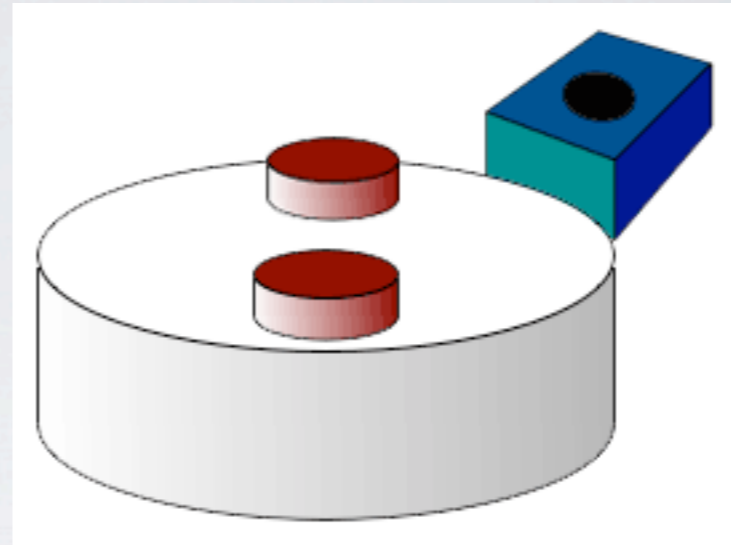


# SENSORES DE EFECTO DE HALL

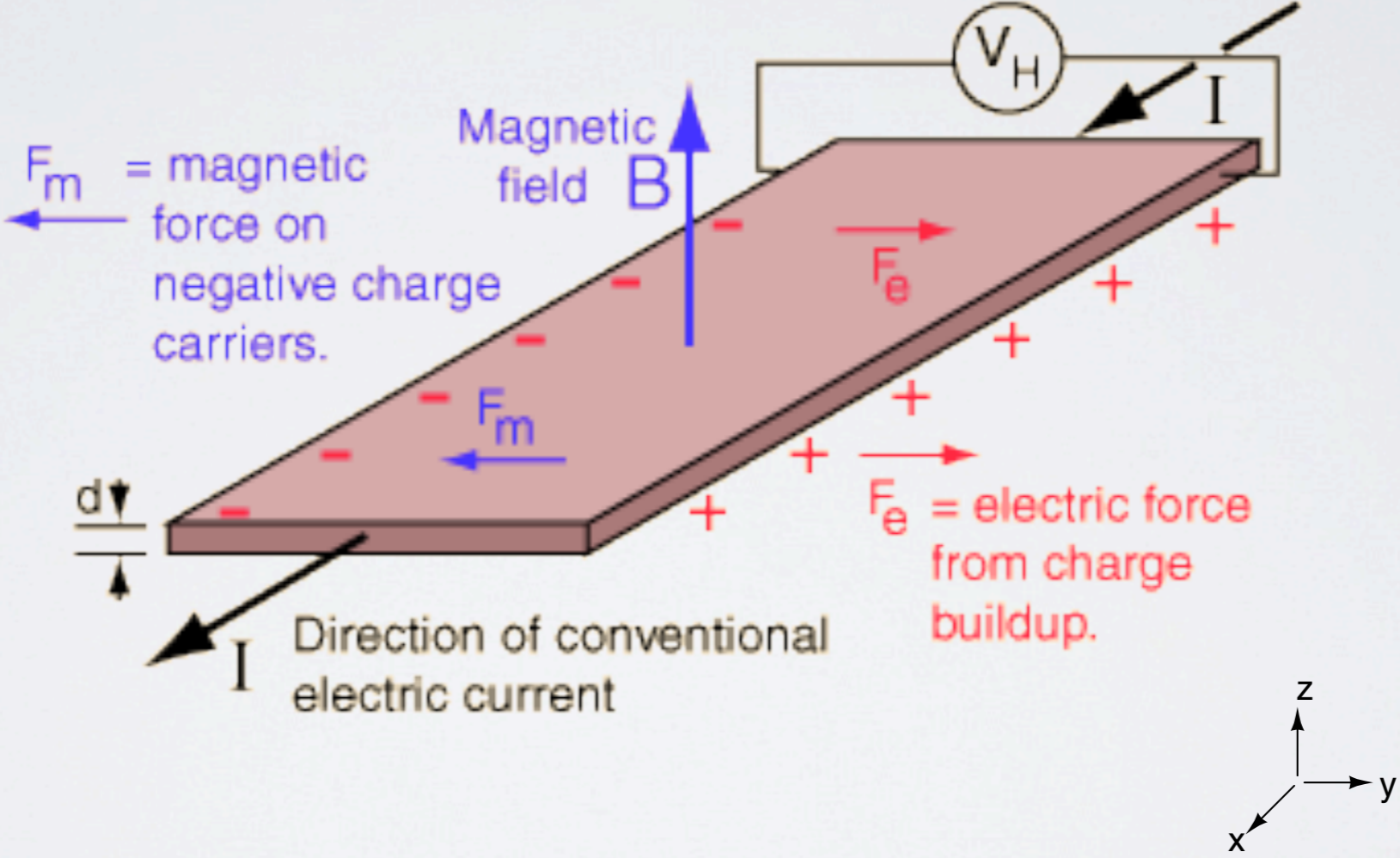
# Aplicaciones + Tacómetros



- + Posición y proximidad
- + medición de corriente eléctrica
- + medición de campo magnético

