

Manipulación de entradas-salidas digitales y análogas del servo amplificador Ultra 3000 de Allen Bradley utilizando microcontroladores y LabVIEW

J.E Tarango Hernández¹, A. Ruiz Cordero², N. Alvarado Tovar³, V. E. Manqueros Áviles⁴

Resumen— Este artículo presenta la metodología por medio de la cual se pueden manipular las entradas-salidas digitales y análogas del servoamplificador ultra 3000i de la marca Allen Bradley para el movimiento de un servomotor de la misma marca. También se muestra el desarrollo de una interfaz gráfica desarrollada en LabVIEW, la cual en conjunto con los microcontroladores Arduino Uno y PIC18F4550 enviarán las señales de entrada hacia el servoamplificador para ponerlo en funcionamiento. Así mismo, se implementa una etapa de acondicionamiento de señal basada en amplificadores operacionales, la cual se encarga de transformar la señal de salida del microcontrolador en la señal de entrada ideal del servoamplificador.

Palabras claves— LabVIEW, servomotor, servoamplificador, microcontrolador, GUI, acondicionamiento de señal.

Abstract— This article presents the methodology by means of which you can manipulate the digital and analog inputs and outputs of an ultra 3000i servo amplifier of the brand Allen Bradley for the movement of a servo motor of the same brand. The work shows the development of a graphical interface programmed in the LabVIEW software, which in conjunction with the Arduino microcontrollers and the PIC16F4550 will send the input signals to the servo amplifier to put it into operation. Likewise, a stage of signal conditioning based on operational amplifiers is proposed for transmitting the output signal of the microcontroller in the ideal input signal of the servo amplifier.

Keywords— LabVIEW, servomotor, servoamplificador, microcontrolador.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día los servomotores son utilizados en diferentes campos de aplicación en los que sea necesario una precisión y exactitud de movimiento. Además, el avance tecnológico en los últimos años ha desarrollado una gran demanda en cuanto al uso de los servomotores no solo en ámbito industrial, sino también en la docencia e investigación.

Los servomotores son ampliamente utilizados en diversas aplicaciones industriales, educativas y de investigación. Por ejemplo, para prótesis actuadas por servomotores para la estimulación de músculos que sufren de parálisis o de atrofia parcial [1], para la distribución eficiente de la energía mediante el control de posición y velocidad [2], en el desarrollo de prototipos empleando servo amplificadores Ultra 3000 de Allen Bradley como una maquina cosedora de bolsa trasera [3], alimentador para prensa automática [4] y para una estación de trabajo educativa [5]. En la máquina de corte también se emplean los servomotores, como por ejemplo en el prototipo de mesa cortadora de plasma desarrollada en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo (ITSL), en el que emplearon servos amplificadores SureServo de Automation Direct [6]. Los servomotres también son ampliamente usados para el control de movimiento de robots, como por ejemplo: en robots paralelos, son más rápidos y más robusto que los robots tipo serie [9], en el desarrollo de un prototipo de robot paralelo de 3 grados de libertad donde se emplearon servo-amplificadores ServoStar 603 de Kollmorgen [7], y en el desarrollo de un prototipo de robot móvil para la investigación de técnicas de Inteligencia Artificial por medio de dos servomotores modelo Hextro-nik HX5010 [8].

LABview y Arduino son plataformas de software y hardware ampliamente utilizadas en área educativa e investigación, que en conjunto pueden interactuar para el manejo de hardware más especializado como los servosistemas empleados en la industria [10]. En la medición de diferentes nutrientes dentro del cultivo de la chuga cultivada usando la técnica película nutritiva, se exponen los resultados de medición usando sensores de iones selectivos, para lo cual fueron acondicionados con el fin de otorgar señales electrónicas que puedan ser leídas por una tarjeta adquisitora USB-6008, mediante el uso de LabVIEW se desarrolla una interfaz con el objetivo de visualizar el comportamiento de las variables con un retraso de datos muy pequeño [11]. En la investigación orientada a

¹J.E. Tarango Hernández (Eduardo_TarangoHdz@hotmail.com).

