

Relatório Final de F530

# Gaussímetro

13/06/2005

Aluno: Joel Ferreira de Brito RA: 008955



Orientador Y.E. Nagai

# 1 Introdução

Os livros sobre eletricidade e magnetismo apresentam esquemas de como medir campo magnético em laboratório, seja equilibrando em uma balança a força que o campo magnético exerce em uma corrente elétrica [1], seja pela indução de uma força eletromotriz em uma bobina de espiras movendo no campo magnético. De observação mais difícil em laboratório convencional é o uso do efeito Hall para medida do campo magnético [2].

Em termos de portabilidade e facilidade operacional, até algumas décadas atrás o instrumento comercial de medida de campo magnético era baseado na força eletromotriz gerada pelo movimento de rotação de uma pequena bobina por meio de um micromotor alimentado por pilha. Com o desenvolvimento da microeletrônica nas décadas de 60 e 70, surgiram sensores semicondutores milimétricos baseados no efeito Hall que permitiram medir campos magnéticos em uma larga faixa de valores com precisão e grande facilidade operacional, fazendo dos antigos instrumentos relíquias de museu.

Embora o custo comercial de um gaussímetro, como é chamado o medidor de campo magnético, com sensor Hall seja relativamente baixo para um laboratório de pesquisa, da ordem de R\$ 1500,00 para o modelo mais simples [4,5], para um laboratório de ensino é um investimento que nem toda administração está disposta a arcar. Neste contexto, o antigo método com bobina é uma alternativa interessante não somente para laboratórios de ensino mas também para laboratórios de pesquisa em que seja necessário ocasionalmente medir um campo magnético. Circuitos integrados atuais permitem amplificar a voltagem gerada em uma pequena bobina, processar e mostrar o valor do campo em um multímetro digital de baixo custo.

## 2 Descrição

O Gaussímetro construído neste projeto consta de uma bobina de cinquenta espiras com área de  $2 \text{ cm}^2$ . Os dois terminais da bobina são conectados às

entradas de um amplificador operacional com ganho ajustável. Como pela lei de Faraday, a força eletromotriz gerada na bobina a ser retirada do campo é igual à derivada do fluxo magnético em relação ao tempo, a integral da força eletromotriz fornece o campo magnético. Esta integração é realizada por meio de um segundo amplificador operacional e a voltagem na saída, medida por um multímetro digital de baixo custo, é numericamente proporcional ao campo magnético.

Temos que a equação que relaciona o valor medido com um multímetro  $V_0$  com o campo magnético aplicado é

$$B = \frac{R \cdot C}{A \cdot N} \cdot \frac{R_2}{R_1} \cdot V_0.$$

Para dedução ver apêndice 1. Com os valores  $RC=1s$ ,  $R_2=1M\Omega$ ,  $R_1=1K\Omega$ ,  $A=2cm^2$  e  $N=50$ , temos que 1mV medido no multímetro corresponde à 1 Gauss de campo magnético.

Abaixo temos figuras 1 e 2 com fotos do gaussímetro montado.



Figura 1 – Foto frontal do gaussímetro.

