



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y  
REDES INDUSTRIALES

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA  
PARA SUPERVISIÓN, MONITOREO Y CONTROL DE LOS  
PROCESOS DE CORTE Y FORMACIÓN DE PLANCHAS  
DE FIBRO-CEMENTO DE LA EMPRESA TUBASEC C.A.”**

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA CONTROL Y  
REDES INDUSTRIALES**

CASTRO CEPEDA OSWALDO ARMANDO  
ORTÍZ PARRA IVÁN MARCELO

Riobamba – Ecuador  
2013

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y en especial a la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales que junto con sus docentes han sido un apoyo incondicional para alcanzar nuestros objetivos profesionales.

Agradecemos también a la empresa TUBASEC C.A. por darnos la oportunidad para poner en práctica nuestros conocimientos.

A nuestros amigos por compartir nuestros triunfos y fracasos.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de tesis lo dedicamos a nuestras familias: Castro Cepeda y Ortíz Parra, por el apoyo incondicional brindado a lo largo de nuestra vida estudiantil.

**FIRMAS RESPONSABLES Y NOTAS**

**NOMBRE**

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Iván Menes  
**DECANO FACULTAD  
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

.....

Ing. Paúl Romero  
**DIRECTOR ESCUELA INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA CONTROL Y  
REDES INDUSTRIALES**

.....

Ing. Paúl Romero  
**DIRECTOR DE TESIS**

.....

Ing. Fernando Chávez  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....

Tlgo. Carlos Rodríguez  
**DIRECTOR CENTRO DE  
DOCUMENTACIÓN**

.....

**NOTA**

.....

## **RESPONSABILIDAD DEL AUTOR**

Nosotros: Oswaldo Armando Castro Cepeda e Iván Marcelo Ortíz Parra, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta: Tesis de Grado, y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la “Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.

### **FIRMAS:**

---

**Oswaldo Armando Castro Cepeda**

---

**Iván Marcelo Ortíz Parra**

## INDICE DE ABREVIATURAS

<b>CPU</b>	Unidad de Procesamiento Central
<b>COM</b>	Modelo de objetos
<b>DAQ</b>	Adquisición de datos
<b>DC</b>	Corriente directa
<b>DCE</b>	Equipo de comunicación de Datos
<b>DMS</b>	Sistema digital multifunción
<b>DTE</b>	Equipo Terminal de Datos
<b>E/S</b>	Entrada/Salida
<b>GPIB</b>	General Purpose Interface Bus
<b>HMI</b>	Interfaz Hombre Máquina
<b>MODEM</b>	Modulador Demodulador
<b>MTU</b>	Unidad Terminal Maestra
<b>NI</b>	National Instruments
<b>OLE</b>	Vinculación e incursión de objetos
<b>OPC</b>	Control de Procesos OLE
<b>PAC</b>	Controlador de automatización programable
<b>PCI</b>	Interconexión de Componentes Periféricos
<b>PLC</b>	Controlador Lógico Programable
<b>PXI</b>	PCI Extensión para instrumentación
<b>RTU</b>	Unidad Terminal remota
<b>SCADA</b>	Control de Supervisión y Adquisición de Datos
<b>TCP/IP</b>	Protocolo de control y transmisión/Protocolo de internet
<b>VI</b>	Instrumentos Virtuales
<b>VXI</b>	VME extensión para instrumentación
<b>WAN</b>	Red de área amplia

## INDICE GENERAL

### CAPÍTULO I

1.	MARCO REFERENCIAL.....	- 17 -
1.1.	Antecedentes.....	- 17 -
1.2.	Justificación.....	- 19 -
1.3.	Objetivos.....	- 20 -
1.3.1.	Objetivo General.....	- 20 -
1.3.2.	Objetivos Específicos.....	- 20 -
1.4.	Hipótesis.....	- 21 -

### CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	- 22 -
2.1.	SCADA.....	- 22 -
2.1.1.	Definición.....	- 22 -
2.1.2.	Requerimientos básicos.....	- 23 -
2.1.3.	Funciones Principales.....	- 23 -
2.1.4.	Componentes de un Sistema SCADA.....	- 25 -
2.1.5.	Comunicaciones.....	- 28 -
2.2.	REDES INDUSTRIALES.....	- 30 -
2.2.1.	Definición.....	- 30 -
2.2.2.	Características.....	- 31 -
2.2.3.	Tipos.....	- 32 -
2.2.4.	Topologías.....	- 33 -
2.2.5.	Componentes de una Red Industrial.....	- 33 -
2.3.	OPC's.....	- 36 -
2.3.1.	Definición.....	- 36 -
2.3.2.	Tipos.....	- 36 -
2.4.	LABVIEW.....	- 39 -
2.4.1.	Definición.....	- 39 -
2.4.2.	Características.....	- 40 -
2.4.3.	Adquisición de Señales.....	- 41 -

2.4.4.	Clasificación de las Señales .....	- 43 -
2.4.5.	Control y Monitoreo de Procesos .....	- 45 -
2.4.6.	Almacenamiento de Datos Históricos.....	- 46 -
2.4.7.	Interfaz Gráfica .....	- 47 -
2.5.	TwidoSuite.....	- 51 -
2.5.1.	Funciones .....	- 51 -
2.5.1.	Herramientas .....	- 51 -
<b>CAPÍTULO III</b>		
3.	<b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>- 53 -</b>
3.1.	Red Modbus Ethernet .....	- 53 -
3.1.1.	Diseño de Cableado .....	- 55 -
3.1.2.	Configuración de direcciones IP .....	- 57 -
3.1.3.	Ubicación de equipos.....	- 59 -
3.2.	OPC.....	- 59 -
3.2.1.	Configuración de dispositivos .....	- 59 -
3.2.2.	Direccionamiento de memorias .....	- 73 -
3.3.	SCADA.....	- 76 -
3.3.1.	Análisis de requerimientos.....	- 77 -
3.3.2.	Procesos y subprocesos.....	- 77 -
3.3.3.	Estudio de planos .....	- 79 -
3.3.4.	Diseño de Diagramas de Flujo de los Procesos .....	- 93 -
3.3.5.	Calibración de Equipos y Sensores.....	- 98 -
3.3.6.	Adquisición de Datos.....	- 101 -
3.3.7.	Diseño del Sistema de Monitoreo y Control.....	- 105 -
3.3.8.	Acceso.....	- 120 -
<b>CAPÍTULO IV</b>		
4.	<b>EVALUACION Y RESULTADOS .....</b>	<b>- 123 -</b>
4.1.	Pruebas de Funcionamiento .....	- 123 -
4.1.1.	Comprobación de activación y desactivación.....	- 123 -
4.1.2.	Control local .....	- 121 -
4.1.3.	Control remoto.....	- 121 -
4.2.	Resultados Obtenidos .....	- 122 -
4.3.	Comprobación de la Hipótesis.....	- 131 -



CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

APÉNDICE Y ANEXOS

ANEXO 1.- Manual de Usuario

ANEXO 2.- Manual de Ayuda

ANEXO 3.- Programación en LabView

ANEXO 4.- Programación en PLC

BIBLIOGRAFÍA

## INDICE DE FIGURAS

Fig. II.1. Elementos de un sistema SCADA .....	- 25 -
Fig. II.2. Unidad terminal remota .....	- 27 -
Fig. II.3. Tipos de OPC.....	- 37 -
Fig. II.4. Etapas de la adquisición de datos .....	- 42 -
Fig. II.5. Información que transporta una señal .....	- 44 -
Fig. II.6. Señales analógicas y digitales.....	- 44 -
Fig. II.7. Panel frontal de VI.....	- 47 -
Fig. II.8. Paleta de control.....	- 48 -
Fig. II.9. Vi Diagrama de bloques .....	- 49 -
Fig. II.10. Paleta de funciones .....	- 50 -
Fig. III.11. PLC TWDLMDA20DRT .....	- 54 -
Fig. III.12. Modulo Ethernet.....	- 54 -
Fig. III.13. Modulo RS-485 .....	- 55 -
Fig. III.14. Switch SCALANCE X-000.....	- 56 -
Fig. III.15. Cable UTP categoría 5.....	- 56 -
Fig. III.16. Conexión Directa.....	- 56 -
Fig. III.17. Modulo Ethernet.....	- 57 -
Fig. III.18. Dirección IP del PLC de Formación .....	- 57 -
Fig. III.19. Dirección IP del PLC de Corte .....	- 58 -
Fig. III.20. Dirección IP del PLC de Corte .....	- 58 -
Fig. III.21. Ubicación del switch .....	- 59 -
Fig. III.22. Abrir NI OPC Server .....	- 60 -
Fig. III.23. Crear nueva aplicación .....	- 60 -
Fig. III.24. Crear un nuevo canal .....	- 61 -
Fig. III.25. Identificación.....	- 61 -
Fig. III.26. Tipo de enlace a utilizar .....	- 62 -
Fig. III.27. Indicar la interface de red .....	- 62 -
Fig. III.28. Optimización de escritura.....	- 63 -
Fig. III.29. Número de puerto .....	- 63 -
Fig. III.30. Finalización de la configuración .....	- 64 -
Fig. III.31. Inserción del PLC .....	- 64 -

Fig. III.32. Nombre del PLC.....	- 65 -
Fig. III.33. Tipo de comunicación .....	- 65 -
Fig. III.34. Dirección IP del PLC.....	- 66 -
Fig. III.35. Tiempo de refresco de datos.....	- 66 -
Fig. III.36. Auto degradación.....	- 67 -
Fig. III.37. Parámetros de comunicación.....	- 67 -
Fig. III.38. Propiedades del número de puerto y protocolo .....	- 68 -
Fig. III.39. Acceso de configuración de datos .....	- 68 -
Fig. III.40. Datos de configuración de codificación .....	- 69 -
Fig. III.41. Tamaños de bloques .....	- 69 -
Fig. III.42. Ajuste de la variable de importación.....	- 70 -
Fig. III.43. Manejo de error.....	- 70 -
Fig. III.44. Pantalla de resumen.....	- 71 -
Fig. III.45. Nombre del PLC.....	- 71 -
Fig. III.46. Dirección del PLC de corte.....	- 72 -
Fig. III.47. Nombre del PLC de formación.....	- 72 -
Fig. III.48. Dirección del PLC de formación.....	- 73 -
Fig. III.49. Tag editados.....	- 73 -
Fig. III.50. Propiedades de la Tag.....	- 74 -
Fig. III.51. Tag editado .....	- 74 -
Fig. III.52. Zona de memoria y tipo de dato .....	- 75 -
Fig. III.53. Selección de la zona de memoria .....	- 75 -
Fig. III.55. Proceso Corte.....	- 78 -
Fig. III.56. Proceso formación .....	- 79 -
Fig. III.57. Circuito eléctrico de mando para pórtico de formación .....	- 82 -
Fig. III.58. Diagrama eléctrico de potencia para pórtico de formación.....	- 84 -
Fig. III.59. Circuito eléctrico de mando para nueva línea de corte.....	- 86 -
Fig. III.60. Diagrama eléctrico de potencia para nueva línea de corte .....	- 88 -
Fig. III.61. Circuito eléctrico de mando para pórtico de formación .....	- 91 -
Fig. III.62. Circuito PLC para nueva línea de corte.....	- 93 -
Fig. III.63. Graficet para nueva línea de corte .....	- 95 -
Fig. III.64. Programa graphicet pórtico formación.....	- 97 -
Fig. III.65. Sensor coche derecha .....	- 98 -

Fig. III.66. Sensor cilindro molde baja .....	- 99 -
Fig. III.67. Sensor cilindro molde sube .....	- 99 -
Fig. III.68. Sensor cilindro lámina baja y placa de activación.....	- 100 -
Fig. III.69. Sensor cilindro lámina sube.....	- 100 -
Fig. III.70. Sensor cilindro lámina sube.....	- 101 -
Fig. III.71. Asignación de memorias de lectura.....	- 101 -
Fig. III.72. Asignación de memorias de escritura.....	- 102 -
Fig. III.73. Escoger tipo de acción al asignar TAG's .....	- 104 -
Fig. III.74. Escoger tipo de variable de TAG's .....	- 105 -
Fig. III.75. Pantalla de ingreso.....	- 106 -
Fig. III.76. Pantalla Monitoreo .....	- 107 -
Fig. III.77. Monitoreo Corte .....	- 107 -
Fig. III.78. Botones del proceso de Corte .....	- 108 -
Fig. III.79. Indicadores del proceso de Corte .....	- 108 -
Fig. III.80. Representación del sensor Capacitivo .....	- 109 -
Fig. III.81. Indicadores de longitud .....	- 109 -
Fig. III.82. Longitud de la plancha .....	- 109 -
Fig. III.83. Proceso de Formación .....	- 110 -
Fig. III.84. Indicadores de los Sensores.....	- 110 -
Fig. III.85. Indicadores de los Sensores adicionales.....	- 111 -
Fig. III.86. Seleccionar tipo de lámina.....	- 111 -
Fig. III.87. Láminas apiladas .....	- 111 -
Fig. III.88. Pantalla Mantenimiento.....	- 112 -
Fig. III.89. Pantalla Mantenimiento Formación .....	- 113 -
Fig. III.90. Pantalla Mantenimiento Formación .....	- 113 -
Fig. III.91. Pantalla Reportes .....	- 114 -
Fig. III.92. Botones pantalla reportes .....	- 115 -
Fig. III.93. Pantalla Usuarios Nuevos.....	- 115 -
Fig. III.94. Pantalla Usuarios Existentes.....	- 116 -
Fig. III.95. Pantalla Ayuda.....	- 117 -
Fig. III.96. Configuración en el cable directo.....	- 118 -
Fig. III.97. Tarjeta de red inalámbrica .....	- 119 -
Fig. III.98. Niveles de acceso .....	- 120 -

Fig. IV.99. Acceso remoto.....	- 122 -
Fig. IV.100. Producción sin el sistema SCADA.....	- 123 -
Fig. IV.101. Producción con el sistema SCADA .....	- 125 -
Fig. IV.102. Producción diaria.....	- 126 -
Fig. IV.103. Tabla t de STUDENT .....	- 127 -
Fig. IV.104. Resultados t de STUDENT sin sistema SCADA .....	- 128 -
Fig. IV.105. Tabla t de STUDENT.....	- 129 -
Fig. IV.106. Resultados t de STUDENT con sistema SCADA.....	- 129 -
Fig. IV.107. Inseguridad al utilizar maquinaria.....	- 130 -

## INDICE DE TABLAS

Tabla III.I. Direcciones IP de los dispositivos del Sistema SCADA.....	- 118 -
Tabla III.II. Tabla de Usuarios de Ingreso al Sistema .....	- 121 -
Tabla III.III. Pestaña de Monitoreo .....	- 121 -
Tabla III.IV. Pestaña de Mantenimiento.....	- 121 -
Tabla III.V. Pestaña de Reportes .....	- 122 -
Tabla III.VI. Pestaña de Usuarios .....	- 122 -
Tabla III.VII. Pestaña de Ayuda .....	- 122 -
Tabla IV.VIII. Botón Inicio-Proceso de Corte .....	- 114 -
Tabla IV.IX. Botón Paro-Proceso de Corte .....	- 114 -
Tabla IV.X. Botón Reset-Proceso de Corte.....	- 115 -
Tabla IV.XI. Botón Lámina Mala-Proceso de Corte.....	- 115 -
Tabla IV.XII. Activación Sierras Laterales-Proceso de Corte.....	- 116 -
Tabla IV.XIII. Activación Sensor Capacitivo-Proceso de Corte.....	- 116 -
Tabla IV.XIV. Activación Guillotina-Proceso de Corte.....	- 117 -
Tabla IV.XV. Activación Bandas-Proceso de Corte .....	- 117 -
Tabla IV.XVI. Activación Longitud Lámina-Proceso de Corte.....	- 118 -
Tabla IV.XVII. Botón Inicio-Proceso de Formación .....	- 118 -
Tabla IV.XVIII. Botón Paro-Proceso de Formación.....	- 119 -
Tabla IV.XIX. Botón Reset-Proceso de Formación .....	- 119 -
Tabla IV.XX. Botón Sincronización -Proceso de Formación .....	- 120 -
Tabla IV.XXI. Sensores-Proceso de Formación.....	- 120 -
Tabla IV.XXII. Botón Desactivar Succión Molde-Proceso de Formación .....	- 121 -
Tabla IV.XXIII. Producción de Láminas Sin el Sistema SCADA .....	- 122 -
Tabla IV.XXIV. Producción de Láminas Con el Sistema SCADA.....	- 124 -
Tabla IV.XXV. Probabilidad de accidentes Sin el Sistema SCADA .....	- 126 -
Tabla IV. XXVI. Probabilidad de accidentes Con el Sistema SCADA .....	- 128 -
Tabla IV. XXVII. Resultados comparativos del sistema con y sin el SCADA.....	- 131 -
Tabla IV.XXVIII. Resultados comparativos del sistema sin el SCADA .....	- 133 -
Tabla IV.XXVIII. Resultados comparativos del sistema sin el SCADA .....	- 134 -
Tabla IV.XXIX. Resultados comparativos del sistema con el SCADA .....	- 134 -
Tabla IV.XXIX. Resultados comparativos del sistema con el SCADA .....	- 135 -

## INTRODUCCIÓN

Un sistema SCADA, permite supervisar y controlar, las distintas variables que se encuentran en un proceso o planta determinada. Para ello se deben utilizar distintos periféricos, software de aplicación, unidades remotas, sistemas de comunicación, etc., los cuales permiten al operador mediante la visualización en una pantalla de un computador, tener el completo acceso al proceso.

Existen varios dispositivos que nos permiten controlar o supervisar procesos, como son: PLC, DCS y ahora SCADA, que se pueden integrar y comunicar entre sí, mediante una red Ethernet, y así mejorar en tiempo real, la interfaz al operador.

Ahora no sólo se puede supervisar el proceso, sino además tener acceso al historial de las alarmas y variables de control con mayor claridad, combinar bases de datos relacionadas, presentar en un simple computador, por ejemplo, una plantilla Excel, documento Word, todo en ambiente Windows, siendo así todo el sistema más amigable.

Para ello, éste proyecto revisa las características, prestaciones y requisitos que debe presentar un sistema SCADA; así como, la configuración, estructura e integración de sus componentes: software y hardware; es decir, la parte lógica y física del sistema que permite el funcionamiento de las distintas partes de la planta donde se aplica, como un único sistema funcional, el mismo que es capaz de brindar los servicios necesarios a los diferentes departamentos que de él hagan uso o necesiten información.

En vista de estas cualidades, la empresa TUBASEC C.A., incursionó en la implementación de este tipo de sistemas en su planta de EUROLIT, específicamente en la máquina de corte y formación de láminas de fibro-cemento, con la finalidad de poder dar mantenimiento de una manera más rápida, con mayor seguridad, y sobre todo llevar un mejor conteo de láminas que la maquina produce diariamente.

Por otro lado en la implementación del sistema SCADA, se depuran ciertas configuraciones y programaciones de los dispositivos de control, de tal forma que el sistema no solo se adapta a la planta, sino que además es capaz de mejorar cada uno de los procesos o subprocesos de los cuales se haga cargo.

Las pruebas y los estudios realizados, permitieron asegurar de forma indudable que el sistema implementado optimizó la forma de control de la maquinaria, en un 63%, mejoró la seguridad para los obreros en un 70%, y aumentó la producción de las planchas de fibrocemento en un 25%.

El sistema gracias a su interfaz intuitiva no fue rechazado por los operarios que estaban acostumbrados a realizar las mismas acciones pero de forma directa a los dispositivos eléctricos.



## **CAPÍTULO I**

### **1. MARCO REFERENCIAL**

#### **1.1. Antecedentes**

#### **TUBASEC – EUROLIT**

TUBASEC C.A., es una empresa ecuatoriana conformada según las disposiciones legales vigentes en cuanto a constitución de su capital social. Cuenta con una de las plantas de producción más modernas de América del sur para la fabricación de productos de cemento-crisotilo conocidas comercialmente como Eurolit; sus instalaciones se encuentran ubicadas en el Parque Industrial de la ciudad de Riobamba.

La tecnología utilizada por TUBASEC C.A. es de las más actualizadas a nivel mundial en el campo de la fabricación de productos de fibro-cemento. Esta tecnología es el resultado de 90 años de experiencia e investigación de URALITA S.A., empresa española pionera en la fabricación de materiales de construcción. Ocupa un terreno de 91 000 m<sup>2</sup> y sus instalaciones cubiertas superan los 8 000 m<sup>2</sup>.

La capacidad anual de producción de Eurolit alcanza las 28 000 toneladas métricas, en Techoluz una producción mensual de 60 toneladas métricas y en Ecuateja una producción mensual de 80 000 unidades, para la total operación de la empresa cuenta con 200 empleados distribuidos en las ciudades de Riobamba y Quito. Desde el 12 de marzo de 1980 en que Tubasec inició su operación normal, producía tuberías de FIBRO-CEMENTO en diámetros de 75 mm a 700 mm y en las más variadas presiones de trabajo conforme a la Norma Internacional ISO-160 y nacional INEN 485.

### **DESCRIPCIÓN DE PROCESOS A CONTROLAR**

En el ámbito de la automatización la planta ha incursionado en la creación de un máquina capaz de formar las planchas onduladas de EUROLIT, ésta reemplaza lo que comúnmente se ha venido realizando aplicando el recurso humano es decir la mano de obra.

El proceso empieza con el cortado de las láminas en el tamaño requerido, el siguiente paso es la formación de las ondulaciones por medio de un sistema de moldeo neumático, a continuación se tiene el apilamiento en el respectivo grupo de salida, por otra parte de la misma máquina se tiene el ingreso de los moldes metálicos, para la ubicación de las planchas creadas.

## 1.2. Justificación

Teniendo en cuenta que el proceso de formación fue creado después del de corte, sus tableros de control están ubicados en distintos lugares, generando que el operario tenga que trasladarse de un tablero a otro para tener control total de los dos procesos; el SCADA por medio de la red industrial centralizará el control de ambos procesos bajo una misma estación disminuyendo el tiempo de producción y mejorando las condiciones para dar mantenimiento.

Al utilizar un Sistema SCADA para el control, supervisión y monitoreo de los procesos de corte y formación de planchas de EUROLIT, mejoraremos el manejo de estos dos sistemas; aumentando la seguridad laboral y a su vez evitando riesgos propios del trabajo.

Además el sistema SCADA al recolectar datos de funcionamiento nos proporcionará tiempos de trabajo de los equipos, los mismos que servirán para saber el momento preciso en el cual se deberá dar un mantenimiento preventivo tanto para los sensores como para los actuadores.

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema SCADA para supervisar, monitorear y controlar los procesos de corte y formación de planchas de fibro-cemento de la empresa TUBASEC C.A.

### 1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Crear una red industrial entre los PLC's de cortes y moldeado, realizando la asignación de memorias y la programación necesaria en los mismos para la conexión con el OPC server.
  
- ✓ Diseñar una interfaz amigable con el usuario en LABVIEW para el control, supervisión y monitoreo de los procesos, además de la asignación de permisos para los diversos usuarios.
  
- ✓ Generar archivos históricos, para el conteo de producción, tiempos de trabajo y determinación de usuarios.

#### 1.4. Hipótesis

¿El Sistema SCADA que se implementará en las máquinas de corte y moldeo de la planta de EUROLIT de la empresa TUBASEC C.A. permitirá llevar un mejor control de funcionamiento?

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. SCADA**

##### **2.1.1. Definición**

Originalmente, los sistemas SCADA se diseñaron para el control de supervisión y adquisición de datos (Supervisory Control and Data Acquisition) y proporcionaron un medio fiable de agregación de los análisis realizados por múltiples RTU (Unidad Terminal Remota). Pero, debido a las exigencias de alta velocidad de la producción en la actualidad, los sistemas SCADA deben realizar operaciones de cálculo y análisis en tiempo real en la planta, combinando de forma eficaz los entornos HMI y SCADA, anteriormente dispares. Esto permite que su sistema SCADA actúe como una herramienta de cálculo de supervisión y análisis de datos.

### 2.1.2. Requerimientos básicos

Estos son algunos de los requisitos necesarios para que podamos sacar el máximo provecho a un SCADA:

- ✓ El SCADA debe de estar formado por una arquitectura abierta de forma que se pueda modificar fácilmente por el usuario según sus necesidades, además de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa.
- ✓ Se debe comunicar de una forma sencilla y transparente con el usuario.
- ✓ Deben comunicarse con los equipos de campo y con el resto de la empresa (acceso a redes locales y de gestión).
- ✓ Los programas deberán ser sencillos de instalar y fáciles de utilizar con interfaces cómodas para el usuario.

### 2.1.3. Funciones Principales

- ✓ **Presentación:** Representación gráfica de los datos mediante la interfaz del operador o HMI (Interface Hombre Máquina).
- ✓ **Supervisión remota de instalaciones y equipos:** Permite al operador conocer el estado de desempeño de las instalaciones y los equipos alojados en la planta, lo que permite dirigir las tareas de mantenimiento y estadística de fallas.
- ✓ **Control remoto de instalaciones y equipos:** Mediante el sistema se puede activar o desactivar los equipos remotamente (por ejemplo abrir válvulas, activar interruptores, Prender motores, etc.), de manera automática y también manual. Además es posible ajustar parámetros, valores de referencia, algoritmos de control, Etc.

- ✓ **Transmisión:** De información con dispositivos de campo y otros PC.
- ✓ **Procesamiento de datos:** El conjunto de datos adquiridos conforman la información que alimenta el sistema, esta información es procesada, analizada, y comparada con datos anteriores, y con datos de otros puntos de referencia, dando como resultado una información confiable y veraz.
- ✓ **Base de datos:** Gestión de datos con bajos tiempos de acceso.
- ✓ **Almacenamiento de información histórica:** Se cuenta con la opción de almacenar los datos adquiridos, esta información puede analizarse posteriormente, el tiempo de almacenamiento dependerá del operador o del autor del programa.
- ✓ **Generación de reportes:** El sistema permite generar informes con datos estadísticos del proceso en un tiempo determinado por el operador.
- ✓ **Visualización gráfica dinámica:** El sistema es capaz de brindar imágenes en movimiento que representen el comportamiento del proceso, dándole al operador la impresión de estar presente dentro de una planta real. Estos gráficos también pueden corresponder curvas de las señales analizadas en el tiempo.
- ✓ **Representación se señales de alarma:** A través de las señales de alarma se logra alertar al operador frente a una falla o la presencia de una condición perjudicial o fuera de lo aceptable. Estas señales pueden ser tanto visuales como sonoras.
- ✓ **Programación de eventos:** Esta referido a la posibilidad de programar subprogramas que brinden automáticamente reportes, estadísticas, gráfica de curvas, activación de tareas automáticas, etc.



- ✓ **Explotación:** De los datos adquiridos para gestión de la calidad, control estadístico, gestión de la producción y gestión administrativa y financiera.

#### 2.1.4. Componentes de un Sistema SCADA

Un sistema SCADA, como aplicación de software industrial específica, necesita ciertos componentes inherentes de hardware en su sistema, para poder tratar y gestionar la información captada.

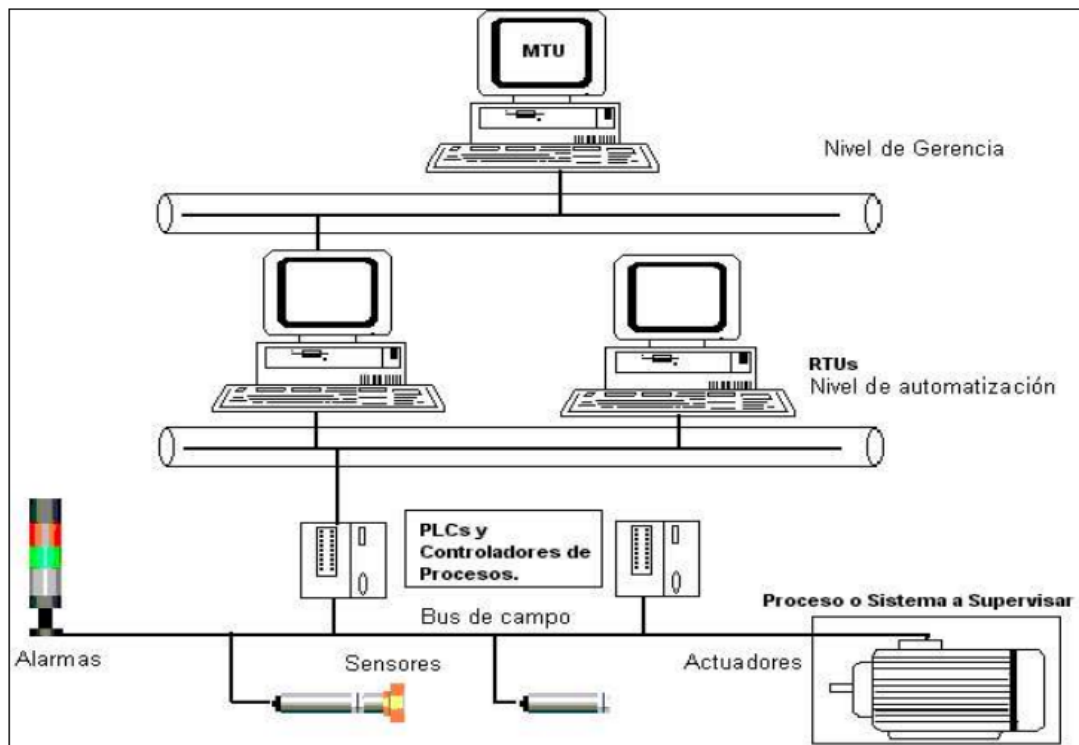


Fig. II.1. Elementos de un sistema SCADA

#### **2.1.4.1. Hardware**

##### **2.1.4.1.1. Unidad Terminal Maestra (MTU)**

Cuando hablamos de la Unidad Terminal Maestra nos referimos a los servidores y el software responsable para comunicarse con el equipo del campo (RTU's, PLC's, etc.). En estos se encuentra el software HMI corriendo para las estaciones de trabajo en el cuarto de control o en cualquier otro lado. En un sistema SCADA pequeño, la Unidad Terminal Maestra puede estar en una sola pero en un sistema SCADA a gran escala, la Unidad Terminal Maestra puede incluir muchos servidores, aplicaciones de software distribuido, y sitios de recuperación de desastres.

Esta terminal ejecuta las acciones de mando (programadas) en base a los valores actuales de las variables medidas. La programación se realiza por medio de bloques de programa en lenguaje de alto nivel (como C, Basic, etc.). También se encarga del almacenamiento y procesamiento ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.

##### **2.1.4.1.2. RTU'S (REMOTE TERMINAL UNIT)**

Estos ordenadores están situados en los nodos estratégicos del sistema gestionando y controlando las subestaciones del sistema, reciben las señales de los sensores de campo, y comandan los elementos finales de control ejecutando el software de la aplicación SCADA.

Se encuentran en el nivel intermedio o de automatización, a un nivel superior está el MTU y a un nivel inferior los distintos instrumentos de

campo que son los que ejercen la automatización física del sistema, control y adquisición de datos.

Estos ordenadores no tienen por ser PCs, ya que la necesidad de soportar un HMI no es tan grande a este nivel, por lo tanto suelen ser ordenadores industriales tipo armarios de control, aunque en sistemas muy complejos puede haber subestaciones intermedias en formato HMI.

Una tendencia actual es la de dotar a los PLC's (en función de las E/S a gestionar) con la capacidad de funcionar como RTU's gracias a un nivel de integración mayor y CPUs con mayor potencia de cálculo. Esta solución minimiza costes en sistemas donde las subestaciones no sean muy complejas sustituyendo el ordenador industrial mucho más costoso.

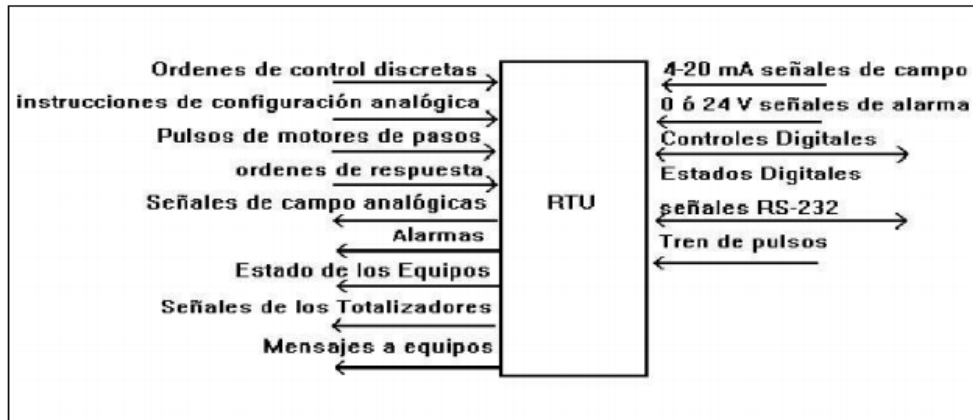


Fig. II.2. Unidad terminal remota

#### 2.1.4.2. *Software*

Es el entorno visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta. Permite la interacción del ser humano con los medios tecnológicos implementados.

Un sistema de SCADA incluye un interfaz utilizador, generalmente llamado el Human Machine Interface (HMI). El HMI de un sistema SCADA es el entorno visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta. Permite la interacción del ser humano con los medios tecnológicos implementados. Esta interfaz incluye generalmente los controles donde el operador se puede interconectar con el sistema de SCADA.

HMI es una manera fácil de estandarizar la supervisión de las RTU's múltiples o de los PLC's (Controlador Lógico Programable). La voluntad generalmente de las RTU o de los PLC's funciona un proceso pre programado, pero la supervisión de ellos individualmente puede ser difícil, generalmente porque se separan hacia fuera sobre el sistema. Porque la RTU y el PLC no tenían históricamente ningún método estandarizado para exhibir o para presentar datos a un operador, el sistema SCADA se comunica con los PLC's a través de la red del sistema y procesa la información que es diseminada fácilmente por el HMI.

El poder de la HMI también se vincula a una base de datos, que puede utilizar los datos recopilados de los PLC's o de las RTU's para proporcionar las tendencias, los datos de diagnóstico y manejo de información así como el cronograma de procedimientos de mantenimiento, información logística, esquemas detallados para un sensor o máquina específico y aún para hacer accesibles la localización de averías.

### **2.1.5. Comunicaciones**

Un sistema SCADA debe ser muy confiable. Los sistemas de comunicación para los sistemas SCADA se han desarrollado para manejar comunicaciones pobres de una manera predecible. Esto es especialmente importante donde está implicado el control - podría ser desastroso si las fallas de comunicaciones causaran que el sistema SCADA haga funcionar inadvertidamente el sector incorrecto de la planta.

