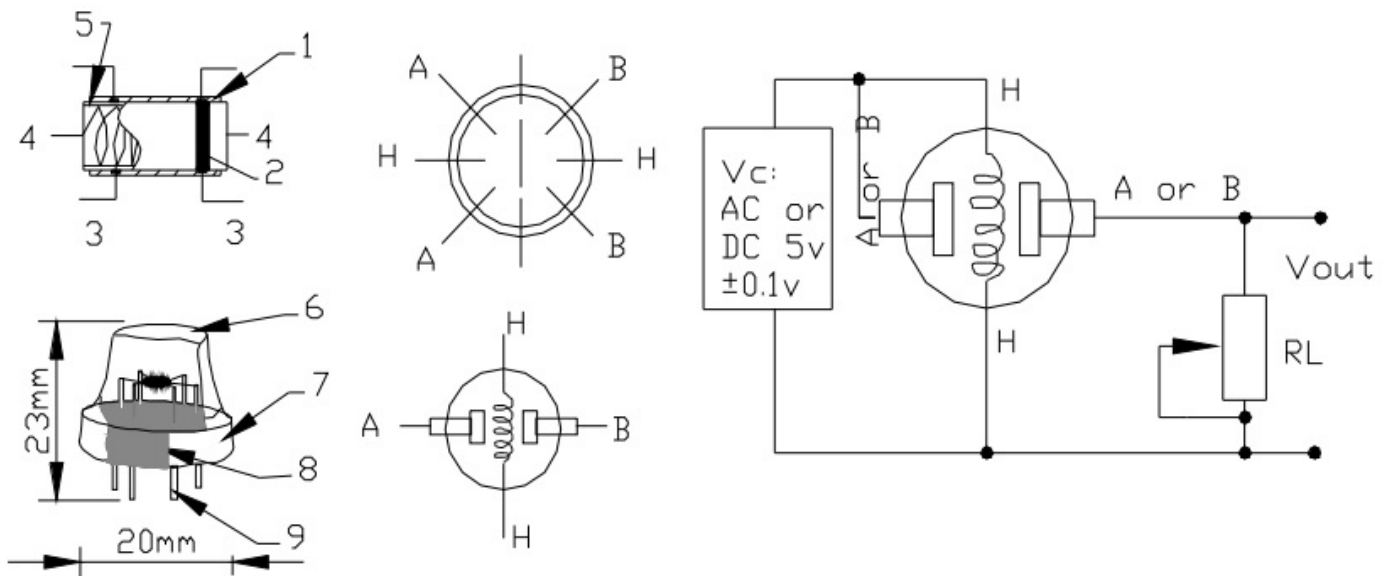


Los sensores de gas de la serie MQ son sensores analógicos por lo que son fáciles de implementar con cualquier microcontrolador.



Estos sensores son electroquímicos y varían su resistencia cuando se exponen a determinados gases, internamente posee un calentador encargado de aumentar la temperatura interna y con esto el sensor pueda reaccionar con los gases provocando un cambio en el valor de la resistencia. El calentador dependiendo del modelo puede necesitar un voltaje entre 5 y 2 voltios, el sensor se comporta como una resistencia y necesita una resistencia de carga ( $R_L$ ) para cerrar el circuito y con este hacer un divisor de tensión y poder leerlo desde un microcontrolador:

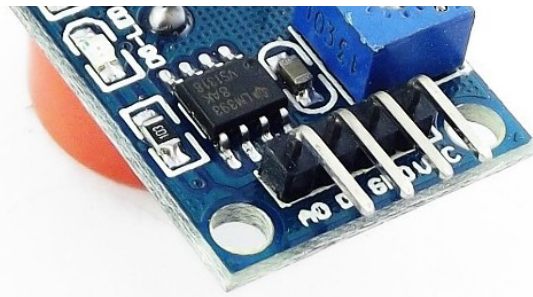


Debido al calentador es necesario esperar un tiempo de calentamiento para que la salida sea estable y tenga las características que el fabricante muestra en sus datasheet, dicho tiempo dependiendo del modelo puede ser entre 12 y 48 horas.

En el mercado, generalmente los sensores MQ se encuentran en módulos, lo que nos simplifica la parte de conexiones y nos facilitan su uso, solo basta con alimentar el módulo y empezar a leer el sensor, estos módulos también tienen una salida digital la cual internamente trabaja con un comparador y con la ayuda de

un potenciómetro podemos calibrar el umbral y así poder interpretar la salida digital como presencia o ausencia del gas.





La diferencia entre los distintos tipos de sensores MQ es la sensibilidad a cierta gama de gases, más sensibles a algunos gases que a otros, pero siempre detectan a más de un gas, por lo que es necesario revisar los datasheet para escoger el sensor adecuado para nuestra aplicación.

A continuación detallamos los principales sensores MQ:

## **Sensor de gas combustible y humo MQ-2**

Estos sensores son adecuados para detectar GLP, propano, metano, alcohol, hidrógeno, humo. Siendo más sensible al GLP y propano.



