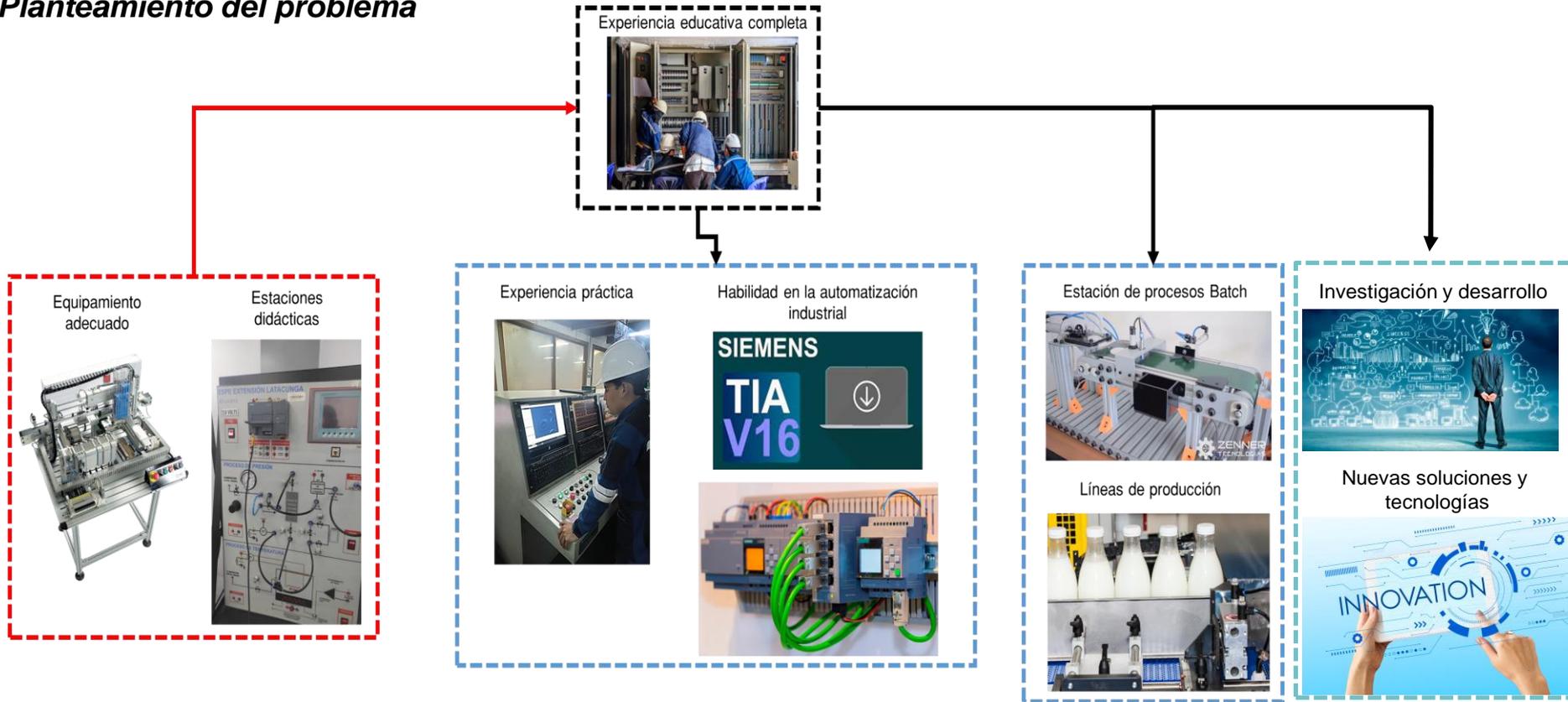


## Planteamiento del problema



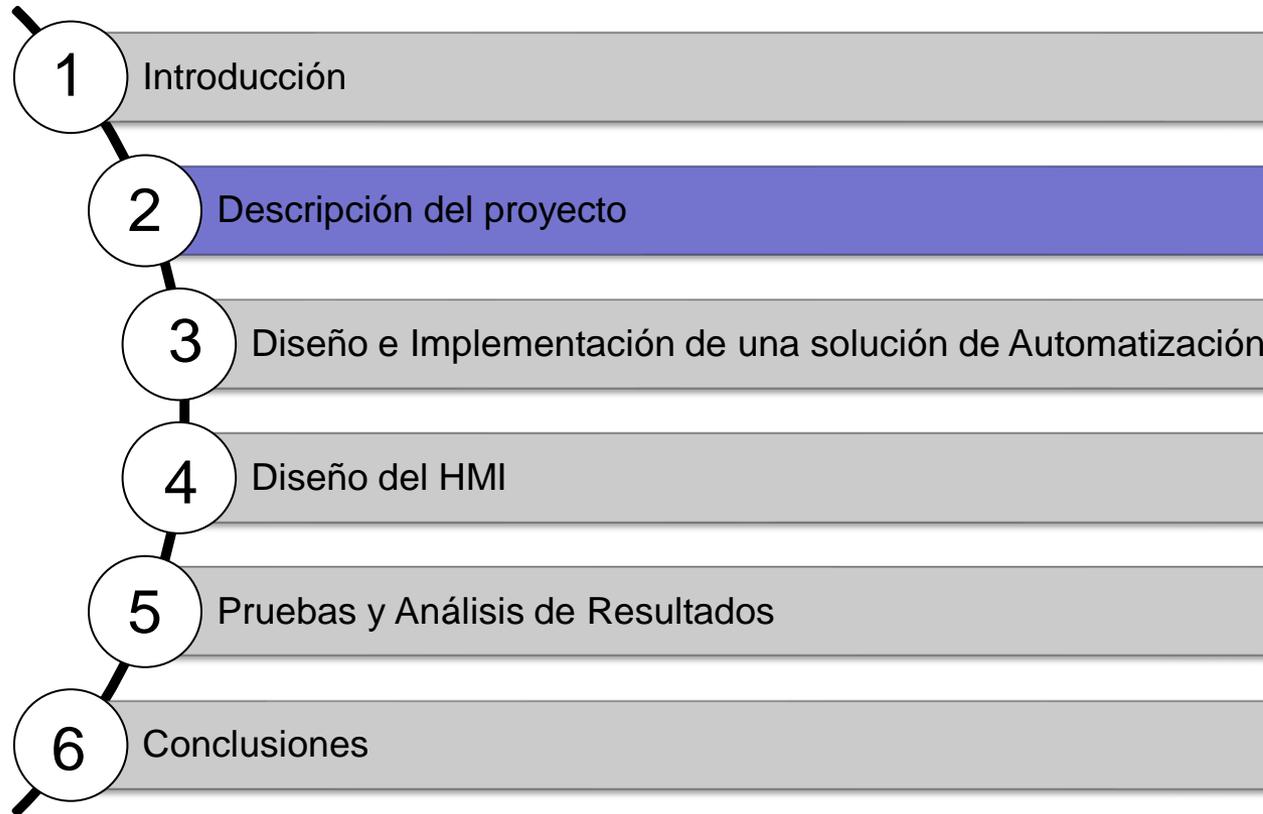
## ***Objetivo general***

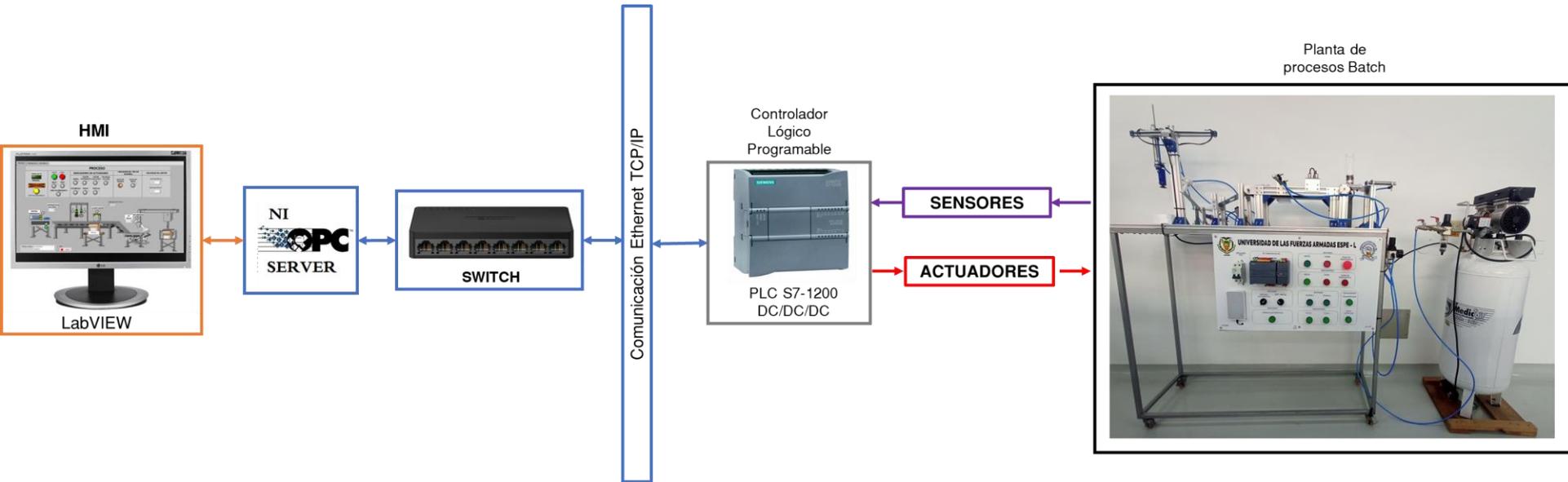
- Automatizar y Supervisar una estación didáctica de procesos Batch.

