



# Tecnológico de Monterrey

*Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey  
Campus Puebla*

*Automatización Industrial  
MR2006B.502*

*Reto  
Reporte Final*

*Alumnos:*

<i>Diego Ignacio García Carrera</i>	<i>A01735579</i>
<i>Roy Gael Gómez Mondragón</i>	<i>A01552266</i>
<i>Ricardo Leal Rojas</i>	<i>A01734934</i>
<i>Eliseo Olvera Fuentes</i>	<i>A01735753</i>
<i>Massimiliano Tuccella Ramírez</i>	<i>A01734774</i>
<i>Diego Zárate Ramos</i>	<i>A01731696</i>

*Profesores:*

*Roberto Julián Mora Salinas  
Roberto Rafael Flores Quintero  
José Manuel Medina Pozos  
Israel Zamora Hernández*

*4 de Diciembre de 2022*

## ***Introducción***

El presente reporte es entregado como recopilación y análisis del proyecto realizado en conjunto con la empresa *DUAL Talleres Metal Mecánica* durante el bloque de “Automatización industrial”. Dentro de su contenido se observa las fases de investigación, diseño, validación mediante prototipado, conclusiones y apartados de mejora realizados a un sistema de control aplicado al proceso de relevado de esfuerzos.

En este trabajo se describen diferentes tecnologías aplicadas dentro de la automatización en la industria, como lo son máquinas ensambladoras, simulación de sistemas mecatrónicos, programación por bloques y diseño de gabinetes industriales. Así mismo se plasmó como se utilizan y se evalúan sus ventajas, todo esto con el fin de adecuar los mejores componentes y procesos a nuestro proyecto, aplicar los conocimientos adquiridos durante el bloque de automatización industrial y mediante investigaciones, para así resolver el reto planteado.

*DUAL Talleres Metal Mecánica S.A. de C.V.* es una empresa dedicada a ofrecer soluciones integrales a la industria mediante la fabricación, reparación, mantenimiento y reconstrucción de equipo y maquinaria de plantas industriales, esto principalmente en situaciones donde el fabricante original de los equipos trabajados ya no existe. [1]

El proceso para el cual fue solicitado un sistema de control se conoce como relevado de esfuerzos, un proceso térmico donde se busca eliminar la tensión residual generada en las juntas de los metales por procesos de soldadura a los que son sometidos. La importancia de la automatización de este proceso radica en la facilitación del mismo, siendo que se podría ahorrar tiempo, aumentar la eficacia del mismo y por lo tanto poder generar una mejora notable para la empresa socioformadora.

## ***Requerimientos***

Este reto nos impulsa a diseñar y lograr implementar de manera correcta un sistema mecatrónico para la automatización del proceso de relevado de esfuerzos y su monitoreo en tiempo real de forma remota. El prototipo se basa en la integración y aplicación de diversas tecnologías mecánicas, electrónicas, software y de control automático.

Para poder satisfacer las necesidades solicitadas por la empresa socioformadora, se requiere el monitoreo de la temperatura durante diferentes fases:

- Temperatura de sostenimiento del proceso.
- Temperatura de bajada del proceso.
- Tiempo de duración del proceso.
- Monitoreo en tiempo real mediante una nube de datos.

La temperatura de subida es un factor incluido en el proceso, sin embargo, despreciamos la misma porque cada material, dependiendo de su composición, tendrá diferentes subidas a diferentes temperaturas, y lo que más nos interesa es el monitoreo de lo que pasa terminado este punto, cuando se alcanza la temperatura de sostenimiento y cómo mantenerla, así como también cómo mantener un control en el enfriado de la pieza.

Además, como valor agregado, se propone la implementación de la siguiente propuesta en el sistema:

- Monitoreo mediante *Telegram*, en tiempo real, para poder conocer la parte específica en la que se encuentra el proceso al momento y poder solicitar datos del mismo sin necesidad del uso de una computadora para acceder a la nube *Ubidots*, lo cual le permite a nuestro monitoreo realizarse en cualquier momento mediante un smartphone, sin importar el lugar en que el usuario se encuentre.

### ***Estado del arte***

#### ***Simulación de sistemas mecatrónicos***

La potencia en fabricación de equipos automatizados y sistemas digitales para la industria Siemens, coloca en el mercado el programa de simulación de sistemas mecatrónicos (CAE 1D), que es un enfoque para modelar y analizar sistemas multidominio y, por consiguiente, predecir su rendimiento a nivel multidisciplinario.

Como lo describe su nombre, las simulaciones mecatrónicas ofrecidas por Siemens, se apoyan en el sistema de diseños CAE 1D para crear ilustraciones, que puedan analizar respuestas transitorias y de estado estable, así como anticipar las decisiones de diseño al integrar sistemas inteligentes en el producto. El sistema CAE dispone de cálculos eficientes, muy apropiados para la simulación de sistemas mecatrónicos. La integración de estos dos procedimientos se ha definido analíticamente, generando la conexión mediante la entrada de un componente y la salida del otro.

Aunado a esto, la velocidad, la semejanza del software CAE 1D con diferentes tipos de códigos de software y las funciones en tiempo real, permiten optimizar el proceso de desarrollo de los sistemas mecatrónicos de acuerdo a la necesidad de cada usuario. Su entorno de desarrollo se realiza en un espacio de diseño colaborativo, donde el programa CAE ofrece un enfoque abierto, ajustados a los requisitos para el modelo físico y la simulación de los sistemas mecatrónicos.

### ***Ventajas***

- Es óptimo para analizar una amplia gama de opciones de diseño.

- Acceso a arquitecturas de diseño optimizadas antes de utilizar pruebas de calidad
- Capacidad para analizar las respuestas transitorias y en estado estable
- Alcanza diseños de calidad al tiempo que reduce el número de prototipos físicos
- Utiliza bibliotecas validadas que contienen componentes predefinidos para diferentes dominios físicos.

### *Microcontroladores*

Los microcontroladores son esenciales en proyectos de automatización, básicamente estos son circuitos integrados en el cual se encuentran una CPU, y sus unidades de memoria RAM y ROM. Dependiendo de su uso, cuentan con una cierta cantidad de puertos de entrada y salida e incluso periféricos. Gracias a la capacidad que tienen estos dispositivos se los puede catalogar como una mini computadora. No será tan poderosa como una *Raspberry* pero puede realizar ciertas operaciones computacionales. Al necesitar de código o algoritmo se debe conocer sobre programación para poder llevar proyecto a cabo. [2]

### *Sensores*

Sensores es un concepto genérico que hace referencia a diferentes tipos de transductores. Bajo esta palabra se entiende tanto las unidades que emite una señal analógica, como las unidades que emite una señal binaria (encendido o apagado). En todos aquellos lugares donde no sea posible detectar magnitudes eléctricas se requiere sensores. Convierte una magnitud física en una magnitud eléctrica.

Los sensores son componentes esenciales de la automatización moderna, ya que las instalaciones deben detectar muchas magnitudes físicas. El trabajo de los sensores es hacer legible las magnitudes físicas como presión, temperatura o fuerza, convirtiéndose éstas en señales eléctricas. Para ello es necesario alcanzar una alta precisión, los sensores no deben influir demasiado en el proceso y el tiempo de reacción debe mantenerse lo más corto posible. Para cumplir con tales exigencias se usan un sinnúmero de efectos físicos. Por ejemplo, para la medición de temperatura se usan materiales que con el cambio de temperatura cambian la resistencia eléctrica. [3]

### *Transductores*

Los transductores son aquellas partes de una cadena de medición que transforman una magnitud física en una señal eléctrica. Los transductores son especialmente importantes para que los medidores puedan detectar magnitudes físicas. Normalmente, estas magnitudes, como por ejemplo temperatura, presión, humedad del aire, presión sonora, caudal, o luz, se convierten en una señal normalizada (p.e. 4 ... 20 mA). Las ventajas de la transformación son por un lado la flexibilidad, ya que muchos medidores soportan la transformación de señales normalizadas. Por otro lado, las magnitudes medidas pueden ser leídas a grandes distancias sin prácticamente pérdida alguna.

Cuando se usan transductores, la unidad de evaluación debe recibir sólo el rango de medición, pues a partir de ahí, se calculan desde las señales eléctricas las magnitudes eléctricas. Algunos transductores ofrecen adicionalmente una separación galvánica entre la señal de entrada y de salida. Los transductores son hoy en día indispensables en los sistemas de automatización y control. En el momento que se registran o se usan magnitudes físicas para el control de un proceso, es necesario usar un transductor. La razón radica en que hoy en día es necesario registrar un número grande de magnitudes. [4]

### ***Nubes de datos***

La nube no es una entidad física, sino una red enorme de servidores remotos de todo el mundo que están conectados para funcionar como un único ecosistema. Estos servidores están diseñados para almacenar y administrar datos, ejecutar aplicaciones o entregar contenido o servicios, como streaming de videos, correo web, software de ofimática o medios sociales. En lugar de acceder a archivos y datos desde un equipo personal o local, accede a ellos en línea desde cualquier dispositivo conectado a Internet, es decir, la información está disponible dondequiera que vaya y siempre que la necesite.

Las empresas utilizan cuatro métodos diferentes para implementar recursos en la nube. Hay una nube pública, que comparte recursos y ofrece servicios al público a través de Internet; una nube privada, que no se comparte y ofrece servicios a través de una red interna privada, normalmente hospedada en el entorno local; una nube híbrida, que comparte servicios entre nubes públicas y privadas, según su finalidad; y una nube comunitaria, que comparte recursos sólo entre organizaciones, por ejemplo, con instituciones gubernamentales.

### ***Empresas digitalizadoras de procesos***

#### *Iron Mountain México*

Contamos con la opción de digitalización más apropiada a sus necesidades, combinando herramientas y soluciones para optimizar la gestión documental, con acceso a las imágenes digitalizadas por medio de consultas vía web con registro de contraseñas y niveles de acceso segregados por nivel de usuario. Como norma general, la digitalización del 100% de los documentos no es una estrategia práctica o rentable. Por esta razón, ofrecemos un servicio de "pago por uso" para que únicamente digitalice los documentos que necesita. [5]

#### *Hewlett Packard Enterprise*

En el vertiginoso mundo actual de la nube híbrida, estar a la altura de la velocidad del negocio implica superar la complejidad de la TI para adaptar la velocidad de las acciones a la velocidad de las oportunidades. Implementa la tecnología correcta para responder rápidamente a las oportunidades del mercado: diseña tu transformación digital con la consultoría experta de TI de los servicios HPE. [6]

- Impulsa la eficiencia allí donde se conectan el mundo digital y el físico. Acelera y enriquece la toma de decisiones a la vez que favorece la acción, la conectividad y la automatización en tiempo real.
- Impulsa una mayor agilidad y desafía constantemente la rentabilidad. Crea un modelo de prestación de servicios de nube híbrida para colocar las cargas de trabajo de manera ágil.

### *Digital Data*

En Digital Data brindamos soluciones a empresas e instituciones que buscan hacer más eficientes sus procesos y tener mejor control de su información. Combinamos recursos humanos con la última tecnología en escáneres y software con inteligencia artificial logrando mejoras contundentes en la operación de nuestros clientes. [7]

### *Alcance del trabajo*

Lograr un sistema que sea capaz de realizar un monitoreo preciso de las temperaturas de sostenimiento y bajada usadas en el proceso del relevado de esfuerzos y mientras se trabajan tiempos específicos para las mismas. También un error será implementado para poder controlar la temperatura de sostenimiento de la pieza y evitar que se generen fallos en el proceso por bajas de temperatura mayores a las deseadas, todo esto dependiendo de la pieza que se vaya a manejar en el proceso y de los requerimientos que se tengan respecto a la misma.