³N. Alvarado Tovar (nalvarado@itslerdo.edu.mx)

⁴V.E Manqueros Áviles (emanqueros@itslerdo.edu.mx)

^{1,2,3,4}Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, Dpto. de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Av Tecnológico S/N Col Periférico, Cd. Lerdo, Dgo. CP 25150

determinar de una manera alternativa el torque y potencia de un motor de encendido provocado (MEP). En primera instancia, mediante el protocolo basado en la norma INEM 960, el uso de la tarjeta electrónica DAQ USB 6008 y la programación en el Software LabVIEW, se realiza la adquisición y procesamiento de señales [12]. En el desarrollo de un sistema computadora-controlador para el control de velocidad de un motor de DC usando inteligencia artificial [13].

Además de Arduino, los PIC's también pueden interactuar con LabView. Para la digitalización de las señales biológicas, su registro, visualización, cuantificación y transmisión por Internet empleando una PC [14]. En el diseño e implementación de un dispositivo portátil que, a partir de sensores de movimiento (acelerómetros) proporcionen las características cinemáticas de la marcha humana tales como: velocidad, aceleración, y el ángulo formado entre los segmentos articulares (cadera, rodilla y tobillo), para tal fin se utilizan acelerómetros micro maquinados; la información es procesada a través de un microcontrolador PIC 18F4550 [15]. En el desarrollo de una plataforma didáctica de adquisición de datos basada en un microcontrolador PIC18F4550, para la implementación de prácticas dentro de la unidad de aprendizaje de interfaces y microcontroladores [16].

En la actualidad en el ITSL cuenta con servos sistemas de la marca Allen Bradley con los cuales se plantea el desarrollo de gabinetes didácticos con los cuales alumnos y profesores puedan interactuar con estos equipos de control de movimiento. Por lo que el trabajo presentado en este artículo se enfoca en la manipulación de entradas y salidas digitales y analógicas de un servoamplificador Ultra 3000i de la marca Allen Bradley mediante una interfaz gráfica en LabVIEW y en conjunto con los microcontroladores Arduino uno y el PIC 18F4550. Cabe resaltar que para poder utilizar las entradas analógicas del servoamplificador se diseña e implementa una etapa de acondicionamiento de señal basado en amplificadores operacionales, donde la señal de salida del microcontrolador es amplificada a una señal adecuada para la entrada analógica del servoamplificador.

El presente trabajo contiene las siguientes secciones: la sección de descripción técnica, en la cual se muestran los datos técnicos de los principales elementos; la sección de metodología muestra la metodología empleada; en la sección de resultados se muestran los resultados obtenidos, y finalmente la sección de conclusiones.

II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

DESCRIPCION TECNICA DE LOS ELEMENTOS

A. Servoamplificador ultra 3000i de Allen Bradley

Los servo amplificadores Ultra 3000i de la marca Allen Bradley son dispositivos que soportan una sencilla indexación independiente, así mismo estos poseen un movimiento integrado de varios ejes. Combinan rendimiento y flexibilidad para capturar y calcular posiciones de alta velocidad. Este dispositivo cuenta con un indicador de siete segmentos que indica el estado de encendido, tiene tres conectores, un DB9 para la comunicación serial, uno más con quince pines para la retroalimentación del motor, el último el cual contiene cuarenta y cuatro pines entre los cuales se encuentran las entradas y salidas digitales y analógicas, en la figura 1 se muestra el servo amplificador [17].

B. Servomotor MPL – A420P – M

Las características de este tipo de servomotores es que son motores sin escobillas de baja inercia, torque continuo de 2 a 10.20 N, y velocidad 5000 rpm, múltiples opciones de retroalimentación y alimentación de 230 Vca. Algunos de estos servomotores trabajan con freno mecánico el cual se acciona con un voltaje de 24Vcd [18]. La figura 1 muestra el servomotor.



Figura 1 Servo amplificador y servomotor

C. LabVIEW

En LabVIEW la programación se realiza en el diagrama de bloques, los programas están formados por elementos de entrada de datos, funciones, estructuras e indicadores. Los datos circulan a través del programa mediante cables, que sirven para unir unos elementos con otro con la ayuda de la herramienta llamada Connect Wire y el cableado debe ser lo más corto posible [19].

