

# Ampliación de Línea de Carga de Leche Mediante Clúster Inteligente Usando ControlNet y PLC Allen Bradley

J. M. Silva-Hernández<sup>1</sup>, V.E. Manqueros-Aviles<sup>2</sup>, N. Alvarado-Tova<sup>3</sup>, L.A. González-Vargas<sup>4</sup>, F. Huerta-Valenzuela<sup>5</sup>

**Resumen**—En el presente trabajo se ilustran las actividades realizadas durante el proyecto de aumentar la capacidad de producción de carga de leche en la empresa Transportadora de alimentos, además de aumentar la capacidad de carga de leche también se buscó reducir los tiempos del CIP de tuberías, cabezales, y silos. Las actividades aquí mencionadas cubren etapas del proyecto desde el levantamiento en planta para determinar tiempos muertos y el mínimo equipo necesario para satisfacer los requerimientos. Se ilustra el equipo existente en la planta, el equipo propuesto, y se explica el funcionamiento de las válvulas utilizadas en el clúster y los skids, se menciona el funcionamiento de la red ControlNet y la importancia que tiene en el proyecto. También se aborda la forma de configurar dicha red, así como la importancia de realizar mejoras en el Backplane y dar de alta dichas mejoras sin interrumpir las tareas del PLC, hacerlo en línea para no parar el proceso.

**Palabras claves**— Cluster, ControlNet, Válvulas, PLC, Automatización, RsLinx, RsNetworkx, RsLogix 5000, PanelView, CIP, Backplane.

**Abstract**—The present work illustrates the activities carried out during the project of increasing the capacity of production of milk load in Transportadora de alimentos company, in addition to increasing the capacity of milk load also it was sought to reduce the times of the CIP of pipes, heads, and silos. The activities mentioned here cover stages of the project from the plant uprising to determine downtime and the minimum equipment needed to meet the requirements. It illustrates the existing equipment in the plant, the proposed equipment, and explains the operation of the valves used in the cluster and skids, mentions the operation of the ControlNet network and the importance it has in the project. It also discusses how to configure the network, as well as the importance of making improvements in the Backplane and register these improvements without interrupting the tasks of the PLC, do it online to not stop the process.

**Keywords**— Mechanical Windlass, Characterization, Labview, Capacity of rivers o chanel, Valves.

## I. INTRODUCCIÓN

La automatización de los procesos industriales consiste en la incorporación de elementos que aseguren el correcto control de los procesos que se pretende automatizar, esto debe hacer que el proceso por sí mismo y con ayuda de los usuarios externos capacitados en el proceso a automatizar a regularse ante situaciones previstas y/o imponderables que surgen repentinamente. Nace con el propósito de reducir costes de fabricación, excelente calidad en el producto final y eliminar tareas manuales tediosas, peligrosas e insalubres. En el proyecto con transportadora de alimentos de grupo LALA, se agregara al proceso un clúster nuevo de válvulas para el envío de la leche que se encuentre almacenada en los silos, hacia el área de salida de los camiones con la leche, consistiendo en el agregar las nuevas variables, en este caso, la nueva instrumentación, las válvulas en el programa que ya se tiene del proceso, y del lado de control, la inclusión de opciones para el manejo del nuevo clúster y las acciones que se llevaran del proceso, ya sea el envío de leche o la limpieza de la tubería, todo esto en la pantalla panel view que se tiene para el actual proceso.

## II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

### LEVANTAMIENTO EN PLANTA

El proceso por el que la leche en Transportadora de Alimentos pasaba era deficiente, produciendo pérdidas a la empresa, en el sentido de los tiempos muertos que había debido a que cada vez que la leche o crema pasaban por el único clúster de válvulas que se tenía en la planta se tenía que limpiar con el CIP, no solo el clúster también las líneas donde hubiera pasado el producto y esto lleva su tiempo debido a que el CIP tiene un programa con el cual se asegura la limpieza y desinfección de las tuberías y el clúster y con esto se evita la contaminación del producto. Además de que en algún momento pueden llegar a existir fallas por la mezcla de sustancias, y al haber esto, produce una enorme pérdida de producto para la empresa, sin mencionar que puede afectar la calidad del producto, ya que si este no cumple con los requisitos, el producto final es rechazado, generando pérdidas para la empresa. Con la implementación de un segundo clúster de válvulas se asegura la disminución de los tiempos muertos, si no es que estos se eliminan en su totalidad, mientras un clúster es utilizado, el otro es lavado para su próximo uso y viceversa. También lo importante fue que en el proyecto

