

Manipulación de entradas-salidas digitales y análogas del servoamplificador Ultra 3000 de Allen Bradley utilizando PLC y HMI

A. Ruiz Cordero¹, J.E Tarango Hernández², N. Alvarado Tovar³, V. E. Manqueras 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 la configuración realizada para un PLC de la marca Omron, así como su programación mediante el software CX Programmer para el uso de las entradas-salidas digitales y análogas del servoamplificador. Se desarrollaron etapas de acondicionamiento de señal usando amplificadores operacionales. También se muestra el desarrollo de una interfaz gráfica para una HMI desarrollada en el software WebOP. Esta interfaz permite visualizar y controlar las entradas-salidas digitales y/o análogas del servoamplificador.

Palabras claves—HMI, PLC, Servoamplificador, Servomotor, acondicionamiento de señal.

Abstract—This article presents the methodology through which the digital and analogue inputs-outputs of the ultra-3000i servo amplifier of the Allen Bradley brand can be manipulated for the movement of a servomotor of the same brand. It also shows the configuration made to the PLC of the Omron brand, as well as its programming using the Cx Programmer software for the emission of input signals corresponding to the ultra 3000i servo amplifier. Said signals were manipulated with conditioning stages using operational amplifiers, to give a correct operation to the servo amplifier. Likewise, it shows the development of a graphical interface through HMI that was programmed with the help of the WebOP software, to coordinate and control the digital and / or analog inputs / outputs of the servo amplifier.

Keywords— HMI, PLC, Servoamplificador, Servomotor, acondicionamiento de señal

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad en el ámbito industrial hay un gran número de empresas que emplean sistemas para el control de movimiento en sus procesos de producción. Además de las industrias, los servomotores son empleados en

universidades y centros de investigación, tanto para fines didácticos como de investigación.

El uso de dispositivos como el PLC y HMI en los sistemas de control de movimiento permiten la visualización de señales y la interacción directa con estos sistemas para un mejor funcionamiento, esto dependiendo de la aplicación. Los servomotores son ampliamente utilizados en diversas aplicaciones industriales, educativas y de investigación. Por ejemplo, para el desarrollo de un prototipo de maquina cosedora de bolsa trasera [1], alimentador para prensa automática [2], para una estación de trabajo educativa [2], en el prototipo de mesa cortadora de plasma desarrollada en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo (ITSL) [4] y en el en el desarrollo de un prototipo de robot paralelo de 3 grados de libertad [5]. Los PLC y HMI son empleados en diferentes aplicaciones como por ejemplo: diseño e implementación de un sistema de pruebas desarrollado para lograr la caracterización de un generador de imanes permanentes [6], en una planta piloto para remoción de peróxido de hidrógeno [7].

En la actualidad en el ITSL cuenta con servosistemas de control de movimiento 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 análogas de un servoamplificador Ultra 3000i de la marca Allen Bradley mediante un PLC y una HMI.

El presente trabajo contiene las siguientes secciones: la sección de metodología muestra la metodología empleada, en la sección de resultados se muestran los resultados obtenidos, y finalmente la sección de conclusiones.

¹Antonio Ruiz Cordero (antoniopiano3@Outlook.com).

²N. Alvarado Tovar (nalvarado@itslerdo.edu.mx)

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

Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, Dpto. de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Av. Tecnológico S/N Col Periférico, Cd. Lerdo, Dgo. CP 25150

II. METODOLOGÍA

En esta sección se muestra la metodología para el desarrollo de este trabajo. La figura 1 muestra el diagrama a bloques de los elementos principales.

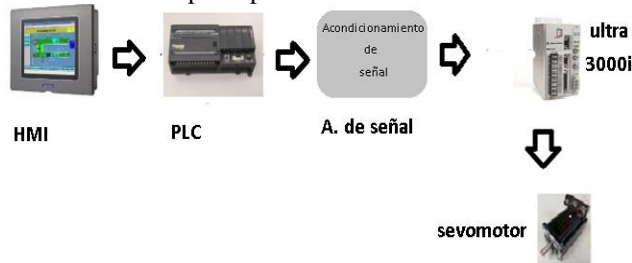


Figura 1 Diagrama a bloques.

