

Bomba de agua graduable con batidor controlado

1 Descripción

El sistema está compuesto por 3 secciones principales: la balanza y la bomba de agua y la batidora. El objetivo principal de este dispositivo es transportar una cierta cantidad de agua (medida en gramos) de un recipiente inicial a uno objetivo, añadir una sustancia para generar una mezcla y luego revolver hasta que sea homogénea.

La balanza esta compuesta de dos partes principales. Primero esta la estructura de pesado y luego el procesamiento de la información.

- La estructura de pesado se encuentra compuesta por la celda de carga. La cual esta diseñada para medir adecuadamente hasta 1kg. Esta se encuentra conectada a dos plataformas, una inferior para estabilidad y una superior que sirve de soporte para colocar lo que se desea pesar.
- El procesamiento esta compuesto por un modulo HX711. Este corresponde a un convertidor análogo digital. Inicialmente amplifica la señal de entrada para luego convertir la información recibida por la celda de carga a información digital.

La bomba de agua (utilizada una de 6v) permite el desplazamiento de agua de un contenedor inicial a otro final, el cual se encuentra ubicado en la balanza. Para su correcto funcionamiento se tiene un puente H el cual tiene como objetivo controlar la potencia de la bomba de agua. Posteriormente mediante las mediciones del cambio de peso en la balanza se ajusta la cantidad de agua que se lleva al recipiente final.

El procesador del sistema es un arduino uno. El cual recibe los 24 bits de información transmitidos por el modulo HX711 y mediante un código sencillo lo imprime en una pantalla. Posteriormente, inicia el envío de la cantidad de agua que debe ser transmitida de un recipiente al otro. Esto se realiza encendiendo la bomba de agua el tiempo y con la potencia necesario.

El sistema de batido se compone por un servomotor paso a paso, un tornillo ajustado su eje, el cual sostiene una hélice (el cual funciona como aspa) y un encoder que controla la velocidad del motor. El encoder lleva una cuenta de la cantidad de pulsaciones en tiempo de una rueda con agujeros, permitiendo así el cálculo de las revoluciones por minuto del motor. Con esta información es posible controlar la velocidad de giro del motor para cada determinada sustancia que se quiera disolver.

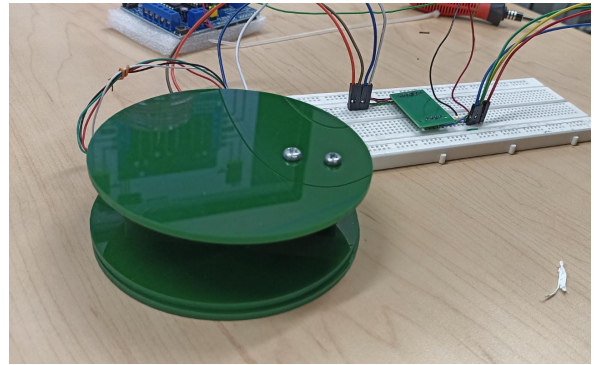
Adicionalmente se tiene una estructura general que mantiene todo el sistema estable para evitar variaciones mecánicas inesperadas y mal funcionamiento.

[h]

2 Características

- 1 entrada de 0-5V.
- Capacidad máxima de 1kg
- Resolución 0.5g
- Interfaz Arduino IDE
- Caudal 80-120 L/H
- Diámetro de salida de agua 5 mm
- Tensión de 12V en el motor
- RPM mínimo de 16 y máximo de 123.

[h]



3 Guía de uso

- Para el uso de la balanza con bomba de agua, en primer lugar se debe conectar el modulo Arduino, con el código aquí adjunto, al sistema y conectar el Arduino al computador.
- Se debe inicializar el IDE de Arduino y abrir el monitor serial seleccionar un volumen deseado .
- Esperar a que el programa realice la calibración inicial del punto cero
- Proceder a colocar el recipiente sobre la balanza .
- Observar como se pone en funcionamiento la bomba.
- Esperar que la bomba se apague.
- Se enciende automáticamente el motor y la hélice revuelve las sustancias.