Todo lo anterior podrá ser ingresado por el operario previo al comienzo del proceso y, de esta manera, se garantizará un trabajo de calidad, eficaz, que brinda ahorro de tiempo y de energía durante todo el proceso, con un control preciso de las temperaturas a manejar y que es totalmente autónomo una vez que comienza. El desarrollo de este sistema puede, además de la actual, tener aplicaciones en cualquier industria que requiera manejo de temperaturas en tiempos específicos, dandonos un gran rango que se podría abarcar si se quisiera comenzar una producción y comercialización.

### *Recursos requeridos*

Para el desarrollo de este trabajo se requirió del apoyo del software *TIA Portal* en su mayoría, además de conocimientos aprendidos a lo largo de todo el semestre por parte de nuestros profesores y materiales adicionales de trabajo que mencionaremos en el siguiente apartado.

## ***Lista de materiales***

### ***Sensor de temperatura (Zamtac termopar tipo k)***

Para monitorear la temperatura en el proceso de relevado de esfuerzos hemos determinado que la mejor opción es el termopar tipo k, ya que además de ser una opción de bajo costo tiene una precisión muy alta, lo que nos ayudará a identificar variaciones en la temperatura que podrían poner en riesgo el proceso de relevado de esfuerzos. El termopar tipo k es un sensor que tiene distintas opciones en el mercado, pero por las altas temperaturas que se manejan en el proceso de relevado de esfuerzos nosotros decidimos elegir al siguiente termopar tipo k para este proceso:

*Zamtac Sensor termopar tipo K de alta temperatura para horno de cerámica de 2372 Fahrenheit 1300 grados*



*Figuras 1-2. Termopar tipo k.*

### ***Resistencias industriales tipo colchoneta***

Las resistencias de tipo colchoneta se utilizan para calentar a altas temperaturas la pieza relevar, mediante la inducción de una corriente eléctrica se eleva la temperatura de la resistencia. Se colocan algunas resistencias a lo largo de la pieza, para que el calentamiento sea uniforme a través de toda la superficie.



*Figura 3. Resistencia industrial tipo colchoneta.*

Como parte de la unidad de control básica que estamos usando para poder hacer funcionar nuestra programación, encontramos los siguientes componentes integrados en la misma:

*CPU Simatic S7-1200 (214-1BG40-0XB0)*



*Figura 4. CPU Simatic S7-1200 (214-1BG40-0XB0).*

*Entradas/Salidas digitales (6ES7 223-1PL32-0XB0)*



*Figura 5. Entradas/Salidas digitales (6ES7 223-1PL32-0XB0).*

*Entradas/Salidas analógicas (6ES7 234-HE32-0XB0)*



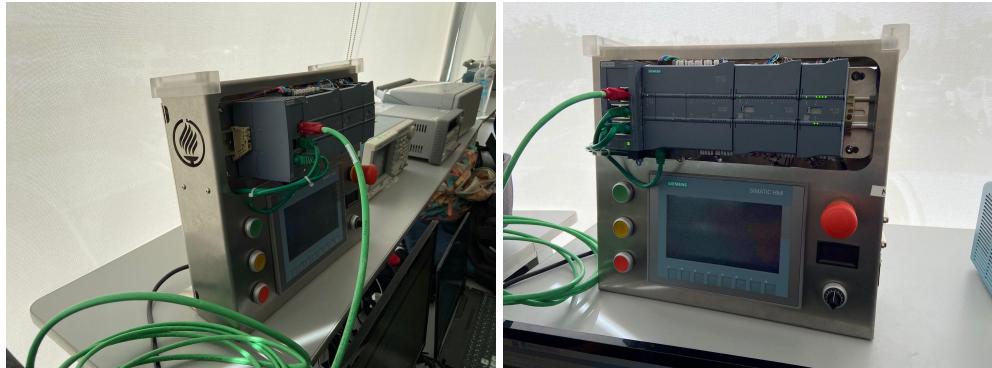
*Figura 6. Entradas/Salidas analógicas (6ES7 234-HE32-0XB0).*

*HMI Simatic Basic Panel (6AV123-2GB03-0AX0)*



*Figura 7. HMI Simatic Basic Panel (6AV123-2GB03-0AX0).*

Todos los anteriores componentes se complementan en la unidad integrada con este aspecto:



*Figuras 8-9. Sistema PLC (Siemens) integrado.*

## Diseño

### Diseño mecánico

Para el diseño del gabinete que protegerá nuestro PLC, decidimos hacer algo fácil de construir pero eficaz y funcional. Este gabinete de medidas 50x40x20 nos permite introducir el gabinete sin ningún tipo de problema, igualmente nos da un rango de espacio libre por cualquier imprevisto. Por otro lado cuenta con diferentes ventilaciones a los lados, así como 4 agujeros en la parte de atrás para una facil instalación, por último contamos con un marco en la puerta del gabinete, esto para que se pueda visualizar la pantalla de nuestro PLC.

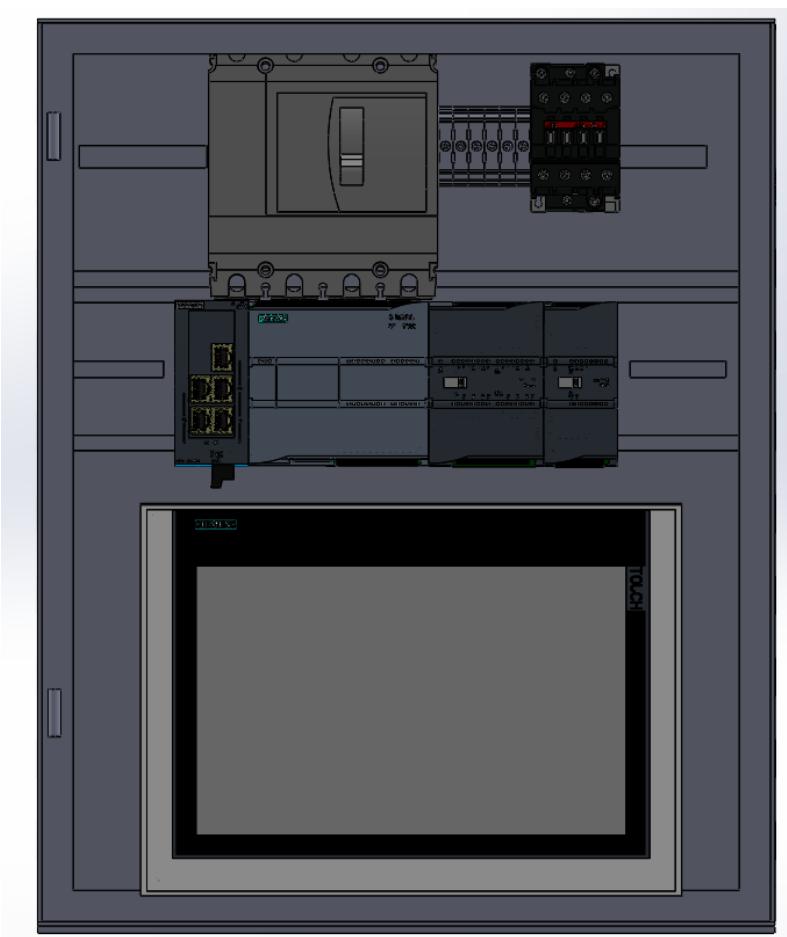


Figura 10. Gabinete para PLC, vista frontal.

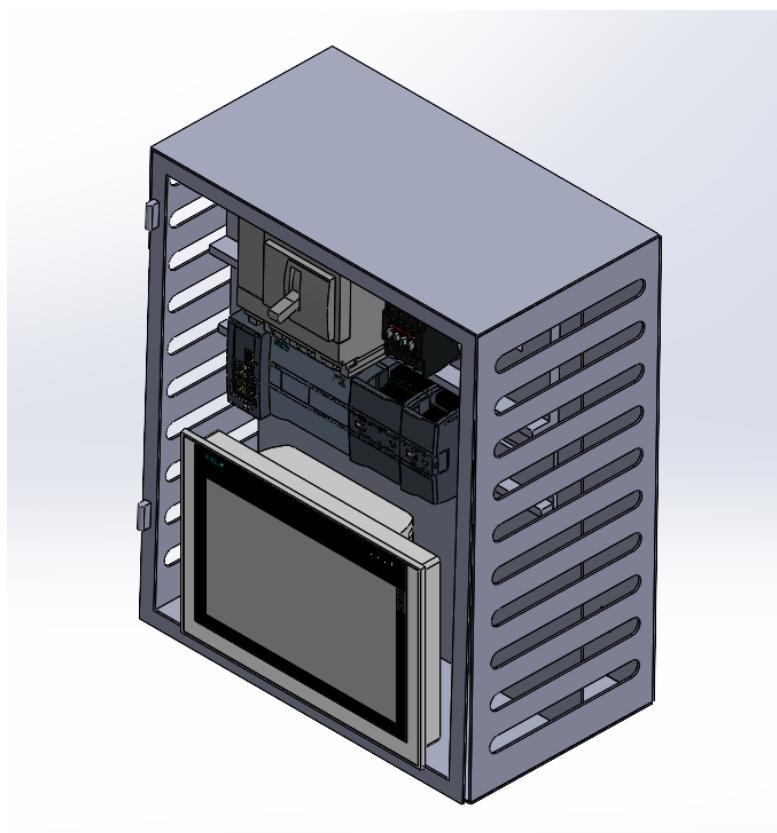


Figura 11. Gabinete para PLC, vista isométrica.

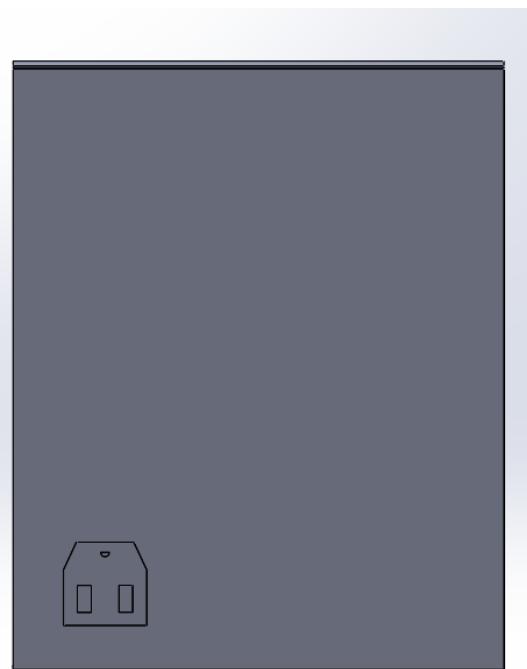


Figura 12. Gabinete para PLC, vista posterior.

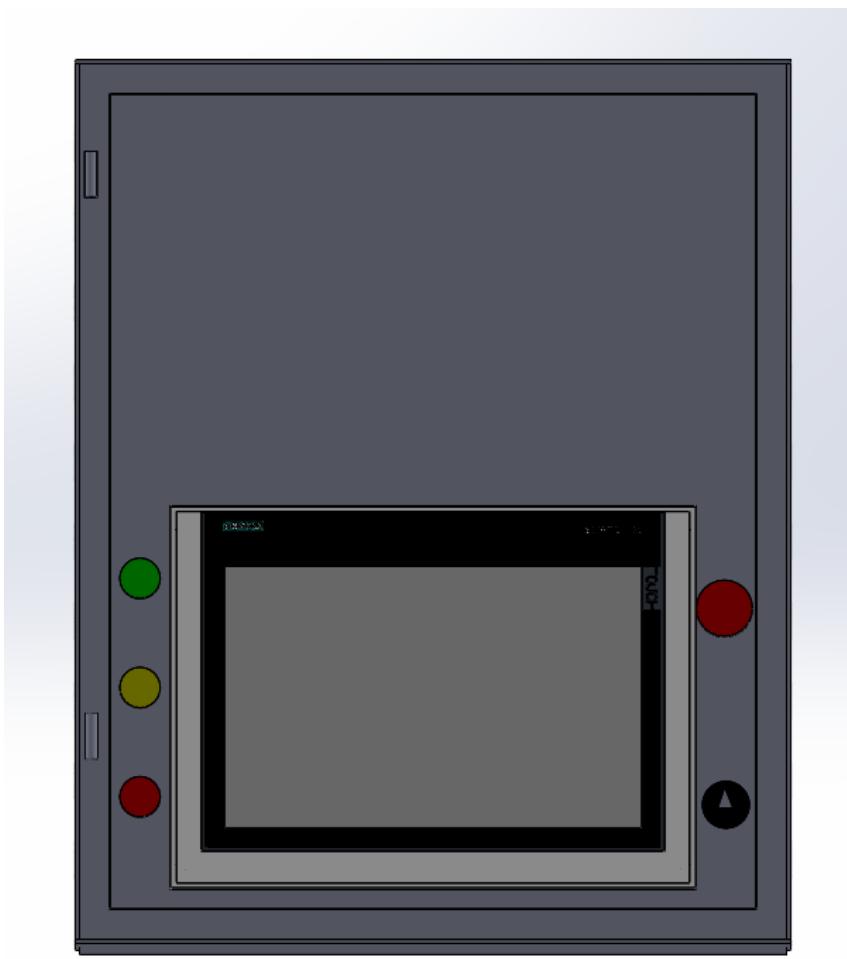


Figura 13. Gabinete para PLC, vista frontal cerrado con Simatic Basic Panel incluido.

