

MODULO DE PRACTICAS Y MONITOREO DE TIRISTORES POR MEDIO DE ARDUINO, LABVIEW Y EXCEL

Flores Barragán Juan Luis¹, Corral Ramírez Guadalupe², Muñoz López Luis Enrique³, Meraz Méndez Manuel⁴

Universidad Tecnológica de Chihuahua
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Av. Montes Americanos 9501, N° 9501, Sector 35, C.P. 31216

Tel. (614) 4 32- 20- 00 Ext 1121

jflores@utch.edu.mx, gcorral@utch.edu.mx, lmunoz@utch.edu.mx, mmeraz@utch.edu.mx

RESUMEN.

Este trabajo surge con la necesidad de realizar prácticas en las materias de; electrónica analógica, principios de programación y electrónica digital. El cuerpo académico “desarrollo industrial”, propone el uso de tiristores como elementos a manipular, intentando seccionar la resistencia del gate para lograr varias velocidades por medio de cambio de ángulo de fase, utilizando las plataformas arduino y labview como hardware y software de control y exposición de datos gráficos y tablas utilizando Excel. La idea de arduino y bluetooth realizan la activación de salidas digitales de la tablilla, ya sea desde el programa arduino o desde un dispositivo móvil, labview es utilizado para mostrar instrumentos y por medio del conector visa comunicarse con arduino para encender y apagar salidas digitales, por último se envían datos desde labview a excel con el fin de trabajarlos en tablas y gráficos que permitan utilizarlos en programas de mantenimiento.

Palabras Clave: Control, monitoreo, arduino, tiristores, cargas.

ABSTRACT.

This work comes out because of the need of practices in the subjects of: analogue electronics, programming principles and digital electronics. The industrial development academic body proposes the use of thyristors as elements to be manipulated, trying to section the resistance of the gate to achieve various speeds by changing phase angle, using Arduino and labVIEW platforms as hardware and software control and for exposure of graphical data and tables excel. Arduino IDE and bluetooth perform the activation of digital outputs of the electronic pad, either from the Arduino program or from a mobile device, labVIEW is used to show visual instruments and through visa connector it communicates with Arduino to turn digital outputs on and off, finally data is sent from labVIEW to excel in order to work them on tables and graphs that allow to use them in maintenance programs.

Key Words: Control, monitor, Arduino, thyristors, charges.

1. INTRODUCCIÓN

En los meses de mayo a diciembre 2019, en la materia integradora de quinto cuatrimestre de la carrera de técnico superior universitario en mantenimiento industrial, se solicita por parte de la Dirección de Carrera, que los proyectos muestren gráficos de monitoreo de los equipos y mandos a

distancia de los mismos, tablas, reportes, rutinas y programas de mantenimiento, con datos obtenidos del monitoreo de los prototipos presentados, por esta razón surge la necesidad de buscar elementos que permitieran a los alumnos acoplar software y hardware a sus equipos para activarlos y monitorearlos.

El cuerpo académico (ca) “desarrollo industrial” se da a la tarea de buscar dentro de la literatura información que sea de utilidad, se presentan autores con propuestas de comunicación por software [20] y [22], pero no se encuentra en la búsqueda un documento que muestre completamente un prototipo como el que se propone en este documento, con todas sus etapas (tiristores, arduino, labview y excel) integradas desde las conexiones eléctricas hasta la programación de los software, que permita a los estudiantes tener una idea completa de la interacción de estos cuatro elementos, es en esta parte donde se pretende aportar información a los futuros usuarios de los recursos propuestos por el ca. Una vez revisados los antecedentes se proporcionan a los alumnos ejemplos de plataformas capaces de monitorear sus prototipos (separadoras de material, brazos de robot, sistemas de riego, destiladoras, trajes de monitoreo de impacto, extractores, etc.) se les presenta como opción en primer lugar la plataforma arduino, que permite activar por medio de salidas digitales motores de ca y cd, relevadores, sensores de temperatura, etc. En segundo lugar se presenta la plataforma LabView, que permite la comunicación con la tablilla arduino y la activación de salidas digitales presentando instrumentos en pantalla, por último se presenta la opción de comunicación de excel con labview, para exportación de datos y posterior manipulación para crear hojas de datos que generen programas de mantenimiento. Tomando en cuenta estos prototipos de los alumnos se decide por parte del cuerpo académico crear un módulo que utilice estas tres plataformas y permita a los estudiantes practicar en laboratorios para enriquecer las materias de; electrónica analógica por medio del uso de tiristores como diac, triac y scr, en la materia de electrónica digital se utiliza la plataforma arduino tanto para programación y conexión electrónica para activación de elementos electromecánicos, por parte de la materia de principios de programación se pretende que el alumno