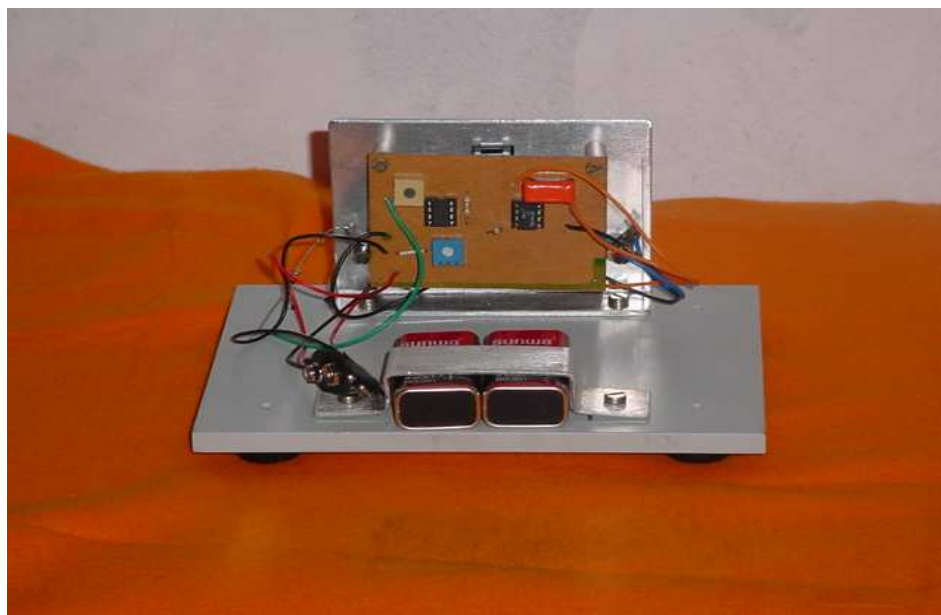


Figura 2 – Foto traseira do Gaussímetro.

### 3 Resultados

Para o teste do gaussímetro foi utilizado um ímã de ferrite da ordem de 800 gauss medida na sua superfície, e de cerca de metade desse valor a uma distância de cerca de 1 cm da mesma superfície, valores encontrados com um gaussímetro comercial com sensor efeito Hall.

Os primeiros testes com o gaussímetro montado não produziram medidas coerentes, o multímetro mostrando valores da ordem de milivolts aleatórios independentemente da posição da bobina em relação ao ímã. Cálculos com base na teoria indicavam que o pulso gerado em um segundo era da ordem de 0,5 mV. Com uma amplificação de 100 vezes este pulso produziria na entrada do integrador um pulso de 50 mV, talvez insuficiente para ser integrado e produzir um sinal consistente. Na integração eletrônica o sinal integrado é, em geral, uma ordem de grandeza menor que o sinal na entrada, dependendo do parâmetro  $\omega RC$  que no caso de apenas um pulso é de difícil avaliação. Podem ocorrer também oscilações espúrias que tornam instáveis os números mostrados no multímetro.

Para iniciar com um pulso maior foi feita uma bobina de área maior de cerca de  $15 \text{ cm}^2$  e com 200 espiras. Teóricamente esta bobina produziria um pulso da ordem de 15 mV em um segundo, podendo ser maior para pulsos mais rápidos. Foram feitas dezenas de tentativas com esta bobina, sem resultado satisfatório. Durante estas tentativas frustradas verificou-se a dificuldade de zerar a saída do amplificador ajustando o off-set do circuito integrado. Foi observado que a fonte de alimentação simétrica de +9 V e -9 V por meio de 2 pilhas deixa de ser simétrica com o uso, tornando o ajuste off-set do amplificador inoperante, com sinais de vários volts mesmo com a entrada aterrada. Para superar esta dificuldade foi acrescentado dois diodos Zener de 6,2 V para fornecer + 6,2 e -6,2 volts mesmo com consumo das pilhas de 9 volts nominais, agora ligadas em série. Desta forma foi possível realizar o off-set e obter sinais coerentes no multímetro, embora dependentes da velocidade do movimento da bobina bem como da posição inicial em relação ao ímã. Este resultado foi alcançado somente com a bobina original pequena. Com a bobina maior surgiram ondas quadradas na saída do amplificador com a bobina imóvel e longe do ímã. Não houve tempo para verificar a possível causa do fenômeno.

Teóricamente o gaussímetro deveria produzir número do campo magnético sem necessidade de calibração, mas na prática isto não ocorre porque a integração eletrônica segue a carga do capacitor que é linear apenas no início da carga. Para a calibração do gaussímetro é necessário um campo magnético uniforme e variável produzido por um eletroímã. Mesmo calibrado, este gaussímetro depende do operador e assim fornece apenas ordem de grandeza do campo. Resultado mais confiável deve ser obtido girando a bobina com velocidade constante por meio de um micromotor e relacionando diretamente a força eletromotriz gerada com o campo magnético.

