# METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE LA LÍNEA DE INMERSIÓN EN COAGULANTE Y LÁTEX PARA LA FABRICACIÓN DE GUANTES DE CAUCHO EN LA EMPRESA PROANTEX

Gomez Neira, Pablo Andres
pagomezn@correo.udistrital.edu.co
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

*Resumen*— Este proyecto propone una metodología para automatizar la línea de remojo de guantes de caucho en la empresa PROANTEX ya que, a la fecha, esta parte de su producción se realiza de manera manual. Aquí se plantea un algoritmo que permitirá la automatización de esta línea de producción, además de definir las variables críticas del proceso las cuales permitan sugerir un sistema de control, agilizando la elaboración de los guantes de caucho.

*Índice de Términos* — Automatización, procesos, SCADA, sensores, PLC, HMI.

## I. INTRODUCCIÓN

Paulatinamente en Latinoamérica, la automatización de procesos Industriales ha tomado relevancia debido a la necesidad de mejorar los procesos de manufactura y la calidad para que algunos sectores tengan la posibilidad de competir con otros mercados nacionales y/o del exterior.

En el pasado los altos costos y la exclusividad de producción de algunas marcas, permitía que un gran porcentaje de la industria colombiana se quedara relegada de la competencia. Sin embargo, actualmente, la masificación de la producción de equipos y elementos para la automatización industrial posibilita, por costos, a la pequeña y mediana industria acceder a tecnología que agilice y mejore sus procesos de producción.

En Colombia, según la revista Dinero, "la automatización es el norte de los negocios", esto se demuestra en un estudio realizado por la firma consultora Manpower Group, donde se evidencia que el 45% de los trabajos realizados actualmente de forma "manual" podrían ser reemplazados por tecnología actual; para el 2020 en Colombia, se proyecta que el grado de automatización en el sector empresarial será entre el 25% al 30%. [1]

## II. COMPONENTES DE LA PROPUESTA

### A. *Fase de revisión*

El estudio se realiza en las instalaciones de la fábrica de guantes de caucho y látex, Proantex, ubicada en la vía Restrepo – Puerto López en el departamento del Meta, Colombia.

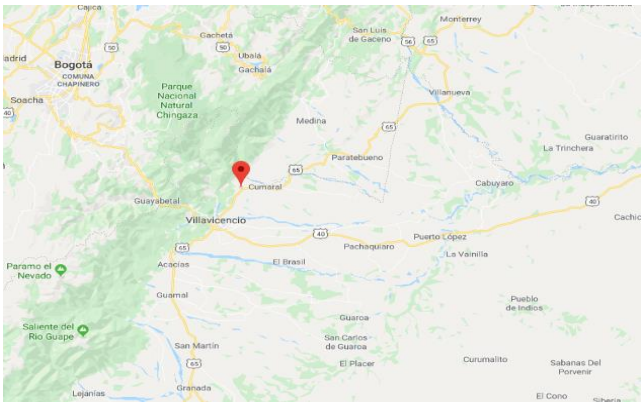


**Figura 1.** Ubicación geográfica de la Planta de Proantex

### B. *Descripción del Proceso*

La empresa PROTANTEX es una empresa dedicada a la producción de guantes de caucho. Para ello cuenta con dos líneas de producción las en las cuales se realiza todo el proceso de fabricación de los guantes.

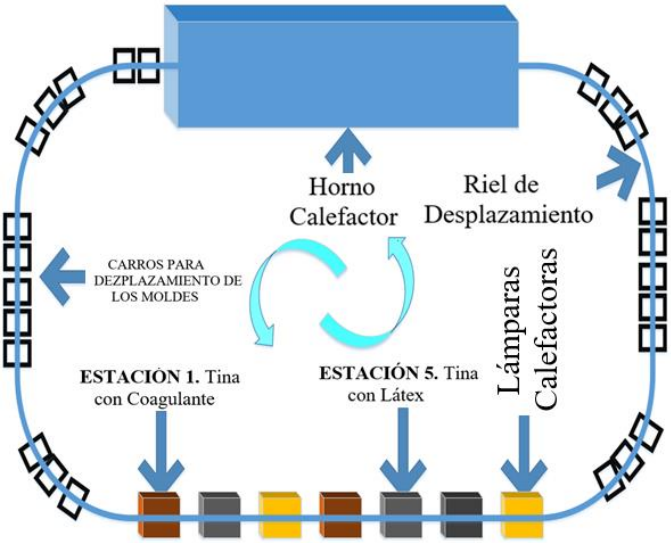


**Figura 2.** Bosquejo genera planta elaboración de guantes de caucho PROANTEX. [Fuente Propia].

Como se observa en la Figura 2 la planta se divide en dos grandes líneas de producción.

La línea 1 se compone por 7 estaciones:

a. Tres (3) contienen tinas con material coagulante (tinas de color naranja),
b. Dos (2) de ellas contienen látex (tinas de color gris) y
c. Dos (2) lámparas calefactoras (tinas de color amarillo). Esta línea 1 aún no se encuentra automatizada.