### Diseño electrónico

Para poder realizar una lectura precisa del transductor de temperatura fue necesario implementar un circuito de acondicionamiento de señal que permitiera la entrada en milivoltios generada por el termopar y produjera una salida equivalente en un voltaje admitido y comprensible por el controlador industrial. Por lo que se diseñó un circuito que consta de un Op-Amp LM324 y 4 resistencias con los valores necesarios para la correcta salida de voltaje. Dicho circuito fue diseñado y simulado en PartQuest y Fusion 360.

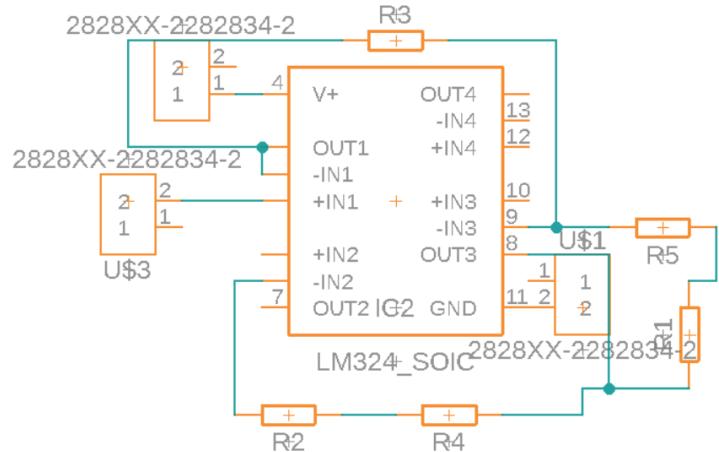


Figura 14. Acondicionamiento de señal.

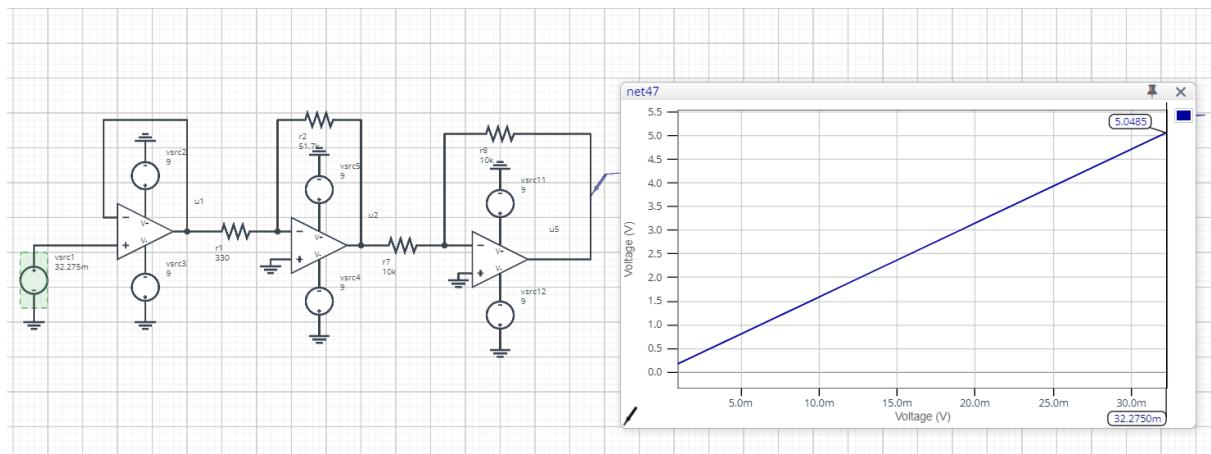


Figura 15. Simulación en PARTQUEST.

Una vez validado el diseño mediante simulación el circuito fue fabricado en una placa universal a la cual fueron soldadas las resistencias y el amplificador operacional mediante el uso de estaño. Dicho circuito fue implementado en la demostración final utilizando jumpers macho-macho que permitieron hacer la conexión con una fuente de alimentación que variaba su voltaje dentro de los parámetros del termopar.

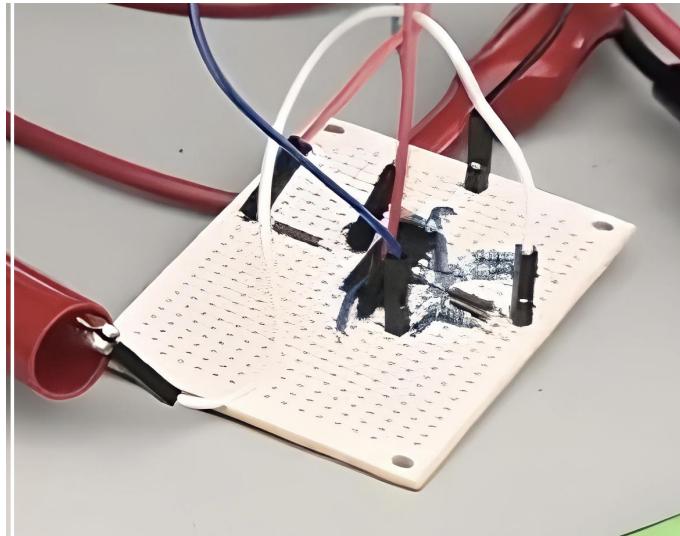
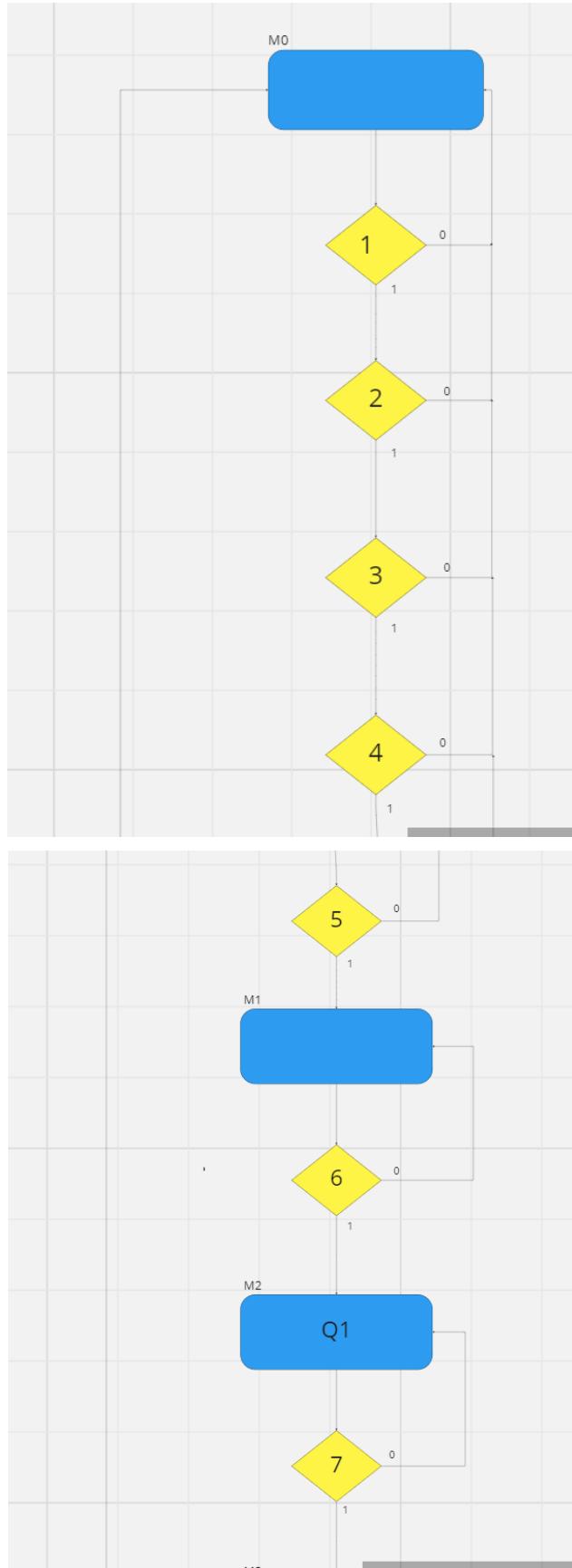


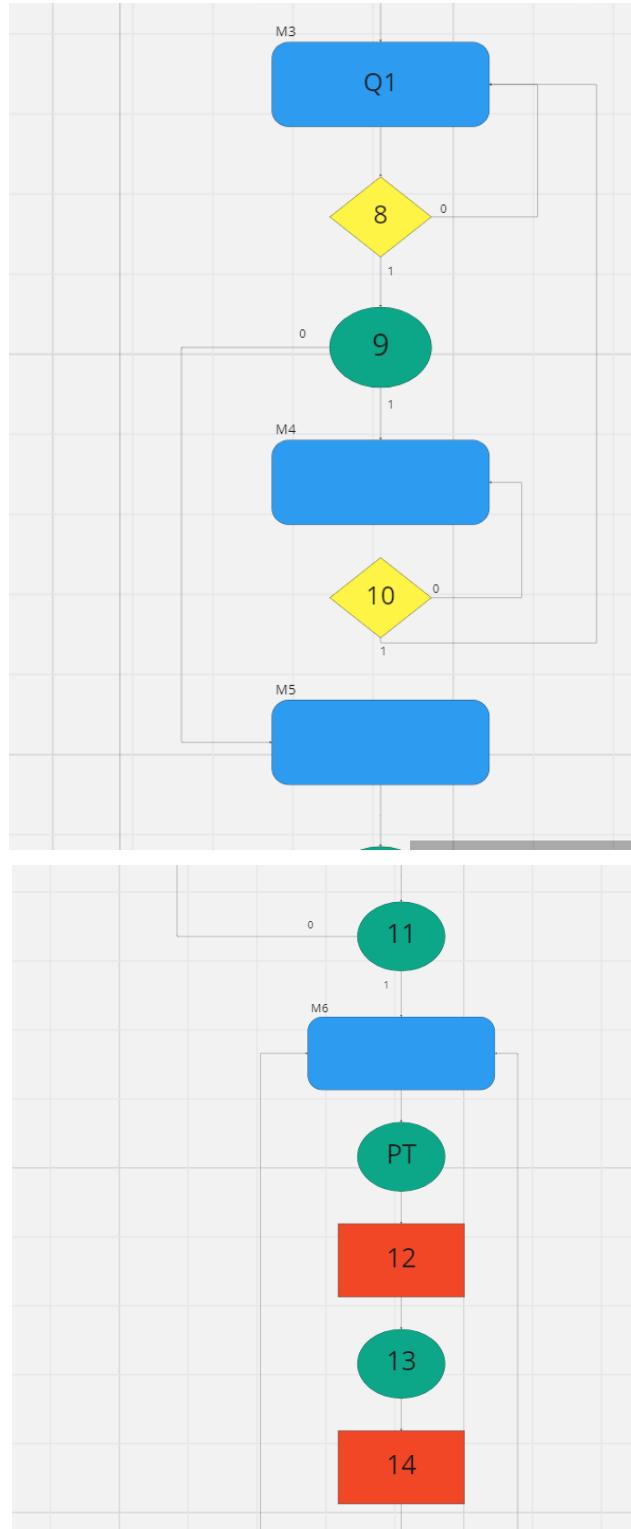
Figura 16. Implementación de circuito de acondicionamiento de señal