## **Sensor de Alcohol MQ3**

Es muy sensible al alcohol y de menor sensibilidad a la bencina, también es sensible a gases como GLP, Hexano, CO, CH<sub>4</sub> pero con sensibilidad muy baja, la cual se puede despreciar si hay poca concentración de estos.



## Sensor de Monóxido de Carbono MQ7

Este sensor es de alta sensibilidad al monóxido de carbono (CO), pero también es sensible al H<sub>2</sub>.



## Sensor Calidad Aire MQ135

Se utilizan en equipos de control de calidad del aire para edificios y oficinas, son adecuados para la detección de NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, alcohol, benceno, humo, CO<sub>2</sub>, etc.



Este ultimo sensor es sensible en similar proporción a los gases mencionados, con lo que podemos determinar si el aire está limpio.

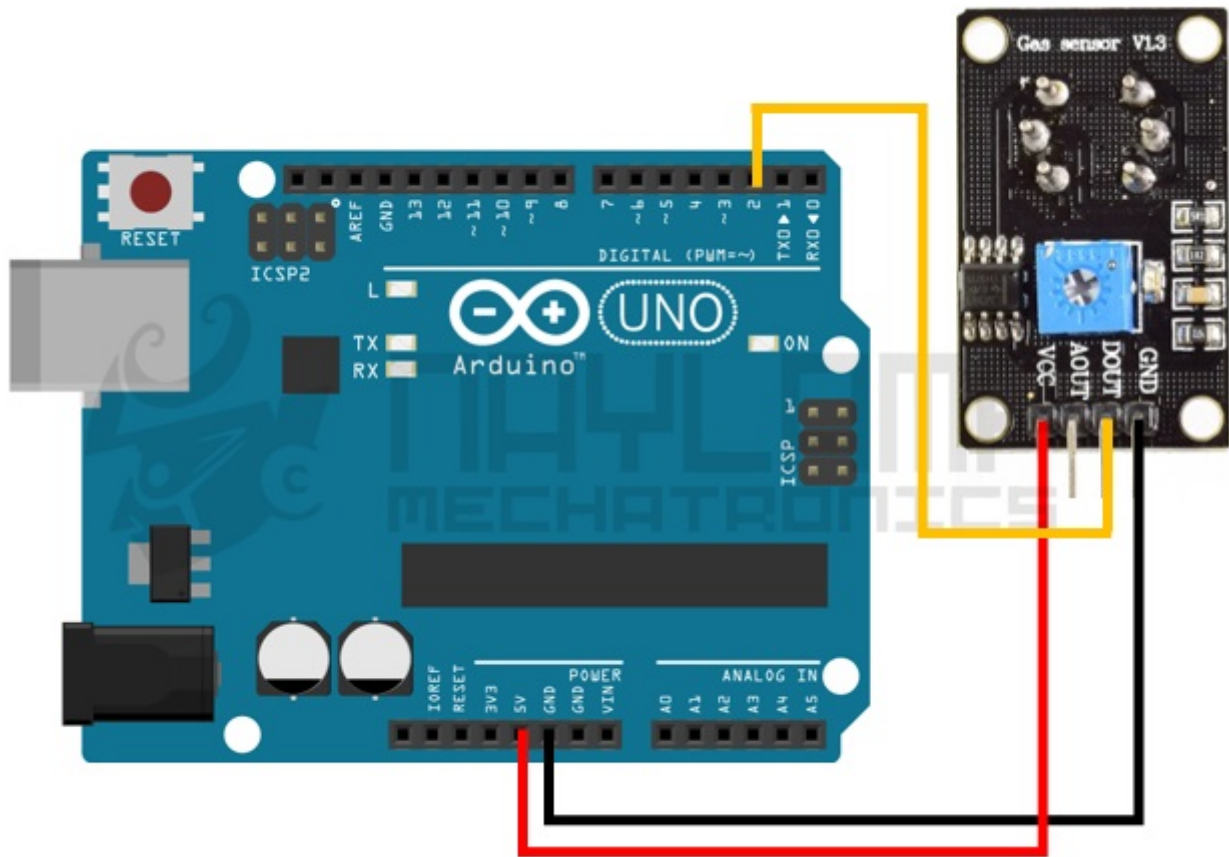
Si necesitan información más detallada o de otros tipos de sensores pueden consultar los datasheet en el siguiente link.

Explicado lo anterior realicemos algunos ejemplos:

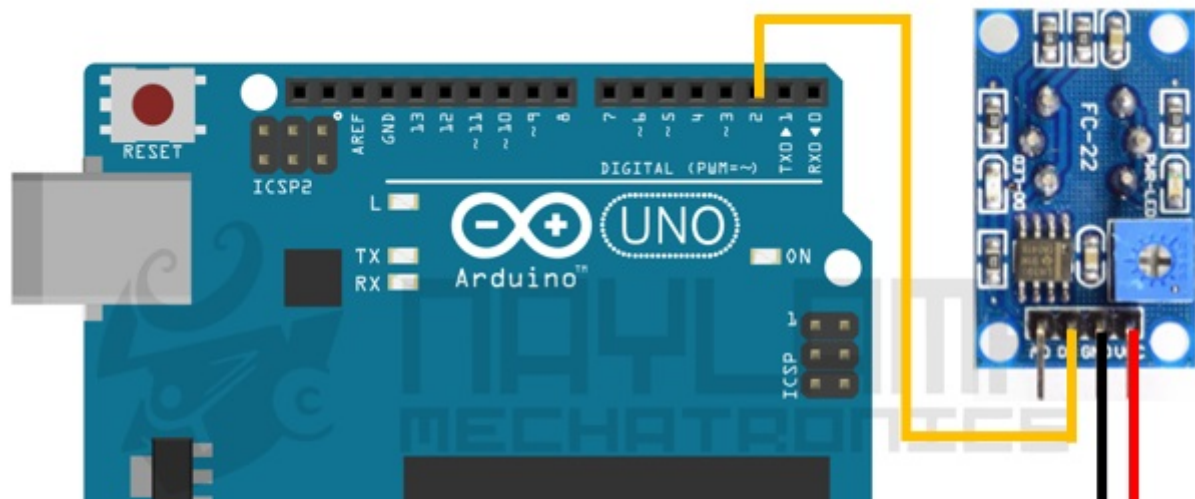
## Lectura Digital de los módulos MQ

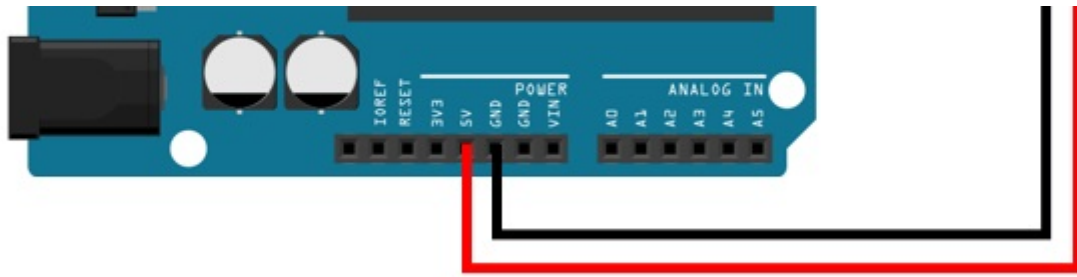
El mismo sensor MQ se los puede encontrar en dos placa distintas, cuyo funcionamiento es el mismo pero tienen diferente orden de pines:

La conexión para leer la salida digital seria de la siguiente forma:



De igual forma si tenemos el otro modelo de placa:





Tan pronto se alimente el módulo este empezará a calentarse, hay que esperar unos minutos para que el módulo caliente y tener un censado adecuado.

En el ejemplo usaremos un MQ-3 (sensor de alcohol) pero el programa es el mismo para cualquier módulo MQ si se usa la salida digital, puesto que esta salida se comporta como 1 o 0. Tener en cuenta que esta salida es negada, 1 para ausencia de alcohol y 0 para presencia de alcohol.

El Sketch para Arduino es el siguiente:

```
int pin_mq = 2;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(pin_mq, INPUT);
}

void loop() {

  boolean mq_estado = digitalRead(pin_mq); // Leemos el sensor
  if(mq_estado) // si la salida del sensor es 1
  {
    Serial.println("Sin presencia de alcohol");
  }
  else // si la salida del sensor es 0
  {
    Serial.println("Alcohol detectado");
  }
  delay(100);
}
```

En este caso la lectura desde Arduino es como leer cualquier entrada digital, y la sensibilidad del sensor se configura a través de la resistencia variable que trae el módulo, girando a la derecha se hace más sensible y necesitamos menos presencia de alcohol para activar la salida, de igual forma si giramos a la izquierda aumentamos el umbral necesitando mayor presencia del gas (alcohol) para que se active la salida.