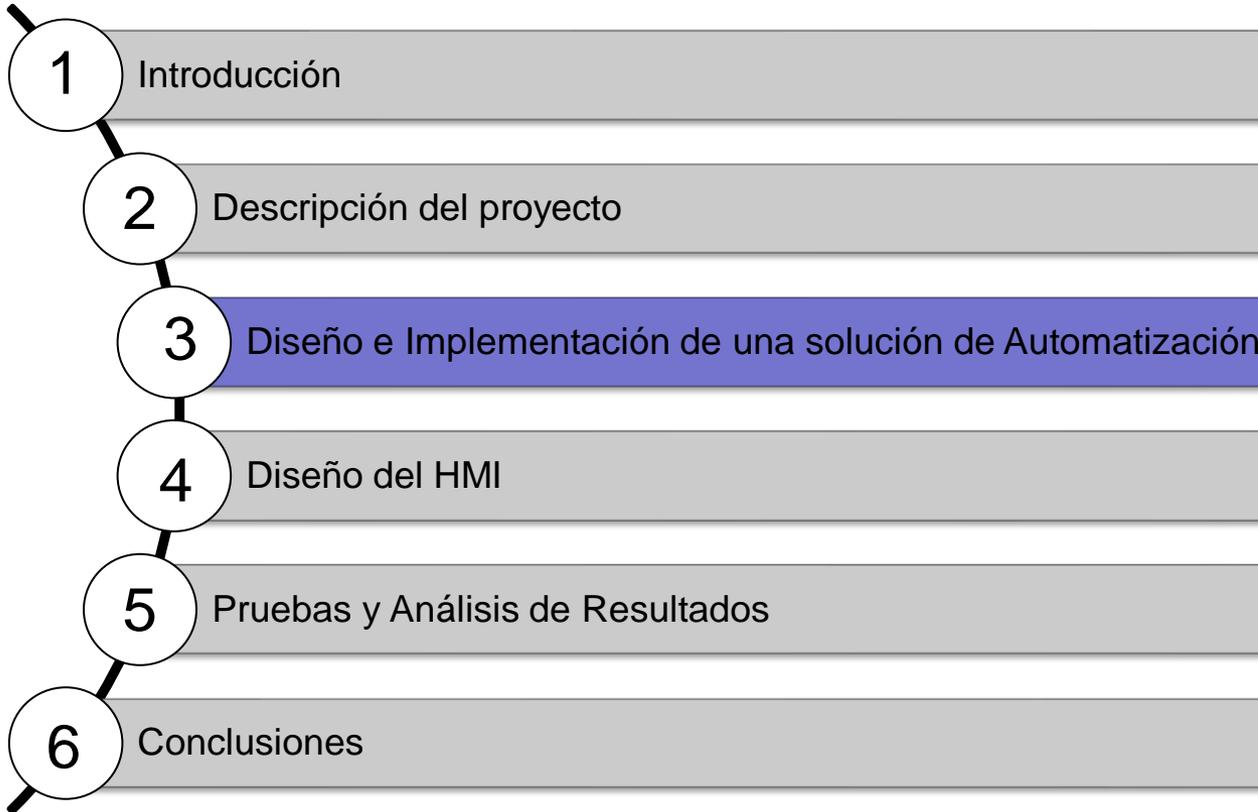
## ***Objetivos específicos***

- Diseñar la solución de automatización para el proceso Batch, mediante diagramas Grafcet.
- Programar el PLC, para el funcionamiento en modo automático de las cuatro etapas de la estación didáctica para automatización industrial de procesos Batch.
- Desarrollar un HMI, para el monitoreo y supervisión de la estación didáctica para la automatización industrial de procesos Batch.
- Desarrollar diagramas eléctricos de conexión de los equipos de automatización.

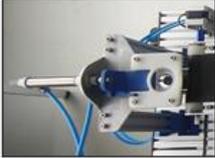




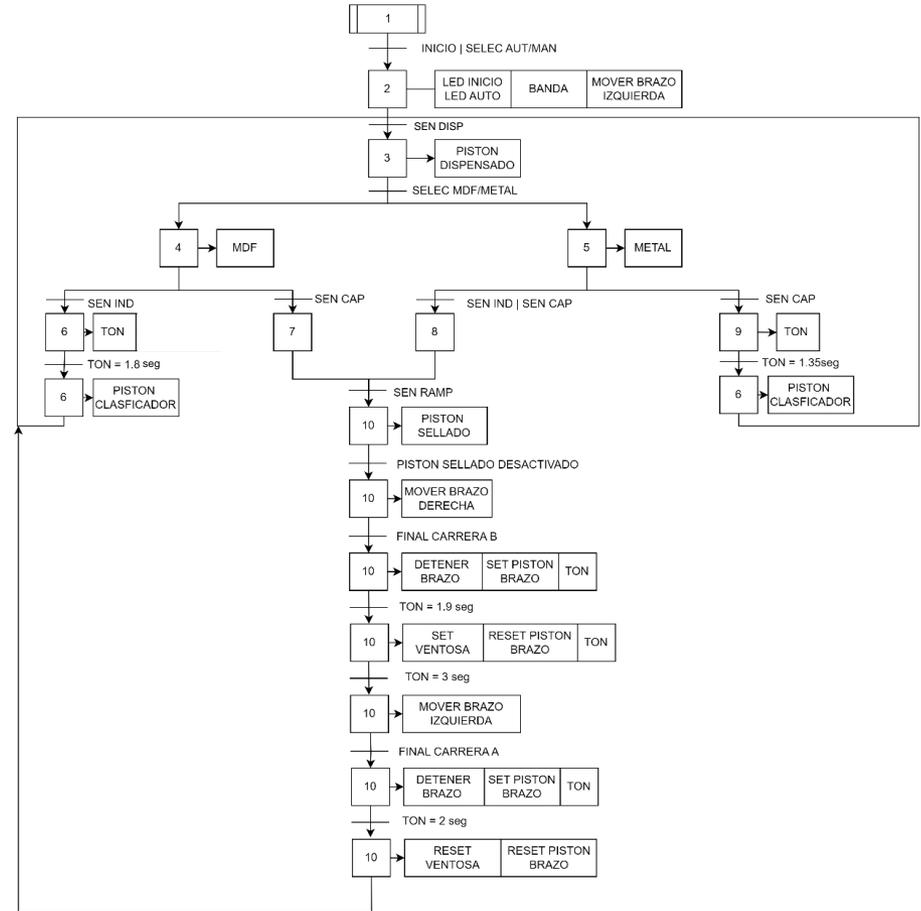




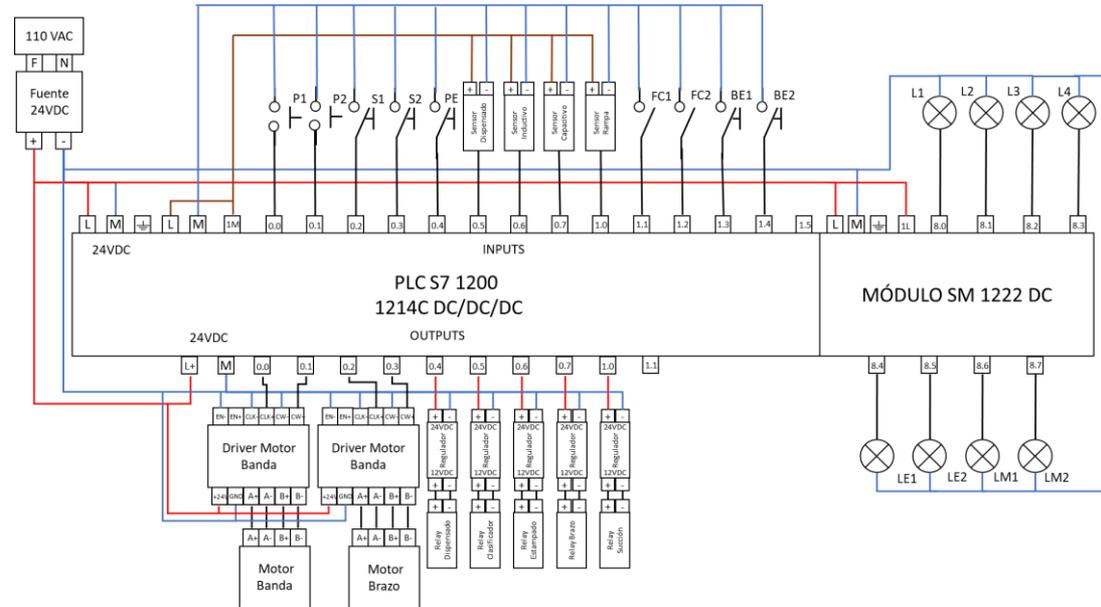
## Subdivisión de las etapas de la estación didáctica de procesos batch

SUBETAPA	REPRESENTACIÓN
Dispensado de material	
Transporte y Clasificado	
Estampado	
Paletizado	