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, Av. Tecnológico N 1555 Sur Periférico Gómez - Lerdo Km. 14.5, Cd. Lerdo, Dgo. C.P. 35150.  
J. M. Silva-Hernández (braumsevilleta@gmail.com), V.E. Manqueros-Aviles (emanqueros@itslerdo.edu.mx)

se llevó a cabo la instalación de más instrumentación en el área de los tanques o silos de almacenamiento, con la instalación de las válvulas Mixproof para poder direccionar el producto a un clúster en específico.

EQUIPO UTILIZADO

Válvulas de Simple Asiento

El funcionamiento de estas válvulas es simple, en primer instancia se debe de alimentar con aire en las entradas 1 y 2 para lograr que el vástago se encuentre en la posición de 'normalmente abierto' permitiendo el paso del producto, si se deja de alimentar la entrada 1 de aire, el vástago cierra o se coloca a mitad de su posición, y finalmente si se deja de alimentar la entrada 2 de aire, el vástago llega a la posición de cierre, evitando que el producto siga su camino.

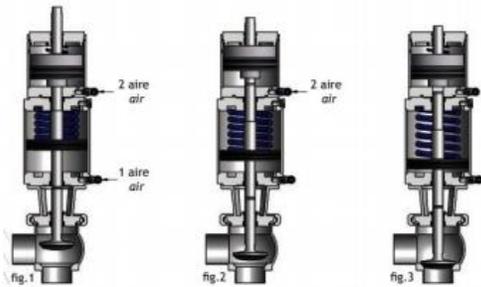


Figura. 1: Válvula de simple asiento

Válvulas de Doble Asiento

El funcionamiento de estas válvulas difiere de las de simple asiento, para hacerlas funcionar, en cuanto al flujo de producto, únicamente se debe de alimentar la entrada 1 con aire para que el obturador, que se encarga de regular el flujo, se coloque en la posición de 'normalmente abierto' para permitir el paso del producto.

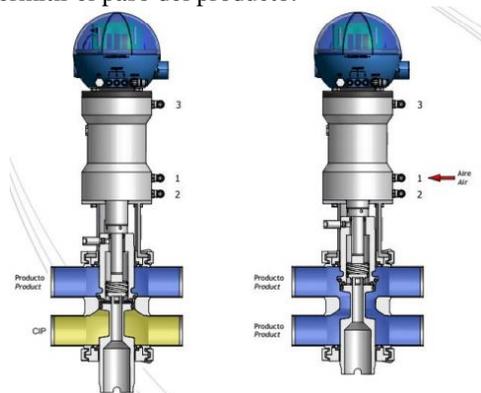


Figura 2: Válvula doble asiento

Ahora, en lo que se refiere a la limpieza de los asientos, se alimenta ya sea la entrada 2, para la limpieza del asiento superior, o se alimenta la entrada 3, para la limpieza del asiento inferior.

