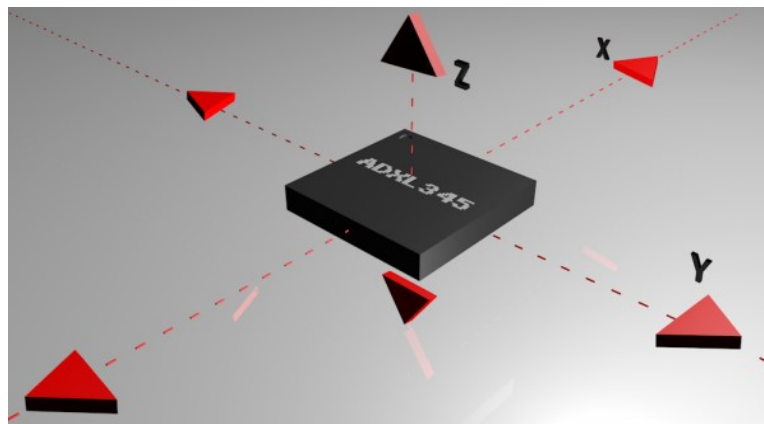


Contenido:

1. Introducción
 - 1.1 ¿Cómo funciona un acelerómetro?
 - 1.2 Cómo conectarse a un acelerómetro.
 - 1.3 Interfaz de comunicaciones.
 - 1.4 Potencia
2. Cómo seleccionar un acelerómetro.
 - 2.1 Alcance.
 - 2.2 Características adicionales.
3. Guía de compra de uno de nuestros acelerómetros
 - 3.1 Características a elegir de un acelerómetro.
 - 3.1.1 Rango.
 - 3.1.2 Interfaz.
 - 3.2 Características especiales.
 - 3.3 Tabla comparativa.
4. Cómo utilizar su nuevo acelerómetro con Arduino .
 - 4.1 Acelerómetros analógicos.
 - 4.1.1 Programación analógicos.
 - 4.2 Acelerómetros digitales.
 - 4.2.1 Programación digitales.

1. INTRODUCCIÓN

Los acelerómetros son dispositivos que miden la aceleración, que es la tasa de cambio de la velocidad de un objeto. Esto se mide en metros por segundo al cuadrado (m/s^2) o en las fuerzas G (g). La sola fuerza de la gravedad para nosotros aquí en el planeta Tierra es equivalente a $9,8 m/s^2$, pero esto varía ligeramente con la altitud (y será un valor diferente en diferentes planetas, debido a las variaciones de la atracción gravitatoria). Los acelerómetros son útiles para detectar las vibraciones en los sistemas o para aplicaciones de orientación.



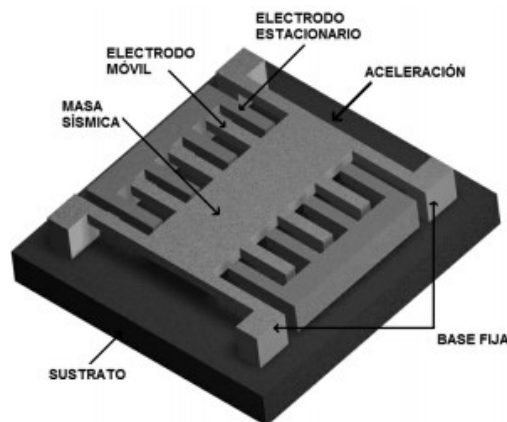
Ejes de medida de un acelerómetro de tres ejes

1.1 ¿Cómo funciona un acelerómetro?

Los acelerómetros son dispositivos electromecánicos que detectan las fuerzas de aceleración, ya sea estática o dinámica. Las fuerzas estáticas incluyen la gravedad, mientras que las fuerzas dinámicas pueden incluir vibraciones y movimiento.

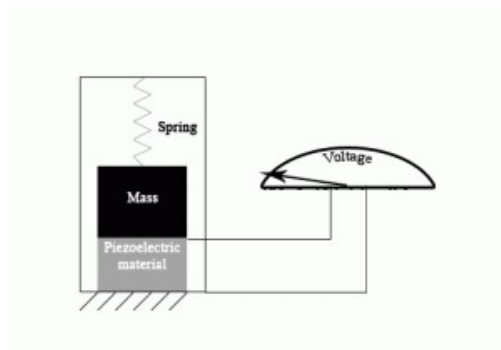
Los acelerómetros pueden medir la aceleración en uno, dos o tres ejes. Los de tres ejes son más comunes conforme los costos de producción de los mismos baja.