## Grafcet

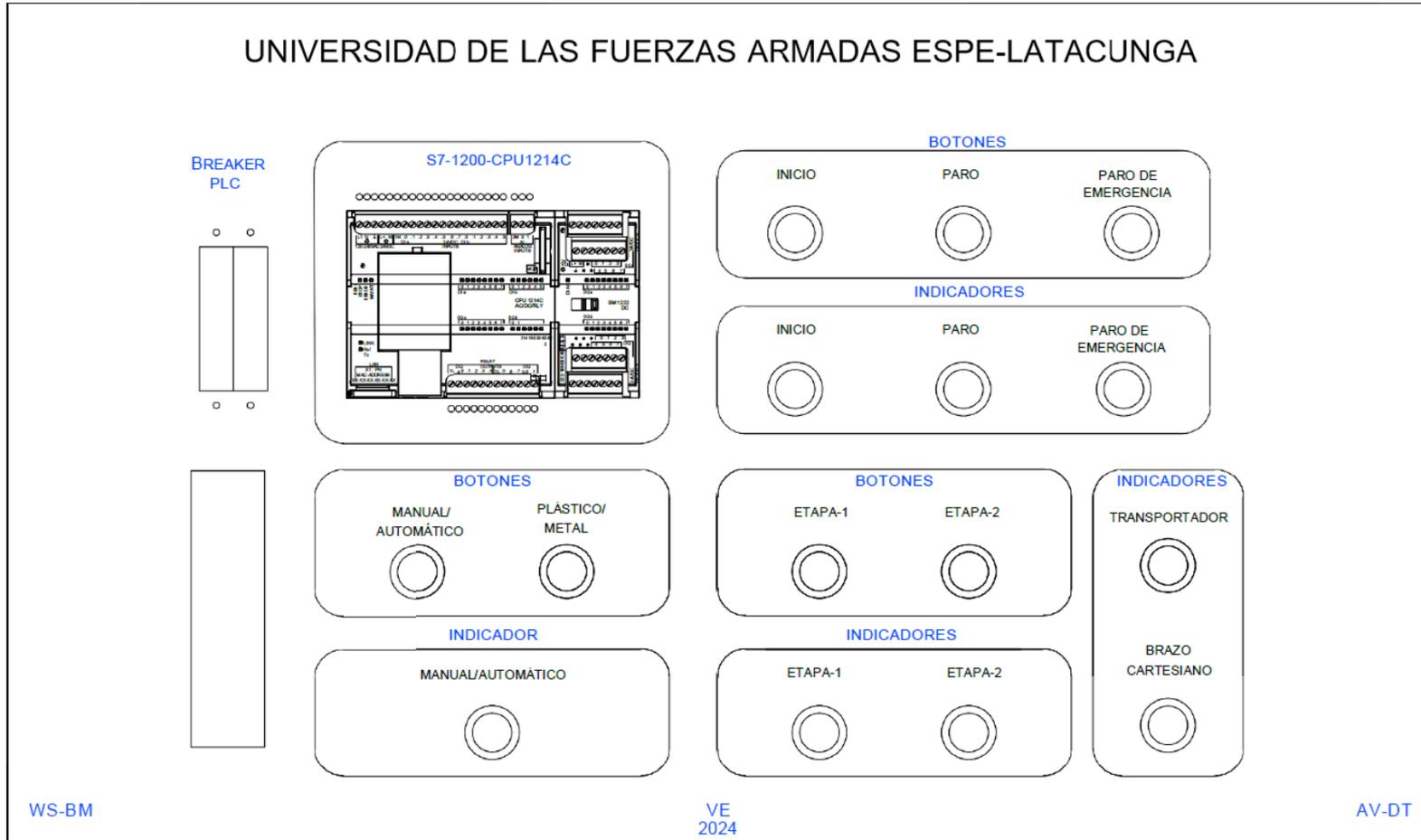


## Esquema de Conexiones

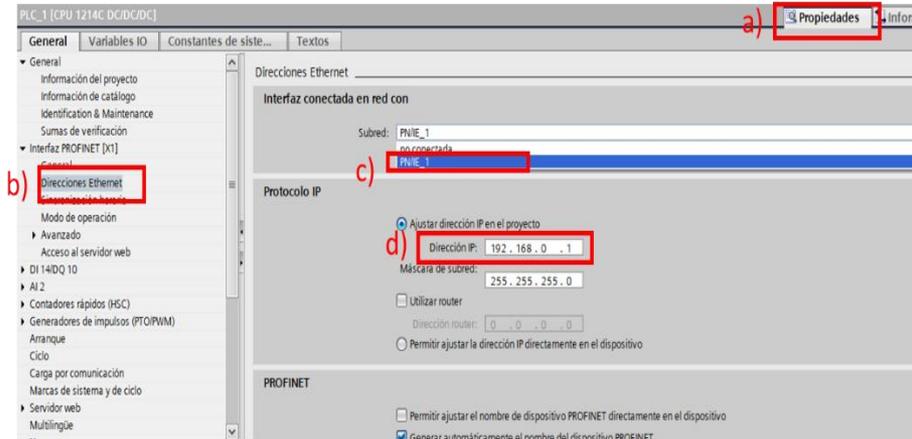


ENTRADAS		SALIDAS	
Símbolo	Definición	Símbolo	Definición
P1	Pulsador Inicio	L1	Led Inicio
P2	Pulsador Paro	L2	Led Paro
S1	Selector Manual/Automático	L3	Led Paro Emergencia
S2	Selector MDF/Metal	L4	Led Manual/Automático
PE	Paro de Emergencia	LE1	Led Etapa 1
FC1	Final de carrera A	LE2	Led Etapa 2
FC2	Final de carrera B	LM1	Led Banda
BE1	Botón Etapa 1	LM2	Led Brazo
BE2	Botón Etapa 2		

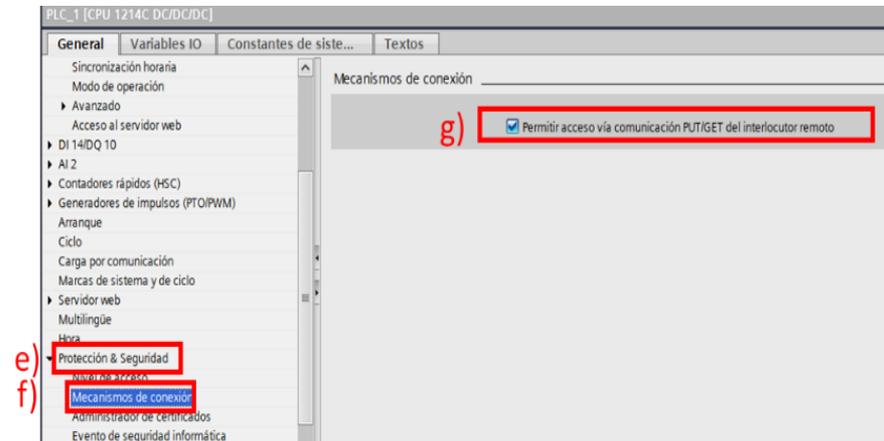
## Diagrama de panel frontal del sistema batch