## Apêndice

### 1 Cálculo do campo magnético a partir da FEM induzida.

Temos pela lei de Faraday que

$$v(t) = \frac{\partial \phi_B}{\partial t}$$

onde  $v(t)$  é um pulso de sinal para uma espira e  $\phi_B$  é o fluxo do campo magnético dentro da espira. Para uma bobina com N espiras temos

$$v(t) = N \cdot \frac{\partial \phi_B}{\partial t}$$

logo podemos reescrever

$$\phi_B = \frac{1}{N} \int_0^T v(t) dt$$

onde T é o período do pulso. Utilizando que  $\phi_B = B \cdot A$ , podemos reescrever da seguinte forma:

$$B = \frac{\phi_B}{A} = \frac{1}{AN} \int_0^T v(t) dt$$

Temos que após a amplificação, o sinal amplificado  $V(t)$  é:

$$V(t) = v(t) \cdot \frac{R_2}{R_1}$$

e após a integração o sinal integrado  $V_0$  é:

$$V_0 = \frac{1}{RC} \int_0^T V(t) dt$$

Portanto podemos escrever o campo magnético em função do sinal integrado medido no multímetro como:

$$B = \frac{R \cdot C}{A \cdot N} \cdot \frac{R_2}{R_1} \cdot V_0$$

## **Comentários do Coordenador do Curso**

Projeto:

“Projeto aprovado, coloque mais bibliografia no RP.”

Relatório Parcial:

----

Relatório Final:

----

## Referências

- [1] D. Halliday R. Resnick e J. Walker, Fundamentos da Física 3 – Eletromagnetismo, páginas 170 – 173, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1996.
- [2] D. Halliday R. Resnick e J. Walker, Fundamentos da Física 3 – Eletromagnetismo, páginas 163 – 164, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1996.
- [3] <http://www.globalmag.com.br>
- [4] <http://my.execpc.com/~rheadley/magmeter.htm>
- [5] <http://twilight.com.mx/OE/Gaussímetros/Gaussímetros.htm>



## Referência [3]



### *Experiments with electronics*

---

## Build your own Gaussmeter EXPT

Have you ever wanted to find out how strong a magnet really was, or how the strength of the magnetic field varied as you changed the distance from the magnet or the temperature of the magnet, or how well a shield placed in front of the magnet worked? Voltmeters are fairly inexpensive and easy to find, but where do you purchase a Gaussmeter (also known as a magnetometer). I built a hand-held Gaussmeter for measuring the polarity and strength of a magnetic field. It uses a linear [Hall effect device](#) and some op-amps and resistors and things from [Radio Shack](#).

I will first describe a very simple, inexpensive Hall effect device Gaussmeter you can build for as little as \$6. Then I will describe a Gaussmeter with a few more bells and whistles.

### An inexpensive Hall effect Gaussmeter EXPT

Here is a parts list for the low-cost Gaussmeter:

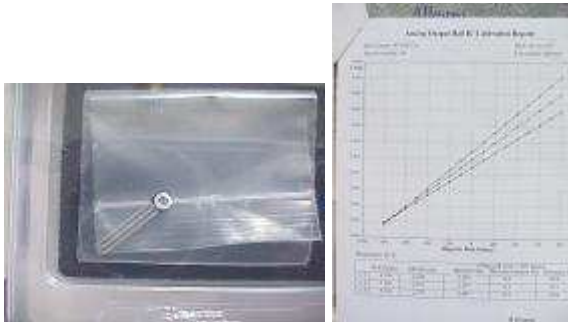
<u>Description</u>	<u>Qty</u>	<u>Radio Shack P/N</u>	<u>Approximate Cost, each</u>
9v Battery	1		
Battery Clips	1	270-325	1.39/5
7805 Voltage Regulator	1	276-1770A	1.49
Uncalibrated Hall Effect Device -or- Uncalibrated Hall Effect Device -or- Calibrated Hall Effect Device	1	(see text) RSU 12035713 RSU 12033684	2.01 4.79 59.99
IC Breadboard -or- Perf circuit board	1	276-175 276-150A	7.99 1.19
Digital voltmeter, 3-1/2 digits	1	22-802	24.99 or more