programe con LabView y sea capaz de comunicarse con arduino. En la parte de control de cargas por medio de tiristores se propone realizar un cambio en la activación de los gates tanto del triac como del scr, seccionando la resistencia de activación en cuatro partes con resistencias diferentes que permitan la combinación de varios amperajes de gate (por medio de capacitor y diac), para que los alumnos puedan apreciar el comportamiento del cambio de ángulo de fase en los tiristores [1].

2. PARTES QUE CONFORMAN EL MODULO

2.1. Tiristores.

Los tiristores son elementos semiconductores que permiten o restringen el paso de corriente en ambos sentidos a través de ellos, esto los hace útiles para aplicarlos a control de elementos alimentados con corriente alterna, utilizados en el control de equipos electromecánicos como motores eléctricos y luminarias de baja y alta potencia, en el caso de las luminarias es posible incrementar y reducir su luminosidad y para los motores eléctricos se elevará o disminuirá la velocidad de la flecha.

Comenzando con el rectificador controlado de silicio (SCR), es un dispositivo que cuenta con tres terminales llamadas; ánodo, cátodo y gate, este elemento conduce solamente en un sentido, similar a un diodo rectificador, pero a diferencia del diodo el SCR puede ser disparado desde la compuerta gate, el símbolo del SCR se muestra en la figura 1.

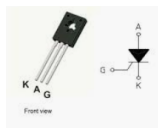


Figura 1. Rectificador controlado de silicio, símbolo con terminales ánodo, cátodo, gate y dispositivo comercial.

Otro ejemplo de tiristor es el diac o diodo de corriente alterna, que funciona tanto en ciclo positivo como en ciclo negativo de la señal senoidal [2], activado cuando alcanzan su voltaje de ruptura [1], el símbolo del diac se muestra en la figura 2.

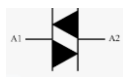


Figura 2. Diodo de corriente alterna (Diac), elemento de dos terminales y que conduce cuando llega a voltaje de ruptura.

Por último se presentan los triacs, que son diodos de corriente alterna activados por un pulso en su tercer terminal llamada gate, también llamados triodos son capaces de controlar la velocidad de motores de corriente alterna monofásicos y trifásicos por medio de circuitos que modifican el ángulo de fase de la señal senoidal que alimenta el sistema.

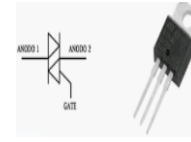


Figura 3. Triodo de corriente alterna (Triac), con terminales anodo1, anodo2 y gate utilizada para disparar el elemento.

2.2 Control de ángulo de fase.

En esta parte se explica la teoría del control de velocidad por medio de variación de ángulo de fase utilizado en el módulo, consiste en recortar la señal senoidal original que alimenta el sistema, figura 4.

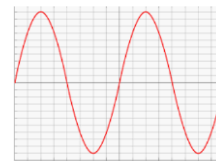


Figura 4. Señal senoidal de alimentación del sistema dimmer, para ser modificada en su ángulo de fase.

Para llevar a cabo la modificación a esta señal se utiliza un circuito electrónico conocido como dimmer, mostrado en la figura 5, que tiene conectados los siguientes elementos; diac, triac, potenciómetro, capacitor y carga (motor monofásico).

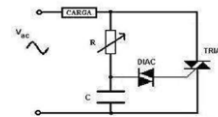


Figura 5. Circuito controlador de carga (dimmer) tomado como propuesta para hacer las pruebas en el módulo de tiristores.

De tal forma que cuando se conecta este circuito se puede aumentar o disminuir la velocidad de la carga (motor de CA) a través de la activación del diac, una vez que llegue a su voltaje de ruptura, este voltaje lo proporciona el capacitor cerámico que se carga con el paso de corriente que permite el potenciómetro, el triac permite el paso de corriente entre sus terminales A1 y A2 disminuyendo el voltaje entre ellas y aumentando el amperaje, realizando la operación inversa si es que el potenciómetro es desplazado en sentido contrario.

