

El sensor de rotación

Introducción:

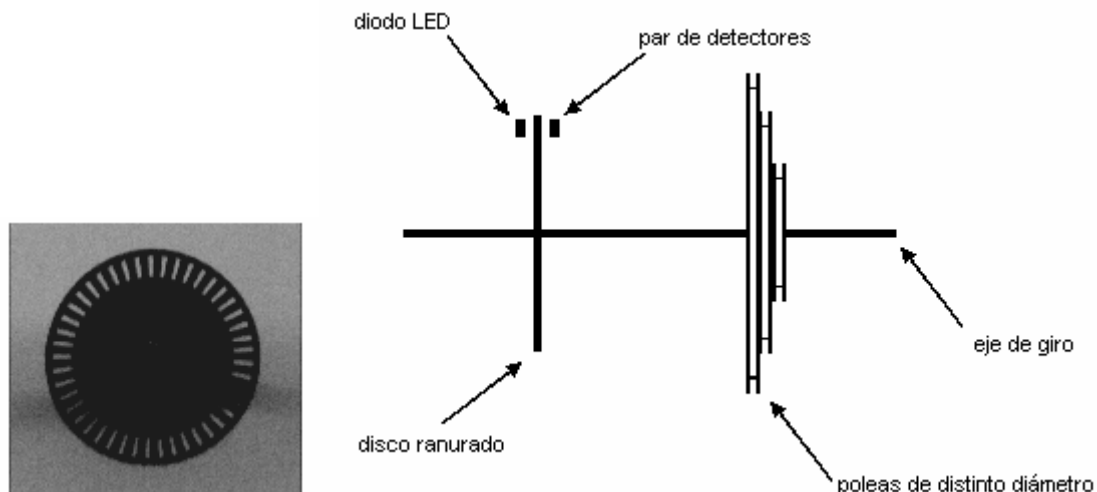
En este documento describiremos brevemente el funcionamiento del sensor de rotación que utilizamos en la práctica de laboratorio. Su funcionamiento se basa en un dispositivo denominado encoder o codificador óptico, el cual es utilizado frecuentemente en aplicaciones tales como:

- ❑ Sensores de desplazamiento y dirección en mouse y trackballs de PC's
- ❑ Detección de posición, velocidad y sentido de giro en motores
- ❑ Sensado de posición en sistemas de control en cabezales de impresoras
- ❑ Aplicaciones de control de posición de válvulas y veletas (vanes)

Como ya sabemos, este instrumento en conjunto con su interfase y una PC nos permite medir y registrar magnitudes cinemáticas: desplazamiento, velocidad y aceleración angular.

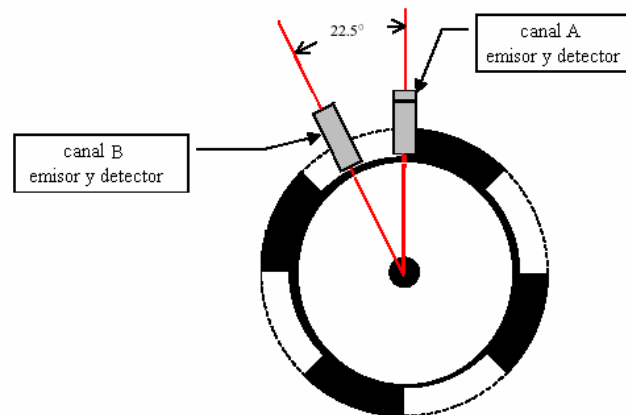
El sensor cuando lo desarmamos...

La polea triple a la cual accedemos desde afuera para acoplar, por ejemplo, una correa, se encuentra solidaria a un disco que posee una serie de ventanas radiales que permiten el paso de la luz de un lado hacia el otro como se muestra en la siguiente foto (disco Y de un mouse convencional):