First, you need a 9v battery. You can get them most anywhere.

Next is a battery clip to connect to the top of the battery. You get a package of 5 for \$1.39.

The 7805 is a +5v regulator which takes the +9v from the battery and reduces it to +5v which the Hall effect device will need. It only costs about \$1.49.

You have a couple of choices for the Hall effect device. If you go with a calibrated unit, it will cost a lot more, about \$60. With this, though, you get the device and a calibration chart, which tells you exactly what the output voltage is going to be when a certain magnetic field strength is present. These photos show you what you get:



On the left is the Hall effect device, an Allegro A3516LUA. On the right is the calibration chart, showing output voltage from the Hall device vs magnetic field, plotted every 100Gauss from 800Gauss north to 800Gauss south, at three different supply voltages.

Another choice is to purchase an uncalibrated Hall device, take a good guess at the calibration, but still use it for accurate comparisons from one test to another. It just wouldn't have an absolute accuracy. To obtain this, There are a couple of easy choices.

1. Purchase a Radio Shack RSU 12035713 for \$4.79. This is an Allegro A3515EU. It has a sensitivity of 5.0 mV/G, and does not have a calibration chart. (This is great for weak magnetic fields, but may saturate when measuring strong NIB magnets up close. To use this with the stronger magnets, you will need to keep the magnet about an inch away from the Hall device. The device will not be damaged if a very strong magnet is placed against it, the only thing that will happen is that the output of the device will reach a certain voltage limit when the magnet is, say, a half inch away, and the voltage will not change as the magnet gets closer, since its amplifier is saturated. The voltage will again drop as the magnet is moved further away again.)

2. Purchase an Allegro A3516LUA, but without the calibration chart, from [Arrow Electronics](#), for about \$2.01. It has a sensitivity of 2.5 mV/G.

Allegro can be reached directly at:

[Allegro](#)

115 Northeast Cutoff

Worcester, MA 01615

Phone: 508-850-3325

Fax: 508-853-7895

You will need something to mount these parts onto, so here again are two possibilities. Use an inexpensive perf board and solder the parts to it, or use the breadboard and just plug the parts in - no soldering! Unless you've built electronic things before, I would

recommend the breadboard since it is easy to use, easy to change, and can be used for other projects in the future. So that would cost \$7.99.

You need a voltmeter for all the projects you're going to work on anyway, so I won't add that in for this project. There are different types available, and their cost goes up with features and functions. A basic one that will work well is noted in the table above.

There! Going with the perf board, it is only \$6.08!!! With the A3515EU from Radio Shack and the breadboard, it will be about \$16! These will have great relative accuracy! For better absolute accuracy, it will cost about \$71. (Again, batteries and voltmeter not included.)

Now, how do you make it?

Connect the + (red) of the battery clip to the input of the 7805 (pin 1).

Connect the - (black) of the battery clip to the common of the 7805 (pin 2).

Connect the +5V input of the Hall device (pin 1) to the output of the 7805 (pin 3).

Connect the common of the Hall device (pin 2) to the common of the 7805 (pin 2).

