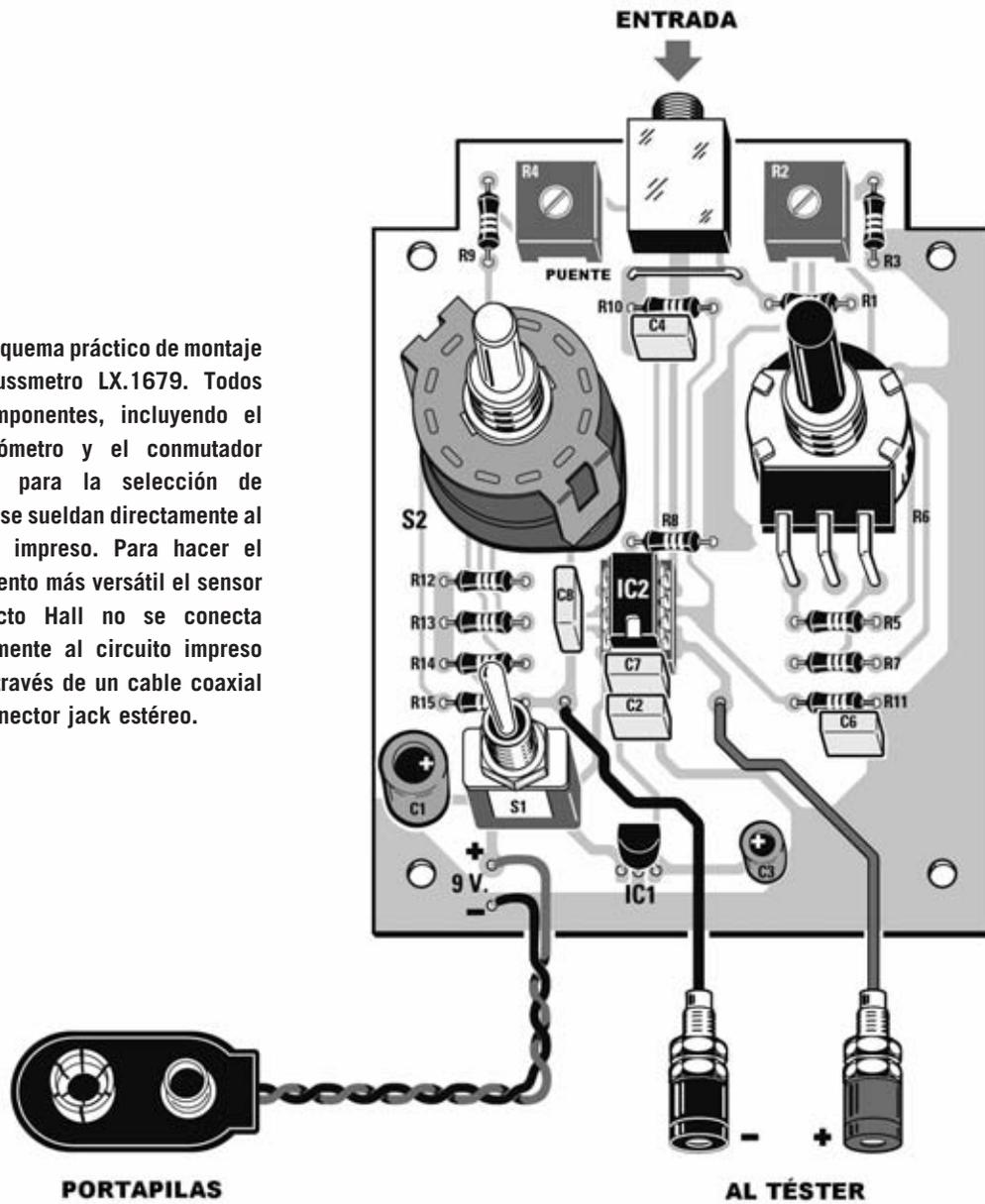


Fig.5 Antes de soldar el potenciómetro y el conmutador hay que acortar sus ejes con una pequeña sierra. Para fijar adecuadamente el potenciómetro, además de soldar sus terminales (ver Fig.4), hay que soldar a su encapsulado dos trozos de cable de cobre siguiendo las indicaciones aquí mostradas.

