

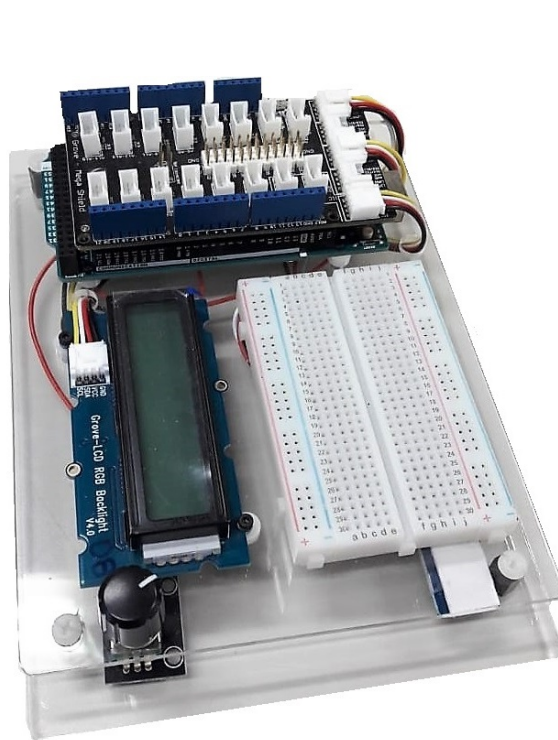


UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1803

FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Manual de usuario Kit de Arduino



Univesidad de antioquia - Instituto de física,
Grupo de instrumentación científica y microelectronica.

Luis Felipe Ramirez, Edison Giraldo Aristizábal, Daniel Estrada Acevedo.

28 de noviembre de 2019

Índice

1. Presentación	4
2. Funcionamiento	4
2.1. Control de forma remota	5
2.2. Vinculación <i>bluetooth</i>	7
3. Sensores	7
3.1. Sensor de Sonido	7
3.2. Sensor de campo magnético	8
3.3. Generador de frecuencias	8
3.4. Sensor de Ultrasonido o detector de Proximidad	9
3.5. Sensor de temperatura infrarojo	10
3.6. Sensor de color	11
3.7. Sensor de calidad del aire	11
3.8. Sensor de luz (Módulo fotorresistencia)	12
3.9. Sensor de detección de frecuencia cardíaca	13
3.10. Sensor de respuesta galvánica de la piel (GSR)	14
3.11. Termocupla tipo K	15
3.12. Sensor de intensidad luminosa	15
3.13. Motor micro servo	16
3.14. Atomizador de Agua	16
3.15. Sensor EMG de actividad muscular	17
3.16. Led RGB	17
3.17. Tacómetro digital	18
4. Para Programador	19

1. Presentación

Este kit se desarrolló con el fin de facilitar la enseñanza y aprendizaje del trabajo con sensores electrónicos por medio de Arduino. El kit se equipó con un **Arduino Mega 2650**, a este se le adaptó un **Grove – Mega Shield** para facilitar las conexiones de sensores. También, se equipó con una **Protoboard** para el desarrollo de circuitos. Además, una pantalla **LCD - RGB** que permite al usuario manipular los distintos sensores disponibles en el kit mediante el encoder (**Módulo Codificador Rotatorio y pulsador**).

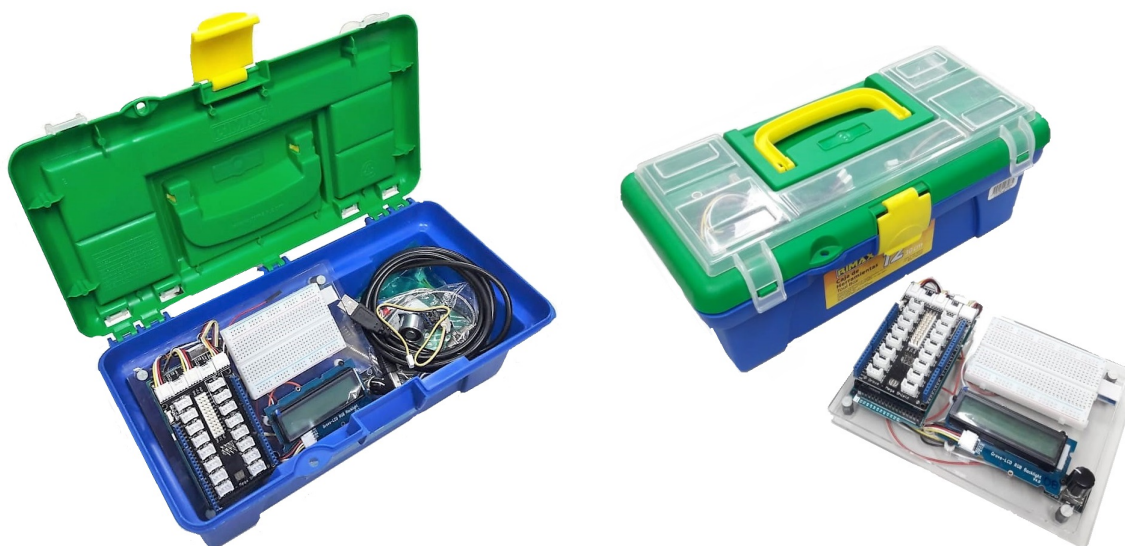


Figura 1: kit

El kit contiene varios (o todos) de los sensores que se describen en este manual. También incluye un conector Grove-Jumper macho y uno hembra y 2 conectores Grove-Grove.

Tanto este manual en su última versión como los códigos con los cuales se programó el módulo pueden consultarse en el repositorio <https://github.com/DanielEstrada971102/Ardufisica>.