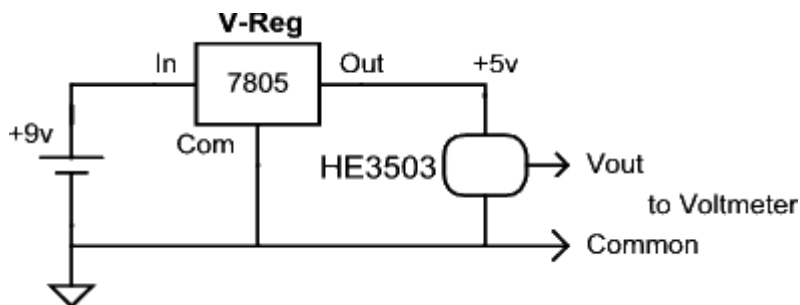
Set the voltmeter to read 20Vdc max.

Attach the + of the voltmeter to the output of the Hall device (pin 3).

Attach the - of the voltmeter to the common of the 7805 (pin 2) or the common of the Hall device (pin 2).

You are now ready to snap a battery onto the battery clip.

Here's a schematic of the circuit (using the 3503 Hall-Effect Device):



With no magnet near the Hall device, measure and note the output voltage reading. Call this  $V_0$ . It should be about 2.50Vdc.

Now, with a magnet near the Hall device, you will see the output voltage change. If it is a South pole, the voltage will increase. If it is a North pole, the voltage will decrease.

Call this voltage reading  $V_1$ .

We will say that the sensitivity of the Hall device is 2.50mV/G as found on their data-sheet. Call this  $k$ .

Therefore, the Magnetic Flux Density you are measuring from that magnet can be calculated as:

$$B = 1000 \cdot (V_0 - V_1) / k, \text{ in Gauss.}$$

Please note that with a calibrated Hall device, you would be given actual data measurements for the  $V_0$  value and for the  $k$  value.

For example, suppose you measured 2.48Vdc for  $V_0$  and 1.32Vdc for  $V_1$ . Then  $B = 1000*(2.48-1.32)/2.50 = 464\text{Gauss}$ , North pole (because it is positive).

For another example, suppose you now measured 4.56Vdc for  $V_1$  with the same Hall device. Then  $B = 1000*(2.48-4.56)/2.50 = -832\text{Gauss}$ , South pole (because it is negative).

See how easy that is? You can make your own plot using Excel so you don't have to calculate all the time. If you're taking measurements, just write down the output voltage and do the calculations later. You can simply use it to tell you if you have a North if the output voltage decreased from  $V_0$ , or a South pole if the voltage increases from  $V_0$ .

Here are some photos of this simple, inexpensive Gaussmeter.

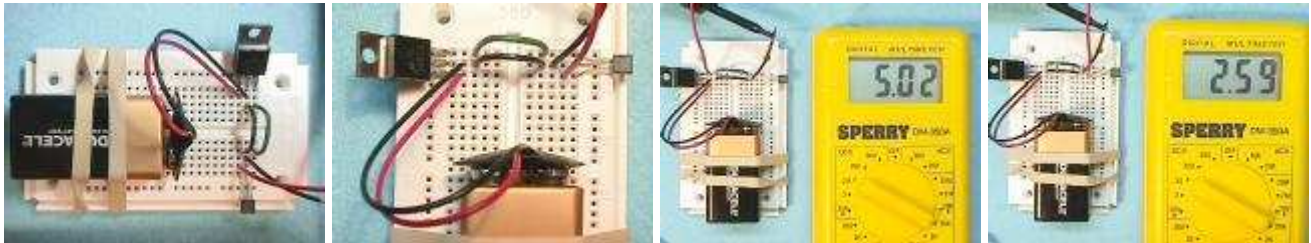
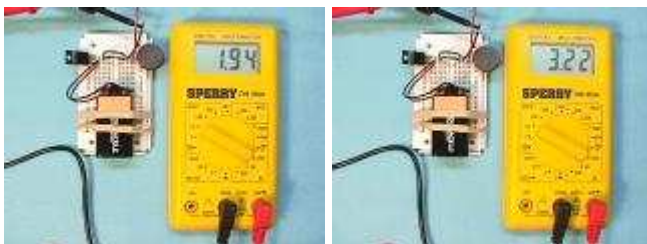