A. Instalación eléctrica.

Alimentación del servoamplificador a una red eléctrica de 120v-240v. En la Figura 2 se muestra el diagrama de control eléctrico usado para el funcionamiento y protección de los dispositivos.

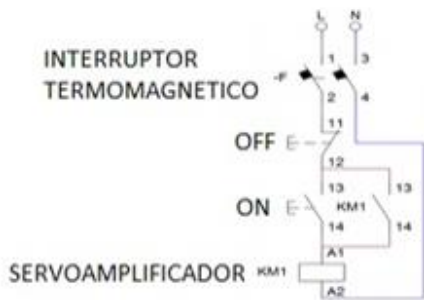


Figura 2 Control eléctrico

B. Configuración del Servo amplificador Ultra 3000i.

Para el correcto funcionamiento del servo amplificador, se deben de configurar ciertos parámetros mediante el software Ultraware. A continuación se describen las principales características a configurar:

Comunicación.

La Figura 3 muestra la conexión de la PC al servoamplificador Ultra 3000i, la conexión es mediante un cable RS2-32 también conocido como cable serial que va al puerto de entrada del servoamplificador del mismo tipo.

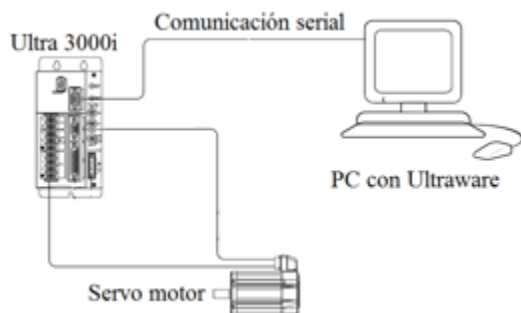


Figura 3 Comunicación entre pc, servoamplificador y servomotor.

Después de la comunicación, ya encendido el servoamplificador, se verifica en el display que no aparezca un error (E), si no aparece es que todo está en orden, en caso de aparecer significa que hay un error en la instalación eléctrica.

Se abre en el ordenador el software Ultraware y enseguida se auto detectara el servoamplificador. En la figura 4 se muestra el dispositivo Online.

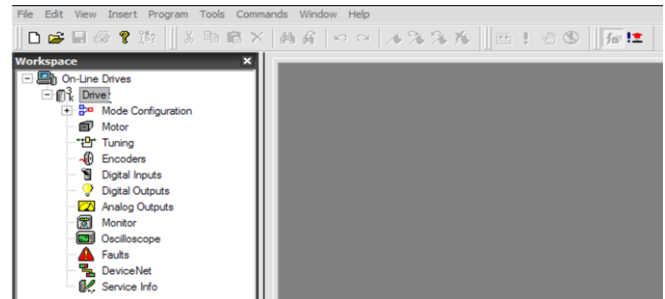


Figura 4 Ultra 3000 i detectado

Configuración de entradas digitales.

Las entradas digitales del servoamplificador trabajan a 24 Vcd. En el apartado Workspace del Ultraware se muestran las distintas configuraciones que se pueden emplear en el servoamplificador Ultra 3000i. Para configurar las entradas digitales se selecciona Mode Configuration y una vez desglosado el submenú se selecciona Digital Inputs, tal como lo muestra la figura 5.

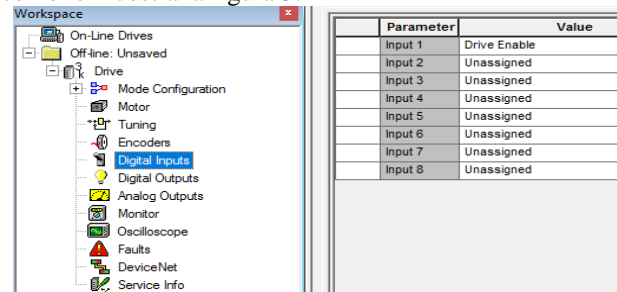


Figura 5 Configuración de entradas digitales.