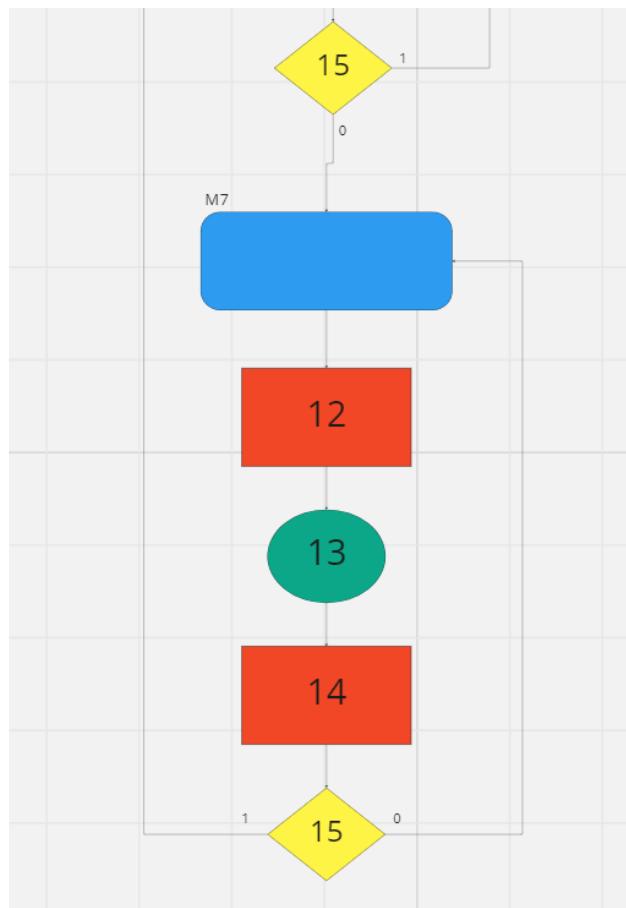
Dicho circuito dio una prueba satisfactoria generando voltajes entre 0V - 5V de corriente directa al recibir una señal en un rango de 0mV - 34 mV, lo cual de acuerdo con el datasheet de los termopares, indica una lectura de temperatura entre 27 °C y hasta 800 °C.

### Programación

Para el desarrollo de este sistema, se utilizó programación en lenguaje escalera con la ayuda del software *TIA Portal*. En este proceso primero realizamos el desarrollo de una carta ASM la cual nos permitió realizar un modelado previo del sistema, considerando los requerimientos de entradas, salidas y condiciones que deseábamos tuviera nuestro sistema desarrollado.







Figuras 17-21. Carta ASM.

Número de condición	Condición
1	<i>Temperatura de sostenimiento</i> $\geq 25$
2	<i>Tiempo de sostenimiento</i> $\geq 0$
3	<i>Tiempo de bajada</i> $\geq 0$
4	<i>Error</i> $\geq 1$
5	<i>Termopar</i> $\geq 25$
6	Botón
NA	Q1 = Resistencias encendidas
7	<i>Termopar</i> $\geq$ <i>Temperatura de sostenimiento</i>
8	<i>Termopar</i> $\geq$ <i>Temperatura de sostenimiento</i>
9	Tiempo de sostenimiento
10	<i>Termopar</i> $\leq$ <i>Error calculado</i>

11	Tiempo de bajada
12	Muestra de termopar A
13	1 minuto
14	Muestra de termopar B
15	$A - B \leq$ Razón de cambio de termopar ideal

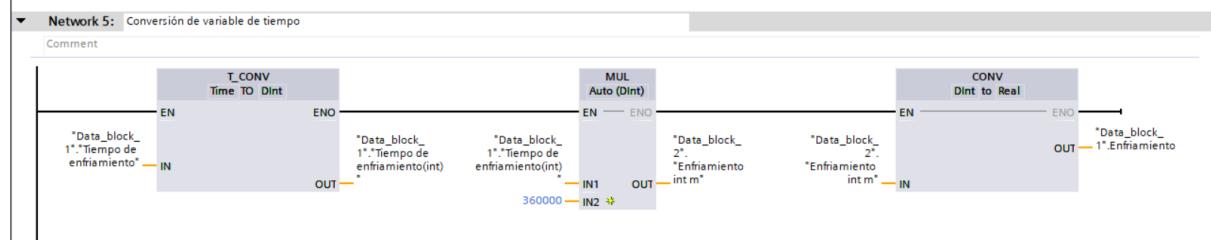
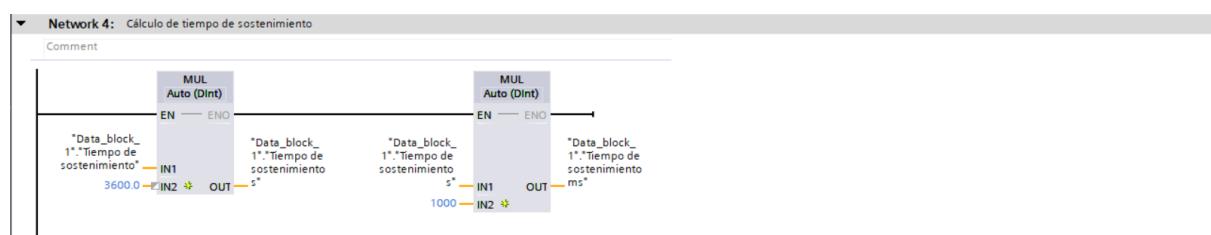
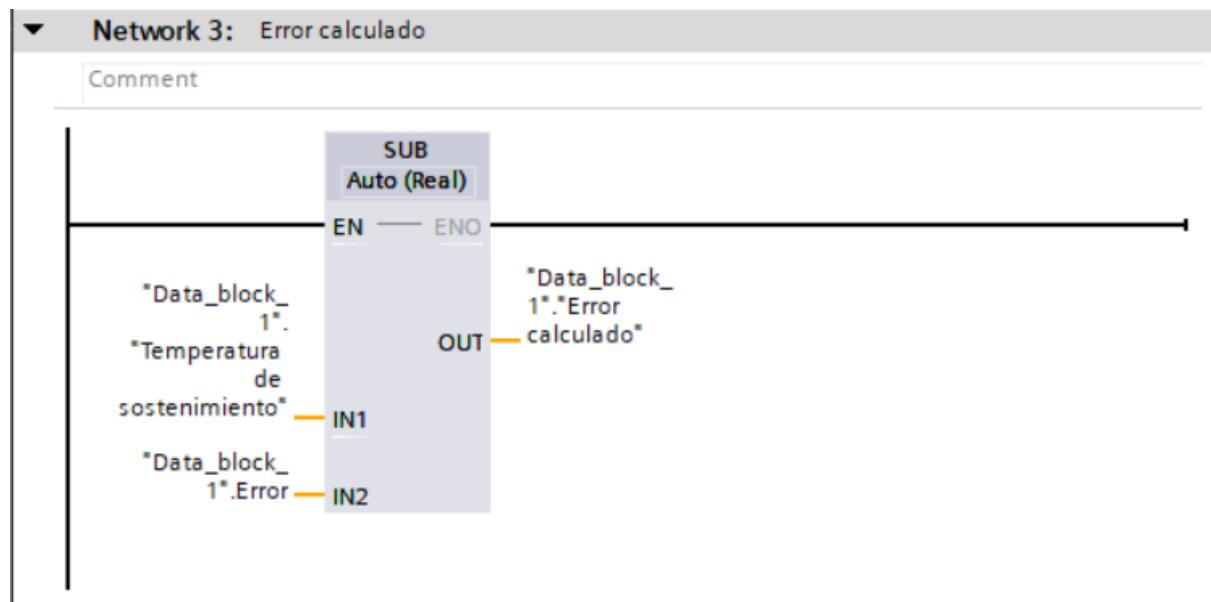
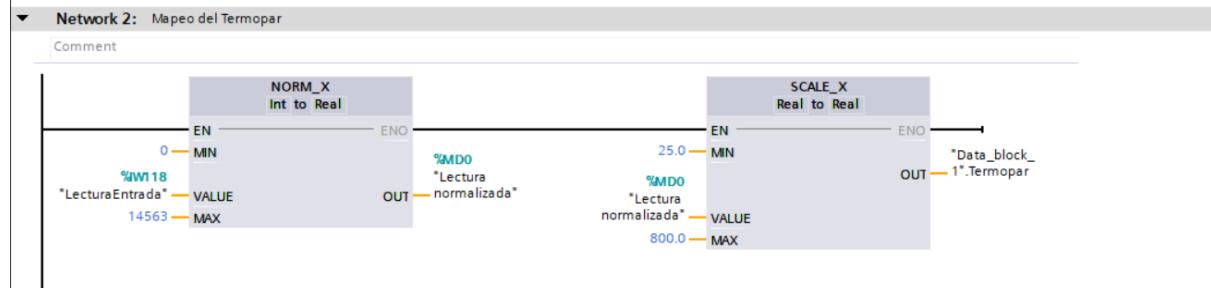
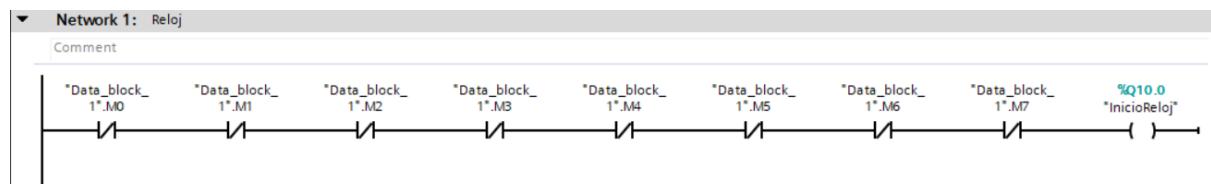
Tabla 1. Condiciones de estado para la carta ASM.