D. PIC18F4550

El PIC18F4550 es un microcontrolador con un controlador de dispositivo USB embebido que puede comunicarse a baja y máxima velocidad. El chip no tiene soporte específico para almacenamiento masivo, pero es adecuado para aplicaciones de almacenamiento masivo que necesitan almacenar y transferir cantidades moderadas de datos a velocidades moderadas [20].

E. Acondicionamiento de señal

El desarrollo del acondicionamiento de señal está basado en el uso de amplificadores operacionales. El amplificador operacional utilizado es el LM741 en el modo de amplificador no inversor. El circuito cuenta con una fuente de alimentación de +15 Vcd y -15 Vcd, así mismo se utilizan dos resistencias de 10 kohm.

Dada a la siguiente ecuación 1 se obtiene una ganancia de 2.

$$Av = \frac{v_{ent}}{v_{sal}} = 1 + \frac{RF}{RG} \quad (1)$$

Es importante mencionar que a la entrada no inversora del amplificador operacional entra una señal de 0 a 5 Vcd, una vez que pasa por el amplificador operacional y dada la ecuación anterior para conocer la ganancia, el voltaje que se obtiene a la salida ahora oscila de 0 a 10 Vcd el cual es el rango necesario para el uso de las entradas analógicas del servoamplificador. En la figura 2 se muestra el diagrama a bloques de los elementos involucrados para realizar el acondicionamiento de señal para las entradas analógicas del servoamplificador.



Figura 2 Diagrama a bloques para el acondicionamiento de señal.

METODOLOGÍA

Para la manipulación de las entradas digitales y analógicas del servoamplificador utilizando los microcontroladores de arduino y el PIC18F4550 y una interfaz de usuario en LabVIEW es importante tener el conocimiento de la electrónica básica. La figura 3 muestra el diagrama a bloques de los elementos principales del trabajo.

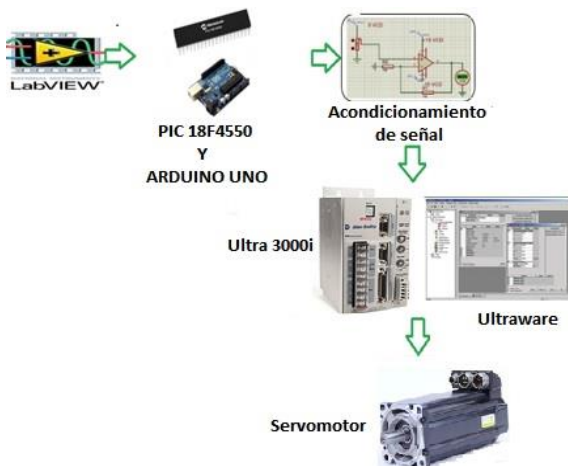


Figura 3 Diagrama a bloques

En un trabajo previo desarrollado por los autores se muestran los diagramas eléctricos utilizados para la alimentación principal y protección del servomotor y el servoamplificador. En ese mismo artículo se muestra la configuración del Servoamplificador Ultra 3000i, recordando que todo esto se hace mediante el software Ultraware, donde los principales puntos son la comunicación la cual se realiza por medio del protocolo RS232. También muestra la manera correcta de generar un nuevo proyecto de trabajo en el software Ultraware, seleccionar el modelo del servomotor que se está empleando [10].

Configuración de entradas digitales.

Las entradas digitales del servoamplificador trabajan a 24 Vcd, para realizar su configuración en el software Ultraware es necesario seleccionar la pestaña de entradas digitales, tal como se muestra en la Figura 4.