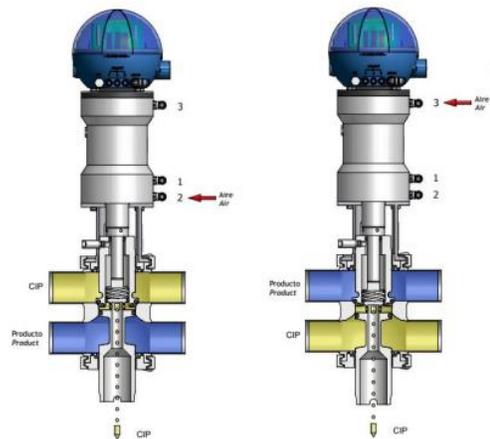


Figura 3: Alimentación de entradas 2 y 3

Válvulas Mixproof

Es una válvula normalmente cerrada (NC) que es controlada desde una ubicación remota por medio de aire comprimido. Para separar los dos líquidos, la válvula tiene dos sellos de enchufe independientes. El espacio entre los dos sellos forma una cámara de fuga atmosférica. En el raro caso de fuga accidental del producto, el producto fluye a la cámara de fuga y se descarga a través de la salida de fugas. Cuando la válvula está abierta, la cámara de fuga está cerrada. El producto puede fluir de una línea a otra sin derramamiento. La válvula se puede limpiar y proteger fácilmente contra los efectos del golpe de ariete según los requisitos específicos del proceso y de la configuración de la válvula. (No hay derrame del producto durante el funcionamiento de la válvula).

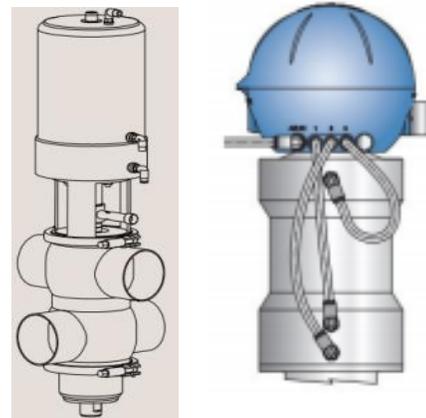


Figura 4: Válvula Mixproof y su conexión



Figura 5: Válvulas Mixproof

### Clúster

Ahora se muestra el clúster ya montado físicamente para tener ya completo el nuevo proceso de la leche en Transportadora de Alimentos grupo Lala en la siguiente imagen:



Figura 6: Clúster nuevo instalado

En la siguiente imagen ya se muestra el clúster conectado también a las válvulas Mixproof que corresponden al área de los silos de almacenamiento:



Figura 7: Clúster conectado a válvulas Mixproof

Aquí se instaló como en cada silo un SKID, con el objetivo de tener funcional la transferencia de leche entre silos y cargas, además de poder lavar la maquinaria, tubería y silos.

### Bombas

Tres de las seis bombas para la parte de carga de leche a pipas se muestra en la siguiente fotografía, se utilizan una bomba por cada línea de carga, actualmente se tienen funcionando seis líneas de carga de leche a pipas. En la figura 8, se aprecian las tuberías nuevas instaladas de carga a pipas.



Figura 8: Bombas



Figura 9: Tuberías

### HARDWARE UTILIZADO.

#### Red ControlNet

Las redes de ControlNet proporcionan comunicaciones de muy alta velocidad en las entradas y salidas de datos y mensajería. Esta capacidad de transferencia mejora la comunicación entre pares en cualquier sistema o aplicación. Es una red determinista y repetible y no se ve afectada si los dispositivos están conectados o

desconectados, con esto se asegura un rendimiento confiable, sincronizado y coordinado en tiempo real.

Módulos de Entradas Discretas y Salidas Discretas.

Para cerrar lazos de control redundantes en las válvulas se instalaron módulos de entradas discretas en el nuevo nodo de red de ControlNet, para leer el estado de las válvulas Mixproof y garantizar el estado deseado de las válvulas

Módulos de E/S ControlLogix

Estos módulos basados en chasis de E/S ControlLogix 1756 brindan muchas opciones como el control de movimiento digital, digital de diagnóstico, analógico y E/S especiales para muchas aplicaciones. Se puede usar cualquier módulo de E/S en el chasis local de un ControlLogix o un chasis vinculado a un controlador ControlLogix en redes ControlNet o EtherNet/IP.

REQUERIMIENTOS DEL SOFTWARE.

RSLinx

RSLinx Es el software de comunicaciones en la automatización más instalado de hoy en día. Todas las ediciones de RSLinx ofrecen la posibilidad de explorar sus redes de automatización, configurar los dispositivos de red y diagnosticar los dispositivos de red o nuevos dispositivos que sean añadidos a la red.

RSNetworkx

RSNetWorx para DeviceNet es una aplicación Windows de 32 bits, es un programa que permite configurar dispositivos DeviceNet. Utilizando una hoja de cálculo o gráfico de representación de la red, puede configurar todos los dispositivos de la red.