4 Especificaciones técnicas

4.1 Balanza

Para el uso preciso de la balanza es necesaria la calibración. Esta se realizo mediante una regresión lineal con dos puntos, un punto en cero y otro en los 300g, se hizo la regresión con una única pendiente y se obtuvo el gráfico de la imagen 1 al realizar la medida en con distintas masas calibradas se obtuvieron cinco puntos que fueron comparadas con el valor obtenido en la balanza.

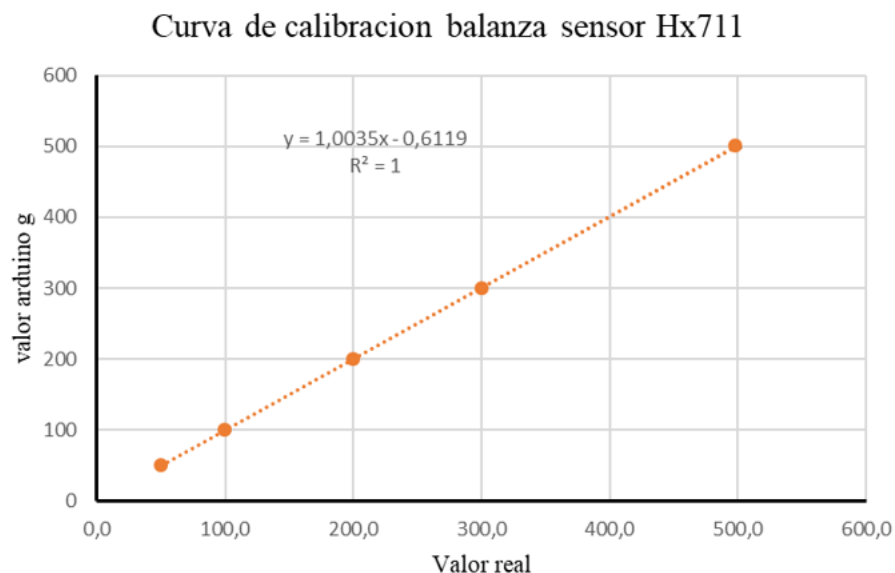


Figure 1: Gráfica de calibración

De esta manera, se tendría la siguiente tabla de especificaciones técnicas del sistema:

	Unit	Value
Voltaje de alimentación balanza	V	5
Dimensiones	$cm * cm * cm$	$5^2 * \pi * 4$
Peso	g	65
Temperatura de trabajo	$^{\circ}C$	-10 a 50
n° de inputs	—	4
Voltaje alimentación bomba	V	1.5 a 5

4.2 Bomba de agua

Para la correcta caracterización del comportamiento de la bomba de agua en relación del voltaje que recibe como alimentación, se realizó la gráfica que se puede observar en la figura 2. Para obtener esta curva se realizaron múltiples (3) mediciones del tiempo que le toma a la bomba trasladar una cantidad fija de agua con diferentes voltajes de entrada, de manera que se pudiera calcular el caudal entregado por la bomba en relación al voltaje.

Se tomaron medidas en voltajes entre 1 y 6v con intervalos de 0.25v. Posteriormente se realizó el cálculo del caudal correspondiente a cada tiempo tomado utilizando la ecuación,

$$Caudal = \frac{Volumen}{Tiempo} \quad (1)$$

Una vez calculados los caudales para cada tiempo, se realizó un promedio de los 3 caudales por voltaje para así obtener la mayor diferencia entre los caudales por tiempo y el caudal promedio. Esta diferencia se tomará como el rango de error tanto positivo como negativo.