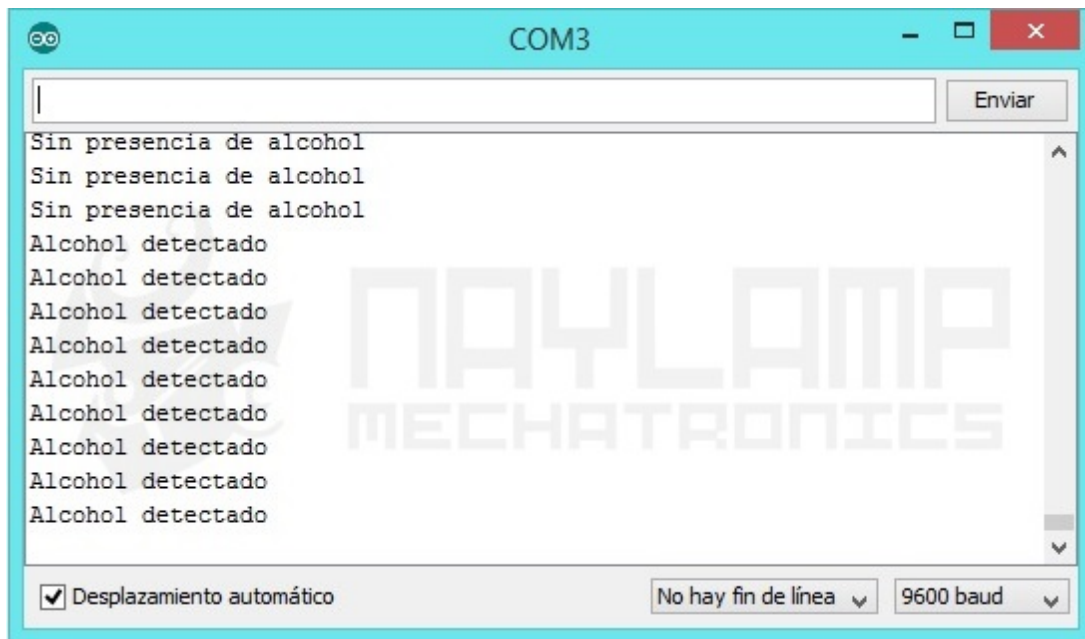






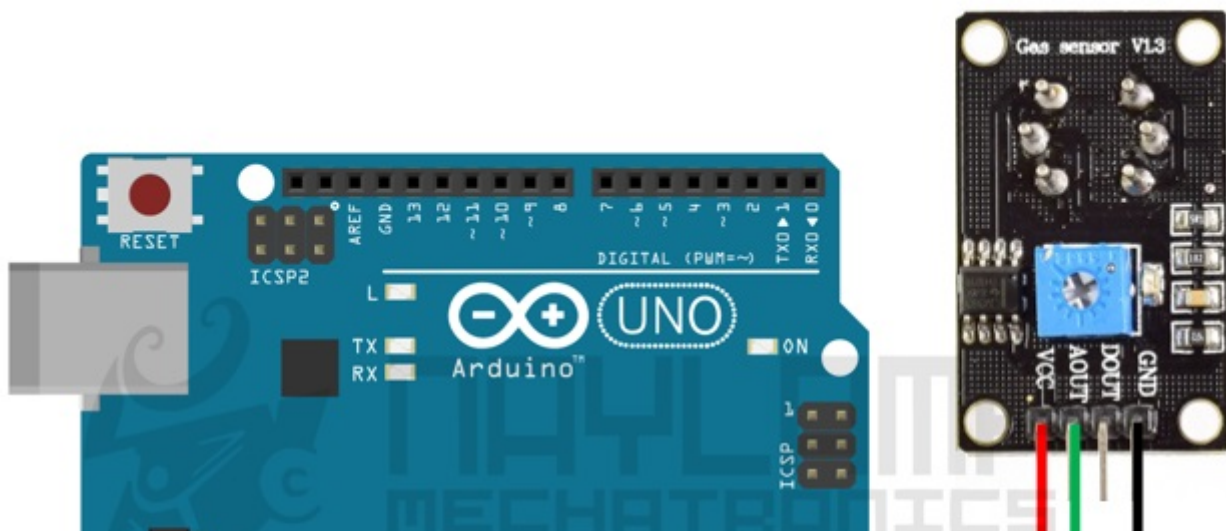
Recordar que la salida del sensor es negado, por lo que cuando nos referimos a activar el sensor es cuando la salida es 0, en este estado el led del módulo también debe encenderse ya que internamente está con una resistencia a 5V. Cuando no hay presencia de alcohol el Led se apaga y la salida es un 1 lógico (5V)

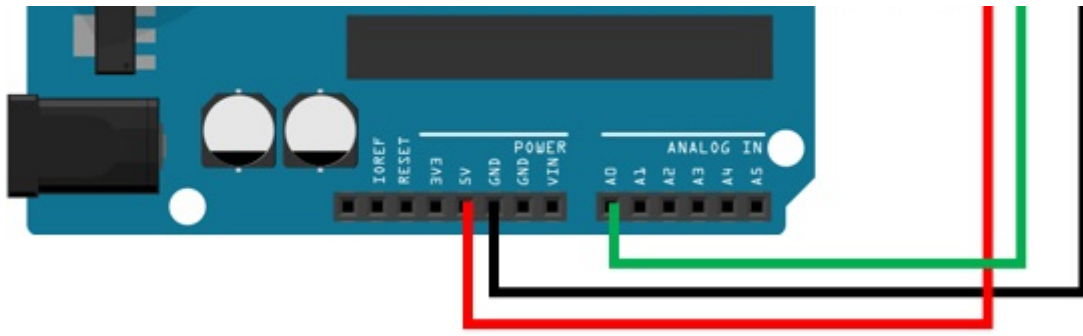
A continuación mostramos la salida del monitor serial en el momento cuando el módulo MQ-3 se expone a alcohol (aire con alcohol)