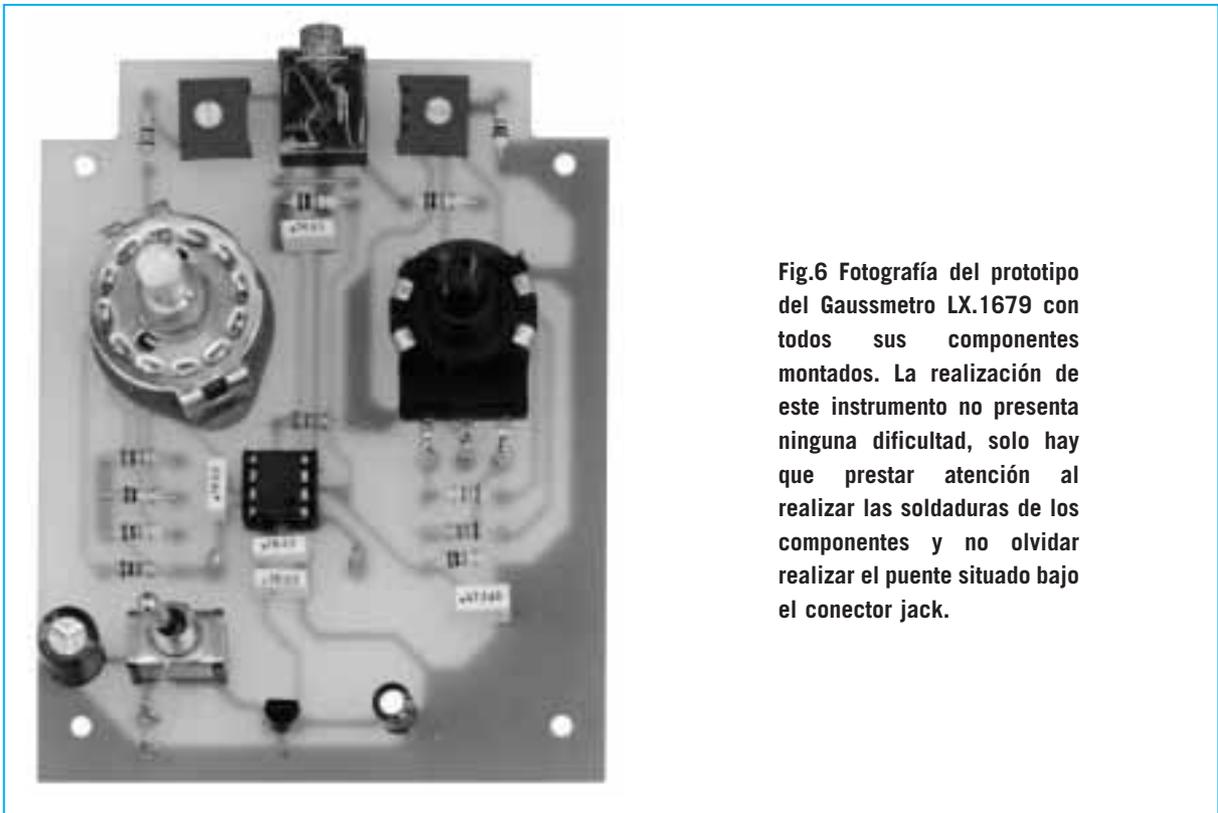


Fig.6 Fotografía del prototipo del Gaussmetro LX.1679 con todos sus componentes montados. La realización de este instrumento no presenta ninguna dificultad, solo hay que prestar atención al realizar las soldaduras de los componentes y no olvidar realizar el puente situado bajo el conector jack.

El montaje puede continuar con la instalación del regulador de tensión **78L05 (IC1)**. Al montarlo hay que orientar hacia **arriba** la parte **plana** de su cuerpo.