2. Funcionamiento

El Arduino fue preprogramado para mostrar en la pantalla LCD los sensores disponibles. Mediante el encoder se puede seleccionar con cuál sensor trabajar y el Arduino ejecutará una función específica para cada uno. Los resultados obtenidos por el sensor se envían a la pantalla LCD y por comunicación serial (Figura 2).

El usuario puede acceder mediante el encoder a todos los sensores disponibles (Figura 2a). Cuando se accede a un sensor en particular, en la pantalla LCD se muestra tanto el sensor seleccionado como el pin al cual debe conectarse¹ y para la mayoría el valor medido por el sensor (Figura 2b). Simultáneamente, se envían los datos medidos por comunicación serial al computador y a algún dispositivo vinculado por bluetooth.

¹Los pines están programados por defecto, si se desea cambiar puede revisar la sección 4 de este manual. (aún no se incluye esta sección)

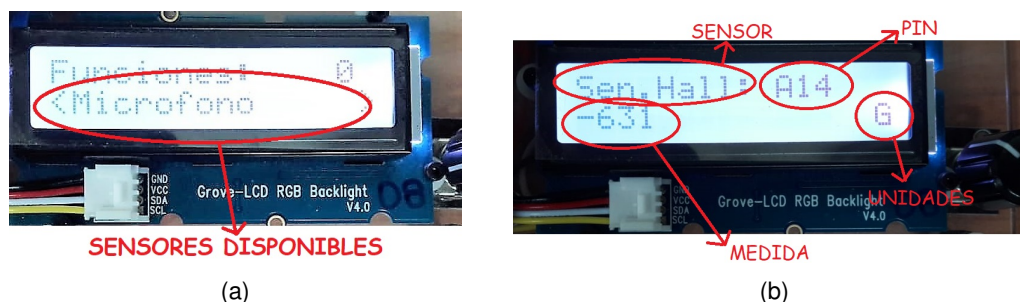


Figura 2: Toma de la pantalla LCD del módulo. (a) menú principal, (b) Pantalla cuando se accede a un sensor.

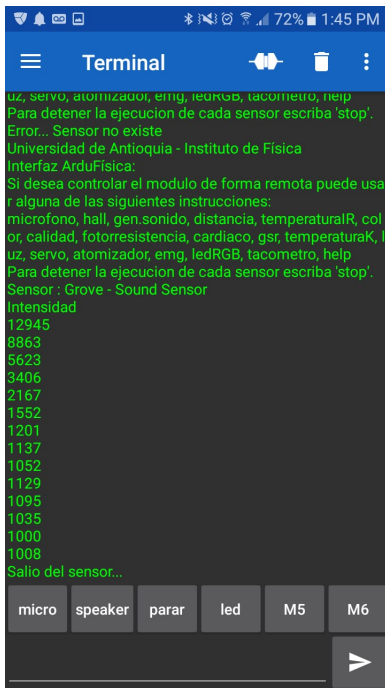
2.1. Control de forma remota

Se incluyó la posibilidad de controlar remotamente el módulo, el Arduino está preprogramado con un mensaje que sirve de guía para hacer este control. Para controlar el Arduino desde un monitor serial en el pc o desde un dispositivo con bluetooth, se debe enviar alguno de los siguientes comandos que activarán la ejecución de algún sensor:

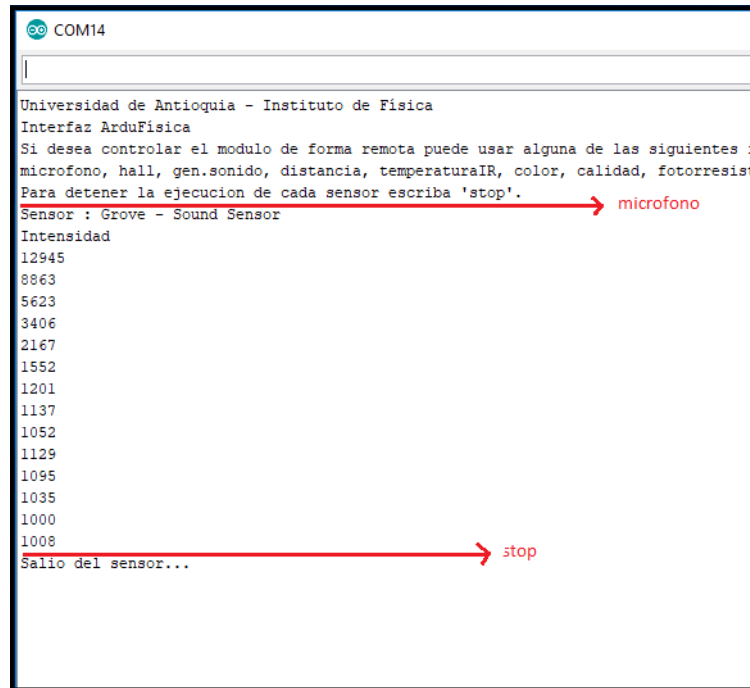
- **micrófono**, para activar el funcionamiento del sensor de sonido. (sec.3.1)
- **hall**, para activar el funcionamiento del sensor de campo magnético. (sec.3.2)
- **gen.sonido**, para activar el funcionamiento del generador de frecuencias. (sec.3.3)
- **distancia**, para activar el funcionamiento del sensor de ultrasonido. (sec.3.4)
- **temperaturalR**, para activar el funcionamiento del sensor de temperatura infrarrojo. (sec.3.5)
- **color**, para activar el funcionamiento del sensor de color. (sec.3.6)
- **calidad**, para activar el funcionamiento del sensor de calidad de aire. (sec.3.7)
- **fotorresistencia**, para activar el funcionamiento del sensor de luz. (sec.3.8)
- **cardiaco**, para activar el funcionamiento del detector de frecuencia cardíaca. (sec.3.9)
- **gsr**, para activar el funcionamiento del sensor de respuesta galvánica de la piel. (sec.3.10)
- **temperaturaK**, para activar el funcionamiento de la termocupla tipo K. (sec.3.11)
- **luz**, para activar el funcionamiento del sensor de intensidad luminosa (sec.3.12)
- **servo**, para activar el funcionamiento del motor micro servo. (sec.3.13)
- **atomizador**, para activar el funcionamiento del atomizador de agua. (sec.3.14)
- **emg**, para activar el funcionamiento del sensor EMG. (sec.3.15)
- **ledRGB**, para activar el funcionamiento del led RGB. (sec.3.16)
- **tacómetro**, para activar el funcionamiento del tacómetro. (sec.3.17)
- **help**, para ver el link del repositorio donde podrá encontrar los códigos que se usaron para programar el modulo, además encontrará la versión pdf de este manual.
- **stop**, para detener el funcionamiento de cualquier sensor que se esté ejecutando.
- **continue**, para acceder a la toma de datos de sensores que requieren un tiempo de preparación, como por ejemplo, el sensor de calidad de aire.