Los sistemas SCADA hacen uso típicamente de las técnicas tradicionales de la paridad, del chequeo de sumas polinómicas, códigos de Hamming y demás. Sin embargo no confían simplemente en estas técnicas. La operatoria normal para un sistema SCADA es esperar siempre que cada transmisión sea reconocida. El sistema de interrogación que emplea tiene seguridad incorporada, en la que cada estación externa está controlada y debe periódicamente responder. Si no responde, entonces un número predeterminado de re-comprobaciones será procurado. Las fallas eventualmente repetidas harán que el RTU en cuestión sea marcado como "fuera de servicio" (en un sistema de interrogación una falla de comunicación bloquea la red por un período de tiempo relativamente largo, y una vez que se haya detectado una falla, no hay motivo para volver a revisar).

La exactitud de la transmisión de un SCADA se ha mirado tradicionalmente como tan importante que la aplicación SCADA toma directamente la responsabilidad sobre ella. Esto se produce en contraste con protocolos de comunicación más generales donde la responsabilidad de transmitir datos confiablemente se deja a los mismos protocolos. A medida que se utilicen protocolos de comunicación más sofisticados, y los proveedores de SCADA comiencen a tomar confianza con ellos, entonces la responsabilidad de manejar errores será transferida al protocolo.

#### *2.1.5.1. Protocolos utilizados*

Se han desarrollado técnicas para la transmisión confiable sobre medios pobres, y es así que muchas compañías alcanzaron una ventaja competitiva respecto de sus competidoras simplemente debido al mérito técnico de sus protocolos. Estos protocolos por lo tanto tendieron a ser propietarios, y celosamente guardados. Esto no representaba un problema al instalar el sistema, aunque sí cuando eran requeridas extensiones. Lo obvio y casi absolutamente necesario era acudir de nuevo al proveedor original.

No era generalmente factible considerar el uso de un protocolo distinto, pues eran generalmente mutuamente excluyentes. Los progresos recientes han considerado la aparición de un número apreciable de protocolos "abiertos". IEC870/5, DNP3, MMS son algunos de éstos.

Los mejores de estos protocolos son los multicapa completamente "encapsulados", y los sistemas SCADA que utilizan éstos pueden confiar en ellos para garantizar la salida de un mensaje y el arribo a destino. Un número de compañías ofrece los códigos fuente de estos protocolos, y otras ofrecen conjuntos de datos de prueba para testear la implementación del mismo. Por medio de estos progresos está llegando a ser factible, por lo menos a este nivel, considerar la interoperabilidad del equipamiento de diversos fabricantes.

## **2.2. REDES INDUSTRIALES**

### **2.2.1. Definición**

Las redes de comunicaciones industriales deben su origen a la fundación FieldBus (Redes de campo). La fundación FieldBus desarrolló un nuevo protocolo de comunicación para la medición y el control de procesos donde todos los instrumentos puedan comunicarse en una misma plataforma.

Las comunicaciones entre los instrumentos de proceso y el sistema de control se basan principalmente en señales analógicas (neumáticas de 3 a 15 psi en las válvulas de control y electrónicas de 4 a 20 mA cc). Pero ya existen instrumentos digitales capaces de manejar gran cantidad de datos y guardarlos históricamente; su precisión es diez veces mayor que la de la señal típica de 4-20 mA cc. En vez de transmitir cada variable por un par de hilos, transmiten secuencialmente las variables por medio de un cable de comunicaciones llamado bus.

La tecnología fieldbus (bus de campo) es un protocolo de comunicaciones digital de alta velocidad creada para reemplazar la clásica señal de 4-20 mA que aún se utiliza en muchos de los sistemas DCS (Sistema de Control Distribuido) y PLC (Controladores Lógicos Programables), instrumentos de medida y transmisión y válvulas de control. La arquitectura fieldbus conecta estos instrumentos con computadores que se usan en diferentes niveles de coordinación y dirección de la planta. Muchos de los protocolos patentados para dichas aplicaciones tiene una limitante y es que el fabricante no permite al usuario final la interoperabilidad de instrumentos, es decir, no es posible intercambiar los instrumentos de un fabricante por otro similar. Es claro que estas tecnologías cerradas tienden a desaparecer, ya que actualmente es necesaria la interoperabilidad de sistemas y aparatos y así tener la capacidad de manejar sistemas abiertos y estandarizados. Con la mejora de los protocolos de comunicación es ahora posible reducir el tiempo necesario para la transferencia de datos, asegurando la misma, garantizando el tiempo de sincronización y el tiempo real de respuesta determinadas en algunas aplicaciones.

### **2.2.2. Características**

SCADA tiende a utilizar la mayoría de las redes de comunicación disponibles.

Los sistemas SCADA basados en transmisión radial son probablemente los más comunes.

Éstos evolucionaron con el tiempo, y lo más básico es el uso de FSK (frequency shift keying - codificación por conmutación de frecuencia) sobre canales de radio analógicos. Esto significa que aquellos 0 y 1 son representados por dos diversas frecuencias (1800 y 2100 hertzios son comunes). Estas frecuencias se pueden sintetizar y enviar sobre una radio de audio normal.

Velocidades de hasta 1200 baudios son posibles.

Una consideración especial necesita ser dada al retardo de RTS (request to send - petición de enviar) que normalmente se presenta. Esto se produce porque una radio se tomará algún tiempo después de ser encendida (on) para que la señal alcance niveles aceptables, y por lo tanto el sistema SCADA debe poder configurar estos retardos. La mayoría de las otras consideraciones con respecto a radio y SCADA se relacionan con el diseño básico de la red de radio.

### **2.2.3. Tipos**

La mayoría de los buses trabajan en el nivel 1 con interfaz RS 485.

#### **2.2.3.1. *ASI (Actuator Sensor Interface)***

Es el bus más inmediato en el nivel de campo y más sencillo de controlar. Consiste en un bus cliente/servidor con un máximo de 31 participantes que transmite por paquetes de solo 4 bits de datos. Es muy veloz, con un ciclo de 5 ms aproximadamente. Alcanza distancias de 100 m o hasta 300 m con ayuda de repetidores.

#### **2.2.3.2. *BITBUS***

Es el más difundido en todo el mundo; es del tipo cliente/servidor y admite como máximo 56 clientes; el paquete puede transmitir hasta 43 bytes de datos.

#### **2.2.3.3. *PROFIBUS (PROcess FIeld BUS)***

Es el estándar europeo en tecnología de buses; se encuentra jerárquicamente por encima de ASI y BITBUS, trabaja según procedimiento híbrido token passing, y dispone de 31 participantes hasta un máximo de 127. Su paquete puede



transmitir un máximo de 246 bytes, y el ciclo para 31 participantes es de aproximadamente 90 ms. Alcanza una distancia de hasta 22300 m.

#### **2.2.3.4. *FIELD BUS en OSI***

En la arquitectura OSI, fieldbus ocupa los niveles 1 (Físico), 2 (Enlace de Datos) y 7 (Aplicación); teniendo en cuenta que este último no solo se encarga de la interfaz de usuario sino de aplicaciones específicas, dependiendo de cada aplicación.

#### **2.2.4. Topologías**

Los sistemas industriales usualmente consisten en dos o más dispositivos. Como un sistema industrial puede ser bastante grande, debe considerarse la topología de la red. Las topologías más comunes son: red bus, red estrella y red híbrida.

#### **2.2.5. Componentes de una Red Industrial**

En grandes redes industriales, un simple cable no es suficiente para conectar el conjunto de todos los nodos de la red. Deben definirse topologías y diseños de redes para proveer un aislamiento y conocer los requerimientos de funcionamiento.

##### **2.2.5.1. *Hardware***

###### **2.2.5.1.1. Servidores**

Pueden ser dedicados, ósea que solo funcionan como servidores o no dedicados cuando pueden funcionar tanto de servidores como de estaciones de trabajo.

#### 2.2.5.1.2. Estaciones de trabajo

Los ordenadores conectados a la red son estaciones de trabajo.

#### 2.2.5.1.3. Tarjetas de red

Son las tarjetas de comunicaciones.

#### 2.2.5.1.4. Sistema de cableado

##### **Coaxial:**

- ✓ Coaxial fino: 10base2.
- ✓ Coaxial grueso: 10base5

##### **Fibra óptica:** 10base-f

##### **Cable par trenzado:**

- ✓ apantallado
- ✓ sin apantallar

##### **Cable estructurado**

#### 2.2.5.1.5. HUB

Soporta ethernet, token ring y FDDI.

Encaminamiento y enlace a alta velocidad.

Circuitos dedicados entre nodos.

Repetidores multipuerto.

#### 2.2.5.1.6. Switch (conmutador)

Dispositivo de red q crea líneas dedicadas entre sus puertos para evitar colisiones en la red. Es un bridge multipuerto.

### 2.2.5.1.7. Herramientas de Interconexión

#### 2.2.5.1.7.1. *Repetidores*

Actúan en la capa física y aumenta la señal de transmisión.

#### 2.2.5.1.7.2. *Bridges o puentes*

Actúan la capa enlace de datos, trabajan con direcciones MAC

Envían tramas

Resuelven bucles

#### 2.2.5.1.7.3. *Routers o encaminadores*

Actúan en la capa de red

Trabajan con IP

Cooperan entre sí para encaminar los paquetes

Filtran paquetes de datos

#### 2.2.5.1.7.4. *Gateways o pasarelas*

Actúan en la capa de aplicación

Intercambian datos con las aplicaciones

### 2.2.5.2. *Software*

#### 2.2.5.2.1. Software de soporte de la red

Implementan las capas del modelo de red q se utilice

#### 2.2.5.2.2. Sistema operativo real:

Ejecutado en los servidores

#### 2.2.5.2.3. Software de estación de trabajo:

Los programas instalados en la estación de trabajo

### 2.3. OPC's

#### 2.3.1. Definición

Un servidor OPC es una aplicación de software (driver) que cumple con una o más especificaciones definidas por la OPC Foundation. El Servidor OPC hace de interfaz comunicando por un lado con una o más fuentes de datos utilizando sus protocolo nativos (típicamente PLCs, DCSs, básculas, Modulos I/O, controladores, etc.) y por el otro lado con Clientes OPC (típicamente SCADAs, HMIs, generadores de informes, generadores de gráficos, aplicaciones de cálculos, etc.). En una arquitectura Cliente OPC/ Servidor OPC, el Servidor OPC es el esclavo mientras que el Cliente OPC es el maestro. Las comunicaciones entre el Cliente OPC y el Servidor OPC son bidireccionales, lo que significa que los Clientes pueden leer y escribir en los dispositivos a través del Servidor OPC.

#### 2.3.2. Tipos

Existen cuatro tipos de servidores OPC definidos por la OPC Foundation, y son los siguientes:

- ✓ **Servidor OPC DA:** Basado en Spezifikationsbasis: OPC Data Access - especialmente diseñado para la transmisión de datos en tiempo real.

- ✓ **Servidor OPC HDA:** Basado en la especificación de Acceso a Datos Historizados que provee al Cliente OPC HDA de datos históricos.
- ✓ **Servidor OPC A&E Server:** Basado en la especificación de Alarmas y Eventos – transfiere Alarmas y Eventos desde el dispositivo hacia el Cliente OPC A&E.
- ✓ **Servidor OPC UA:** Basado en la especificación de Arquitectura Unificada – basado en el set más nuevo y avanzado de la OPC Foundation, permite a los Servidores OPC trabajar con cualquier tipo de datos.

En conjunto, los tres primeros tipos de Servidores OPC se conocen como Servidores OPC "Clásicos" para distinguirlos de OPC UA que se convertirá en la base de las futuras arquitecturas OPC.

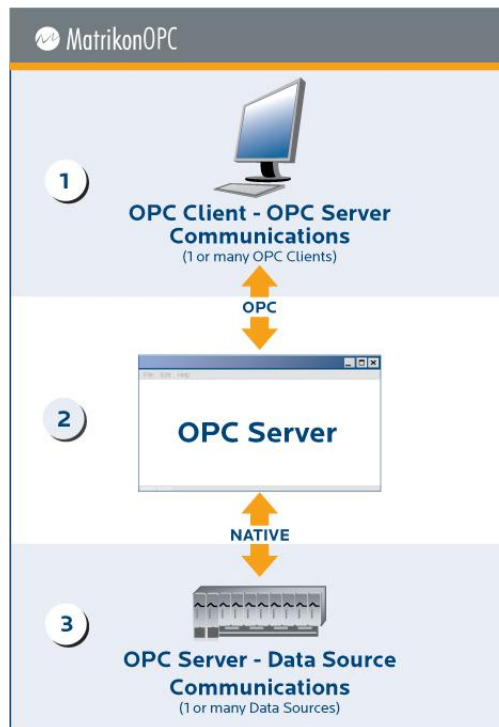


Fig. II.3. Tipos de OPC

### 1) **Comunicaciones Cliente OPC / Servidor OPC (Servidor OPC DA, Servidor OPC HDA, Servidor OPC A&E)**

Los Servidores OPC clásicos utilizan la infraestructura COM/DCOM de Microsoft Windows para el intercambio de datos. Lo que significa que esos Servidores OPC deben instalarse bajo el Sistema Operativo de Microsoft Windows. Un Servidor OPC puede soportar comunicaciones con múltiples Clientes OPC simultáneamente.

### 2) **Servidor OPC - Traducción de Datos/Mapping**

La principal función de un Servidor OPC es el traducir datos nativos de la fuente de datos en un formato OPC que sea compatible con una o más especificaciones OPC mencionadas anteriormente (ejemplo: OPC DA para datos en tiempo real). Las especificaciones de la OPC Foundation solo definen la porción OPC de las comunicaciones del Servidor OPC, así que la eficiencia y calidad de traducción del protocolo nativo a OPC y de OPC al protocolo nativo dependen enteramente de la implementación del desarrollador del Servidor OPC.

### 3) **Servidor OPC –Comunicación Fuente de Datos**

Los Servidores OPC comunican nativamente con las fuentes de datos, por ejemplo: dispositivos, controladores y aplicaciones. Las especificaciones de la OPC Foundation no especifican como el Servidor OPC se debe comunicar con la fuente de datos porque hay una gran variedad de fuentes de datos disponibles en el mercado. Cada PLC, DCS, controlador, etc. tiene su propio protocolo de comunicación o API que a su vez permiten la utilización cualquier cantidad de conexiones físicas (serial RS485/232, Ethernet, wireless, redes propietarias, etc.).

Dos ejemplos comunes de cómo se comunican los Servidores OPC con la Fuente de Datos son:

- ✓ A través de una interfaz de programación de aplicaciones (API) para un driver personalizado escrito específicamente para la Fuente de Datos.

- ✓ A través de un protocolo que puede o no ser propietario, o basado en un estándar abierto (por ejemplo utilizando el protocolo Modbus)

## 2.4. LABVIEW

### 2.4.1. Definición

LabView es un programa para el desarrollo de aplicaciones de propósito general que National Instruments (NI) ha creado para facilitar la programación de instrumentos virtuales (VI's). LabView, se encarga de gestionar los recursos del computador a través de un entorno sencillo, rápido y eficiente.

De esta forma se reducen enormemente los tiempos de desarrollo a la hora de realizar los programas. El lenguaje de programación es de modo gráfico.

Este programa fue creado por NI 1976 para funcionar sobre máquinas MAC, salió al mercado por primera vez en 1986. Ahora está disponible para las plataformas Windows, UNIX y MAC.

Los programas hechos con LabView se llaman *VI (Virtual Instrument)*, lo que da una perspectiva de su uso en origen: el control de instrumentos. Entre sus objetivos están el reducir el tiempo de desarrollo de aplicaciones de todo tipo (no sólo en ámbitos de Prueba, Control y Diseño) y el permitir la entrada a la informática a programadores no expertos.

Además de distribuir solo software, National Instruments también fabrica hardware para asociarlo con su software, desarrolla hardware como tarjetas de adquisición de datos, PAC, Visión (Cámaras, Inteligencia Artificial), y acopla hardware de otras empresas.

### 2.4.2. Características

Su principal característica es la facilidad de uso, válido para programadores profesionales como para personas con pocos conocimientos en programación pueden hacer programas relativamente complejos, imposibles con lenguajes tradicionales.

Para los amantes de lo complejo, con LabView pueden crearse programas de miles de VI's (equivalente a millones de páginas de código texto) para aplicaciones complejas, programas de automatizaciones de decenas de miles de puntos de entradas/salidas, etc. Incluso existen buenas prácticas de programación para optimizar el rendimiento y la calidad de la programación.

Las principales características de LabView son las siguientes:

- ✓ Entorno de desarrollo gráfico; desaparece el código en formato texto que estamos acostumbrados a utilizar. Con esto se consigue una forma de programación más intuitiva.
- ✓ Diseño de la interfaz gráfica del instrumento virtual, utilizando elementos (controles numéricos, gráficas, etc.) prediseñados.
- ✓ Gestión automática en la creación de hilos de ejecución.
- ✓ Herramientas convencionales para la depuración de los programas (VI's): ejecución paso a paso, puntos de ruptura, flujo de datos, etc.
- ✓ Programación modular.
- ✓ Interfaces de comunicaciones:
  - Puerto Serial (RS232,RS422,RS485)
  - Puerto Paralelo
  - Protocolo GPIB
  - PXI
  - VXI



- TCP/IP, UDP, Data Socket
  - Irda (Puerto Infrarrojo)
  - Bluetooth
  - USB
  - OPC
- ✓ Capacidad de interactuar con otros lenguajes y aplicaciones:
- DLL: Librerías dinámicas de funciones
  - NET
  - ActiveX
  - MultiSim
  - Matlab (Math Script)
  - AutoCad, SolidWorks
- ✓ Visualización y manejo de gráficas con datos dinámicos.
- ✓ Adquisición y tratamiento de imágenes.
- ✓ Control de movimiento (combinado incluso con todo lo anterior).
- ✓ Tiempo Real estrictamente hablando.
- ✓ Programación de FPGA's para control o validación.
- ✓ Sincronización entre dispositivos.

### **2.4.3. Adquisición de Señales**

La adquisición de señales es el proceso de obtener o generar información de manera automatizada desde recursos de medidas analógicas y digitales como sensores y dispositivos bajo prueba.

La adquisición de datos consiste básicamente en captar una señal física y llevarla a una computadora, esto significa tomar un conjunto de variables medibles en forma

física y convertirlas en tensiones eléctricas, de tal manera que se puedan utilizar o puedan ser leídas en la PC.

Es necesario que la señal física pase por una serie de etapas que le permitan a la computadora ser capaz de interpretar la señal enviada. Una vez que las señales eléctricas se transformaron en digitales dentro de la memoria de la PC, se les puede procesar con un programa de aplicación adecuado al uso que el usuario desea.

De la misma manera que se toma una señal eléctrica y se transforma en una digital dentro del ordenador, se puede tomar una señal digital o binaria y convertirla en una eléctrica, de esta manera la PC puede enviar señales hacia dispositivos actuadores.

### **Etapas de la Adquisición de Datos**

La señal física pasa por una serie de etapas para poder ser leída por la computadora, éstas son:

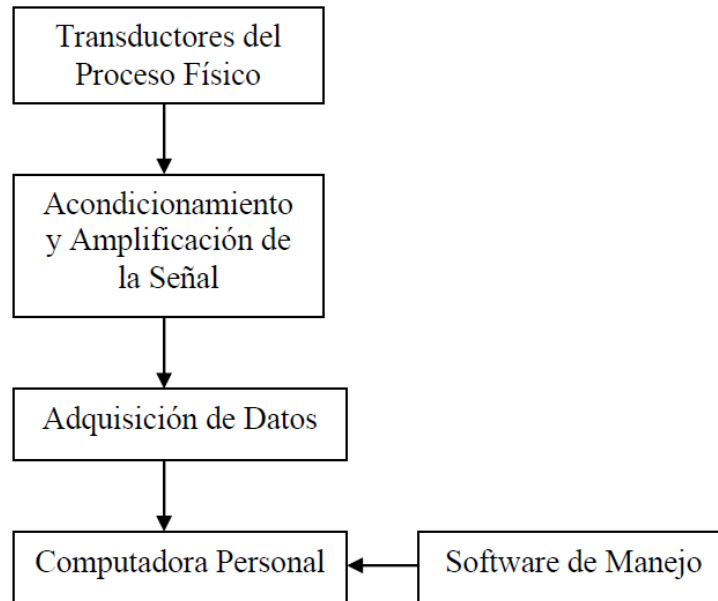


Fig. II.4. Etapas de la adquisición de datos

**Etapa de transductores:** Los transductores son dispositivos que convierten una señal física (como por ejemplo presión, temperatura, luz) en señales eléctricas de voltaje o corriente.

**Etapa de transmisión:** Permite enviar las señales de salida de una etapa hacia otra situada en una localización remota. Para distancias no excesivas, es común emplear un bucle de corriente 4-20 mA para la transmisión de las señales o en otros casos mediante voltaje ya sea de 0-5 V o de 0-10 V.

**Etapa de acondicionamiento:** Contiene circuitos electrónicos encargados de transformar las señales de sensado en nuevas variables eléctricas, de forma que sean más fáciles de tratar por el resto de etapas del sistema, implica filtrado de ruido, escalonamiento, ajuste al intervalo del convertidor A/D, etc.

**Etapa de adquisición:** Efectúa la transformación de la información analógica a un formato digital, lo que hace posible un posterior procesamiento y almacenamiento mediante el uso de una computadora.

**Etapa de procesamiento:** Tiene lugar dentro de la computadora, consiste en la realización de operaciones sobre la información digital obtenida: decisiones para el control de un sistema, detección de situaciones de alarma, corrección de medidas, almacenamiento y reportes de información.

#### **2.4.4. Clasificación de las Señales**

Una señal es una cantidad física que contiene información tanto en la magnitud como en el tiempo. Estas señales pueden ser de distinta naturaleza y por tanto sus unidades físicas pueden ser diversas. Para el acondicionador de señal, la señal a medirse debe ser convertida en una señal eléctrica, como voltaje o corriente usando para ello un transductor.

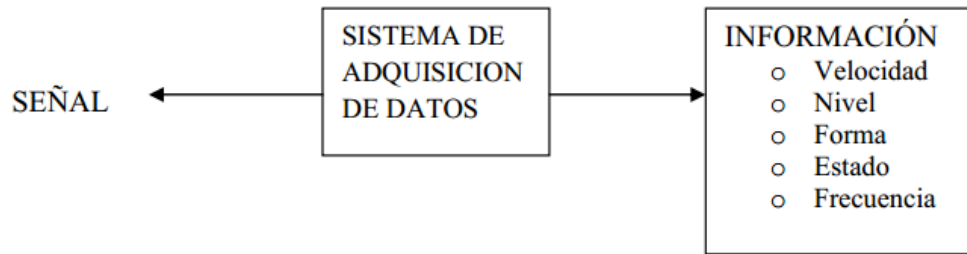


Fig. II.5. Información que transporta una señal

Todas las señales análogas son variables con el tiempo. Sin embargo, para discutir métodos de medición de señales, se realiza una clasificación de las mismas. Una señal es clasificada como señal ANÁLOGA o DIGITAL, de acuerdo a la manera como se transporta la información. Una señal digital o binaria tiene solo dos posibles niveles discretos, uno alto y el otro bajo. Una señal análoga contiene la información a la variación continua de la señal con respecto al tiempo.

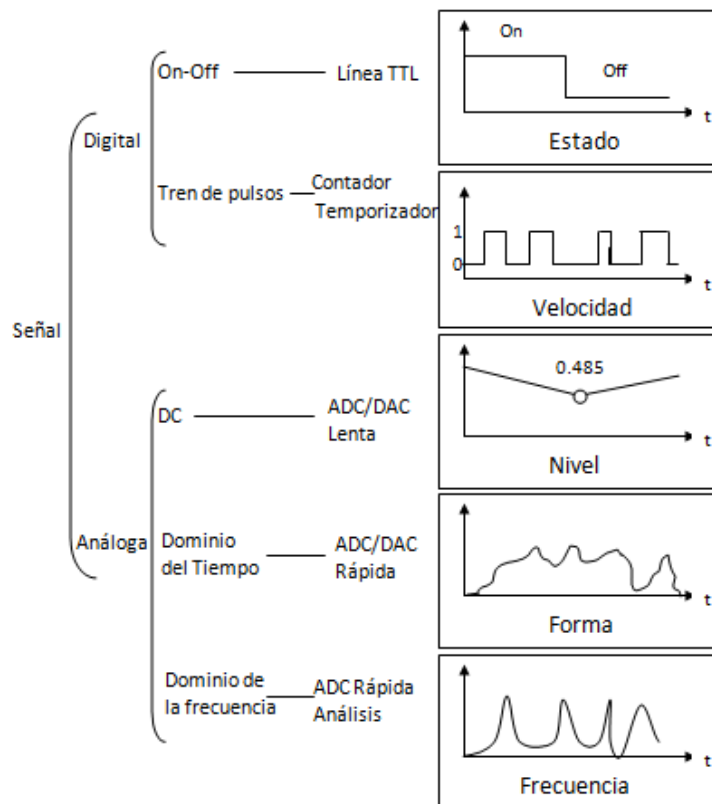


Fig. II.6. Señales analógicas y digitales

#### **2.4.4.1. Señales ON-OFF**

Esta señal transporta la información en el estado digital inmediato de la señal. Un detector de estado digital es usado para medir ese tipo de señal. La salida de un switch o la salida de un dispositivo con lógica TTL es un ejemplo de la señal ON-OFF digital.

#### **2.4.4.2. Señal digital tren de pulsos**

Esta señal consiste de una serie de estados transitorios. La información está contenida en el número de estados transitorios ocurridos, la velocidad en la cual el transitorio ocurrió, o el tiempo entre uno o más estados transitorios. La señal de salida de un opto-acoplador electrónico montado en el eje de un motor es un ejemplo de la señal de tren de pulsos.

#### **2.4.4.3. Señal análoga DC**

Las señales análogas DC son estáticas o tienen una variación lenta. La más importante característica de las señales DC es el nivel o la amplitud, la precisión en la medida de nivel es lo que más interesa, que el tiempo o la velocidad a la cual fue tomada la medida, por eso el instrumento o tarjeta Plug-in DAQ que mide la señal análoga DC opera un conversor análogo digital ADC, cambiando la señal análoga a un valor digital, para que el computador pueda interpretarlo.

### **2.4.5. Control y Monitoreo de Procesos**

Con esta herramienta se pueden crear fácilmente interfaces de usuario para la instrumentación virtual sin necesidad de elaborar código de programación.

Para especificar las funciones sólo se requiere construir diagramas de bloque. Se tiene acceso a una paleta de controles de la cual se pueden escoger desplegados numéricos, medidores, termómetros, tanques, gráficas, etcétera, e incluirlas en cualquiera de los proyectos de control que se estén diseñando.

Se basa en un modelo de programación de flujo de datos denominado G, que libera a los programadores de la rigidez de las arquitecturas basadas en texto. Es también, a decir de NI, el único sistema de programación gráfica que tiene un compilador que genera código optimizado, cuya velocidad de ejecución es comparable al lenguaje C. Los desarrollos construidos son plenamente compatibles con las normas VISA, GPIB, VXI y la alianza de sistemas VXI Plug & Play. Para facilitar aún más la operación de este producto se cuenta con la inclusión de una herramienta asistente capaz de detectar automáticamente cualquier instrumento conectado a la computadora, instalando los drivers apropiados y facilitando la comunicación con el instrumento al instante.

Aunque en un principio fue creado para construir instrumentación virtual – osciloscopios, generadores de función, voltímetros, etcétera–, gracias a la amplia disponibilidad de tarjetas de adquisición de datos y a la facilidad de construir aplicaciones en un ambiente gráfico, las últimas versiones se han utilizado ampliamente para desarrollar aplicaciones en el control de procesos. Además, NI introdujo desde la versión de LabView 6i, la combinación de las funciones tradicionales del producto combinadas con algunas herramientas para el ambiente de internet. Es el caso del LabView Player, un agregado que facilita ejecutar las aplicaciones por la red sin necesidad de contar con el producto LabView completo.

## **2.4.6. Almacenamiento de Datos Históricos**

### **2.4.6.1. Bases de datos en Excel**

Excel es una hoja de cálculo electrónica disponible en el paquete de OFFICE de Microsoft, es un programa poderoso en lo que corresponde a cálculos estadísticos, proyecciones económicas, gráficas, y lo más importante es crear bases de datos pequeñas y medianas, de una manera sencilla, rápida y eficiente.

Excel actúa como un servidor ActiveX para poder ser llamado por otro programa tal es el caso de LabView que tiene una librería ActiveX.

En Excel se pueden almacenar datos de todo tipo de formato (numérico, texto, entre otros), la cantidad de datos que se pueden guardar en una *sheet* (hoja) es 65536 x 65536, es decir 4294967296 datos. Se pueden crear todo tipo de base datos, añadiendo filtros o macros para hacer las búsquedas.

## 2.4.7. Interfaz Gráfica

### 2.4.7.1. *Panel frontal de VI*

La interfaz del usuario interactiva de un VI se denomina Panel Frontal porque simula el tablero de un instrumento físico.

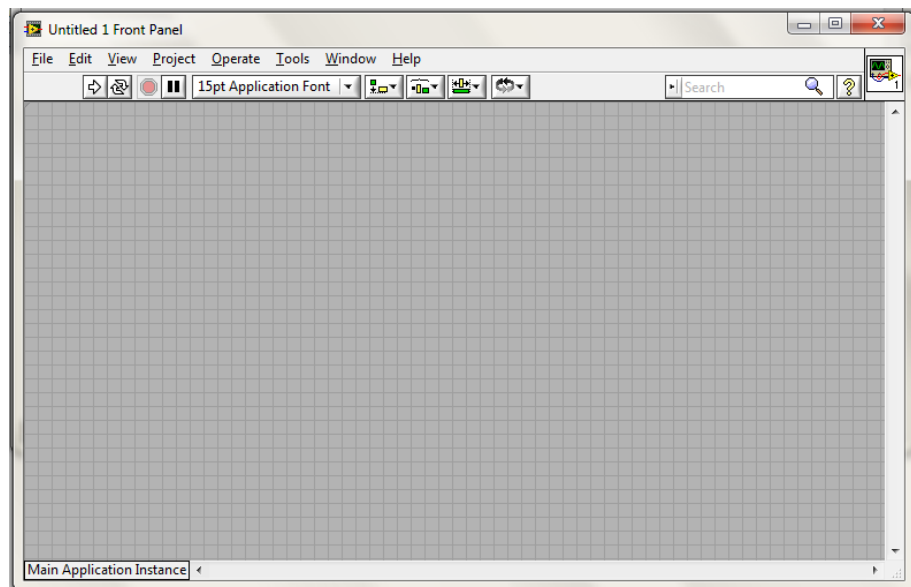


Fig. II.7. Panel frontal de VI

El panel frontal puede contener perillas, botones, gráficos y otros controles e indicadores, es decir se puede construir de acuerdo a la necesidad del usuario. Los controles simulan instrumentos de entradas de equipos y suministra datos al

diagrama de bloques del VI estos pueden ser botones, botones de empuje, marcadores y otros componentes de entrada.

Los indicadores simulan salidas de instrumentos y suministra datos que el diagrama de bloques adquiere o genera entre otras estas pueden ser las gráficas, luces y otros dispositivos de salida, estas interactúan con las terminales del VI.

#### 2.4.7.1.1. Paleta de control

La paleta de control en LabVIEW proporcionan las herramientas que se requieren para crear la interfaz del VI con el usuario, únicamente en el panel frontal.

Para desplegar la paleta de controles se necesita hacer clic derecho en el espacio del panel frontal de igual forma para ocultarlo.

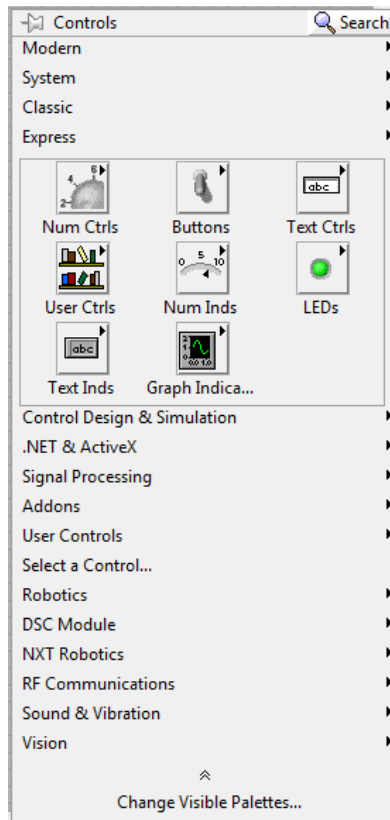


Fig. II.8. Paleta de control



### 2.4.7.2. VI Diagrama de bloques

Los VI reciben instrucciones de un diagrama de bloques que se desarrolla en G. El diagrama de bloques es una solución grafica a un problema de programación y es también el código de fuente para los VI.

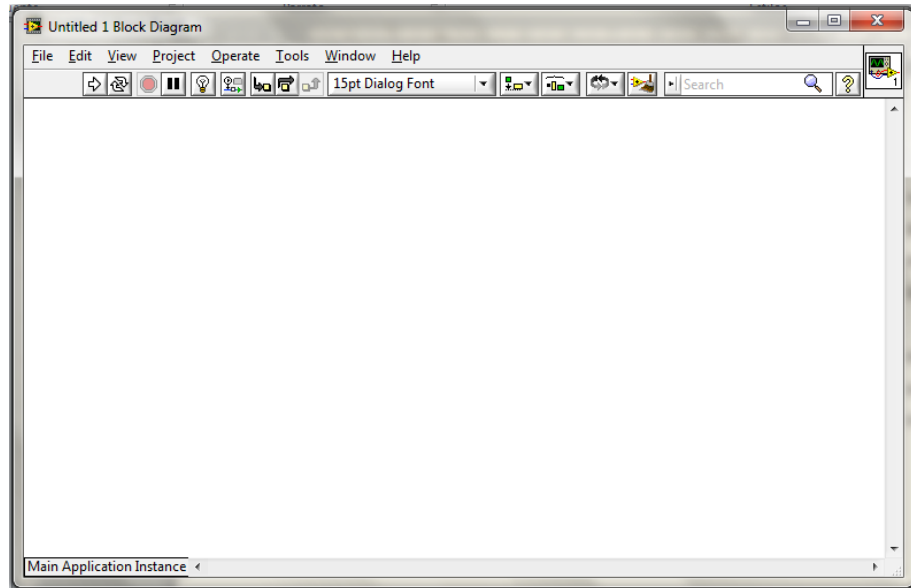


Fig. II.9. Vi Diagrama de bloques

En el diagrama de bloque, los objetos del panel frontal aparecen como terminales, además el diagrama de bloques contiene funciones y estructuras incorporadas en las bibliotecas de LabVIEW, los cables conectan cada uno de los nodos en el diagrama de bloques, incluyendo controles e indicadores de terminal, funciones y estructuras.