Generalmente, los acelerómetros contienen placas capacitivas internamente. Algunos de estos son fijos, mientras que otros están unidos a resortes minúsculos que se mueven internamente conforme las fuerzas de aceleración actúan sobre el sensor. Como estas placas se mueven en relación el uno al otro, la capacitancia entre ellos cambia. A partir de estos cambios en la capacitancia, la aceleración se puede determinar.



Sistema microelectromecánico para la aceleración en 1 eje.

Otros acelerómetros se pueden centrar en torno materiales piezoeléctricos. Estos pequeña carga eléctrica de salida estructuras cristalinas cuando se coloca bajo tensión mecánica (por ejemplo aceleración).



Sistema con tensión mecánica.

Para la mayoría de los acelerómetros , las conexiones básicas que se requieren para la operación son el poder y las líneas de comunicación. Como siempre, leer la hoja de datos para una correcta conexión.

1.2 Cómo conectarse a un acelerómetro

Para la mayoría de los acelerómetros, las conexiones básicas que se requieren para la operación son la alimentación las líneas de comunicación. Como siempre, leer la hoja de datos para una correcta conexión.

1.3 Interfaz de comunicaciones

Los acelerómetros se comunicarse a través de un convertidor analógico , digital , o interfaz de conexión modulada por ancho de impulsos(pwm) .

Los acelerómetros con una interfaz analógica entregan un voltaje proporcional a la aceleración en cada uno de sus ejes (hablando de uno de 3 ejes) que normalmente fluctúan entre tierra y el valor de alimentación Vcc. Estos suelen ser más baratos que los digitales y mucho más fáciles de usa en momento más veremos porqué.

Los acelerómetros con una interfaz digital pueden comunicarse a través de los protocolos de comunicación de SPI o I2C. Estos tienden a tener más funcionalidad y ser menos susceptibles al ruido que acelerómetros analógicas .

Los acelerómetros con salida modulada en ancho de pulso (PWM) sus salidas don de onda cuadrada con un periodo conocido, pero un ciclo de trabajo varía con cambios en la aceleración .

1.4 Potencia

Los acelerómetros son generalmente dispositivos de baja potencia . La corriente requerida cae típicamente en la gama de micro (μ) o mili – amperios , con una tensión de alimentación de 5 V o menos . El consumo de corriente puede variar dependiendo de la configuración (por ejemplo , el modo de ahorro de energía en comparación con el modo de funcionamiento estándar). Estos modos diferentes pueden hacer a los acelerómetros muy adecuado para aplicaciones que funcionan con batería .

Asegúrese de que los niveles lógicos tanto del acelerómetro como del microcontrolador correspondan y más en los digitales; ya que si esto no es así puede dañar el sensor.

2.CÓMO SELECCIONAR UN ACELERÓMETRO

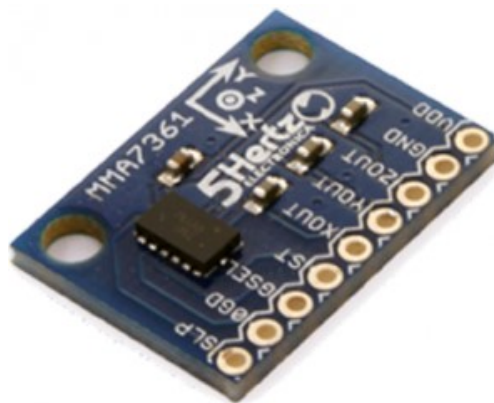
Antes de elegir usar un acelerómetro debemos considerar varios requerimientos donde entre los principales se encuentra el nivel de alimentación y el tipo de comunicación del que ya se habló anteriormente (cheque nuestros tutoriales de cómo usar las interfaces digitales . Otras características para su consideración se muestran a continuación.

2.1 Alcance

La mayoría de los acelerómetros tendrá un rango seleccionable de las fuerzas que pueden medir. Estos intervalos pueden variar de $\pm 1g$ hasta $\pm 250g$. Típicamente, el más pequeño de la gama, es el más sensible. Por ejemplo, para medir pequeñas vibraciones sobre una mesa , utilizando un acelerómetro de gama pequeña proporcionará datos más detallados que el uso de uno de 250 g (que es más adecuado para cohetes) .

2.2 Características adicionales

Algunos acelerómetros incluyen características como la detección de caída libre (utilizados para activar la Protección del Disco Duro), compensación de temperatura (para aumentar la precisión en situaciones de del alto riesgo) y detección de 0g. La necesidad de estos tipos de características en el acelerómetro será determinada por la aplicación en la que se incorpora el acelerómetro.