En la parte superior del circuito impreso, bajo los trimmers, hay que realizar un **puente** utilizando un trozo de **cable de cobre** (ver Fig.4).

Ahora hay que soldar, directamente en el circuito impreso, el interruptor de encendido **S1** y el conector **jack estéreo** utilizado para conectar el **sensor de efecto Hall**.

El potenciómetro lineal **R6** y el conmutador rotativo **S2**, utilizado para la selección de **escala**, también se sueldan directamente en el circuito impreso. En ambos casos previamente hay que **recortar sus ejes** para que no sobresalgan en exceso y para que se puedan montar adecuadamente los mandos de control.

En la **Fig.5** se muestran las **longitudes** de ambos **ejes** y la **posición** donde se han de soldar dos **trozos de cable** de cobre desnudo al cuerpo del potenciómetro para **inmovilizarlo** (para realizar esta operación se pueden utilizar terminales excedentes de resistencias o condensadores).

El **sensor** no se monta directamente en el circuito impreso sino que se conecta a través de un **conector jack** para **aumentar su alcance** y para que sea más **manejable** y **práctico** en las mediciones.

Es el momento de instalar los **terminales tipo pin** utilizados para la conexión de los **bornes de salida** y los cables del **portapilas**. Antes de conectar estos componentes hay que montar el circuito impreso en el mueble.

El montaje del impreso concluye con la instalación, en su zócalo correspondiente, del **integrado IC2**, orientando su muesca de referencia en coincidencia con la muesca de referencia del zócalo.

## PREPARACIÓN de la SONDA

El **sensor de efecto Hall** ha de conectarse a un **cable apantallado de dos hilos**, de esta forma se puede acercar a cualquier posición. La **longitud máxima** del cable no ha de superar **1 metro**.

Como se puede observar en la Fig.8, en un extremo del cable se instala un **conector jack estéreo macho** mientras que en el lado opuesto



Fig.7 En el kit se proporciona cable apantallado de dos hilos y un conector jack estéreo para construir la sonda de campos magnéticos con el sensor de efecto Hall. Aunque los terminales del sensor se pueden conectar directamente a los hilos del cable es aconsejable utilizar el conector de tres terminales incluido en el kit.

se conecta el **sensor de efecto Hall** y un condensador de **100.000 pF (C5)**.

Para hacer más sencillo y limpio el trabajo es aconsejable aprovechar el **conector de tres terminales** incluido en el kit en lugar de soldar directamente los

terminales del sensor al cable. Este procedimiento evitará que los terminales del sensor se doblen.

Para su realización hay que tomar como **referencia** el lado del sensor **serigrafiado** con su identificación (ver Fig.7).



Fig.8 Fotografía de la sonda, vista por el lado del sensor y por el lado del conector jack estéreo. El condensador de poliéster de 100.000 picofaradios se suelda directamente a los terminales + y M del sensor (ver Fig.1).

La **mall**a de pantalla del cable ha de conectarse al **terminal central del conector** en el cual se insertará el **terminal central del sensor (M)**. Al terminal del conector donde se enchufará el **terminal de salida del sensor (U)** se ha de soldar el cable **blanco**, mientras que al terminal del conector donde se enchufará el terminal de alimentación del **sensor (+)** se ha de soldar el cable **rojo**.

El condensador **C5** ha de conectarse a los terminales **+ y M** del **sensor**. Puesto que no es electrolítico **no** es necesario respetar ninguna **polaridad**.

## MONTAJE en el MUEBLE

El circuito se instala en el **mueble** contenedor de color negro **MO.1679**. Este mueble incluye un receptáculo para un portapilas. Sus dimensiones y estructura permiten disponer de un medidor realmente **portátil**.

Antes de instalar el circuito impreso hay que realizar un **agujero** en el mueble para la salida del **conector jack**. Para simplificar esta operación hemos reproducido todas las cotas necesarias para su realización (ver Fig.9).