En la primera línea se sumergen los guantes en 5 tinas las cuales contienen, en su orden:

1. Látex,
2. Coagulante,
3. Lámpara Calefactora 1
4. Látex,
5. Coagulante
6. Mezcla selladora (capa final compuesta por coagulante y látex).
7. Lámpara Calefactora 2

**Figura 3.** Tina con coagulante donde se sumergen los guantes de látex. [Fuente Propia]

Actualmente, el transporte de esta línea de esta línea de producción no se encuentra automatizada, pues los moldes se transportan a través de unos "carritos" (ver figura 4) que están colgados a un riel aéreo y el operador es el que se encarga de llevarlo por cada una de las estaciones (5 tinas contenedoras y 2 lámparas secadoras).

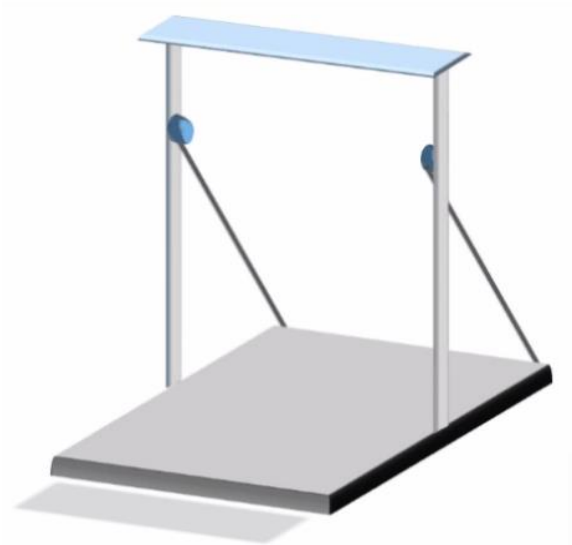

**Figura 4.** "Carrito" transportador de moldes. [Fuente Propia]

Este "carrito" transportador contiene 2 moldes ubicados, cada uno, en la parte superior y en la parte inferior, como se aprecia en la figura 5.

**Figura 5.** Ubicación de Moldes en "Carrito" transportador. [Fuente Propia]

A cada una de las estaciones (tinas contenedoras o lámparas calefactoras) llegan estos "carritos" en grupos de dos (2). El operador se encarga de halarlos y ubicarlos justo en cada una de las estaciones, cumpliendo así con el procedimiento previamente establecido por PROANTEX para la fabricación de guantes. El operario debe tener cuidado en la ubicación de estos "carritos" pues esta debe ser precisa, evitando que cuando se sumerge el molde, se estrelle con la estación donde se encuentra. Para sumergirlas, el operario debe activar el mecanismo que eleva la tina hasta cierto nivel y con ello se sumerge el molde en la mezcla. Este movimiento se representa con las flechas color rojo, en la figura 6.

**Figura 6.** Representación gfráfica de elevación de Tina con coagulante/látex. [Fuente Propia]

Seguido a ello, el operario desactiva el mecanismo, para darle vuelta al carrito y sumergir el molde que está ubicado en la parte superior, como se observa en la figura 7.

**Figura 7.** Operario dando vuelta al "carrito" transportador para sumergir la contraparte del molde. [Fuente Propia]

Luego de repetir este procedimiento en cada una de las 7 estaciones, los moldes son halados por el operario hasta la línea 2.

En la segunda línea se ubica un horno precalentado donde se introducen los moldes untados de material (coagulante y látex). Allí, luego de introducir 20 moldes, se cierra el horno en ambos costados impidiendo el escape de energía térmica. Posteriormente, durante 11 minutos, se seca el producto y termina el proceso con una inspección de calidad manual.

Sin embargo, esta línea de proceso en la actualidad ya se encuentra parcialmente automatizada, pero se debe tener en cuenta el tiempo que duran los moldes en la esta línea, para evitar cuellos de botella en el proceso de producción. En la figura 8, se observa:

a. Lado Izquierdo: Ingreso de los moldes al horno
b. Lado Derecho: Salida de los moldes del horno

**Figura 8.** Horno de línea 2 de proceso de producción PROANTEX. [Fuente Propia]

Finalmente, luego del secado del material, los guantes son expulsados manualmente de los moldes por operarios de esta fase de la línea, finalizando el proceso de producción.