- **apply**, para establecer la intensidad de los colores en el led RGB. (sec.3.16).
- **on/off**, para activar o desactivar el funcionamiento que sólo proporcionan los estados encendido y apagado, como por ejemplo, el atomizador de agua.

Cuando se envíe alguna de las anteriores palabras, el módulo activará la ejecución del sensor correspondiente y los datos medidos serán enviados de vuelta hasta que se detenga la ejecución con la instrucción *stop*. En la figura 3 se presenta el monitor serial ejecutando la instrucción *micrófono* y luego deteniéndolo.



(a)



(b)

Figura 3: Ilustración de la manipulación serial de módulo. (a) monitor serial de Arduino, (b) monitor serial en un celular.

2.2. Vinculación *bluetooth*

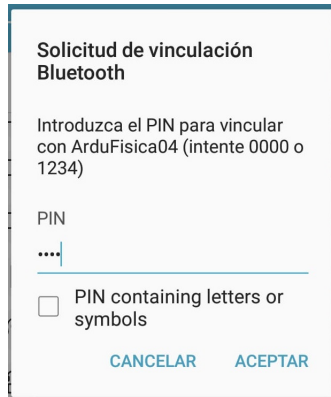


Figura 4: Vinculación bluetooth del módulo Ardufísica con un celular.

Cada Tarjeta Arduino se adaptó con un **módulo bluetooth HC-05** que permite la comunicación remota con otros dispositivos de forma inalámbrica. Lo primero que debe hacer es vincular su dispositivo con el Arduino. Cada kit está identificado por un número que se encuentra escrito en la parte inferior de la pantalla LCD, se debe buscar en la lista de dispositivos disponibles “ArduFísica# ”, donde, # corresponde al identificador del módulo. Se le solicitará un pin para continuar, introduzca “1234” o “0000”. Con esto el dispositivo estará vinculado (Figura 4).

Es necesario instalar en el dispositivo una terminal serial que permita visualizar los datos enviados por el Arduino, para este kit se recomienda instalar [Serial Bluetooth Terminal](#), sin embargo, está en la libertad de escoger cualquier otro, solo debe asegurarse que al enviar alguna instrucción esta incluya el carácter de finalización de línea ‘\n’.

3. Sensores

3.1. Sensor de Sonido



Figura 5: Grove - Sound Sensor.

Opción: “<Microfono >”.

Este sensor tiene la capacidad de detectar la fuerza acústica del ambiente (intensidad del sonido), la cual es transmitida por el Pin “SIG” como una salida análoga con una sensibilidad de 52 a 48 dB. Este sensor está basado en un simple micrófono electret y un amplificador [LM386](#). Para más detalles, especificaciones y ejemplos, ver el [manual](#) del sensor.

Remotamente el funcionamiento del sensor puede activarse y detenerse con los comandos “microfono” y “stop” respectivamente.

Conexión: Mediante cable 4-pin Grove-Grove.

SIG	→	A12
NC	→	A13
VCC	→	V
GND	→	G

Principio físico: la cápsula microfónica del micrófono de condensador está formada por dos placas, una fija y la otra móvil, separadas por un material aislante (Figura 6). La placa móvil hace el papel de membrana de micrófono, así, las vibraciones del aire generarán una variación en la carga eléctrica almacenada por el condensador formado por las dos placas, lo cual se traduce a una variación de tensión que da lugar a la señal del micrófono. En el micrófono *electret*, las placas están polarizadas desde su fabricación y por ende no necesita de una fuente de alimentación más que para hacer funcionar el circuito amplificador.