Los VIs son jerárquicos y modulares. Pueden usarse como programas principales, o como subprogramas dentro de otros programas. Un VI dentro de otro VI se denomina subVI. El icono y conector de un VI trabaja como una lista de parámetros grafica para que otros VIs puedan pasar datos a un subVI.

### 2.4.7.2.1. Paleta de funciones

La paleta de funciones se emplea en el diseño del diagrama de bloques, además contiene todos los objetos que se emplean en la implementación del programa del VI, ya sean funciones aritméticas, de entrada/salida de señales, entrada/salida de datos a fichero, adquisición de señales, temporización de la ejecución del programa.

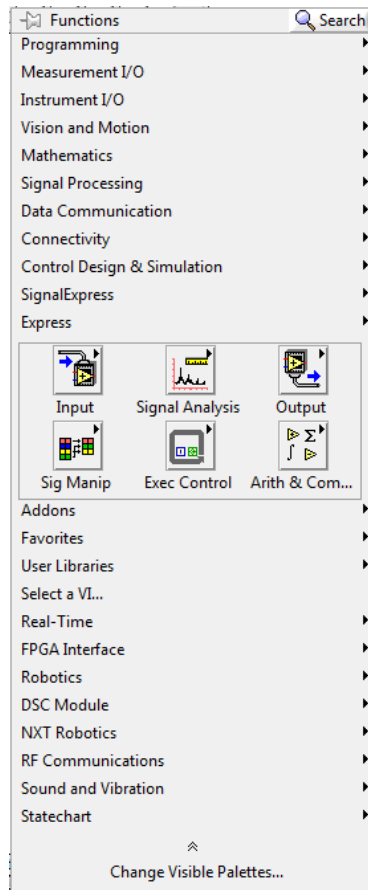


Fig. II.10. Paleta de funciones

## 2.5. TwidoSuite

TwidoSuite es un entorno de desarrollo gráfico, lleno de funciones para crear, configurar y atender aplicaciones de automatización para los autómatas programables Twido de Telemecanique. TwidoSuite permite crear programas con distintos tipos de lenguaje, después de transferir la aplicación para que se ejecute en un autómata.

### 2.5.1. Funciones

- ✓ Interface de usuario intuitiva y orientada a proyectos.
- ✓ Diseño de software sin menús. Las tareas y funciones del paso seleccionado de un proyecto siempre se encuentran visibles.
- ✓ Soporte de programación y configuración.
- ✓ Comunicación con el autómata.
- ✓ Ayuda de primera mano acerca del nivel de tareas que ofrece enlaces relevantes a la ayuda en línea.

TwidoSuite es un software fácil de usar que necesita poco o nada de aprendizaje. Este software tiene por objeto reducir de forma significativa el tiempo de desarrollo de los proyectos simplificando todas las intervenciones.

### 2.5.1. Herramientas

En el espacio de trabajo general siempre tendremos una serie de barras, pestañas y menús que tendrán las siguientes funciones:

- ✓ **Barra de pasos de la aplicación:** Muestra los cuatro pasos de la aplicación TwidoSuite (Proyecto, Describir, Programar, Documentar).
- ✓ **Barra de subpasos del programa:** Muestra los tres subpasos del programa (Configurar, Programa, Depuración). Aparece únicamente cuando el paso Programa está seleccionado.

- ✓ **Barra de tareas:** Proporciona acceso a todas las tareas que puede realizar en el paso o subpaso seleccionado de la aplicación.
- ✓ **Barra de funciones:** Proporciona acceso a funciones especiales asociadas a la tarea seleccionada.
- ✓ **Barra de acceso rápido:** Muestra los comandos Anterior/Siguiente y los accesos directos a Guardar y a Analizar programa en todo momento.
- ✓ **Editores y visualizadores:** Se trata de ventanas de TwidoSuite que organizan los controles de programación y configuración de manera que las aplicaciones puedan desarrollarse correctamente.
- ✓ **Barra del cuadro de lista Error:** Muestra información acerca de los posibles errores o advertencias de la aplicación.

Además el programa cuenta con un simulador que será de gran ayuda para verificar si los programas realizados funcionan como lo previsto.

## CAPÍTULO III

### 3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

#### 3.1. Red Modbus Ethernet

La red Modbus Ethernet **Modbus** es un protocolo de comunicaciones situado en el nivel 2 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor. Convertido en un protocolo de comunicaciones estándar de factor en la industria es el que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales.

La red consta de dos PLC's uno que controla el proceso de corte y el otro que controla el proceso de formación de planchas de Fibro-Cemento, dichos controladores son de marca Schneider PLC TWDLMDA20DRT.



Fig. III.11. PLC TWDLMDA20DRT

A estos se les añadió el modulo Ethernet para poder lograr la comunicación.

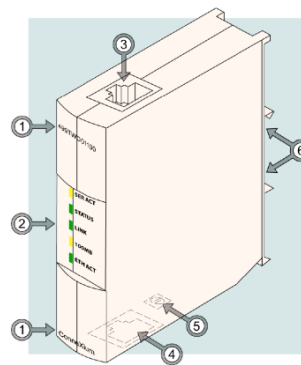


Fig. III.12. Modulo Ethernet

- 1) **Número de Modelo:** 499TWDO1100 Nombre del Modelo: ConneXium
- 2) **Indicadores LED:** Indicadores visuales del estado de funcionamiento de la pasarela
- 3) **Conector RJ45:** Conexión de la alimentación y las comunicaciones al puerto RS485 del controlador (mediante cable XBTZ9980).
- 4) **Conector RJ45:** Conexión a TCP/IP mediante cable Ethernet
- 5) **Puesta a tierra:** Masa de protección (PE) (terminal de tornillo M3)
- 6) **Conector de segmento DIN:** Montaje de segmento DIN.

Esto para el PLC de Formación, para el PLC de corte se añadió un módulo RS-485 para poder obtener la comunicación con el modulo Ethernet, además para no dañar el modulo integrado RS-485 del PLC en caso de algún desperfecto.



Fig. III.13. Modulo RS-485

### 3.1.1. Diseño de Cableado

El diseño del cableado es el conjunto de elementos pasivos, flexibles, genéricos e independientes, que sirve para interconectar equipos activos, de diferentes o igual tecnología permitiendo la integración de los diferentes sistemas de control, comunicación y manejo de la información. En un sistema de cableado estructurado, cada estación de trabajo se conecta a un punto central, facilitando la interconexión y la administración del sistema, esta disposición permite la comunicación virtualmente con cualquier dispositivo, en cualquier lugar y en cualquier momento.

El punto central de nuestra comunicación fue un switch industrial Siemens SCALANCE X-000 unmanaged, el cual consta de 5 puertos Ethernet y una fuente de 24V.

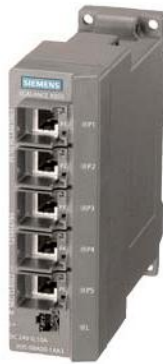


Fig. III.14. Switch SCALANCE X-000

El cableado se lo realizo mediante cable UTP categoría 5, es un tipo de cable de par trenzado cuya categoría puede transmitir datos a velocidades de hasta 100 Mbps a frecuencias de hasta 100 Mhz. Está diseñado para señales de alta integridad.



Fig. III.15. Cable UTP categoría 5

En los extremos se utilizó conectores RJ45 y se los conecto con la normativa 568-A realizando una conexión directa.

Normativa 568-A	
Conector 1	Conector 2
1- Blanco Verde	1- Blanco Verde
2- Verde	2- Verde
3- Blanco Naranja	3- Blanco Naranja
4- Azul	4- Azul
5- Blanco Azul	5- Blanco Azul
6- Naranja	6- Naranja
7- Blanco Marrón	7- Blanco Marrón
8- Marrón	8- Marrón

Fig. III.16. Conexión Directa



### 3.1.2. Configuración de direcciones IP

Para asignar las direcciones IP de los PLC's se los configuro en el programa TwidoSuite en el módulo Ethernet.

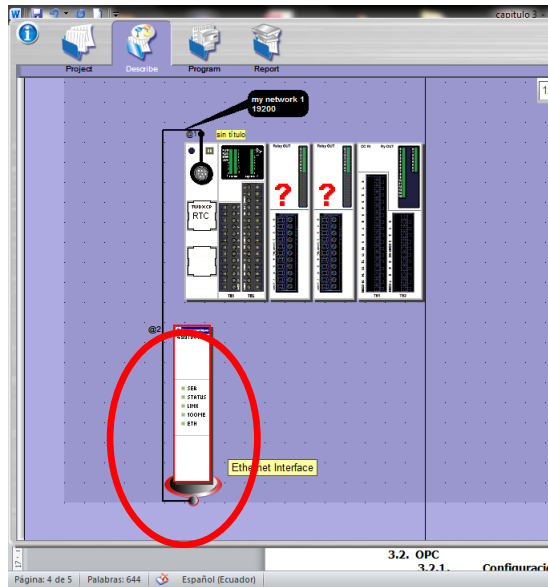


Fig. III.17. Modulo Ethernet

Al PLC de formación se le asignó la dirección 192.168.0.4 como se indica en la figura con una mascar de subred 255.255.255.0 y una puerta de enlace 192.168.0.1.

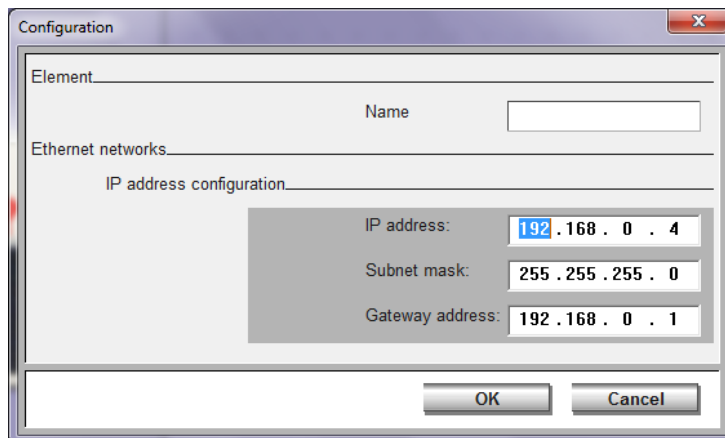


Fig. III.18. Dirección IP del PLC de Formación

Al PLC de corte se le asignó la dirección 192.168.0.5 como se indica en la figura con una mascar de subred 255.255.255.0 y una puerta de enlace 192.168.0.1.

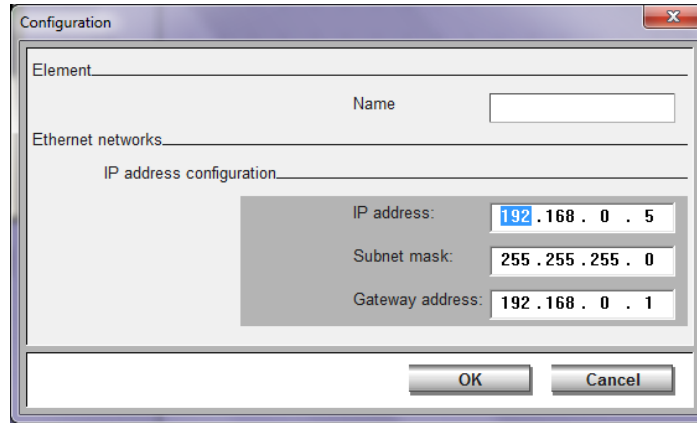


Fig. III.19. Dirección IP del PLC de Corte

Al computador en el que residirá el sistema SCADA se le asignó la dirección 192.168.0.3 como se indica en la figura con una mascar de subred 255.255.255.0 y una puerta de enlace 192.168.0.1.

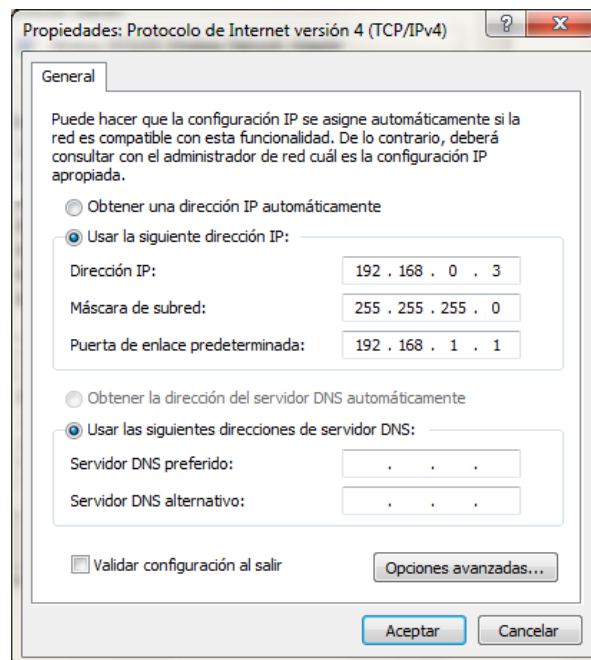


Fig. III.20. Dirección IP del PLC de Corte

### 3.1.3. Ubicación de equipos

El switch se lo ubico en el tablero principal de formación ya que desde ese punto se tiene total acceso a los PLC's.



Fig. III.21. Ubicación del switch

El computador se lo instalo a 20 metros de los tableros de corte y formación, al inicio del proceso de corte.

## 3.2. OPC

### 3.2.1. Configuración de dispositivos

Abrir el programa NI OPC Servers que está instalado en la carpeta de National Instruments. Por defecto se abrirá la última aplicación en la que se trabajó.

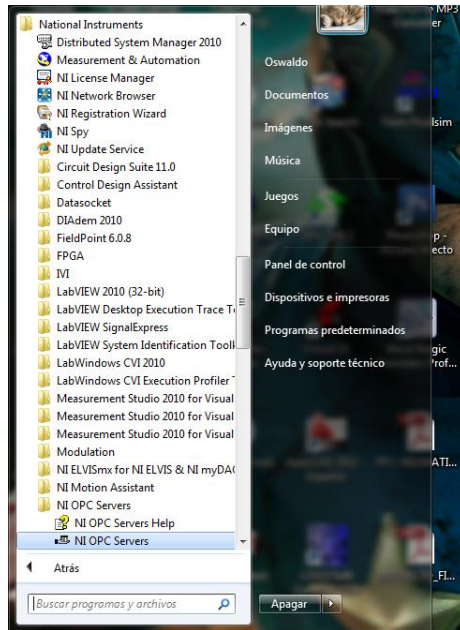


Fig. III.22. Abrir NI OPC Server

Si se crea una nueva aplicación, se visualiza la ventana de la siguiente figura. Es conveniente asignar el nombre de la aplicación y guardar las modificaciones cada cierto tiempo.

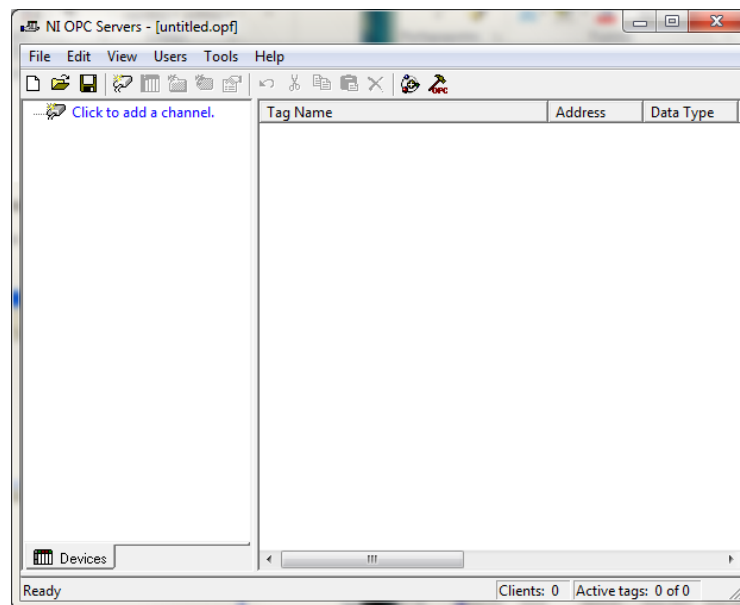


Fig. III.23. Crear nueva aplicación

“Pinchando” en Click to add a channel se abre la ventana en la que se asigna el nombre del enlace que se va a realizar.

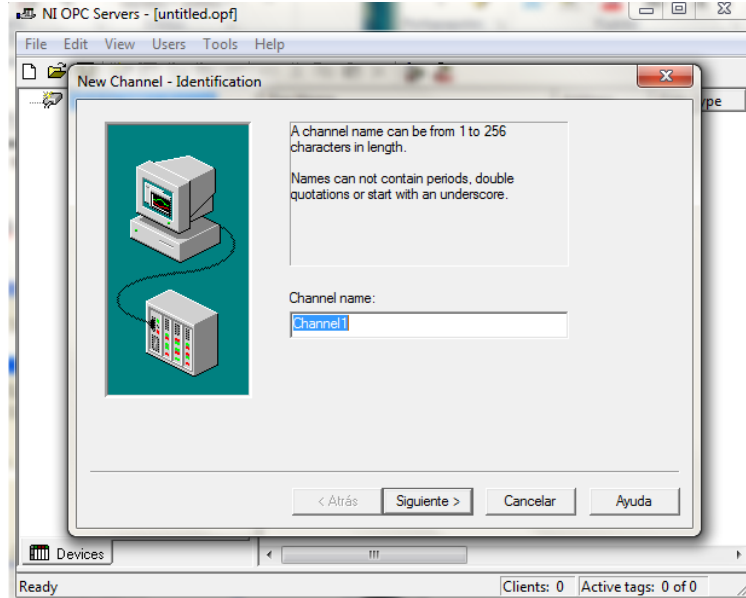


Fig. III.24. Crear un nuevo canal

Se asigna el nombre FORMACIÓN por indicar por medio de este nombre, el PLC del que se van a asignar las variables.

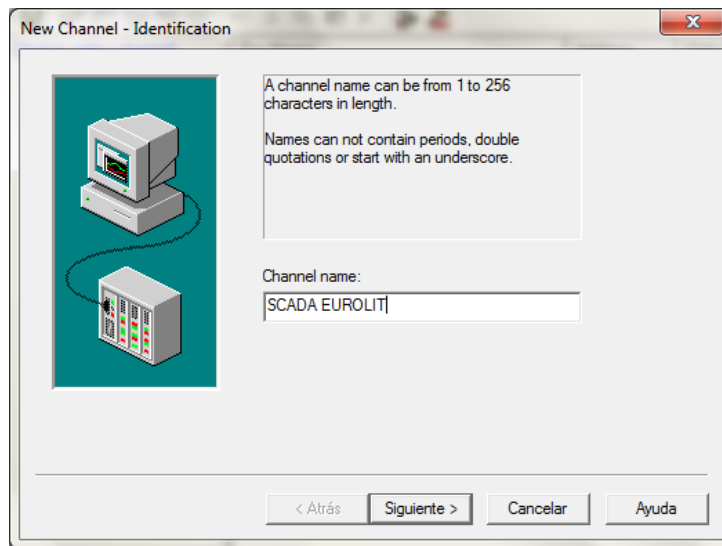


Fig. III.25. Identificación

Con “Siguiete” se despliega dentro de la ventana un listado con todos los posibles enlaces a utilizar. Cada nombre indica el fabricante y el tipo de enlace. Seleccionar Modbus Ethernet que es el que se usará para enlazar con los PLC’s Twido de corte y formación.

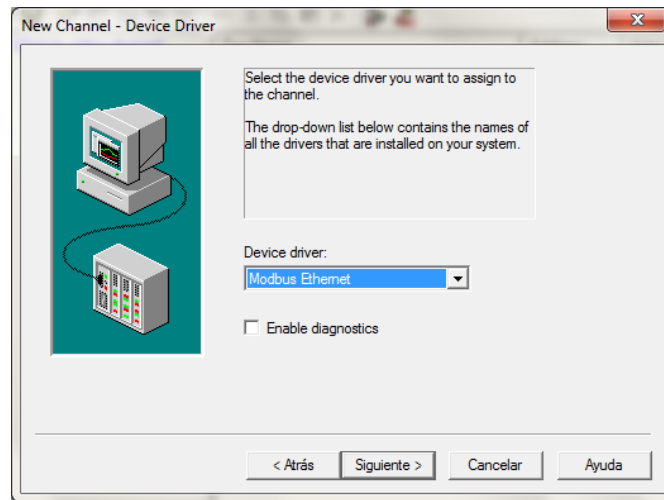


Fig. III.26. Tipo de enlace a utilizar

Seleccionado el tipo de enlace a utilizar, se sigue el proceso, y en la nueva ventana se indica la interface de red que se va a utilizar que utiliza el PC desde el cual se está creando la aplicación.

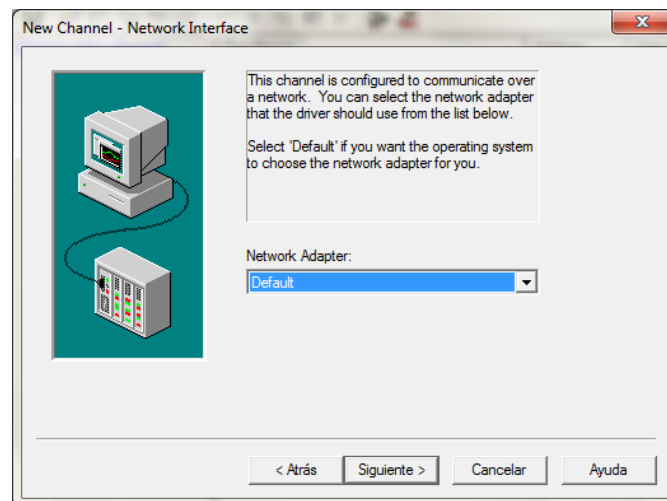


Fig. III.27. Indicar la interface de red

La ventana de optimización de escritura se puede dejar por defecto. Las distintas opciones de configuración, hacen referencia a los valores de escritura de los tags. La opción seleccionada es la de escribir sólo los últimos cambios producidos en todos los tags y escribir 10 valores por cada lectura.

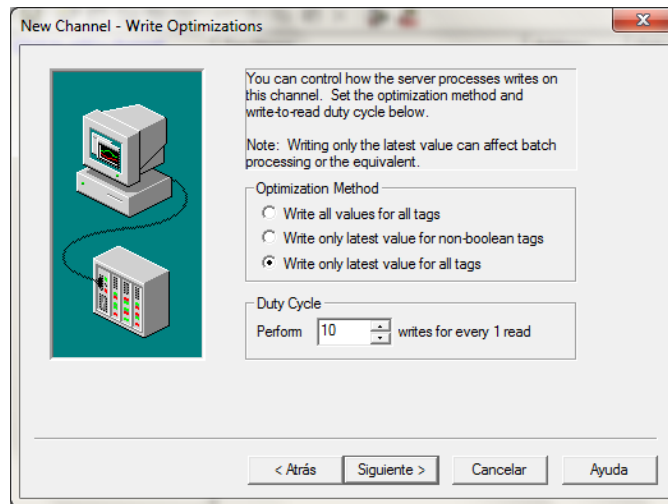


Fig. III.28. Optimización de escritura

En esta ventana se especifica en número de puerto que utiliza la aplicación. Ethernet utiliza por defecto el 502, y el protocolo TCP/IP

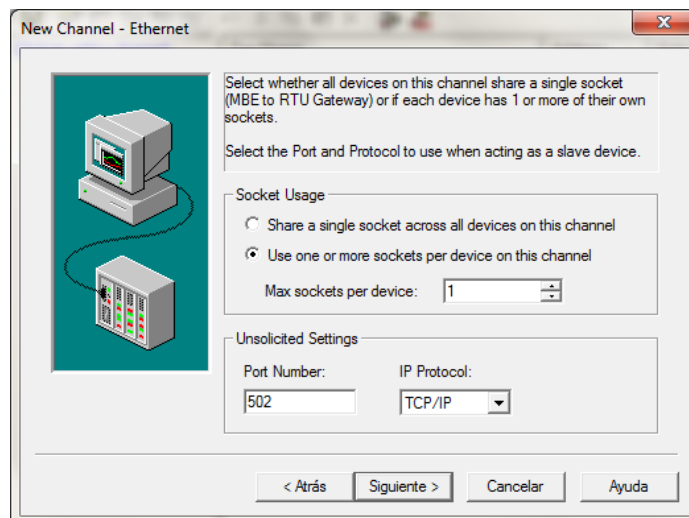


Fig. III.29. Número de puerto

La configuración del enlace termina con la ventana que resume los datos seleccionados.

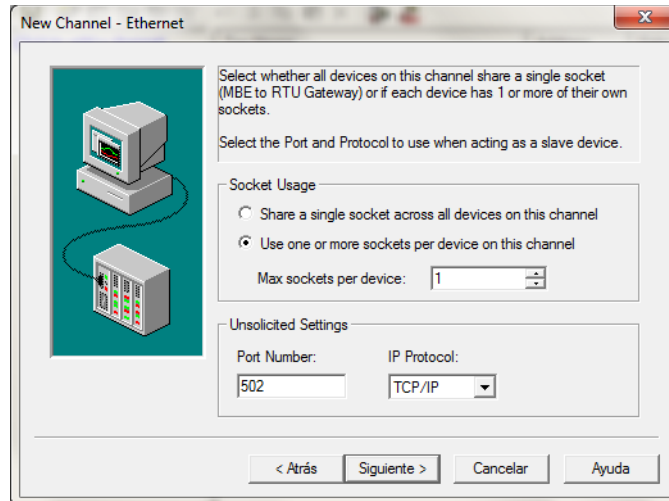


Fig. III.30. Finalización de la configuración

### 3.2.1.1. *Inserción y Configuración del PLC*

Para insertar el PLC, en la ventana que queda abierta después de configurar el enlace ETHERNET, “pinchar” en Clich to add a device con lo que se abre una nueva ventana donde proseguir con la configuración.

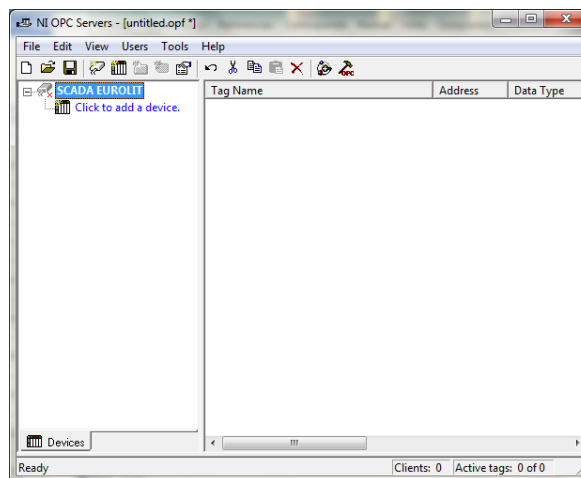


Fig. III.31. Inserción del PLC



En esta ventana se asigna el nombre que se adjudica al PLC.

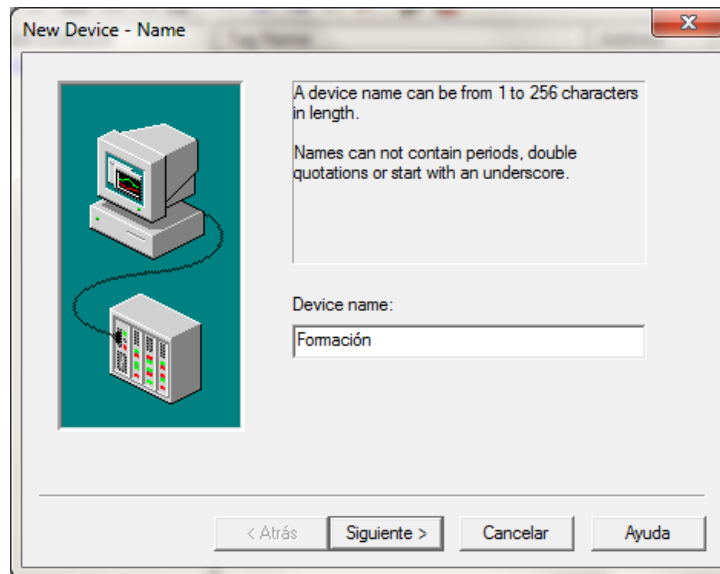


Fig. III.32. Nombre del PLC

El siguiente paso es seleccionar el tipo de comunicación del PLC. Teniendo en cuenta que anteriormente se indicó que el enlace sería Modbus desplegándose varias alternativas y seleccionaremos Modbus.

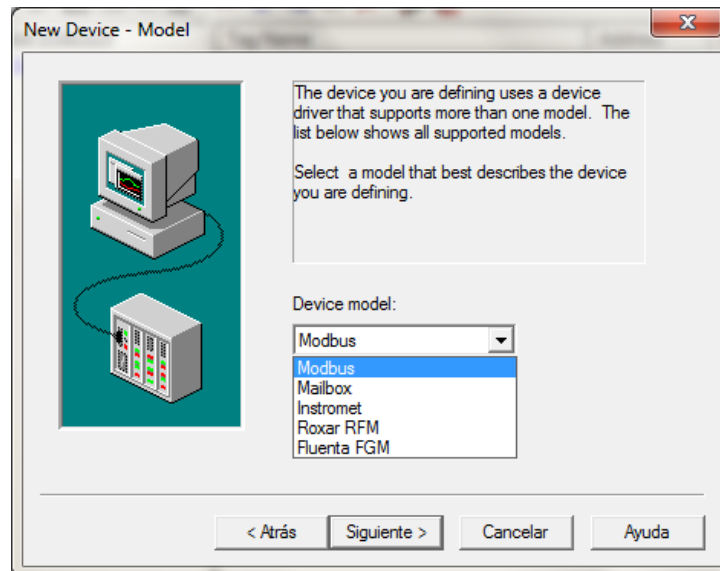


Fig. III.33. Tipo de comunicación

A continuación se especifica la dirección IP que el PLC tendrá en la red. En el aplicando el siguiente formato: <255.255.255.255>.0, este último dígito es el de la pasarela.

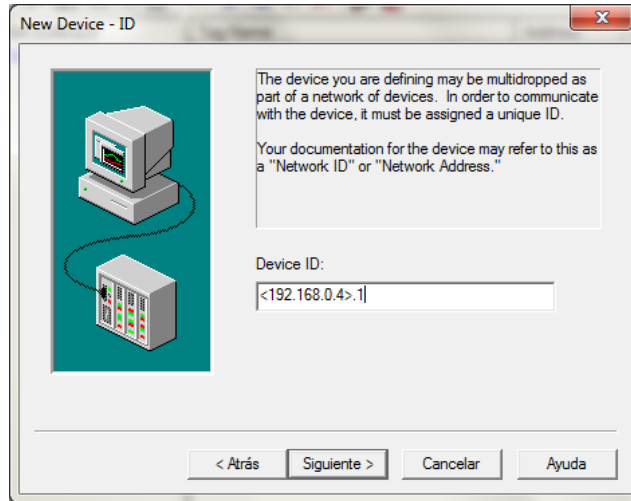


Fig. III.34. Dirección IP del PLC

En esta ventana se pueden dejar por defecto los valores que presenta que hacen referencia al tiempo de refresco de los datos y a los reintentos de establecer la conexión en caso de pérdida de la misma antes de indicar error de comunicaciones.

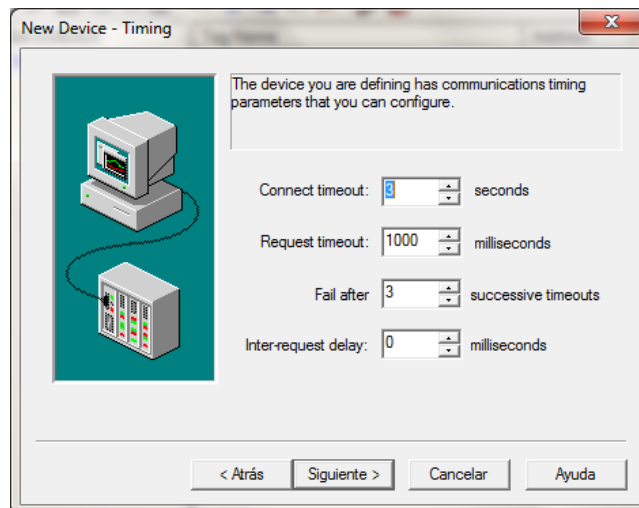


Fig. III.35. Tiempo de refresco de datos

Dejar ventana por defecto y pasar a la siguiente.

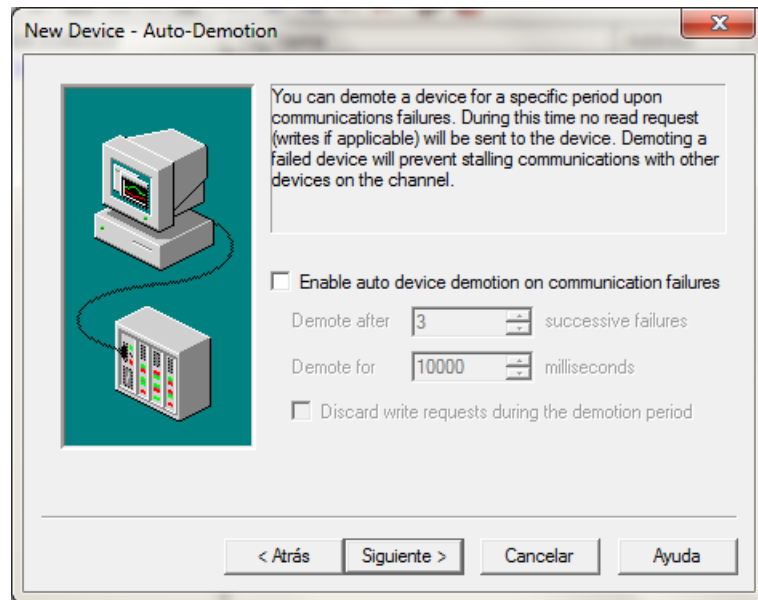


Fig. III.36. Auto degradación

Desde esta ventana se puede determinar si la base de datos de los tags se creará uno a uno o un solo grupo esta pantalla la dejamos los valores por defecto.