RSLogix 5000.

Es el software de programación de Rockwell Automation que permite programar rutinas y subrutinas de un proceso industrial que se quiera realizar como parte esencial de la automatización, también permite dar de alta módulos de Control Net, el lenguaje de programación es el lenguaje escalar y es un software que cuenta con gran variedad de instrucciones que facilitan la programación al momento de realizarlo.

Factory Talk View Studio.

Es un software de Rockwell Automation que permite crear interfaces Hombre-Máquina HMI para que los usuarios puedan controlar e interactuar con las variables que están presentes en el proceso.

Programación BackPlane.

La programación BackPlane consiste en que uno como programador tiene la posibilidad de modificar el programa del PLC que contiene la rutina que lleva a cabo el proceso de la leche a silos, a descremadoras, al área de envío de leche, etc. sin la necesidad de detener el proceso, que para la empresa es importante no detener el proceso para evitar tiempos muertos.

Alta de Subrutinas.

Debido al ritmo de producción de la empresa, son muy pocos los momentos en que el proceso puede parar, así que la forma de lograr la mejora en cuanto a programación del PLC principal se refiere, fue hacer un respaldo del programa antes de llevarse a cabo cualquier modificación en la programación. Se plantearon varias subrutinas las cuales llevan a cabo del control del Cluster y la integración del mismo en el proceso, una vez que se tienen las mismas, se procede a conectar en línea con el PLC y dar de alta desde una rutina principal cada una de ellas, todo mediante la edición en línea del programa, para garantizar que el PLC no pare y no afectar los tiempos de producción, así como el funcionamiento de las partes que integran el proceso total de la planta.

III. RESULTADOS

Diseño de planos para montaje de válvulas, instrumentos y cableado.