Descubierto por el Dr. Edwin Hall en el 1879

Dibujo obtenido en <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/magnetic/hall.html>  
Visite enlace para calculadoras del efecto de Hall y material adicional.



Fuerza de Lorentz debido al campo magnético:  $F_m = qvB$

Para tipo  $n$ ,  $v_x = -\mu E_x = \text{drift velocity}$ .

$\mu$  = movilidad de los electrones.

Fuerza debida al campo de Hall:  $F_H = qE_H$

En equilibrio,  $F_H = F_m$  y

$$qvB = -q\mu E_x B = qE_H \rightarrow \boxed{E_H = \mu E_x B}$$

(ignorando signo).

$V_x$  = voltaje longitudinal =  $E_x \times L$

$V_H$  = voltaje de Hall =  $E_H \times W$

$$V_H = E_H \times W = \mu E_x B \times W$$

$$\boxed{V_H = \mu \left( \frac{W}{L} \right) V_x B}$$

Epitaxial layer con  $V_x = 10V$ ,  $W = L = 200\mu m$ ,  $t = 10\mu m$  y  $\rho = 0.6\Omega - cm$ .

$$\begin{aligned} \rho &= 0.6\Omega - cm = \frac{1}{qn\mu_n} \\ N_D &= 1 \times 10^{16} / cm^3 \\ \mu_n &= \frac{1}{qN_D\rho} \\ &= \frac{1}{(1.602 \times 10^{-19}C)(10^{16} / cm^3)(0.6\Omega - cm)} \\ &= \frac{1}{9.612 \times 10^{-4} \frac{V-s}{cm^2}} \simeq 1000 \frac{cm^2}{V-s} \\ V_H &= 1000 \frac{cm^2}{V-s} \times B \times 10V = 10^4 \frac{cm^2}{V-s} \times B \times V \\ &= 1V \times B \frac{1}{\frac{V-s}{m^2}} \end{aligned}$$

Como  $1V - s = 1T - m^2$

$$V_H = 1V \times \frac{B}{1T}$$

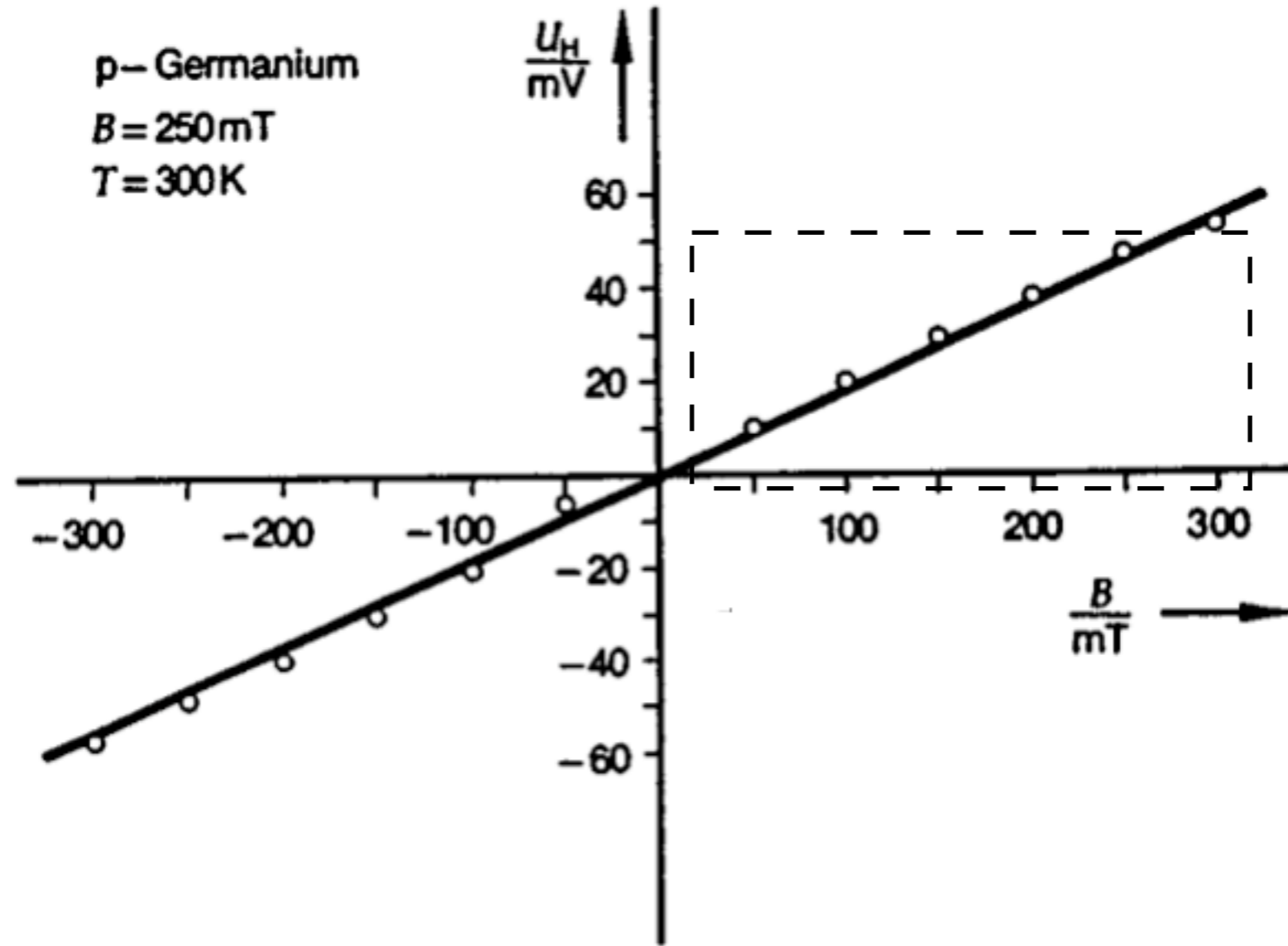
Ejemplo:  $V_H$  es amplificado por un AI con tres AOs, cuyo  $V_{OS}$  es cancelado a  $25^\circ C$  pero tiene un  $TC_{V_{OS}} = 4\mu V/^\circ C$ . Si  $T$  varia de  $0^\circ C$  a  $50^\circ C$ , para el sensor discutido anteriormente el error es de  $\pm 100\mu V$  o  $\pm 1G$ .