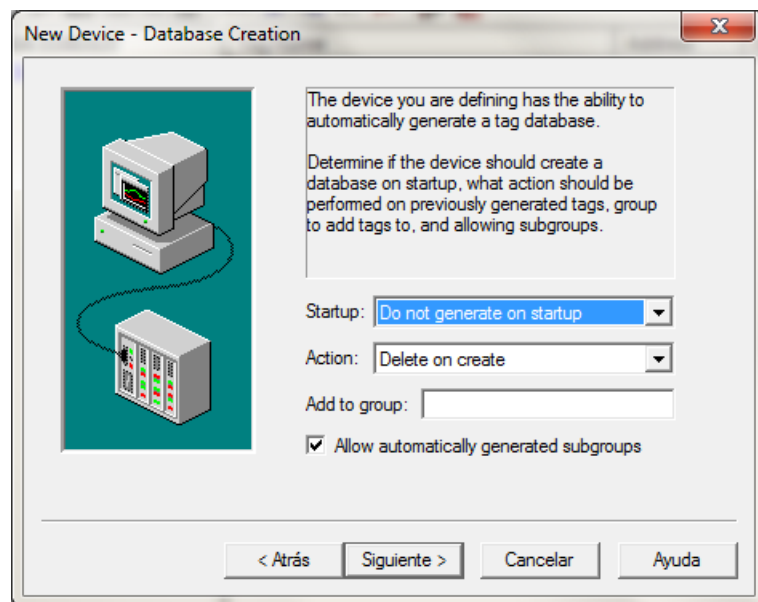


Fig. III.37. Parámetros de comunicación

Ventana de configuración del puerto Ethernet. Dejarla por defecto. Los datos que se visualizan indican el número de puerto en la que están conectados el PC y el protocolo que se utilizara para el envío de datos.

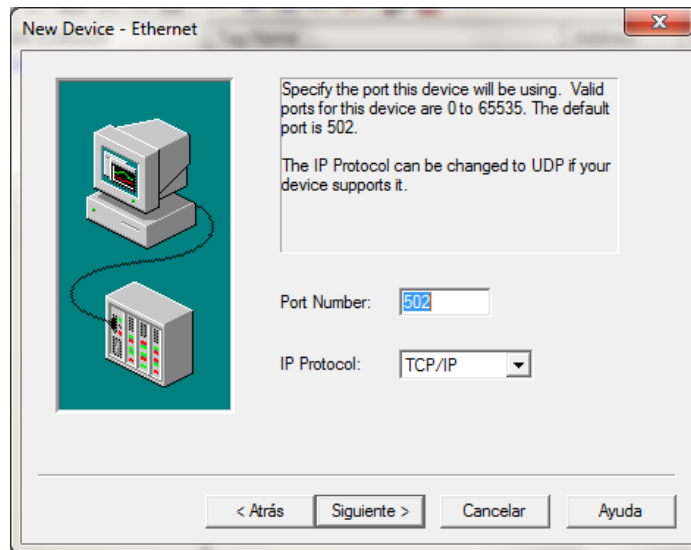


Fig. III.38. Propiedades del número de puerto y protocolo

El controlador puede ser configurado con diferentes configuraciones para cada dispositivo, para este caso las dejaremos por defecto.

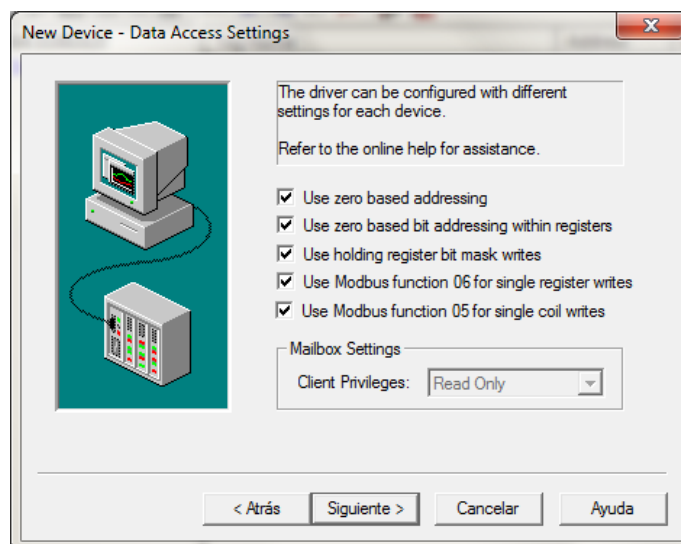


Fig. III.39. Acceso de configuración de datos

El controlador puede ser configurado con diferentes configuraciones para cada dispositivo, esta pantalla también la dejaremos con los datos por defecto.

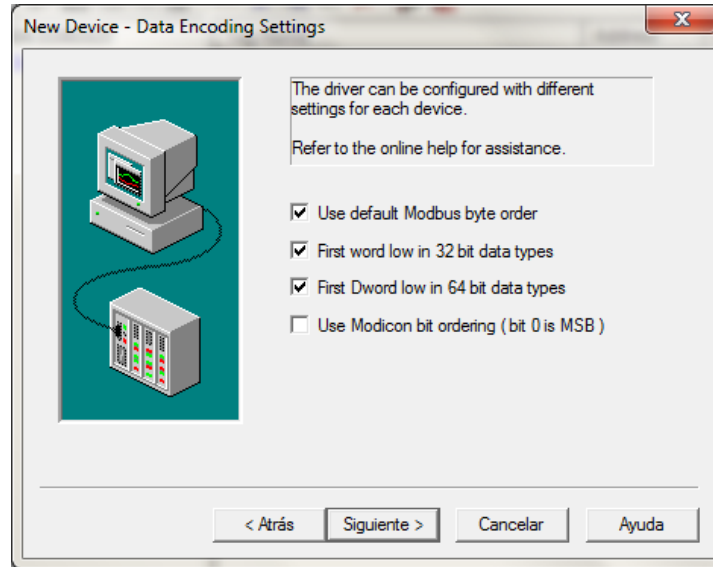


Fig. III.40. Datos de configuración de codificación

En la siguiente pantalla se especificara el tamaño s de los bloques de datos, estos parámetros los dejaremos por defecto.

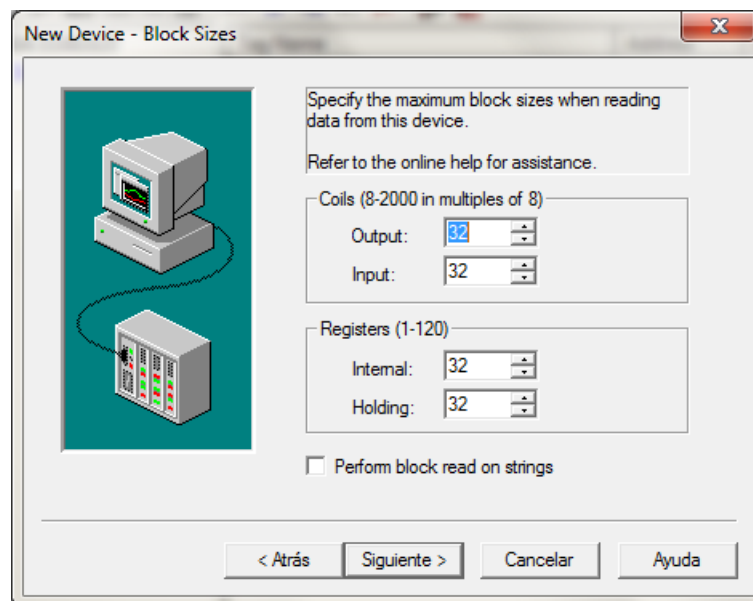


Fig. III.41. Tamaños de bloques

Establecer la ubicación de la variable de importación para la creación de los tags. Seleccionar si se debe mostrar las descripciones.

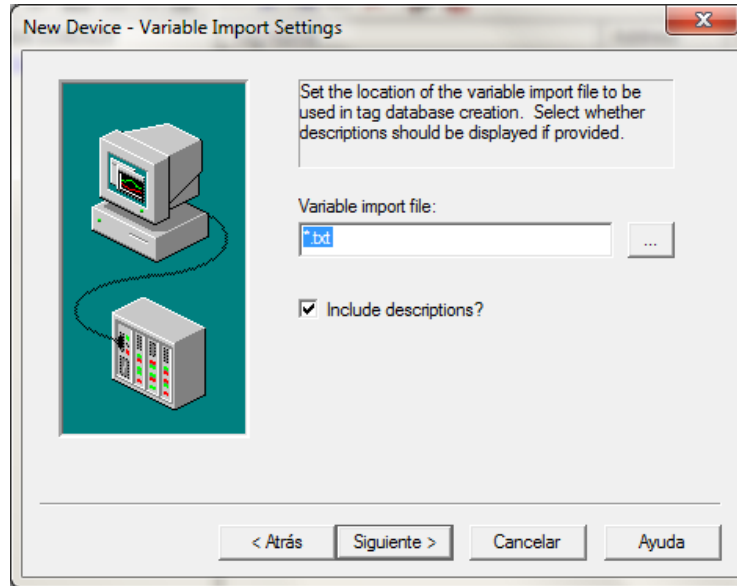


Fig. III.42. Ajuste de la variable de importación.

Seleccionar la opción de desactivar las etiquetas de código ilegal excepto las direcciones 2 y 3 desde el dispositivo, esta pantalla la dejamos por defecto.

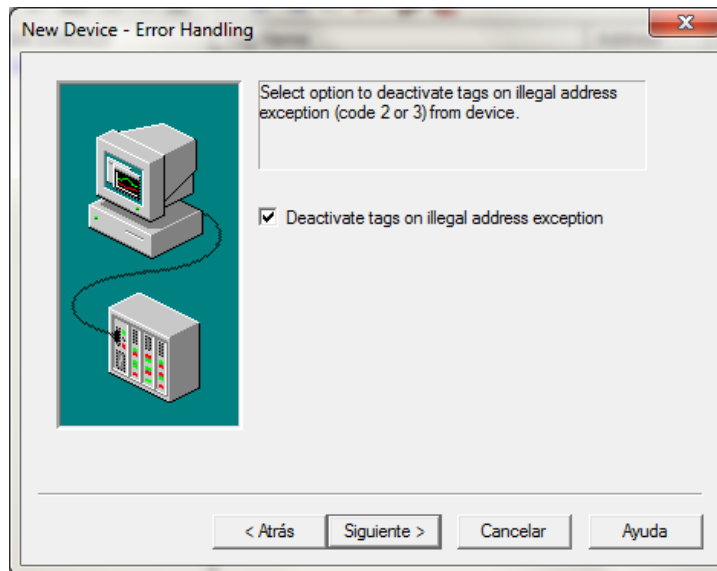


Fig. III.43. Manejo de error.

Para terminar con la configuración debemos pulsar en finalizar y se creará el nuevo dispositivo con la dirección y las configuraciones ya hechas.

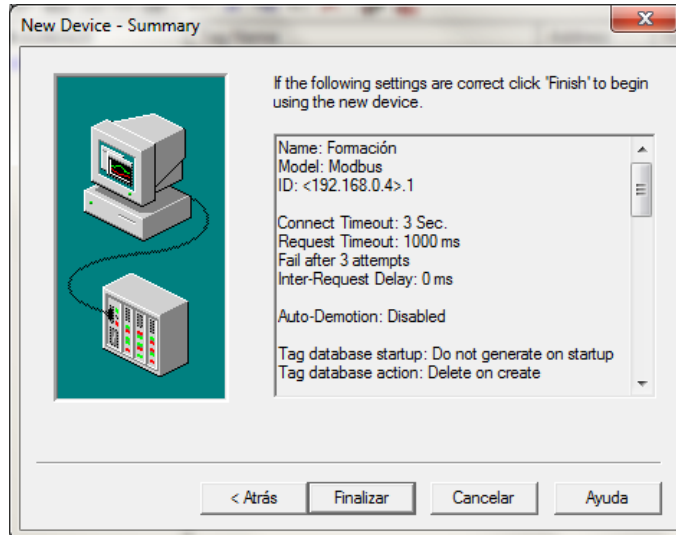


Fig. III.44. Pantalla de resumen.

### 3.2.1.2. *Configuración de los puntos de enlace del PLC de corte*

Para el PLC de corte volvemos a realizar el proceso anterior cambiando solamente la dirección y el nombre del PLC.

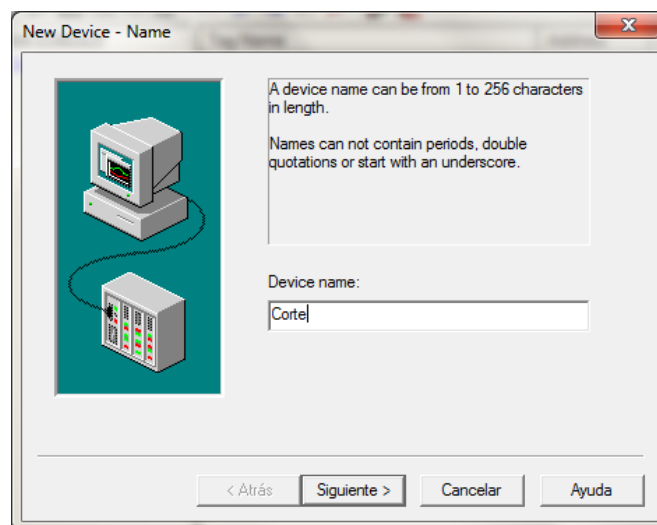


Fig. III.45. Nombre del PLC.

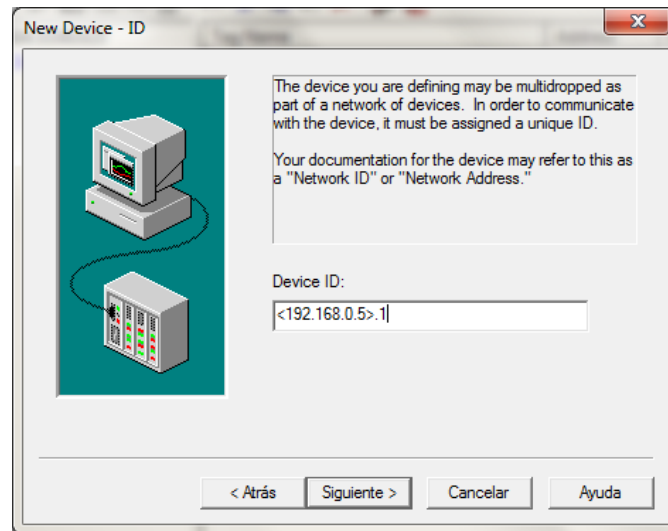


Fig. III.46. Dirección del PLC de corte.

### 3.2.1.3. *Configuración de los puntos de enlace del PLC de formación*

Proceder de la misma forma para insertar el PLC de formación, asignando a cada uno de ellos el número de nodo que le corresponde y creando los tag necesarios.

Para el PLC de formación procedemos de igual manera que en el PLC de corte especificando el nombre y la dirección IP.

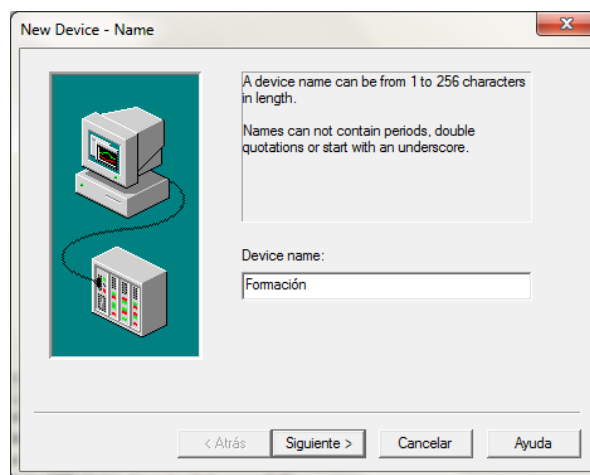


Fig. III.47. Nombre del PLC de formación.



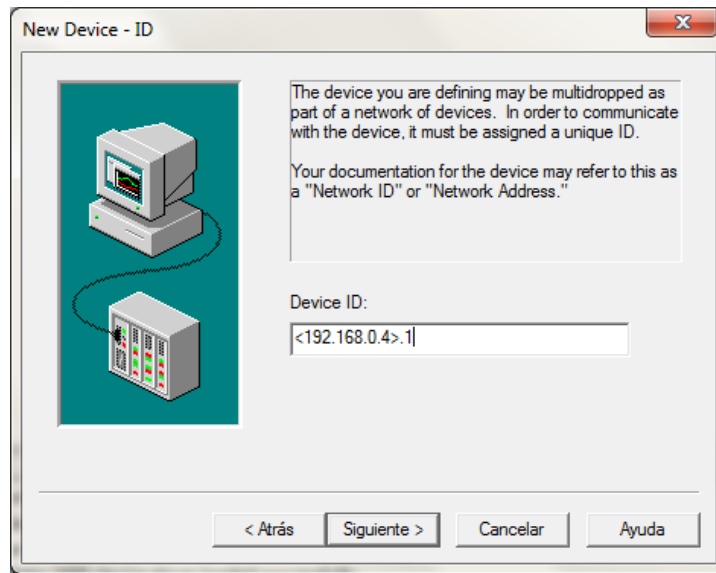


Fig. III.48. Dirección del PLC de formación

### 3.2.2. Direccinamiento de memorias

En la pantalla principal, teniendo seleccionado el PLC que está recién configurado, se hará un “click” con el botón derecho del ratón en la zona de la pantalla de la derecha en la que aparecerán todos los tag que se vayan editando.

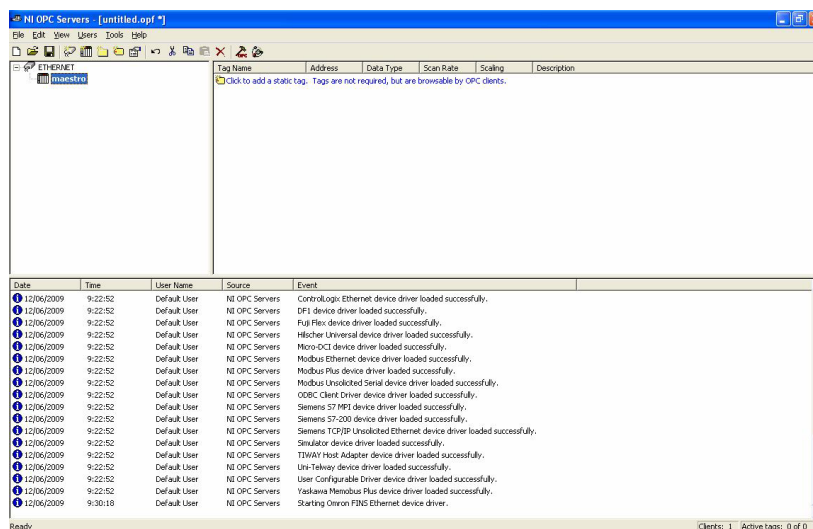


Fig. III.49. Tag editados

Se abre la ventana que permite introducir los datos correspondientes al tag a crear: nombre, zona de memoria del PLC, descripción del tag, tipo de dato (Word, Bool, Byte, carácter, etc.), lectura o escritura y tiempo transcurrido entre cada lectura/escritura.

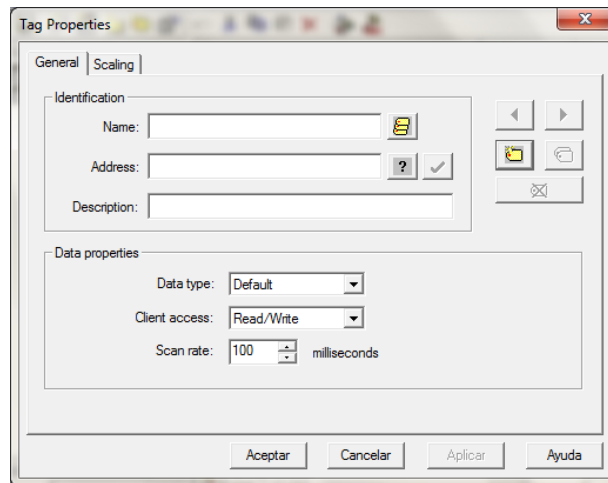


Fig. III.50. Propiedades de la Tag

Ventana en la que se visualiza el tag editado, tal como fue escrito. Pulsando la tecla de confirmación, el propio programa escribe los datos en su forma correcta (siguiente ventana).

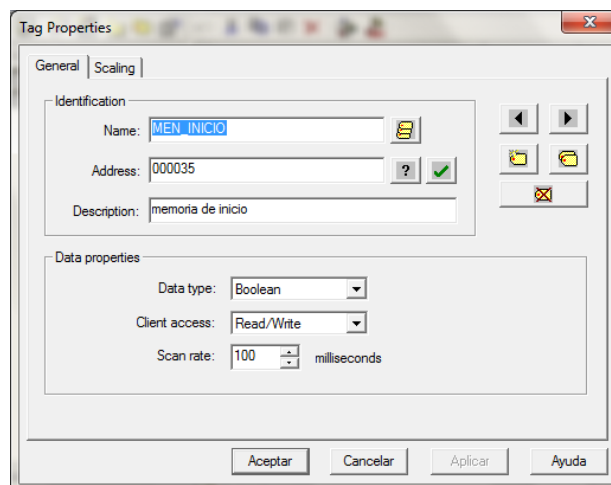


Fig. III.51. Tag editado

Al corresponder la dirección a un canal del PLC (16 bits), por defecto el programa asigna el tipo de dato a “palabra”. Pulsando en la tecla “?”, presenta una ventana de ayuda en la que se pueden elegir la zona de memoria y el tipo de dato que se va a utilizar.

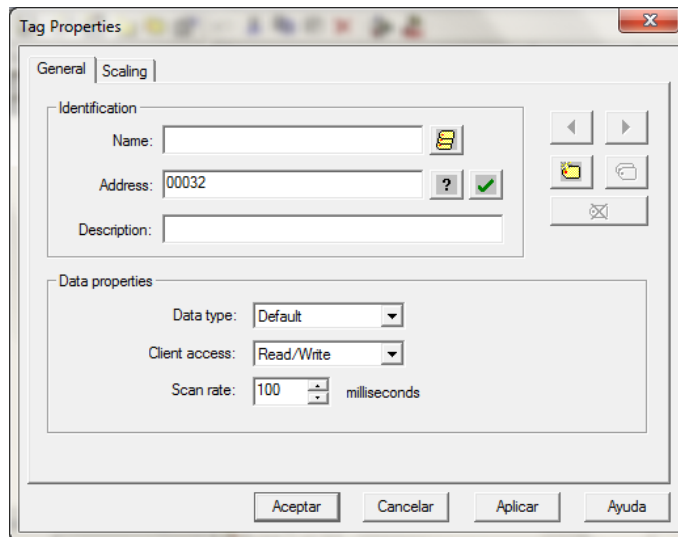


Fig. III.52. Zona de memoria y tipo de dato

En esta ventana seleccionar la zona de memoria y el tipo de la misma. Para nuestro caso se utilizó variables de tipo Boolean empezando la dirección con 0000, y a continuación el número de la memoria aumentada uno al número de memoria asignada en TwidoSuite

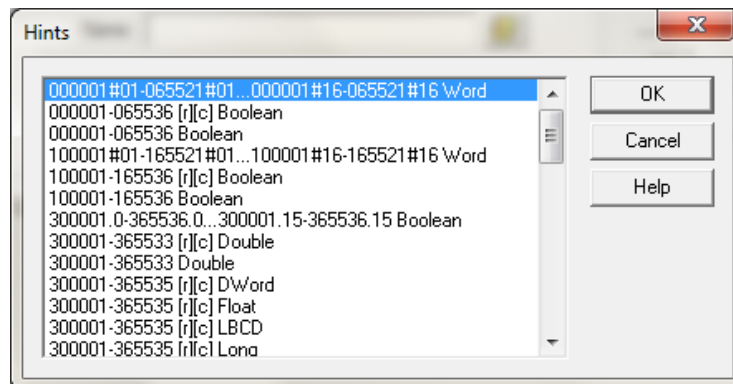


Fig. III.53. Selección de la zona de memoria

Según se van creando los distintos tag, se visualiza el mismo con un resumen de la configuración realizada.

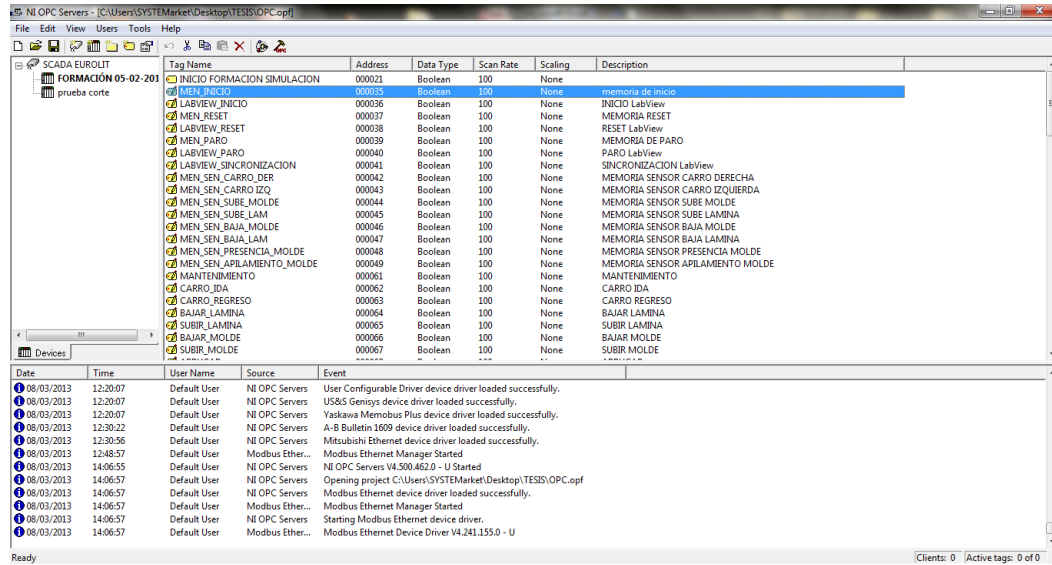


Fig. III.54. Resumen del Tag

### 3.3. SCADA

El sistema SCADA para los procesos de corte y moldeo de planchas Fibro-Cemento, consta de tres partes principales:

**Supervisión:** El sistema consta con históricos en los que se podrá supervisar la producción diaria de planchas de eurolit, además de las horas en las que se realizó dicho proceso, asignándose el nombre de la persona que está manejando la maquinaria, ayudando así a tener una base de datos de producción diaria con datos específicos que servirán para ser analizados a nivel de gerencia.

**Monitoreo:** Es una herramienta de gestión mediante la cual se podrá tener una idea clara de lo que está sucediendo con las terminologías reales, nuestro sistema de monitoreo consta de la visualización en tiempo real de los procesos de corte y formación.

**Control:** Este se lo realiza mediante botones virtuales que cumplirán la labor de los botones físicos, teniendo un mejor control de los procesos de corte y formación gracias a que el sistema está centralizado, aumentando así la producción y disminuyendo los riesgos de los trabajadores.

### 3.3.1. Análisis de requerimientos

El sistema SCADA está formado por la comunicación de 2 PLC's (corte y formación) y un computador en el que residirá nuestros HMI's. Estos estarán comunicados mediante modbus Ethernet por medio de un switch. En el computador se deberá tener el control total de los procesos de corte y formación.

En los HMI se deberá visualizar en tiempo real la activación de sensores y ordenes en los dos procesos.

Se contará además con una pantalla llamada mantenimiento en la que se podrá utilizar cualquier activación de los dos procesos en forma manual.

Se mejorará el sistema aumentando botones:

- ✓ **Lámina Mala:** Cuando se presione este botón se activaran las dos bandas haciendo que la lámina abandone el proceso.
- ✓ **Desactivar succión molde:** La succión del molde se desactivara y se podrá evitar que otro molde pase al apilamiento de láminas y molde, mejorando el rendimiento de la máquina de formación.

### 3.3.2. Procesos y subprocesos

#### 3.3.2.1. Corte

En el proceso de corte se deberá controlar la activación de los siguientes subprocesos:

- a) **Bandas:** transportan las planchas de Euroalit.
- b) **Sierras laterales:** las cuales reducirán el ancho de la lámina dejándola con las medidas correctas.
- c) **Centralina:** esta consiste en una unidad de poder hidráulico la misma que consta de un motor y una bomba de engranajes, las cuales elevaran la presión a 40 PSI lo que hará que nuestro sistema hidráulico funcione correctamente.
- d) **Guillotina:** hará que se realice el corte del largo de las planchas.

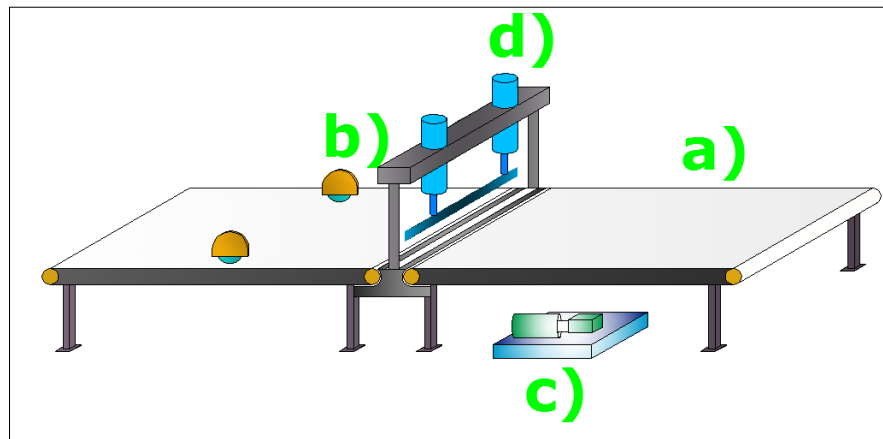


Fig. III.55. Proceso Corte

### 3.3.2.2. Formación

En el proceso de formación se deberá controlar la activación de los siguientes elementos:

- a) **Cilindro neumático de moldes:** Este cilindro bajará a la altura de los moldes, con la ayuda de la succión ubicará uno sobre otro apilando las láminas y los moldes.
- b) **Succión molde:** La succión molde hará que se genere vacío entre el molde y la campana del cilindro de molde pudiendo así trasladarlo de un lugar a otro.

- c) **Cilindro neumático de lámina:** Este cilindro bajará a la altura de las láminas, con la ayuda de la succión ubicarlos uno sobre otro apilando las láminas y los moldes.
- d) **Succión Lámina:** La succión lámina hará que se genere vacío entre la lámina y la campana del cilindro de lámina pudiendo así trasladarlo de un lugar a otro.
- e) **Corrugación:** Mediante cilindros neumáticos ubicados en forma horizontal sobre las campanas se genera que unas esponjas se arruguen y tomen la forma de la plancha de Eurolit.
- f) **Coche:** el coche se moverá en forma horizontal de derecha a izquierda o viceversa según su ubicación.

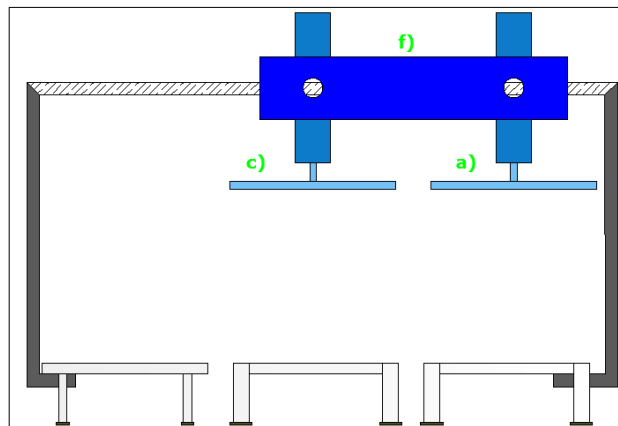


Fig. III.56. Proceso formación

### 3.3.3. Estudio de planos

Para poder ejecutar correctamente el actual proyecto se partió del estudio y comprobación de los planos existentes de la maquinaria, tanto los eléctricos, como los de control, se identificó en base a ellos si tanto las salidas como las entradas del PLC están según lo señalado, y si por otra parte existió algún cambio en la construcción.