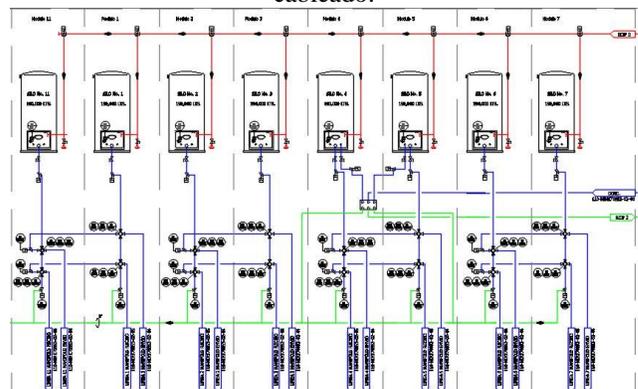


Figura 10: Área de Silos

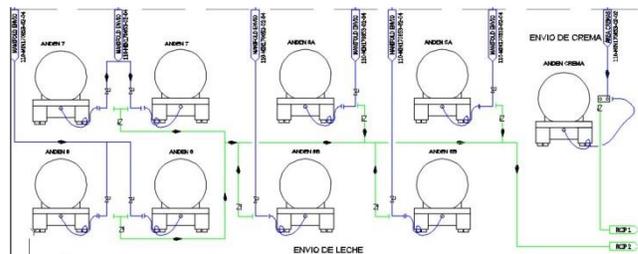


Figura 11: Área de envío de leche y crema

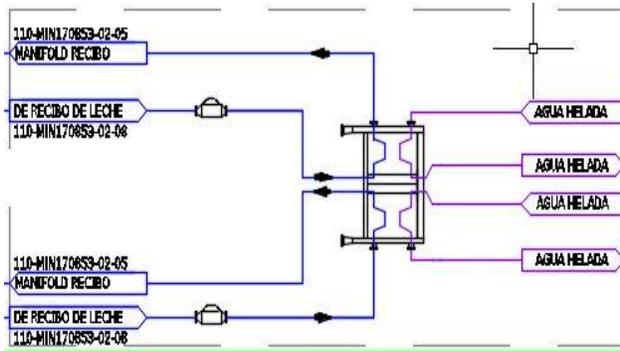


Figura 12: Enfriadora

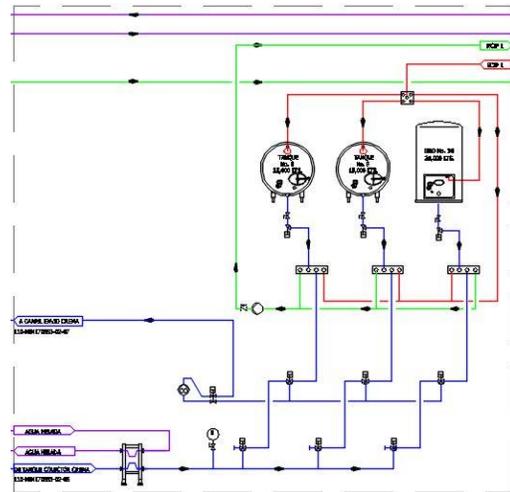


Figura 16: Almacenamiento de crema

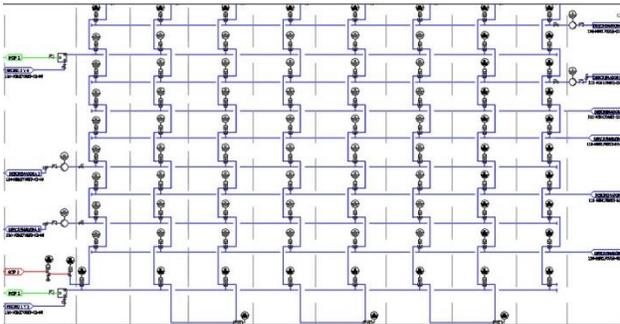


Figura 13: Clúster viejo

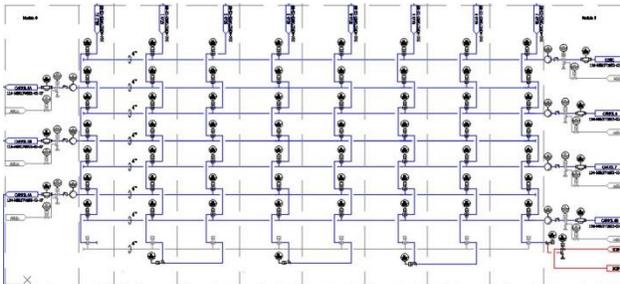


Figura 14: Clúster nuevo



Figura 17: Gabinete de control nuevo

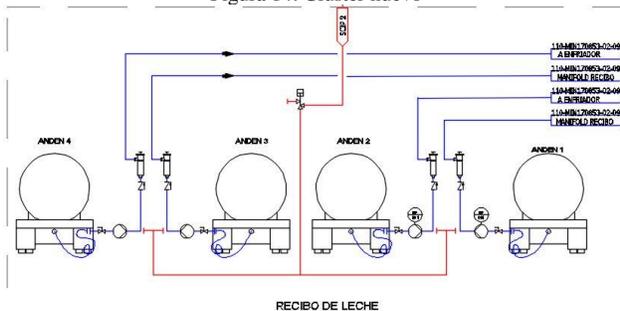


Figura 15: Área de recibo de leche



Figura 18: Clúster nuevo instalado



Figura 19: Válvulas Mixproof en el SKID

#### IV. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

La importancia de llevar a buen puerto dicho proyecto estriba en el trabajo de equipo que se lleva en el instituto tecnológico superior de Lerdo, especialmente en la subdirección de investigación y desarrollo tecnológico, con la realización del proyecto se abaten tiempos muertos en las líneas de carga y descarga de leche, así como en el lavado (CIP) de las líneas, máquina y silos. El uso de unidades remoto mediante ControlNet ayuda a realizar un control y monitoreo del nuevo clúster de válvulas instalado, aunque se tiene que mencionar que el controlador principal de la planta ha quedado obsoleto y en la actualidad existen protocolos de comunicación con mejores prestaciones que ControlNet, la empresa no se puede dar el lujo de parar, por ello se pensó en usar módulos compatibles y no alterar el proceso. Se recomienda en un futuro cercano considerar la opción de cambiar el controlador principal por otro más moderno y optimizar aún más el proceso, además de reducir el riesgo de fallas.