2.3 Circuito de control de carga para prácticas en módulo propuesto.

Para el control de la carga en módulo se utiliza como base el circuito dimmer de la figura 5, que incluye un triac, diac, capacitor cerámico, potenciómetro y fuente de alimentación de 127 VCA, este circuito se ha utilizado en las prácticas del curso ordinario de electrónica analógica para elevar y disminuir la

velocidad de un motor de 12 VCA y para aumentar o disminuir la luminosidad de un foco, en este módulo la idea es que el alumno realice el mismo circuito de control de cargas pero con la variación del seccionado de la resistencia que actualmente es un potenciómetro en cinco partes, en este tipo de control el alumno realiza un cambio en el ángulo de fase retardando o apresurando el disparo del triac por medio del diac, que a su vez es activado por el voltaje del capacitor, este capacitor es cargado por el paso de la corriente que permite la resistencia variable (para este proyecto se pretende sustituir por cuatro resistencias en paralelo controladas por arduino).

En el circuito de la figura 5, si se realiza la modificación a la resistencia del potenciómetro, se obtiene una variación pequeña en el ángulo de fase que llega a la carga, por esta razón se varía la velocidad del motor o se reduce la luminosidad del foco que se está sometiendo a prueba, se realizan lecturas de voltaje y amperaje con amperímetro de gancho y multímetro en la parte electrónica y la carga.

En la figura 6, se aprecia la señal de alimentación al circuito en primer lugar, posteriormente la señal de carga y descarga del capacitor y finalmente la señal de fase modificada que es en realidad la señal que alimenta a la carga logrando disminuir o aumentar su velocidad o luminosidad.

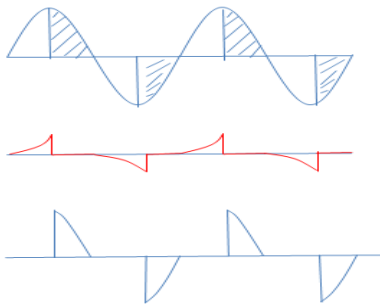


Figura 6. Comparación de las señales que actúan dentro del circuito dimmer, en orden; señal senoidal, señal de carga del capacitor y señal senoidal con variación en su ángulo de fase.

Con el ángulo de fase reducido el alumno puede calcular el tiempo de duración del voltaje de alimentación con la fórmula de frecuencia y periodo de una señal senoidal.

$$f = 1/T$$

Donde la f es la frecuencia (Hertz) de la señal senoidal y la variable T es el periodo de dicha señal en segundos.

Para variar la resistencia del gate se tienen dos circuitos, uno de ellos utiliza contactos en las resistencias seccionadas de gate en

cuatro vías, que varían la resistencia de gate con la combinación de valores distintos (la equivalencia de los valores sustituye el valor del resistor del potenciómetro), similar a datos de cuatro bits, es decir se colocan resistencias de cuatro valores diferentes y se realizarán combinaciones de encendido de la primera, posteriormente se apaga la primera y se enciende la segunda, después se enciende la primera y la segunda y así sucesivamente.

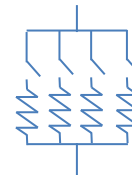


Figura 7. Circuito de resistencias para sustituir el potenciómetro que carga el capacitor para activar el diac y posteriormente el triac.

De esta forma se logran las combinaciones de valores de resistencias similares a tener un conteo de cuatro bits.

Haciendo la comparación con el sistema de resistencias y contactos de la figura 7, cuando se tiene un número 15 en binario se tendrán todas las resistencias actuando al mismo tiempo, por lo tanto mínimo amperaje cargando el capacitor, cuando se tiene un 0 en binario, todos los contactos están abiertos por lo tanto no existe circulación de corriente para cargar los capacitores y disparar el triac.

A	B	C	D
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	0	1
0	1	1	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	0	1
1	1	1	0
1	1	1	1

Figura 8. Tabla de analogía entre un conteo de cuatro bits y la activación de los cuatro relevadores que cierran los contactos en el conjunto de resistencias seccionadas del dimmer, cada bit en uno representa contacto cerrado.

De esta forma se envía señal al motor para que haga cambio de velocidad (variaciones pequeñas) y el alumno desde arduino pueda programar los tiempos de cambio de velocidad.