Este acelerómetro puede ser configurado para realizar mediciones entre $\pm 1.5g$ y $\pm 6g$ entre otras características especiales.

3. GUÍA DE COMPRA DE UNO DE NUESTROS ACELERÓMETROS.

Acelerómetros.

¿Qué mide un acelerómetro? Bueno, la aceleración. Ya sabes ... cómo algo rápido se está acelerando o frenando. Verás, la aceleración se visualiza en unidades de metros por segundo al cuadrado (m/s^2), o fuerza G (g), que es aproximadamente $9.8m/s^2$; (el valor exacto depende de su elevación y la masa del planeta en el que se esté parado).

Los acelerómetros se utilizan para detectar tanto estática (por ejemplo, gravedad) y dinámica (por ejemplo, arranques repentinos / frenado) de la aceleración. Una de las aplicaciones más ampliamente utilizadas para acelerómetros es la detección de inclinación. Debido a que están afectados por la aceleración de la gravedad, un acelerómetro le puede decir cómo se orienta con respecto a la superficie de la Tierra. Por ejemplo, el iPhone de Apple o mejor aun el lumia 925 de Nokia tienen un acelerómetro, que lo deja saber si se encuentran vertical u horizontal.

Un acelerómetro también se puede utilizar para detectar el movimiento. Por ejemplo, un acelerómetro en el WiiMote de Nintendo se puede utilizar para detectar golpes de derecha y de revés emulando los golpes de una raqueta de tenis, o el efecto que se le pone a una bola de boliche. Por último, un acelerómetro también se puede usar para

detectar si un dispositivo está en un estado de caída libre. Esta característica se implementa en varias unidades de disco duro: si esto se detecta manda la señal al Disco Duro para guardar datos y bloquearse para evitar que el golpe dañe los datos.

3.1 Características a elegir de un acelerómetro.

Ahora que usted sabe lo que hacen, vamos a considerar cuáles son las características que debe buscar al seleccionar su acelerómetro :

3.1.1 Rango

Los límites superior e inferior de lo que el acelerómetro puede medir también se conoce como su gama. En la mayoría de los casos, un rango menor a gran escala significa una salida más sensible, así que usted puede obtener una lectura más precisa de un acelerómetro con un rango de baja escala.

Usted debe seleccionar un rango de detección que mejor se adapte a su proyecto, si el proyecto sólo será sometido a aceleraciones entre 2g y -2g, un acelerómetro oscilado ± 24 no le va a dar mucha precisión.

Contamos con un buen surtido de acelerómetros, con alcances máximos se extiende desde ± 1.5 g hasta ± 24 g. La mayoría de nuestros acelerómetros se establecen en un rango mínimo / máximo duro, sin embargo casi todos de los acelerómetros que tenemos disponen de rangos seleccionables .

3.1.2 Interfaz

- Esta es otra de las características más importantes. Los acelerómetros tendrán ya sea una interfaz Análoga, Digital (I2C o SPI) o por Modulación de Ancho de Pulso (PWM). Actualmente solo disponemos sensores con las dos primeras interfaces.

Acelerómetros con una salida analógica producirán una tensión que es directamente proporcional a la aceleración detectada. En 0g, la salida analógica será residirá generalmente en alrededor de la mitad de la tensión de alimentación (por ejemplo, 1,65 V para un sensor de 3,3 V). En general, esta interfaz es el más fácil de trabajar, usando solo un convertidor analógico a digital (ADC) presente en la mayoría de los microcontroladores.

Acelerómetros con una interfaz de PWM producirán una onda cuadrada con una frecuencia fija , pero el ciclo de trabajo del pulso variará con la aceleración detectada. Estos son bastante raro; por lo que no contamos con ningún modelo pero siempre es bueno saber cómo funcionan.

Acelerómetros digitales por lo general cuentan con una interfaz serial sea SPI o I² C. Dependiendo de su experiencia, estos pueden ser los más difíciles de integrar con su microcontrolador. Dicho esto, los acelerómetros digitales son populares debido a que por lo general tienen más características, y son menos susceptibles al ruido que sus homólogos analógicos.

Número de ejes medidos – Este está muy claro: de los tres ejes posibles (x , y, z) , ¿cuántos tiene sentido medir? Acelerómetros de tres ejes suelen ser el camino a seguir, sino que son los más comunes, así que aquí no hay mucho que pensarle.

Consumo de energía – Si el proyecto funciona con pilas, es posible que desee considerar la cantidad de energía que consumirá el acelerómetro. El consumo de corriente se requiere por lo general será en el rango de los 100s μ A. Algunos sensores también disponen de la funcionalidad de reposo para ahorrar energía cuando no se necesita el acelerómetro.