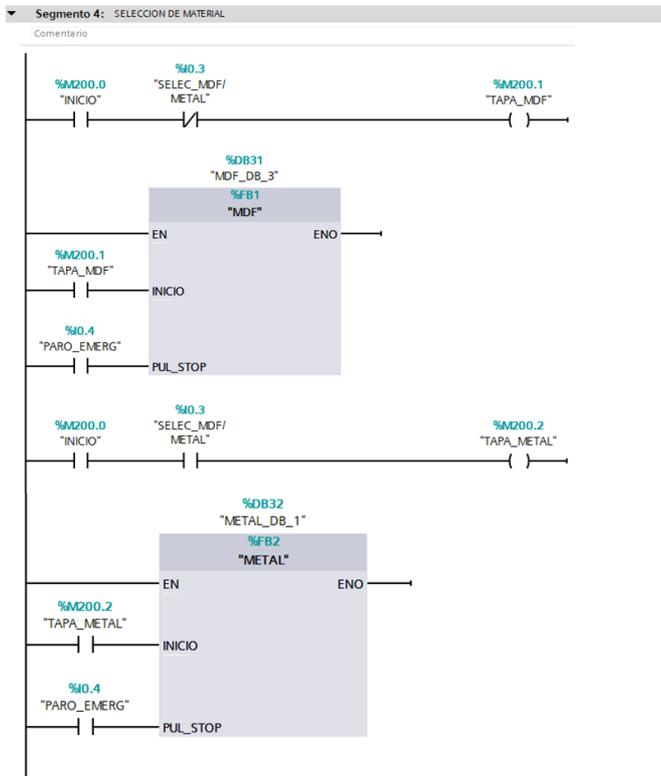
## Asignación de la dirección IP



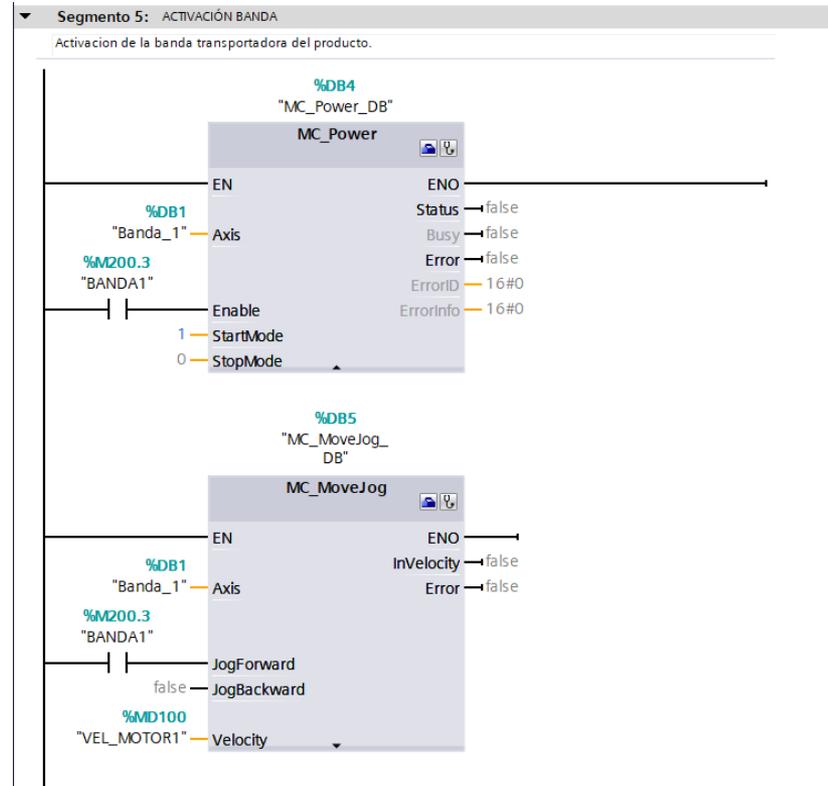
## Activación de PUT/GET



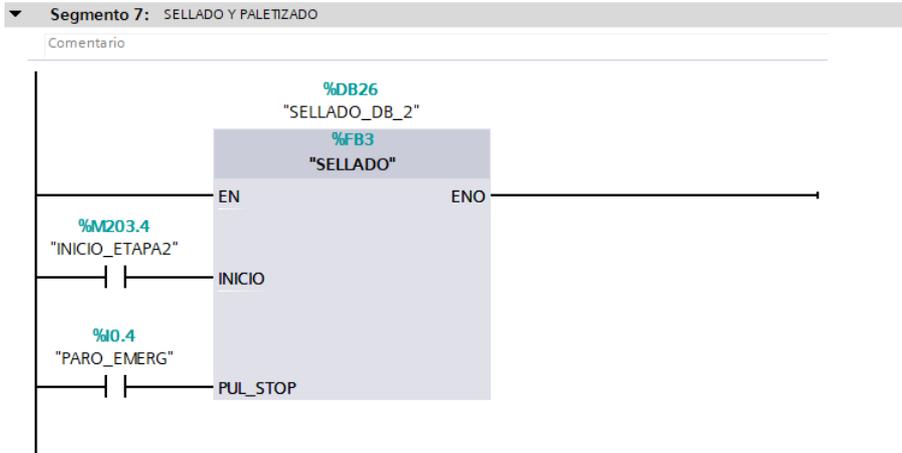
## Selección de material



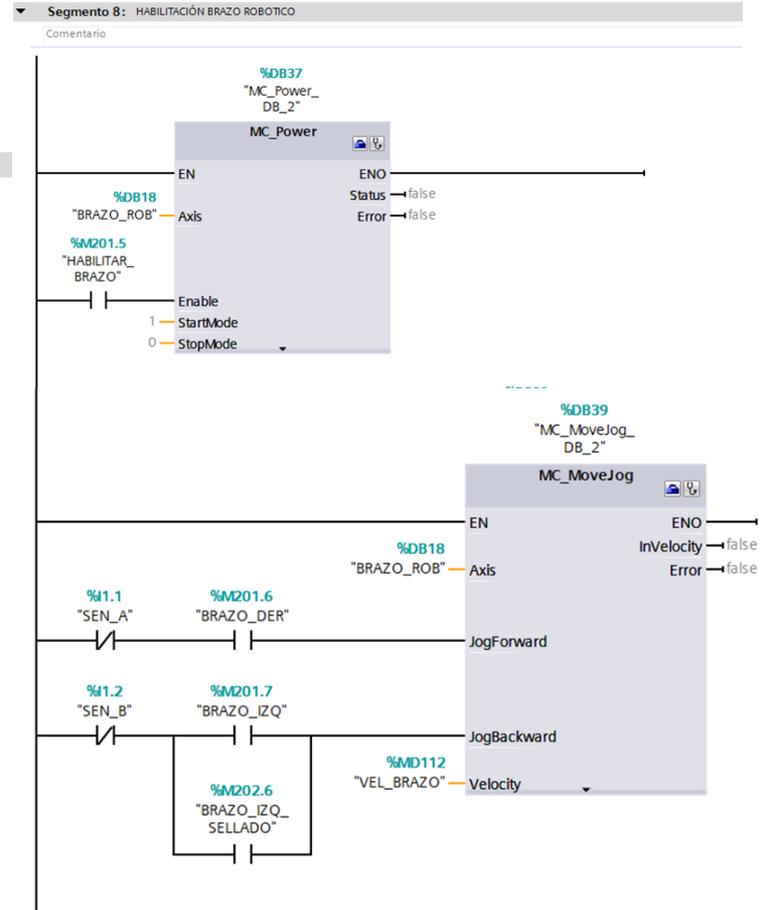
## Activación de la banda



## Estampado y paletizado



## Habilitación del brazo robótico

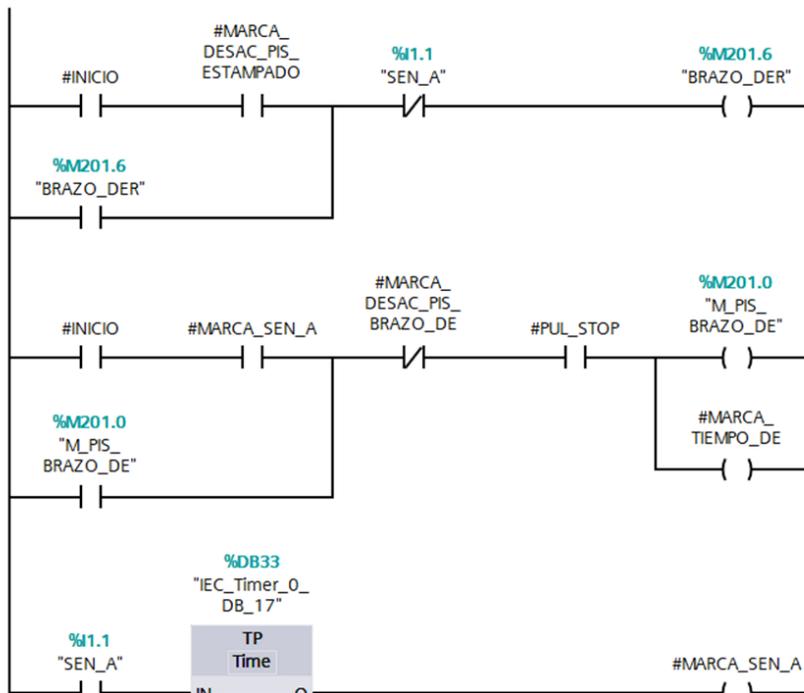


## Desplazamiento brazo derecha

## Desplazamiento brazo izquierda

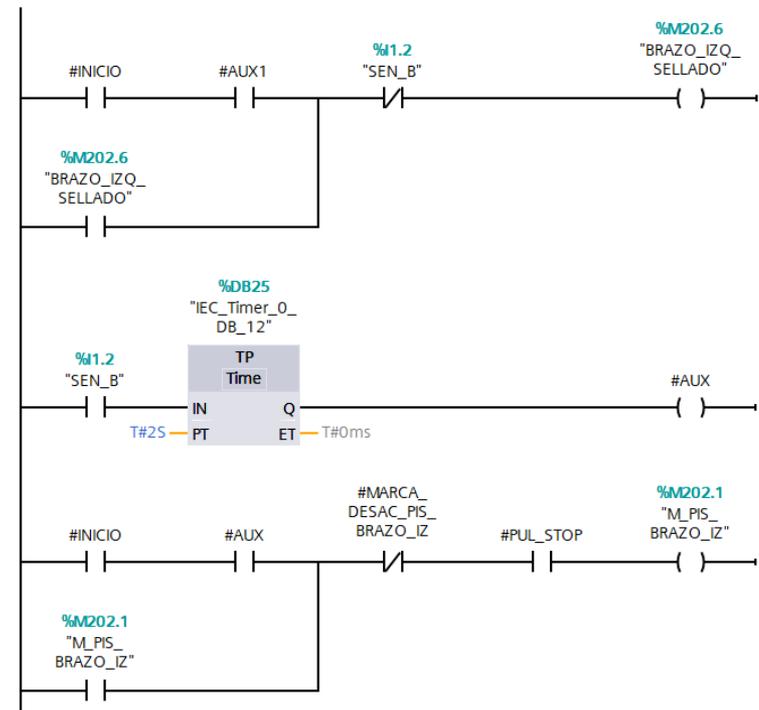
### Segmento 2: DESPLAZAMIENTO DEL BRAZO A LA DERECHA Y ACTIVACION DEL PISTON