El otro método de conexión para seccionar la resistencia del gate del tiristor es realizar un acoplamiento entre cuatro fotoresistencias y leds que incidan luz directamente en el receptor de la fotoresistencia, variando su resistencia y permitiendo el paso de amperaje en cuatro caminos distintos, la idea de este método es aislar la luz emitida por cada led y que no contamine o active otro led del sistema, logrando de esta forma cuatro velocidades a diferencia de las quince que se pueden lograr con el sistema anterior [11].

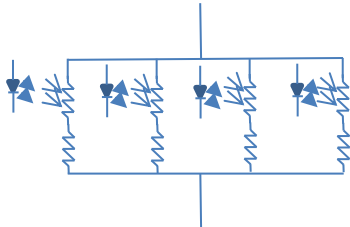


Figura 9. Arreglo de resistencia seccionada, activada con fotoresistencias y leds, en este caso las fotoresistencias hacen el trabajo de los contactos controlados por arduino.

Con este circuito los alumnos conectan las fotoresistencias a las resistencias originales, comprendiendo el principio de la fotoresistencia y su acoplamiento a un elemento de luz artificial, posteriormente se programará desde arduino el tiempo que se desee para la activación de cada valor de resistencia.

2.4. Plataforma arduino.

Arduino es una plataforma de programación que ofrece su propio hardware, es posible utilizar la IDE de arduino para programar salidas, entradas digitales y analógicas para control de elementos conectados a la tablilla, este sistema ofrece la ventaja de ser accesible y presentar literatura disponible desde el fabricante [8]. El ide de arduino es una interfaz visual donde se introducen los códigos que activan o desactivan salidas de la tablilla, para el control de los cuatro contactos aplicados al módulo de control [4], se deben declarar y activar cuatro salidas digitales con los comandos PinMode y Digital write, se debe programar el tiempo requerido para activación y desactivación de cada una de ellas. El programa que se presenta en la figura 10, se utiliza para activar los relevadores que cierran los contactos del banco de resistencias del gate (por medio de la carga de capacitores).

```

void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(13, LOW);
  digitalWrite(12, LOW);
  digitalWrite(11, LOW);
  digitalWrite(10, LOW);
  //primera resistencia
  digitalWrite(13, HIGH); //cerrar contacto y encender primer resistencia
  delay(5000); //esperar cinco segundos y realizar mediciones
  digitalWrite(13, LOW); //abrir contacto y apagar la resistencia
  delay(5000);
  //segunda resistencia
  digitalWrite(12, HIGH); //cerrar contacto y encender primer resistencia
  delay(5000); //esperar cinco segundos y realizar mediciones
  digitalWrite(12, LOW); //abrir contacto y apagar la resistencia
  delay(5000);
  //primera resistencia y segunda resistencia juntas
  digitalWrite(13, HIGH);
  digitalWrite(12, HIGH);
  delay(5000);
  digitalWrite(13, LOW);
  digitalWrite(12, LOW);
  delay(50);
}
    
```

Figura 10. Programa de arduino para activación y desactivación de contactos de relevador utilizados en la resistencia seccionada para sustituir el potenciómetro del dimmer.

Los alumnos aplican este y otros programas al módulo y pueden someter al equipo a diversos niveles de voltaje y amperaje.

Para conectar las salidas que activan las resistencias en paralelo en el gate del triac, como se menciona anteriormente, se utiliza un relevador por interruptor por resistencia, dejándolos en funcionamiento de forma independiente, como el programa de la figura 10 lo indica, se activan las salidas digitales 13, 12, 11 y 10, estas salidas envían señal HIGH a la bobina de cada relevador y la GND, se encarga de cerrar el circuito para que el programa active en base a los tiempos establecidos los cuatro relés, para activar y desactivar las resistencias conectadas en paralelo en el gate del tiristor (previa conexión con capacitor).

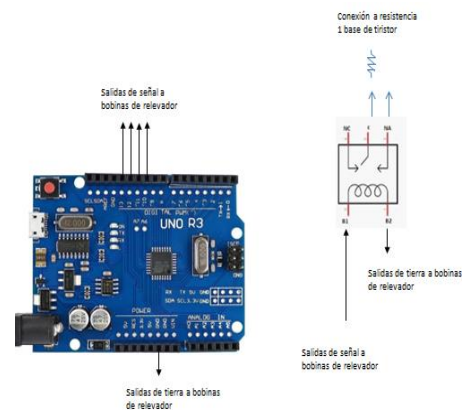


Figura 11. Conexiones de salida de la tablilla arduino hacia las bobinas de los relevadores que realizan apertura y cierre de contactos en la resistencia seccionada de la figura 7.

