



1. [MPU6050 - Acelerómetro]

El kit incluye el sensor de aceleración MPU-6050 de la empresa InvenSense, el sensor está compuesto por 3 acelerómetros y 3 giróscopos, cada uno con su respectivo ADC de 16 bits. Presenta la posibilidad de modificar la escala de trabajo, proporcionando así más precisión para movimientos más lentos.

Rango de escalas				
Acelerómetro	$\pm 2g$	$\pm 4g$	$\pm 8g$	$\pm 16g$
Giróscopo	$\pm 250^\circ/\text{seg}$	$\pm 500^\circ/\text{seg}$	$\pm 1000^\circ/\text{seg}$	$\pm 2000^\circ/\text{seg}$

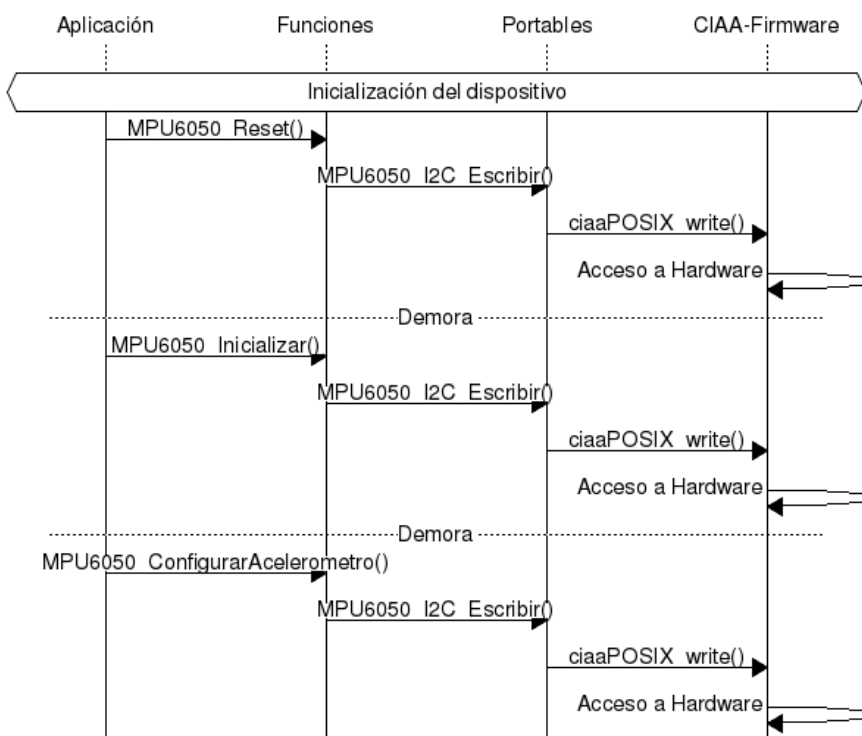
La interfaz de comunicación que utiliza es I2C y el dispositivo posee la posibilidad de configurar su dirección de esclavo a través del pin ADO. Este pin modifica el valor de bit menos significativo de la dirección del acelerómetro.

La sensibilidad del sensor esta expresada en LSB/g, para la aceleración, y $\text{LSB}/(^{\circ}/\text{seg})$, para el giróscopo. La misma varía para la escala se operación seleccionada y puede calcularse como $\frac{2^{16}}{2 \cdot \text{escala}}$.



1.1. [Iniciar acelerómetro]

Al comenzar a utilizar el sensor se debe inicializarse y configurarse para asegurar su correcto funcionamiento. Durante este proceso se debe indicar al acelerómetro el valor de la escala a utilizar en el trabajo, para lo mismo se dispone de las siguientes instrucciones y secuencia:





De esta forma el usuario puede inicializar y configurar el dispositivo utilizando las funciones MPU6050_Reset(), MPU6050_inicializar() y MPU6050_ConfigurarAcelerometro() desde su aplicación.

La configuración de la escala en el dispositivo se lleva a cabo escribiendo sobre los bits 4 y 3 del registro 28 del mismo, dejando los restantes en 0.