Comentario

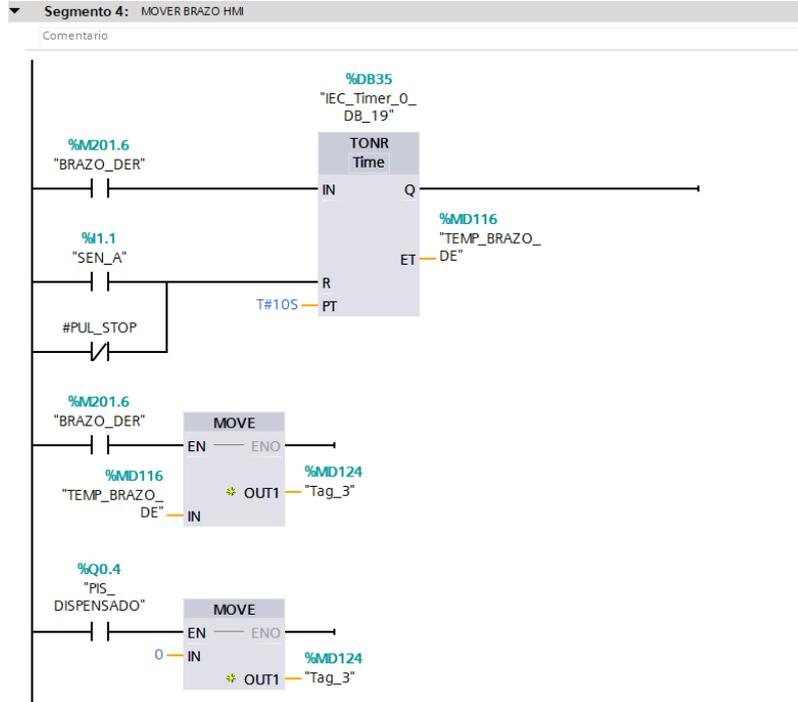


### Segmento 3: DESPLAZAMIENTO DEL BRAZO A LA IZQUIERDA Y ACTIVACION DEL PISTON

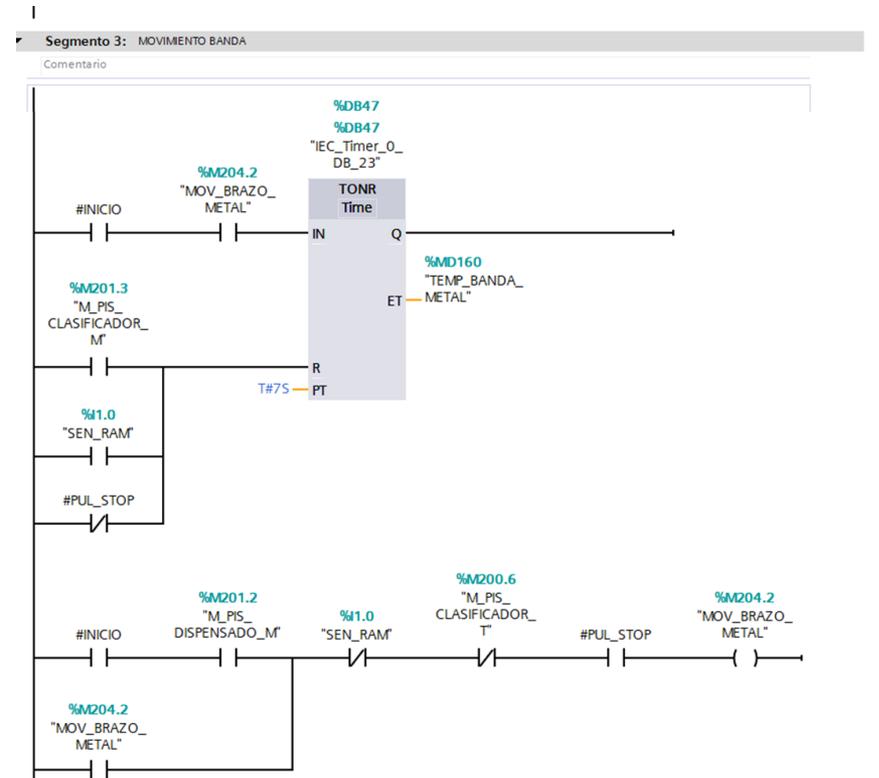
Comentario



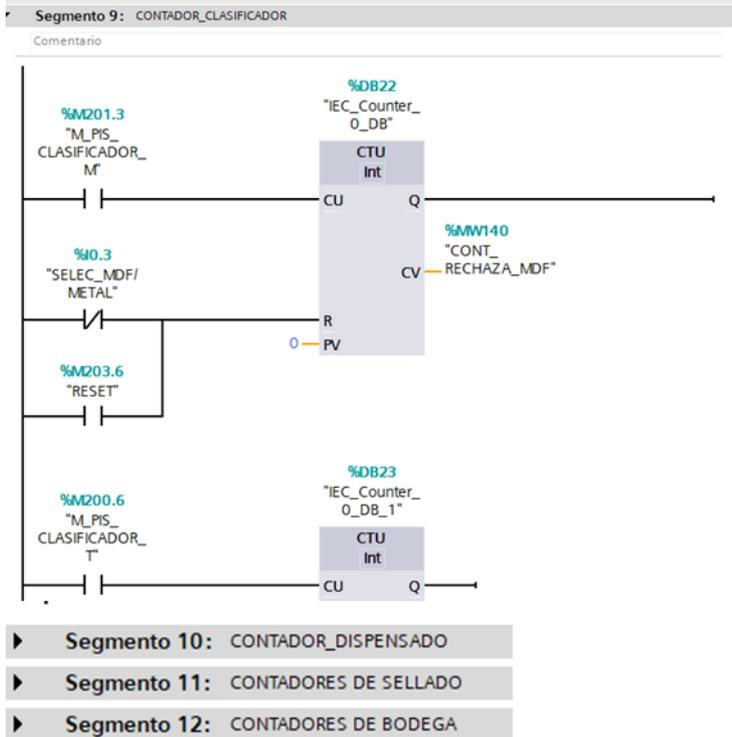
## Movimiento del brazo para el HMI



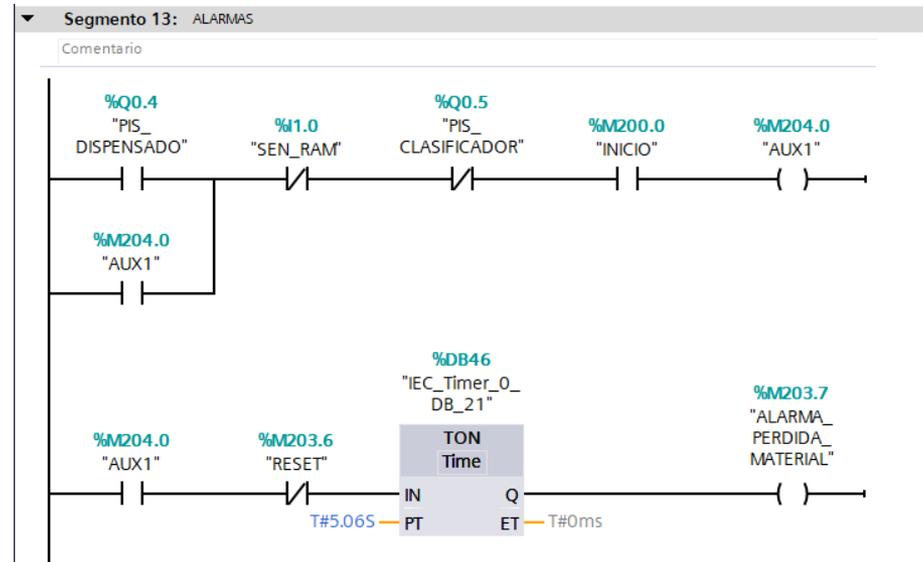
## Movimiento de la banda para el HMI

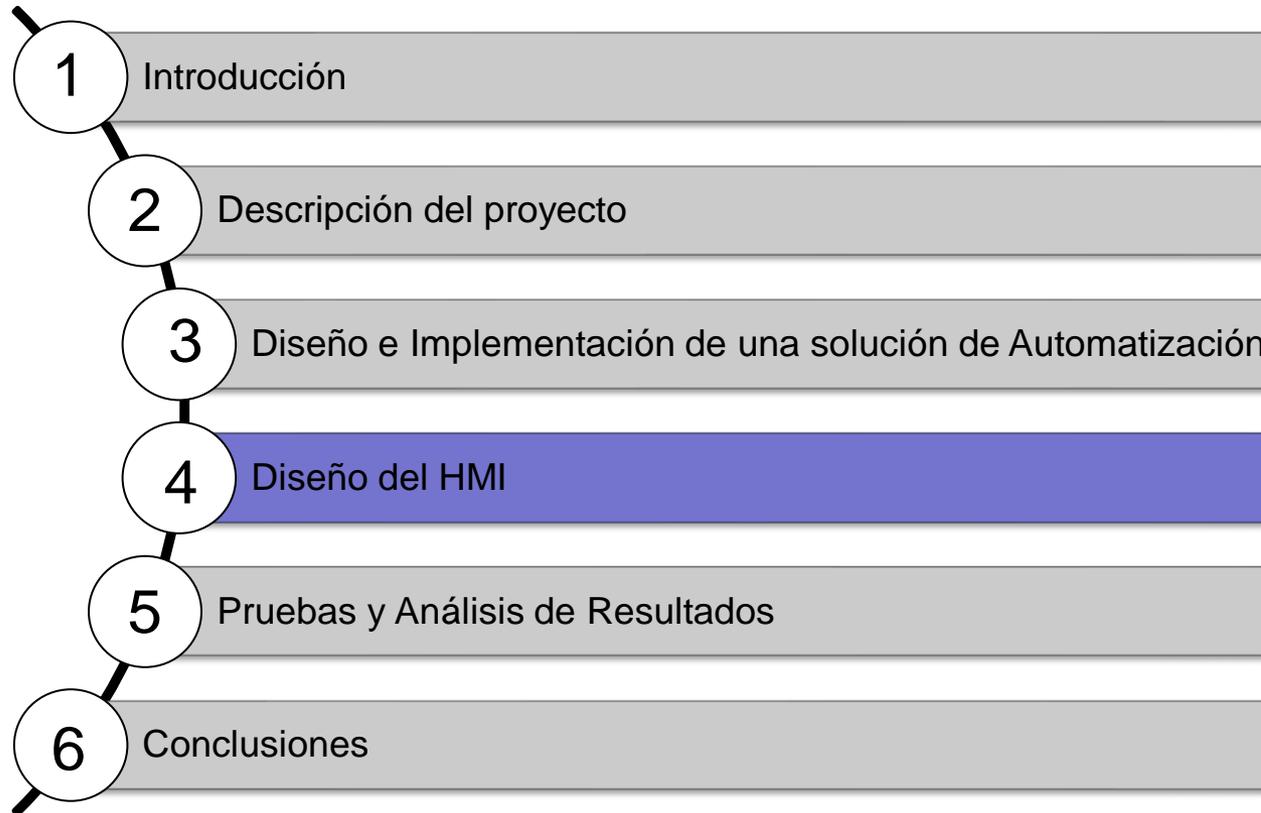


## Contadores del proceso batch.

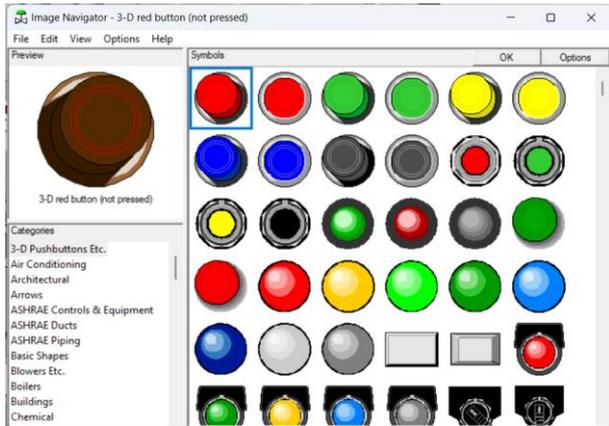
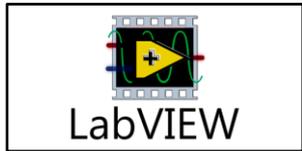