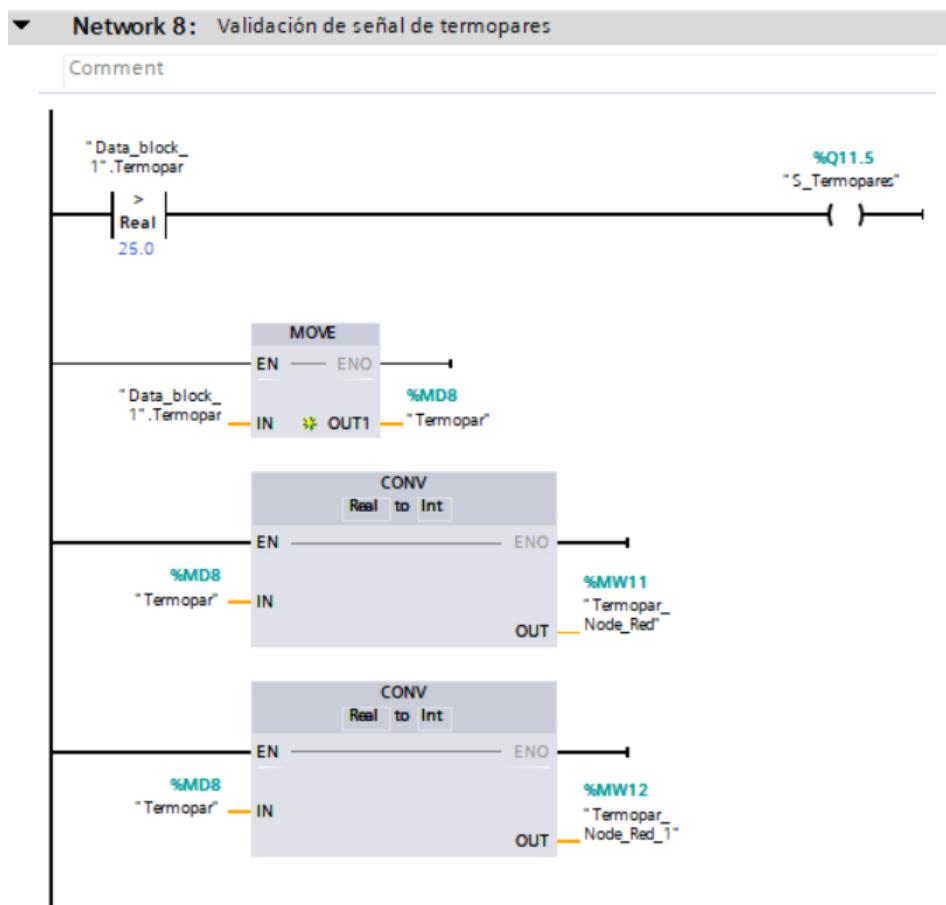
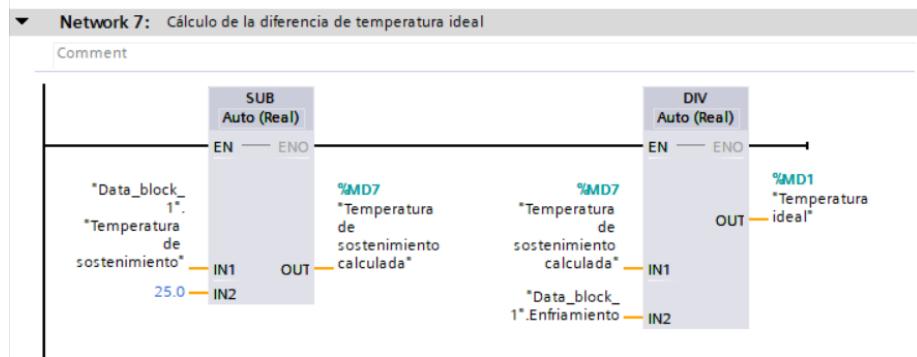
Después, se obtuvieron las ecuaciones de estado sacadas mediante las relaciones que los diferentes estados de nuestro sistema mantienen entre sí.

Estado anterior	Estado siguiente	Condiciones
M0	M0 M5	!1 !2 !3 !4 !5 !11
M1	M0 M1	1 2 3 4 5 11
M2	M1 M2	6 !7
M3	M2 M3 M4	7 !8 10
M4	M3 M4	8 9 !10
M5	M3	8 !9
M6	M5 M6 M7	11 15 15
M7	M6 M7	!15 !15

Tabla 2. Ecuaciones de Estado de la carta ASM.

Posteriormente, se pudo realizar la programación en escalera en el *TIA Portal* basandonos en las ecuaciones anteriormente obtenidas, esto para poder lograr un desarrollo ordenado de nuestro trabajo y así evitar fallos u olvidar cubrir ciertos requerimientos en el producto final.





▼ Network 9: Validación de valor de temperatura de sostenimiento

Comment

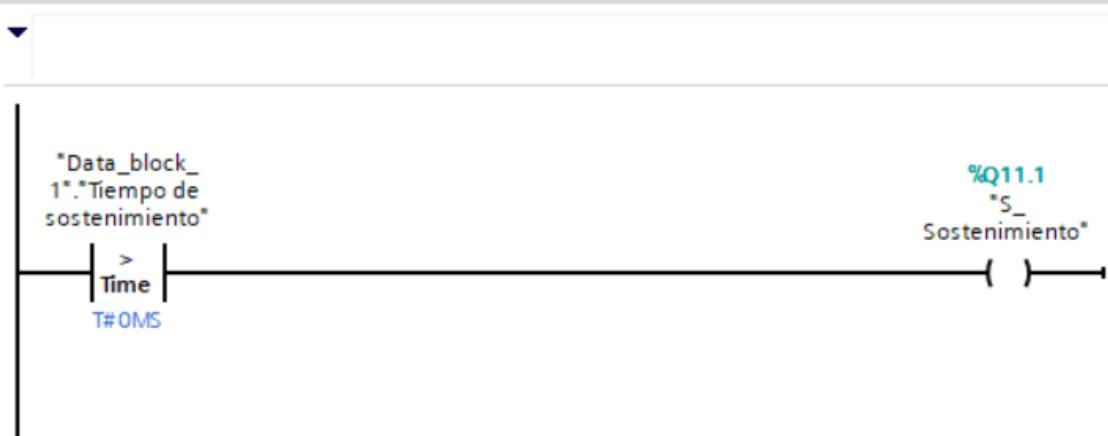


▼ Network 10: Validación del valor del error

Comment



### Network 11: Validación del valor del tiempo de sostenimiento

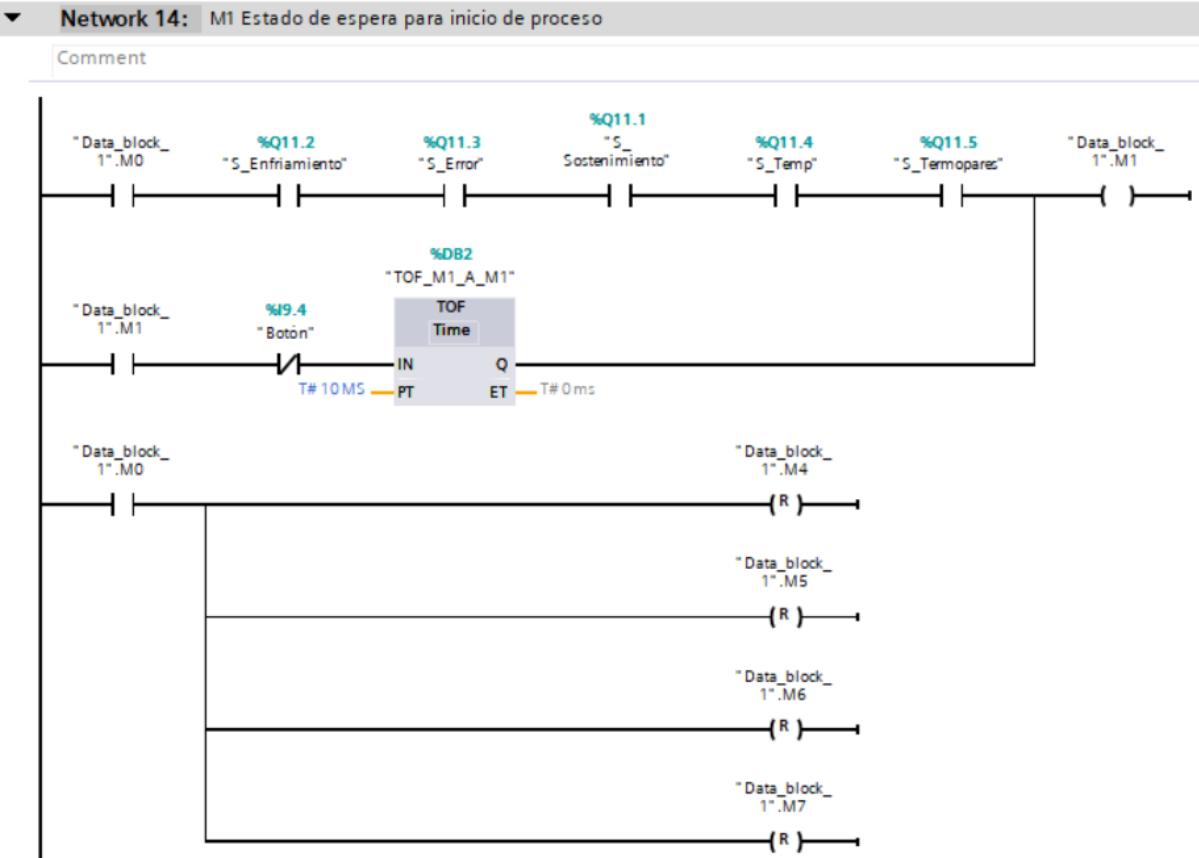


### Network 12: Validación del tiempo de bajada



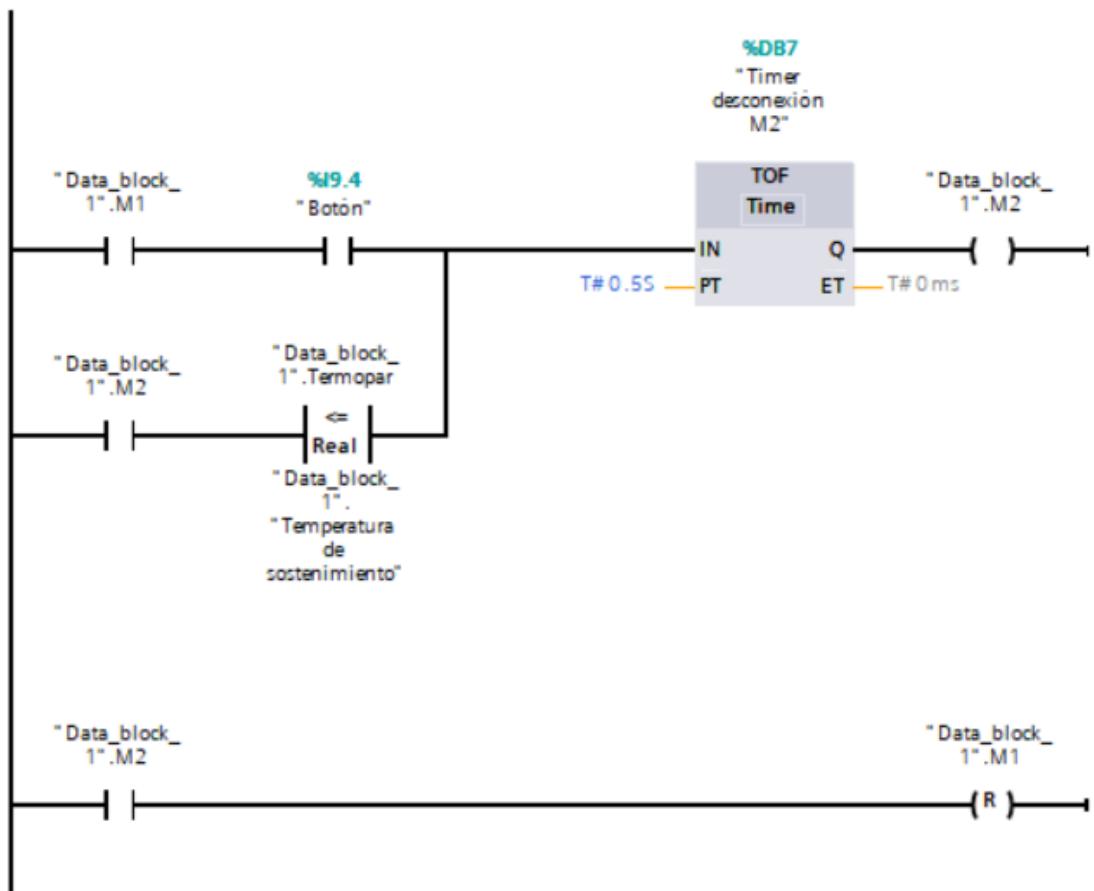
### Network 13: M0 Validación de valores