Registro (HEX)	Registro (DEC)	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
1C	28	XA_ST	YA_ST	ZA_ST	AFS_SEL[1:0]		-		

AFS_SEL[1:0]		Escala	
0	0	±2g	
0	1	±4g	
1	0	±8g	
1	1	±16g	

1.2. [Lectura del valor de aceleración]

Del dispositivo se podrá leer 2 palabras o registros de 8 bits para cada valor de aceleración, estas palabras representan la salida de los conversores ADC. La siguiente tabla muestra los registros a leer para obtener los valores de aceleración.

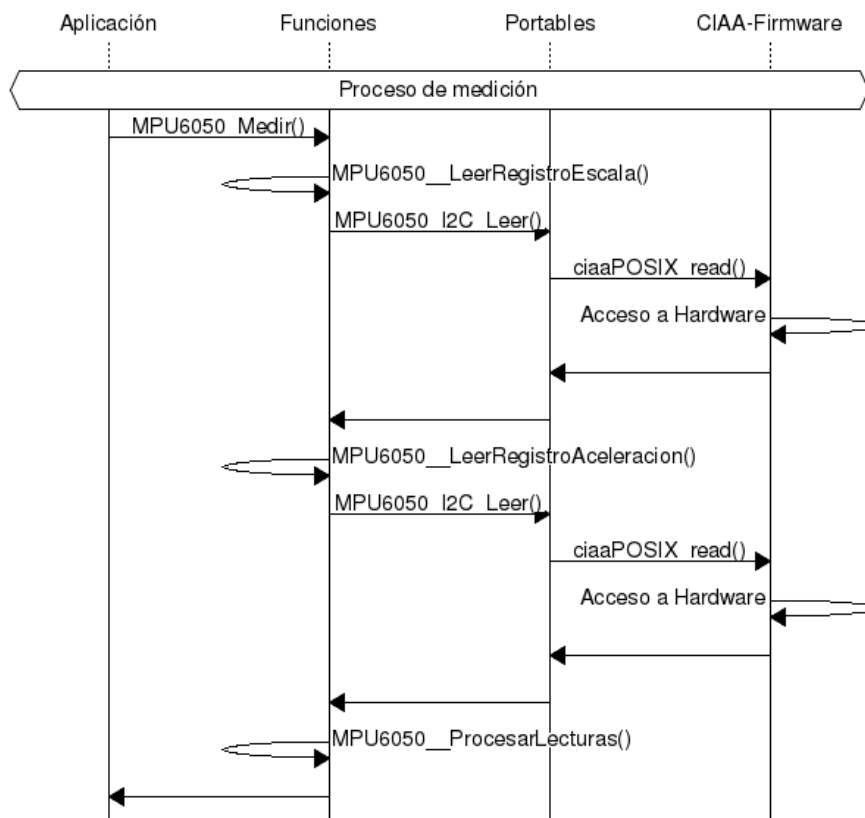
Registro (HEX)	Registro (DEC)	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
3B	59	Aceleración en X [15:8]							
3C	60	Aceleración en X [7:0]							
3D	61	Aceleración en Y [15:8]							
3E	62	Aceleración en Y [7:0]							
3F	63	Aceleración en Z [15:8]							
40	64	Aceleración en Z [7:0]							

Estos valores almacenados en los registros deben ser transformados a unidades de aceleración a través de la siguiente ecuación:

$$Aceleración[G] = \frac{Medición[en\ cuentas] \cdot FSR}{2^{16}}$$

Donde FSR es el valor correspondiente de la escala seleccionada y Medición[en cuentas] corresponde a la lectura del ADC interno de cada eje.

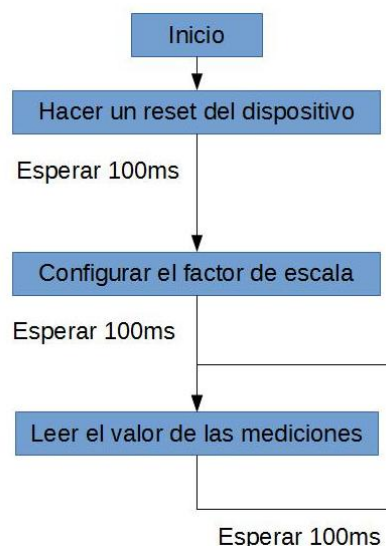
A continuación se muestra la secuencia (UML) de acceso a los valores de presión del sensor a través de las distintas capas de firmware. Esta secuencia también realiza la conversión de los valores como se explicó anteriormente.