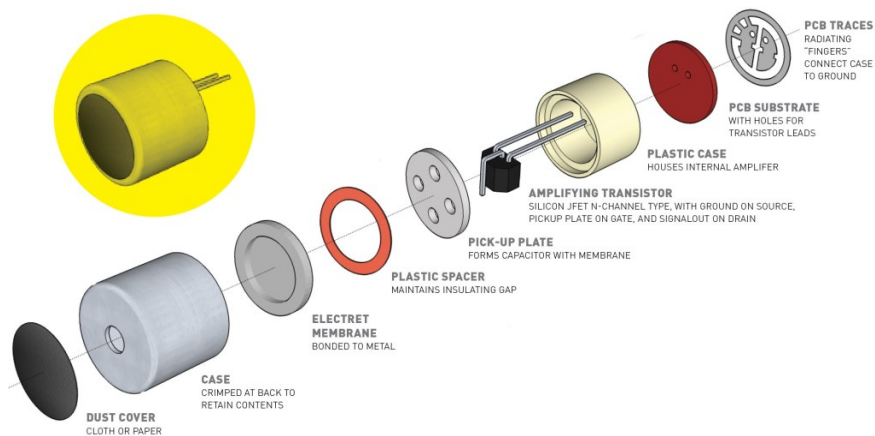


Figura 6: Componentes del micrófono de condensador electret. Imagen tomada de [link](#)

3.2. Sensor de campo magnético

Opción: "<Sensor Hall >".



Figura 7: Hall sensor module [M44](#).

El sensor de efecto Hall en su forma más simple, funciona como un transductor analógico, devolviendo directamente un voltaje por las salidas "A0" y "D0" (la primera es una salida en tiempo real de la medida del sensor, mientras que la segunda es una salida más estable) en respuesta al campo magnético aplicado.

Remotamente el funcionamiento del sensor puede activarse y detenerse con los comandos "hall" y "stop" respectivamente.

Conexión: Mediante cable 4-pin Grove-Hembra.

A0	→	A14
D0	→	A15
VCC	→	V
GND	→	G

Principio físico:

3.3. Generador de frecuencias

Opción: "<Gen.Sonido >".

El Grove-Speaker es un módulo que consta de amplificación de potencia y salidas de voz. El volumen se puede ajustar con el potenciómetro incorporado (componente azul y cuadrado en el módulo). El altavoz genera diferentes tonos para diferentes frecuencias de entrada. Para más información y ejemplos ver [link](#).

Remotamente el funcionamiento del sensor puede activarse y detenerse con los comandos "gen.sonido" y "stop" respectivamente.

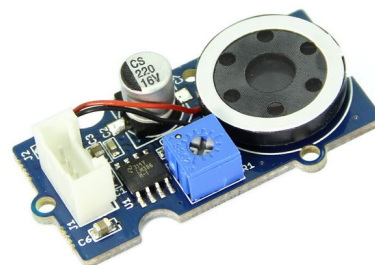


Figura 8: Grove - Speaker.

Conexión: Mediante cable 4-pin Grove-Grove.

SIG	→	D4
NC	→	D5
VCC	→	V
GND	→	G

3.4. Sensor de Ultrasonido o detector de Proximidad



Figura 9: Ultrasonic Sensor HC-SR04.

Opción: “<Distancia >”.

El sensor ultrasónico HC-SR04 usa un sonar para determinar la distancia a un objeto. Posee un ángulo efectivo de 15° y un rango de 2 a 400 cm. El sensor recibe una señal de entrada “TRIG” que alimenta a un transmisor que genera una señal de alta frecuencia, la señal es recibida de vuelta por el detector que genera una salida por el pin “ECHO”. A partir de estas dos señales se puede entonces calcular la distancia al objeto de interés. Para mayor información ver [link](#).

Remotamente el funcionamiento del sensor puede activarse y detenerse con los comandos “distancia” y “stop” respectivamente.

Conexión: Mediante cable 4-pin Grove-Hembra.

TRIG	→	D6
ECHO	→	D7
VCC	→	V
GND	→	G

Principio físico: Al igual que lo hacen los murciélagos, la onda mecánica originada por el transmisor viaja por el aire con una velocidad aproximada de $340 \frac{m}{s}$ hasta que rebota con el objeto de interés y se refleja, esta onda viaja de vuelta hasta el receptor y mediante el tiempo de viaje de la señal se puede entonces calcular la distancia del objeto usando simplemente la ecuación $d = \frac{1}{2}t \cdot v_{air}$, donde t es el tiempo que le tomo a la onda volver al detector desde que fue emitida por el transmisor.

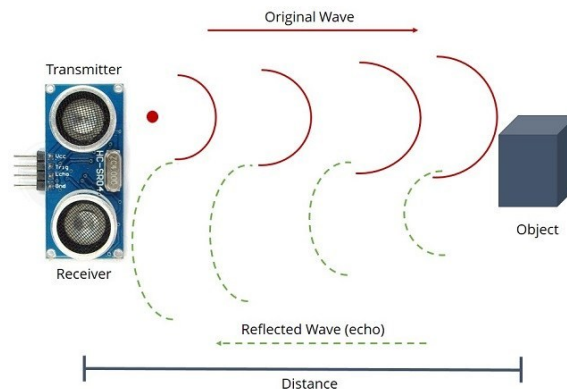


Figura 10: Principio físico del sensor de proximidad. Imagen tomada de [link](#)

3.5. Sensor de temperatura infrarrojo



Figura 11: Grove - Infrared Temperature Sensor.

Opción: “<Temperatura IR >”.

Este sensor provee un par de salidas de voltaje analógico entre 0 y 1,1V de acuerdo con la temperatura ambiente, medida por un termistor, y la temperatura objetivo, medida por una termopila. Tiene un rango de medición aproximado de -10 a 100 °C. Mediante los pines “SUR” y “OBJ” se puede medir entonces la temperatura ambiente y la del objeto de interés respectivamente. La calibración de este sensor puede hacerse mediante el ejemplo mostrado en [link](#).

Remotamente el funcionamiento del sensor puede activarse y detenerse con los comandos “temperaturaIR” y “stop” respectivamente.

NOTA: Para obtener una medición precisa, la relación entre la distancia del sensor al objeto y el diámetro del área del mismo debe ser inferior a 0,5.