Valores típicos:

- imán permanente:  $B \approx 0.1T$
- electro-magneto:  $B \approx 1 - 2T$
- Campo magnético de la tierra:  $B \approx 0.5G = 0.5 \times 10^{-4}T$

Materiales de alta movilidad como InAs ( $\mu = 33000cm^2/V - s$ ) y InSb ( $\mu = 80000cm^2/V - s$ ) pueden usarse para obtener más sensibilidad.

Hall voltage as a function of magnetic induction.



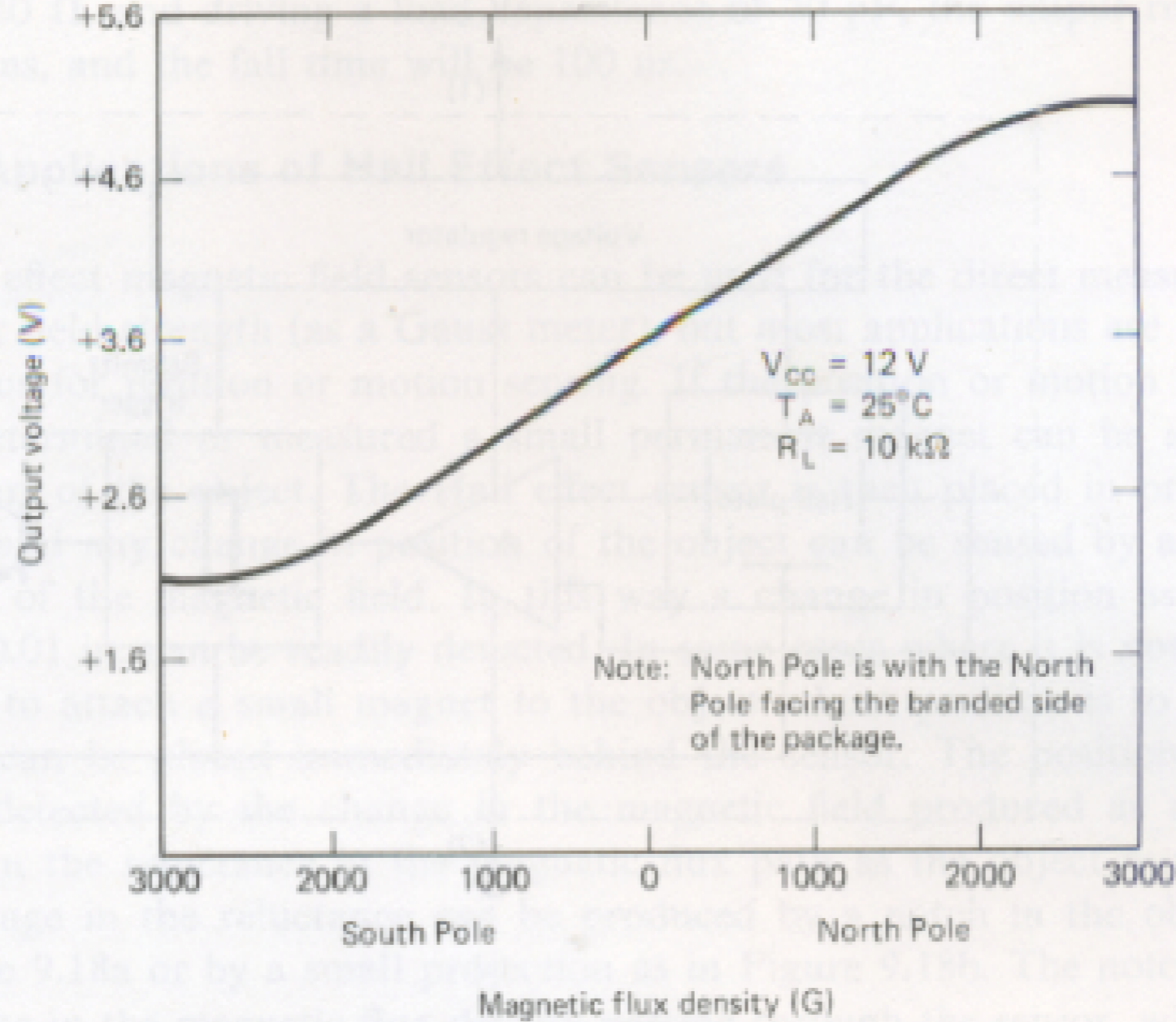
Obtenido de [www.fen.bilkent.edu.tr/~butun/manuals/exp10\\_hall\\_effect.pdf](http://www.fen.bilkent.edu.tr/~butun/manuals/exp10_hall_effect.pdf)