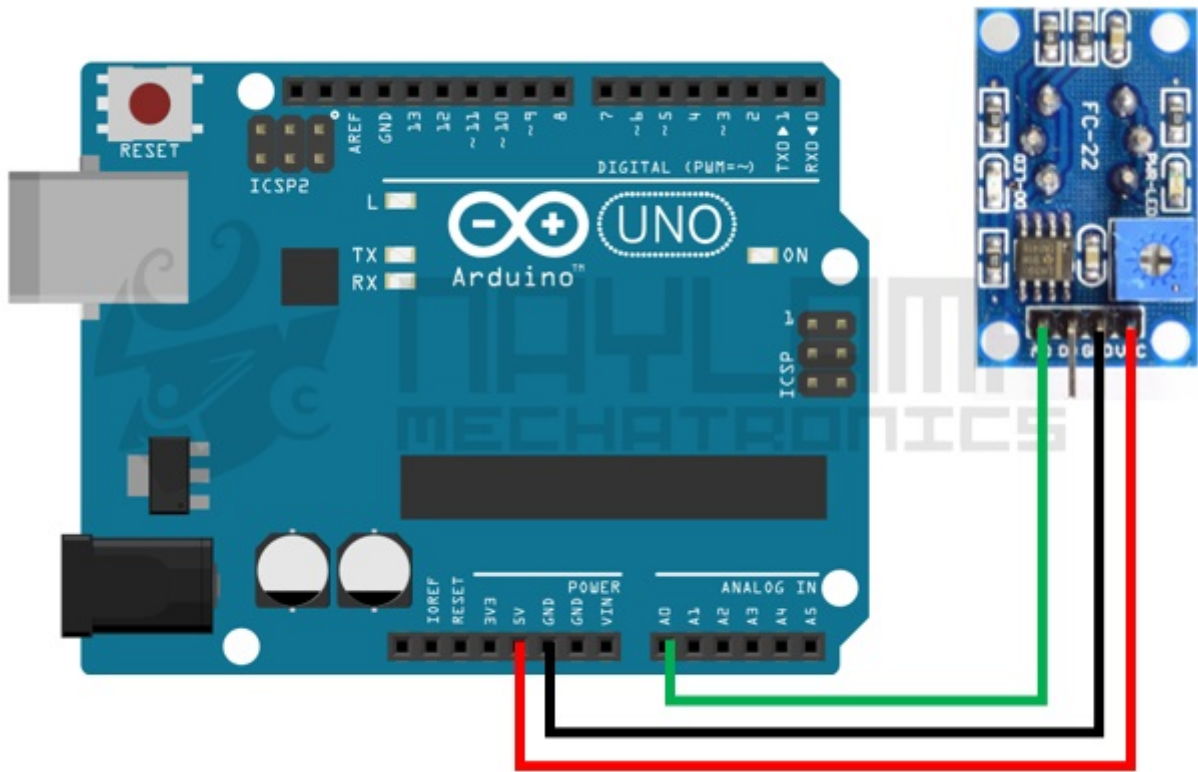
## Lectura Analógica de los módulos MQ

Para este caso debemos de conectar la salida analógica del módulo a una entrada analógica del Arduino:





Y de forma analógica para el otro modelo de placa:



La diferencia de utilizar la salida digital, es que usando la salida analógica podemos trabajar con diferentes niveles de presencia de gas y escalarlo de acuerdo a la necesidad de nuestra aplicación.

A continuación mostramos un sketch para leer la salida analógica:

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {

  int adc_MQ = analogRead(A0); //Lemos la salida analógica del MQ
  float voltaje = adc_MQ * (5.0 / 1023.0); //Convertimos la lectura en un valor de voltaje