Parameter	Value	Units
Input 1	Drive Enable	
Input 2	Reset Drive	
Input 3	Preset Select 0	
Input 4	Preset Select 1	
Input 5	Preset Select 2	
Input 6	Start Homing	
Input 7	Pause Homing	
Input 8	Stop Homing	

Figura 4 Configuración de entradas digitales

Las entradas digitales tienen diferentes modos de configuración, como por ejemplo Define Home, Define Position, Drive Enable,, Fault Reset, Presets, Start Homing, Stopo Homing, Pause Homing, Reset Drive, Preset, entre otras. Si se utilizan las entradas digitales en modo preset es importante recordar que el servoamplificador tiene tres diferentes modos de operación, de velocidad, corriente y posición los cuales deben configurarse previo a utilizarse. La figura 5 muestra a configuración del modo de operación de los preset. En la configuración como preset se pueden programar hasta 8 valores, los cuales se pueden seleccionar mediante la combinación binaria de 3 entradas.

Parameter	Value
Name	Drive
Auto Motor Iden	Enabled
Motor Model	MPL-A420P-M
Motor Forward Dir	Normal
Displayed Units	Metric
Operation Modes	
Operation Mode	Preset Velocity
Oper Mode Override	Preset Velocity
Machine Cycle	Follower: Auxiliary Encoder
Communications	Follower: Step/Direction
Current Limits	Follower: Step Up/Step Down
Position Limits	Indexing
Speed Functions	Preset Current
Position Functions	Preset Position
	Preset Velocity

Figura 5 Selección del modo Preset del servo amplificador

Configuración de salidas digitales

El servoamplificador tiene cuatro salidas digitales con optoacopladores con salida a transistor, las cuales pueden ser configuradas mediante el software. El voltaje en cada una de las terminales de salida es de +24 Vcd, para realizar la configuración de las salidas digitales se selecciona en el dispositivo la opción de salida digital donde posteriormente se puede seleccionar la opción correspondiente a la aplicación, tal como se muestran en la figura 6.

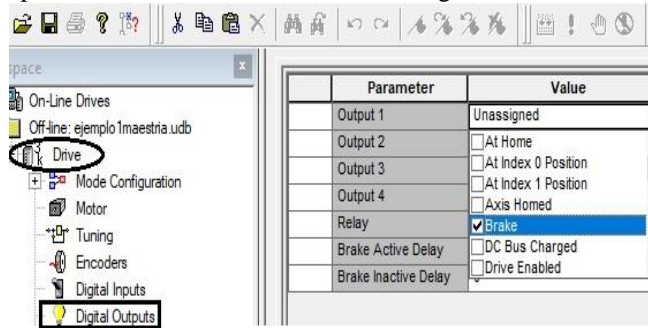


Figura 6 Configuración de salidas Digitales.

Configuración de entradas analógicas

Las entradas analógicas tienen tres diferentes modos de operación: modo de corriente, modo de posición y en modo velocidad. Para poder utilizar las entradas analógicas primero hay que seleccionar el modo de operación al que se va a trabajar, en la figura 7 se muestran los tres modos que se pueden usar.

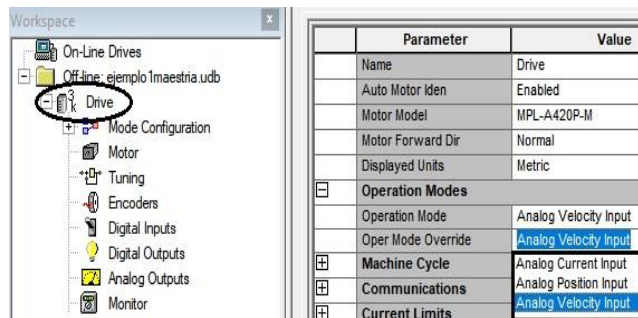


Figura 7 Configuración del modo de operación analógico

Una vez seleccionado el modo de operación, es necesario configurar los parámetros para el modo de operación seleccionado. Los parámetros a ingresar principalmente son valores de RPM en el modo de velocidad, Ampere en el modo de corriente y cuentas en el modo de posición. Tener en cuenta que el valor ingresado será el valor máximo a un voltaje de 10 Vcd. En la figura 8 se muestra la configuración en los tres modos.

