

Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales
Ingeniería Electrónica con orientación en Sistemas Digitales
Técnico Universitario en Microprocesadores
Profesorado en Tecnología Electrónica

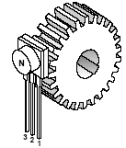
LABORATORIO DE INTERFACES

PRÁCTICO Nº 9

Sensores de efecto Hall

Índice:

1. Objetivos.
2. Material de Referencia
3. Listado de Materiales.
4. Listado de Instrumental.
5. Introducción a la Práctica.
6. Actividad Práctica.
7. Diseño de un Proyecto.



TRABAJO PRÁCTICO N° 9

Sensores de efecto Hall

1. Objetivos

- § Verificar el funcionamiento de los sensores de efecto Hall con salida lineal y con salida digital.
- § Realizar una aplicación práctica utilizando uno de los sensores.

2. Material de Referencia

- § "Instrumentación Electrónica" - Miguel A. Pérez García - Juan C. Álvarez Antón
Hojas de datos: UGN 3119, UGN 3503.
- § Notas Técnica de la firma Allegro MicroSystems Inc. - www.allegro.com

3. Listado de Materiales

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------|
| 1 Sensor may UGN 3119. | 1 LED Rojo. |
| 1 Sensor may UGN 3503. | 1 Resistencia de 220 ohm. |
| 1 Toroide Ferrite Bobinado. | 1 Imán pequeño. |
| 1 juego de resistencias de potencia. | |

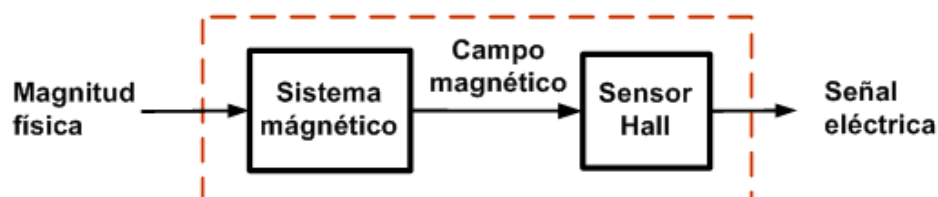
4. Listado de Instrumental

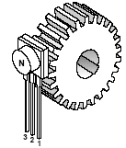
- 1 Tester digital
- 1 Fuente de alimentación Variable.
- 1 Entrenador LAB - MC

5. Introducción a la Práctica

5.1 Conceptos básicos

El efecto Hall, descubierto por Edwin C. Hall en 1879, consiste en la producción de una caída de voltaje a través de un conductor o semiconductor con corriente, bajo la influencia de un campo magnético externo. Para esto es necesario que la dirección del campo magnético sea perpendicular a la dirección de flujo de la corriente.





El campo magnético transversal ejerce una fuerza desviadora (Fuerza de Lorentz) sobre el conductor o semiconductor. Esta fuerza causa la desviación de los portadores de carga que se mueven a través del material. Como resultado, aparece una diferencia de potencial V_{xy} (denominada voltaje de Hall) entre los extremos del conductor. Este voltaje es proporcional a la intensidad del campo magnético aplicado y su polaridad depende del signo de los portadores de carga.

El efecto Hall se presenta en conductores y en semiconductores. Las diferencias de potencial producidas en tiras metálicas son muy pequeñas, siendo a menudo enmascaradas por el ruido. Por esto, los dispositivos comerciales usan materiales semiconductores especiales, donde el efecto Hall es más notable. En estos casos, el elemento básico es generalmente una tira de arseniuro de galio (GaAs) o de indio (InAs) la cual, cuando se polariza mediante una corriente constante y se sumerge en un campo magnético transversal a su superficie, genera un voltaje proporcional a la intensidad del campo. Este voltaje es reforzado por un amplificador operacional incorporado en el dispositivo y se procesa para proporcionar una señal de salida útil.