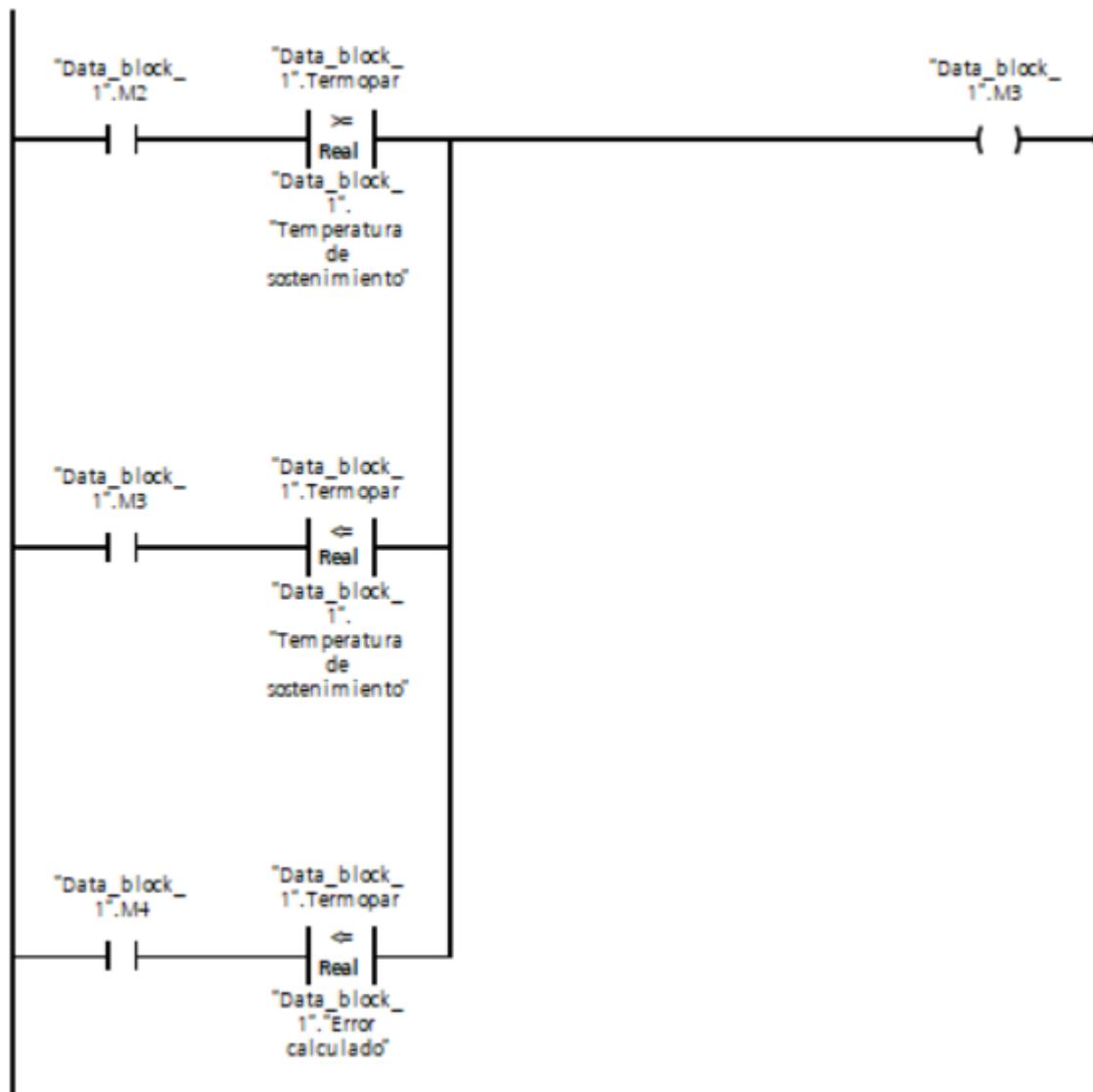
## ▼ Network 15: M2 Fase de calentamiento

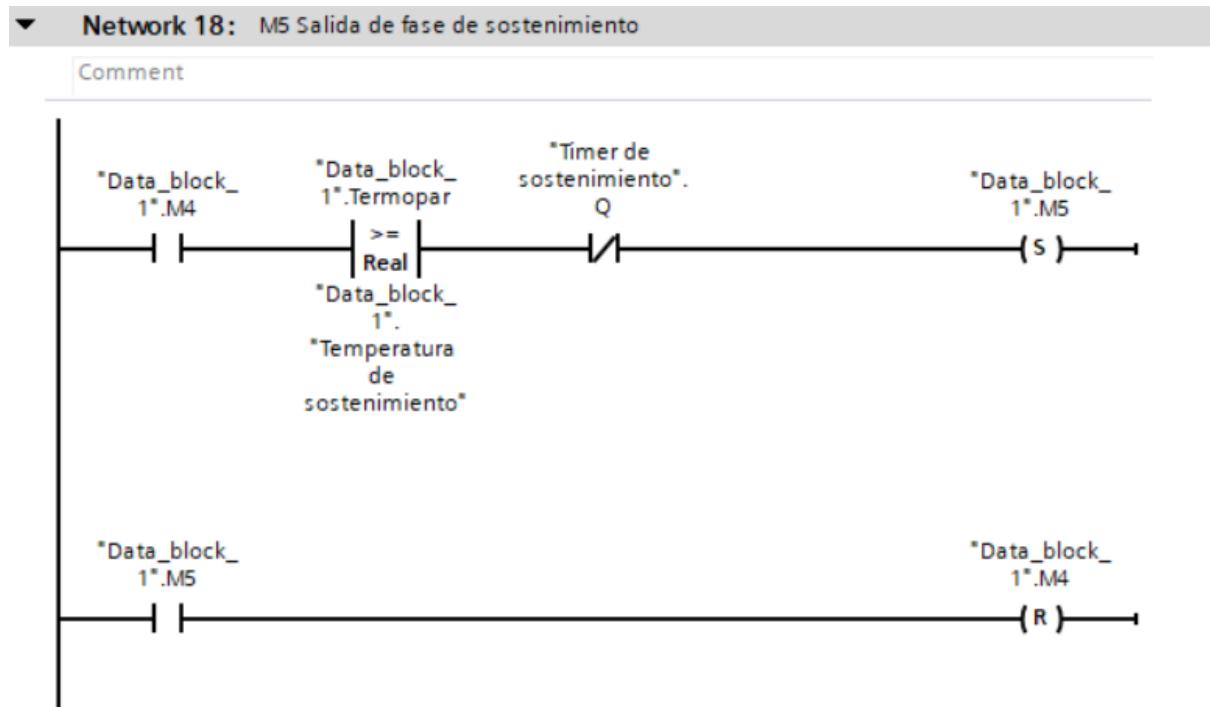
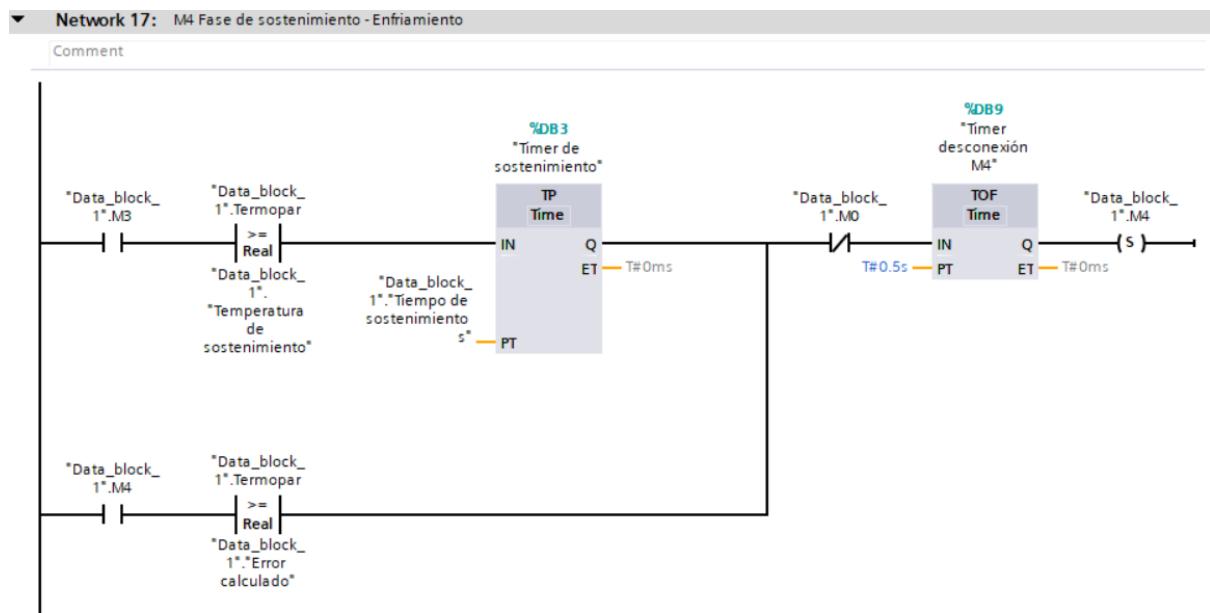
Comment



## Network 16: MB Fase de sostenimiento - Calentamiento

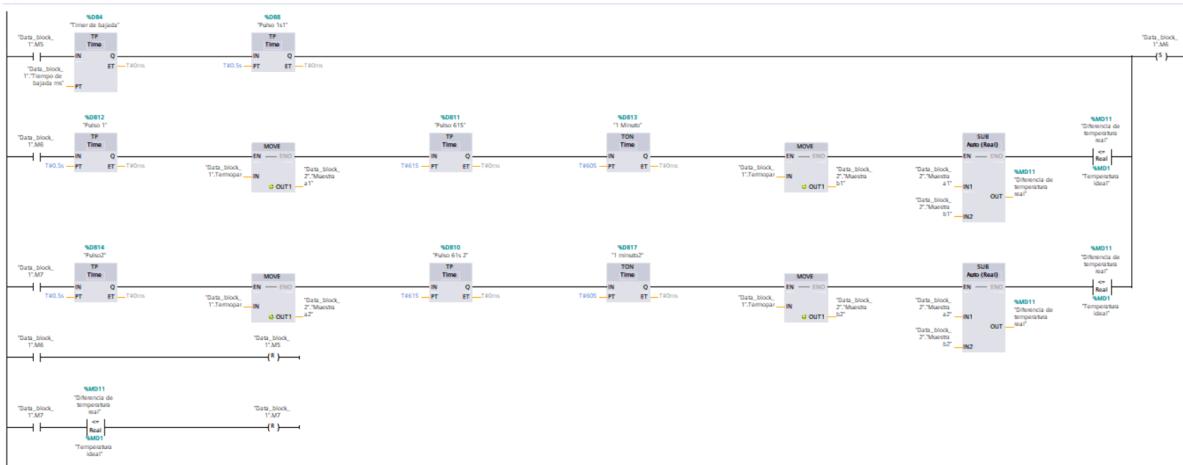
Comment





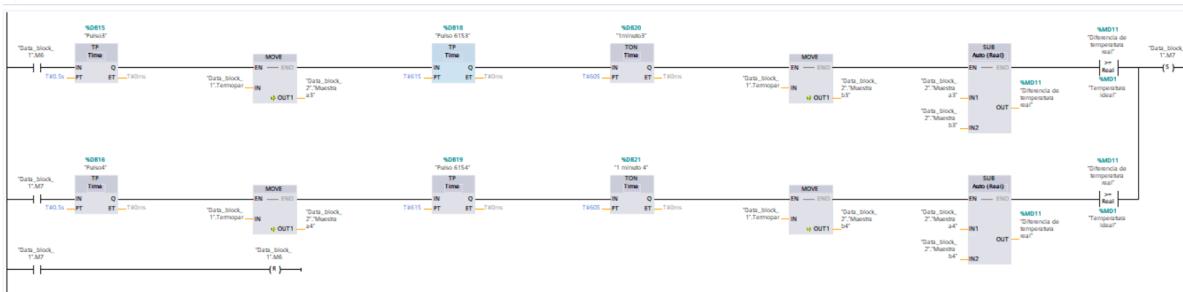
#### Network 19: M6 Fase de enfriamiento - Toma de lecturas - Calentamiento