Una vez instalado el circuito haciendo encajar la salida del conector jack en su agujero hay que fijarlo al mueble utilizando los **4 tornillos** incluidos en el kit.

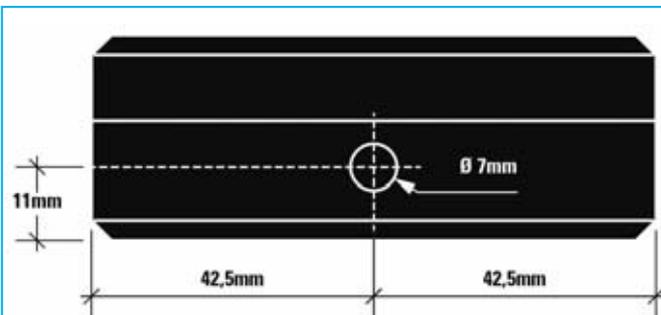


Fig.9 El mueble de plástico que hemos elegido para el Gaussmetro carece de agujeros. Para simplificar las operaciones de taladrado en este esquema hemos reproducido las cotas y las dimensiones del agujero necesario para el conector jack de salida.

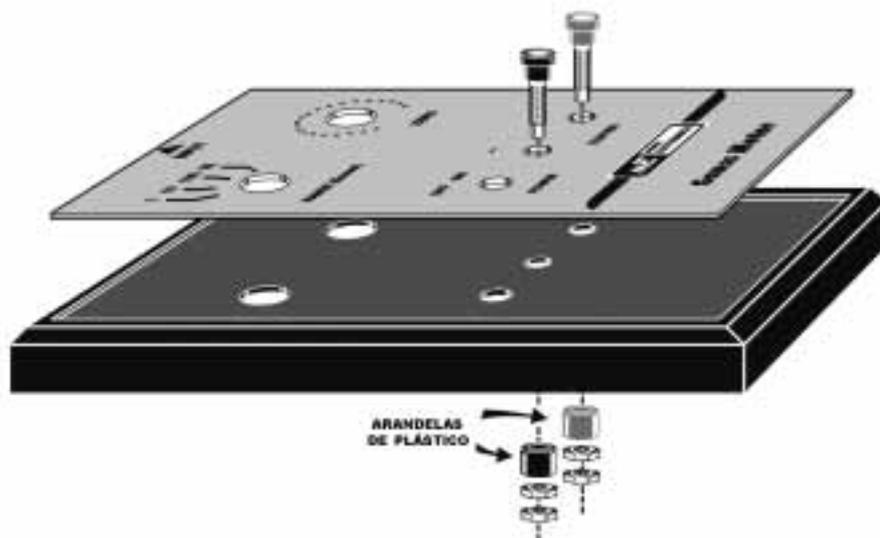


Fig.10 Puesto que el panel lo proporcionamos perforado y serigrafiado se puede apoyar directamente sobre la tapa del mueble para determinar las posiciones y los diámetros de los agujeros. Los dos bornes de conexión para el téster deben instalarse aislándolos eléctricamente del metal del panel con sus arandelas de plástico.

El mueble incluye un **panel** de aluminio **perforado** y **serigrafiado** que, una vez completado el montaje, ha de fijarse a la tapa.

Puesto que la **tapa del mueble no** está **perforada** se puede utilizar el propio panel para determinar las posiciones y los diámetros de los agujeros necesarios para hacer salir el eje del potenciómetro, el eje del conmutador, el interruptor de encendido y los dos bornes para el téster (ver Fig.10).

Al fijar los **bornes** para el téster hay que instalar su **arandela de plástico** en la parte interior de la tapa. Esta arandela aísla el cuerpo metálico de los bornes del panel de aluminio.

Es el momento de instalar el **portapilas** en su hueco correspondiente haciendo pasar los cables hasta el circuito impreso a través la pequeña apertura practicada para este fin. Una vez pasados los cables han de soldarse al circuito impreso.

Una vez montado el portapilas hay que instalar una **pila de 9 voltios**.