Desde su aplicación el usuario puede proceder a realizar la medición a través de la función MPU6050_Medir().

1.3. [Secuencia de operación]

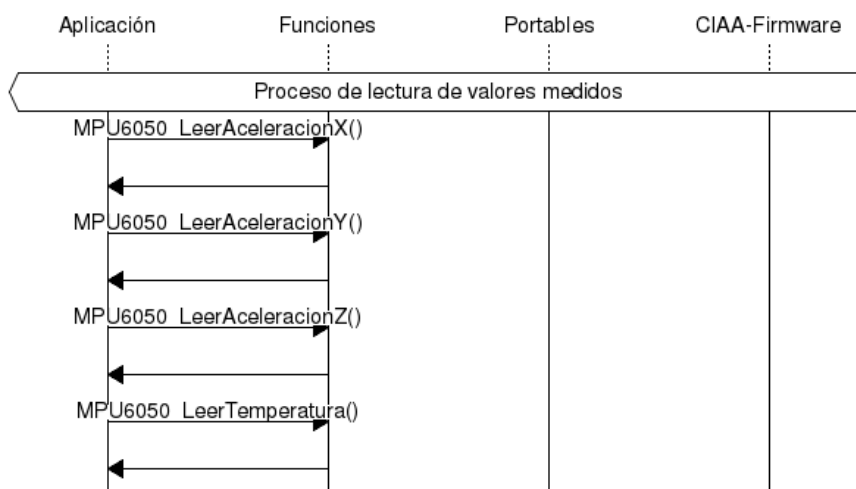
En las secciones anteriores se describieron los procesos de lectura y conversión de valores para el sensor, estos procesos conforman una secuencia de operación del mismo.



Es recomendable realizar el reset y la configuración del factor de escala del acelerómetro junto con el inicio del sistema.

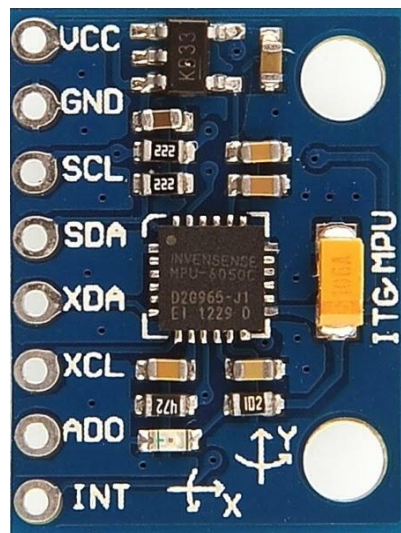
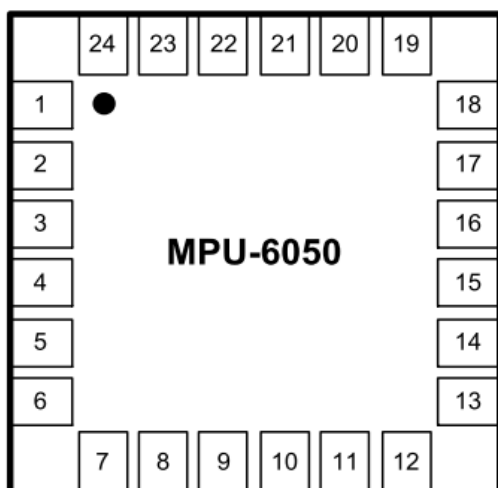


Es de interés almacenar la última medición realizada para un acceso rápido en la capa de aplicación. Esto se lleva a cabo en la secuencia de medición y termine al usuario leer los valores almacenados a través de las funciones MPU6050_LeerAceleracionX(), MPU6050_LeerAceleracionY() y MPU6050_LeerAceleracionZ().



1.4. [Pinout y Conexión]

El acelerómetro MPU6050 se encuentra montado en una placa de expansión que facilita su conexionado y montaje. La misma ordena los pines de salida del sensor y los presenta en una fila de 8 pines. Asimismo, la placa viene integrada con un regulador KB33, para adaptar las tensiones de alimentación y referencias necesarias para el sensor, y las resistencias de pull-up, queridas para la comunicación I2C.