Comment



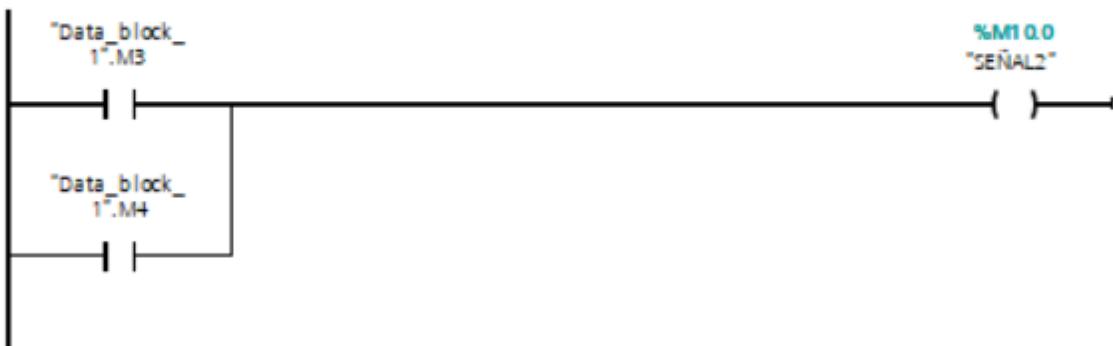
#### Network 20: M7 Fase de enfriamiento - Toma de lecturas - Enfriamiento

Comment



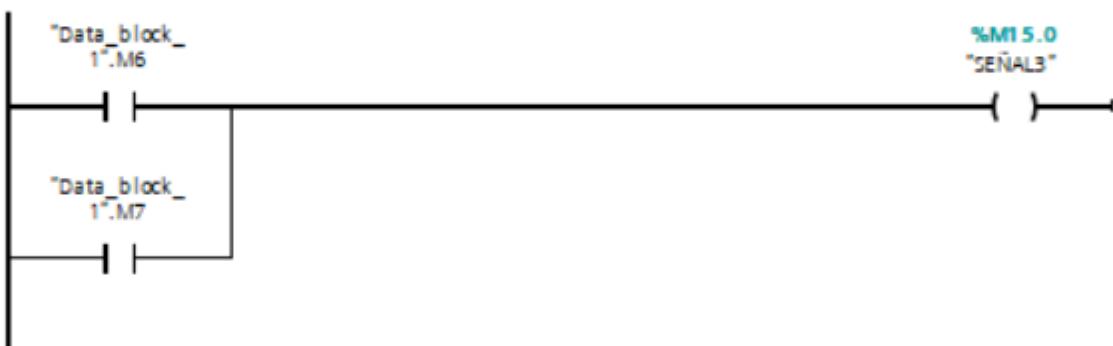
### ▼ Network 21: Señal 2 para indicador HMI

Comment



### ▼ Network 22: Señal 3 para indicador HMI

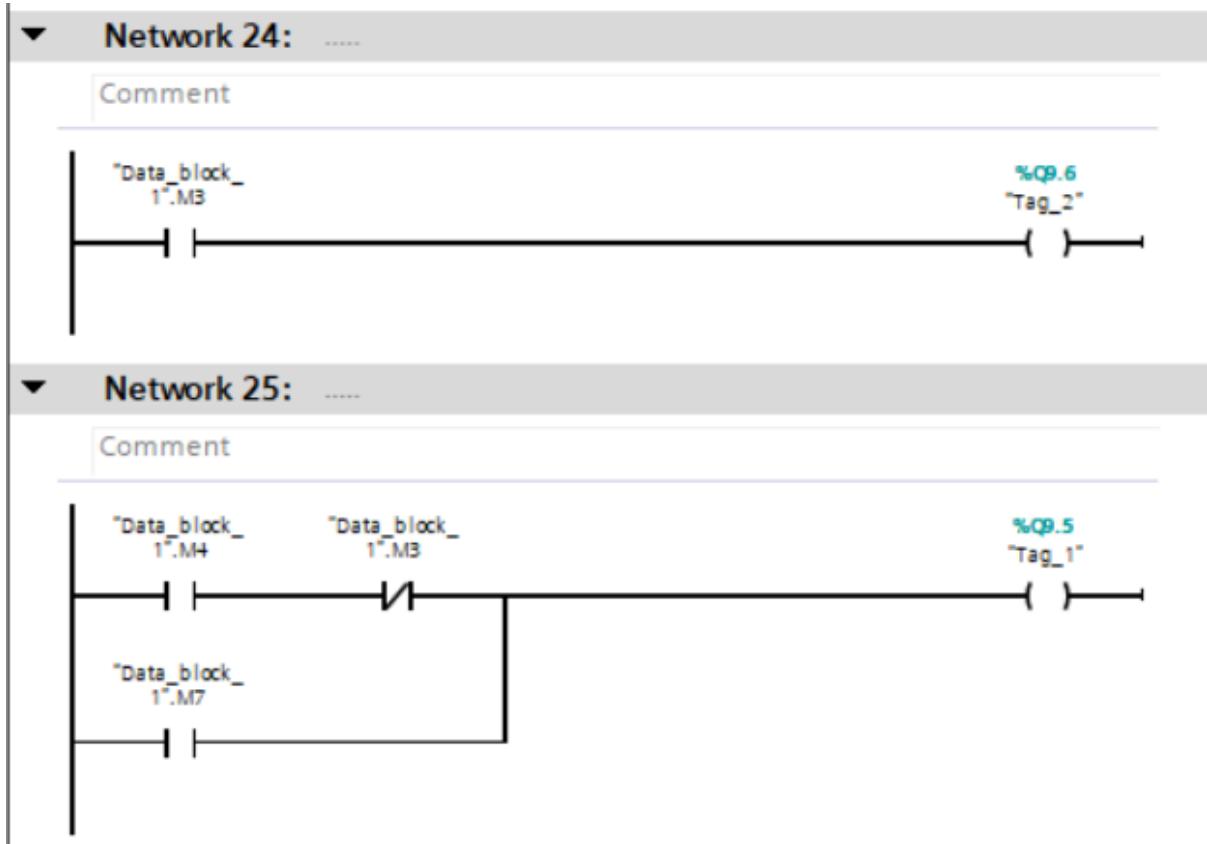
Comment



### ▼ Network 23: ....

Comment





Figuras 22-38. Desarrollo de la programación escalera en TIA Portal.



Figura 39. HMI

Finalmente, se implementó el apoyo del sistema *Node RED* para poder enviar la información del PLC a internet y poder implementar el uso de la nube de datos y la asistencia al usuario para monitoreo mediante *Telegram*.

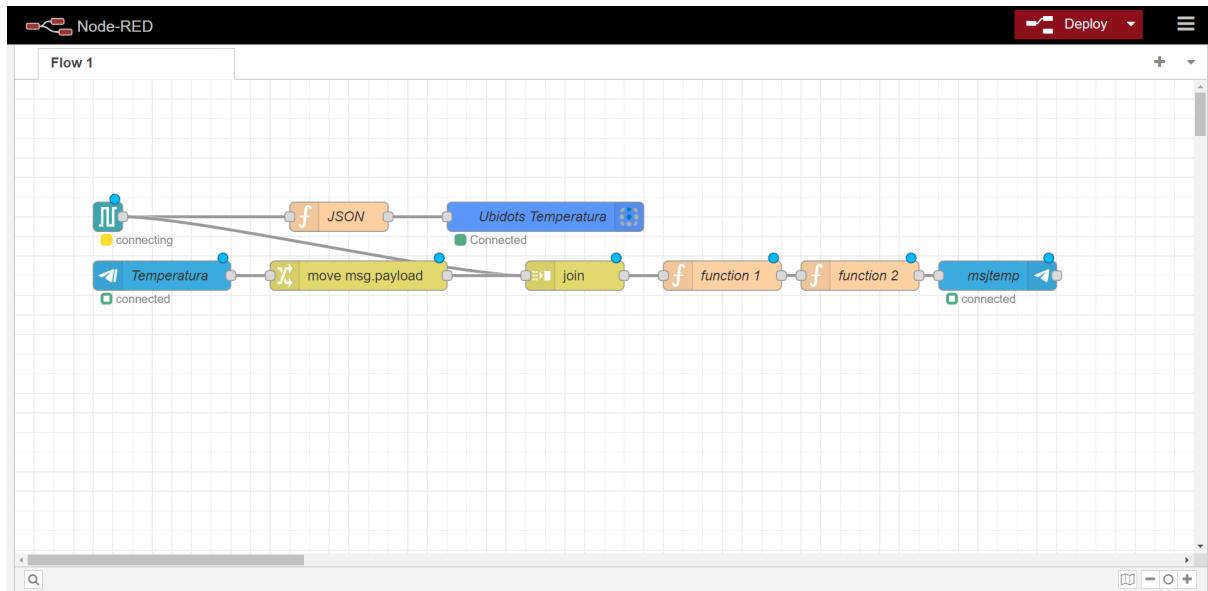


Figura 39. Desarrollo del sistema con Node RED.

### **Pruebas y experimentos**

Como podemos observar en el video, nosotros podemos introducir los diferentes valores de tiempo que queremos, así como la tolerancia, por otro lado con una fuente de voltaje simulamos mediante un acondicionamiento de señal la temperatura. Se puede ver como la temperatura se va actualizando y a su vez nivelando dependiendo de los parámetros que le hayamos puesto. Por otra parte en el HMI se puede ver la gráfica de la temperatura que se va generando, así como en la nube ubidots igual tenemos un guardado de datos que a su vez genera una gráfica. Por último mediante un bot de telegram, podemos estar monitoreando la temperatura desde diferentes lugares sin necesidad de estar al lado del proceso que se está llevando a cabo.

<https://drive.google.com/file/d/1IYzHutvbhgckn4J3FJtk0EnX54n6UJbBp/view?usp=sharing>

### **Trabajo futuro**

Este proyecto llegó a su objetivo cumplido, sin embargo, consideramos que tiene un gran potencial por delante, por ejemplo, llevandolo a un ámbito real, en donde si utilizamos los termopares tipo k, se podria mejorar la precisión con la que se toman las lecturas, dado que estos son termopares certificados. Por otro lado en el caso de la nube ubidots, se podría buscar algún otro portal profesional de almacenamiento de datos, dado que con ubidots lo que estamos utilizando es una licencia de prueba, la cual solo permite recibir ciertos datos al día.

Por otra parte, para la logística, se podría implementar una base de datos para cada tipo de material para así observar los comportamientos dependiendo el material, y validar que la

automatización tenga el comportamiento deseado cada vez que se ejecuta el proceso, de tal forma asegurarle al cliente que su pieza llevará el proceso adecuado cada que se solicite.

Con respecto a la parte de programación, sabemos que es un trabajo en el cual se debe de poner las diferentes partes meticulosamente, pudimos percarnos de que esta se puede hacer más compacta y óptima, esto de misma manera nos puede permitir eficientar el proceso.

### ***Conclusiones individuales***

*Diego García:* Este proyecto medio expandido es una gran parte de cómo son las automatizaciones en las industrias. Primero la parte de programación, la cual es el corazón de toda automatización industrial, ya que esta es que hace que las cosas funcionen tal y como queremos, pero por ende es de lo más complicado. Por otra parte el diseño mecánico para que todas las cosas estén en su lugar y funcionen correctamente. Igualmente los agregados o innovaciones que se le pueden hacer al proyecto, como la exportación de datos a una nube o como monitorearlos en tu celular desde telegram. Son muchas cosas las que se deben de tomar en cuenta para un proyecto de esta automatización pero te hacen darte cuenta de lo que la industria requiere en estos tiempos.

En la parte de ética, sabemos que la sociedad se rige por diferentes normas, las cuales como ciudadano debemos respetar y esto no excluye al área de la ingeniería. Como ingenieros tenemos la responsabilidad de cubrir las necesidades y comodidades de los seres humanos aplicando los conocimientos científicos existentes y llevándolos a una dimensión real mediante proyectos que beneficien a la sociedad, pero esto claramente mediante normas que puedan regular los proyectos y avances tecnológicos para no afectar a la ciudadanía.