El montaje ha terminado. No obstante, antes de cerrar el mueble, hay que **ajustar** el **trimmer R2**, que junto al potenciómetro **R6** permite **poner a 0 el téster** cuando el sensor no está afectado por campos magnéticos. También hay que ajustar el **trimmer R4** para conseguir la sensibilidad que permite obtener en la salida una **variación de + /-1 voltio por cada gauss** de campo magnético detectado por el sensor.

## AJUSTE

Antes de proceder al ajuste del gaussmetro hay que **regular** los **dos trimmer** y el **potenciómetro** a **medio recorrido**.

A continuación hay que conectar la **sonda** a la entrada del circuito y conectar al gaussmetro un



Fig.11 Fotografía del prototipo del circuito impreso instalado en el mueble. El cableado no presenta ninguna dificultad, únicamente hay que respetar las polaridades (+/rojo) (-/negro). En la tapa se fijan los dos bornes para conectar las puntas del téster. Al montar estos bornes hay que aislarlos con sus arandelas de plástico (ver Fig.10).

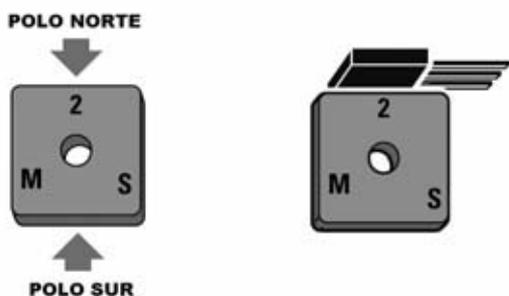


Fig.12 El polo Norte del pequeño imán de 190 gauss necesario para el ajuste se encuentra en correspondencia con el número 2. Para ajustar el medidor hay que apoyar este lado del imán en el cuerpo del sensor por el lado que tiene serigrafiada la referencia UGN.

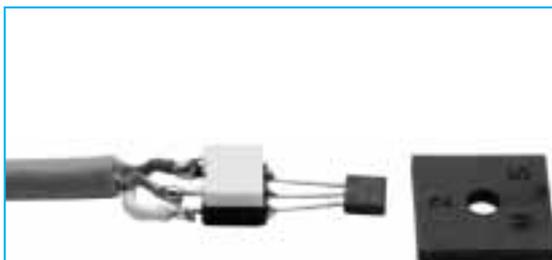


Fig.13 Fotografía del sensor de efecto Hall y del imán de 190 gauss. Al realizar el ajuste hay que mover el imán hasta obtener la máxima lectura. Las superficies del imán y del sensor tienen que estar en contacto.