Photo 1 is an overall photo of the breadboard circuit. Let's look at the close-up in photo 2. The 9V battery is at the bottom, the 7805 voltage regulator is on the top left, the Hall device is on the top right. The red lead from the 9V battery goes to pin 1 of the 7805. The black lead from the battery goes to pin 2 of the 7805. The output of the 7805 (pin 3) is connected by a green wire to pin 1 of the Hall device. Pin 2 of the 7805 is connected by a black wire to pin 2 of the Hall device. Please note that the marking on the Hall device (giving its part number) is facing the camera. The voltmeter common (black) is connected to pin 2 of the Hall device. The voltmeter input (red) is connected to pin 3 of the Hall device. ( I got the voltmeter from a [Home Depot](#) store near here for about \$20.) That's all there is! Great, or what?!

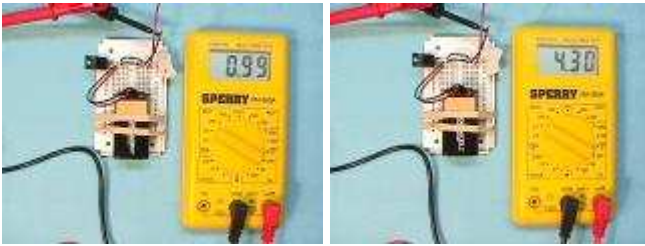
Photo 3 shows the voltage at pin 3 of the voltage regulator. Ideally it is 5.00 volts, but we measured 5.02, which is close enough.

Photo 4 shows the output of the Hall device when no magnet is nearby. Ideally it is 2.50 volts, but we measured 2.59. This would be our  $V_0$  as noted above. The Hall device I have here is an Allegro UGN3503U, with a sensitivity of about 1.3 mV/G.



With a disk magnet sitting on top of the Hall device, the voltmeter is measuring 1.94 volts. This means that the Gauss measurement is  $1000*(2.59-1.94)/1.3 = 500\text{ Gauss}$ , North pole.

With the disk magnet flipped over, the voltmeter is measuring 3.22 volts. This means that the Gauss measurement is  $1000 \cdot (2.59 - 3.22) / 1.3 = -485$  Gauss, South pole. You will notice that the placement of the magnet with respect to the Hall device is very critical, since the measurement varies across the surface of the magnet (as it is supposed to, being strongest at the edge, not the middle!).



With a NIB magnet sitting on top of the Hall device, the voltmeter is measuring 0.99 volts. This means that the Gauss measurement is  $1000 \cdot (2.59 - 0.99) / 1.3 = 1231$  Gauss, North pole.

With the NIB magnet flipped over, the voltmeter is measuring 4.30 volts. This means that the Gauss measurement is  $1000 \cdot (2.59 - 4.30) / 1.3 = -1315$  Gauss, South pole.

Now, the absolute value is not going to be correct since I don't have a calibration chart with this device, but the relative measurement will be as accurate as the Hall device, typically within 10 Gauss for the A3515 and the A3516 devices from Allegro. From the measurements, I know that the NIB is  $1231/500 = 2.46$  times stronger than the disk magnet! So, this gaussmeter will work well for measuring the variation of a magnet's flux density with respect to temperature very well!