#### V. REFERENCIAS

- [1] Martin, J.; Garcia, M. (2016) *Automatismos Industriales*. Editoriales Editex.
- [2] Ebel, F.; Idler, S.; Prede, G.; Scholz, D. (2008). *Fundamentos de la técnica de automatización, Libro técnico*. Festo Didactic GmbH. Disponible en <http://www.festo-didactic.com>.
- [3] Parr, E.A. (2003). *Programmable Controllers, An engineer's guide*, Third Edition. Newness.
- [4] Orozco, A.; Guarnizo C; Holguín, M. (2008) *Automatismos Industriales*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- [5] VARGAS, I. A., SIEMENS, S. (2013). *Seguridad en Redes Industriales*.
- [6] Groover, M. P. (2007). *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing*. Prentice Hall Press.
- [7] Dunning, G. (2008). *Programming the Controllogix Programmable Automation Controller Using RSLogix 5000 Software*. Cengage Learning.

- [8] Scott, A. (2013). *Instant PLC Programming with RSLogix 5000*. Packt Publishing Ltd.
- [9] Groover Jr, M. P. (1980). *Automation, Production Systems and Computer-Aided Manufacturing*. Prentice Hall PTR.
- [10] Tamime, A. Y. (2009). *Cleaning-in-place: dairy, food and beverage operations* (Vol. 13). John Wiley & Sons.
- [11] Zubicaray, M. V. (2005). *Bombas: teoría, diseño y aplicaciones*. Editorial Limusa.

#### VI. BIOGRAFÍA



**Jesús Manuel Silva-Hernández:** nació en la ciudad de Torreón, Coahuila en 1995. Se graduó del Centro de Bachillerato Industrial y de Servicios #159 Dr. Belisario Domínguez Palencia en 2013. Obtuvo el título de técnico en informática del Centro de Bachillerato Industrial y de Servicios #159 Dr. Belisario Domínguez Palencia en 2013. Actualmente es egresado del Instituto Superior Tecnológico de Lerdo de la división de ingeniería electrónica.



**M.C. Victor Edi Manqueros-Aviles:** nacido 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 9 proyectos vinculados con empresas y centros de investigación. Áreas de interés: Control, Automatización, Mecatrónica, Robótica, Instrumentación, entre otras.



**M.C. Noé Alvarado-Tovar:** nació en Torreón Coahuila en el año de 1978. Ingeniero electrónico egresado del Instituto Tecnológico de la Laguna en el 2000. Obtuvo el grado de maestro en ciencias en ingeniería eléctrica por parte del Instituto Tecnológico de la Laguna en el 2006. Actualmente es profesor investigador del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, sus áreas de interés son electrónica de potencia, control aplicado, microprocesadores y automatización.



**Luis Amado. González-Vargas:** nació en la ciudad de Lerdo, Dgo., el 25 de agosto de 1968. Recibió el título de Ingeniero en Electrónica del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, Cd. Lerdo, Dgo. 2007. Recibió el grado de Maestro en Ciencias con especialidad en Ingeniería Eléctrica del Instituto Tecnológico de la Laguna en 2010. Él ha participado en proyectos de investigación relacionados con estudios de la calidad de la energía en distintas empresas sus áreas de interés incluyen sistemas de potencia en régimen no senoidal y sistemas de control distribuido. M.C. González es miembro activo de la IEEE inscrito en la sociedad de potencia eléctrica.



**M.C. Francisco Huerta Valenzuela:** nació en la Ciudad de Torreón, Coah. México el 5 de agosto de 1979. Egresado del Instituto Tecnológico de la Laguna de la carrera de Ingeniería Electrónica con la especialidad en comunicaciones en el año 2002. 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 2004, en la especialidad en Control de Robots Manipuladores. 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 Electromecánica respectivamente, el instituto se encuentra ubicado en la ciudad de Lerdo, Dgo. México. Cuenta con experiencia profesional en el ramo de la automatización industrial. Sus actuales líneas de investigación incluyen: Mecatrónica, diseño de controladores lineales y no lineales para sistemas electromecánicos, automatización industrial, control de movimiento, comunicaciones industriales y electrónica de control y de potencia.