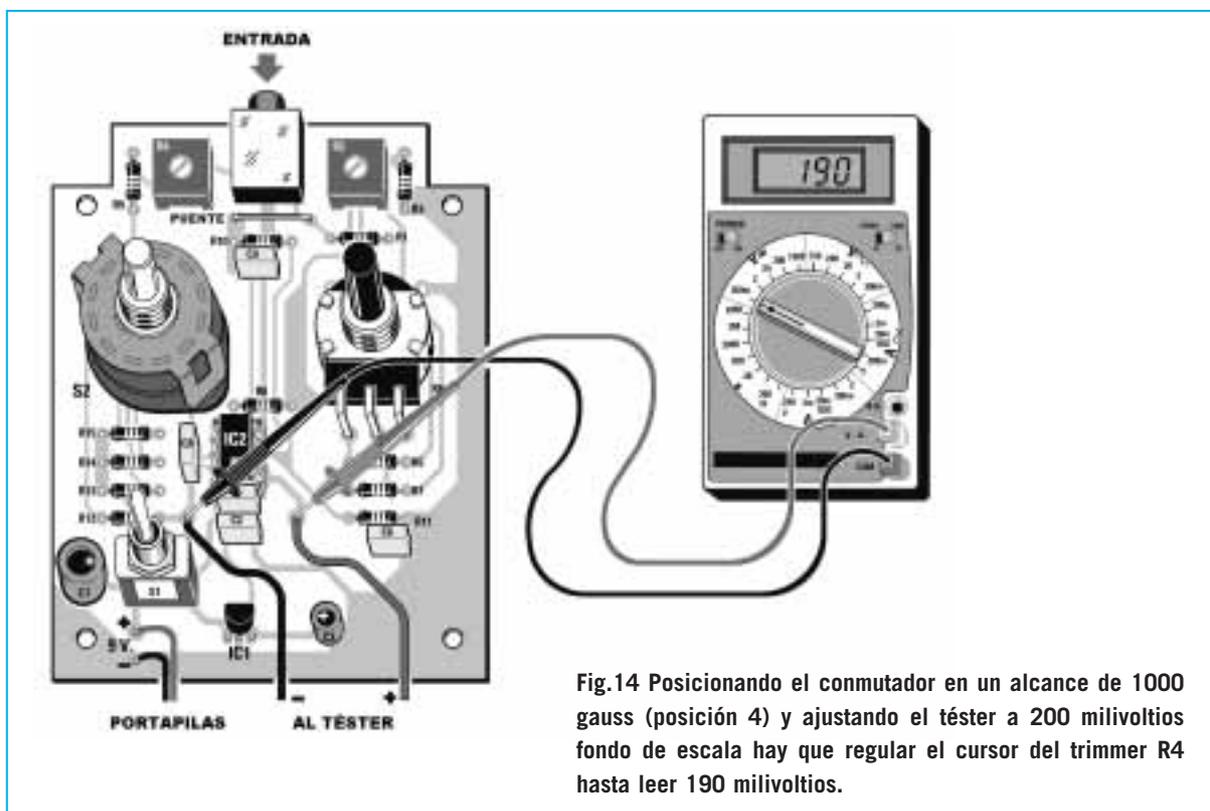


Fig.14 Posicionando el conmutador en un alcance de 1000 gauss (posición 4) y ajustando el tés-ter a 200 milivoltios fondo de escala hay que regular el cursor del trimmer R4 hasta leer 190 milivoltios.

tés-ter predispuerto para medir **tensión continua** a **1 voltio fondo de escala**. Obviamente el tés-ter ha de conexionarse respetando la **polaridad**.

Seguidamente hay que posicionar el conmutador **S2** del gaussmetro en la **posición 4 (1000 gauss)**. Ahora hay que **encender** el **medidor** y el **tés-ter**, comprobando que **no** haya **campos magnéticos próximos**, como por ejemplo los generados por unas **cajas acústicas**.

El proceso de ajuste propiamente dicho puede comenzar. La primera operación a realizar consiste en **ajustar** el cursor del **trimmer R2** de modo que en el **tés-ter** se lea una tensión de **0 voltios**.

En el kit proporcionamos un **imán calibrado a 190 gauss**. Este imán, de forma cuadrada, presenta las inscripciones **2** y **M-S**. Estas indicaciones sirven para identificar el **polo positivo** y el **polo negativo** del imán. Como se puede ver en la Fig.12, el **2** identifica el polo positivo o **Norte**, mientras que las letras **M-S** identifican el **polo negativo** o **Sur**.

Para ajustar el instrumento hay que **acercar** el **imán** al **sensor** hasta tocarlo. Apoyando el **polo positivo** en el lado del sensor en el que

aparece la **inscripción UGN** (ver Fig.12) el **tés-ter** indicará una **tensión positiva**.

Desplazando ligeramente el imán hay que tratar de encontrar la posición en la que se obtenga la **máxima lectura**. Una vez conseguida esta condición hay que ajustar el cursor del **trimmer R4** hasta obtener una lectura de **0,19 voltios**, correspondientes, en la **posición 4**, a **190 gauss**. En efecto:

$$0,19 \times 1000 = 190 \text{ gauss}$$

Si vuestro **tés-ter** admite la posición de **200 milivoltios** fondo de escala se puede obtener **mayor precisión** y una lectura directa de **190 milivoltios**, correspondientes, en la **posición 4**, a **190 gauss**.