### *C. Arquitectura del Proceso.*

Como se explicó en "*Descripción de Proceso*", en la Figura 9 se esboza la arquitectura general del proceso, el cual comienza en la Línea de Inmersión en coagulante y látex (línea 1), continuando su paso por el horno secador (línea 2) y finalizando en el proceso de bordeado y la expulsión manual de material:

**Figura 9.** Arquitectura de Proceso. [Fuente Propia]

### *D. Componentes Actuales del Proceso*

Actualmente, este proceso de fabricación de guantes, tiene automatizado únicamente la línea 2. De esta hacen parte tres (3) de los cinco (5) niveles de la pirámide de automatización [2] estándar, como se observa en la figura 10:

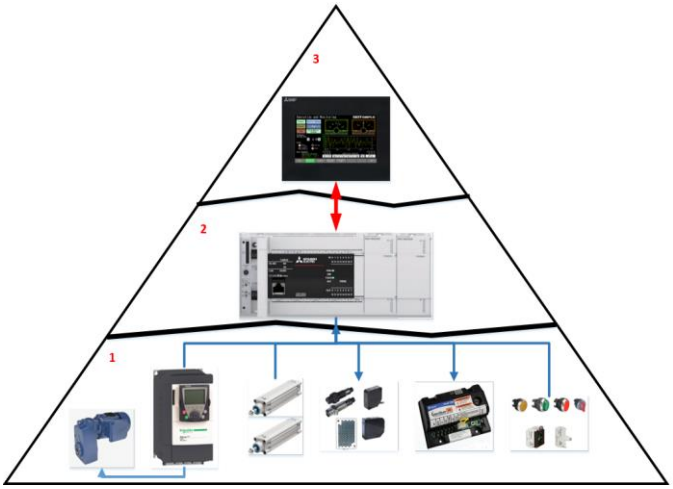


**Figura 10.** Componentes actuales del proceso y su distribución en la pirámide de automatización [Fuente Propia]

Los componentes actuales del proceso se distribuyen así:

a. **Nivel 1, Equipos en Campo:** Allí se encuentran los sensores ópticos y de temperatura, botones e indicadores luminosos, un Variador de frecuencia que controla la velocidad de un motor trifásico asíncrono que permite el transporte de los "carritos", a través de un sistema con cadena, cilindros neumáticos para el control de la apertura de las puertas de ingreso y salida del horno y un quemador para el control de combustión del horno calefactor.
b. **Nivel 2, Control de Proceso:** En este nivel se encuentra un controlador lógico progrmable PLC Mitsubishi de la serie FX5U-64M. Este PLC está conectado con 2 módulos de I/O digitales adicionales, permitiendo gobernar todas las señales desde y hacia campo.
c. **Nivel 3, Operación y Supervisión:** Está compuesto por una interfaz humano – máquina, HMI, de la serie GOT Simple, marca Mitsubishi. Allí se visualizan las variables del proceso de la línea 2, además

permite el ingreso de parámetros como la temperatura del horno y la velocidad de transporte de los “carritos”.

## III. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

### A. *Listado de señales de entrada /salida, I/O, Línea 1*

| ITEM | Descripción de la Señal | Origen | Destino | Digital | Análóga | COMM | Entrada | Salida |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Habilitar Variador | PLC 1 | Variador 1 | | | X | | |
| 2 | Run Variador | PLC 1 | Variador 1 | | | X | | |
| 3 | Set Point Velocidad Variador | PLC 1 | Variador 1 | | | X | | |
| 4 | Stop Variador | PLC 1 | Variador 1 | | | X | | |
| 5 | Confirmación Arranque Variador | Variador 1 | PLC 1 | | | X | | |
| 6 | Error Variador | Variador 1 | PLC 1 | | | X | | |
| 7 | Posición Tina 1 | Sensor Réflex 1 | PLC 1 | X | | | X | |
| 8 | Posición Tina 4 | Sensor Réflex 2 | PLC 1 | X | | | X | |
| 9 | Posición Tina 6 | Sensor Réflex 3 | PLC 1 | X | | | X | |
| 10 | Elevar Estación 1 | Botón 1 en Campo | PLC 1 | X | | | | X |
| 11 | Elevar Estación 2 | Botón 2 en Campo | PLC 1 | X | | | | X |
| 12 | Elevar Estación 4 | Botón 3 en Campo | PLC 1 | X | | | | X |
| 13 | Elevar Estación 5 | Botón 4 en Campo | PLC 1 | X | | | | X |
| 14 | Elevar Estación 6 | Botón 5 en Campo | PLC 1 | X | | | | X |
| 15 | Temperatura Lámpara Estación 3 | Transmisor de Temperatura 1 | PLC 1 | | X | | X | |
| 16 | Temperatura Lámpara Estación 7 | Transmisor de Temperatura 2 | PLC 1 | | X | | X | |
| 17 | Encender Lámpara Estación 3 | PLC 1 | Lamp_H_1 | X | | | | X |
| 18 | Encender Lámpara Estación 7 | PLC 1 | Lamp_H_2 | X | | | | X |
| 19 | Confirmación de Terminado Tina 1 | Botón 6 en Campo | PLC 1 | X | | | X | |
| 20 | Confirmación de Terminado Tina 2 | Botón 7 en Campo | PLC 1 | X | | | X | |
| 21 | Confirmación de Terminado Tina 4 | Botón 8 en Campo | PLC 1 | X | | | X | |
| 22 | Confirmación de Terminado Tina 5 | Botón 9 en Campo | PLC 1 | X | | | X | |
| 23 | Confirmación de Terminado Tina 6 | Botón 10 en Campo | PLC 1 | X | | | X | |
| 24 | Sensor contador de "Carritos" | Sensor Réflex 3 | PLC 1 | X | | | X | |
| 25 | Paro Emergencia Estación 1 | Botón PE 1 | PLC 1 | X | | | X | |
| 26 | Paro Emergencia Estación 2 | Botón PE 2 | PLC 1 | X | | | X | |
| 27 | Paro Emergencia Estación 3 | Botón PE 3 | PLC 1 | X | | | X | |
| 28 | Paro Emergencia Estación 4 | Botón PE 4 | PLC 1 | X | | | X | |
| 29 | Paro Emergencia Estación 5 | Botón PE 5 | PLC 1 | X | | | X | |
| 30 | Paro Emergencia Estación 6 | Botón PE 6 | PLC 1 | X | | | X | |
| 31 | Paro Emergencia Estación 7 | Botón PE 7 | PLC 1 | X | | | X | |
| 32 | Paro de Emergencia en Gabinete Principal | Botón PE Principal | PLC 1 | X | | | X | |
| 33 | Número de tinas salientes del Horno Principal | PLC 2 | PLC 1 | | | X | | |
| 34 | Número de tinas Entrantes del Horno Principal | PLC 2 | PLC 1 | | | X | | |
| 35 | Temperatura de Calefacción Horno Principal | PLC 2 | PLC 1 | | | X | | |
| 36 | Paro Proceso Horno Principal | PLC 2 | PLC 1 | | | X | | |
| 37 | Horno Principal OK | PLC 2 | PLC 1 | | | X | | |