Conexión: Mediante cable 4-pin Grove-Grove.

SUR → A0
OBJ → A1
VCC → V
GND → G

Principio físico El sensor está basado en la termopila OTP-538U, la cual está compuesta por 116 elementos de termopar en serie sobre una micro membrana flotante de $545 \mu\text{m}$ de diámetro ennegrecida que actúa como un filtro de paso de banda en la longitud de onda del infrarrojo $[5, 14] \mu\text{m}$ (para más detalle consultar el [datasheet OTP-538U](#)), la radiación filtrada incide sobre los termopares y provoca una respuesta de voltaje en los terminales de salida. El sensor responde proporcionalmente a la radiación infrarroja incidente y tiene una respuesta de señal constante hasta su frecuencia de corte. A continuación se anexa la tabla de voltajes típicos según la temperatura.

	Thermopile Output Voltage [mV]	Thermistor Temperature [°C]												
		-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Object Temperature [°C]	-20	0.00	-0.25	-0.52	-0.83	-1.18	-1.56	-1.98	-2.45	-2.96	-3.52	-4.13	-4.79	-5.51
	-10	0.24	0.00	-0.27	-0.58	-0.92	-1.30	-1.72	-2.18	-2.69	-3.25	-3.85	-4.52	-5.24
	0	0.51	0.27	0.00	-0.30	-0.64	-1.02	-1.43	-1.89	-2.40	-2.95	-3.56	-4.22	-4.93
	10	0.80	0.57	0.30	0.00	-0.34	-0.71	-1.12	-1.58	-2.08	-2.63	-3.23	-3.88	-4.60
	20	1.13	0.89	0.63	0.33	0.00	-0.37	-0.78	-1.23	-1.73	-2.27	-2.87	-3.52	-4.23
	30	1.47	1.24	0.99	0.69	0.37	0.00	-0.41	-0.85	-1.35	-1.89	-2.48	-3.13	-3.84
	40	1.85	1.63	1.37	1.08	0.76	0.40	0.00	-0.44	-0.93	-1.47	-2.06	-2.70	-3.40
	50	2.26	2.04	1.79	1.51	1.19	0.84	0.44	0.00	-0.48	-1.02	-1.60	-2.24	-2.94
	60	2.71	2.49	2.25	1.97	1.66	1.30	0.91	0.48	0.00	-0.53	-1.11	-1.74	-2.43
	70	3.18	2.98	2.74	2.46	2.16	1.81	1.42	1.00	0.52	0.00	-0.57	-1.20	-1.89
	80	3.70	3.50	3.26	2.99	2.69	2.35	1.97	1.55	1.08	0.57	0.00	-0.62	-1.30
	90	4.25	4.05	3.83	3.57	3.27	2.94	2.56	2.15	1.69	1.18	0.62	0.00	-0.67
	100	4.84	4.65	4.43	4.18	3.89	3.56	3.20	2.79	2.33	1.83	1.28	0.67	0.00
	110	5.47	5.29	5.08	4.83	4.55	4.23	3.87	3.47	3.02	2.53	1.98	1.38	0.72

Figura 12: Voltajes de Salida típicos. Tabla tomada de [link](#).

3.6. Sensor de color



Figura 13: Color sensor - TCS3200.

Opción: “<Sensor Color >”.

Este sensor utiliza una matriz de 64 fotodiodos que se encargan de discriminar las intensidades RGB de la luz que incide sobre él a partir de filtros para cada color. Los 64 fotodiodos no funcionan de manera simultánea, sino que se activan por grupos de color antes de realizar la medición. Para elegir qué filtros deben activarse en cada momento, el sensor dispone de dos pines, “S2” y “S3”, con los cuales se selecciona que grupo de fotodiodos usar. Por el pin “OUT” se obtiene la respuesta del sensor de cada grupo fotodiodos, y la escala de la frecuencia de la señal de salida puede controlarse a partir de los pines “S0” y “S1”.

Remotamente el funcionamiento del sensor puede activarse y detenerse con los comandos “color” y “stop” respectivamente.

Nota: Una distancia apropiada para la medición es de 1 cm.

Conexión: Mediante cable 4-pin Grove-Hembra y 5 cables Hembra-Macho.

S0	→	39	S3	→	45	LED	→	D5
S1	→	41	OUT	→	47	VCC	→	V
S2	→	43	OE	→	D4	GND	→	GND

Principio físico: Este módulo utiliza un sensor integrado que posee 64 fotodiodos. De estos 64, 16 tienen filtro para el color rojo, 16 para el color verde, 16 para el color azul y 16 para luz directa (sin ningún filtro). Cada grupo de fotodiodos correspondientes al mismo color captan la luz y generan una salida de señal de onda cuadrada cuyo ancho de pulso indica la información sobre la intensidad de los colores RGB (La configuración en matriz y la conexión en paralelo de los fotodiodos permite lograr un promedio del valor que se mide para compensar diferencias de color en la superficie que se muestrea). Para más información sobre el uso de este sensor ver [link](#).

3.7. Sensor de calidad del aire

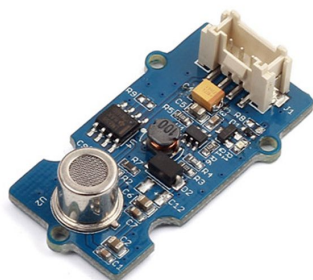


Figura 14: Grove-Air Quality sensor.

Opción: “<Calidad aire >”.