Las entradas digitales tienen diferentes modos de configuración, como por ejemplo Define Home, Define Position, Drive Enable,, Fault Reset, Presets, Start Homing, Stop 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 6 muestra la configuración del modo de operación de los presets. En la configuración Preset se pueden programar hasta 8 valores, los cuales se pueden seleccionar mediante la combinación binaria de 3 entradas.

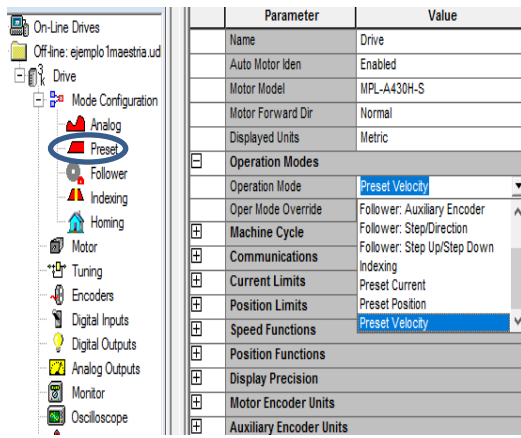


Figura 6 Selección del modo Preset del servo amplificador.

Si se trabaja el modo Preset en la ventana de Workspace, en el submenú Mode Configuration, se selecciona el apartado de Presets, enseguida se mostrará el menú de configuración para los distintos tipos de modo de trabajo ya mencionados. En la figura 7 se visualiza la ventana de configuraciones.

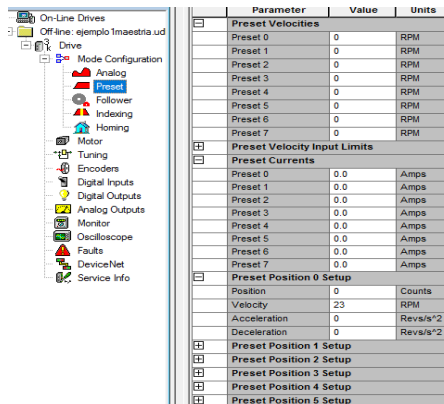


Figura 7 Configuración de los Presets.

Configuración de salidas digitales.

Para la configuración de las salidas digitales es necesario seleccionar en el dispositivo esta opción. Este tipo de servoamplificador solo cuenta con cuatro salidas digitales las cuales pueden ser configuradas en cualquiera de 20 opciones, tal como se muestran en la figura 8. El voltaje en cada una de las terminales de salida es de +24VCD.

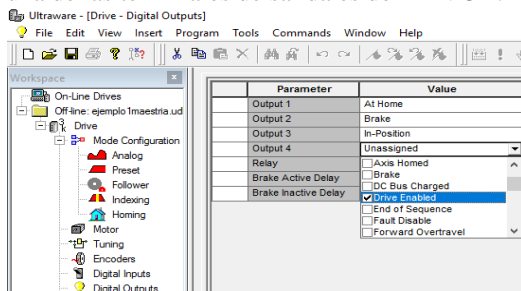


Figura 8 Configuración de salidas Digitales.

C. Desarrollo GUI en Webop para HMI.

Se abre el software Webop y enseguida se crea un documento nuevo al cual se le asigna un nombre al proyecto. En la figura 9 se visualiza el despliegue de la ventana al crear un archivo nuevo.



Figura 9 Ventana de configuración para crear un proyecto

Después de crear un nuevo proyecto se mostrará el área de trabajo donde se colocan los botones para controlar las entradas digitales del servoamplificador, para ello se selecciona la casilla Toggle Switch. En la figura 10 se observa la opción correspondiente para crear botones que son de un bit.