## Referência [4]



Seu Parceiro em Instrumentação Magnética

Empresa	<b>Produtos</b>	Serviços	Magnetismo	Contato
---------	-----------------	----------	------------	---------

### **Medidor de Campo Magnético "Gaussmeter" ou "Teslameter"**

Os medidores de campo magnético, "gaussmeter" permitem a medida da densidade de fluxo magnético que atravessa a seção. A relação entre a densidade de campo e o fluxo magnético é dada por:

$$B = F / A$$

Sendo:

$B = A$  intensidade de campo magnético ou indução magnética [T]

$F =$  Fluxo Magnético em [V.s] = [T.m<sup>2</sup>] = [Wb]

$A =$  Seção Transversal [m<sup>2</sup>]

[\(Clique aqui para saber mais sobre unidades do magnetismo\)](#)

Os medidores de campo magnético apresentam vantagens quando deseja-se medir campo magnéticos na superfície de ímãs ou no "gap" de dispositivos magnéticos. Destacam-se como principais medidas que podem ser feitas com medidores de campo magnético ("gaussmeter"):

- Medida de campos na superfície de ímãs permanentes
- Medida de campos no "gap" de alto-falantes, motores e relés.
- Medida de magnetizações residuais em peças mecânicas.
- Medida de campos de solenóides, eletroímãs, etc.

## Medidor de Campo Magnético

### "Gaussmeter" - 410



Recomendado para usuários que desejam uma ampla faixa dinâmica na medida de campos magnéticos, em um único instrumento.

Faixa de medida: 0, 1 gaussa  $\pm 20$  kgauss

Precisão: 2% da leitura

Frequência de resposta: DC ou AC (20 Hz a 10 kHz)

Funções: Campo Máximo, Alarme, Filtro, DC/AC, Auto-Range, Auto-Zero.

Visor de cristal líquido 3 1/2 dígitos

Acompanha certificado de calibração rastreado ao NIST

[Catálogo .pdf](#)

[Contato](#)

[Vide termos de garantia em](#)



LakeShore  
410

## Medidor de Campo Magnético

### "Gaussmeter" Série TLMPHALL

GLOBAL MAG

Instrumento robusto e de fácil operação, recomendado para usuários que desejam realizar medidas de campos magnéticos em processos industriais.

Seis modelos com escala fixa.

**TLMPHALL-02**  $\pm 2000$  gauss (DC)

**TLMPHALL-05**  $\pm 5000$  gauss (DC)

**TLMPHALL-10**  $\pm 10000$  gauss (DC)

**TLMPHALL-15**  $\pm 15000$  gauss (DC)

**TLMPHALL-10mT**  $\pm 100$  gauss (DC/AC)

**TLMPHALL-20mT**  $\pm 200$  gauss (DC/AC)

Precisão  $\pm 2\%$  da leitura  $\pm 1\%$  do Fundo de Escala

Funções: Campo Máximo, Polaridade (Norte/Sul).

Visor de cristal líquido 3 1/2 dígitos

Resolução 1/1000 do Fundo de Escala.

Opera com bateria 9V ou com adaptador de rede elétrica 110V/220V

Acompanha "Relatório de Calibração" a partir de padrões magnéticos rastreados.

Produto desenvolvido pela GlobalMag com tecnologia 100% nacional

Garantia: 1 ano

[Manual .pdf](#)



GLOBAL MAG

TLMPHALL

## Medidor de Campo Eletromagnético (AC)

412

 LakeShore

*Instrumento de fácil operação é recomendado para medida de campos magnéticos emitidos por eletrodomésticos, motores elétricos, monitores de vídeo, fontes chaveadas, acionamentos, etc.*

*Escala automática até 2 gauss*

*Resolução 0,1 mGauss*

*Resposta de frequência: AC (15 Hz a 300 kHz)*

*Visor de cristal líquido 3 1/2 dígitos*

*Acompanha certificado de calibração rastreado ao NIST*

[Catálogo .pdf](#)

[Contato](#)

[Vide termos de garantia em](#)



 LakeShore

412



## Referência [5]

**twilight**  
sa de cv

QUIENES SOMOS

CONTÁCTENOS

VER MÁS EQUIPOS DE ESTE TIPO

# Gaussimetro portatil Serie 5100



Los gaussmeters Serie 5100 Portatil representan el diseño más reciente del líder mundial en equipo de medición magnético. Este nuevo diseño incorpora el uso de la señal digital que trata la tecnología.

la fabricación de ello primer gaussmeter portátil del mundo para tener un procesador de señal digital (DSP) a bordo. F.W. La campana la Unión de Sonda exclusiva Dinámica permite medidas de 0 a 30 kilogramos con una exactitud básica del 1 %.