**Tabla 1.** Listado de señales de entrada y salida, línea 1. [Fuente Propia]

En la tabla 1, se enumeran cada una de las variables que intervienen en el proceso de la línea 1. La columna COMM, se refiere a señales por comunicación que provienen del sistema de la línea 2 y que son importantes para el funcionamiento continuo de todo el proceso.

### B. *Variables Críticas del Proceso, Línea 1*

Aquí, se listan las variables críticas del proceso. El funcionamiento normal del sistema está directamente relacionado con el estado de estas variables, como se observa en la figura 11, donde se visualiza la entrada y salida del proceso, donde el tiempo de salida del producto está directamente con las variables críticas definidas.

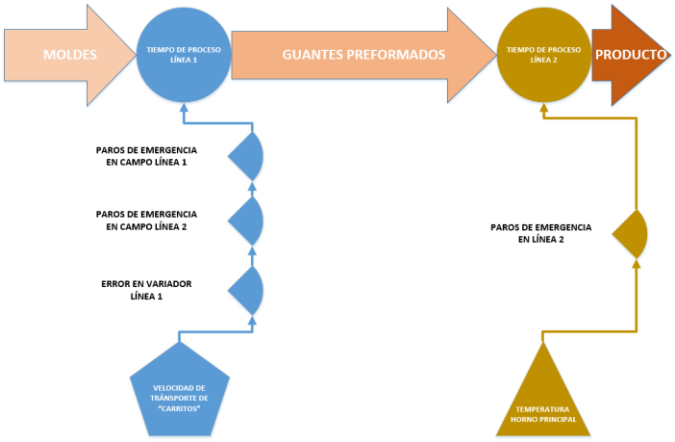


**Figura 11.** Flujo del producto y su relación con las variables críticas del proceso definidas. [Fuente Propia]

Sin embargo, se resalta la constante de tiempo por naturaleza del proceso, pues es el necesario para completar la tarea programada en cada una de las estaciones, esto se esboza en la tabla 2:

| ITEM | PROCESO | TIEMPO PROMEDIO DE PROCESO (MINUTOS) | TIEMPO TOTAL POR PROCESO |
|---|---|---|---|
| 1 | LÍNEA 1 REMOJO EN TINAS | 10 | 20 |
| 2 | LÍNEA 1 SECADO EN LÁMPARAS | 5 | |
| 3 | LÍNEA 1 DESPLAZAMIENTO ENTRE ESTACIONES | 5 | |
| 4 | LÍNEA 2 SECADO DE MATERIAL | 12 | 16 |
| 5 | LÍNEA 2 DESPLAZAMIENTO IN/OUT HORNO | 4 | |
| 6 | HECHURA MANUAL DE BORDILLO | 10 | 15 |
| 7 | EXPLUSIÓN GUANTE DEL MOLDE | 5 | |