5.1.1 Sensores de efecto Hall con salida lineal.

En la figura 1 podemos ver la estructura simplificada de un sensor Hall de salida lineal. Debido a que la tensión Hall es muy pequeña (aproximadamente $30\mu\text{V/G}$), es necesaria una etapa de amplificación, esto se hace a través de un amplificador diferencial. Posee además una compensación en temperatura y un regulador de voltaje. La salida posee un transistor en emisor abierto para realizar la interfaz con cualquier dispositivo.

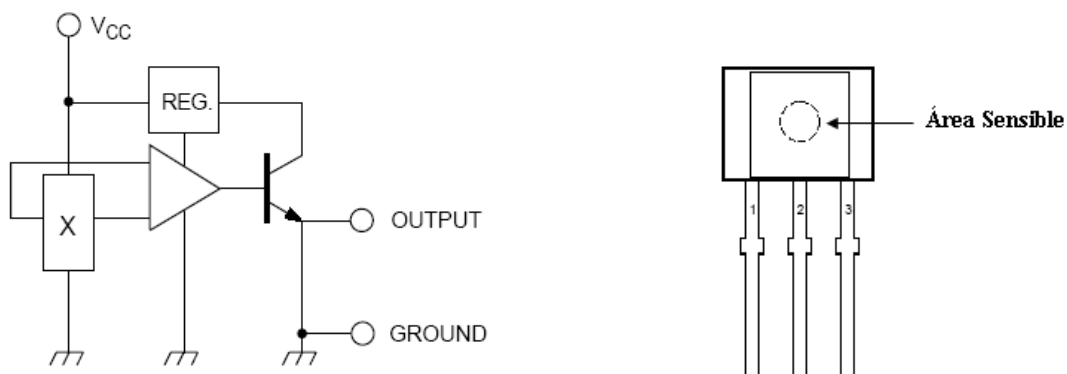


Figura 1. Sensor de efecto Hall con salida lineal.

Según la polaridad del campo magnético que se le aplique al sensor, la tensión de salida será positiva o negativa, lo cual nos indicaría que necesitaríamos fuentes positivas y negativas. Pero el amplificador diferencial incorpora una tensión de polarización, de modo que con un campo magnético nulo tengamos en la salida una tensión positiva. Esta tensión es la que se conoce como **null offset o quiescent output voltage**.

En la figura 2 vemos la característica de transferencia de un sensor Hall lineal. Podemos ver en dicha gráfica el null offset, la sensibilidad (en mV/G) y el alcance (span).

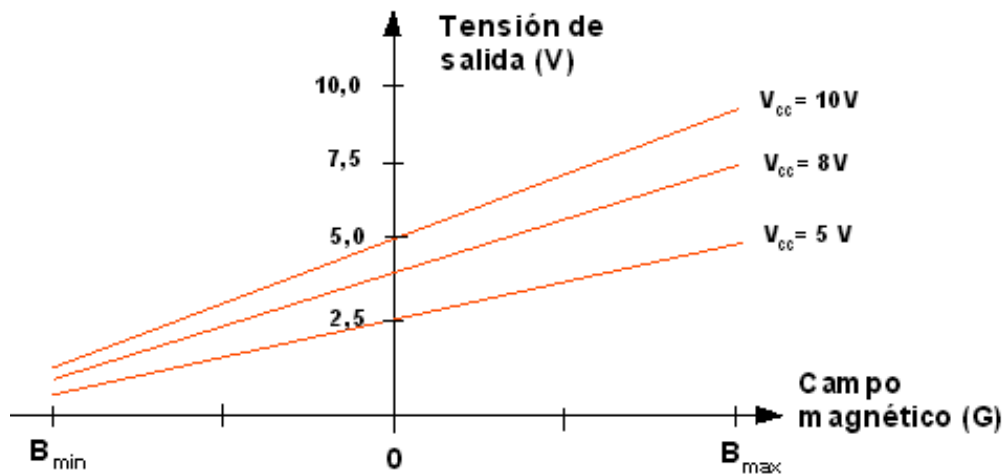
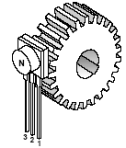
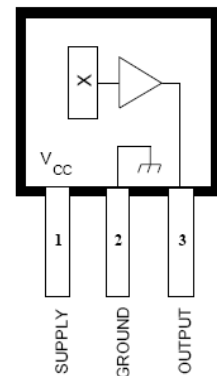