3.2 Características especiales

Los acelerómetros más recientes pueden tener algunas características ingeniosas, no basta con producir los datos de aceleración. Estos acelerómetros nuevos pueden incluir características como rangos seleccionables de medida, control del sueño, 0 g de detección y detección de golpeteo.

3.3 Tabla comparativa.

Dispositivo	Rango	Interfaz	Ejes	Requerimientos de energía	Características especiales
MMA7361	± 1.5 g y ± 6 g	Analógica	3	2.2 a 3.6VDC,400 μ A	<ul style="list-style-type: none"> • Compensación de temperatura • Sensibilidad seleccionable. • Detección 0g • Modo de reposo • SELF-TEST
ADXL335	± 3 g	Analógica	3	1.8 a 3.6VDC.350uA	<ul style="list-style-type: none"> • SELF-TEST
MMA8452	± 2 g , ± 4 g,	Digital I2C	3	1,95 V a 3,6 V6 uA -	<ul style="list-style-type: none"> • Dos pines de

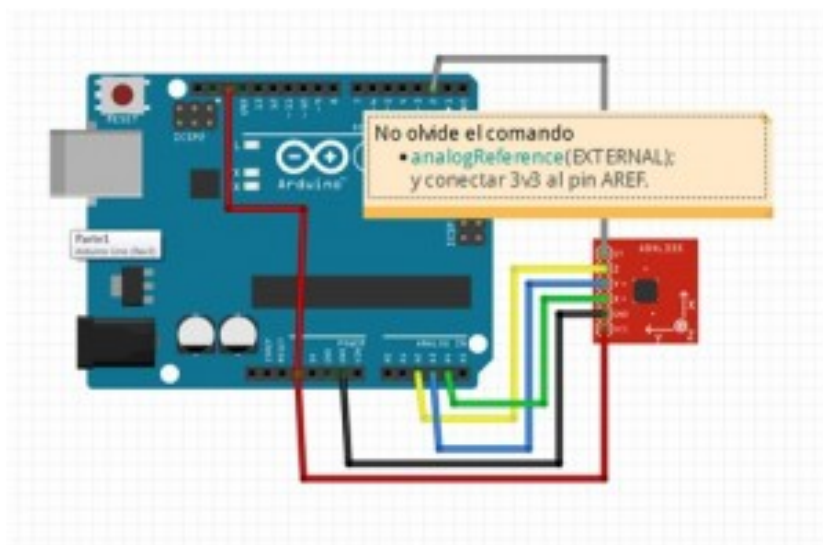
	$\pm 8g$			165 μA	interrupción <ul style="list-style-type: none"> • Sensibilidad seleccionable • SEFL-TEST • Etc.
ADXL345	$\pm 16g$	Digital SPI/I2C	3	2.0 V to 3.6 V 40 μA	<ul style="list-style-type: none"> • Detección de doble golpe • Detección caída libre • Dos pines de interrupción
LIS331	$\pm 6g$, $\pm 12g$, $\pm 24g$	Digital SPI/I2C	3	2.16 V to 3.6 V 10 μA	<ul style="list-style-type: none"> • Dos pines de interrupción • Dodo de reposo • SEFL-TEST
MMA7455	$\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$	Digital SPI/I2C	3	2.4 V – 3.6 V 400 μA	<ul style="list-style-type: none"> • Dos pines de interrupción • Detección (golpe, vibración y caída libre)
MMA7660	$\pm 1.5g$	Digital I2C.	3	2.4 V – 3.6 V 47 μA	<ul style="list-style-type: none"> • Detección de orientación • Detección de golpe y sacudida

4. CÓMO UTILIZAR SU NUEVO ACELERÓMETRO CON ARDUINO.

Si usted ha llegado a este punto ya tiene en proto o al menos en mente que sensor va a usar para su proyecto. Cómo ya vimos anteriormente cada sensor tiene ciertas características especiales que influyen a la hora de tomar una decisión por cual dispositivo irse. Pero no se dejará mentir que una de las principales aplicaciones que usted le va a dar a su sensor es para saber el ángulo en que se encuentra con respecto al vector de la gravedad.