Este sensor está basado en el sensor de gas [MP503](#). El módulo *Air Quality sensor* está diseñado para el monitoreo integral de la condición del aire interior. Debido al diseño del mecanismo de medición, este sensor no puede generar datos específicos para detectar las concentraciones de gases cuantitativamente. Sin embargo, sigue siendo lo suficientemente competente como para usarse en aplicaciones que requieren sólo resultados cualitativos sobre los niveles de contaminación debido a una amplia gama de contaminantes, como monóxido de carbono, alcohol, acetona, diluyente. El sensor MP503 es especialmente funcional para alcohol y humo.

Para el control remoto deberá ejecutarse el comando “calidad”, este activa el funcionamiento del sensor. Luego, debe

ejecutar “continue” pues el sensor solicitará un tiempo espera mientras se produce una adaptación o calibración del mismo luego de haber estado almacenado. Finalmente, puede detener la ejecución con el comando “stop”.

Conexión: Mediante cable 4-pin Grove-Grove.

SIG	→	A6
NC	→	A7
VCC	→	V
GND	→	G

Principio físico: El funcionamiento interno del sensor MP503 está basado en la conductividad de una película gruesa semiconductora (revisar el *datasheet* para más detalles). La conductividad de este semiconductor se ve afectada por la concentración de gas objetivo (entre otros factores ambientales) cuanto mayor sea la concentración, mayor será la conductividad del sensor.

Precauciones:

- El material de detección perderá sensibilidad y nunca se recuperará si el sensor absorbe vapor de silicio orgánico.
- Si los sensores están expuestos a gases corrosivos de alta concentración (como H_2S , SO_x , Cl_2 , HCl , etc.), no solo da como resultado la corrosión de la estructura de los sensores, también causa una atenuación de sensibilidad.
- El rendimiento de los sensores cambiará gravemente si los sensores se rocían y se contaminan con sales de metales alcalinos, especialmente salmuera, o por estar expuesto a halógenos como el flúor.
- En condiciones interiores, una ligera condensación de agua influirá ligeramente en el rendimiento de los sensores. Sin embargo, si la condensación de agua en la superficie de los sensores se mantiene un cierto período, la sensibilidad se reducirá.
- No importa si el sensor está electrificado o no, si se coloca en una alta concentración de gas durante mucho tiempo, las características de los sensores se verán afectadas.
- La resistencia de los sensores se desplazará de forma transversal si se almacena durante mucho tiempo sin electrificar. Los sensores deben almacenarse en bolsas a prueba de aire sin compuestos de silicio volátiles. Para el sensor con almacenamiento prolongado, pero sin electrificación, es necesario dar un tiempo de envejecimiento galvánico prolongado para estabilidad antes de usar (Revise el *datasheet* para saber los tiempos de estabilización sugeridos).

3.8. Sensor de luz (Módulo fotorresistencia)

Opción: “<Fotorresisten.>”.

Este módulo consta de una fotorresistencia y una resistencia en serie de $10k(\Omega)$. La resistencia del fotorresistor disminuirá en presencia de luz y aumentará en ausencia de ella. La salida es analógica y es útil para determinar la intensidad de la luz.

Remotamente el funcionamiento del sensor puede activarse y detenerse con los comandos “fotorresistencia” y “stop” respectivamente.

NOTA: La variación del valor de la resistencia tiene cierto retardo, diferente si se pasa de oscuro a iluminado o de ilumi-

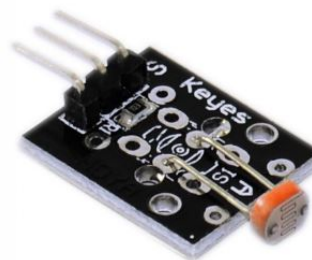


Figura 15: Photoresistor module [ky-018](#).

nado a oscuro. No se recomienda usarlo en aplicaciones en las que la señal luminosa varía con rapidez. El tiempo de respuesta típico está en el orden de una décima de segundo.

Conexión: Mediante cable 4-pin Grove-Hembra.

S	→	A2
Pin Central	→	VCC
Pin -	→	GND

Principio físico: Su funcionamiento se basa en el efecto fotoeléctrico. El fotorresistor está hecho de un semiconductor de alta resistencia, si en el dispositivo incide luz de alta frecuencia, los fotones son absorbidos dando a los electrones la suficiente energía para saltar a la banda de conducción. El electrón libre que resulta, y su hueco asociado, conducen la electricidad, de este modo se genera una disminución de la resistencia del semiconductor[\[link\]](#).

3.9. Sensor de detección de frecuencia cardíaca



Figura 16: [Grove- Finger-clip Heart Rate Sensor](#)

Opción: "<Ritmo Cardíaco>".

Este módulo se basa en el [PAH8001EI-2G](#), un sensor óptico de proceso CMOS de alto rendimiento y baja potencia con LED verde y DSP integrado que sirve como sensor de detección de frecuencia cardíaca (HRD).

Remotamente el funcionamiento del sensor puede activarse y detenerse con los comandos "cardíaco" y "stop" respectivamente.

Nota: El ajuste holgado, la piel fría y la luz dispersa pueden afectar su precisión.

Conexión: Mediante cable 4-pin Grove-Grove en los pines IIC.

SCL	→	SCL
SDA	→	SDA
VCC	→	V
GND	→	G

Principio físico: Se basa en una técnica de medición óptica para detectar la onda de pulso cardiovascular que se propaga a través del cuerpo. La señal detectada se llama fotopletoismografía (PPG ó PTG,[link](#)). La PPG se construye a partir de una fuente de luz que emite un haz sobre la piel para iluminar los vasos subcutáneos, estos reflejan parte de dicho haz dependiendo la cantidad de glóbulos rojos que contienen. La luz reflejada incide en un fotosensor(CMOS image sensor) que la convierte en un voltaje. Debido a que la piel absorbe más del 90 % de la luz, la señal debe procesarse con amplificadores y filtros que garantizan un voltaje adecuado. El ciclo cardíaco puede obtenerse midiendo el intervalo que existe entre cada pico de voltaje.