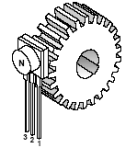
Figura 2. Característica de transferencia.

5.1.2 Especificaciones técnicas

A continuación vemos las especificaciones del sensor Hall Lineal que utilizaremos en la práctica.

Características eléctricas $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ y $V_{CC} = 5\text{V}$					
Características	Símbolo	Min.	Típico	Máx.	Unidades
Tensión de alimentación	V_{CC}	4.5	-	6.0	V
Corriente de alimentación	I_{CC}	-	9.0	14	mA
Tensión de salida (con $B=0$)	V_{OUT}	2.25	2.5	2.75	V
Sensibilidad	ΔV_{OUT}	0.75	1.3	1.72	mV/G
Ancho de banda (-3dB)	BW	-	23	-	KHz
Resistencia de salida	R_{OUT}	-	50	-	Ω
Histéresis	B_{hys}	30	52	-	G





5.1.3 Interfaces

Estos dispositivos generalmente poseen una salida en emisor abierto, permitiendo conectarlos fácilmente con casi cualquier circuito. Es común utilizar circuitos con comparadores o amplificadores operacionales. A continuación se ven algunos ejemplos de estos circuitos.

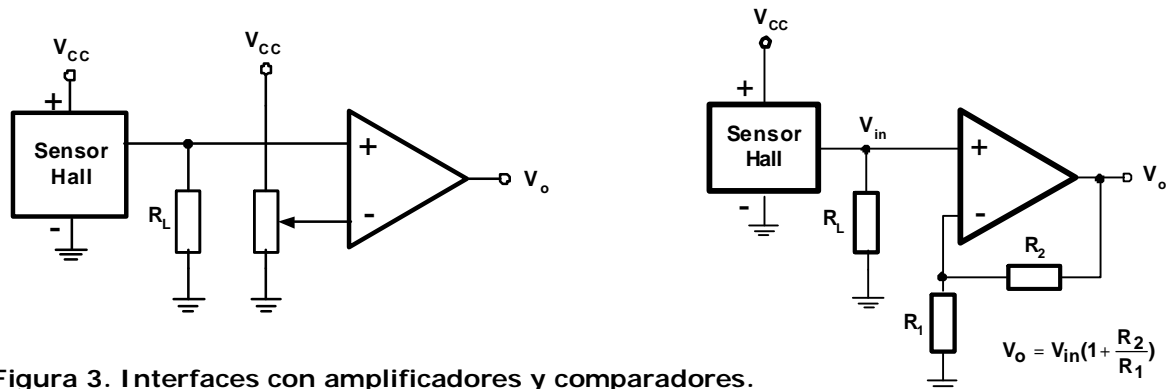


Figura 3. Interfaces con amplificadores y comparadores.

5.1.4 Aplicaciones

Dentro de las aplicaciones más importantes de estos dispositivos encontramos la medición de corriente.

Medición de corriente.

Para corrientes elevadas se puede conectar el sensor como se ve en la figura 4. En el caso de querer mejorar la sensibilidad podemos usar un núcleo de toroide, como en la figura 5.

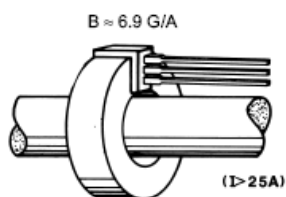


Figura 4. Medición de corriente elevada.