## Alarmas

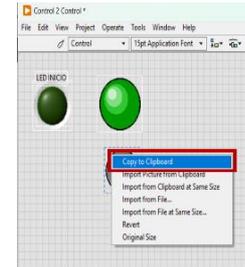
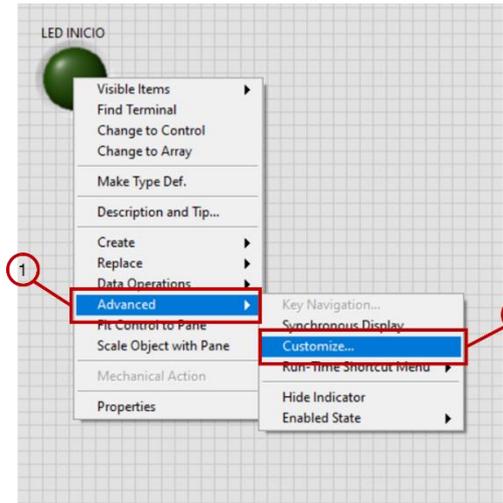




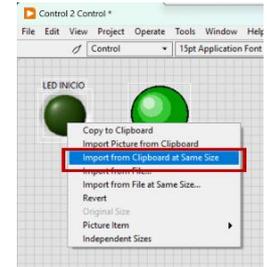
## Personalización de objetos



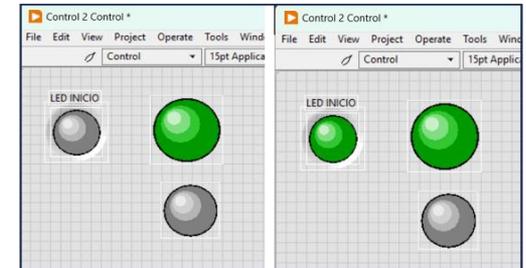
Datalogging and Supervisory Control (DSC) Module



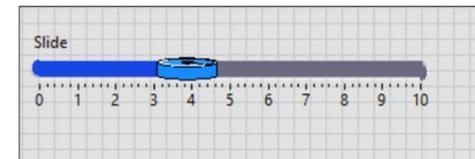
a)



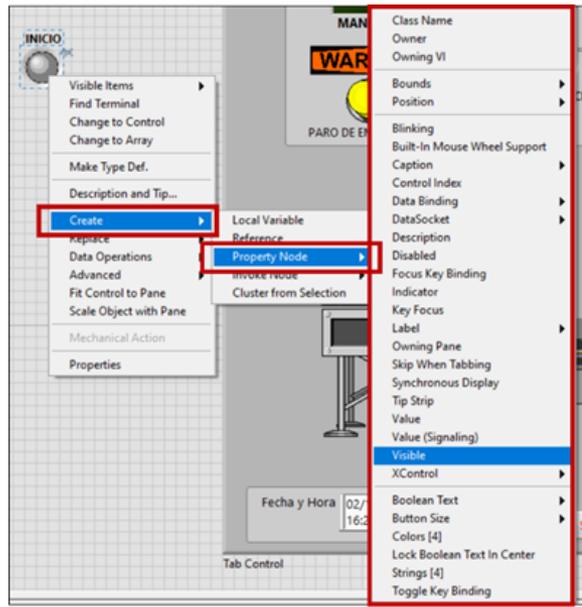
b)



c)



## Animación de objetos



Panel Frontal



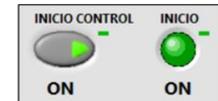
Diagrama de Bloques



### Animación de un indicador en LabVIEW



a)



b)



c)



d)

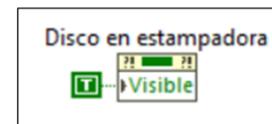
### Animación de visualización de un indicador u objeto



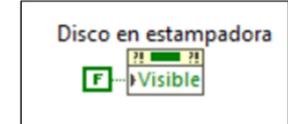
a)



b)

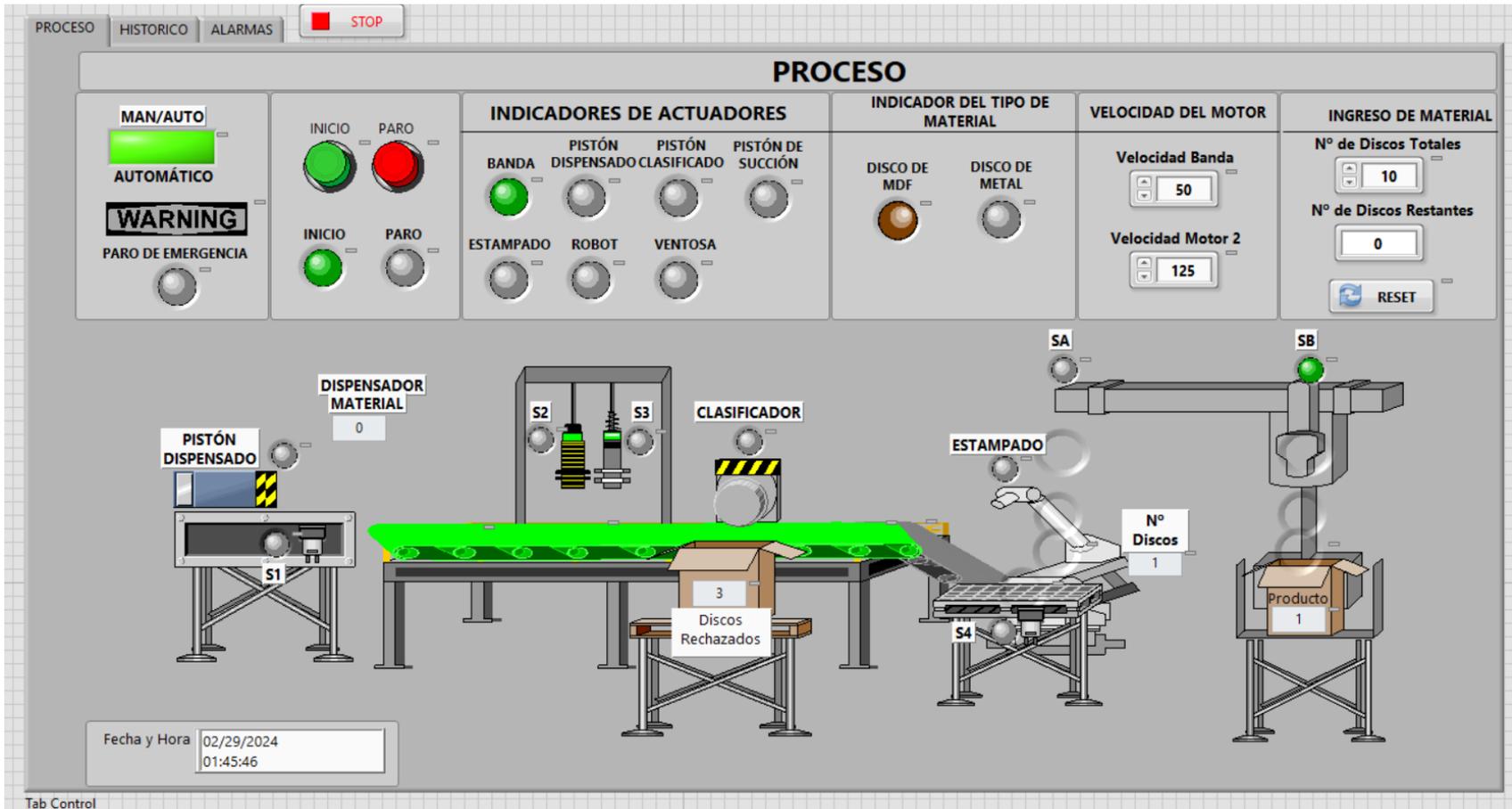


c)



d)

## Ventana Principal del Proceso



## Ventana de Históricos

PROCESO
HISTORICO
ALARMAS
STOP

### HISTÓRICO

Tabla de Producción Final

FECHA	HORA	Nº DISCOS MDF	Nº DISCOS METAL	TOTAL	MDF RECHAZADA	METAL RECHAZADO
29/02/2024	1:45				0	0
29/02/2024	1:45	1	0	1	0	0
29/02/2024	1:43				0	0
29/02/2024	1:43	2	0	2	0	0
29/02/2024	1:43				0	0
29/02/2024	1:43	1	0	1	0	0
29/02/2024	1:39				0	3
29/02/2024	1:39				0	2
29/02/2024	1:39	3	0	3	0	2
29/02/2024	1:39				0	1
29/02/2024	1:39	2	0	2	0	2
29/02/2024	1:38				0	1
29/02/2024	1:38				0	0
29/02/2024	1:38	1	0	1	0	0