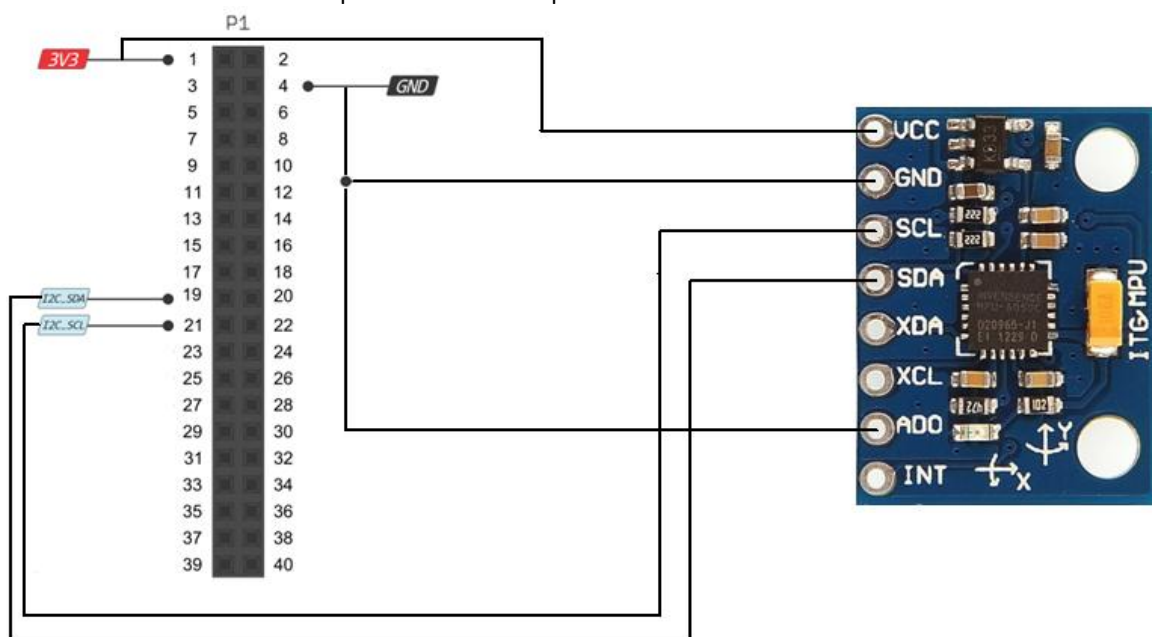




Placa de expansión	MPU6050		Descripción
-	1	CLKIN	Entrada de referencia externa de clock (opcional)
XDA	6	AUX_DA	BUS maestro de datos I2C, para conectar un sensor externo
XCL	7	AUX_CL	BUS maestro de datos I2C, para conectar un sensor externo
Vcc	8	VLOGIC	Referencia para salida digital
AD0	9	AD0	LSB para la dirección de esclavo en el protocolo I2C
-	10	REGOUT	Conector para filtro regulador
-	11	FSYNC	Sincronización
INT	12	INT	Interrupción digital
Vcc	13	VDD	Tensión de alimentación
GND	18	GND	Tierra
-	19	RESV	Reservado. No conectar
-	20	CPOUT	Capacitor
-	21	RESV	Reservado. No conectar
-	22	RESV	Reservado. No conectar
SCL	23	SCL	Bus de entrada de clock I2C esclavo
SDA	24	SDA	Bus de datos I2C esclavo
-	2	NC	Sin conexión interna
-	3		
-	4		
-	5		
-	14		
-	15		
-	16		
-	17		

Es recomendable fijar una tensión de referencia al pin AD0, ya que el mismo configura la dirección del dispositivo en el protocolo I2C. Si se deja sin conexión se corre el riesgo que cualquier ruido externo modifique el valor de la dirección y se pierda la comunicación en medio de la operación.

A continuación se muestra un esquema de conexión para el sensor:



Donde P1 corresponde al puerto de expansión 1 de la placa EDU-CIAA.