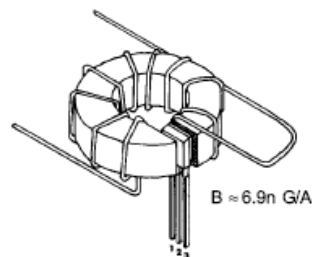
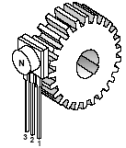


Figura 5. Mayor sensibilidad.

Otras aplicaciones comunes son:

Control de suspensión, Dirección asistida, Frenos, Ajuste de faros, Medida de posición, Medida de fuerza, Medida de par, Medida de campo magnético, etc.



5.1.5 Sensores Hall de salida digital.

La estructura de este tipo de sensor es la misma que la del lineal pero debemos agregar un comparador Smitt trigger.

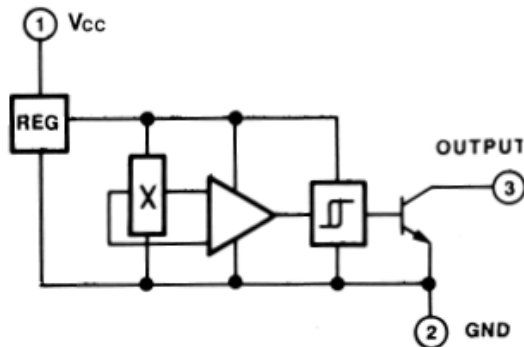


Figura 6. Sensor Hall – salida digital.

Sin campo magnético aplicado al dispositivo, el transistor de salida permanece cortado (OFF). Al aplicar un campo magnético, perpendicular a la superficie del dispositivo, que esta por encima de un valor umbral, el transistor de salida pasa a saturación (ON). Si reducimos ahora el campo magnético, el transistor conmutará para un valor menor que el umbral de conducción. Como vemos este dispositivo presenta cierta histéresis que previene disparos erróneos. Ver figura 7.

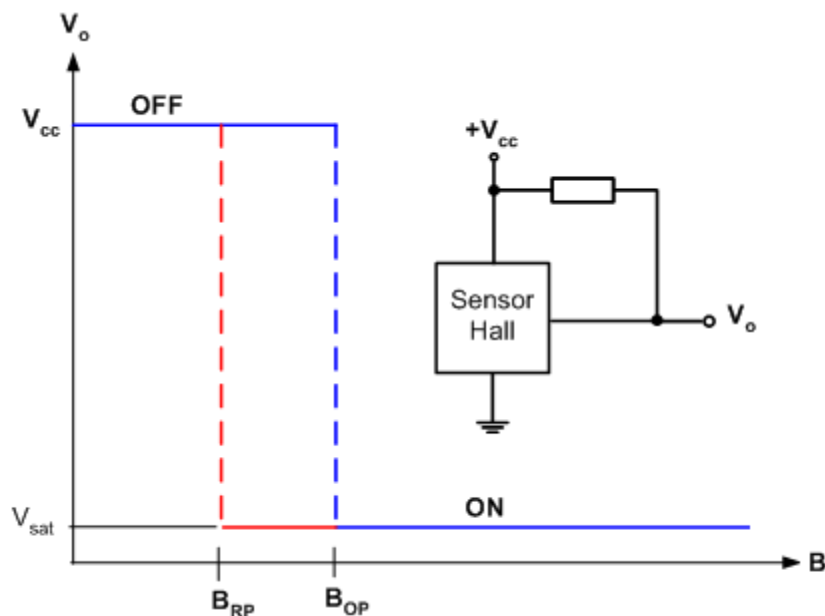
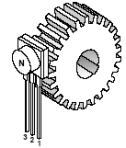


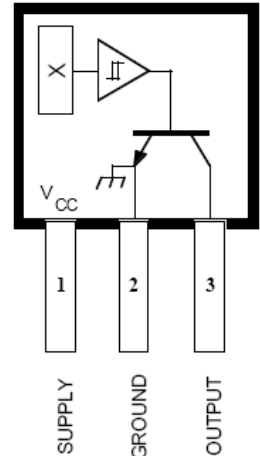
Figura 7. Característica de un sensor Hall Digital.