PRODUCCIÓN

Producto Dispensado

Discos Estampados

MATERIAL RECHAZADO

Discos de Metal

Discos de MDF

PRODUCTO EN BODEGA

Nº DISCOS MDF

Nº DISCOS METAL

Producto Total Bodega

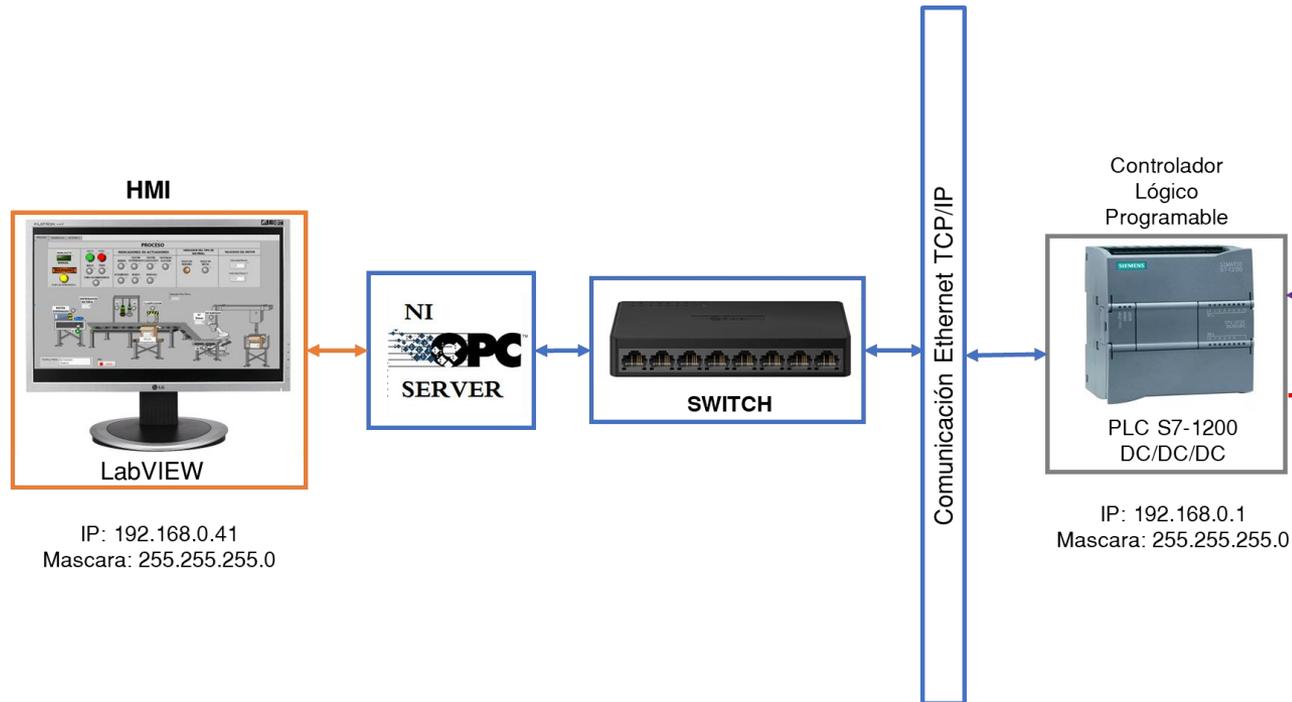
Fecha y Hora

Tab Control





## Comunicación del HMI con el PLC



## Tags creados en el NI OPC Server

NI OPC Servers - Runtime

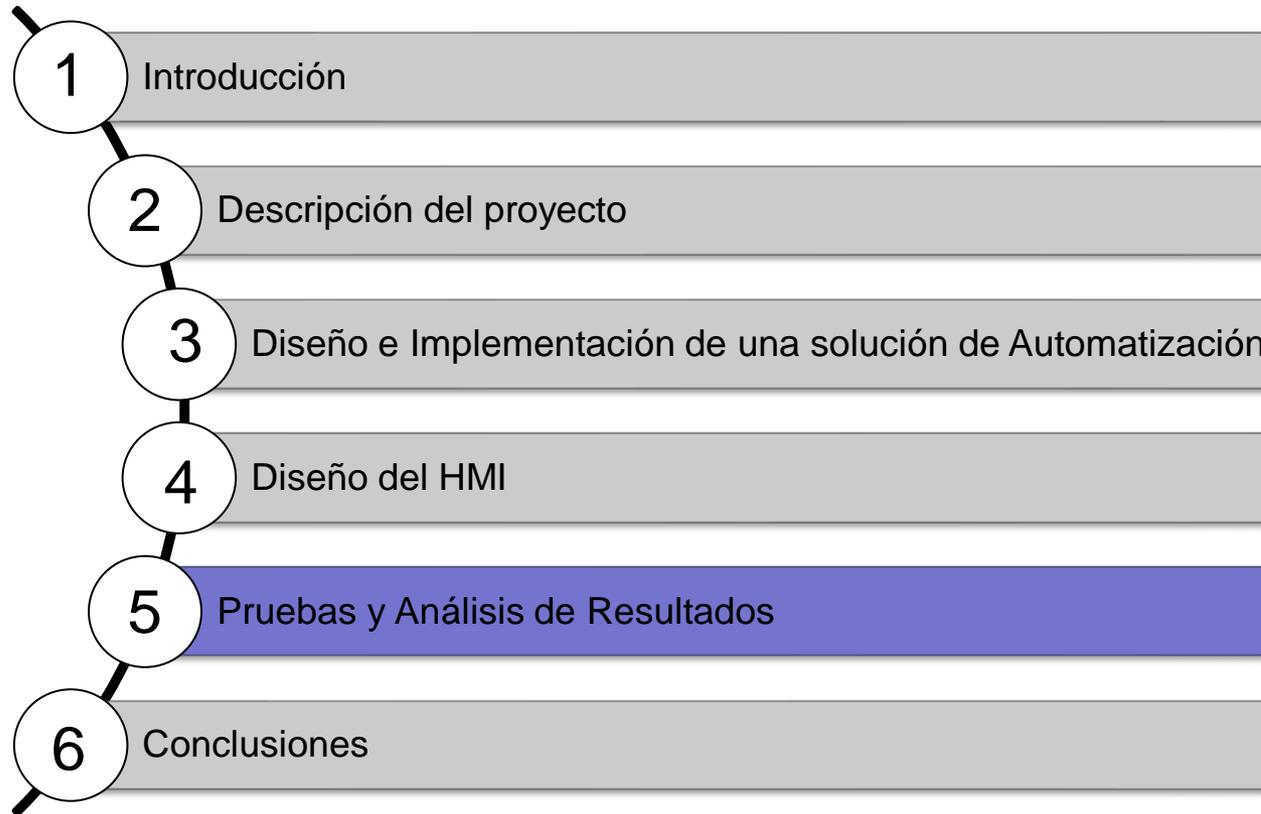
File Edit View Tools Runtime Help

SIEMENS S7-1200

Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
SELEC_MAN	I0.2	Boolean	100	None	Selector Manual/Automatico
SEL_LOTE	I0.3	Boolean	100	None	Selector MDF/Metal
PARO_EMERG	I0.4	Boolean	100	None	Botón Paro de Emergencia
SENS_DISP	I0.5	Boolean	100	None	Sensor fotoeléctrico situado en el dispensador de discos
SEN_IND	I0.6	Boolean	100	None	Sensor inductivo
SENS_CAP	I0.7	Boolean	100	None	Sensor capacitivo
SEN_RAM	I1.0	Boolean	100	None	Sensor fotoelectrico situado en la rampa
SEN_A	I1.1	Boolean	100	None	Final de carrera en el area de estampado
SEN_B	I1.2	Boolean	100	None	Final de carrera para soltar el disco
LED_BANDA	M200.3	Boolean	100	None	Indicador led de activacion de la banda transportadora
INICIO_HMI	M200.4	Boolean	100	None	Marca para dar inicio al proceso desde el HMI
PARO_HMI	M200.5	Boolean	100	None	Marca de paro desde el HMI
PULSO_BOD	M202.1	Boolean	100	None	Marca de finalización de un ciclo de producción
PRESENCIA_SELL...	M203.0	Boolean	100	None	Presencia de material en la etapa de sellado
RESET	M203.6	Boolean	100	None	Reseteo de todos los contadores
ALARM_FALTA_M...	M203.7	Boolean	100	None	Alarma de falta de material en al ejecutar el sistema
ALARM_PERD_M...	M203.7	Boolean	100	None	Alarma de perdida de material durante el transporte
VEL_BANDA	MD100	Float	100	None	Velocidad para el motor de la banda trasportadora
VEL_BRAZO	MD112	Float	100	None	Velocidad para el movimeinto del motor del brazo robótico
MOV_DERECHA_...	MD124	DWord	100	None	Valor de movimiento hacia la derecha del brazo robótico
MOV_IZQ_ROBO	MD128	DWord	100	None	Valor de Movimiento del Brazo Robotico hacia la izquierda
MOV_BANDA	MD164	DWord	100	None	Valor de movimiento de la banda transportadora
DISPENSADO_TO...	MW132	Word	100	None	Contador total de dispensado
MATERIAL	MW136	Word	100	None	Contador de material existente
RECHAZA_METAL	MW138	Word	100	None	Contador de discos de metal rechazados
RECHAZA_MDF	MW140	Word	100	None	Contador de discos de MDF rechazados
CONT_SELLADO	MW142	Word	100	None	Contador de discos sellados

Ready Default User Clients: 0 Active tags: 0 of 0





## Verificación de la comunicación



Conexión con cable Ethernet

```
C:\Users\Adrian>ping 192.168.0.1 Dirección IP del PLC
Haciendo ping a 192.168.0.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo=3ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255

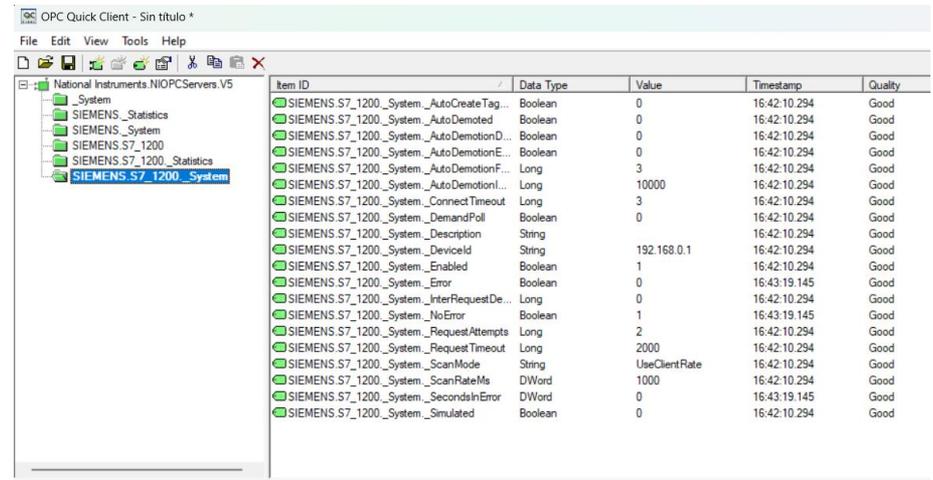
Estadísticas de ping para 192.168.0.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos)
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 2ms, Máximo = 3ms, Media = 2ms

C:\Users\Adrian>ping 192.168.0.41 Dirección IP del HMI
Haciendo ping a 192.168.0.41 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.41: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.41: bytes=32 tiempo=1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.41: bytes=32 tiempo=1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.41: bytes=32 tiempo=1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.0.41:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos)
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms
```