Una muestra de Silicio contiene  $10^{16}$  átomos de fósforo por  $\text{cm}^3$ . Determine el voltaje de Hall  $v_H$  si la muestra tiene ancho  $W$  igual a  $500\mu\text{m}$ , un área transversal  $A$  igual  $2.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$ , largo  $L=1 \text{ cm}$ , una corriente longitudinal  $I_x=1 \text{ mA}$  y está inmersa en un campo magnético  $B_z=10^{-4} \text{ Wb/cm}^2$ .

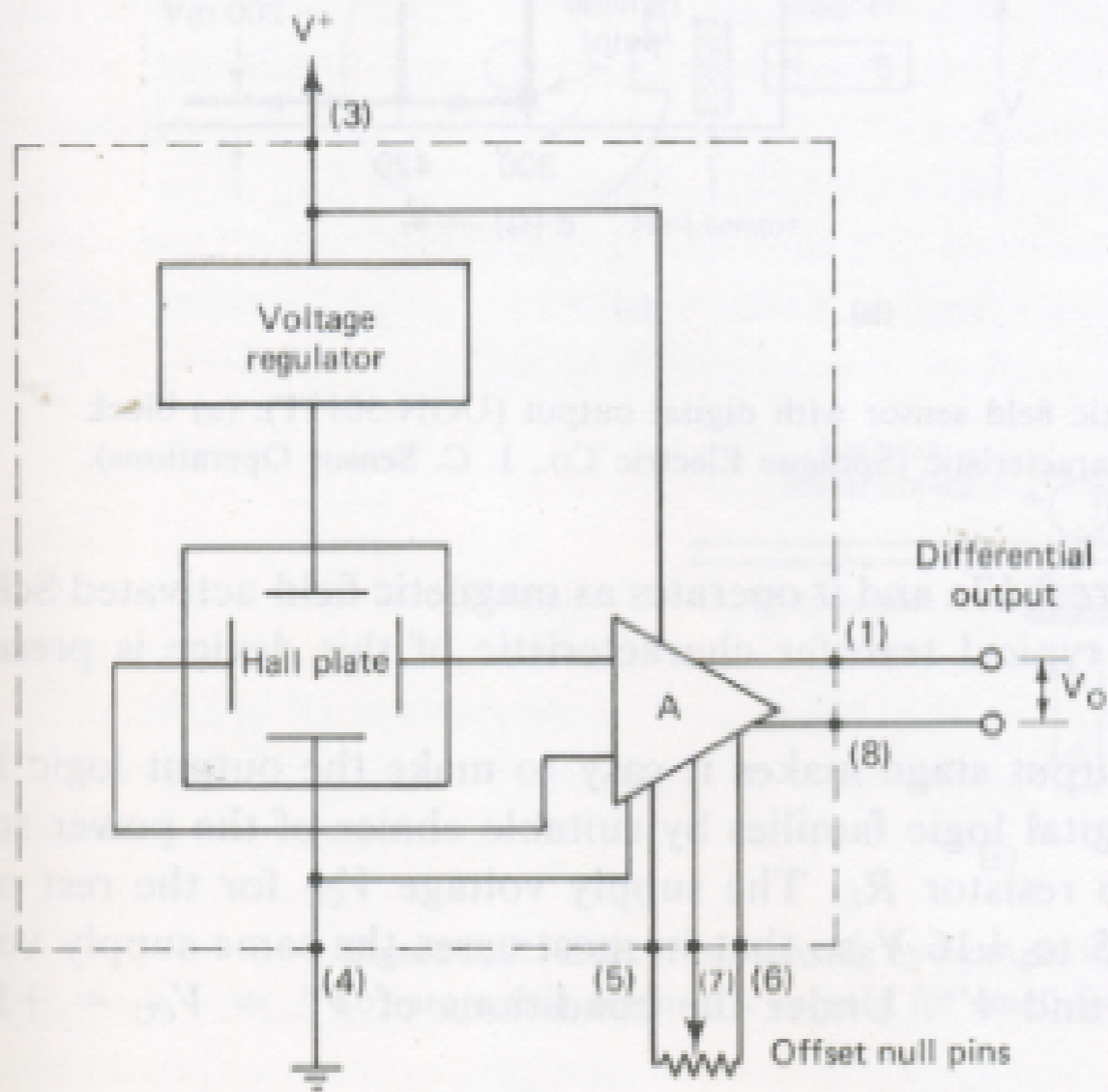
$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V-s} = 1 \text{ T-m}^2 = 10^8 \text{ G-cm}^2$$