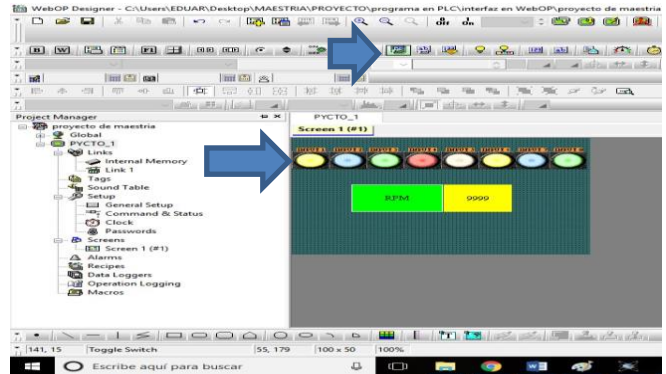


Figura 10 creación de botones de un bit

Para controlar las entradas análogas, se adhieren al espacio de trabajo botones de 16 bits para que se puedan leer los valores numéricos que se proporcionen, para eso se utiliza la casilla Numeric Entry. En la figura 11 se observa cual es la casilla específica para dicha función.

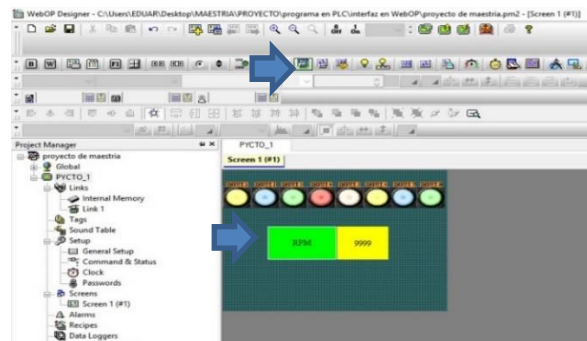


Figura 11 Creación de botones de 16 bits.

D. Programación del PLC

La realización de la programación del PLC de la marca Omron se hace con la ayuda del software Cx Programmer. A continuación, se muestra la secuencia de pasos a realizar para llevar a cabo esta tarea.

Primero se abre el software, para realizar un nuevo proyecto, se marca la casilla de New File, enseguida se muestra un panel de configuración en donde se le asigna el nombre del proyecto creado, así como también la opción de seleccionar el PLC a usar, tal y como se observa en la figura 12.

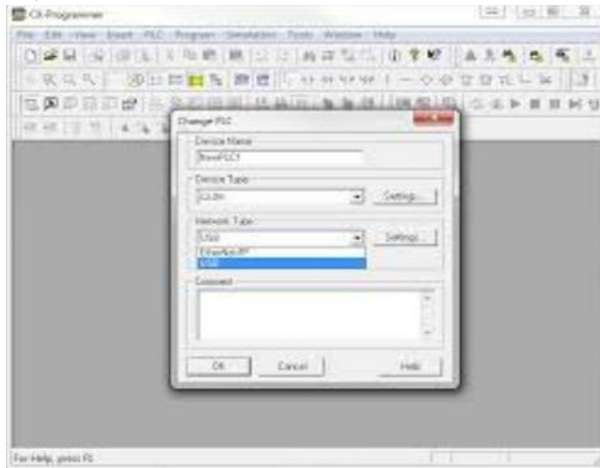


Figura 12 Crear nuevo proyecto en Cx programmer

Para controlar las entradas analógicas del servoamplificador, se emplean las salidas analógicas del MAD42 del PLC CJ2M de la marca OMRON, se utiliza la instrucción Mov, la cual permite mover un dato a una dirección establecida en esta misma instrucción. Se utilizan 3 Mov en este proyecto, 2 que hacen la función de activar o desactivar la salida analógica y uno mas el cual en conjunto con la pantalla HMI recibe el dato ingresado por el usuario y lo mueve al registro en el cual se encuentra situada la salida analógica número 1.

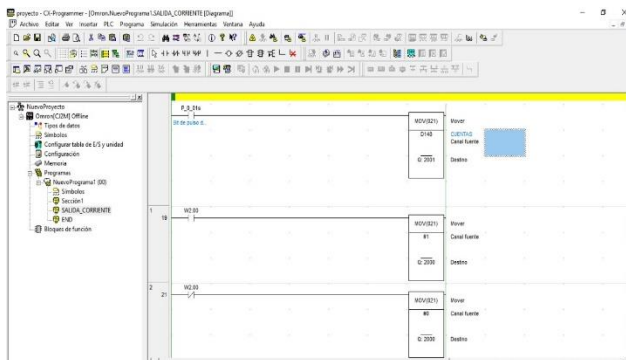


Figura 13 Programación para controlar entradas analógicas del servoamplificador.