5.1.6 Especificaciones técnicas

A continuación vemos las especificaciones del sensor Hall digital usado en la práctica.

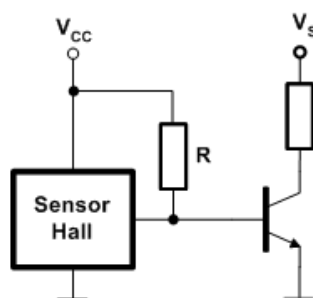
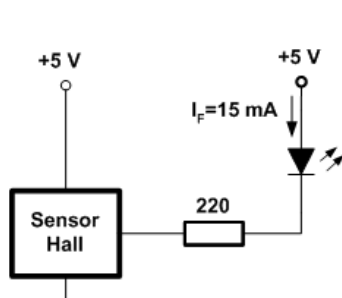
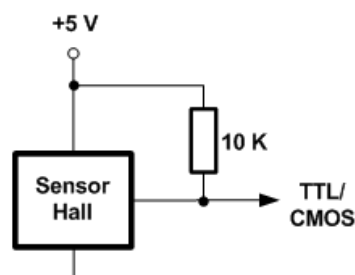
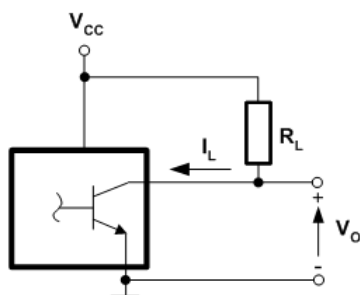
Características eléctricas $T_A = +25^\circ\text{C}$					
Características	Símbolo	Min.	Típico	Máx.	Unidades
Tensión de alimentación	V_{CC}	4.5	-	24	V
Tensión de salida en "ON"	$V_{OUT(SAT)}$	-	145	400	mV
Corriente de salida en "OFF"	I_{OFF}	-	<1.0	10	μA
Corriente de alimentación	I_{CC}	-	4.3	9	mA
Tiempo de subida	t_r	-	0.04	2.0	μs
Tiempo de bajada	t_f	-	0.18	2.0	μs
Características magnéticas					
Punto de activación (OP)	B_{OP}	-	32	95	G
Punto de desactivación (RP)	R_{OP}	-95	-20	-	G
Histéresis	B_{hys}	30	52	-	G

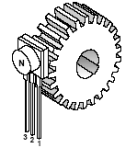


5.1.7 Interfaces

La salida de estos dispositivos es por lo general de colector abierto, por lo que necesita una resistencia entre la salida y la alimentación (pull up).

Al activarse el sensor (en presencia de un campo magnético), el transistor pasará a ON, absorbiendo la corriente I_L que circula por la carga.





5.1.8 Aplicaciones

Dentro de las aplicaciones de estos dispositivos encontramos:

- Encendido electrónico (autos, motos).
- Sistemas de freno ABS.
- Bloqueos de cerraduras.
- Árbol de levas.
- Medición de velocidad.
- Interruptor sin contactos.
- Nivel de líquidos.
- Interruptor de rotación.
- Sensado de posición.

6. Actividad Práctica

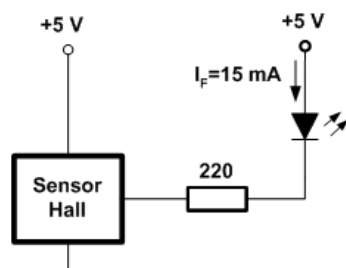
6.1 Uso del sensor Hall Digital

Se le dará un sensor de efecto Hall **UGN3119**. Este dispositivo tiene una salida Open Collector por lo que se puede realizar la interfaz con cualquier familia lógica. Utilizaremos para verificar su funcionamiento un diodo LED.