Rasgos claves incluyen Asiento Automático Cero, de Un minuto/máximo/máximo, Variedad Automática y Modo Relativo. Ambos modelos permiten al usuario seleccionar Gauss lecturas Tesla. El Modelo 5180 también tiene una selección para lecturas en el Amperio/Metro y destaca una salida corregida análoga ( $\pm 3VFS$ ) y un puerto de comunicaciones USB.

En las Series 5100 el software incorporado de Gaussmeter Portátil eliminan la necesidad de la calibración compleja procedimientos. El usuario apunta sobre la costumbre formateó LCD permiten la operación de botón rápida, simple. Todos los modelos venga equipado con una sonda desmontable transversal, cero gauss cámara, manual de instrucciones, con fuerza llevando el caso, y cuatro baterías AA.

Las sondas axiales, extremas delgada transversales y bajas de campaña están disponibles como opciones.

Las aplicaciones para las 5100 Series se extienden del ambiente más sensible de laboratorio al más rugoso ajuste industrial. Todos los instrumentos son de fácil manejo.

## Características técnicas

La mejor exactitud en esto es la clase
Datos que registran capacidad
100X bajan la resolución (con la sonda baja de campaña)
Respuesta de Frecuencia 2X mejor que competidor
El único metro portátil con DSP (Procesamiento de Señal Digital)
Cero Automático

Asimientode Minuto/Max/Pico
Variedad Automática
Modo Relativo
Interfaz de Bus en Serie Universal

### Especificaciones

N° Catálogo	5170	5180
ExactitudBásica	2%	1%
Frecuenciade bandaancha	DC-20 kHz	DC-40 kHz
Velocidadde muestreoDemostración	4 samples/sec	4 samples/sec
Velocidadde muestreoSalidaAnáloga	None	200Ksamples/sec
Pantalla	LCD	LCD
Digitos	3 1/2	3 1/2
Lecturas	Gauss, Tesla	Gauss, Tesla, Amps/Meter
Salida Análoga	None	±3V FS
Puerto de Comunicación	None	USB (1 muestras/seg.)

### Rangos

N° Catálogo	5170	5180
La Variedad Extrema Baja (campo bajo sólo sonda)	1 G	1 G
Bajo Variedad	200G	300 G
Mediados de Variedad	2 kG	3 kG
VariedadAlta	20kG	30kG

### Resolución

N° Catálogo	5170	5180
La VariedadExtremaBaja(campo bajosólosonda)	1mG(0.1µT)	1mG(0.1µT)
Bajo Variedad	0.1 G(10µT)	0.1 G(10µT)
Mediadosde Variedad	1.0G(100µT)	1.0G(100µT)
VariedadAlta	10G(1 mT)	10G(1 mT)

### Información General

N° Catálogo	Todos los modelos
Temperatura de operación	0°Cto50°C

<b>Almacenaje De temperaturas</b>	-25°Cto 70°C
<b>Poder</b>	4 bateríasAA
<b>Tamaño</b>	6.9in x 3.9in x 1.44in.

<b>N° Catálogo</b>	<b>Descripción</b>
<b>SP-2170</b>	Gaussimetro Gauss/Tesla
<b>SP-5180</b>	Gaussimetro Gauss, Tesla, Amperios/metro

© Derechos Reservados 2000

TWILIGHT, S. A. DE C. V.

Calzada del Valle 400 Ote., Oficina 1205, Edificio Moll del Valle, Garza García N.L., México

[e-mail: twilight@twilight.com.mx](mailto:twilight@twilight.com.mx)

Tel:(81) 81 15 14 00, Fax:(81) 83 78 57 36