3.10. Sensor de respuesta galvánica de la piel (GSR)

Opción: “<Respuesta Galv>”.

Grove - GSR permite detectar emociones fuertes a partir de la variación de las propiedades eléctricas de la piel simplemente conectando dos electrodos a los dedos en una mano. La sensibilidad de este sensor es ajustable mediante un potenciómetro. Para más información ver [link](#). Remotamente el funcionamiento del sensor puede activarse y detenerse con los comandos “gsr” y “stop” respectivamente.

Conexión: Mediante cable 4-pin Grove-Grove.

SIG	→	A8
TP4	→	A9
VCC	→	V
GND	→	G

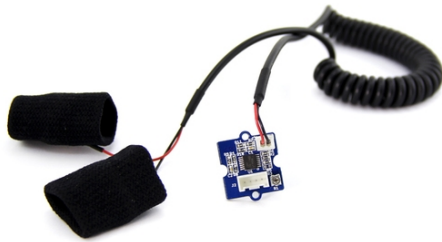


Figura 17: Grove - GSR Sensor.

Principio físico: El sistema simpático es una subdivisión del SNA (El sistema nervioso autónomo) que se encarga de controlar las reacciones y reflejos viscerales, en este caso, la secreción de las glándulas sudoríparas desencadena por cualquier tipo de emoción es de nuestro particular interés, ya que la producción de sudor, entre otras cosas, ocasionará un cambio en las propiedades eléctricas de la piel y con ayuda del Sensor GSR (*Galvanic skin response*) podemos interpretar cambios en señales eléctricas como cambios emocionales.

El funcionamiento esencial del sensor se basa en la ley de Ohm con voltaje V y dos resistencias. Mediante dos electrodos y el sensor se forma un circuito cerrado con la piel como una de las resistencias (Figura 18). La sudoración provoca un aumento en la conductancia de la piel, es decir, una disminución en la resistencia eléctrica, como la alimentación es constante, esto causa una disminución en el flujo de corriente la cual es medida por el sensor. Detalles en [link](#).

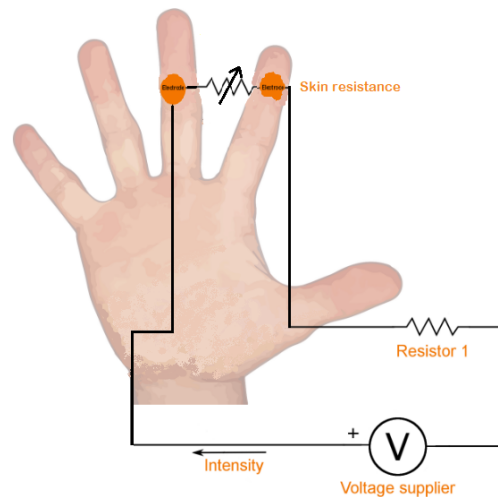


Figura 18: Imagen tomada y modificada de [link](#), este es un esquema simplificado del principio, el sensor real trabaja con un conjunto mayor de componentes electrónicos, como amplificadores operacionales.

3.11. Termocupla tipo K

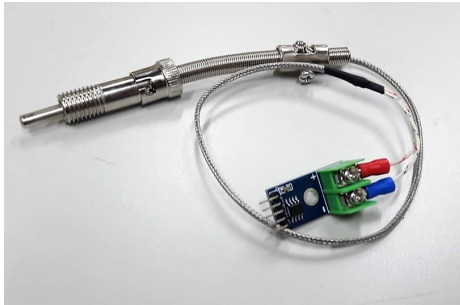


Figura 19: Termocupla tipo K.

Opción: “<Termocupla k >”.

El circuito integrado [MAX6675](#) se encarga de amplificar, compensar y convertir a digital el voltaje generado por el termopar (termocupla). El principal componente de este circuito integrado es un ADC para termopares tipo K. El sensor tiene una resolución de 0,25°C un rango de Medición hasta 1024°C.

Remotamente el funcionamiento del sensor puede activarse y detenerse con los comandos “temperaturaK” y “stop” respectivamente.

Conexión: Mediante cable 4-pin Hembra-Grove.

CS	→	D10
SCK	→	D11
SO	→	D53
VCC	→	V
GND	→	G

3.12. Sensor de intensidad luminosa

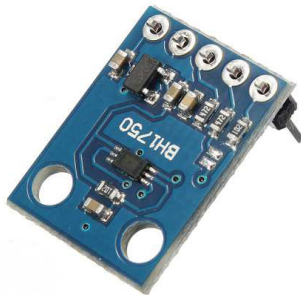


Figura 20: GY-302 Module.

Opción: “<Intensidad. Luz >”.

Este módulo trae incluido un dispositivo BH1750, un sensor de iluminación de salida digital que mide la cantidad de intensidad luminosa. El dispositivo base posee un convertor interno de 16 bits, por lo que su salida es en forma digital con el protocolo I2C. La forma en que su ADC interno entrega el dato censado es en Lux y tiene un amplio rango de medición, de 1 a 65535 lux. La respuesta de este sensor se ubica en el rango de 400 a un poco más de 700 nm. Para más información ver [datasheet](#).

Remotamente el funcionamiento del sensor puede activarse y detenerse con los comandos “luz” y “stop” respectivamente.