$$R = \frac{1}{q\mu_n N_D} \frac{L}{A}$$

$$\begin{aligned}
V_H &= \mu_n \frac{W}{L} V_x B \\
&= \mu_n \frac{W}{L} R I_x B \\
&= \cancel{\mu_n} \frac{W}{L} \frac{I}{q \cancel{\mu_n} N_D} \frac{L}{A} I_x B \\
&= \frac{W}{L} \frac{I}{q N_D} \frac{L}{A} I_x B \\
&= \frac{0.5 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} \frac{I}{(1.6 \times 10^{-19} \text{ C})(10^{16} \text{ cm}^{-3})} \frac{1 \text{ cm}}{2.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2} (10^{-3} \text{ C/s}) \left(10^{-4} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{cm}^2}\right) \\
&= \boxed{1.25 \text{ mV}}
\end{aligned}$$



**Figure 9.15** Output voltage versus magnetic flux density for the UGN-3501T (Sprague Electric Co., I. C. Sensor Operations).



**Figure 9.16** Monolithic IC magnetic field sensor with differential output (UGN-3501M) (Sprague Electric Co., I. C. Sensor Operations).

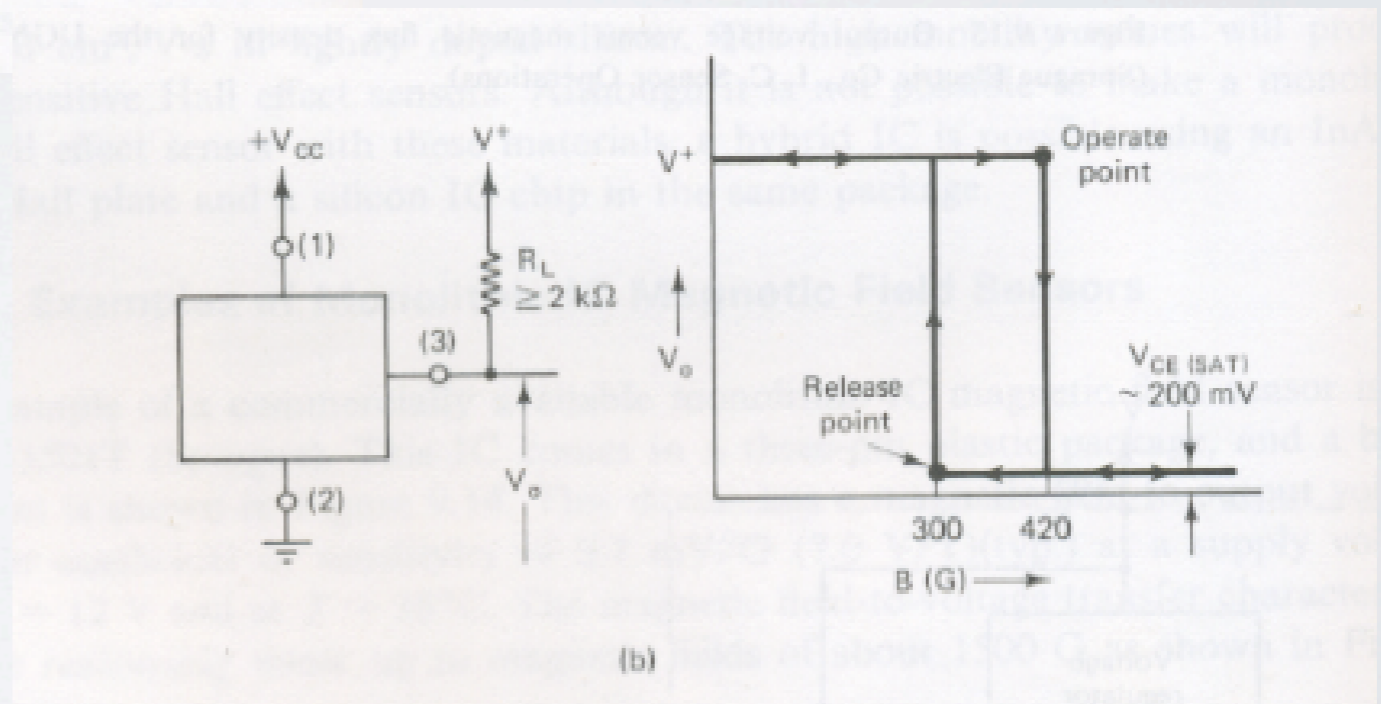
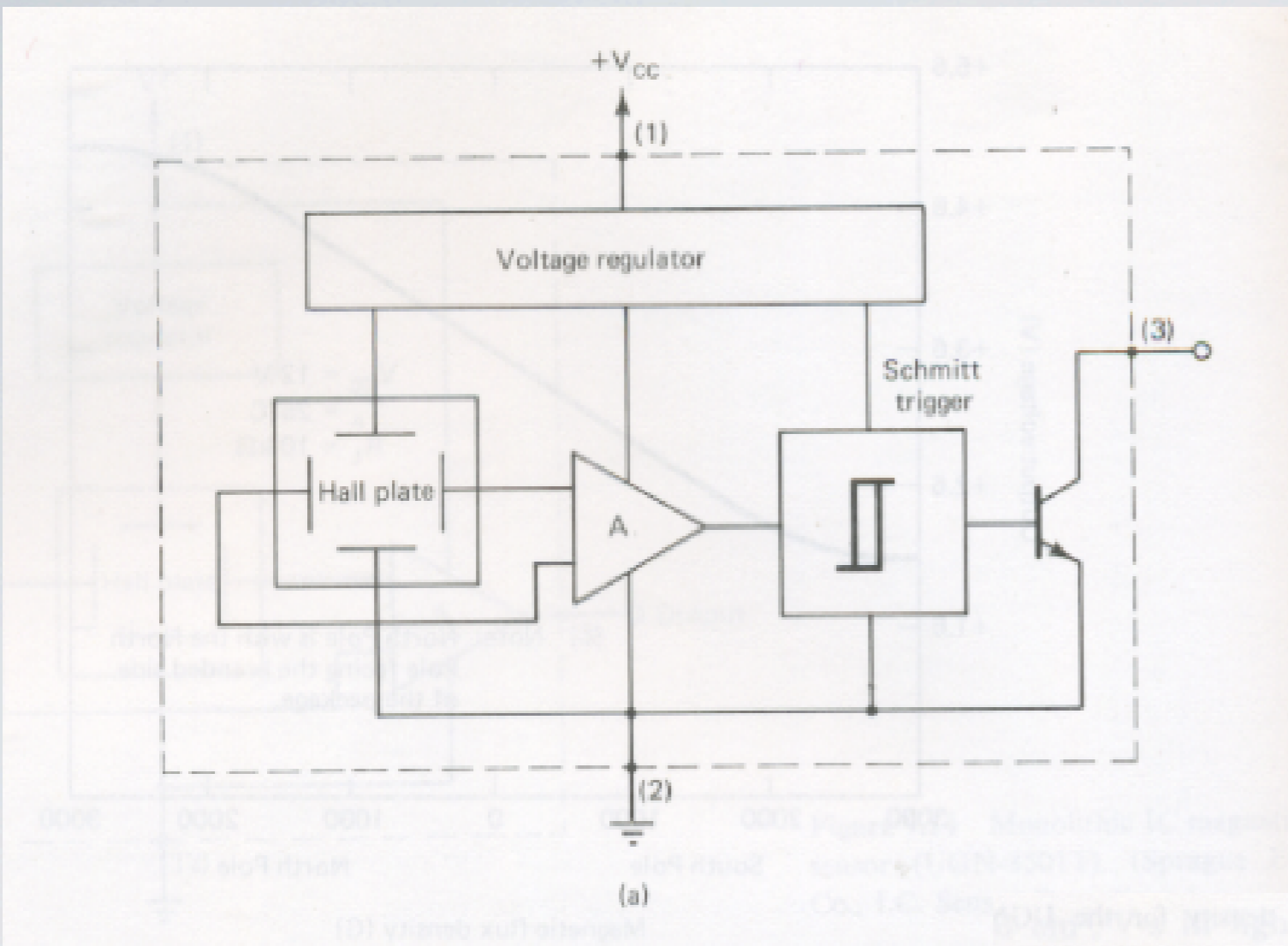
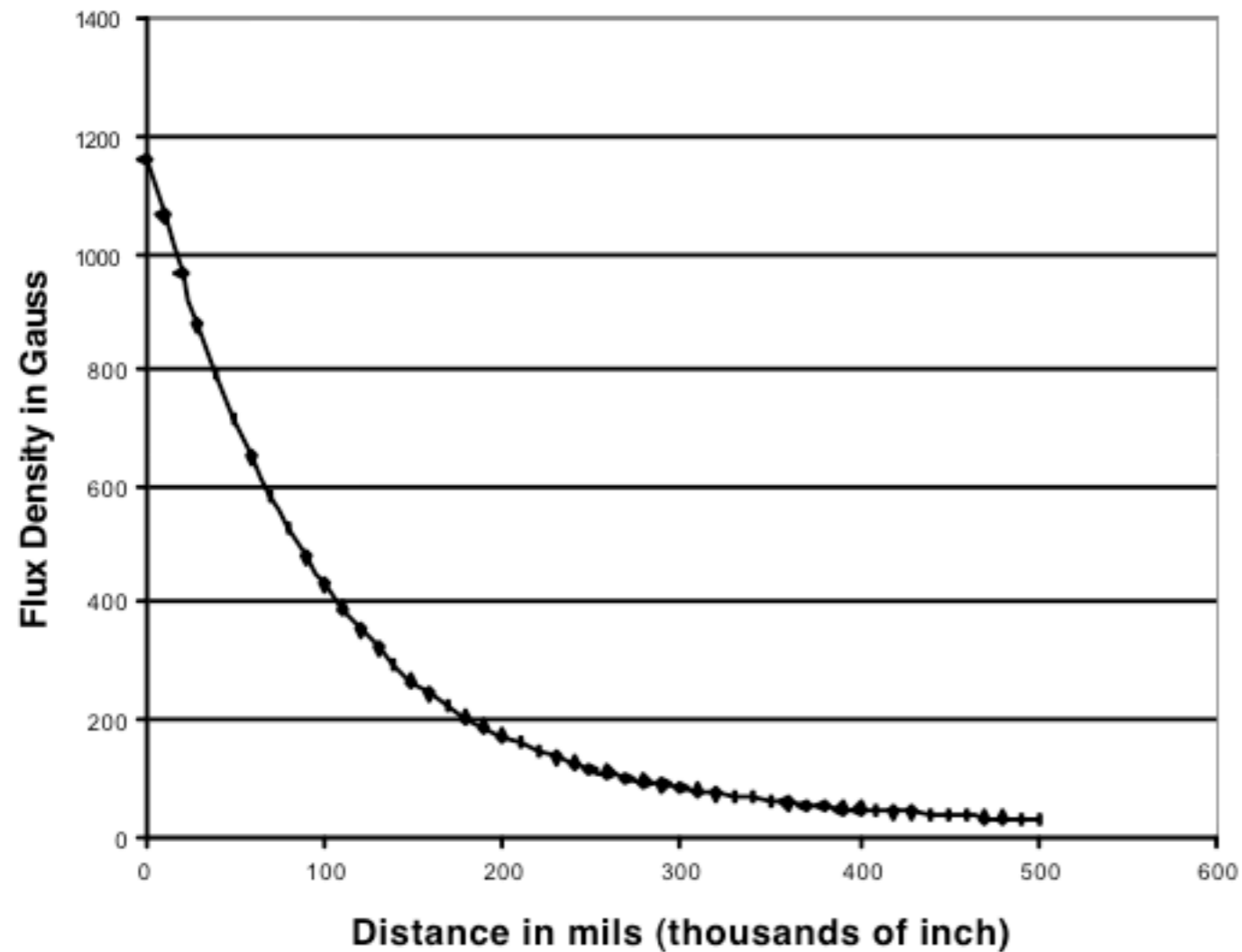
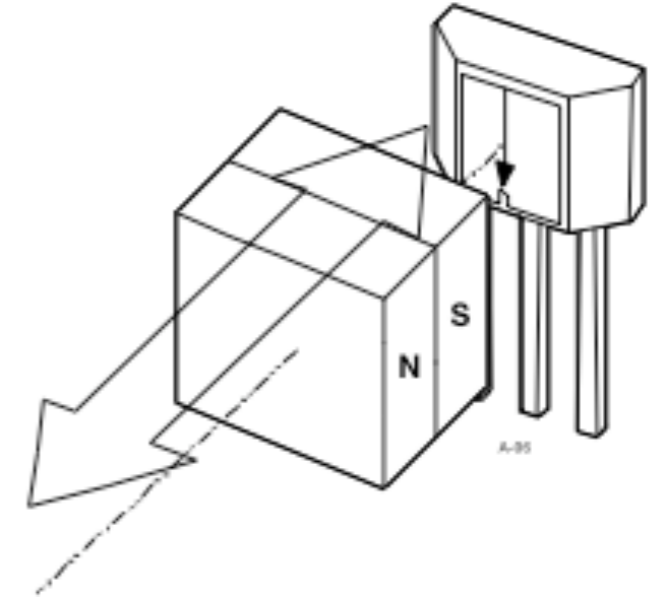