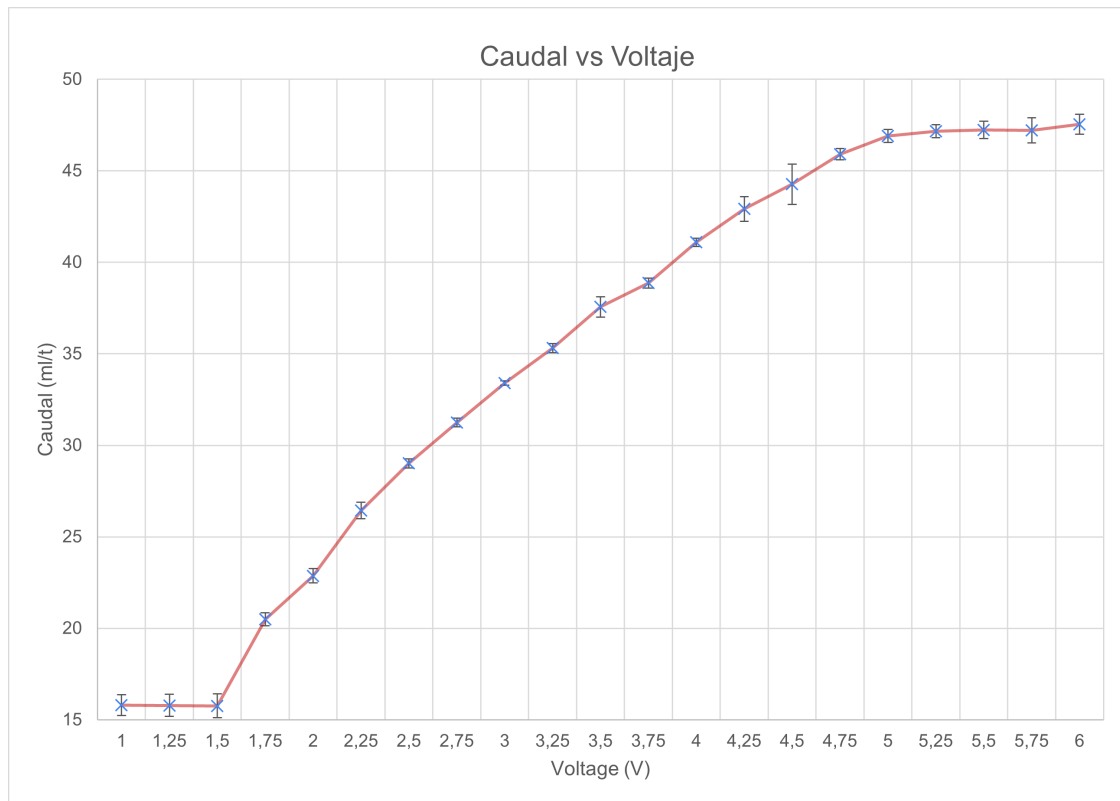


Figure 2: Gráfica de caracterización de la bomba de agua

De la curva de caracterización se pueden observar comportamientos de saturación alrededor de 1,5 y 5v, esto debido a que la bomba de agua ha de tener un caudal mínimo y máximo. Por otro lado, entre 1,5 y 5v se puede observar una tendencia bastante lineal que entrega un valor de $R^2 = 0.98$.