**Tabla 2.** Constante “Tiempo” en línea 1. [Fuente Propia]

Seguido a ello, en la tabla 3, se enumeran las variables que afectan de manera directa el proceso de la línea 1

| ITEM | VARIABLE CRÍTICA | RANGO O POSIBLES ESTADOS |
|---|---|---|
| 1 | Velocidad de Línea 1 | 0 - 60 Hz |
| 2 | Paro Emergencia Estación 1 | 1 - 0 |
| 3 | Paro Emergencia Estación 2 | 1 - 0 |
| 4 | Paro Emergencia Estación 3 | 1 - 0 |
| 5 | Paro Emergencia Estación 4 | 1 - 0 |
| 6 | Paro Emergencia Estación 5 | 1 - 0 |
| 7 | Paro Emergencia Estación 6 | 1 - 0 |
| 8 | Paro Emergencia Estación 7 | 1 - 0 |
| 9 | Paro de Emergencia en Gabinete Principal | 1 - 0 |
| 10 | Paro Proceso Horno Principal | 1 - 0 |
| 11 | Posición de Carritos en Estaciones | 1 - 0 |

**Tabla 3.** Variables más críticas de proceso, Línea 1. [Fuente Propia]

### *C. Instrumentación y Actuadores Propuestos*

- Para detectar la posición de los "carritos" transportadores de moldes en la línea 1, se propone la implementación de sensores autoreflex, que permiten la detección óptica de objetos. Como su funcionamiento es netamente electrónico, su tiempo de vida útil es más prolongado respecto a sensores finales de carrera con funcionamiento mecánico. A continuación, la descripción de sensor a implementar:

| | **SENSOR FOTOELECTRICO AUTOREFLEX Ref: BX700-DFRT** |
|---|---|
| | Tensión de Alimentación: 24-240VDC |
| | Salida: Relay 30VDC – 3A / 250VAC – 3A |
| | Modo de Operación: Light ON/ Dark ON |
| | Distancia de Operación: 700 mm |
| | Tiempo de Respuesta: 20ms |
| | Sensibilidad: Ajustable |

**Tabla 4.** Sensor de Posición Propuesto. [3]

| | **Parada de emergencia ø 22 - cabeza ø 40 - girar para desenclavar 1NC+1NA** |
|---|---|
| | Forma de la cabeza de señalización: Circular |
| | Diámetro de Montaje: 22mm |
| | Tipo de Cabeza: Estandar |
| | Reset: Girar para desenclavar |
| | Tipo y Composición de contactos: 1NA + 1 NC |
| | Perfil del Operador: Rojo Seta ø 40 mm, Sin marcado |
| | Funcionamiento de contacto Ruptura lenta |

**Tabla 4.** Paro De Emergencia Propuesto. [4]

Dada la confiabilidad y la robustez de la marca Schneider Electric, se propones esta para seleccionar los paros de emergencia, que serán ubicados en cada una de las estaciones y en el gabinete principal.

| | **Pulsador verde Ø 22 - retorno resortenivelado - 1 NA** |
|---|---|
| | Botón pulsador |
| | Diámetro de Montaje: 22mm |
| | Tipo de Cabeza: Redondo |
| | Tipo de Operario: retorno de resorte |
| | perfil de operador: Verde empotrado |
| | tipo y composición de contactos: 1 NA |
| | Funcionamiento de contacto: Ruptura lenta |

**Tabla 5.** Pulsador de Confirmación Teminado Propuesto. [5]

Cada vez que se termine un proceso en las estaciones 1, 2, 4, 5 y 6, se propone que el operario oprima un botón de confirmación para asegurar la correcta finalización del sumergido del molde, por ende, se propone este pulsador en cada estación mencionada

| | **Transductor analógico para PT100** |
|---|---|
| | Tipo de Entrada PT100 |
| | Tensión de Alimentación 24 V |
| | Temperatura de Funcionamiento Mínima -25°C |
| | Temperatura de Funcionamiento Máxima +85°C |
| | Temperatura de Funcionamiento Mínima -25°C |
| | Montaje: 35mm DIN rail acc. to EN 50022 |
| | Reaction time: < 0,1s |

**Tabla 5.** Transmisor de Temperatura. [6]

| | **VARIADOR DE FRECUANCIA 3 FASES, 380-500 V AC, 7.5 KW, 10 HP** |
|---|---|
| | Conectividad Avanzada, incluye CANopen, Ethernet/IP, Modbus TCP, EtherCAT, Profibus, ProfiNet y DeviceNet: reduce la inversión inicial |
| | Aplicación de potencia y torque optimizadas para aplicaciones de ventilación y bombeo: hasta un 30% de ahorro de energía |
| | Soporta motores trifásicos síncronos y asíncronos con un encendido nominal de hasta 7.5 kW/10 hp, con una tensión nominal de 380-500 V AC. |

**Tabla 6.** Variador de Frecuencia Propuesto. [7]

Dado que PROANTEX cuenta con un moto reductor de 5 HP, se propone implementar un variador de frecuencia teniendo en cuenta su robustez, confiabilidad y versatilidad de conexión por comunicaciones sobre Ethernet IP.