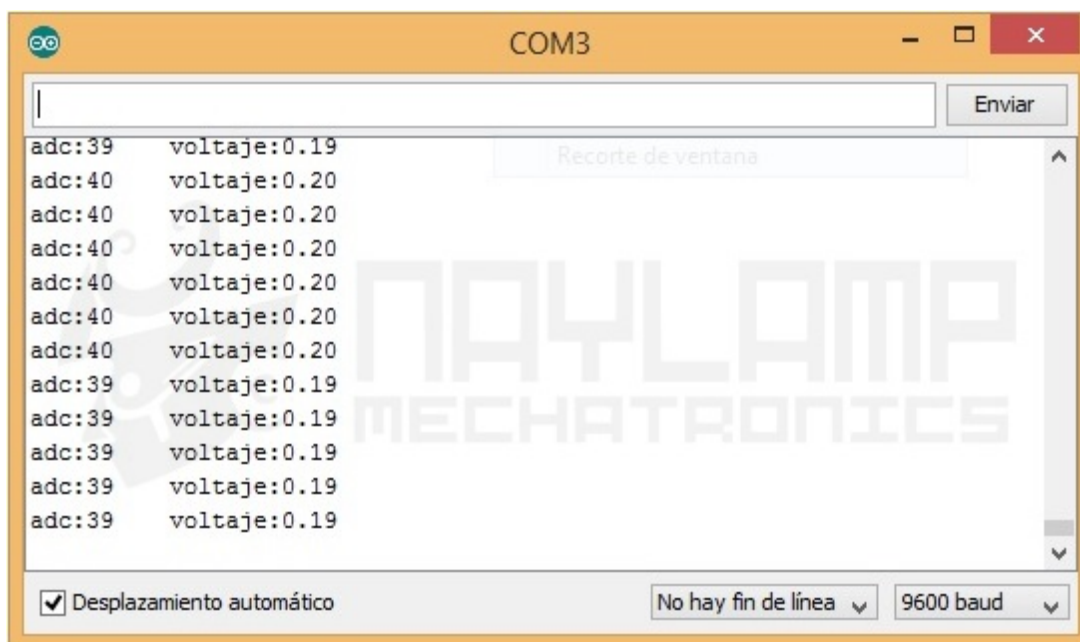
  Serial.print("adc:");
  Serial.print(adc_MQ);
  Serial.print("    voltaje:");
  Serial.println(voltaje);
  delay(100);
}
```



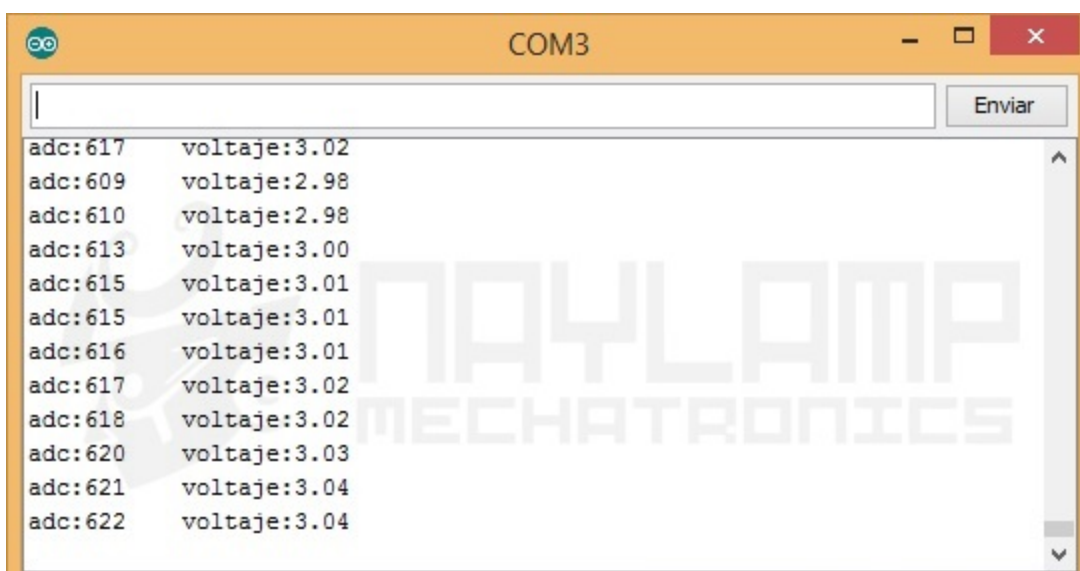
Al tratarse de una salida analógica, el código es el mismo para cualquier tipo de sensor MQ con el que estén trabajando.

Debido a que el modulo tiene una cámara de calentamiento a donde tiene que ingresar o salir el gas, el tiempo de respuesta es lento, el sensor seguirá detectando los residuos de gas que se quedan dentro de la cámara de calentamiento hasta que estos desaparezcan.

A continuación mostramos valores que se obtuvieron para el sensor MQ-3 sin exponer a alcohol ni otro tipo de gas.



Y cuando exponemos a aire con alcohol los datos obtenidos son los siguientes:



Tener en cuenta que todos los módulos son sensibles a más de un gas, claro que en diferente proporción; pero si se trabaja en ambientes en donde hay diferentes tipos de gases no podríamos diferenciar entre ellos y podríamos tener una referencia equivocada si solo necesitamos leer un gas.

## Escalando los sensores MQ

Si en nuestra aplicación que estamos implementando necesitamos los valores en unidades correspondientes a la medición del gas, necesitamos escalar el valor leído, el problema de esto es que la relación entre la lectura analógica y el valor real no es lineal. Por lo que necesitamos estimar la curva que nos da el datasheet

Los siguientes pasos los trabajamos para el MQ-3, pero se aplica analogamente para los otros MQ

Por Ejemplo para el sensor MQ-3 según el datasheet la curva es la siguiente:

E. Sensitivity characteristic curve

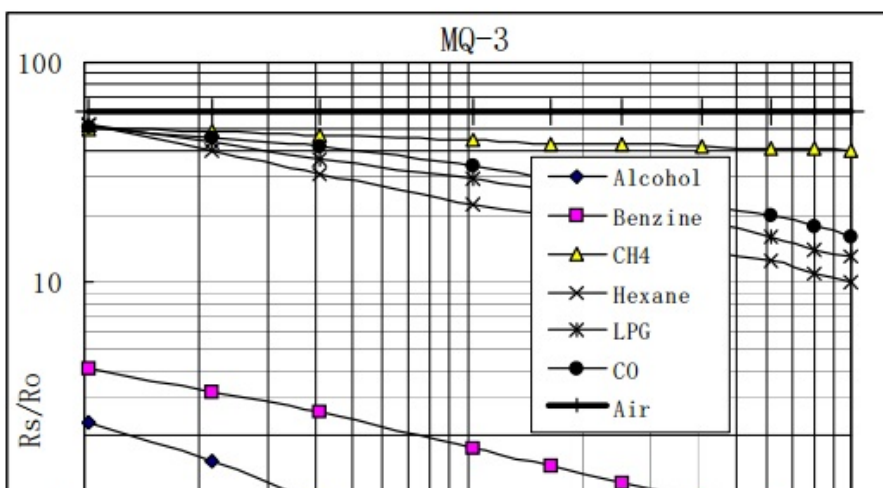


Fig.3 shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-3 for several gases.

in their: Temp: 20°C、

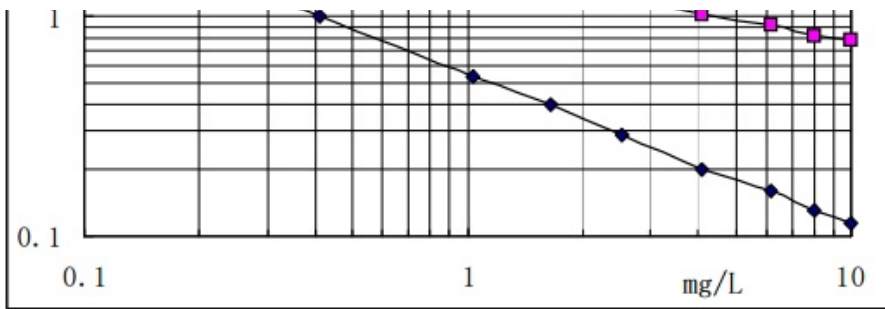
Humidity: 65%、

O<sub>2</sub> concentration 21%

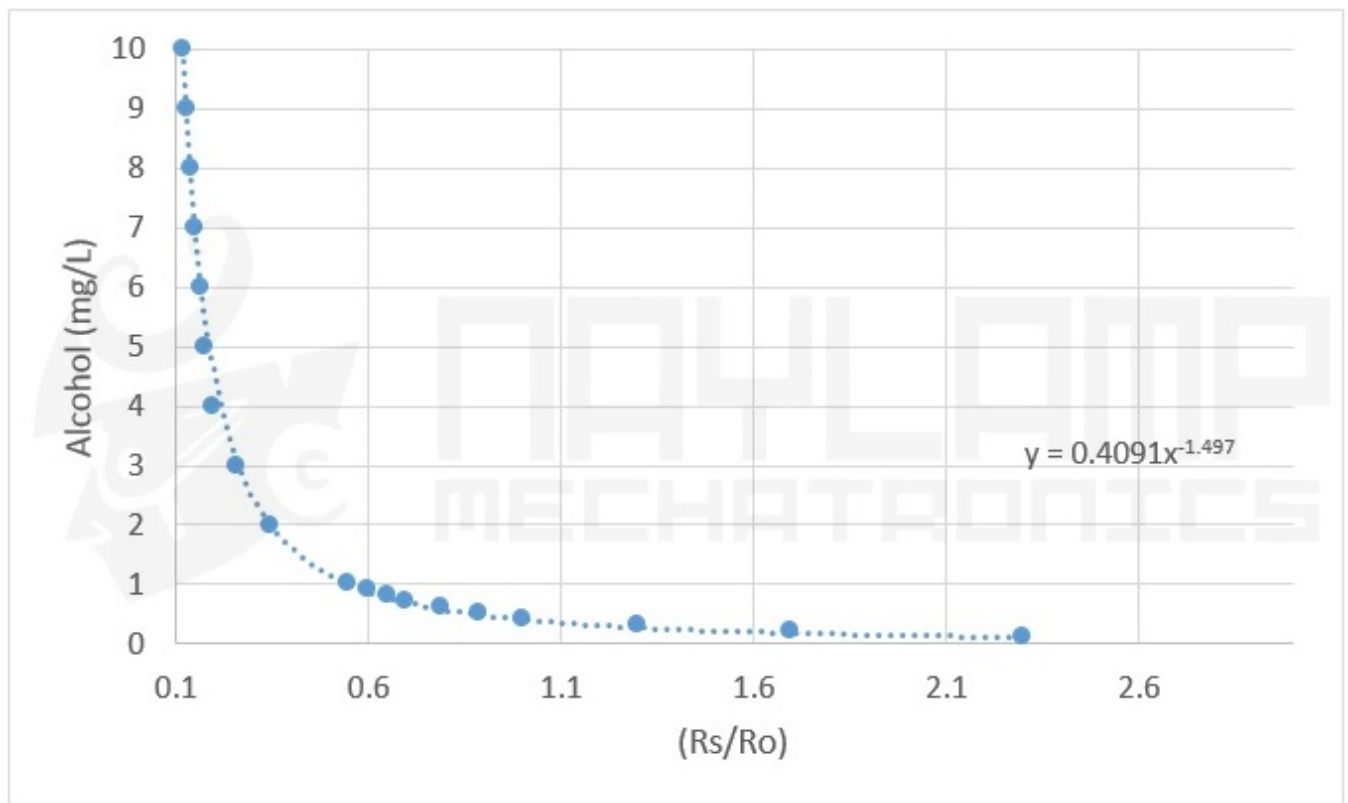
RL=200k  $\Omega$

Ro: sensor resistance at 0.4mg/L of Alcohol in the clean air.

Rs: sensor resistance at various concentrations of gases.