6.1.1 Verifique la distribución de terminales del mismo en las hojas de datos. Dibuje el encapsulado del sensor **UGN3119** colocando la denominación de los terminales.

--	--

6.1.2 Arme el circuito siguiente en el LAB-MC. La alimentación se realizará con los 5V de la fuente del equipo.

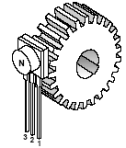


6.1.3 Acerque un imán sobre la cara sensible del dispositivo, vea que sucede en el LED.

6.1.4 ¿Cómo se obtiene la máxima sensibilidad al campo magnético?

.....

.....



6.1.5 ¿Cómo debe colocar el imán si queremos una detección eficaz?

.....
.....

6.2 Uso del sensor Hall Lineal.

Para esta parte del práctico utilizaremos un sensor de efecto Hall lineal, el **UGN 3501/03** de la firma Allegro Microsystems Inc.

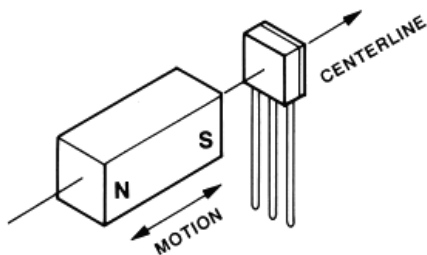
6.2.1 Utilice ahora el sensor **UGN3501/03**. Dibuje el encapsulado del sensor **UGN3501/03** colocando la denominación de los terminales. Coloque a la salida del mismo un tester digital (en la escala de tensión).

--	--

6.2.2 ¿Cuál es el valor de la tensión de salida en ausencia de campo magnético?

.....
.....

6.2.3 Acerque ahora un imán del mismo modo que en el punto anterior.



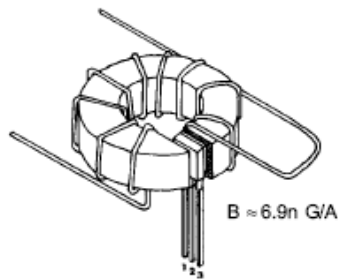
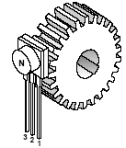
6.2.4 ¿Qué sucede con la tensión de salida del dispositivo? ¿Por qué?

.....
.....

6.2.5 Cambie ahora la polaridad del campo. ¿Cómo varía la tensión del sensor ahora?

.....
.....

6.2.6 Coloque ahora el sensor en el toroide de ferrite provisto, como se ve en la siguiente figura.



6.2.7 Excite la bobina con una fuente de 12V, *colocando en serie con la bobina las resistencias de potencia* que se le entregaron.

6.2.8 Varíe la corriente aplicada cambiando la posición en las resistencias. Debería poder verificar con corrientes de 1A, 2A, 3A y 6A.

6.2.9 ¿Cómo es la variación de la tensión de salida?

.....
.....

7. Realización de un trabajo de diseño.

Deberá realizar el diseño de un circuito que permita medir intensidad de corriente en el rango de 1 a 10A. Para ello deberá suponer que posee una bobina con núcleo de ferrite toroidal que, en conjunto con el sensor Hall UGN3501/03, entrega 200mV/A. Realice el circuito de acondicionamiento correspondiente para poder medir esta corriente en forma directa en la escala de tensión de un tester digital. Utilice la escala de 2V fonda de escala. Recuerde que la tensión de salida en ausencia de campo magnético no es cero.

Para aprobar la práctica deberá entregar el informe de laboratorio correspondiente a las actividades realizadas en clase más un informe del trabajo de diseño, con su correspondiente circuito, listado de materiales, explicación de funcionamiento y cálculos realizados.