3.3.3.1. *Eléctricos*



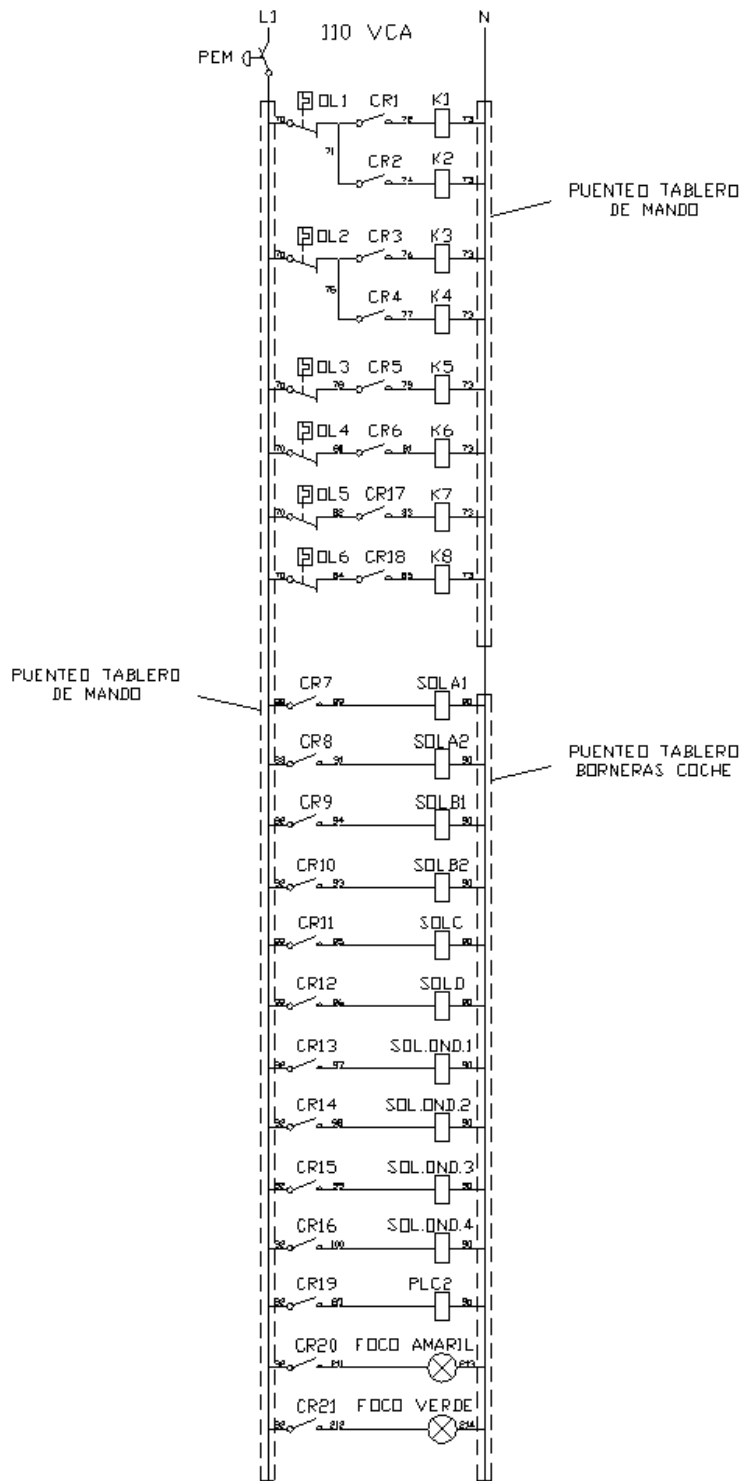


Fig. III.57. Circuito eléctrico de mando para pórtico de formación

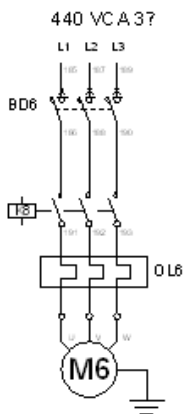
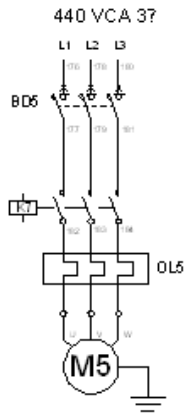
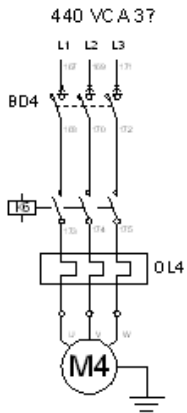
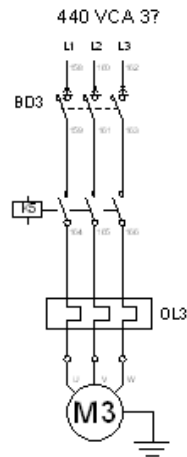
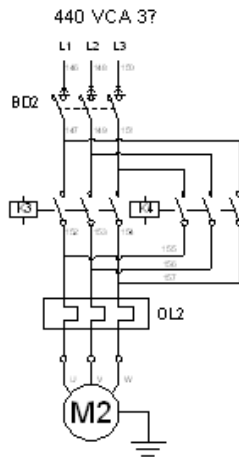
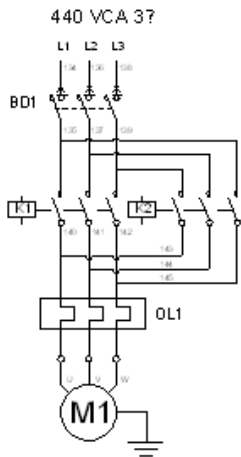


Fig. III.58. Diagrama eléctrico de potencia para pórtico de formación

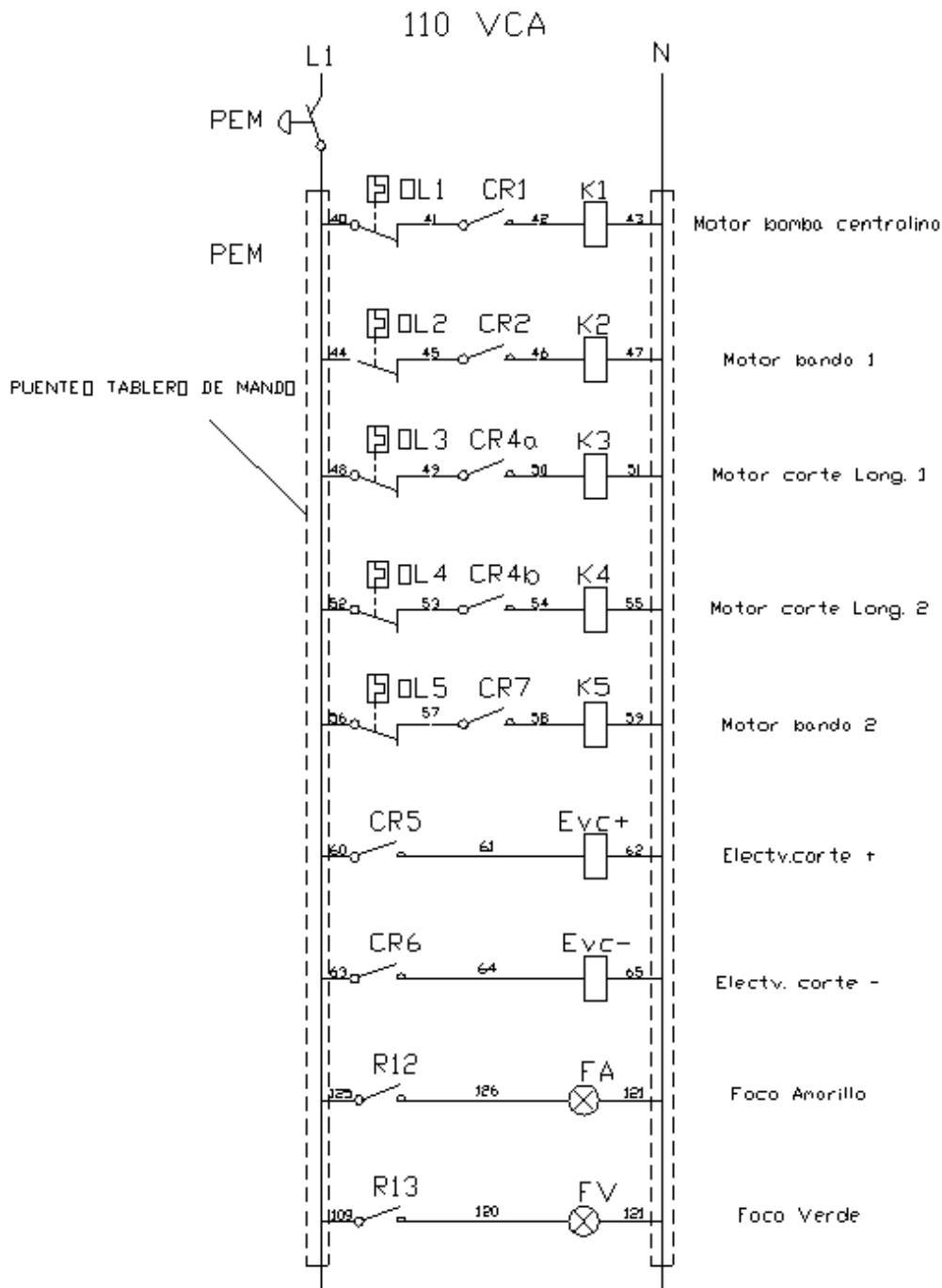


Fig. III.59. Circuito eléctrico de mando para nueva línea de corte

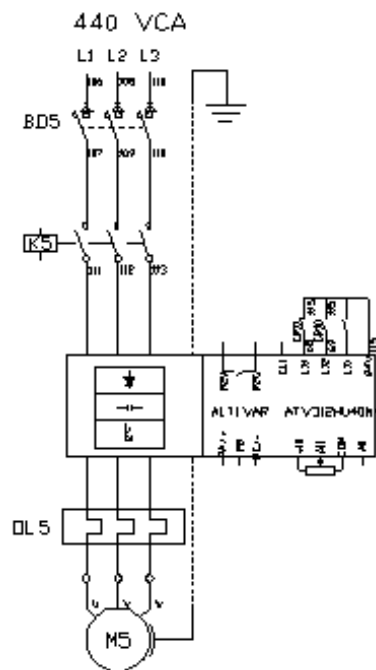
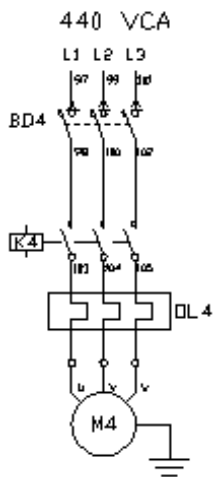
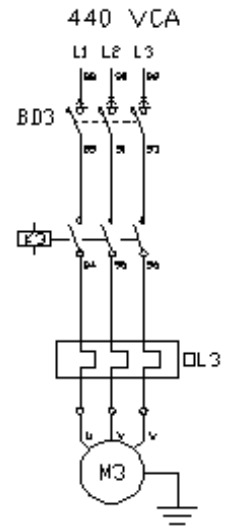
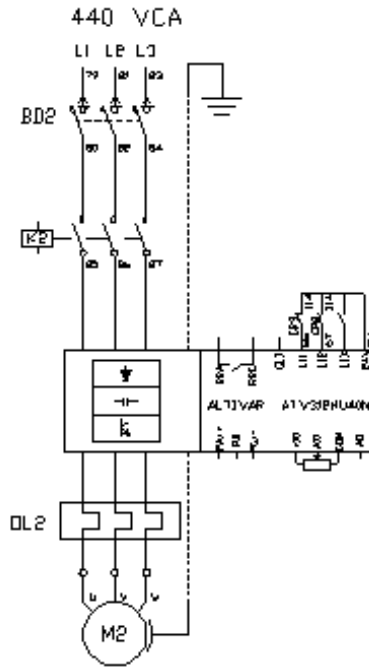
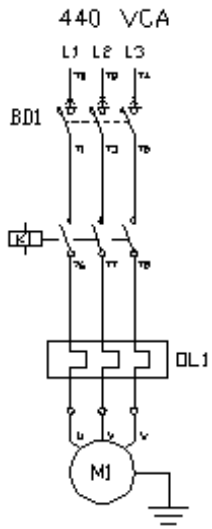
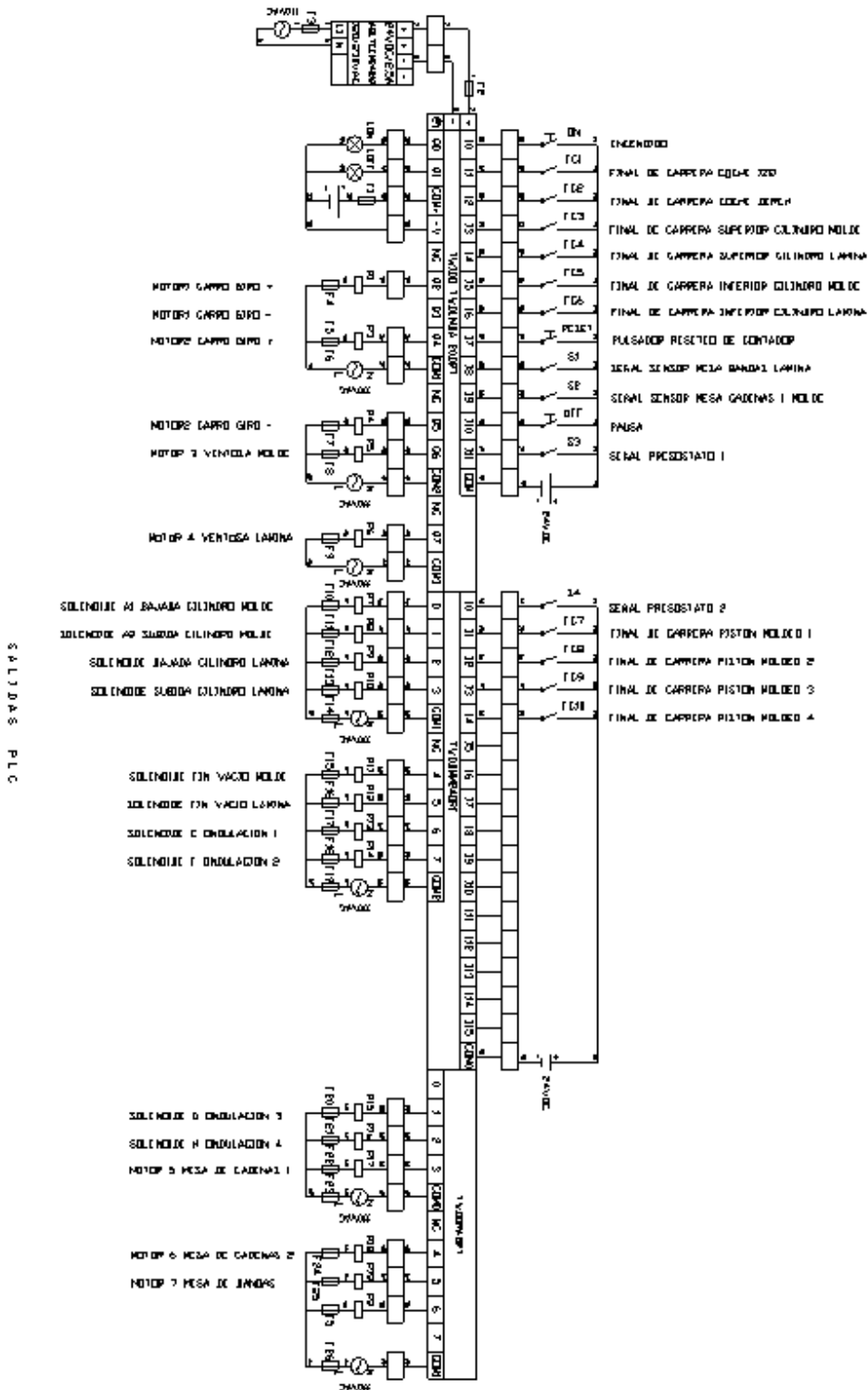


Fig. III.60. Diagrama eléctrico de potencia para nueva línea de corte



3.3.3.2. *Control*



CENTRAL PLC

Fig. III.61. Circuito eléctrico de mando para pórtico de formación

ENTRADAS PLC

SALIDAS PLC

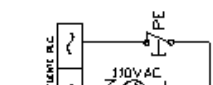
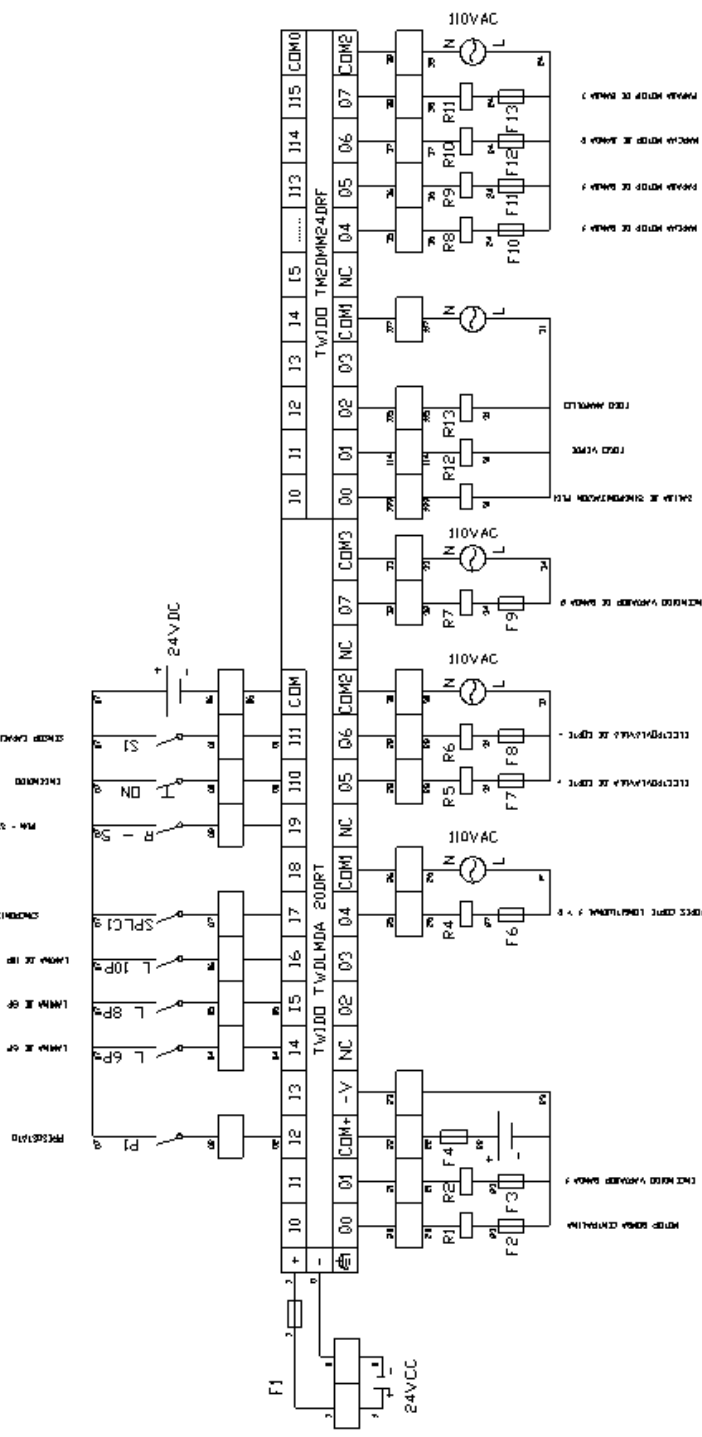


Fig. III.62. Circuito PLC para nueva línea de corte

### **3.3.4. Diseño de Diagramas de Flujo de los Procesos**

Estos diagramas son la representación de las secuencias que los PLC, estas deben permanecer invariantes al incorporarse el sistema SCADA, los diagramas son:

#### **3.3.4.1. *Corte planchas***

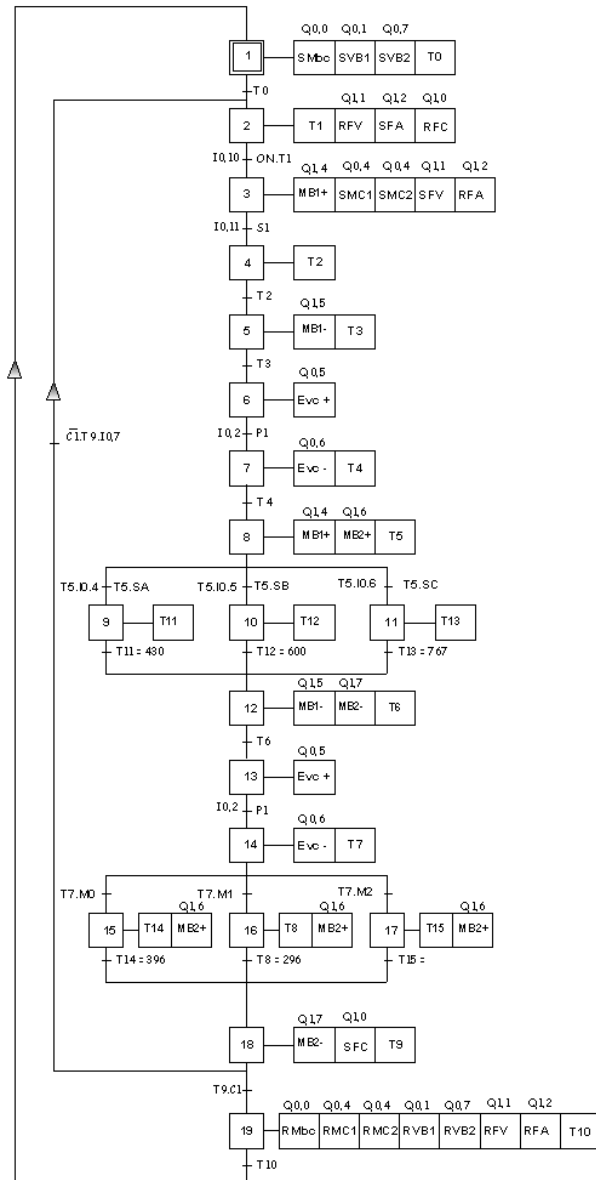


Fig. III.63. Graficet para nueva línea de corte

3.3.4.2. *Formación y ondulaciones*

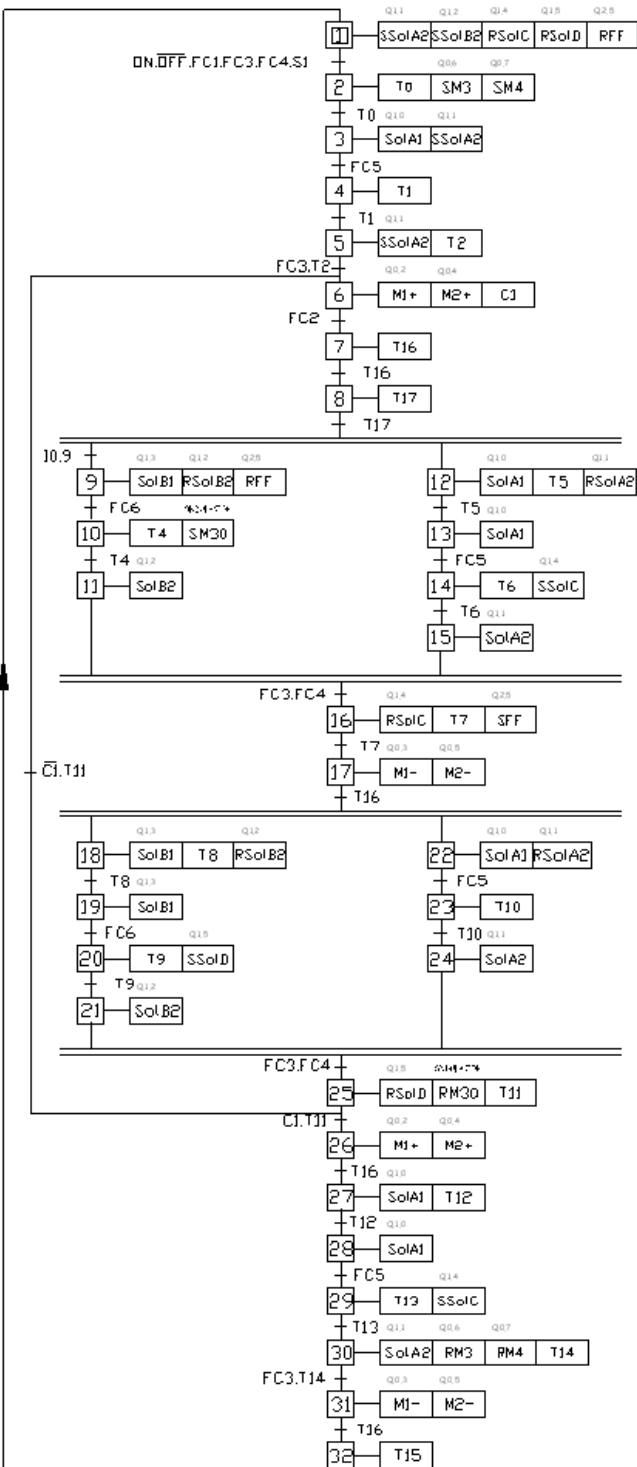




Fig. III.64. Programa grafcet pórtico formación

### 3.3.5. Calibración de Equipos y Sensores

Para que el sistema SCADA funcione en sincronismo, es necesario que se calibren equipos y sensores.

En el proceso de FORMACIÓN se utilizan fines de carrera para el control del coche y de los cilindros.

1. Para que el coche no golpee con la base que la sostiene se activa el sensor un instante antes de que llegue al final, esto se obtiene con un brazo que lleva el fin de carrera y una placa que hará que se active, su forma de activación es similar tanto a la derecha o como a la izquierda.

En este proceso se hizo el ajuste necesario para que el coche llegue hasta el tope sin quedarse en medio camino, esto es muy importante porque, al no llegar hasta el final, bajarán los cilindros dañando los moldes o láminas y no cumplirá la meta propuesta que es succionar a estas para su posterior apilamiento.



Fig. III.65. Sensor coche derecha

2. Finales de carrera del cilindro de molde: este cilindro cuenta con dos sensores, uno que se activa cuando el cilindro baja, está ubicado en la campana de molde y se activa al hacer contacto con el molde, este sensor

debe estar bien calibrado ya que al no estarlo el cilindro bajara más, alzando el coche y descarrilándolo, además dañando el sensor y los moldes.



Fig. III.66. Sensor cilindro molde baja

El sensor cilindro molde sube también es un fin de carrera el cual se activa cuando el cilindro molde sube, este se encuentra ubicado en los topes metálicos diseñados para que el cilindro no pueda subir más.



Fig. III.67. Sensor cilindro molde sube

3. Finales de carrera del cilindro de lámina: al igual que el cilindro de molde, este cilindro cuenta con dos sensores, uno que se activa cuando el cilindro baja, está ubicado en la campana de lámina y se activa al hacer contacto con una placa ubicada cerca de donde se ubican las láminas, este sensor debe

estar bien calibrado ya que al no estarlo el cilindro bajara más, alzando el coche y descarrilándolo, además dañando el sensor y las plancha.



Fig. III.68. Sensor cilindro lámina baja y placa de activación

El sensor cilindro lámina sube también es un fin de carrera el cual se activa cuando el cilindro lámina sube, este se encuentra ubicado en los topes metálicos diseñados para que el cilindro no pueda subir más.

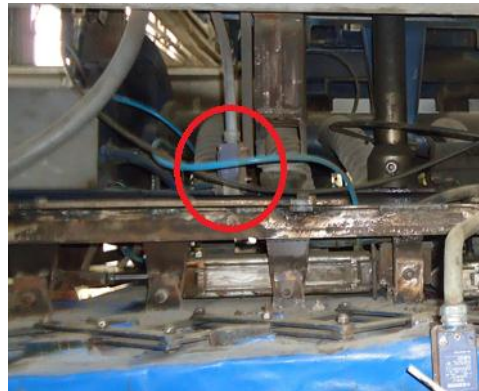


Fig. III.69. Sensor cilindro lámina sube

En el proceso de CORTE se calibro el sensor capacitivo ubicado a la entrada de la guillotina este sirve para detectar a la lámina y ubicar a la misma para que se realice el corte longitudinal, está sujeto por una placa y este se lo regula mediante la distancia que existe entre el sensor y la lámina de fibro-cemento.



Fig. III.70. Sensor cilindro lámina sube

### 3.3.6. Adquisición de Datos

La lectura de los datos desde los PLC's por parte del computador se los realizo mediante una asignación de memorias en el PLC, y su posterior relación con las memorias del OPC server, el sistema en si se basa en dichas memorias, algunas fueron establecidas como solo de lectura, mientras que otros como escritura.

#### 3.3.6.1. Memorias del PLC

Las memorias del PLC se direccionan de tal manera que solo sirvan como indicadores o activaciones, de tal forma que al entrar a trabajar no puedan alterar el normal funcionamiento del GRAFCET.

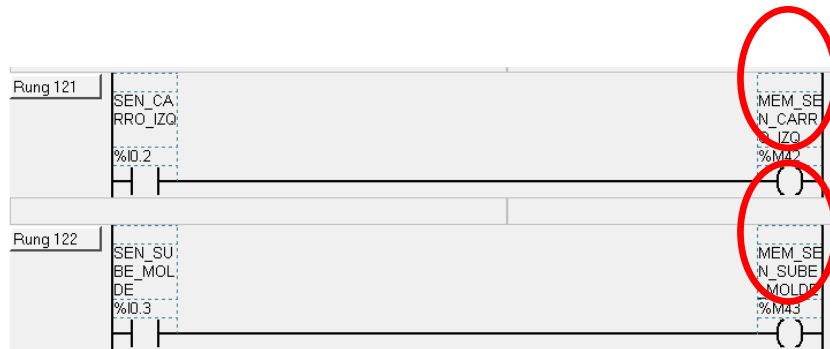


Fig. III.71. Asignación de memorias de lectura

Como podemos observar en la Fig. III.61. se asigna memorias de lectura a los sensores para poder realizar con estas memorias una visualización en el HMI

Al ubicar la memoria al lado derecho como salida estamos asegurando que la misma no tendrá opción a confundir la secuencia de pasos, ya que la misma solo se activara cuando el sensor a su entrada lo haga.

Por otra parte si queremos ubicar memorias de activación lo debemos realizar al lado izquierdo del circuito eléctrico, de tal manera que pueda comandar o escribir sobre una salida, u otra memoria, al realizar este tipo de acción debemos tener mayores seguridades, para evitar activaciones innecesarias o accidentales, esto lo podemos hacer médiante otra memoria más de control.

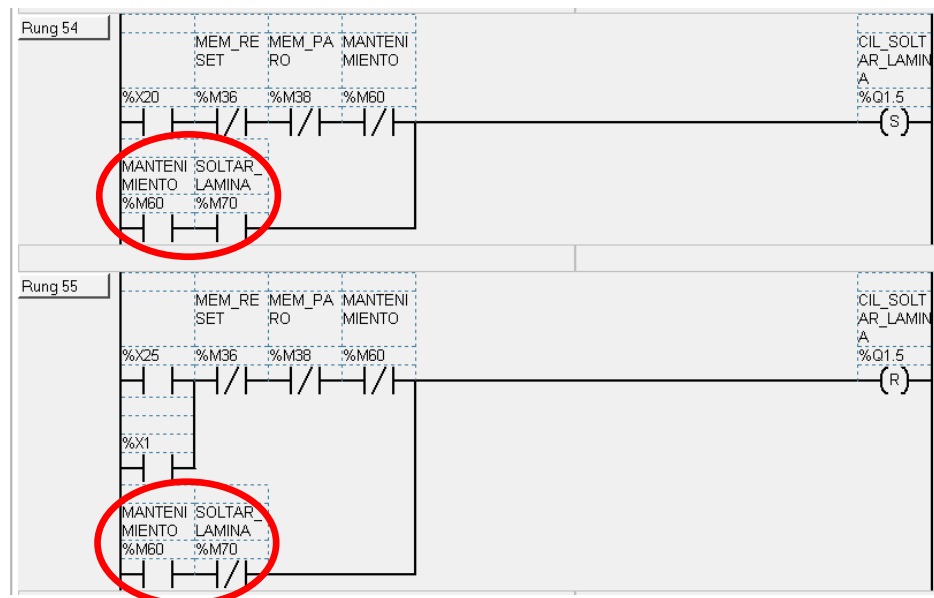


Fig. III.72. Asignación de memorias de escritura

Como se puede observar la memoria SOLTAR LAMINA (%M70), no podrá funcionar si previamente no se activa la memoria MANTENIMIENTO, de esta forma logramos tener un control con mayor seguridad.

### 3.3.6.2. *Conexión con OPC server*

La conexión de las memorias del PLC con el OPC server es muy sencilla solo se debe respetar una regla, la de aumentar una unidad a la memoria del PLC para direccionarla en el OPC, es decir:

<u>PLC</u>		<u>OPC</u>
%M55	->55+1=56->	000056

Y por otra parte el tipo de acción de la memoria (TAG)

#### 3.3.6.2.1. *Tipo de acción*

Los tipos de acción que podemos tener en el OPC son 3, estos tipos se aplican o toda la gama de variables que tenemos, es decir que podemos aplicar estas acciones tanto al tipo BOOLEAN como al tipo WORD.

##### 3.3.6.2.1.1. *Lectura*

Esta acción nos permite obtener información del PLC, para mostrarla en el HMI según sea el tipo de variable que trabajemos, en nuestro caso, para obtener los datos de los señores, sabiendo así si están activados o no.

##### 3.3.6.2.1.2. *Escritura*

La acción de escritura es la que nos permite ingresar información u órdenes al PLC, logrando mediante estas realizar activaciones, o bloqueos según sea la actividad que necesitemos, un ejemplo es lograr mover el coche principal de un lado hacia el otro.

### 3.3.6.2.1.3. Mixta

En ésta además de poder leer, también podemos escribir, es una acción muy útil, aunque para utilizarla debemos estar seguros que no nos afectara en el normal desenvolvimiento del GRAFCET.

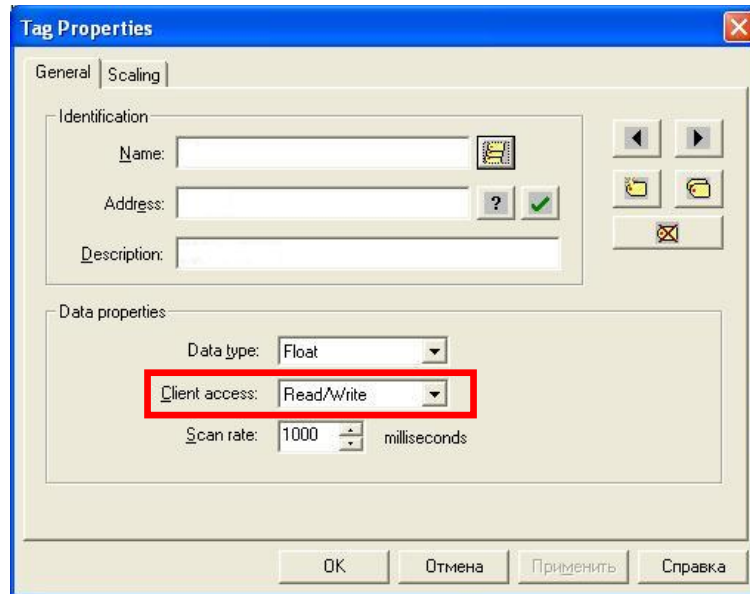


Fig. III.73. Escoger tipo de acción al asignar TAG's

### 3.3.6.3. Tipos de variables

El PLC y el OPC pueden trabajar con diferentes clases de variables, pero en el proyecto en sí se utilizó solo 2 tipos que son:

#### 3.3.6.3.1. Boolean

Es decir variables que en un momento solo tiene un valor lógico, 1 o 0, siendo 1 para indicar funcionamiento y 0 para indicar descanso.



### 3.3.6.3.2. Word

Esta variable nos arroja un dato en forma de palabra conformada por 16 bits, y que es capaz de almacenar números entre 0 y 65535.

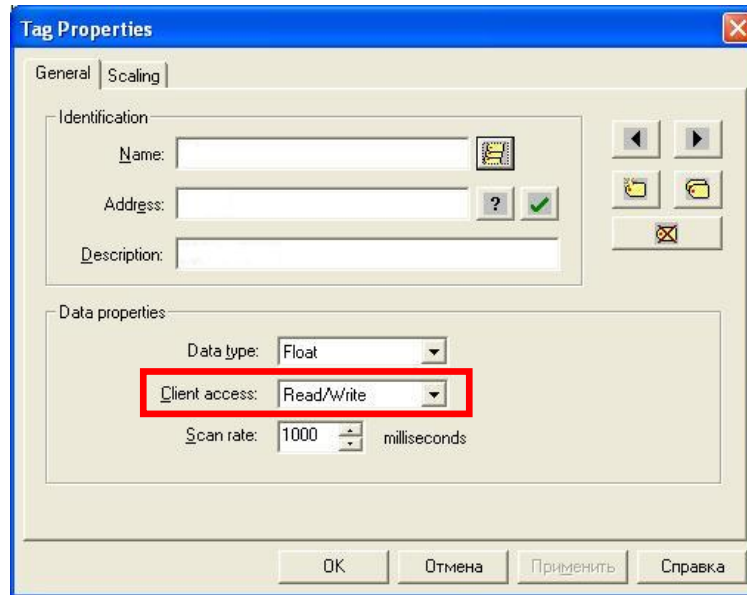


Fig. III.74. Escoger tipo de variable de TAG's

## 3.3.7. Diseño del Sistema de Monitoreo y Control

El sistema de monitoreo y control fue diseñado con una interface gráfica amigable para el usuario, en la que podrá tener el control visual de los dos procesos en una sola pantalla en tiempo real y además controlar el proceso virtualmente mediante botones que funcionan en paralelo a los pulsos físicos.