Para controlar las entradas digitales del servoamplificador, la programación del PLC debe ser como la que se muestra en la figura 14.

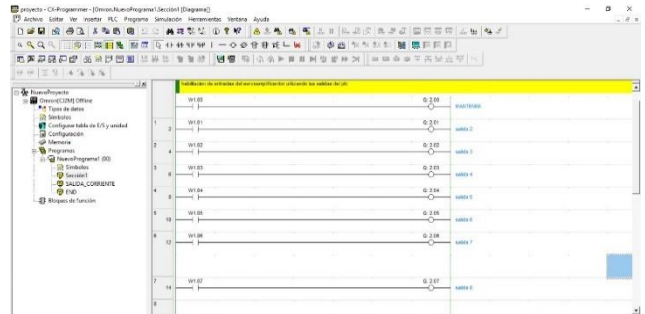


Figura 14 Programación para controlar entradas digitales del servoamplificador.

Se añadirán 8 botones normalmente abiertos para el accionamiento de las 8 entradas analógicas del servoamplificador, estos serán de un bit ya que solo tendrán el estado de 0 y 1.

E. Vinculación entre Cx programmer y HMI

Para vincular la programación del PLC con la HMI, en el software Webop se deben etiquetar los elementos creados en la memoria de registros para que se puedan añadir a la programación del PLC, para ello en el apartado Project Manager se selecciona el apartado TAGS, enseguida se mostrara una ventana de configuración con los elementos creados en el área de trabajo y allí se especifica la etiqueta, tal y como se muestra en la figura 15.

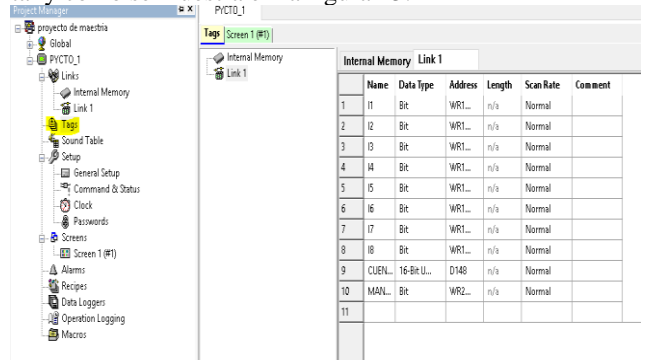


Figura 15 Etiquetas a los elementos en Webop

F. Etapa de acondicionamiento

Para tener un correcto funcionamiento del servoamplificador ultra 3000i, en el manual del mismo, están especificados los voltajes ideales para trabajar con las entradas-salidas digitales y analógicas.

En el PLC se puede configurar físicamente el modo de trabajo, ya sea que se quiera trabajar mediante corriente o voltaje. Para el caso de voltaje a su salida entrega 0-5 v y en modo corriente proporciona 420mA. Ya que este no es voltaje ideal a los cuales trabaja el servoamplificador, se

propuso una etapa de acondicionamiento usando amplificadores operacionales para modificar estos valores. En la figura 16 se muestra el diagrama propuesto para la modificación de la corriente de 420mA a un valor de 0-10v, dicha modificación se aplica las entradas analógicas del servoamplificador.

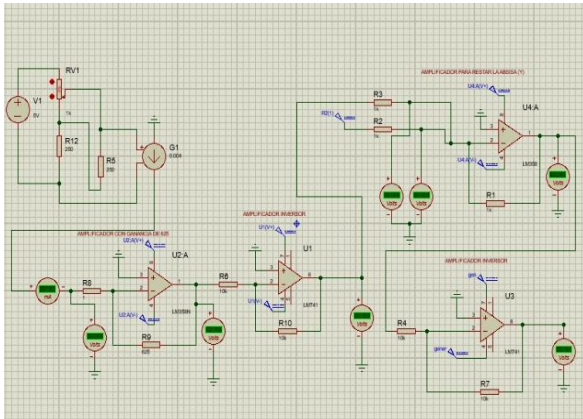


Figura 16 Etapa de acondicionamiento usando amplificadores operacionales

III RESULTADOS

A. Instalación eléctrica

Para la instalación eléctrica se usó un interruptor termo magnético, con el fin de que todo el sistema quede protegido en caso de una sobrecarga eléctrica. Se montaron los componentes en un tablero de madera para facilitar su uso y movimiento. En la figura 17 se observa la instalación eléctrica y el montaje de los dispositivos.