### *D. Controlador y HMI Propuesto*

Evaluando el proceso de la línea 1, se observa que las variables críticas de proceso no requieren acciones extremadamente rápidas, por consiguiente, se opta por proponer la implementación de un controlador de gama media, que cumpla con los requerimientos. A continuación, se enumeran los componentes sugeridos para gobernar lo que se denomina en este documento, Línea 1:

a. **Controlador PLC**: Teniendo en cuenta la variedad, en PLC de gama media, ofrecida por el mercado, se propone como controlador principal del proceso de la Línea 1 un PLC Siemens 6ES7214-1AG40-0XB0, el cual permite la convergencia de todas las señales de campo que conforman este proceso. Dada su versatilidad, confiabilidad de marca, y software de programación intuitivo, se plantea esta opción.

| | **PLC CON E/S INTEGRADAS: 14 DI 24 V DC; 10 DO 24 V DC; 2 AI 0-10V DC, alimentación: DC 20,4-28,8V DC, Memoria de programas/datos 100 KB** |
|---|---|
| | Tensión de Alimentación: 24 VDC |
| | Consumo de Corriente: 15. A |
| | Memoria de Trabajo: 150 Kb |
| | Memoria de Carga: 4 Mb |
| | Tiempos de ejecución de la CPU para operaciones de bits: 0,08 µs; /instrucción |
| | Tiempos de ejecución de la CPU para operaciones a palabras: 1,7 µs; /instrucción |
| | Tiempos de ejecución de la CPU para artitmética de coma flotante: 2,3 µs; /instrucción |
| | CPU-bloques: DBs, FCs, FBs, contadores y temporizadores. El número máximo de bloques direccionables es de 1 a 65535. No hay ninguna restricción, uso de toda la memoria de trabajo |
| | Entradas Digitales: 14 |
| | Salidas Digitales: 10 |
| | Entradas Análgas: 2 0-10 VDC |
| | Módilos de Comunicación: |
| | Software de Programación |
| | Protocolos de Comunicación soportados: PROFINET IO-Controller, PROFINET IO-Device, Comunicación SIMATIC, Comunicación IE abierta |

**Tabla 7.** Datos técnicos más relevantes del Controlador Propuesto. [8]

b. **Módulo de expansión de entradas digitales:** Dada la cantidad de entradas digitales, se propone un módulo de expansión al PLC, que permita la lectura de todas las señales en campo. En la tabla 8, se describen las características más relevantes de este módulo**:**

| | |
|---|---|
| | **Módulo de entradas digitales, 8 DI, DC 24V, Sink/Source, 6ES7221-1BF32-0XB0** |
| | Tensión de Alimentación: 24 VDC |
| | Tensión de entrada, Por Entrada: para señal "0": 5 V DC, con 1 mA , para señal "1"15 V DC at 2,5 mA |
| | Retardo a la entrada (a tensión nominal de entrada), Parametrizable: Sí; 0,2 ms, 0,4 ms, 0,8 ms, 1,6 ms, 3,2 ms, 6,4 ms y 12,8 ms, elegible en grupos de 4 |
| | Longitud del cable: Apantallado maximo 500 m, no apantallado máximo 300 m |

**Tabla 8.** Datos técnicos módulo propuesto de expansión de entradas digitales. [9]

c. **HMI:** Con el propósito de supervisar el proceso de la línea 1, se propone una HMI Simatic Confort de 7", que permite la conexión a través de Profinet, posibilitando la adquisición de datos desde el PLC para la supervisión de los mismos. En la Tabal 9 se observan algunos datos técnicos relevantes

| | |
|---|---|
| | **HMI TACTIL, 7PULGADAS CON PROFINET O MODBUS** |
| | Tensión de Alimentación: 24 VDC |
| | Consumo, típ. 12 W |
| | Tipo de procesador X86 |
| | Memoria de usuario 12Mb |
| | N.º de interfaces Industrial Ethernet: 2 |
| | Protocolos de Comunicación: Profinet, Profibus |

**Tabla 9.** Datos técnicos Pantalla HMI Propuesta. [10]

d. **TIA Portal V14 o superior:** El software de programación es TIA Portal By Siemens, es una plataforma intuitiva que integra los entornos de programación de controladores y SCADA, simplificando la programación del proceso. Se propone esta herramienta ya que la Facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, cuenta con una licencia de TIA Portal V15 que posibilita la programación del controlador y HMI propuesto. Adicional a ello, la página oficial de la marca permite descargar una versión de prueba durante 21 días.

**Figura 12.** Entorno de Programación Tia Portal V14.

*E. Arquitectura de Control Propuesta*

Se plantea una arquitectura de control que permita al controlador intercambiar información con toda su periferia, incluyendo el sistema de control ya instalado de la línea 2. Esta conexión es factible ya que el software de programación permite embeber en el PLC, de la línea 1, un bloque Modbus TCP Cliente o servidor, y el el PLC Mitsubishi FX5U-64M también es compatible con este protocolo. En la figura 13, se observa la arquitectura de control planteada