Debido a que nos da la curva y no la ecuación es necesario estimar y por regresión hallar la ecuación, en nuestro caso usaremos Excel, para eso ingresamos datos de la curva de Alcohol, la mayor cantidad de puntos que podamos, y graficamos en Excel. Agregamos línea de tendencia y escogemos ecuación potencial



La ecuación que obtenemos es:

$$\text{Alcohol} = 0.4091(Rs/Ro)^{-1.497}$$

Alcohol es el valor de concentración de alcohol, Ro es una constante que equivale al valor de la resistencia del sensor cuando se lo expone a una concentración de 0.4mg/L y Rs es la resistencia del sensor, el cual leemos desde Arduino.

Nosotros en el ejemplo anterior calculamos el voltaje leído del sensor, para calcular el valor de Rs despejamos la ecuación del divisor de voltaje que forma el sensor con la resistencia de carga RL que en la mayoría de módulos es de 1K.

$$V_{\text{leído}} = 5(1000/(Rs+1000))$$

$$Rs = 1000((5-V)/V)$$

El valor de  $R_o$  se calcula en laboratorio,  $R_o$  es el valor de  $R_s$  cuando se usa una muestra de aire con 0.4mg/L. Y hay que hacer esto para cada sensor puesto que  $R_o$  es diferente en cada sensor.

Otra forma de calibrar es usando concentraciones conocidas, para esto es necesario en el caso del sensor de alcohol usar un alcoholímetro para calibrarlo. Para esto no es necesario hacer la regresión de la curva que nos da el datasheet la cual es válida siempre y cuando se mida en las condiciones indicadas. De dicha curva solo tomaremos la forma que tiene e incluso  $R_o$  lo consideramos como constante. La ecuación sería de la siguiente forma.

$$\text{Alcohol} = a \cdot (R_s)^b$$

Para calcular las constantes  $a$  y  $b$  solo necesitamos tomar dos muestras, con nuestro sensor medimos el  $R_s$  de dichas muestras y con el alcoholímetro calculamos el valor correspondiente de concentración de alcohol para dichas muestras. Con esos dos puntos ingresamos a la ecuación y calculamos las dos constantes.

Las dos formas anteriores son la forma correcta de calibrar nuestro sensor, hallando  $R_o$  con una muestra 0.4mg/L o usando un alcoholímetro para tomar muestras de referencia.

Pero para no dejar inconcluso nuestro tutorial explicaremos otro método para conseguir de forma aproximada el valor de  $R_o$  y así tener la ecuación resuelta.