La conexión del encendido de los leds del circuito de la figura 9, se realiza en las mismas salidas digitales que se utilizan para los relevadores, 13, 12, 11 y 10, en las salidas digitales se conecta el cátodo de cada led.

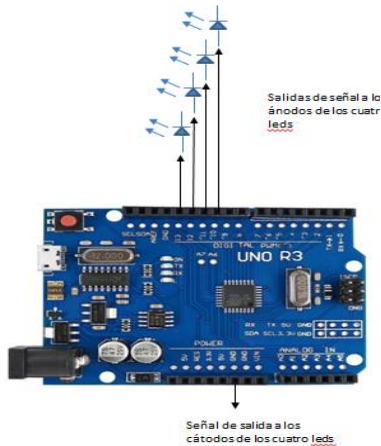


Figura 12. Conexiones de salidas digitales para alimentar los leds que envían señal hacia las fotoresistencias, para lograr la conducción en la resistencia seccionada.

Otra de las aplicaciones de este módulo es el mando a distancia para las salidas digitales de la tablilla arduino, esto se logra comunicando el teléfono móvil con un módulo bluetooth que se agrega al sistema arduino, de tal forma que el usuario puede dar de alta su aplicación en un teléfono móvil que tenga sistema operativo android y enviar señales a las salidas digitales y analógicas de la tablilla a una distancia de al menos cinco metros del módulo bluetooth de arduino [9].

2.5 Plataforma Labview.

La conexión entre arduino y labview se lleva a cabo por medio del conector visa de national instruments, que permite utilizar un puerto de comunicación en común para enviar señales entre las dos plataformas, en esta parte se selecciona el puerto “com” a utilizar y debe coincidir con el número de “com” al cual se ha conectado la tablilla arduino, en ambas plataformas se debe especificar el baud rate que se ha de utilizar para sincronizar las velocidades de comunicación, este método de comunicación entre software y dispositivo permite a los alumnos utilizar un programador digital de bajo costo, que es funcional para aplicaciones digitales y que puede sustituir en aplicaciones básicas a las tarjetas de adquisición de datos de national instruments, con un ahorro del 90% del costo.

2.6. Exportar datos de labview a excel.

Los datos de labview se pueden llevar a celdas de excel para mostrarlos en forma de gráficos y tablas, con el fin de realizar gráficos de monitoreo de las cargas que se están sometiendo a prueba en el módulo de tiristores, los datos se pueden enviar desde labview a excel por medio de arreglos, con estos datos se pueden realizar seguimientos de los equipos para realizar gráficas y tablas que permitan a su vez generar rutinas de mantenimiento para los equipos conectados al módulo de prácticas, con el fin de que los alumnos experimenten la relación entre las plataformas de software y hardware presentadas en este documento.

2.7. Excel y formatos aplicados al mantenimiento industrial.

Las celdas de excel se pueden manipular de tal forma que se convierten en tablas y gráficos que son útiles para crear programas y rutinas de mantenimiento que permitan presentar al usuario la periodicidad del mantenimiento con datos tomados de las celdas que se alimentan de datos exportados a excel desde labview, logrando de esta forma la aplicación de arduino y labview en el mantenimiento industrial.

3. CONCLUSIONES

Se ha logrado hasta el momento con la asesoría del cuerpo académico desarrollo industrial, que los alumnos del quinto cuatrimestre de la materia integradora comuniquen y activen la tablilla arduino con sus teléfonos móviles por medio de bluetooth, consiguiendo con esto generar movimiento en los prototipos que realizan, en cuanto a las materias mencionadas en el inicio de este trabajo, se ha logrado realizar la comunicación desde labview con la tablilla arduino por medio del conector visa y la presentación en pantalla de los instrumentos que activan arduino desde labview, también se ha logrado la exportación de datos desde labview a excel para manipularlos generando tablas y gráficos que han permitido a los alumnos crear planes de mantenimiento sencillos, de estos planes de mantenimiento se derivan rutinas para los sistemas macatónicos presentados por los alumnos, donde se han aplicado estas plataformas de hardware y software, en lo concerniente a los elementos electrónicos tiristores, los alumnos comprenden el funcionamiento de los mismos a base de conectarlos, energizarlos, conectar los circuitos dimmers y manipulando el ángulo de fase pueden variar las velocidades de motores eléctricos tanto con alimentación de 127V como de 12V de CA, una vez logrado esto pueden realizar la medición de sus variables tanto en sus terminales como en los bornes de conexión de las cargas y tiristores que se someterán a prueba en este módulo.