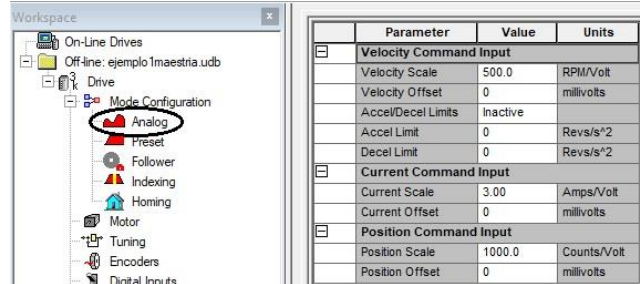


Figura 8 Modo de configuración analógico

Acondicionamiento de señal

La etapa de acondicionamiento de la señal empleada se basó en amplificadores operacionales, se utilizó el modo de amplificador no inversor como se muestra en la figura 9.

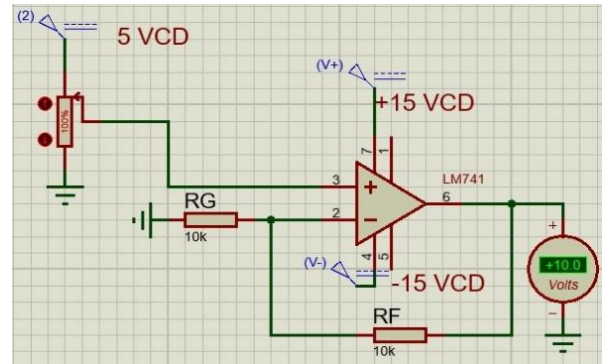


Figura 9 Diagrama de amplificador operacional no inversor

En la figura 10 se muestra el acondicionamiento de señal utilizando el Arduino uno y en la figura 11 se muestra el acondicionamiento para el PIC18F4550.

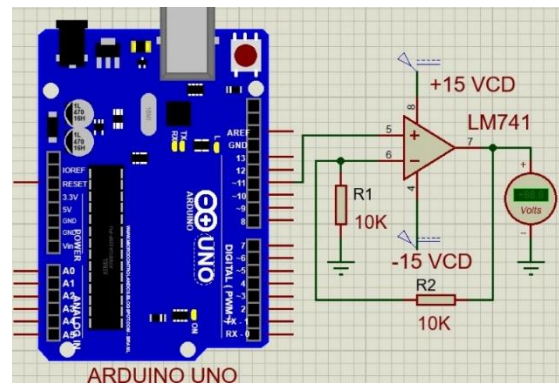


Figura 10 Arduino uno con acondicionamiento de señal

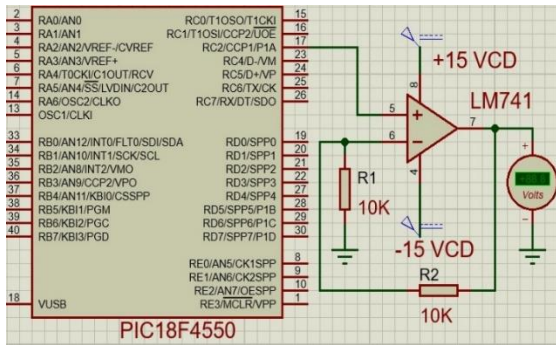


Figura 11 PIC18F4550 con acondicionamiento de señal

III. RESULTADOS

Se diseñó una interfaz en el software LabVIEW la cual consta de 8 interruptores con su respectivo indicador, al accionarse los interruptores en la interfaz se manda activar una salida digital del microcontrolador Arduino uno o PIC18F4550. La salida activada del microcontrolador accionará una entrada digital del servo amplificador. Para las entradas digitales del servoamplificador se diseñó un acondicionamiento de señal utilizando un opto-acoplador 4N26 para cada una de las entradas. Dentro de la interfaz se cuenta con un slide mediante el cual se varía la salida analógica del correspondiente microcontrolador. La salida analógica del microcontrolador se envía a la entrada analógica del servoamplificador. La figura 12 muestra la inferfaz de usuario.



Figura 12 Interfaz desarrollada.

En las figuras 13 y 14 se muestra el sistema trabajando con Arduino Uno y PIC18F4550 con sus etapas de acondicionamiento de señal.