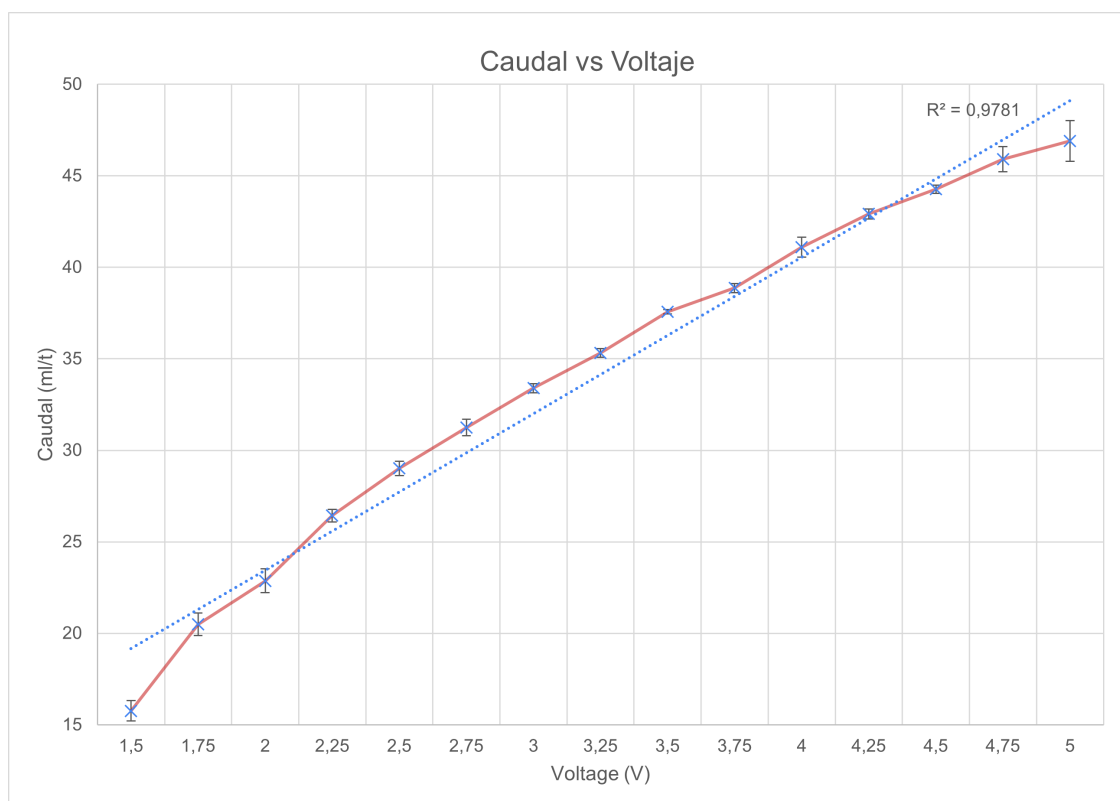


Figure 3: Gráfica de caracterización de la bomba de agua entre 1.5 y 5v

4.3 Batidora

Para la batidora se utiliza un motor paso a paso. Este posee un voltaje nominal de 12V. Por su parte el encoder se conecta al arduino para el control digital y la energía de funcionamiento. La velocidad del motor se mide como revoluciones por minuto. Como muchos dispositivos los valores teóricos difieren de los prácticos. Por lo tanto es necesario caracterizar la velocidad paso a paso en relación al tiempo de delay de entrada entre cada una de las ordenes asignadas por el encoder.

Para esto se modifico el valor del parámetro que controla la velocidad teórica del motor. Luego se comparo este valor con las revoluciones por minutos medidas por el encoder. Se realizo una tabla con los valores teóricos y prácticos. Finalmente se calculo la relación entre los valores con el objetivo de poder asignar cualquier valor a las revoluciones por minuto.

$$RPM_{Teorico} = \frac{p * \frac{69s}{min}}{20\frac{p}{s}} = RPM \quad (2)$$

Es importante mencionar que en el proceso de caracterización se encontró una región de no funcionamiento para el motor paso a paso. Desde el valor t igual a 2400 hasta el valor 3300 el motor entra en un estado de oscilación en el que no rota adecuadamente.