Conexión: Mediante cable 4-pin Grove-Hembra en los pines

SCL	→	SCL
SDA	→	SDA
VCC	→	V
GND	→	G

IIC.

Principio físico: El funcionamiento del sensor BH1750 se basa en la respuesta de un fotodiodo, cuya respuesta es similar a la del ojo humano, para interpretar la intensidad de corriente generada como datos de intensidad lumínica. Los detalles del circuito, sus valores óptimos de operación, e información de la respuesta del sensor pueden ser revisados en el [datasheet](#).

3.13. Motor micro servo

Opción: “<Micro Servo >”.

Este tipo de servo es ideal para las primeras experiencias de aprendizaje y prácticas con servos, ya que sus requerimientos de energía son bastante bajos. Este motor puede alcanzar hasta una velocidad de 60° por milésima de segundo y un torque de $1,8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$ a 4,8V. Para más detalles ver [link](#).

Remotamente el funcionamiento puede activarse y detenerse con los comandos “servo” y “stop” respectivamente. Una vez activo el motor puede controlar el ángulo del brazo enviando un número entre 0 y 180.

Conexión:

NARANJA	→	D2
ROJO	→	VCC
CAFE	→	GND



Figura 21: Micro Servo Motor [SG90](#)

3.14. Atomizador de Agua

Opción: “<Atomizador >”.

Este Módulo utiliza un transductor ultrasónico para generar una nube de gotas de agua, esto facilita la construcción de atomizadores o humidificadores, para detalles ver [link](#).

Remotamente el funcionamiento del actuador puede activarse y detenerse con los comandos “atomizador” y “stop” respectivamente. Una vez activo, puede controlar el estado encendido o apagado con los comandos “on”/ “off”.

Conexión: Mediante cable 4-pin Grove-Grove.

EN	→	D8
NC	→	D9
VCC	→	V
GND	→	G

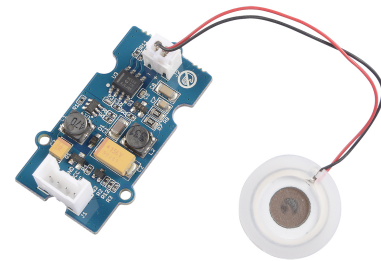


Figura 22: [Grove-Water Atomization](#).

Principio físico: El módulo Grove- Watter atomization permite generar una nube de pequeñas burbujas de agua por medio de un transductor ultrasónico. Este fenómeno puede ser abordado desde dos direcciones, **las ondas capilares** o **la cavitación**, la explicación de este fenómeno ha sido motivo de controversias y artículos científicos desde 1972 ([ver](#)). El transductor está compuesto por cuatro 4 discos piezocerámicos tipo PZT los cuales operan a $105 \pm 5\text{kHz}$.

3.15. Sensor EMG de actividad muscular

Opción: “<Detector EMG >”.

Este sensor recolecta una pequeña señal muscular y la procesa con un amplificador y filtro. En modo de espera, el voltaje de salida es 1.5V. Cuando se detecta músculo activo, la señal de salida aumenta, el voltaje máximo es 3.3V. Para más detalles ver [link](#).

Remotamente el funcionamiento del sensor puede activarse y detenerse con los comandos “emg” y “stop” respectivamente.

Conexión: Mediante cable 4-pin Grove-Grove.

VOUT	→	A10
NC	→	A11
VCC	→	V
GND	→	G



Figura 23: Grove - EMG Detector.

Principio físico: Los músculos esqueléticos ayudan a mantener el cuerpo en posición y las articulaciones estables, también ayudan a la realización de los movimientos. Estos músculos se controlan por medio de una unidad motora que se compone básicamente de una motoneurona y las fibras musculares que esta inerva, cuando esta unidad motora se activa transmite una señal eléctrica que se propaga a través de las fibras musculares generando un potencial (potencial motor de la acción de la unidad) que es la señal que normalmente se mide durante un EMG ([electromiograma](#)). En resumen, los músculos, al contraerse, emiten descargas eléctricas y estas son captadas por los electrodos e interpretadas como las señales musculares generadas por la unidad motora.

El EMG es usado como una herramienta para diagnosticar enfermedades neuromusculares, y desórdenes del control motor. Las señales del EMG también son utilizadas para el desarrollo de prótesis de manos, brazos y extremidad inferior ([link](#)).

3.16. Led RGB

Opción: “<LED R.G.B >”.

Remotamente el funcionamiento del sensor puede activarse con el comando “ledRGB”. Una vez activo el sensor puede seleccionar la intensidad de cada color por separado enviando un comando con la letra R,G o B junto con el valor de intensidad deseado (entre 0 y 255), luego de esto, para confirmar el valor escogido se utiliza el comando “apply”. Ejemplo: enviar primero ‘R53’, luego ‘apply’. Esto establecerá la intensidad del rojo en 53. Al igual que con los demás sensores, para desactivar le funcionamiento o cancelar la aplicación de la intensidad escogida, se utiliza el comando “stop”.



Figura 24: Led RGB.

Conexión: Mediante cable 4-pin Grove-Hembra y 1 cable Hembra-Macho.

V	→	GND
R	→	D7
G	→	D3
B	→	D6

3.17. Tacómetro digital



Figura 25: Grove - Tachometer.

Opción: "<Tacómetro >".

Remotamente el funcionamiento del sensor puede activarse y detenerse con los comandos "tacometro" y "stop" respectivamente.

Conexión: Mediante cable 4-pin Grove-Grove.

OUT	→	A4
NC	→	A5
VCC	→	V
GND	→	G

4. Para Programador