Figura 13 Servosistema trabajando con Arduino uno

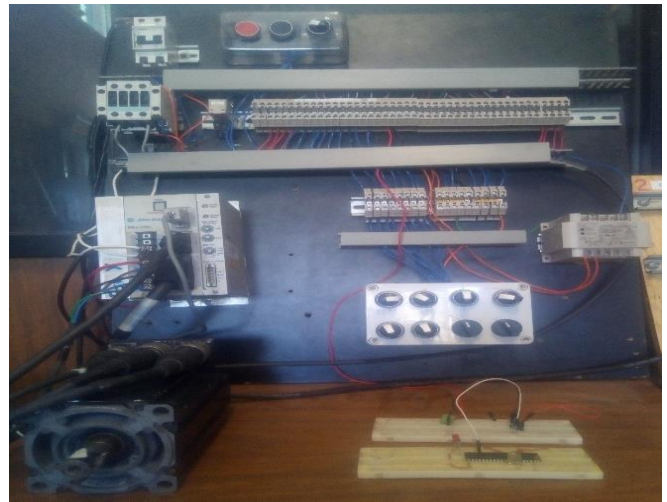


Figura 14 Servosistema trabajando con PIC18F4550

IV. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El uso de los servomotores hoy en día es de gran importancia ya que este tipo de dispositivos poseen grandes cualidades que permiten realizar una gran variedad de aplicaciones no solo a nivel industrial sino en lo académico. Por medio de un lenguaje visual de programación como LabView, y en conjunto de microcontroladores como Arduino o el PIC18F4550 se abre la oportunidad de manipular las entradas-salidas digitales y analógicas de servo amplificadores, como el tratado en este artículo. El acondicionamiento de señal es importante para poder interactuar adecuadamente entre microcontroladores y dispositivos industriales como el servo amplificador Ultra 3000i.

V. AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico Superior de Lerdo por brindar la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente y a mis asesores por brindarme todo el apoyo para la realización de este artículo.

VI. REFERENCIAS

- [1] (Torres S.M, 2011), "Diseño personalizado de una interfaz mioeléctrica para una prótesis de miembro superior", Bogotá Colombia.
- [2] Rodríguez, J.A. (2011), "Análisis y desarrollo de un servoamplificador para motores sin núcleo para medición de viscosidad", Centro Universitario, Querétaro, Qro.
- [3] Alvarado Tovar, N, Gámez Vargas, A., Cordero Escamilla, A.J, García Silva, J.J. y Burciaga Pérez J.A. (2010). "Diseño e Implementación de prototipo para máquina cosedora de bolsa trasera de pantalón", in Proceedings IEEE Sección México, Reunión de Verano de Potencia, RVP-AI/2010-GIN-02.
- [4] González Viñez, J.C. (2015) "Actualización de alimentador para prensa automática", tesis de ingeniería, Universidad Tecnológica de Querétaro.
- [5] Godoy Rodríguez, L. (2009) "Estación de trabajo Ultra 3000", tesis de ingeniería, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, IPN.
- [6] García Galindo, J. A. (2016) "Implementación de un sistema de control para una mesa cortadora de plasma de placa", tesis de especialista de ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico Superior de Lerdo.
- [7] Alvarado, N, Llama Leal, M. A., Wenger, P., Pámanes, J.A y Moreno, H.A. (2006). "Control de servomotores para un Robot Paralelo de 3 grados de libertad mediante el empleo de un arduino controlador multitejes", VIII Congreso Mexicano de Robótica, COMRob 2006.
- [8] Marinelli, M.J., De silvestre E.C.(2012). "Desarrollo de un prototipo de robot móvil para la investigación y aplicación de técnicas de inteligencia artificial", artículo de revista científica, Argentina.
- [9] Rivas, D.R., Galarza E.E. (2015). "Robot delta controlado con sistema operativo robótico", artículo de revista científica, Colombia.
- [10] Tarango J.E. (2017). "Manipulación de entradas y salidas digitales del servoamplificador Ultra 3000 de Allen Bradley usando MatLab y arduino" artículo de revista científica, Gómez Palacio Durango, México.
- [11] Manqueros, V.E. (2015) "Mediciones Nutritivas en un sistema Hidropónico NFT mediante el uso de sensores de iones selectivos y LabVIEW", Mexico.
- [12] Castillo, J. (2017) "Determinación del torque y potencia de un motor de combustión interna a gasolina mediante el uso de bujía con sensor de presión adaptado y aplicación de un modelo matemático", Ecuador.
- [13] Rodriguez, R. (2011) "Control de velocidad en tiempo real de un motor DC controlado por lógica difusa tipo PD+I usando LabVIEW".
- [14] Neer, G. "Aplicaciones del software Labview en electrocardiografía"
- [15] Camargo, E. (2012), "Sistema portátil de captura de movimiento para el análisis cinemático de la marcha humana", Colombia.
- [16] Olvera, D. (2016) "Plataforma didáctica para adquisición de datos a través de un microcontrolador", México
- [17] Integration Manual, Rockwell Automation Publication 2098-IN005C-EN-P — March 2008
- [18] Design Guide, Rockwell Automation Publication GMC-RM008A-EN-P - September 2011
- [19] Lajara, J.R. (2011) "LabVIEW entorno gráfico de programación", editorial marcombo, 2ª edición, Barcelona..
- [20] Axelson J. (2006) "Designing and programming devices and embedded hosts"
- [21] Paul, B.(2001) "Prácticas de electrónica", editorial Marcombo.