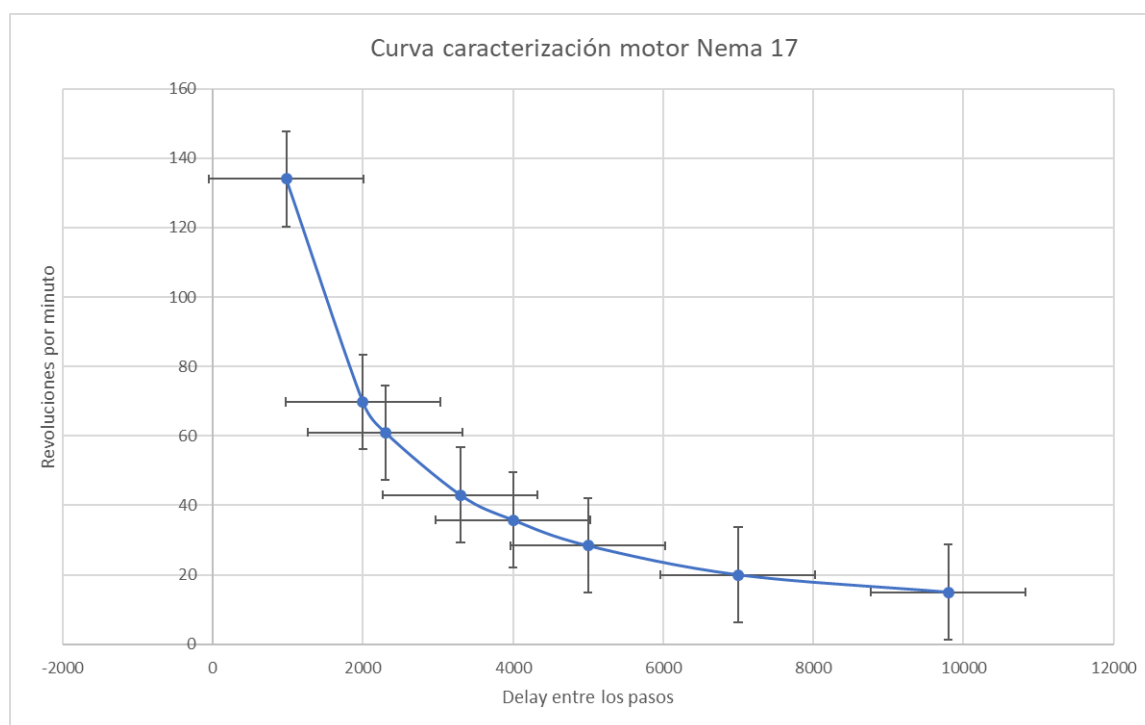


Figure 4: Caracterización motor paso a paso

Dimensions in inches (mm)

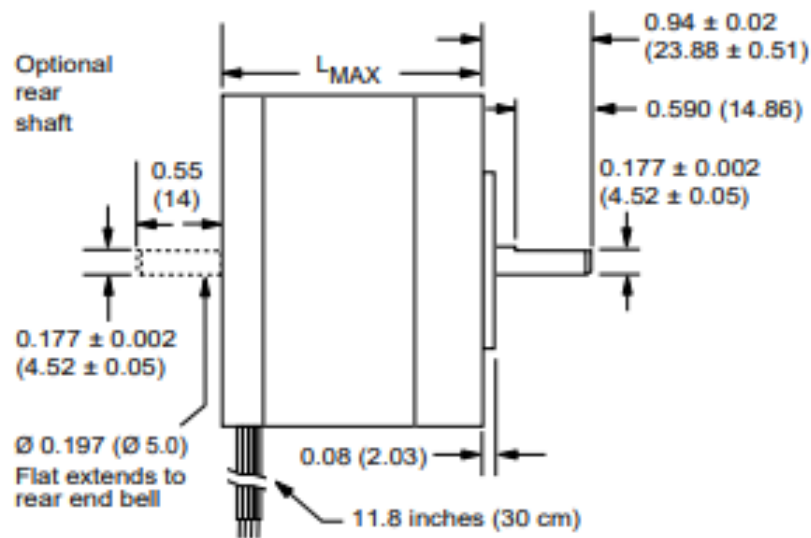
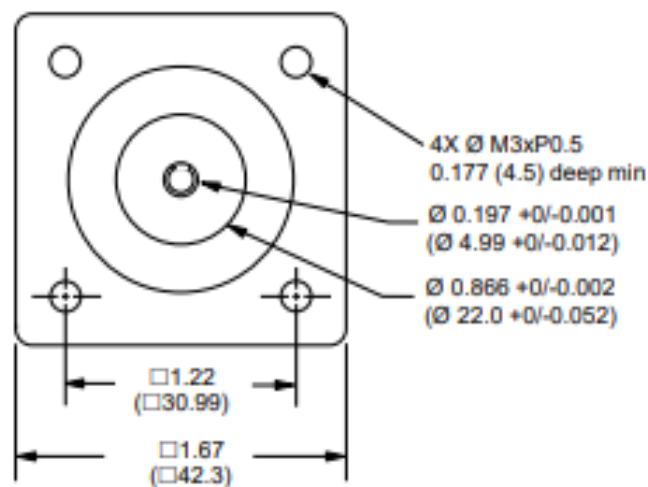


Figure 5: Especificaciones mecánicas 1 motor Nema 17

FRONT VIEW



REAR VIEW (Reduced)