Figura 17 Instalación eléctrica

B. Desarrollo GUI en Webop para HMI

Se desarrolló la aplicación de la interfaz gráfica en una pantalla HMI para la visualización y control de las entradas-salidas digitales y analógicas del servoamplificador. La figura 18 muestra la aplicación de la interfaz.



Figura 18 Interfaz de usuario de la HMI

F. Etapa de acondicionamiento

La etapa de acondicionamiento se basó en el uso de amplificadores operacionales tales como el amplificador LM358 y el LM741. En figura 19 muestra el circuito armado.

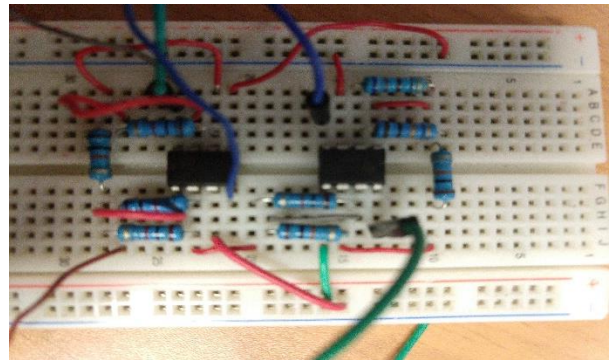


Figura 19 Circuito de acondicionamiento de señal

IV DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Los servo sistemas (servo amplificador y servo motor) son dispositivos ampliamente usados para moverse a una posición deseada con una gran exactitud y precisión. Estos dispositivos son ampliamente empleados tanto en la industria, investigación y en la docencia, por lo que es muy importante conocer cómo funcionan.

Los servo amplificadores poseen entradas y salidas digitales y analógicas, con las cuales pueden recibir o mandar señales a otros dispositivos, como por ejemplo un PLC y una HMI. Para su correcta manipulación se debe de tener en cuenta sus conexiones, el acondicionamiento de señales y su configuración.

V AGRADECIMIENTO

Agradezco a los compañeros que me brindaron su apoyo y ánimos para realizar este trabajo, a los docentes que me brindaron su orientación y enseñanza y al ITSL por permitirme seguir ampliando mis conocimientos, experiencia y participación en las actividades competitivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] 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.
- [2] González Viñez, J.C. (2015) "Actualización de alimentador para prensa automática", tesis de ingeniería, Universidad Tecnológica de Querétaro.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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 tarjeta controladora multitejes*", VIII Congreso Mexicano de Robótica, COMRob 2006.
- [6] A.Gamez-Vargas, V. E. Manqueros-Aviles, M.A. Rios-Favela1, C. U. Flores-Prince, J.H. Rivera- Machado. Sistema de prueba para caracterización de un generador de imanes permanentes. Revista Ciencia, Ingeniería y Desarrollo Tec Lerdo, 2015 Año: 1 Núm.:1, ISSN: 2448-623X.
- [7] J.M. Martínez-Burrola, A.J. Cordero-Escamilla, V.E. Manqueros-Avilés, A. Gámez-Vargas. Diseño, Fabricación y Prueba de una Planta Piloto para Remoción de Peróxido de Hidrógeno en Afluentes de la Industria Alimenticia. Revista Ciencia, Ingeniería y Desarrollo Tec Lerdo, 2016 Año: 2 Núm.:2, ISSN: 2448-623X.



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.



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 ejido San Sebastián Durango, México, en el cual tiene el puesto de electromecánico en el área de mantenimiento.



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.

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 en alrededor de 10 proyectos vinculados con empresas y centros de investigación. Áreas de interés: Control, Automatización, Mecatrónica, Robótica, Instrumentación, entre otras.