4. REFERENCIAS

- [1] J.D. Alvarez, Dispositivo electrónico para controlar la frecuencia en un motor monofásico de corriente alterna, Pereira, Scientia Et Technica, 2017, páginas 308-314.
- [2] P.Garrido, Tiristores ¿Conmutadores ideales? [en línea], disponible: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=34&ni=tiristores-conmutadores-ideales>
- [3] H. Fernández, Reducción de armónicos y mejora de la capacidad de aislamiento de un accionamiento para un motor de inducción de rotor devanado [en línea] disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212008000400006
- [4] F.Martinez,Tutorial Arduino:Ide de arduino, [en línea] disponible en: <https://openwebinars.net/blog/tutorial-arduino-ide-arduino/>
- [5] L.Valle, Curso de arduino aprende a programar desde cero, [en línea] disponible en: <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/curso-de-arduino/>
- [6] Brian. W. Evans, Arduino notebook, creative commons, 2007
- [7] <https://www.areatecnologia.com/electronica/triac.html>
- [8] www.arduino.cc
- [9] Naylamp Mechatronics, Tutorial Básico de Uso del Módulo Bluetooth HC-06 y HC-05, [en línea] disponible en: https://naylampmechatronics.com/blog/12_Tutorial-B% C3% A1sico-de-Uso-del-M% C3% B3dulo-Bluetooth-H.html
- [10] Naylamp Mechatronics, Instalación del IDE Arduino, [en línea] disponible en: https://naylampmechatronics.com/blog/9_Instalaci%C3%B3n-del-IDE-Arduino.html
- [11] Naylamp Mechatronics, Tutorial Arduino y control remoto Infrarrojo, [en línea] disponible en: https://naylampmechatronics.com/blog/36_Tutorial-Arduino-y-control-remoto-Infrarrojo.html
- [12] Creative commons, Manual de arduino, programación y conceptos básicos, [en línea] disponible en: <https://www.zonamaker.com/descargas/Arduino/Manual-Arduino.pdf>
- [13] Tutorial de labview, [en línea] disponible en: <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabview.pdf>
- [18] G. Neira,Labview a Excel, [en línea] disponible en: <https://prezi.com/5bxqm6iobph9/labview-a-excel/>
- [19] NI, Creating a Report in Microsoft Excel Using the LabVIEW Report Generation Toolkit, Tutoriales 1 al 4, [en línea] disponible en: <https://forums.ni.com/t5/LabVIEW/comunicacion-labview-excel/td-1968073?profile.language=es>
- [20] J. Díaz, L. Pabón, Plataforma de bajo costo para la evaluación de fenómenos electromagnéticos monofásicos de calidad de la energía según el estándar IEEE 1159,Universidad Nacional de Colombia, ISSN 0012-7353.
- [21] D. Abrego, National Instruments México,Administre y reporte sus datos de medición con NI LabView [en línea] disponible en: <https://docplayer.es/15545533-Administre-y-reporte-sus-datos-de-medicion-con-ni-labview.html>
- [22] D. Ponce, Proyecto técnico previo a la obtención de título, Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador, [en línea] disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13460/1/UPS-GT001796.pdf>
- [14] H.Roncacio, Tutorial labview, Universidad Distrital "Francisco Jose de Caldas", Laboratorio de Electrónica, [en línea] disponible en: <Http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicacionesloads/labviewtutorialuniversidadfranciscocodecaldas.pdf>
- [15] H.Torres, Arduino LabVIEW Comunicación serial, [en línea] disponible en: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/arduino-labview-comunicacion-serial/>
- [16] J. Ruiz,Labview mas arduino,versión 1.0, [en línea] disponible en:<http://proyecto987.es/blog/wp-content/uploads/2016/04/Arduino-LabVIEW.pdf>
- [17] Naylamp Mechatronics, Tutorial arduino + Labview, [en línea] disponible en: https://naylampmechatronics.com/blog/23_TUTORIAL-ARDUINO-Y-LABVIEW.html