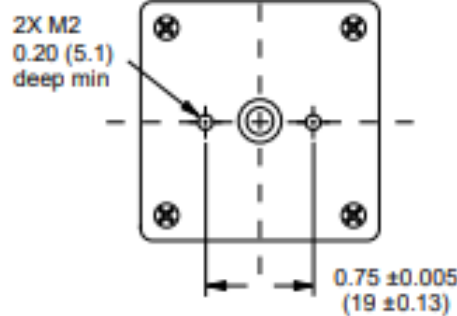


Figure 6: Especificaciones mecánicas 2 motor Nema 17

[1] Esquema basado en el proporcionado por *Datasheetpdf.com*. Nema 17 Datasheet(PDF) 1 Page - Schneider Electric, Recuperado de: <https://datasheetpdf.com/pdf/1260602/Schneider/NEMA17/1>

5 Diagrama Circuital

Este diagrama circuital corresponde a la conexión del módulo HX711 y de la celda de carga de 1Kg

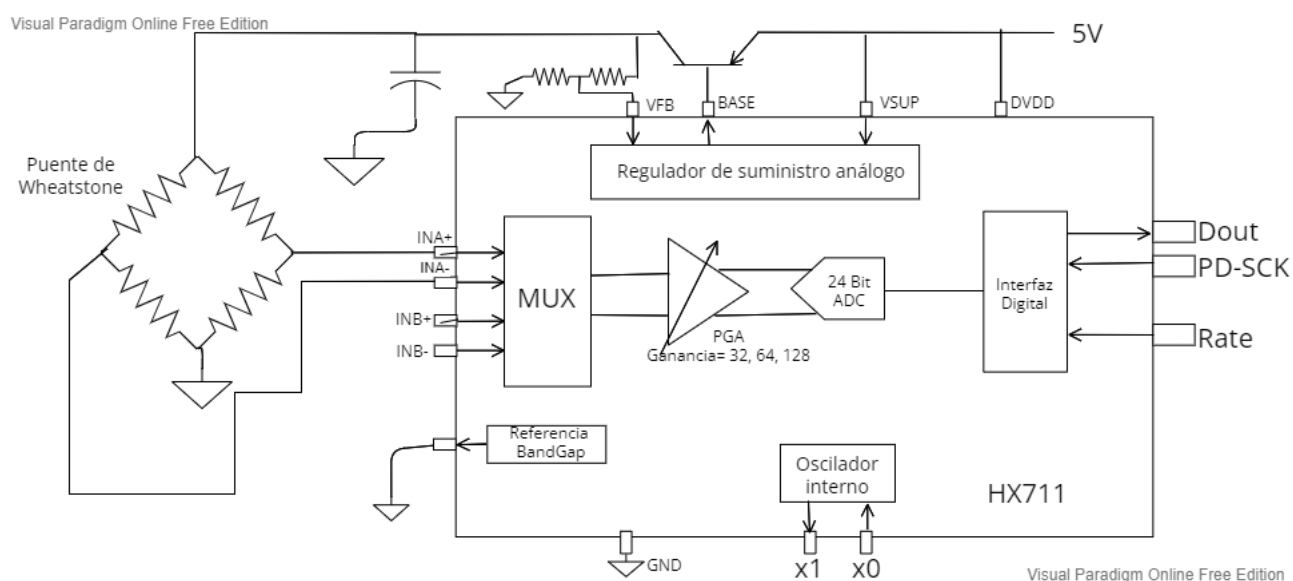


Figure 7: Esquemático módulo HX711 [1]

[2] Esquema basado en el proporcionado por *Alldatasheet.es*. *HX711 Datasheet(PDF) 9 Page - Avia Semiconductor Co., Ltd.* Recuperado de: <https://html.alldatasheet.es/html-pdf/1132222/AVIA A/HX711/1037/9/HX711.html>

Por su parte este diagrama circuital corresponde a el puente H de referencia L293D y a el motor que funciona como mini bomba de agua.