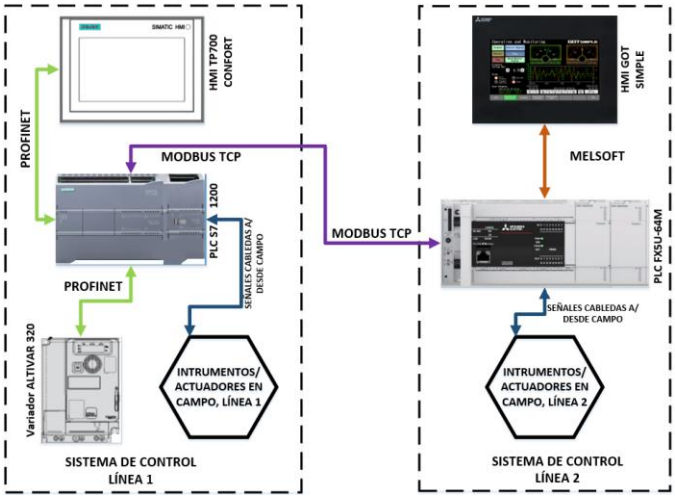


**Figura 13.** Arquitectura de Control Propuesta. [Fuente Propia]

### *F. Algoritmo de Proceso Propuesto*

Se sugiere un algoritmo de control que permita dos (2) modos de operación: Manual/Mantenimiento y Automático, estos seleccionados en la HMI o en un selector físico de dos (2) posiciones. En la figura 14 se observa el modo de secuencia Manual/Mantenimiento y en la figura 15 el modo de secuencia automático:

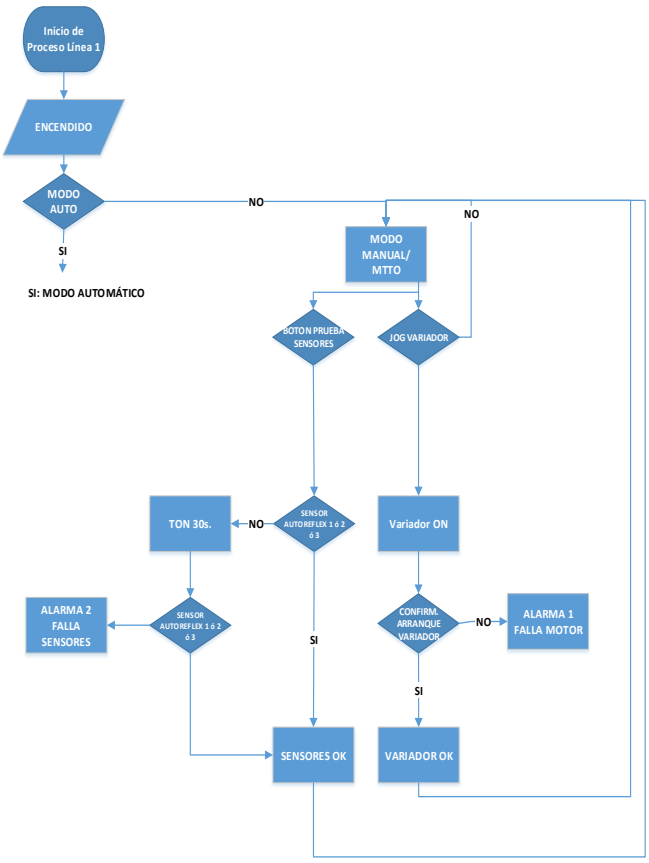


**Figura 14.** Algoritmo Propuesto Modo Operación: Manual/Mantenimiento. [Fuente Propia]

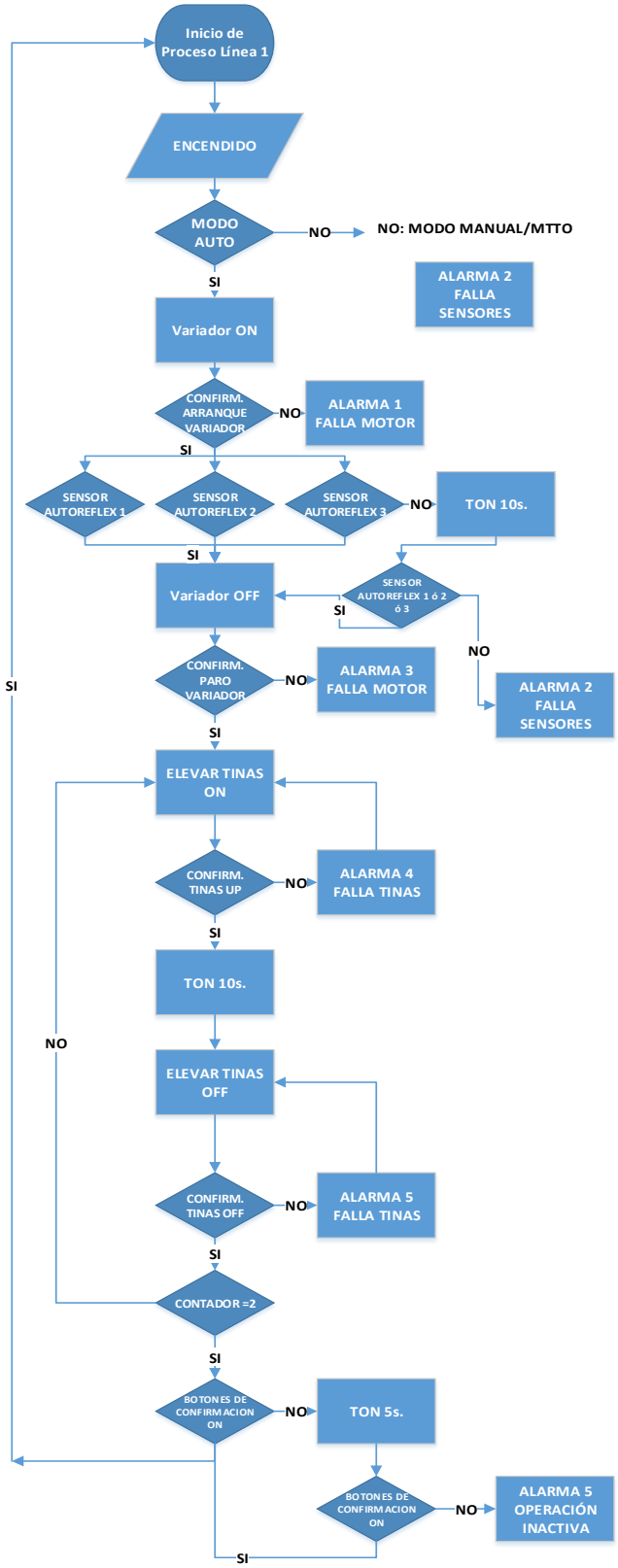


**Figura 15.** Algoritmo Propuesto Modo Operación: Automático. [Fuente Propia]

## IV. CONCLUSIONES

Es importante tener en cuenta el funcionamiento de los demás procesos que se encuentran en operación actualmente, pues al ser líneas de proceso consecutivas (ver figura 2) pueden generarse cuellos de botella, ya que si el proceso de la línea 2 falla se estanca la línea 1.

Para la elaboración de propuestas de este tipo, es relevante delimitar de manera precisa el alcance del proyecto, pues esto permite definir efectivamente tiempos de elaboración/ejecución, costos e ingeniería general y de detalle.

Conocer previamente factores como la humedad relativa, temperatura o vibración permiten una correcta elección de la instrumentación a implementar, ya que la precisión, magnitud y exactitud del controlador PLC es directamente proporcional a la calidad de señal que puedan entregar los mismos. Adicionalmente, es de suma importancia poder identificar los protocolos de comunicación de los sistemas adyacentes, pues permiten dimensionar el sistema de control adecuado que pueda integrarse con el(los) sistemas existentes

## REFERENCIAS


[1] Revista Dinero, *Sin marcha atrás: La automatización será una realidad en Colombia en 2020* [Online]. Available:https://www.dinero.com/emprendimiento/articulo/automatizacion-en-las-empresas-colombianas-en-el-2020-segun-deloitte/242846

[2] J. Vásquez, *Automatización Electroneumática,* Vol 1, 2016.

[3] Autonics,*BX Series Sensor* [Online]. Available: https://www.viaindustrial.com/producto.asp?codigo=222415

[4] Schneider Electric*, XB4BS8445 Parada de emergencia ø 22 - cabeza ø 40 - girar para desenclavar 1NC+1NA.* [Online]. Available: https://www.se.com/es/es/product/XB4BS8445/parada-de-emergencia-%C3%B8-22---cabeza-%C3%B8-40---girar-para-desenclavar-1nc%2B1na/

[5] Schneider Electric, *XB4BA3311 pulsador verde Ø 22 - retorno resortenivelado - 1 NA.* [Online]. Available: https://www.se.com/co/es/product/XB4BA3311/pulsador-verde-%C3%B8-22---retorno-resortenivelado---1-na/?range=632-harmony-xb4

[6] LKM electronic GmbH, *Transducer LKM 223, Pt100, rail assembly, 4..20mA, 2013*

[7] Schneider Electric, *ATV320U75N4B variable speed drive, ATV320, 7.5 kW, 380…500 V, 3 phases.* [Online]. Available: https://www.se.com/ww/en/product/ATV320U75N4B/variable-speed-drive%2C-atv320%2C-7.5-kw%2C-380%E2%80%A6500-v%2C-3-phases%2C-book/

[8] Siemens, *6ES7214-1AG40-0XB0 SIMATIC S7-1200, CPU 1214C,* [Online]. Available: https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES7214-1AG40-0XB0

[9] Siemens, *6ES7221-1BF32-0XB0 SIMATIC S7-1200, DI Module.* [Online]. Available: https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES7221-1BF32-0XB0

[10] Siemens, *6AV2124-0GC01-0AX0 SIMATIC HMI TP700 Comfort.* [Online]. Available: https://support.industry.siemens.com/cs/pd/127118?pdti=td&dl=es&lc=es-PA