### 3.3.7.1. Interfaz gráfica (HMI)

El HMI consta de 6 pantallas teniendo como principales MONITOREO, MANTENIMIENTO Y REPORTES además INGRESO, USUARIOS Y AYUDA

Se realizaron imágenes de los procesos para sobre ellas montar el sistema como esta puesto en realidad.

### 3.3.7.1.1. Pantalla Ingreso

La pantalla de ingreso será la primera en aparecer cuando se acceda al programa, esta pantalla será la que deje o no ingresar a los diferentes usuarios, la misma dispone de espacios en blanco en los que el operador del sistema deberá llenarlos para acceder a la siguiente pantalla.



Fig. III.75. Pantalla de ingreso

### 3.3.7.1.2. Monitoreo

En la pantalla de monitoreo, como su nombre lo indica, podremos monitorizar los sistemas de corte y formación de planchas de EUROLIT, además tener el control de los mismos.



Fig. III.76. Pantalla Monitoreo

El MONITOREO se ha dividido en dos apartados: Proceso Corte y Proceso Formación.

### 3.3.7.1.2.1. Proceso de Corte

El proceso de corte se encuentra al lado izquierdo de nuestra pantalla



Fig. III.77. Monitoreo Corte

Consta de 4 botones principales, INICIO, STOP, RESET, LAMINA MALA como se puede observar en la figura, además dos botones denominados GRAFCET y LAMINA MALA.

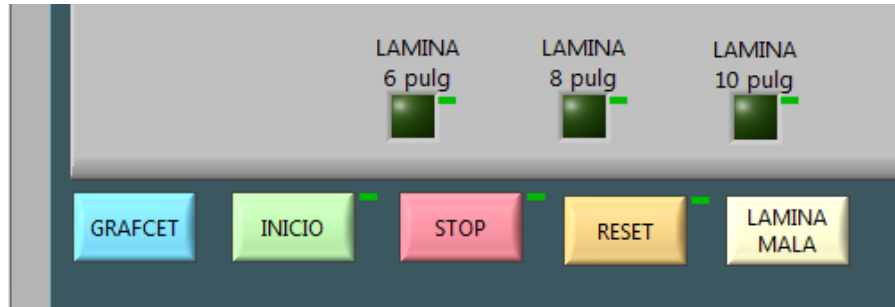


Fig. III.78. Botones del proceso de Corte

En el gráfico de monitoreo, cuando se inicie el proceso, la representación de las sierras laterales adquirirá un color azul, además se encenderán los indicadores de la banda en un color verde y se desplazara una lámina desde el inicio de corte hasta llegar a la guillotina.

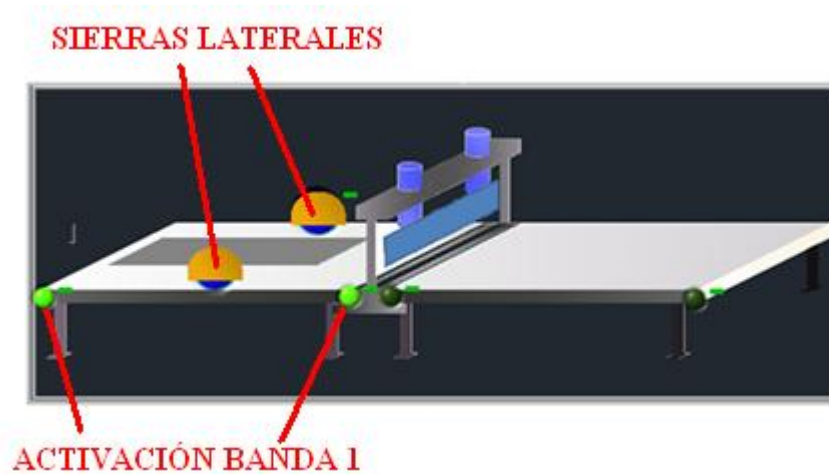


Fig. III.79. Indicadores del proceso de Corte

En la parte superior del gráfico de corte se encuentra un indicador visual que representa al sensor capacitivo, este se activará cada vez que el sensor físico detecte una lámina.

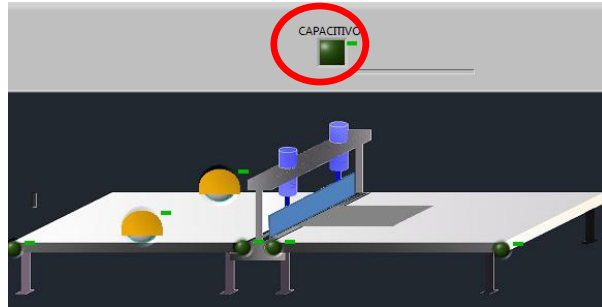


Fig. III.80. Representación del sensor Capacitivo

En la parte inferior del gráfico de corte se encuentra tres indicadores visuales que representan la longitud de la lámina, estos se activarán según su selección puede ser de 6", 8" y 10".

Los indicadores cuando estén seleccionados se pondrán en amarillo.

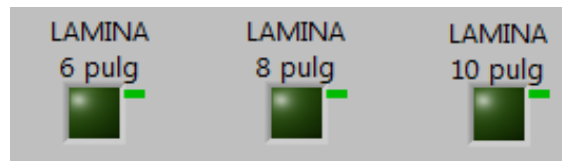


Fig. III.81. Indicadores de longitud

Además se guardará el dato en forma numérica en el visualizador llamado LONGITUD, enviándose este dato a almacenar en los reportes.

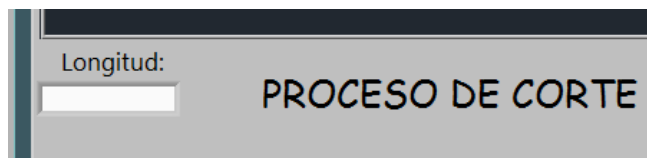


Fig. III.82. Longitud de la plancha

### 3.3.7.1.2.2. Proceso de Formación

El proceso de Formación se encuentra al lado derecho de nuestra pantalla



Fig. III.83. Proceso de Formación

Consta de 4 botones principales que remplazaran la función física de los mismos, INICIO, STOP, RESET y SINCRONIZACIÓN como se puede observar en la figura anterior.

En el gráfico de monitoreo, la representación de los sensores se encenderán según se active físicamente cada sensor, simulando la bajada de los cilindros y el movimiento del coche.

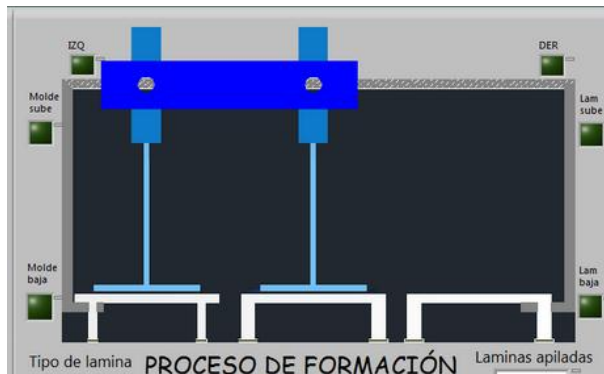


Fig. III.84. Indicadores de los Sensores

Otros de los indicadores ubicados en el proceso de formación son los de: SOLTAR LÁMINA, SUCCIÓN LÁMINA, ARRUGAR, SOLTAR MOLDE Y SUCCIÓN MOLDE, que se activarán con las órdenes del PLC formación, estos tomarán un color amarillo cuando estén activados.



Fig. III.85. Indicadores de los Sensores adicionales

El tipo de lámina que se esté fabricando en ese momento podrá ser seleccionado mediante la siguiente pantalla teniendo como opciones lámina ONDULADA o PLANA. Esta preseleccionada lámina ONDULADA ya que por el momento solo se fabrica se ese tipo.

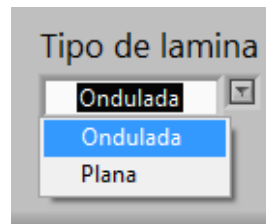


Fig. III.86. Seleccionar tipo de lámina

Además se obtendrá el número de láminas apiladas en el siguiente visualizador dato que será almacenado en los reportes.

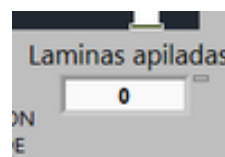


Fig. III.87. Láminas apiladas

### 3.3.7.1.3. Mantenimiento

La pantalla mantenimiento consta de dos partes: Mantenimiento Formación y Mantenimiento Corte, está diseñada para poder manejar de forma independiente cada uno de los subprocessos en forma independiente.



Fig. III.88. Pantalla Mantenimiento

#### 3.3.7.1.3.1. Mantenimiento Formación

La pantalla Mantenimiento Formación, está compuesta por botones y visualizadores, los mismos que se podrán activar con un pulso sobre cualquiera de estos. Para que se active Mantenimiento es necesario pulsar sobre la pestaña MANTENIMEINTON y para que se active Mantenimiento Formación es necesario pulsar sobre el botón ACTIVAR dentro de Formación.



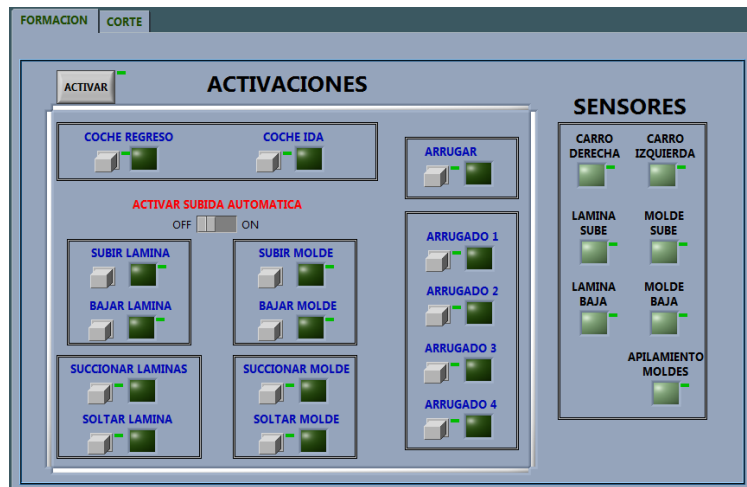


Fig. III.89. Pantalla Mantenimiento Formación

### 3.3.7.1.3.2. Mantenimiento Corte

La pantalla Mantenimiento Corte, está compuesta por botones y visualizadores, los mismos que se podrán activar con un pulso sobre cualquiera de estos. Para que se active Mantenimiento es necesario pulsar sobre la pestaña MANTENIMEINTON y para que se active Mantenimiento Corte es necesario pulsar sobre el botón ACTIVAR dentro de CORTE.



Fig. III.90. Pantalla Mantenimiento Formación

### 3.3.7.1.4. Reportes

La pantalla reportes recoge algunos datos de importancia para la empresa como: LÁMINAS APILADAS, ESPESOR, LONGITUD, TIPO, HORA ACTUAL y NOMBRE de la persona que ingreso al programa.

Estos datos son guardados en un archivo de EXCEL obteniendo así reportes diarios de producción, esta tabla se irá llenado con los datos ya mencionados cada que el contador de láminas sea igual a 25.

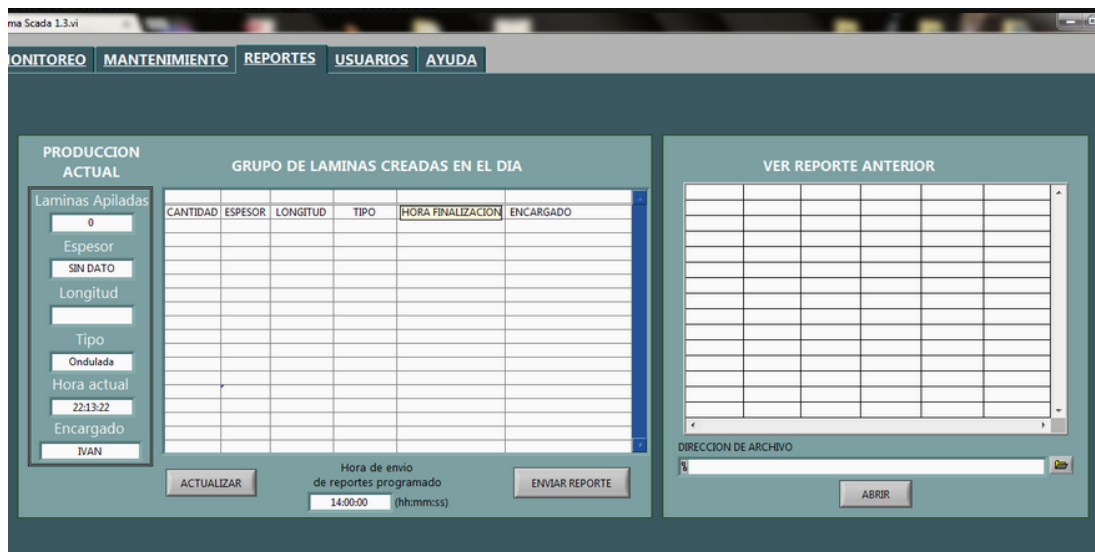


Fig. III.91. Pantalla Reportes

En el cuadro Hora de envío, será una hora programada por el trabajador o la persona que esté produciendo para que el archivo de reporte se envía automáticamente al encargado de producción mediante un correo electrónico, el formato de ingreso de la hora es hh:mm:ss, o simplemente el operador deberá pulsar el botón enviar reporte para que se realice el envío. El botón actualizar hará que se actualice la tabla.

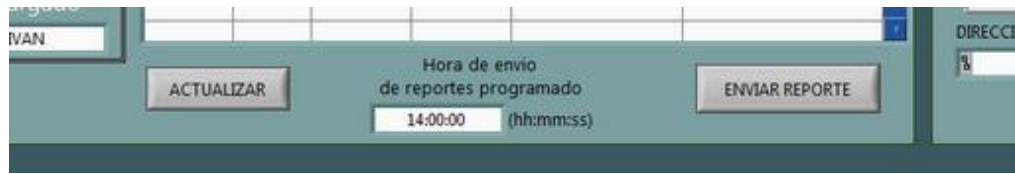


Fig. III.92. Botones pantalla reportes

En la segunda tabla podremos visualizar cualquiera de los reportes de Excel buscando el archivo.

### 3.3.7.1.5. Usuarios

La pantalla usuarios consta de dos partes: NUEVOS y EXISTENTES.

#### 3.3.7.1.5.1. Usuarios Nuevos

En esta pantalla podremos ingresar nuevos usuarios a nuestro sistema, ingresando un NOMBRE, CLAVE y CARGO, cada vez que se lo requiera.

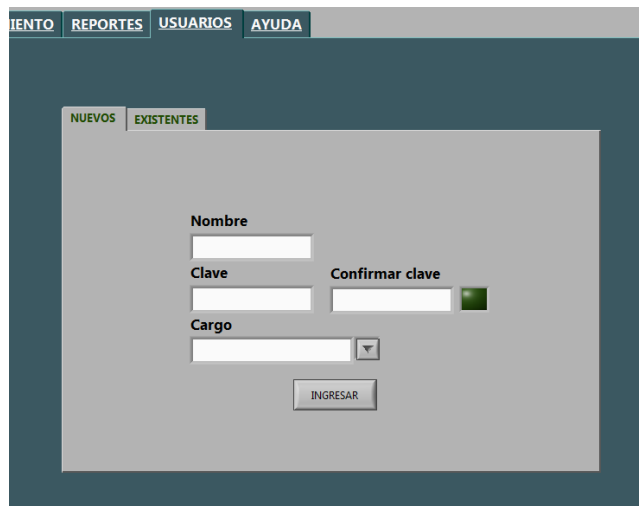


Fig. III.93. Pantalla Usuarios Nuevos

El nombre a ingresar es una línea seguida de varios caracteres.

La clave que se ingresara deberá ser una línea seguida de varios caracteres, teniendo que volver a escribir la clave en el casillero confirmar clave, cuando las dos sean iguales se encenderá el visualizador ubicado a la derecha.

El cargo se escogerá según la actividad que desempeñe cada trabajador en la empresa, para ingresar se deberá pulsar en ingresar.

### 3.3.7.1.5.2. Usuarios Existentes

Esta pantalla sirve para modificar usuarios ya existentes

The screenshot shows a web-based interface for managing existing users. At the top, there is a navigation menu with 'REPORTES', 'USUARIOS', and 'AYUDA'. Below this, there are two tabs: 'NUEVOS' and 'EXISTENTES'. The main content area is titled 'MODIFICAR DATOS' and contains several input fields: 'Nombre', 'Clave Anterior' (with a green indicator), 'Nueva Clave', 'Confirmar Nueva Clave' (with a green indicator), and 'Nuevo Cargo' (a dropdown menu). A large 'INGRESAR' button is at the bottom. On the right side, there is a list titled 'OPERARIOS REGISTRADOS' with names and roles such as '-IVAN-MANTENIMIENTO', '-GUSTAVO-MANTENIMIENTO', etc.

Fig. III.94. Pantalla Usuarios Existentes

Aquí se deberá ingresar el NOMBRE y CLAVE anteriores cuando este correcto se encenderá el visualizador verde de la parte superior.

En la Parte inferior de la pantalla se debe ingresar la nueva clave esta será que ser confirmada, cuando las dos coincidan se encenderá nuevamente el otro indicados y se seleccionara el nuevo cargo.

Cuando cumpla con todos los requisitos expuestos presionara el botón ingresar para que se modifiquen los datos.

### 3.3.7.1.6. Ayuda

La pantalla ayuda consta de una lista de posibles problemas y posibles soluciones de los mismos. Se puede acceder a ellos situando el indicador del mouse sobre la línea de ayuda que nos interese y presionando el botón buscar.

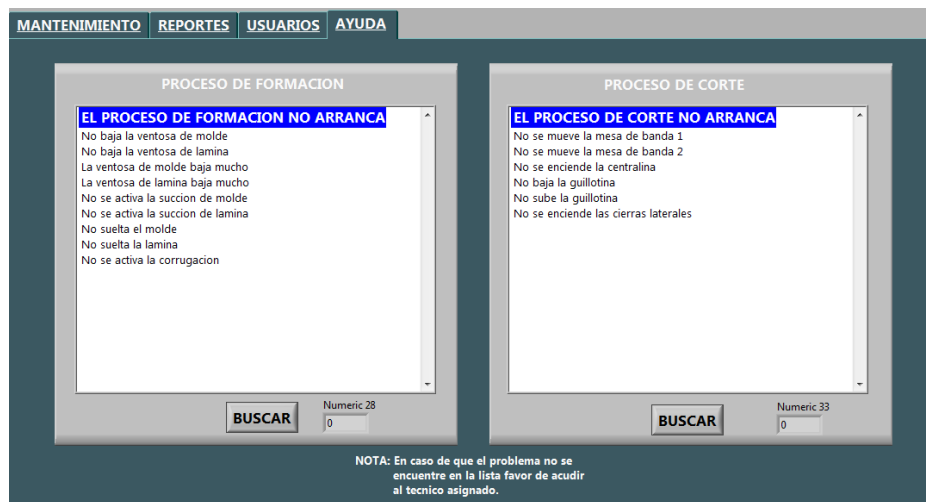


Fig. III.95. Pantalla Ayuda

Cuando esto sucede se abrirá otra pantalla en la que se visualizara la ayuda como archivo PDF.

### 3.3.7.2. Red local

Al utilizar una red Modbus Ethernet como medio de transmisión de información, se debió asignar una dirección IP a cada dispositivo de tal manera que todos estén contenidos en una misma red.

Tabla III.I. Direcciones IP de los dispositivos del Sistema SCADA

<b>DISPOSITIVO</b>	<b>DIRECCION IP</b>	<b>PASARELA</b>
Computador	192.168.0.3	-
PLC FORMACION	192.168.0.4	1
PLC CORTE	192.168.0.5	1

Fuente.- Autores

Al tener colocadas estas direcciones debemos asegurarnos que la conexión física sea la adecuada, es decir que se utilicen cables directos con puertos RJ45, con una longitud no mayor a 100 metros y con una protección mínima tanto entre PC-SWITCH como en PLC-SWITCH.

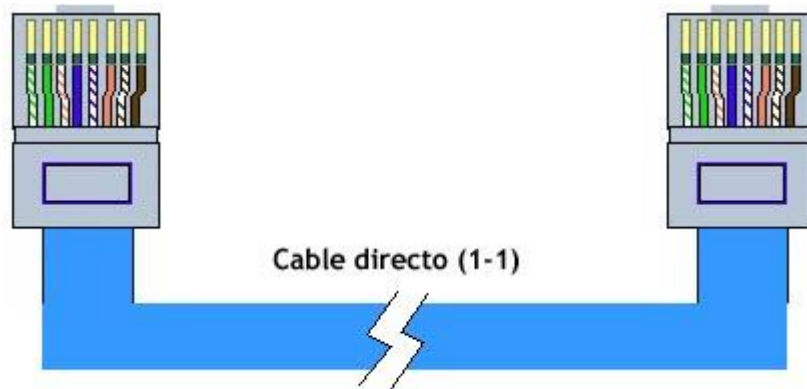


Fig. III.96. Configuración en el cable directo

### 3.3.7.2.1. Salida a la red

Para poder salir a la red de la empresa, es necesario tener una puerta de enlace, es decir otra tarjeta Ethernet en el computador, o a su vez conectar directamente la sub-red del SCADA con la red de la principal, se optó por la tarjeta Ethernet, ya que esta al poder ser de tipo inalámbrica evita más conexiones, y la utilización de menos recursos para llegar con cable hasta la computadora residente del SCADA.



Fig. III.97. Tarjeta de red inalámbrica

Esta tarjeta se configuro con las especificaciones del área de sistemas, es decir con una dirección estática y una dirección de servidor DNS propios de la red que ahí se utiliza

#### 3.3.7.2.2. Monitoreo y control remoto

Esta tarjeta se configuro con las especificaciones del área de sistemas, es decir con una dirección estática y una dirección de servidor DNS propios de la red que ahí se utiliza

<b>DISPOSITIVO</b>	<b>DIRECCION IP</b>	<b>DIRECCION DNS</b>
Computador	192.168.1.215	192.168.254.9

Con esta salida el sistema es capaz de ser visto y controlado desde fuera de la planta, además permite que los informes de producción sean enviados directamente al mail del ares del área de PRODUCCION.

El servidor mail utilizado es el de la empresa, y se configuro los siguientes ítems:

<b>Servidor Mail</b>	@eurolit.com
<b>Dirección de mail saliente</b>	Pop3.eurolit.com
<b>Dirección de mail entrante</b>	Smtplib.eurolit.com
<b>Mail de maquina</b>	Notificación.eurolit@eurolit.com

### 3.3.8. Acceso

Para tener acceso al programa es necesario que se disponga de un nombre, clave y cargo.

#### 3.3.8.1. Niveles de acceso

Existen cuatro niveles de accesos que están relacionados directamente con el cargo, al hacer clic en la flecha derecha de Cargo se desplegara el siguiente menú:

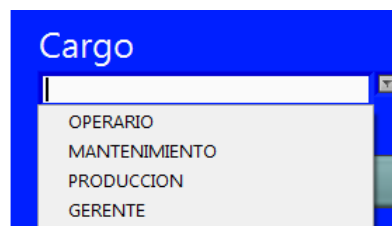


Fig. III.98. Niveles de acceso

En el que se seleccionará el tipo de cargo que se le fue asignado.

Para ingresar se deberá llenar obligatoriamente los tres campos y luego se pulsara el botón ingresar.



### 3.3.8.1.1. Tablas de usuarios

Los usuarios ingresados mediante el programa se guardarán en un archivo de texto, el formato será el siguiente.

Tabla III.II. Tabla de Usuarios de Ingreso al Sistema

<b>NOMBRE</b>	<b>CLAVE</b>	<b>CARGO</b>
Oswaldo	245323	MANTENIMIENTO
Iván	123456	PRODUCCIÓN
Gustavo	00001	GERENTE
Marcelo	00002	OPERARIO

Fuente.- Autores

### 3.3.8.1.2. Tipos de seguridades

Para seguridad del sistema se asignó diversos permisos a los tipos de usuarios descritos anteriormente es así que:

Tabla III.III. Pestaña de Monitoreo

	<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>PRODUCCIÓN</b>	<b>GERENTE</b>	<b>OPERARIO</b>
<b>MONITOREO</b>	X	X	X	X
<b>BOTONES INICIO</b>	X	-	-	X
<b>BOTONES STOP</b>	X	-	-	X
<b>BOTONES RESET</b>	X	-	-	X
<b>GRAFCET</b>	X	-	-	X
<b>CAMARA</b>	X	-	X	-

Fuente.- Autores

Tabla III.IV. Pestaña de Mantenimiento

	<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>PRODUCCIÓN</b>	<b>GERENTE</b>	<b>OPERARIO</b>
<b>BOTON ACTIVAR</b>	X	-	-	X

Fuente.- Autores

Tabla III.V. Pestaña de Reportes

	<b>MANTENIMIENT O</b>	<b>PRODUCCIÓ N</b>	<b>GERENTE</b>	<b>OPERARI O</b>
<b>ACTUALIZAR</b>	X	X	X	X
<b>HORA DE ENVIO</b>	X	X	X	X
<b>ENVIAR REPORTE</b>	X	X	X	X
<b>ABRIR ARCHIVO</b>	X	X	X	X

Fuente.- Autores

Tabla III.VI. Pestaña de Usuarios

	<b>MANTENIMIENT O</b>	<b>PRODUCCIÓ N</b>	<b>GERENTE</b>	<b>OPERARI O</b>
<b>NUEVOS</b>	X	X	X	X
<b>EXISTENTES</b>	X	X	X	X
<b>INGRESAR</b>	X	-	-	-

Fuente.- Autores

Tabla III.VII. Pestaña de Ayuda

	<b>MANTENIMIENT O</b>	<b>PRODUCCIÓ N</b>	<b>GERENTE</b>	<b>OPERARI O</b>
<b>ABRIR PDF</b>	X	X	X	X

Fuente.- Autores

## **CAPÍTULO IV**

### **4. EVALUACION Y RESULTADOS**

#### **4.1. Pruebas de Funcionamiento**



##### **4.1.1. Comprobación de activación y desactivación**

Para verificar que el sistema tiene un buen funcionamiento se procedió a realizar algunas pruebas en las que se comprobó que los sensores y actuadores tienen una respuesta en mili segundos obteniendo así una eficacia del sistema del 99%.

Para esto se activó cada uno de los sensores y actuadores mediante el HMI y se pudo evidenciar en la parte física y virtual si efectivamente se activaba tal o cual sensor o actuador, a continuación se muestra un compendio de los sensores y actuadores probados.

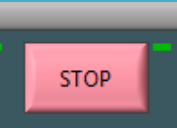



4.1.1.1. *Proceso de Corte*

Tabla IV.VIII. Botón Inicio-Proceso de Corte

BOTON INICIO	
VIRTUAL	REAL
 SIN PULSAR	 SIN PULSAR
 PULSADO	 PULSADO

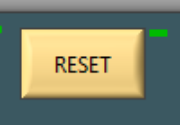



Fuente.- Autores

Tabla IV.IX. Botón Paro-Proceso de Corte

BOTON PARO	
VIRTUAL	REAL
 SIN PULSAR	 SIN PULSAR
 PULSADO	 PULSADO

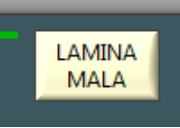

Fuente.- Autores

Tabla IV.X. Botón Reset-Proceso de Corte

BOTON RESET	
VIRTUAL	REAL
 SIN PULSAR	 SIN PULSAR
 PULSADO	 PULSADO

Fuente.- Autores

Tabla IV.XI. Botón Lámina Mala-Proceso de Corte

BOTON LÁMINA MALA	
VIRTUAL	REAL
 SIN PULSAR	<b>Este botón solo existe en forma virtual, pero hará que se activen las dos bandas sacando del proceso cualquier lámina defectuosa</b>
 PULSADO	

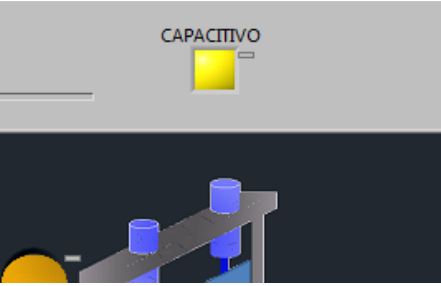
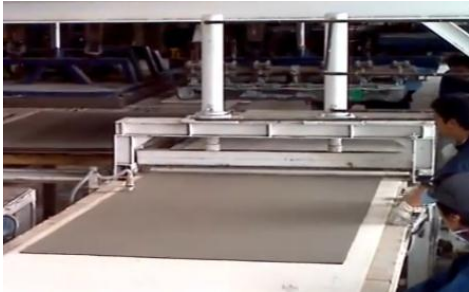
Fuente.- Autores

Tabla IV.XII. Activación Sierras Laterales-Proceso de Corte

ACTIVACIÓN SIERRAS LATERALES	
VIRTUAL	REAL
<p><b>SIERRAS LATERALES</b></p> 	

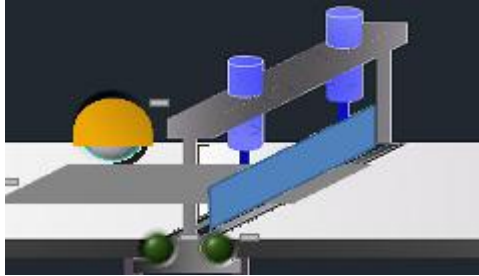

Fuente.- Autores

Tabla IV.XIII. Activación Sensor Capacitivo-Proceso de Corte

ACTIVACIÓN SENSOR CAPACITIVO	
VIRTUAL	REAL
	

Fuente.- Autores

Tabla IV.XIV. Activación Guillotina-Proceso de Corte

ACTIVACIÓN GUILLOTINA	
VIRTUAL	REAL
	

Fuente.- Autores

Tabla IV.XV. Activación Bandas-Proceso de Corte

ACTIVACIÓN BANDAS	
VIRTUAL	REAL
	

Fuente.- Autores

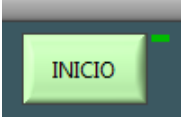



Tabla IV.XVI. Activación Longitud Lámina-Proceso de Corte

ACTIVACIÓN LONGITUD LÁMINA	
VIRTUAL	REAL
	

Fuente.- Autores

#### 4.1.1.2. Proceso de Formación

Tabla IV.XVII. Botón Inicio-Proceso de Formación

BOTON INICIO	
VIRTUAL	REAL
 SIN PULSAR	 SIN PULSAR
 PULSADO	 PULSADO

Fuente.- Autores

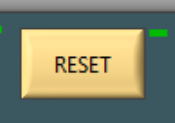





Tabla IV.XVIII. Botón Paro-Proceso de Formación

BOTON PARO	
VIRTUAL	REAL
 SIN PULSAR	 SIN PULSAR
 PULSADO	 PULSADO

Fuente.- Autores

Tabla IV.XIX. Botón Reset-Proceso de Formación

BOTON RESET	
VIRTUAL	REAL
 SIN PULSAR	 SIN PULSAR
 PULSADO	 PULSADO

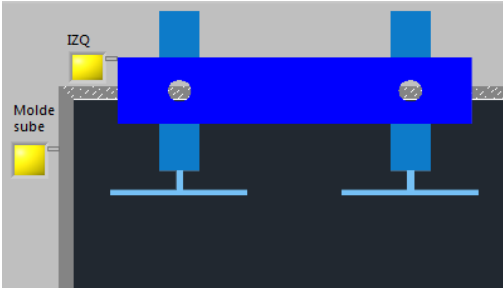

Fuente.- Autores

Tabla IV.XX. Botón Sincronización -Proceso de Formación

BOTON SINCRONIZACIÓN	
VIRTUAL	REAL
 SIN PULSAR	
 PULSADO	

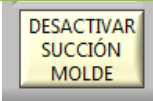
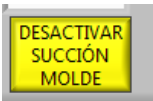
Fuente.- Autores

Tabla IV.XXI. Sensores-Proceso de Formación

SENSORES	
VIRTUAL	REAL
	

Fuente.- Autores

Tabla IV.XXII. Botón Desactivar Succión Molde-Proceso de Formación

BOTON DESACTIVAR SUCCIÓN MOLDE	
VIRTUAL	REAL
 SIN PULSAR	<b>Este botón solo existe en forma virtual, pero hará que se desactive la succión molde para que esta no succione otro molde.</b>
 PULSADO	

Fuente.- Autores

#### 4.1.2. Control local

El funcionamiento del sistema en forma local se lo realizará desde el computador en el que reside el programa y se tendrá acceso a todos los posibles botones según el usuario que lo esté manejando.

#### 4.1.3. Control remoto

El sistema funcionara en forma remota desde cualquier computador conectado a la red de TUBASEC C.A. ingresando mediante la dirección 192.168.1.215 y se tendrá acceso total a todos los posibles botones según el usuario que lo esté manejando.

Para acceder a esta dirección tenemos que abrir el programa MOZILLA FIREFOX accediendo a esta dirección donde se escriben las páginas web.

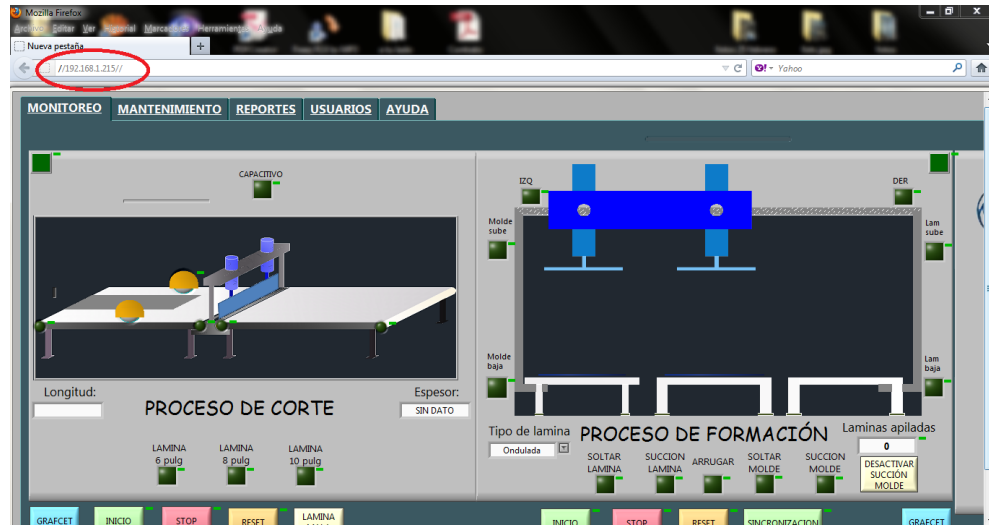


Fig. IV.99. Acceso remoto

## 4.2. Resultados Obtenidos

Para poder tener una mayor seguridad para realizar algunas afirmaciones se utilizó métodos estadísticos como varianza, dispersión, y t de student, es así que con estas herramientas y según algunas muestras recolectadas se obtuvieron 2 afirmaciones, a continuación se desglosa los procedimientos y la información reunida.