*Ricardo Leal:* En este proyecto pudimos poner a prueba los conocimientos que fuimos adquiriendo a lo largo del bloque, logrando llevar un proceso industrial a su desarrollo automatizado. Con esto se pudo eliminar en gran parte la intervención humana en el proceso del relevado de esfuerzos de la empresa socioformadora *DUAL Talleres Metal Mecánica*, brindando un proceso más eficaz y preciso en sus tiempos de trabajo y las temperaturas que maneja, así como en el monitoreo de todo lo anterior y el fácil acceso al mismo desde cualquier lugar. Con todo esto, solo se puede recalcar como los procesos de automatización industrial son verdaderamente importantes, ya que pueden mejorar de manera significativa los procesos que diversas industrias puedan llevar a cabo y hacer que mejoren su rendimiento, su consumo de energía e incluso que las fallas por intervención humana puedan ser eliminadas, todo mediante acondicionamientos de señal, diseño de cartas asm, obtención de ecuaciones de estado, programación escalera e implementación de uso de PLCs. Sin duda fue un reto que nos exigió conjuntar una gran serie de conocimientos, pero que se pudo lograr y nos permitió darnos cuenta de cómo podemos aplicar todo lo que aprendemos en conjunto y poder lograr cosas de escalas más grandes a solo pruebas en un *protoboard* como fue al inicio del semestre.

En la parte de la ética, pudimos también comprender un poco más de los diferentes compromisos a los que se tiene que someter uno cuando desarrolla automatizaciones o busca innovar en la industria. Es muy importante mantener una relación equilibrada con el medio ambiente y respetar los compromisos que tengamos con el mismo, ya que todo lo que necesitamos para innovar y los componentes para nuestros desarrollos provienen del ambiente, y la única forma en que podríamos pagar sería desarrollando tecnologías que puedan ser recíprocas con el medio ambiente y que no contaminen, reduzcan consumo de energía y puedan ayudar a mejorar y equilibrar más la balanza que existe entre la necesidad humana y el desarrollo de nuestra sociedad.

*Diego Zárate:* La automatización de un proceso industrial es muy enriquecedora porque ha brindado un acercamiento al funcionamiento de las industrias. Las técnicas de producción en conjunto con tecnologías inteligentes integran una parte muy importante de la transformación de las empresas, mejorando sus procesos y conectando el mundo físico con el digital. Así mismo, la programación de PLC son un componente fundamental en las industrias, debido a que permiten realizar procesos de automatización más complejos y haber podido tener una interacción con hardware de este calibre permitió profundizar y aprender cómo trabajan. El proyecto conjunta programación, diseño mecánico, señales, y conectividad con la nube, produciendo interacción entre todos los agentes del proyecto, mejorando la productividad y una solución que satisfaga de mejor manera las necesidades de la empresa.

La ética dentro de la ingeniería es un pilar fundamental sobre el cual cómo profesionales nos debemos regir, puesto que se deben plantear soluciones que estén orientadas no solo a nuestro beneficio, sino al de toda la sociedad, porque los ingenieros son responsables de causar las innovaciones y transformaciones tecnológicas, las cuales conllevan aspectos sociales, económicos, políticos y ambientales. Las propuestas de solución deben beneficiar a la humanidad, sin perjudicar a otro sector, buscando el beneficio económico, la colaboración con instituciones políticas, y siempre con un enfoque sustentable, porque las actuales crisis humanitarias demandan mejorar las tecnologías autosuficientes.

*Massimiliano Tuccella:* Al trabajar en este proyecto fuimos capaces de implementar todas las áreas de la mecatrónica, tanto en la parte electrónica en la parte del circuito de acondicionamiento de señal y lectura de señales analógicas y digitales, como en la parte mecánica diseñando el gabinete, también en la parte de control, al diseñar nuestro controlador on/off para el monitoreo de la temperatura y finalmente en la computación con la programación de nuestro plc.

Al tomar en cuenta lo anterior, podemos dictaminar que se logró realizar la automatización y monitoreo del proceso requerido de forma completa, ya que se utilizaron todos los recursos de la mecatrónica necesarios para alcanzar una solución adecuada.

Sin embargo esto no es todo lo que se debe considerar para la solución de problemas y realización de proyectos, ya que en el mundo actual en el que vivimos, debemos tomar en

cuenta ciertos aspectos de la solución para poder llegar al mejor resultado tanto técnica como éticamente. Considerando esto, nuestro automatización puede ser considerada como una de automatización centrada en el humano, ya que para que la automatización funcione, siempre debe haber un trabajador que ingrese valores del proceso del cual él posee información, también, la automatización está diseñada para que los datos puedan ser analizados por los trabajadores, de esta forma se toma en cuenta al trabajador, y lo sigue haciendo esencial para el proceso, pero con la tarea más facilitada.

Es por esto que es importante tomar en cuenta la ética desde el diseño, hasta la implementación de nuestro producto, porque si no, ¿A quién beneficiamos con nuestro producto?

*Eliseo Olvera:* Durante el desarrollo de este proyecto de automatización industrial pude adquirir e integrar conocimientos profesionales desde una perspectiva más reflexiva. A lo largo de este bloque tuve la oportunidad de aprender sobre el manejo de controladores tanto micros, como el ESP32 hasta industriales como el SIEMENS S7-1200, practicando con proyectos que me ayudaron a entender cómo programar una rutina, cómo usar diferentes periféricos y cómo acoplar etapas de potencia para controlar actuadores. A su vez pudimos trabajar con el socio formador para implementar proyecto que permitió monitorear, mostrar y controlar un proceso térmico conocido como el relevado de esfuerzos, generando valor para diferentes personas involucradas en el proceso, haciendo una interfaz amigable y fácil para el operario implementando una terminal HMI, mejorando la seguridad del proceso mediante mediciones de temperatura y control de encendido-apagado automático, al mismo tiempo, implementamos interfaces de consulta de temperatura más accesibles como Telegram, lo que permite a diferentes operarios monitorear el proceso incluso afuera de la planta. De esta forma se piensa a la automatización tecnológica como el desarrollo de procesos más seguros dentro de los cuales el usuario forma una parte importante y de los cuales debe de sentirse integrado. Dentro de las cosas más significativas puedo destacar el conocimiento profundo sobre el funcionamiento de sensores o controladores como el ESP 32 o Arduino UNO, la programación en lenguajes implementados dentro de la industria y en proyectos de desarrollo y prototipado, metodologías como One Hot para el diseño de programación escalera, el repaso de las leyes físicas que permiten el funcionamiento de la electrónica aplicada y las implicaciones éticas del desarrollo profesional de un ingeniero mecatrónico.

*Roy Gómez:* El trabajo que se ha llevado a cabo durante estas 15 semanas en conjunto con el socioformador DUAL ha sido una experiencia de aprendizaje muy interesante, el acompañamiento que este le dió a nuestro proceso de adquisición de conocimientos por medio de los bloques ha estado íntimamente relacionado el uno con el otro, gracias a esto hemos podido aplicar todos los conocimientos asimilados en los módulos directamente en el reto. Este trabajo colaborativo con DUAL ha supuesto un verdadero reto para nosotros, ya que este fue un trabajo ingenieril que implicó las 4 ramas de la mecatrónica, que son diseño mecánico, diseño electrónico, diseño robótico y el control de un proceso industrial.

Para la resolución de este nos encargamos de realizar una propuesta que cubriera todos los aspectos mencionados anteriormente, para esto se tuvieron que realizar distintas investigaciones para poder aportar valor agregado con nuestra propuesta asegurándonos de que esta sería de calidad y sin huecos, dicha propuesta está conformada por un gabinete de control, el cuál es el cerebro principal de la operación, que se encarga de analizar las muestras de temperatura con respecto al tiempo durante todo el proceso, además de subir dichas lecturas a la nube para poder ser consultadas en todo momento, estas lecturas de temperatura se realizan por medio de un termopar tipo k, que nos da un output en mV dependiendo de la temperatura en la pieza a realizar el proceso, para que el gabinete de control pueda interpretar correctamente este voltaje se realizó un acondicionamiento de señal para que este estuviera dentro de un rango de 0V a 5V. Para el inicio del proceso el operador del gabinete puede ingresar 4 variables para poder modificar las condiciones del proceso, los cuales son: Temperatura de sostenimiento, rango de error en la temperatura, tiempo de sostenimiento y tiempo de enfriamiento. Por medio de estas 4 variables se puede modificar el funcionamiento de todo el proceso dependiendo de las características de la pieza a la que se le va a realizar el relevado de esfuerzos.

Consideramos que nuestra propuesta cumple con todos los objetivos que se propusieron desde un principio, incluso realizando una propuesta de valor agregado que es que se pueda consultar la temperatura del sistema en todo momento desde un bot de telegram, el cual permite el monitoreo constante del sistema con la facilidad de que se puede realizar desde cualquier lugar y en cualquier momento.

### ***Reflexión***

A su vez podemos observar el cambio necesario para el desarrollo industrial en nuestro país, coincidiendo con la idea de que la tecnología debe funcionar como una herramienta potencializadora de las capacidades humanas y del desarrollo de procesos más seguros en lugar de una forma de sustituir personas.

## **Referencias**

- [1] DUAL Talleres Metal Mecánica S.A. de C.V. (2022, noviembre 28). *Nuestra Empresa*. :: grupo DUAL :: <https://www.dualtm.com/>
- [2] Microcontroladores. (s.f). Todo sobre microcontroladores. Recuperado el 5 de octubre de 2022 de <https://microcontroladoress.com/>
- [3] PCE. (s.f). Sensores. Recuperado el 5 de octubre de 2022 de <https://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/sistemas/sensores.htm>
- [4] PCE. (s.f). Transductores. Recuperado el 5 de octubre de 2022 de <https://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/sistemas/transductores.htm>
- [5] Iron Mountain. (s.f). Digitalización. Recuperado el 5 de octubre de 2022 de [https://www.ironmountain.com/mx/services/document-scanning-and-digital-storage?utm\\_source=Google\\_Ads\\_2022&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=mx\\_digital&gclid=Cj0KCQjw1vSZBhDuARIsAKZlijQ9uqWkE6mYspngTm9VIj8WLeys5P8nqUJoH15iYMg7KcWACYIcIVoaArgPEALw\\_wcB](https://www.ironmountain.com/mx/services/document-scanning-and-digital-storage?utm_source=Google_Ads_2022&utm_medium=cpc&utm_campaign=mx_digital&gclid=Cj0KCQjw1vSZBhDuARIsAKZlijQ9uqWkE6mYspngTm9VIj8WLeys5P8nqUJoH15iYMg7KcWACYIcIVoaArgPEALw_wcB)
- [6] Hewlett Packard. (s.f). Advisory and Professional Services. Recuperado el 5 de octubre de 2022 de [https://www.hpe.com/mx/es/services/consulting.html?jumpid=ps\\_ir6xzk7mnp\\_aid-52006146&&ef\\_id=Cj0KCQjw1vSZBhDuARIsAKZlijQPeO\\_SxduvFUGmS6sOicJTg7R3dTgOA865M7Hz0gst4xJ7y7aTk7gaAgWyEALw\\_wcB;G:s&s\\_kwcid=AL!13472!3!618178071570!p!!g!!servicios%20de%20transformaci%C3%B3n%20digital!13230997425!142194665964&](https://www.hpe.com/mx/es/services/consulting.html?jumpid=ps_ir6xzk7mnp_aid-52006146&&ef_id=Cj0KCQjw1vSZBhDuARIsAKZlijQPeO_SxduvFUGmS6sOicJTg7R3dTgOA865M7Hz0gst4xJ7y7aTk7gaAgWyEALw_wcB;G:s&s_kwcid=AL!13472!3!618178071570!p!!g!!servicios%20de%20transformaci%C3%B3n%20digital!13230997425!142194665964&)
- [7] Digital Data. (s.f). Digital Data. Recuperado el 5 de octubre de 2022 de <https://www.digitaldata.com.mx/>