En el gráfico de la ecuación potencial observamos que el valor de  $R_s/R_o$  se acerca a 0.1 para valores superiores a la máxima concentración de alcohol que el sensor puede censar, en los puntos cercanos a este punto, la variación de  $R_s/R_o$  es mínima por lo que los errores que podamos tener acá para calcular  $R_o$  son pequeños.

Entonces asumiendo que el sensor se satura con 10mg/L al cual según la gráfica le corresponde un  $R_s/R_o$  de 0.12, los puntos cercanos por mayor variación de alcohol que exista el  $R_s/R_o$  tendrá variaciones mínimas. Para estar en este punto generamos un ambiente con bastante alcohol y si medimos con nuestro sensor obtendremos un voltaje de 3.02, que equivale a un  $R_s=655$ , entonces

$$(R_s/R_o) = 0.12 \text{ si } R_s = 655 \text{ entonces } R_o = 5463$$

Con  $R_o$  calculado, ya tenemos una solución de la ecuación y con esto podemos obtener los valores aproximados de concentración de alcohol.

Cualquiera sea el método de Calcular la ecuación deberán de ingresarlo y modificar la ecuación en el sketch siguiente:

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {

  int adc_MQ = analogRead(A0); //Lemos la salida analógica del MQ
  float voltaje = adc_MQ * (5.0 / 1023.0); //Convertimos la lectura en un valor de voltaje
  float Rs=1000*((5-voltaje)/voltaje); //Calculamos Rs con un RL de 1k
  double alcohol=0.4091*pow(Rs/5463, -1.497); // calculamos la concentración de alcohol con la
  ecuación obtenida.
  //-----Enviamos los valores por el puerto serial-----
```

```

Serial.print("adc:");
Serial.print(adc_MQ);
Serial.print("    voltaje:");
Serial.print(voltaje);
Serial.print("    Rs:");
Serial.print(Rs);
Serial.print("    alcohol:");
Serial.print(alcohol);
Serial.println("mg/L");
delay(100);
}

```

A continuación se muestra el resultado de sensar una muestra de aire con alcohol:



Mencionar nuevamente que todos los sensores MQ como los MQ-2, MQ-3, MQ-7, MQ-135, etc tienen su propia curva y las cuales lo pueden encontrar en sus datasheet correspondientes. Y la forma correcta de calibrar nuestros MQ es usar un instrumento maestro para tomar muestras y con estos puntos calcular las constantes de la curva.

## PRODUCTOS RELACIONADOS