VII. BIOGRAFÍA



J.E. Tarango Hernández nació en Gómez Palacio Durango, el 27 de septiembre de 1993. Obtuvo la licenciatura en Ingeniería en Electrónica en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en Cd. Lerdo Durango, México en el año 2016. El J.E. Tarango Hernández actualmente labora en Fabricaciones Especializadas S.A de C.V en el Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios #83 como docente encargado del área de electrónica.



Antonio Ruiz Cordero Nació en la ciudad de Gómez Palacio Durango, el 15 de noviembre de 1993. Obtuvo la licenciatura en Ingeniería en Electrónica en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en Cd. Lerdo Durango, México en el año 2017.



M.C. Noé Alvarado Tovar. Nació en la Ciudad de Torreón, Coah. México el 11 de julio de 1978. Egresado del Instituto Tecnológico de la Laguna de la carrera de Ingeniería Electrónica en el año 2000. Obtuvo el grado de Maestría en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica en el Centro de Graduados del Instituto Tecnológico de la Laguna, ubicado en la ciudad de Torreón, Coah. México, en el año de 2006, en la especialidad en Control de Robots Manipuladores. Actualmente está en la etapa final de sus estudios de doctorado en la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España. Actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, desempeñado el puesto de Investigador-Docente, en el Departamento de Investigación y Desarrollo Tecnológico y en la División de Ingeniería Electrónica respectivamente, el instituto se encuentra ubicado en la ciudad de Lerdo, Dgo. México. Cuenta con experiencia profesional en el ramo de la automatización industrial, robótica, control electrónico. Sus actuales líneas de investigación incluyen: Mecatrónica, robótica, automatización industrial, control de movimiento, comunicaciones industriales y electrónica de control y de potencia.



Manqueros Avilés Víctor Edi. Nació en la ciudad de Durango, Durango el 23 de Diciembre de 1976. Radica actualmente en Cd. Lerdo, Durango. Ingeniero Electrónico egresado del Instituto Tecnológico de Durango en el 2001, Obtuvo el grado como Maestro en Ciencias En Ingeniería Electrónica en Control, en el 2006 en el Instituto Tecnológico de Durango. Actualmente trabaja como docente e Investigador en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, dentro de la división de posgrado, en donde imparte asignaturas en la especialización en ingeniería mecatrónica, participa también desde el 2009 en la subdirección de investigación y desarrollo del tecnológico, en donde ha desarrollado alrededor de 10 proyectos vinculados con empresas y centros de investigación. Áreas de interés: Control, Automatización, Mecatrónica, Robótica, Instrumentación, entre otras.