Figure 9.17 IC magnetic field sensor with digital output (UGN-3019T): (a) block diagram; (b) transfer characteristic (Sprague Electric Co., I. C. Sensor Operations).

## Linear Slide-By, Alnico8



◆ Head On Gauss



Este imán está adherido a un objeto vibrante de tal modo que la distancia entre el imán y el sensor varía entre 100 y 400 mils. Diseñe un instrumento para medir la frecuencia de vibración. Use la data mostrada en la transparencia 7.

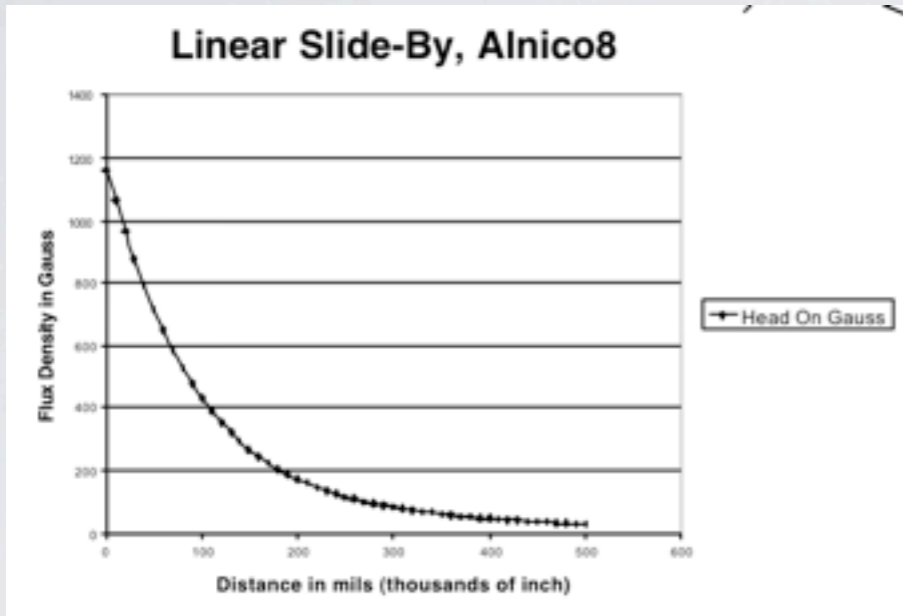
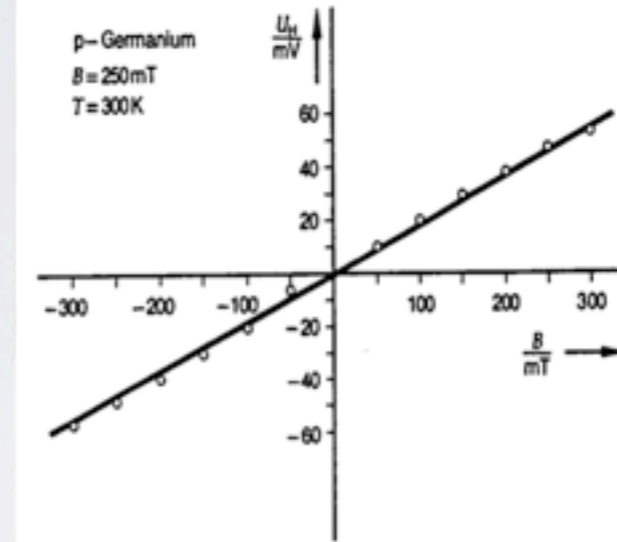


Fig. 7: Hall voltage as a function of magnetic induction.



$$1G = 10^{-4}T$$

$$B(400\text{mils}) \approx 50G = 5\text{mT}$$

$$B(100\text{mils}) \approx 400G = 40\text{mT}$$

$$\text{slope} \approx \frac{56\text{mV}}{300\text{mT}}$$

$$V(400\text{mils}) \approx 5\text{mT} \frac{56\text{mV}}{300\text{mT}} = 933\text{mV}$$

$$V(100\text{mils}) \approx 40\text{mT} \frac{56\text{mV}}{300\text{mT}} = 7.43\text{V}$$

Más información:

Aplicaciones e información general:

[http://www.melexis.com/prodfiles/0003715\\_hallapps.pdf](http://www.melexis.com/prodfiles/0003715_hallapps.pdf)

Handbook de Honeywell:

[http://content.honeywell.com/sensing/prodinfo/solidstate/  
technical/hallbook.pdf](http://content.honeywell.com/sensing/prodinfo/solidstate/technical/hallbook.pdf)