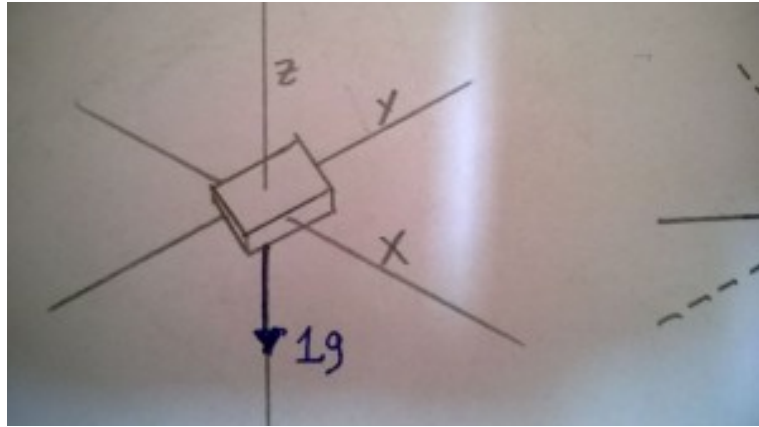
4.1 Acelerómetros Analógicos.

Empecemos por los que han elegido un acelerómetro analógico, ya sea porque lo tienen desde antes que salieran los digitales o simplemente porque leyeron que son más fáciles de usar (eso yo le dije).



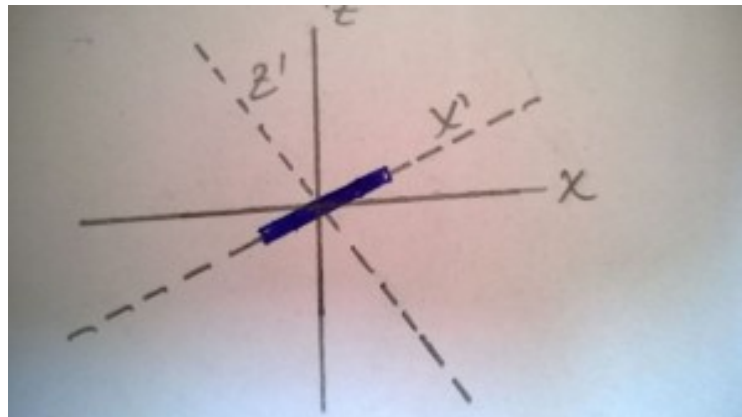
Todo sabemos que el acelerómetro mide el cambio de velocidad, pero cuando este se encuentra estático la única aceleración que detecta es la gravedad que tira hacia abajo de este.

Usando esta aceleración (gravedad) podemos calcular el ángulo de inclinación del sensor con respecto al eje vectorial de la gravedad. ¡Ahora un poco de matemáticas!.



Cómo vemos en la imagen cuando el acelerómetro está en reposo, solamente la fuerza de gravedad actúa sobre el sensor y solo sobre el eje Z. Entonces :

- $x=0g$
- $y=0g$
- $z=1g$



Pero una vez que inclinamos el sensor la fuerza de gravedad genera componentes vectoriales en los ejes x,y,z. Son estos componentes los que ocupamos para poder estimar el ángulo de inclinación que tiene el sensor con respecto a la fuerza de gravedad g y estos valores los convertimos en voltajes que genera cada uno de los ejes al ser sometidos a la aceleración, los cuales mediremos con nuestro código que haremos en arduino .

4.2 Acelerómetros digitales.

Anteriormente vimos como leer y como usar esas lecturas para calcular el ángulo de inclinación de un acelerómetro analógico. Ahora veamos cómo obtener los mismos resultados con un acelerómetro digital.

En los acelerómetros la interfaz de comunicación puede ser I2C o SPI, cada una con características propias (como vienen explicado en los tutoriales de cada uno de ellos).

Para este tutorial utilizaremos el sensor ADXL345 usando la interfaz I2C.

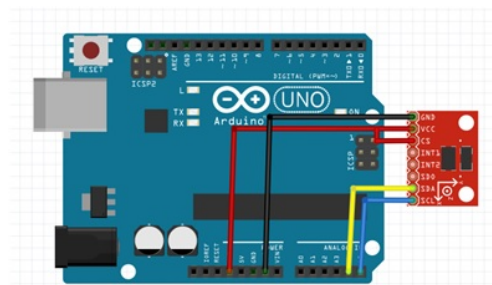


Diagrama de conexión del ADXL345 con el arduino UNO.

Hay que tener en cuenta que al estar usando una interfaz digital los valores arrojados por el acelerómetro ya no son voltajes variables; ahora son paquetes de bytes que vamos a leer por los pines SDA y SCL localizados en el A4 y A5 del arduino pero no se debe engañar estos pines serán usados como pines digitales no como analógicos. Una vez entendido esto y teniendo todo bien conectado vamos a proceder a desarrollar el código.