El dispositivo está listo para medir cualquier campo magnético. Ya solo queda **cerrar el mueble** utilizando cuatro tornillos y montar los **mandos** en los ejes del **potenciómetro** y del **conmutador**.

Cada vez que se realice una medida hay que recordar **borrar la lectura** del gaussmetro utilizando el potenciómetro **R6** con el sensor separado de cualquier campo magnético.



Esta operación es **muy importante**, y más aún en los **alcances más sensibles** en los cuales puede suceder que no se consiga obtener una lectura de **0**, ya que el sensor estará captando el **campo magnético terrestre**.

## APLICACIONES

Este sencillo **gaussmetro** puede ser utilizado para un **gran número** de aplicaciones. Citamos algunas.

Por ejemplo, para encontrar un punto de **sincronismo** en una **rueda de hierro** o para **contar** los **dientes** de un **engranaje**. En estos casos el sensor detecta la interrupción del campo magnético cuando hay una **muesca** (ver Fig.15).

También se puede medir el flujo que genera un **transformador**, o cualquier **conductor**, provocado por el paso de la corriente eléctrica, esto es se puede **medir la corriente sin** tener que **desconectar** ningún elemento para poner en serie el medidor, tal como hace un amperímetro. De hecho esta es la técnica que utilizan las **pinzas amperimétricas**.

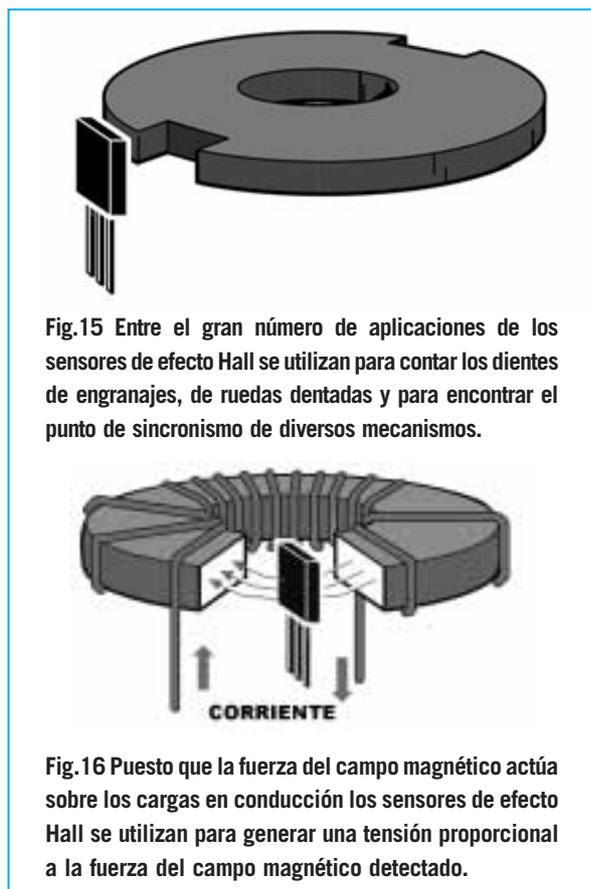


Fig.15 Entre el gran número de aplicaciones de los sensores de efecto Hall se utilizan para contar los dientes de engranajes, de ruedas dentadas y para encontrar el punto de sincronismo de diversos mecanismos.

Fig. 16 Puesto que la fuerza del campo magnético actúa sobre las cargas en conducción los sensores de efecto Hall se utilizan para generar una tensión proporcional a la fuerza del campo magnético detectado.

## PRECIOS de REALIZACIÓN

**LX.1679:** Todos los componentes necesarios para realizar el **Gaussmetro para téster** (ver Fig.4 y Fig.6), incluyendo circuito impreso, mueble **MO.1679** con panel de aluminio perforado y serigrafiado, **cable apantallado** para realizar la sonda con el sensor **UGN.3503U** y un **imán** calibrado a **190 gauss** para realizar el ajuste .....62,40 €  
**LX.1679:** Circuito impreso .....9,12 €

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.**