### SIN EL SISTEMA SCADA

Tabla IV.XXIII. Producción de Láminas Sin el Sistema SCADA

DIAS	1	2	3	4	5
PRODUCCION (laminas)	300	305	305	312	275

Fuente.- Autores

Obtenemos la media( $\bar{x}$ ):

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{x} = \frac{1}{5} (300 + 305 + 305 + 312 + 275)$$

$$\bar{x} = 299.4$$

La media nos indica que en promedio semanal se producen diariamente 299,4 láminas.

Con la media procedemos a calcular la varianza ( $\sigma^2$ ) de la producción.

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{5} [(300 - 299.4)^2 + (305 - 299.4)^2 + (305 - 299.4)^2 + (312 - 299.4)^2 + (275 - 299.4)^2]$$

$$\sigma^2 = 163.44$$

Al sacar la raíz cuadrada de la de la varianza, conocemos la desviación estándar ( $\sigma$ )

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\sigma = \sqrt{163.44}$$

$$\sigma = 12.78$$

Podemos también obtener la medida de dispersión desviación de la media ( $D_{\bar{x}}$ )

$$D_{\bar{x}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|$$

$$D_{\bar{x}} = \frac{1}{5} [(300 - 299.4) + (305 - 299.4) + (305 - 299.4) + (312 - 299.4) + (275 - 299.4)]$$

$$D_{\bar{x}} = 9.76$$

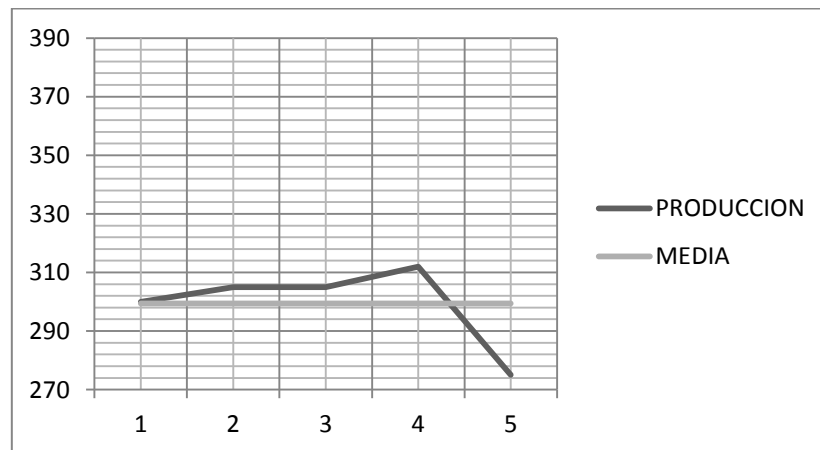


Fig. IV.100. Producción sin el sistema SCADA

## CON EL SISTEMA SCADA

Tabla IV.XXIV. Producción de Láminas Con el Sistema SCADA

DIAS	1	2	3	4	5
PRODUCCION (laminas)	377	385	384	392	354

Fuente.- Autores

Obtenemos la media( $\bar{x}$ ):

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{x} = \frac{1}{5} (377 + 385 + 384 + 392 + 354)$$

$$\bar{x} = 378.4$$

La media nos indica que en promedio semanal se producen diariamente 299,4 láminas.

Con la media procedemos a calcular la varianza ( $\sigma^2$ ) de la producción

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{5} [(377 - 378.4)^2 + (385 - 378.4)^2 + (384 - 378.4)^2 + (392 - 378.4)^2 + (354 - 378.4)^2]$$

$$\sigma^2 = 171.44$$

Al sacar la raíz cuadrada de la de la varianza, conocemos la desviación estándar ( $\sigma$ )

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\sigma = \sqrt{171.44}$$

$$\sigma = 13.09$$

Podemos también obtener la medida de dispersión desviación de la media ( $D_{\bar{x}}$ )

$$D_{\bar{x}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|$$

$$D_{\bar{x}} = \frac{1}{5} [(377 - 378.4) + (385 - 378.4) + (384 - 378.4) + (392 - 378.4) + (354 - 378.4)]$$

$$D_{\bar{x}} = 10.32$$

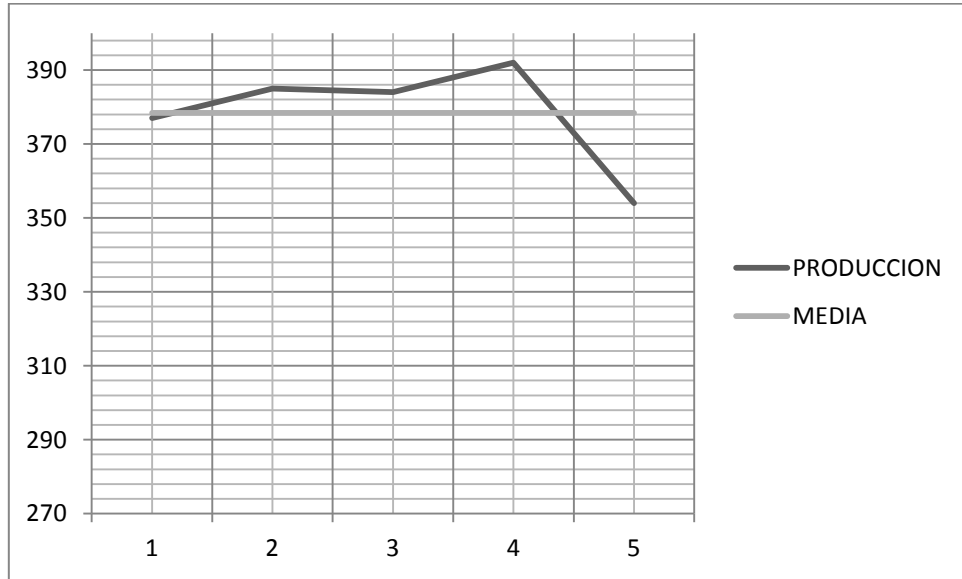


Fig. IV.101. Producción con el sistema SCADA

En los 2 casos podemos deducir gracias a la desviación estándar que la producción no se aleja de la media, es decir que la producción diaria esta siempre en torno a la misma cantidad, ya sea esta con o sin el sistema pero como se muestra la producción aumenta en casi un 25% diario.

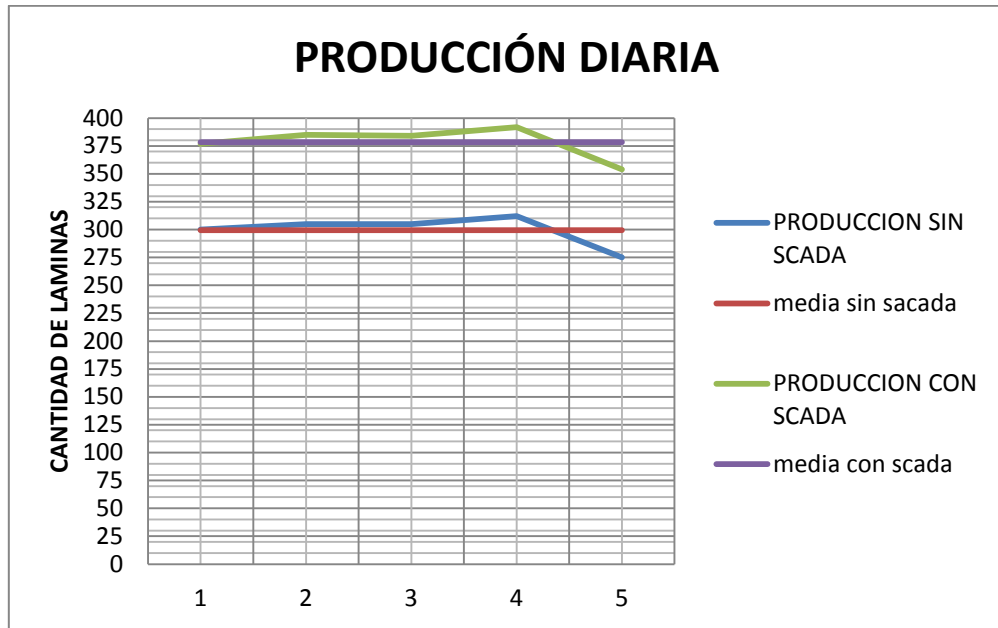


Fig. IV.102. Producción diaria

Para poder saber el nivel de seguridad que logramos obtener con la incorporación del sistema se utilizó la herramienta T DE STUDENT, la misma que nos permite conocer con un margen de error si los datos obtenidos tiene o no confiabilidad.

Se tomó una muestra de 3 operarios, de 50 veces que interactúan con los relés del tablero el número de ocasiones que accionan elementos que tiene un nivel de peligrosidad elevada.

### SIN EL SISTEMA SCADA

Tabla IV.XXV. Probabilidad de accidentes Sin el Sistema SCADA

operario	1	2	3
# de veces que interactúan con componentes peligrosos	23	21	18

Fuente.- Autores



Podemos calcular la media

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i$$
$$\bar{x} = \frac{1}{3} (23 + 21 + 18)$$
$$\bar{x} = 20.666$$

Teniendo una estimación de que el operario intervenga solo en 20 ocasiones con dichos relés, y un error de  $\pm 4$  con una seguridad de aseveración del 95%

Procedemos a comprobar con la t student los datos recogidos.

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{S / \sqrt{N}}$$
$$t = \frac{20.666 - 20}{4 / \sqrt{3}}$$
$$t = 0.288$$

Según la tabla de student con los datos para una sola cola con un 95% de confiabilidad, y 3-1 grados de libertad, obtenemos un valor límite de 2.92

gl	0.25	0.05
	Valores	
	0.50	0.10
1	1.000	6.31
2	0.816	2.92
3	0.765	2.35

Fig. IV.103. Tabla t de STUDENT

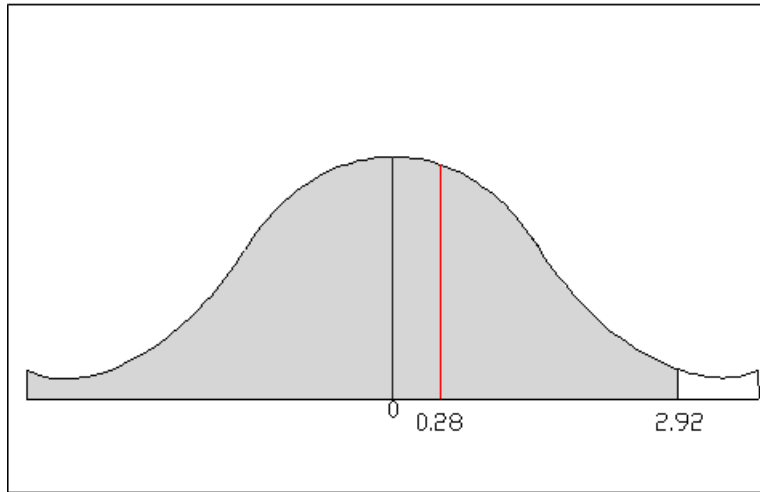


Fig. IV.104. Resultados t de STUDENT sin sistema SCADA

Según el grafico podemos asegurar que la estimación impuesta por los supervisores, es verdadera, con una fiabilidad del 95%, esto ya que la aseveración está contemplada en el área de seguridad de la gráfica de STUDENT

### CON EL SISTEMA SCADA

Tabla IV. XXVI. Probabilidad de accidentes Con el Sistema SCADA

operario	1	2	3
# de veces que interactúan con componentes peligrosos	8	5	5

Fuente.- Autores

Podemos calcular la media

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i$$
$$\bar{x} = \frac{1}{3} (8 + 5 + 5)$$
$$\bar{x} = 6$$

Teniendo una estimación de que el operario intervenga solo en 4 ocasiones con dichos relés, y un error de  $\pm 2$  con una seguridad de aseveración del 95%

Procedemos a comprobar con la t student los datos recogidos.

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{S / \sqrt{N}}$$

$$t = \frac{6 - 4}{2 / \sqrt{3}}$$

$$t = 1.733$$

Según la tabla de student con los datos para una sola cola con un 95% de confiabilidad, y 3-1 grados de libertad, obtenemos un valor límite de 2.92

gl	0.25	0.05
	Valores	
	0.50	0.10
1	1.000	6.31
2	0.816	2.92
3	0.765	2.35

Fig. IV.105. Tabla t de STUDENT

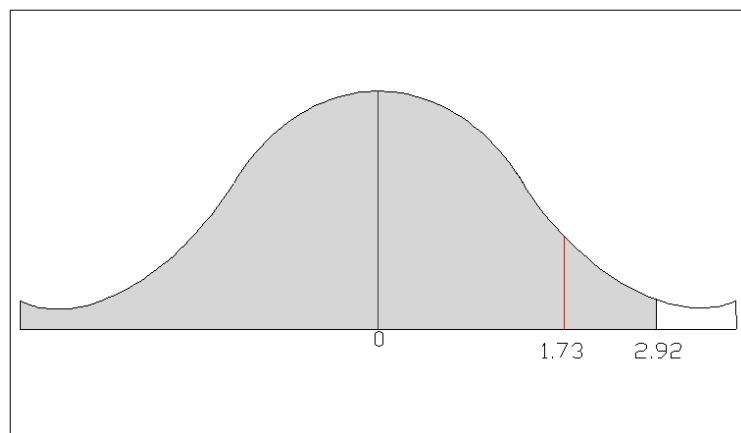


Fig. IV.106. Resultados t de STUDENT con sistema SCADA

Según el gráfico podemos asegurar que la estimación impuesta por los supervisores, es verdadera, con una fiabilidad del 95%, esto ya que la aseveración está contemplada en el área de seguridad de la gráfica de STUDENT

De los datos obtenidos podemos asegurar que la seguridad en cuanto al manejo de la maquinaria.

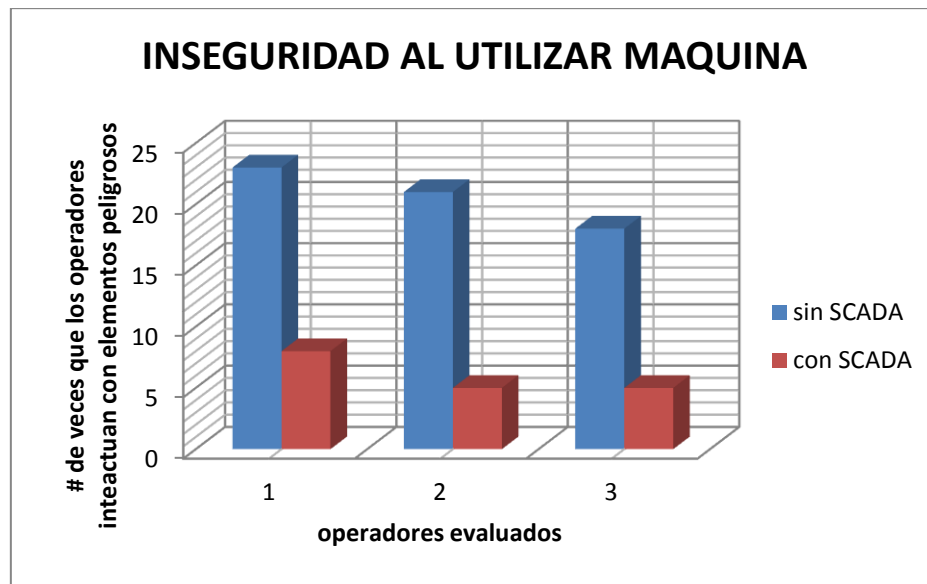


Fig. IV.107. Inseguridad al utilizar maquinaria

El gráfico nos muestra cómo se disminuyen las intervenciones del operario al tablero, a activar de forma manual los relés o los contactores energizados para lograr una acción en específico, cabe aclarar que se trabaja con un voltajes de 440V y corrientes mínimas de 15A, se nota claramente que existe una reducción de estas intervenciones que según lo calculado es aproximadamente el 70%, lo que se traduce en la misma cantidad al aumento de la seguridad.

### 4.3. Comprobación de la Hipótesis

**¿El Sistema SCADA que se implementará en las máquinas de corte y moldeo de la planta de EUROLIT de la empresa TUBASEC C.A. permitirá llevar un mejor control de funcionamiento?**

Esta hipótesis pudo ser comprobada con los datos arrojados en los estudios vistos anteriormente, para tener una idea más clara se presenta un cuadro comparativo, del funcionamiento antes y después de la implementación del sistema SCADA

Tabla IV. XXVII. Resultados comparativos del sistema con y sin el SCADA

	<b>SIN SCADA</b>	<b>CON SCADA</b>
<b>Seguridad</b>	20%	88%
<b>Control de cada actuador con seguridad</b>	52%	79%
<b>Maniobrabilidad de procesos</b>	15%	91%
<b>Comprobación de funcionamiento de cada actuador</b>	0%	95%
<b>Monitorización desde fuera de la planta</b>	0%	93%
<b>Control de producción diaria</b>	0%	87%
<b>Control en forma remota</b>	0%	93%
<b>Fiabilidad de secuencias</b>	92%	90%
<b>Cambios en la secuencia</b>	25%	45%
<b>Control de operadores de la maquinaria</b>	15%	100%
<b>Supervisión de secuencias en tiempo real</b>	0%	100%
<b>Apoyo rápido ante problemas</b>	23%	72%
<b>Necesidad de equipos complementarios del PLC</b>	52%	81%
<b>TOTAL</b>	<b>23%</b>	<b>86%</b>

Fuente.- Autores

De la tabla se puede tener un valor promedio que indica la mejora del proceso en varias categorías con respecto al mismo pero sin el sistema SCADA en funcionamiento

#### 4.3.1. Explicación de variables utilizadas

- ✓ **Seguridad:** Este ítem hace referencia a la cantidad de seguridad que el trabajador tiene al utilizar la maquinaria, tanto en su proceso completo como en cada uno de los subprocesos.
- ✓ **Control de cada actuador con seguridad:** Se verifico la facilidad con la que el obrero podía accionar cada actuador.
- ✓ **Maniobrabilidad de procesos:** Hace referencia a si el trabajador puede activar o desactivar más de un actuador a la vez con facilidad.
- ✓ **Comprobación de funcionamiento de cada actuador:** Al ser una máquina que funciona en secuencia de pasos, cuando existe una avería no se sabe si el problema es de la parte software o de la parte hardware.
- ✓ **Monitorización desde fuera de la planta:** Es la capacidad de saber si la maquina en cuestión se encuentra o no en funcionamiento en un determinado momento sin la necesidad de estar presenta en la planta.
- ✓ **Control de producción diaria:** La cantidad de láminas que se producen diariamente de forma automática.
- ✓ **Control en forma remota :** Capacidad de controlar la maquina desde un punto diferente al tablero de control a la computadora residente del sistema SCADA
- ✓ **Fiabilidad de secuencias:** Equivalencia de la posibilidad de confundir o alterar la secuencia del PLC de forma imprevista.
- ✓ **Cambios en la secuencia:** Proporción de posibilidad de alterar la secuencia programa en el PLC, de acuerdo a condiciones que se deseen en cierto momento.
- ✓ **Control de operadores de la maquinaria:** Restricción de la utilización de la máquina.

- ✓ **Supervisión de secuencias en tiempo real:** Monitoreo de la evolución de la secuencia programada en cada uno de los PLC
- ✓ **Apoyo rápido ante problemas:** Capacidad de resolver problemas en la maquinaria de forma rápida,
- ✓ **Necesidad de equipos complementarios del PLC:** Es la capacidad del sistema de funcionar sin más equipos excepto el PLC

#### 4.3.2. Datos

##### 4.3.2.1. SIN SCADA

Tabla IV.XXVIII. Resultados comparativos del sistema sin el SCADA

	ESCALA	operador 1	operador 2	operador 3	total
<b>Seguridad</b>	0 a 10	2	3	1	20,00%
<b>Control de cada actuador con seguridad</b>	0 a 10	6	4	5,5	51,67%
<b>Maniobrabilidad de procesos</b>	0 a 10	2	1,5	1	15,00%
<b>Comprobación de funcionamiento de cada actuador</b>	0 a 10	0	0	0	0,00%
<b>Monitorización desde fuera de la planta</b>	0 a 10	0	0	0	0,00%
<b>Control de producción diaria</b>	0 a 10	0	0	0	0,00%
<b>Control en forma remota</b>	0 a 10	0	0	0	0,00%
<b>Fiabilidad de secuencias</b>	0 a 10	10	10	10	100,00%
<b>Cambios en la secuencia</b>	0 a 10	3,5	1,5	2,5	25,00%
<b>Control de operadores de la maquinaria</b>	0 a 10	2	1,5	1	15,00%

Tabla IV.XXVIII. Resultados comparativos del sistema sin el SCADA

<b>Supervisión de secuencias en tiempo real</b>	0 a 10	0	0	0	0,00%
<b>Apoyo rápido ante problemas</b>	0 a 10	3	1,5	2,5	23,33%
<b>Necesidad de equipos complementarios del PLC</b>	0 a 10	6	4	5,5	51,67%

Donde 0 es la inexistencia del ítem y 10 la máxima eficiencia

Fuente.- Autores

#### 4.3.2.2. CON SCADA

Tabla IV.XXIX. Resultados comparativos del sistema con el SCADA

	<b>ESCALA</b>	<b>operador 1</b>	<b>operador 2</b>	<b>operador 3</b>	<b>total</b>
<b>Seguridad</b>	0 a 10	9,5	8,5	9	90,00%
<b>Control de cada actuador con seguridad</b>	0 a 10	8	8,5	7,25	79,17%
<b>Maniobrabilidad de procesos</b>	0 a 10	9	9,25	9	90,83%
<b>Comprobación de funcionamiento de cada actuador</b>	0 a 10	9,5	9,5	9,5	95,00%
<b>Monitorización desde fuera de la planta</b>	0 a 10	9	9,5	9,5	93,33%
<b>Control de producción diaria</b>	0 a 10	9,5	8,25	8,25	86,67%
<b>Control en forma remota</b>	0 a 10	9	9,5	9,5	93,33%
<b>Fiabilidad de secuencias</b>	0 a 10	10	10	10	100,00%
<b>Cambios en la secuencia</b>	0 a 10	4	5,5	4	45,00%



Tabla IV.XXIX. Resultados comparativos del sistema con el SCADA

<b>Control de operadores de la maquinaria</b>	0 a 10	10	10	10	100,00%
<b>Supervisión de secuencias en tiempo real</b>	0 a 10	10	10	10	100,00%
<b>Apoyo rápido ante problemas</b>	0 a 10	7	8	6,5	71,67%
<b>Necesidad de equipos complementarios del PLC</b>	0 a 10	8,25	7	9	80,83%

Donde 0 es la inexistencia del ítem y 10 la máxima eficiencia

Fuente.- Autores

## CONCLUSIONES

1. El sistema SCADA implementado dio excelentes resultados, es una herramienta ágil y robusta que mejora la seguridad de los operadores en un 70%, aumentando la producción de planchas de fibro-cemento en un 25%, estos datos fueron comprobados en base a estudios realizados mediante muestras recogidas y por medio de herramientas estadísticas como varianzas, dispersión, y t de student, también se comprobó en forma práctica que el manejo de los procesos de corte y formación son más cómodos, ya que al centralizar las activaciones en un solo lugar, permite responder con mayor rapidez y más seguridad ante cualquier eventualidad.
2. La red industrial permite leer y escribir información tanto en los PLC's como en la PC, todo por medio de la conexión Modbus Ethernet y las memorias configuradas previamente en los dos dispositivos.
3. La interfaz diseñada tanto para el monitoreo y usuarios, se la realizó de manera que sea amigable e intuitiva, para que los operadores pudiesen saber exactamente que hace cada botón y para qué sirve cada pantalla. Además con la capacitación y el manual de usuario, los encargados de las máquinas saben qué hacer en caso de cualquier imprevisto. Por otro lado, la asignación de usuarios, permite tener seguridad al momento de utilizar el sistema, de esta forma se logró controlar la activación de uno u otro proceso o subproceso.
4. Los reportes de producción, son una de las herramientas más útiles que genera el sistema SCADA, ya que ofrecen la posibilidad de saber: el tipo de lámina, el espesor, la cantidad, el personal encargado, el día y la hora de la producción, permite que la empresa lleve un mejor conteo de láminas además de saber los turnos y días de mayor producción. La presentación en formato Excel, y el envío

automático a un correo mail ofrece mayor comodidad, a la hora de tratar con esta información.

5. Se demostró que la hipótesis planteada, es verdadera en base a los correspondientes datos arrojados en esta investigación, gracias a los estudios realizados antes y después de la implementación del sistema SCADA, se pudo constatar que el sistema optimizó la forma de controlar los procesos y subprocesos en un 63%, cumpliendo además con requerimientos solicitados por los departamentos de Producción y Mantenimiento de la empresa TUBASEC C.A.

## RECOMENDACIONES

1. Para que el sistema SCADA pueda comunicarse, es decir transmitir y recibir datos, es necesario configurar la misma pasarela tanto en los PLC como en el OPC, además las direcciones IP deberán estar en la misma clase, con su respectiva máscara y la puerta de enlace deberá ser la misma.
2. Para pulsar el botón INICIO de cualquiera de los procesos, es necesario previamente haber pulsado el botón RESET para que el programa se ponga en el paso 1 listo para empezar nuevamente.
3. Para el óptimo funcionamiento del sistema, es necesario que el encuadre de los moldes sea el correcto, haciendo que la campana de molde coincida con los mismos, si no sucede esto los cilindros bajarán más de lo debido haciendo que se descarrile el coche y golpeándose al bajar.
4. Es importante que antes de utilizar el sistema SCADA los operadores tengan un conocimiento claro del funcionamiento del mismo.

## RESUMEN

Diseño e implementación de un Sistema SCADA para supervisión, monitoreo y control de los procesos de corte y formación de planchas de fibro-cemento de la empresa TUBASEC C.A., empresa localizada en Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador. La finalidad es controlar cada uno de los subprocesos y visualizar los procesos en una sola estación de trabajo.

Se utilizó el método experimental para poder determinar el mejor funcionamiento y la mejor representación de cada tarea a comandar y visualizar. Para implementar el sistema se utilizó el software Industrial LabVIEW; y adecuando la programación de cada uno de los Controladores Lógicos Programables, se ha implementado una red industrial Modbus Ethernet, permitiendo interactuar al Sistema de Adquisición de Datos y Control Supervisor con las máquinas de forma segura. NI OPC Servers, es el OLE para Control de Procesos (OPC) que comunica el SCADA con los PLC's. El control de los subprocesos se lo ha realizado mediante accionamientos virtuales. Además el sistema tiene la capacidad de realizar históricos diarios de producción con datos como longitud, espesor y tipo de lámina, datos que serán utilizados a nivel de gerencia.

Se ha empleado los conceptos estadísticos de varianza, dispersión y la prueba t de Student para la comprobación de hipótesis, los mismos demostraron que la seguridad aumento un 0.7 y la producción un 0.25.

La implementación del SCADA, facilitó el monitoreo de las dos máquinas de producción de EUROLIT y controló cada una de los subprocesos de una manera más segura, con mayor velocidad y mayor eficacia.

Se recomienda el mantenimiento preventivo de los componentes eléctricos de las máquinas y sensores para tener un óptimo funcionamiento.

## SUMMARY

Design and implementation of a Supervisory Control and Data Acquisition system (SCADA) for supervision, monitoring and control for the cutting processes and formation of fiber-cement sheets in the company TUBASEC CA, located in Riobamba, Chimborazo Province, Ecuador. The objective is to control each one of the subprocesses and display processes in a single workstation.

The experimental method was used to determine the best performance and the best representation of each task to command and display. The Lab VIEW industrial software was used; and adapting programming of each one of the Programmable Logic Controllers, an industrial Modbus Ethernet network was implemented which allow Supervisory Control and Data Acquisition system safety interaction with the machines. National Instrument (NI) Objects Linking and Embedding Control Processes Servers (OPC) are the Objects Linking and Embedding to Processes Control (OPC) which communicate the SCADA with the PLC's. The subprocesses control has been performed through virtual drives. The system also has the ability to perform daily production with historical data such as length, thickness and type of film, data to be used at the management level.

Statistics concepts of variance has been employed, dispersion and T-student test for hypothesis testing which demonstrate that the safety increased by 0.7 and production 0.25.

SCADA implementation facilitated both EUROLIT production machines monitoring and controlled each one of the subprocesses safer, faster and more effectively.

Preventive maintenance is recommended for the machine electronic components and sensors for optimal performance.

## **ANEXO 1.- Manual de Usuario**

## **INTRODUCCIÓN**

Un sistema SCADA, permite supervisar y controlar, las distintas variables que se encuentran en un proceso o planta determinada. Para ello se deben utilizar distintos periféricos, software de aplicación, unidades remotas, sistemas de comunicación, etc., los cuales permiten al operador mediante la visualización en una pantalla de un computador, tener el completo acceso al proceso.

SCADA EUROLIT es una herramienta de apoyo al manejo para los procesos de corte y formación de planchas de eurolit. Puede monitorear y controlar los procesos antes mencionados, reportando históricos diarios de la producción, así como brindar un soporte completo al momento de realizar cualquier tipo de mantenimiento, por otro lado mejora la seguridad del usuario de la maquinaria, y brinda un control centralizado de los procesos en una interfaz amigable e intuitiva.

## **GENERALIDADES**

El proyecto SCADA, busca integrar de mejor forma una maquinaria existente con un nuevo tipo de control manejo y supervisión, también pule ciertas partes de programación de la misma, establece mediante una comunicación Ethernet entre una PC con los PLC's de corte y formación, esto por medio de un protocolo Modbus y un switch industrial para así optimizar los recursos de red, también otorga por medio de su interfaz, una monitorización y un manejo más seguro con mayor rapidez de cada uno de los procesos y subprocesos, por otra parte la capacidad de emitir reportes de producción diaria permite llevar una cuenta más exacta de la cantidad de laminas existen en stock, así como saber el tipo de lamina, el espesor y la longitud de la misma, esto en formato Excel, y enviado automáticamente a un correo mail del departamento de producción.

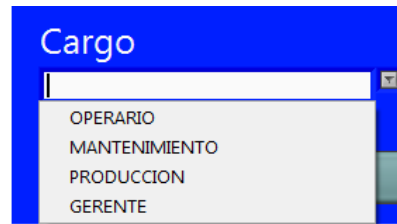


## SEGURIDADES

El sistema es capaz de realizar un control de ingreso para el manejo teniendo diferentes tipos de usuarios así como un súper-usuario, con cada uno de los tipos de usuario se tiene diferentes niveles de control, y manejo.

### Niveles de acceso

Existen cuatro niveles de accesos que están relacionados directamente con el cargo, al hacer clic en la flecha derecha de Cargo se desplegara el siguiente menú:



En el que se seleccionará el tipo de cargo que se le fue asignado.

Para ingresar se deberá llenar obligatoriamente los tres campos y luego se pulsara el botón ingresar.

### Tablas de usuarios

Los usuarios ingresados mediante el programa se guardarán en un archivo de texto, el formato será el siguiente.

NOMBRE	CLAVE	CARGO
Oswaldo	245323	MANTENIMIENTO
Iván	123456	PRODUCCIÓN
Gustavo	00001	GERENTE

Marcelo	00002	OPERARIO
---------	-------	----------

### **Tipos de seguridades**

Para seguridad del sistema se asignó diversos permisos a los tipos de usuarios descritos anteriormente es así que:

#### **PESTAÑA MONITOREO**

	<b>MANTENIMIEN O</b>	<b>PRODUCCIÓ N</b>	<b>GERENTE</b>	<b>OPERARI O</b>
<b>MONITOREO</b>	X	X	X	X
<b>BOTONES INICIO</b>	X	-	-	X
<b>BOTONES STOP</b>	X	-	-	X
<b>BOTONES RESET</b>	X	-	-	X
<b>GRAFNET</b>	X	-	-	X
<b>CAMARA</b>	X	-	X	-

#### **PESTAÑA MANTENIMIENTO**

	<b>MANTENIMIEN O</b>	<b>PRODUCCIÓ N</b>	<b>GERENTE</b>	<b>OPERARI O</b>
<b>BOTON ACTIVAR</b>	X	-	-	X

#### **PESTAÑA REPORTES**

	<b>MANTENIMIEN O</b>	<b>PRODUCCIÓ N</b>	<b>GERENTE</b>	<b>OPERARI O</b>
<b>ACTUALIZAR</b>	X	X	X	X
<b>HORA DE ENVIO</b>	X	X	X	X
<b>ENVIAR REPORTE</b>	X	X	X	X
<b>ABRIR ARCHIVO</b>	X	X	X	X

### PESTAÑA USUARIOS

	MANTENIMIENT O	PRODUCCIÓ N	GERENTE	OPERARI O
<b>NUEVOS</b>	X	X	X	X
<b>EXISTENTES</b>	X	X	X	X
<b>INGRESAR</b>	X	-	-	-

### PESTAÑA AYUDA

	MANTENIMIENT O	PRODUCCIÓ N	GERENTE	OPERARI O
<b>ABRIR PDF</b>	X	X	X	X

### PANTALLA DE INGRESO

La pantalla de ingreso será la primera en aparecer cuando se acceda al programa, esta pantalla será la que deje o no ingresar a los diferentes usuarios, la misma dispone de espacios en blanco en los que el operador del sistema deberá llenarlos para acceder a la siguiente pantalla.

CONTROL DE USUARIOS

TUBASEC C.A.