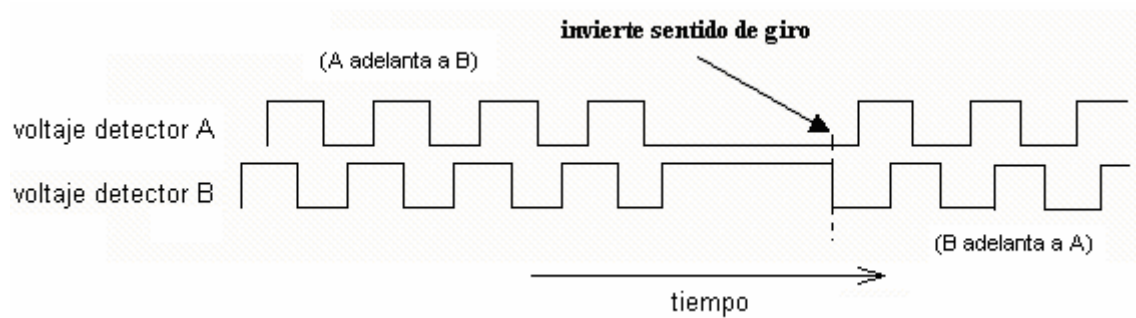


A un lado del disco se encuentra un diodo emisor de luz (LED) y del otro se encuentran montados dos fototransistores, los cuales son dispositivos sensibles a la luz emitida por el LED. Conjuntamente con un circuito de conformación de señal que logra señales con flancos abruptos, estos fototransistores entregan como salida 2 valores posibles: un "1" lógico (5 volts), si reciben luz, o un "0" lógico (0 volts), si no la reciben. El truco consiste en disponer los dos fototransistores de una forma tal que sus salidas se encuentren corridas entre sí en una cantidad de un cuarto de ciclo. En la figura siguiente se esquematiza un encoder implementado con sensores reflectivos que permite contar

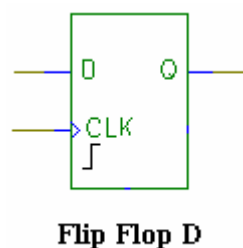
giros con una resolución de un cuarto de vuelta (para tener mas resolución habría que dividir el disco en más zonas oscuras y claras) :



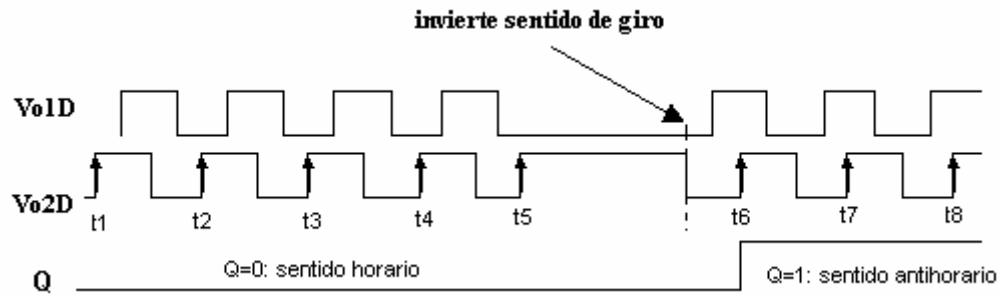
A medida que hacemos girar el conjunto, podemos medir la tensión en cada uno de los detectores con un multímetro o un osciloscopio. Lo que veríamos sería algo así:



Ahora bien, supongamos que el disco está dividido en 360 ranuras, entonces, si lo hacemos girar una vuelta entera habremos detectado 360 pulsos, con lo cual vemos que la resolución del sistema (el mínimo cambio que podemos detectar) es 1 grado, pero ¿cómo sabe la PC el sentido de giro? . Resulta que es para resolver ese problema que se incluyen 2 detectores y no uno solo. Aquí entra en juego un dispositivo muy famoso en electrónica, que fue un revolucionario protagonista en lo que se refiere a las memorias de computadoras por una obvia razón: es capaz de memorizar un bit de información. Este dispositivo se llama flip-flop (FF), y esencialmente es un circuito que posee 2 entradas: CLOCK, DATA y 1 salida: Q, todas estas digitales. Su funcionamiento es simple: cuando en su entrada de CLOCK se produce una transición de bajo a alto, el FF copia en su salida Q lo que hay en ese momento en su entrada D, y lo mantiene (memoriza) hasta tanto se produzca una nueva transición en su entrada de CLOCK. Lo podemos esquematizar de la siguiente manera:



Si conectamos la salida de un detector a la entrada D y la del otro detector a la entrada de CLOCK, la salida Q tomará los valores alto o bajo según en qué dirección gire el disco ranurado:



Suponiendo que nuestro disco posee 360 ranuras, entonces de t1 a t5 el sistema giró 5 grados, por ejemplo, en sentido horario (Q=0), luego se quedó quieto hasta que un instante antes de t6 comenzó a girar en sentido opuesto (Q=1).

Limitaciones

Podemos observar que el dispositivo posee una limitación básica en lo que se refiere a su resolución, (mínimo detectable) y está relacionada con la cantidad de rendijas que posee. Por otro lado, los fototransistores tienen un tiempo de “reacción” mínimo, esto es: la señal de salida tarda un tiempo Δt en cambiar de estado (alto a bajo o viceversa), cuando le cambiamos la condición de iluminación en forma brusca. Esto repercute de la siguiente manera: no podemos medir velocidades angulares arbitrarias, existe una velocidad angular máxima detectable para este dispositivo. Una manera de verificar el valor de la velocidad límite podría ser realizando un barrido de velocidad. Por ejemplo, acoplamos el sensor a un motor por medio de una correa, con una fuente de tensión como las que usamos en el laboratorio y le regulamos la corriente a motor desde 0, y vamos aumentando...con el programa registramos ω (velocidad angular), hasta que en un momento observamos que el valor de ω cae abruptamente, luego, ese es el valor de $\omega_{\text{máx}}$.