Ping realizado al PLC y al HMI

## Verificación de comunicación del OPC



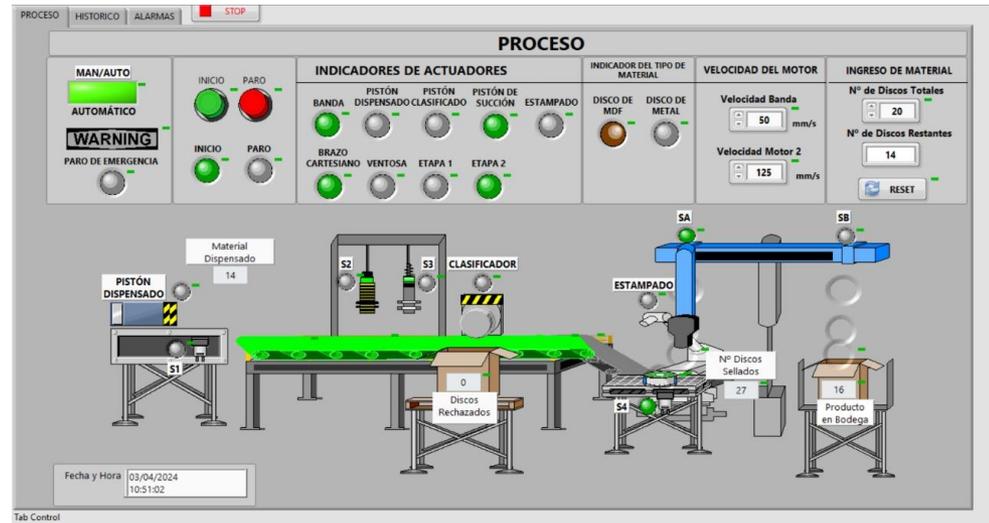
Ventana "Quick Client"



Panel Frontal de la Planta



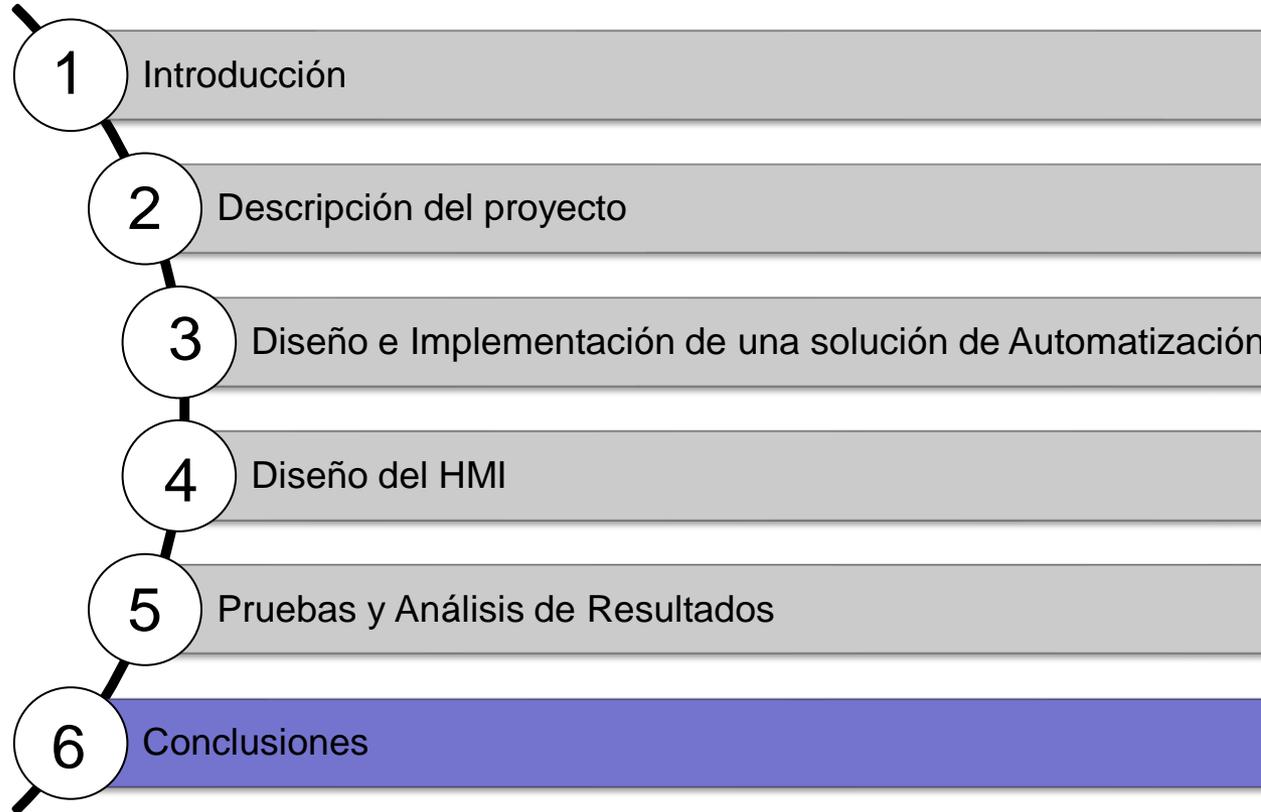
Ventana de proceso HMI



## *Comparativa de tiempos de ciclos*

	<b>MDF (segundos)</b>	<b>METAL (segundos)</b>
<b>Etapa 1</b>	4.55	4.90
<b>Etapa 2</b>	17.39	17.39
<b>Clasificado</b>	2.64	3.212
<b>Brazo Robótico</b>	4.26	4.26
<b>Ciclo completo</b>	22.44	22.58





- La implementación de la automatización del proceso batch a través del uso de Grafcet ha demostrado ser una solución altamente eficiente y efectiva para optimizar la producción en entornos industriales. A lo largo de esta investigación, hemos explorado en profundidad los principios fundamentales de Grafcet y su aplicación práctica en la automatización del proceso batch.
- El proceso fue dividido en dos etapas y en cuatro subetapas, con la finalidad de tener una visión general del proceso y realizar el diseño en Grafcet según las especificaciones del sistema. En la primera subetapa se encuentra el dispensado de los discos colocados por el operador. En la segunda subetapa se tiene el clasificado de material es decir rechaza MDF o metal dependiendo del selector. En la tercera subetapa se realiza el estampado de los discos. Finalmente, en la cuarta subetapa se ejecuta el paletizado de los discos, que se colocan en una caja.
- Para la automatización del proceso se utilizó sensores de tipo, fotoeléctrico, capacitivo, inductivo, y finales de carrera. Para los actuadores se utilizó electroválvulas, que a su vez accionan los pistones neumáticos, de cada una de las etapas, además, de motores nema a pasos, para movimiento de la banda y el desplazamiento del brazo robótico.



- Los pistones trabajan a una presión de 35 psi que es seteado en la unidad de mantenimiento para asegurar el correcto funcionamiento del proceso, además las electroválvulas son activadas con un voltaje de 12VDC. Los motores nema son controlados por medio del driver TB6560 el cual se encuentra seteado a una corriente de trabajo de 1.2A.
- Para la supervisión del sistema batch se utilizó el software LabVIEW desde el cual se presenta cada una de las animaciones, alarmas, tablas de datos e indicadores necesarios para que el operador pueda realizar su trabajo. La comunicación se lo realiza mediante TCP/IP Ethernet, donde se crea una red de comunicación y se asigna a cada equipo una dirección IP.
- La transmisión de datos se lo realiza con el software NI OPC Server, el cual estandariza todas las variables del PLC mediante tags, y desde LabVIEW se asigna cada uno de los tags creados a los objetos industriales del HMI, logrando realizar animaciones, operaciones matemáticas y alarmas.



- Para el diseño de la interfaz se toma en consideración la norma ISA S101 la cual considera que el HMI debe ser intuitivo para que el operador pueda tomar decisiones y entienda la información presentada en pantalla. El operador desde el HMI supervisará el sistema durante varias horas por lo tanto se debe considerar condiciones visuales, de iluminación, ambiental, color, información presentada, rangos de funcionamiento críticos, comandos de entrada y fácil navegación por la interfaz, entre otros.
- La elaboración de diagramas eléctricos de conexión para equipos de automatización, especialmente al diseñar esquemas de lazo, es esencial para garantizar la eficiencia y la seguridad en los sistemas eléctricos. Este proceso permite una comprensión clara de cómo se conectan los componentes, facilitando la identificación de posibles problemas y simplificando el mantenimiento y la resolución de fallos. Además, la creación de estos diagramas promueve la estandarización y la coherencia en el diseño, lo que conduce a una mayor fiabilidad y un funcionamiento más fluido de los sistemas de automatización.



- Es necesario que la banda y el brazo robótico sean lubricados con aceite de 3 tiempos antes de poner en marcha el proceso, debido a que produce fricción y genera desgaste en la banda y correa respectivamente.
- Se debe activar el PUT/GET para poder realizar la comunicación con el OPC Server y de esta manera obtener los datos necesarios para el HMI.
- Revisar las direcciones IP de los dispositivos que se encuentre conectados al switch para evitar conflictos de comunicaciones.
- Se debe observar que el tipo de dato asignado en el OPC sea el mismo que se encuentra en el PLC.



# Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

## Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

### Carrera de Electrónica y Automatización

Trabajo de unidad de integración curricular previo a la obtención del título de ingeniero en Electrónica y Automatización

**“Automatización y Supervisión de una estación didáctica de procesos Batch. ”**

#### ***Autores:***

Toapanta Soto, Danny Aldair  
Villarroel Veintimilla, Adrian Alexander

Ing. Pruna Panchi, Edwin Patricio Mgs., ***Tutor***