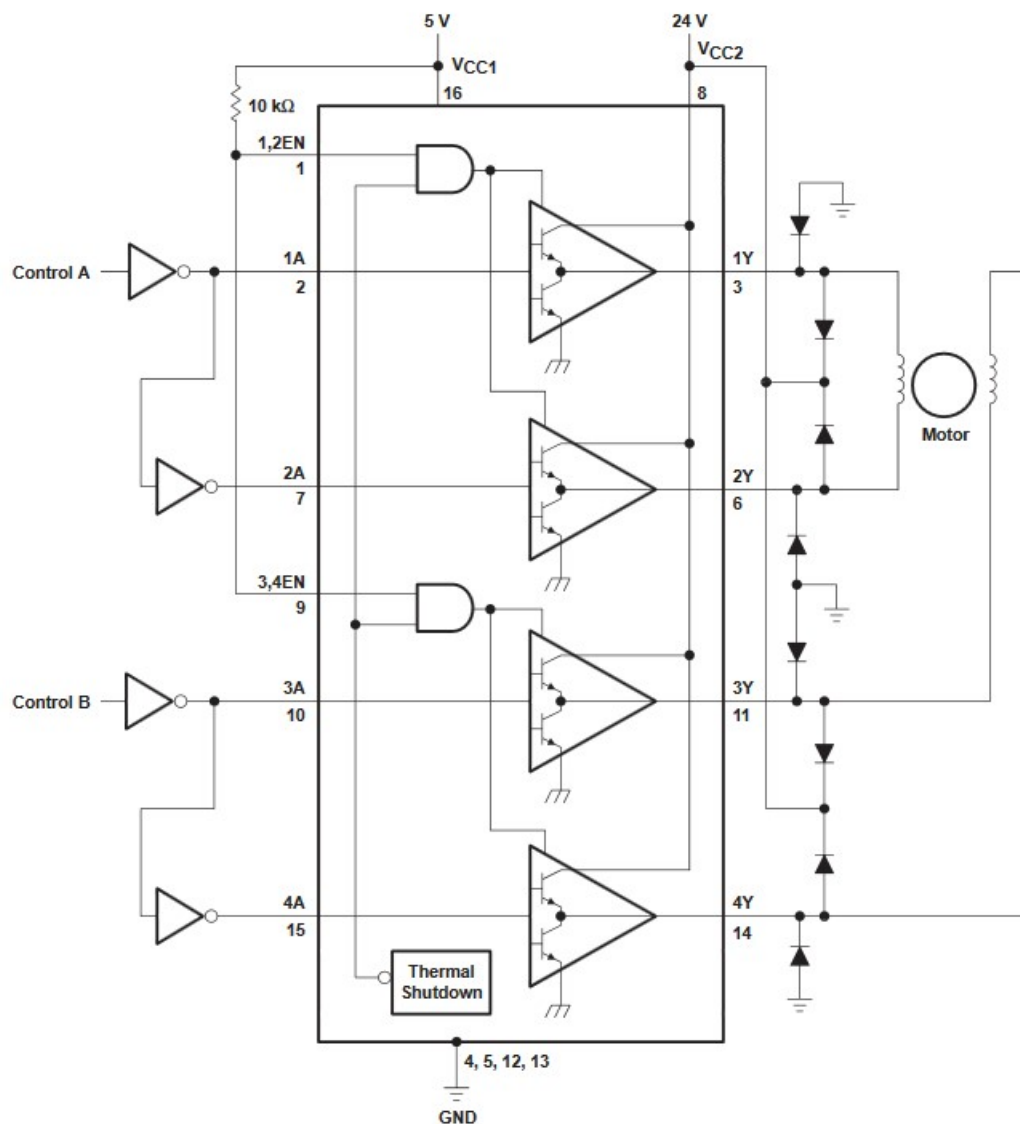


Figure 8: Circuito puente H [2]

Cada uno de estos circuitos esta conectado independientemente a el arduino uno.

[3] Imagen tomada de *Alldatasheet.es*. *L293D Datasheet(PDF) 7 Page - Texas instruments Co., Ltd.* Recuperado de: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/112910/TI/L293D.html>

6 Diagrama de Conexiones

A continuación se muestra como deberían conectarse los diferentes dispositivos para lograr un óptimo funcionamiento del equipo.