Nombre

Clave

Cargo

INGRESAR SALIR

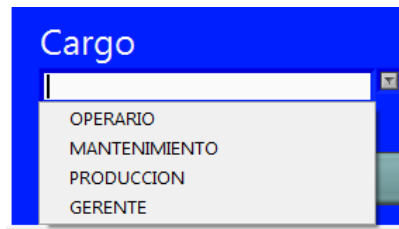
NOMBRE DEL USUARIO

CLAVE DEL USUARIO

CARGO DEL USUARIO

- a) **NOMBRE DEL USUARIO:** El nombre del usuario que se ingresará, deberá constar previamente en los archivos de usuarios, estos serán ingresados por los creadores del sistema o por el encargado de mantenimiento TUBASEC.
- b) **CLAVE DEL USUARIO:** La clave del usuario que se ingresará, deberá constar previamente en los archivos de usuarios, estos serán ingresados por los creadores del sistema o por el encargado de mantenimiento TUBASEC.
- c) **CARGO:** Existen tres categorías o tipos de usuarios: OPERARIO, MANTENIMIENTO, PRODUCCIÓN y GERENTE, que al igual que en los dos casos anteriores, deberá constar previamente en los archivos de usuarios, estos serán ingresados por los creadores del sistema o por el encargado de mantenimiento TUBASEC.

Al hacer clic en la flecha derecha de Cargo se desplegara el siguiente menú:

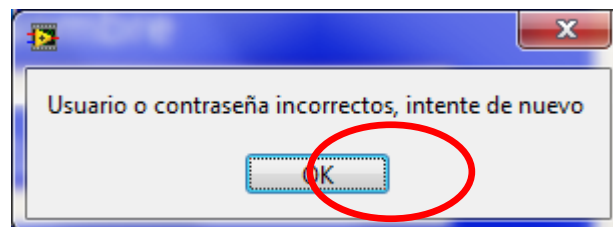


En el que se seleccionará el tipo de cargo ingresado.

Para ingresar se deberá llenar obligatoriamente los tres campos y luego se pulsara el botón ingresar.



Cuando no coincide el nombre, la clave o el cargo ingresados en la pantalla de inicio, con los datos ingresados en el archivo, no tendrá acceso a la siguiente pantalla, y le saldrá el siguiente mensaje.



Luego de presionar OK ingresaremos nuevamente los datos correctos y pulsaremos INGRESAR, en caso de que se desea salir del sistema deberemos dar clic en salir.



CONTROL DE USUARIOS

TUBASEC C.A.

Nombre

Clave

Cargo

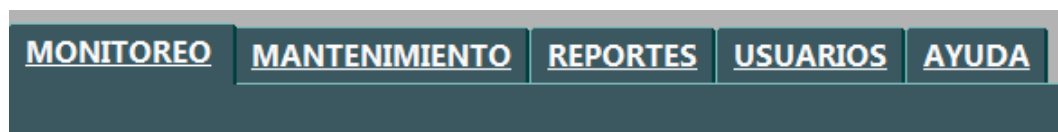
INGRESAR SALIR

## PANTALLA PRINCIPAL

La pantalla principal consta de las siguientes pestañas:

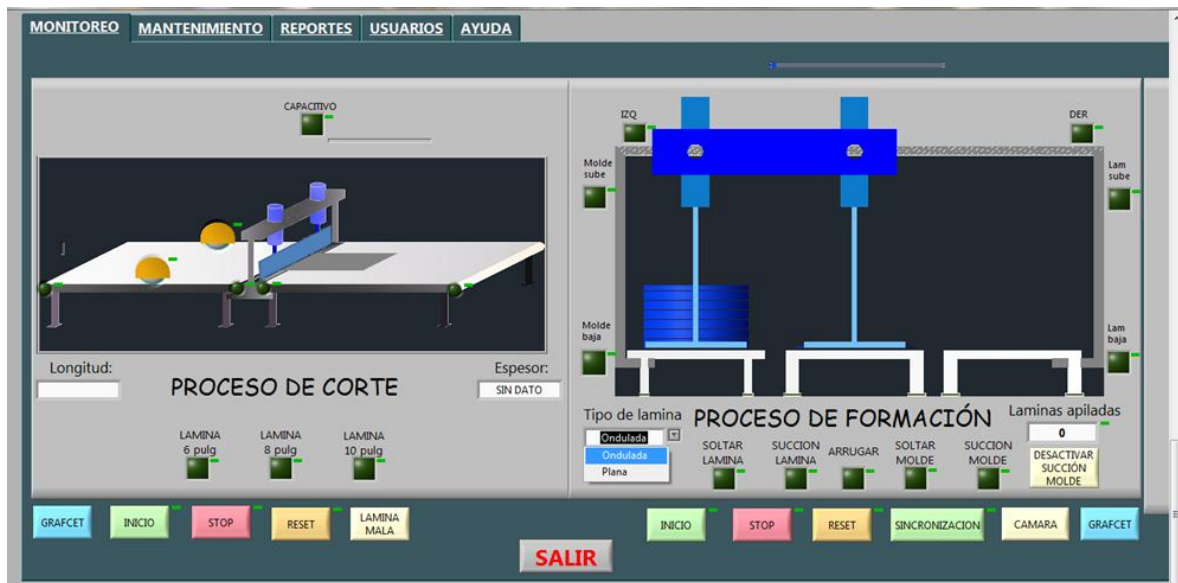
- Monitoreo
- Mantenimiento
- Reportes
- Usuarios
- Ayuda

A los cuales se podrá acceder dando un clic sobre cualquiera de las pestañas.



## MONITOREO

En la pantalla de monitoreo, como su nombre lo indica, podremos monitorizar los sistemas de corte y formación de planchas de EUROLIT, además tener el control de los mismos.



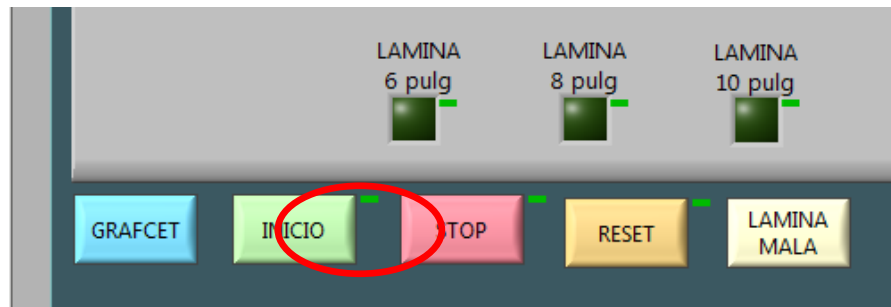
El MONITOREO se ha dividido en dos apartados: Proceso Corte y Proceso Formación.

## PROCESO DE CORTE

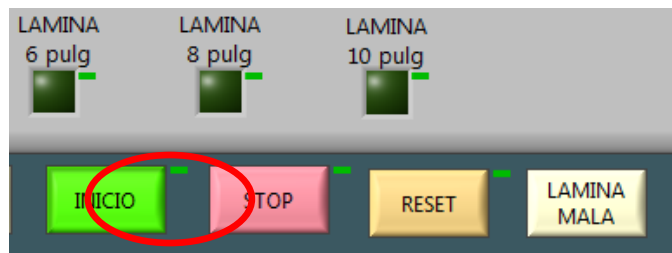
El proceso de corte se encuentra al lado izquierdo de nuestra pantalla



Consta de 4 botones principales que remplazarán la función física de los mismos, INICIO, STOP, RESET, LAMINA MALA como se puede observar en la figura.

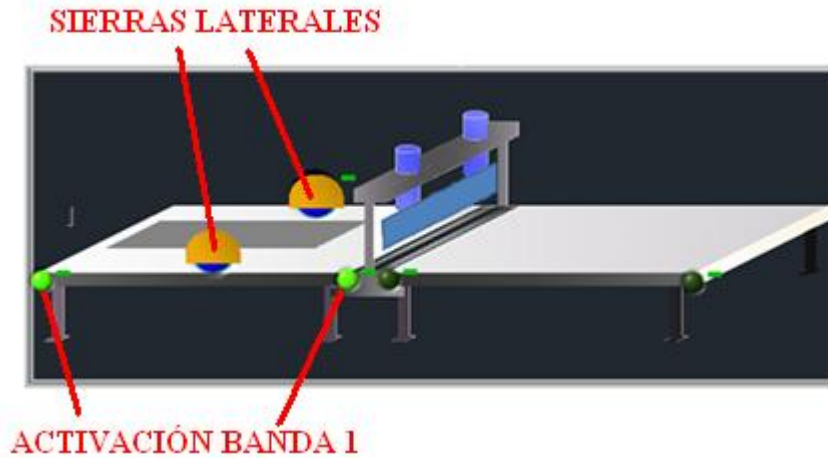


a) Cuando pulsamos el botón INICIO el proceso de corte, iniciará encendiéndose las sierras laterales y la banda 1, cuando el botón sea pulsado este cambiará de tonalidad adquiriendo un color verde oscuro y regresará a su color original luego de retirar el pulso del mismo.





En el gráfico de monitoreo la representación de las sierras laterales adquirirá un color azul, además se encenderán los indicadores de la banda en un color verde y se desplazara una lámina desde el inicio de corte hasta llegar a la guillotina.



b) Cuando pulsamos el botón STOP el proceso de corte se detendrá, apagando todo lo que este activado del proceso de corte, cuando el botón sea pulsado este cambiará de tonalidad adquiriendo un color rojo más intenso y regresara a su color original luego de retirar el pulso del mismo.



c) Cuando pulsamos el botón RESET el proceso de corte se detendrá y hará que el programa del PLC de corte se ponga en el primer paso listo para pulsar inicio nuevamente, cuando el botón sea pulsado este cambiara de tonalidad adquiriendo un color naranja más oscuro y regresara a su color original luego de retirar el pulso del mismo.



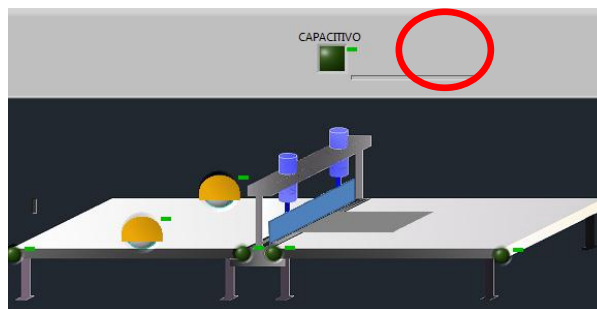


Para activar los pulsadores antes descritos no es necesario que se mantenga el pulso basta solo con un clic.

d) Cuando pulsamos el botón LÁMINA MALA se activarán las dos bandas y hará que la lámina salga sin ser cortada por la guillotina ni formada en el proceso de Formación, este botón deberá ser desactivado en el instante que la lámina con falla salga del proceso dando nuevamente un clic sobre dicho botón, el color de activación cambiará cuando sea activado a un amarillo intenso.



e) En la parte superior del gráfico de corte se encuentra un indicador visual que representa al sensor capacitivo, este se activará cada vez que el sensor físico detecte una lámina.

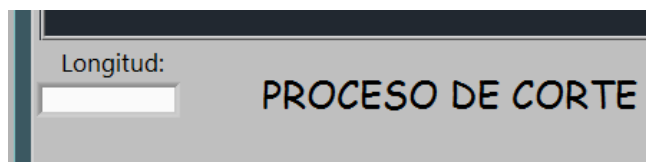


f) En la parte inferior del gráfico de corte se encuentra tres indicadores visuales que representan la longitud de la lámina, estos se deben preseleccionar con el selector ubicado en el tablero pequeño de corte, estos se activarán según la selección del sector puede ser de 6", 8" y 10".

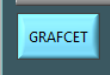

Los indicadores cuando estén seleccionados se pondrán en amarillo.

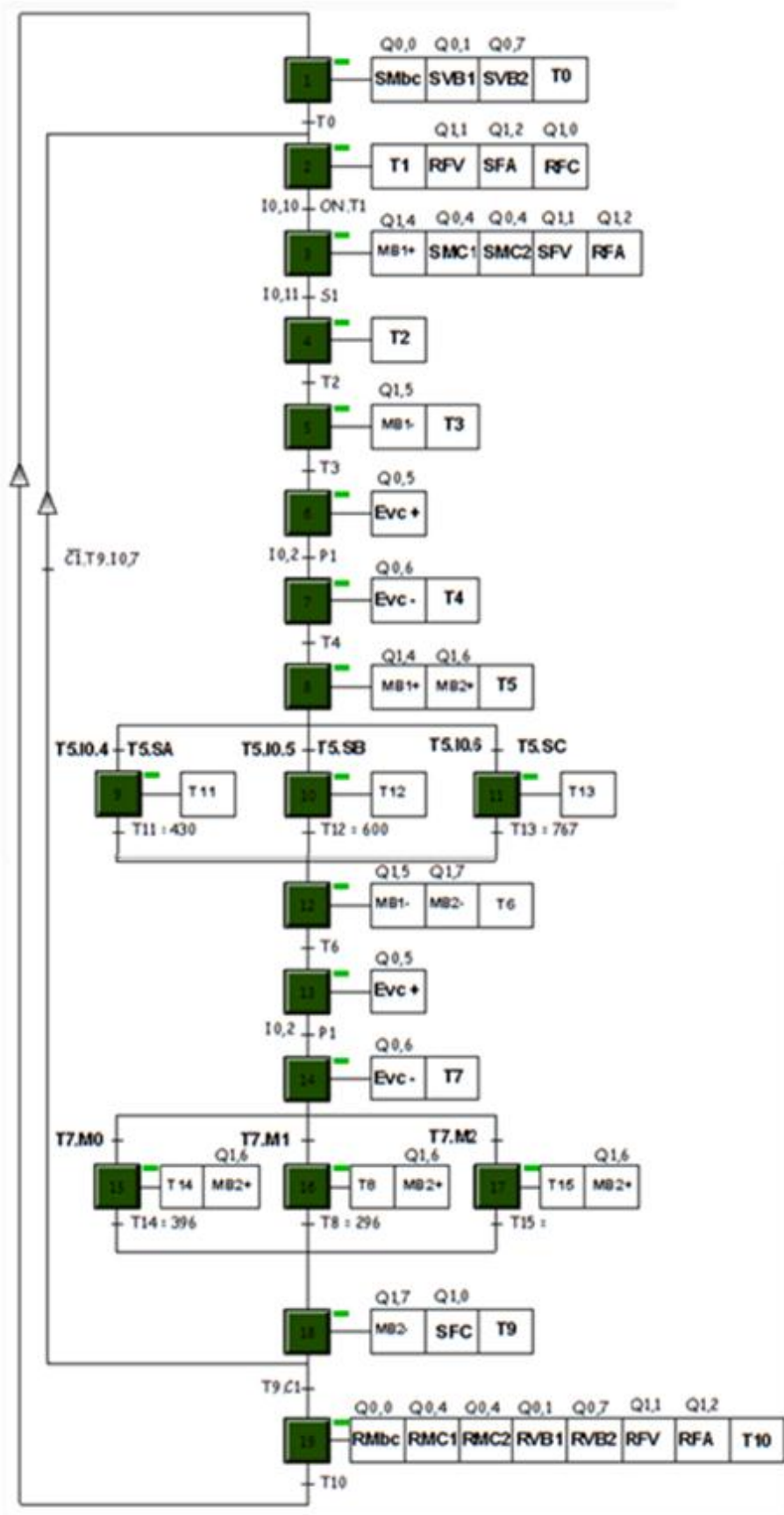


Además se guardará el dato en forma numérica en el visualizador llamado LONGITUD, enviándose este dato a almacenar en los reportes.



### **GRAF CET CORTE**

Cuando se pulse el botón  en el lado de formación se direccionará a otra pantalla en la que se podrá visualizar el Grafcet del PLC de corte mientras está funcionando y se encenderán focos de color verde según el paso en que se encuentre el programa. Para abandonar esta pantalla se la deberá cerrar mediante una el siguiente botón  ubicado en la parte superior izquierda.

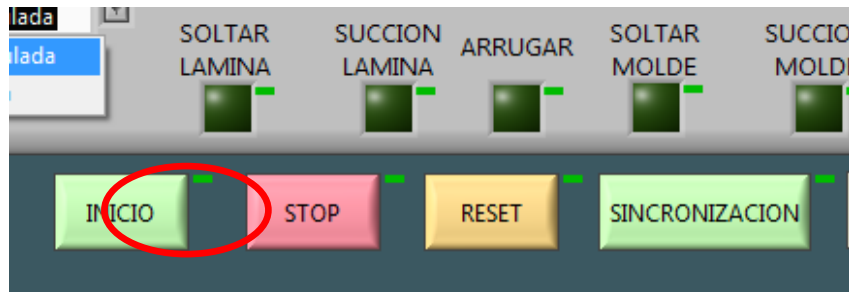


## PROCESO DE FORMACIÓN

El proceso de Formación se encuentra al lado derecho de nuestra pantalla



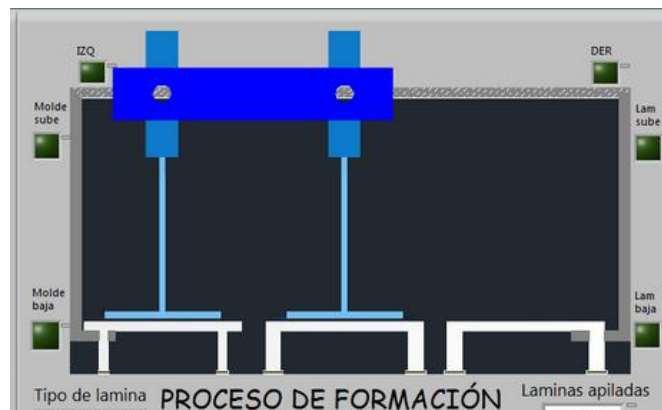
Consta de 4 botones principales que remplazaran la función física de los mismos, INICIO, STOP, RESET y SINCRONIZACIÓN como se puede observar en la figura anterior.



a) Cuando pulsamos el botón INICIO el proceso de Formación, iniciará encendiéndose cumpliendo las condiciones iniciales, cuando el botón sea pulsado este cambiará de tonalidad adquiriendo un color verde oscuro y regresara a su color original luego de retirar el pulso del mismo.



En el gráfico de monitoreo, la representación de los sensores se encenderán según se active físicamente cada sensor, simulando la bajada de los cilindros y el movimiento del coche.



b) Cuando pulsamos el botón STOP el proceso de Formación se detendrá, apagando todo lo que este activado del proceso de Formación, cuando el botón sea pulsado este cambiará de tonalidad adquiriendo un color rojo más intenso y regresara a su color original luego de retirar el pulso del mismo.



c) Cuando pulsamos el botón RESET el proceso de Formación se detendrá y hará que si en ese momento estén bajando los cilindros suban automáticamente, además, el programa

del PLC de Formación se pondrá en el primer paso listo para pulsar inicio nuevamente, cuando el botón sea pulsado este cambiara de tonalidad adquiriendo un color naranja más oscuro y regresara a su color original luego de retirar el pulso del mismo.



d) Cuando pulsamos el botón SINCRONIZACION se simula el pulso de llegada de lámina para que EL PROCESO DE Formación continúe, cuando el botón sea pulsado este cambiará de tonalidad adquiriendo un color verde oscuro y regresara a su color original luego de retirar el pulso del mismo.

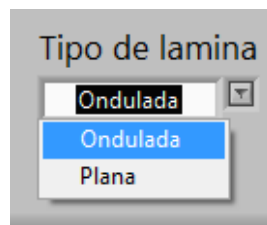


Para activar los pulsadores antes descritos no es necesario que se mantenga el pulso basta solo con un clic.

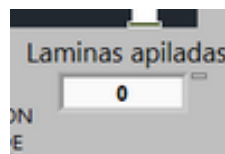
e) Otros de los indicadores ubicados en el proceso de formación son los de: SOLTAR LÁMINA, SUCCIÓN LÁMINA, ARRUGAR, SOLTAR MOLDE Y SUCCIÓN MOLDE, que se activarán con las órdenes del PLC formación, estos tomarán un color amarillo cuando estén activados.



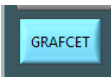
f) El tipo de lámina que se esté fabricando en ese momento podrá ser seleccionado mediante la siguiente pantalla teniendo como opciones lámina ONDULADA o PLANA. Esta preseleccionada lámina ONDULADA ya que por el momento solo se fabrica se ese tipo.



Además se obtendrá el número de láminas apiladas en el siguiente visualizador dato que será almacenado en los reportes.



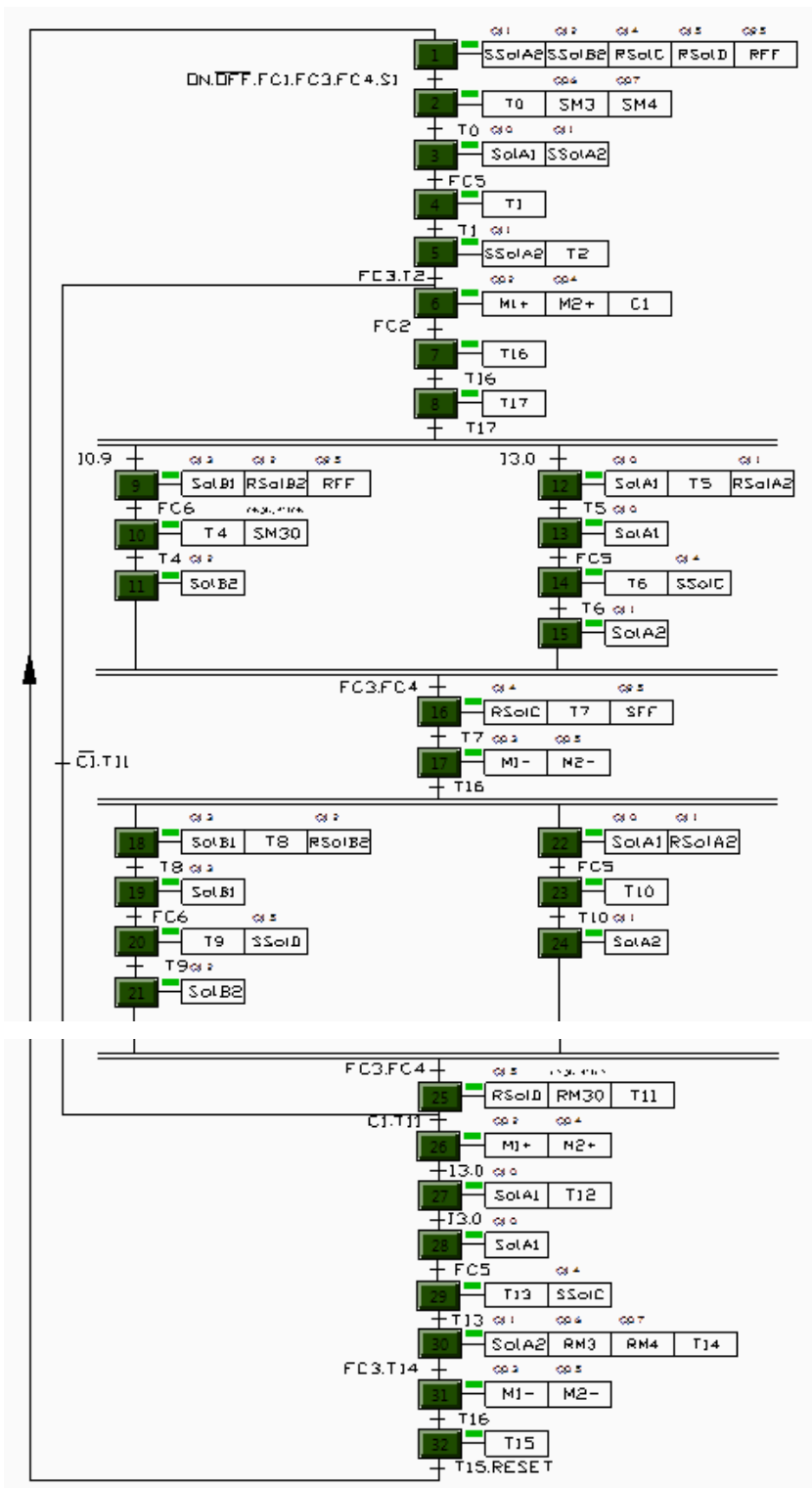
### **GRAF CET FORMACIÓN**

Cuando se pulse el botón  ubicado en el lado de formación, se direccionará a otra pantalla en la que se podrá visualizar el Grafcet del PLC de Formación mientras está funcionando y se encenderán focos de color verde según el paso en que se encuentre el programa. Para abandonar esta pantalla se la deberá cerrar mediante una el siguiente botón

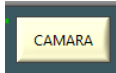


ubicado en la parte superior izquierda.

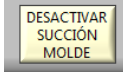




## CÁMARA

Al activar el botón  se direccionara a otra ventana en la que se podrá visualizar el proceso mediante una webcam y para salir de esta pantalla se deberá mantener presionado el botón APAGAR CÁMARA.

## DESACTIVAR SUCCIÓN MOLDE


Al activar el botón  la succión del molde se desactivara y se podrá evitar que otro molde pase al apilamiento de láminas y molde.

## MANTENIMIENTO


La pantalla mantenimiento consta de dos partes: Mantenimiento Corte y Mantenimiento Formación.



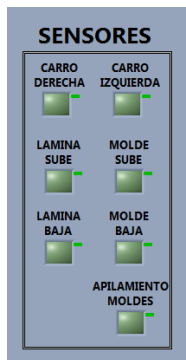
## MANTENIMIENTO FORMACIÓN


Para que Mantenimiento Formación se habilite es necesario pulsar el botón , esto hará que se desactive el funcionamiento automático del programa y entre en funcionamiento manual, en el cual se podrá controlar de forma independiente cada una de las activaciones o subprocesos.




Para que se activen cada uno de estos es necesarios mantener el pulso en cada botón, cabe recalcar que estos también funcionan al igual que en forma automática, ya que se detendrán los procesos cuando el sensor respectivo se active, esto en el caso del coche derecha e izquierda y activando el siguiente botón  funcionaran de similar forma los cilindros.

Al lado derecho de la pantalla mantenimiento formación se encuentran los indicadores de los sensores que se activaran según funcionamiento físico.



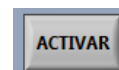
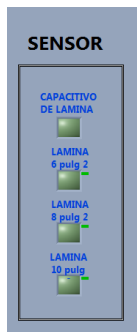
Para poder entrar a trabajo automático es necesario desactivar el botón  o a su vez presionar el botón RESET ubicado en la pantalla monitoreo o en el tablero principal de Formación.

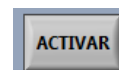
## MANTENIMIENTO CORTE

Para que Mantenimiento Corte se habilite es necesario pulsar el botón , esto hará que se desactive el funcionamiento automático del programa y entre en funcionamiento manual, en el cual se podrá controlar de forma independiente cada una de las activaciones o subprocesos.



Para activar los botones centralina, Variador 1 y Variador 2 es necesario solo un pulso, y para desactivar otro pulso en el mismo botón, para activar banda 1 y banda 2 se deberá pulsar el botón banda 1, o banda 2 y para desactivar las bandas se deberá pulsar STOP BANDA (1 o 2) los demás deberán mantener el pulso para su funcionamiento. Al lado derecho de la pantalla mantenimiento corte se encuentran los indicadores de los sensores que se activaran según funcionamiento físico.

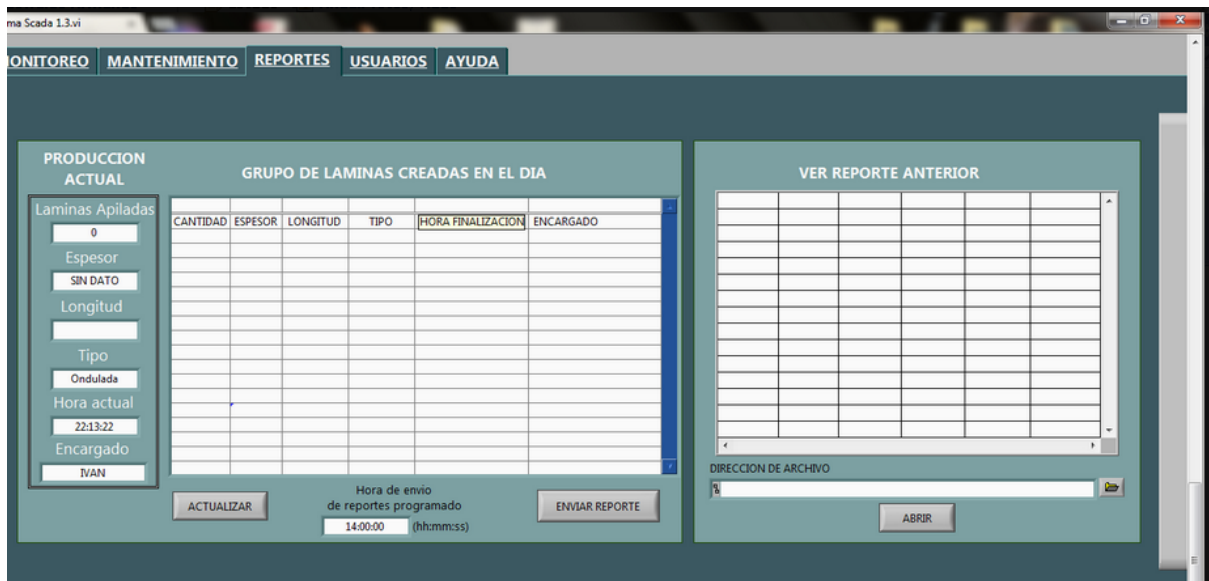


Para poder entrar a trabajo automático es necesario desactivar el botón  o a su vez presionar el botón RESET ubicado en la pantalla monitoreo o en el tablero principal de Corte.

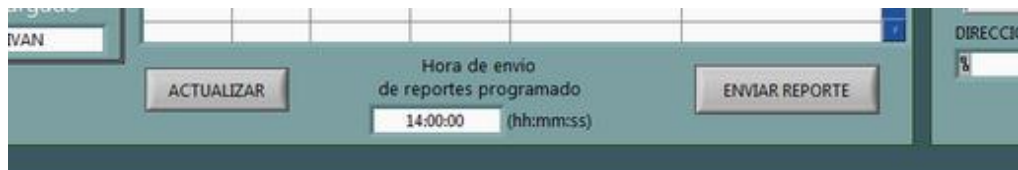
## REPORTES


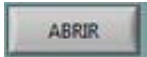
La pantalla reportes recoge algunos datos de importancia para la empresa como: LÁMINAS APILADAS, ESPESOR, LONGITUD, TIPO, HORA ACTUAL y NOMBRE de la persona que ingreso al programa.

Estos datos son guardados en un archivo de EXCEL obteniendo así reportes diarios de producción, esta tabla se irá llenado con los datos ya mencionados cada que el contador de láminas sea igual a 25.



En el cuadro Hora de envío, será una hora programada por el trabajador o la persona que esté produciendo para que el archivo de reporte se envía automáticamente al encargado de producción mediante un correo electrónico, el formato de ingreso de la hora es HORA:MINUTOS:SEGUNDOS, o simplemente el operador deberá pulsar el botón enviar reporte para que se realice el envío. El botón actualizar hará que se actualice la tabla.



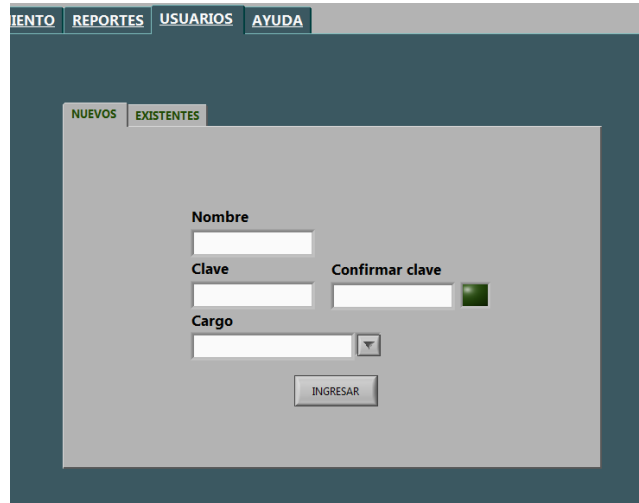
En la segunda tabla podremos visualizar cualquiera de los reportes de Excel buscando el archivo mediante un clic sobre  y presionando el botón  ubicado en la parte inferior de la tabla.

## USUARIOS

La pantalla usuarios consta de dos partes: NUEVOS y EXISTENTES.

## USUARIOS NUEVOS

En esta pantalla podremos ingresar nuevos usuarios a nuestro sistema, ingresando un NOMBRE, CLAVE y CARGO, cada vez que se lo requiera.

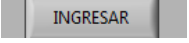


The screenshot shows a web application interface with a dark blue header containing navigation tabs: 'BIENVENIDA', 'REPORTES', 'USUARIOS', and 'AYUDA'. Below the header, there are two sub-tabs: 'NUEVOS' (selected) and 'EXISTENTES'. The main content area is a light gray form with the following fields: 'Nombre' (text input), 'Clave' (text input), 'Confirmar clave' (text input with a green eye icon for visibility toggle), and 'Cargo' (dropdown menu). A 'INGRESAR' button is located at the bottom of the form.

El nombre a ingresar es una línea seguida de varios caracteres.

La clave que se ingresara deberá ser una línea seguida de varios caracteres, teniendo que volver a escribir la clave en el casillero confirmar clave, cuando las dos sean iguales se encenderá el visualizador ubicado a la derecha.

El cargo se escogerá según la actividad que desempeñe cada trabajador en la empresa.

Cuando los datos estén correctamente ingresados deberemos pulsar el botón  y el usuario nuevo se habrá creado.

## USUARIOS EXISTENTES

Esta pantalla sirve para modificar usuarios ya existentes

REPORTES USUARIOS AYUDA

NUEVOS EXISTENTES

MODIFICAR DATOS

Nombre Clave Anterior

Nueva Clave Confirmar Nueva Clave

Nuevo Cargo

INGRESAR

OPERARIOS REGISTRADOS

- IVAN-MANTENIMIENTO
- GUSTAVO-MANTENIMIENTO
- MARIO-MANTENIMIENTO
- OSWALDO-MANTENIMIENTO
- CUCUS-OPERARIO
- CRISTIAN-OPERARIO
- SASSY-CONTABILIDAD
- SASKE-OPERARIO
- HINATA-CONTABILIDAD
- NENA-CONTABILIDAD
- PAULY-MANTENIMIENTO
- CALIN-MANTENIMIENTO
- GUSTAVO-MANTENIMIENTO
- KATHY-CONTABILIDAD
- MAYRITA-CONTABILIDAD

Aquí se deberá ingresar el NOMBRE y CLAVE anteriores cuando este correcto se encenderá el visualizador verde de la parte superior.

En la Parte inferior de la pantalla se debe ingresar la nueva clave esta será que ser confirmada, cuando las dos coincidan se encenderá nuevamente el otro indicado y se seleccionara el nuevo cargo.

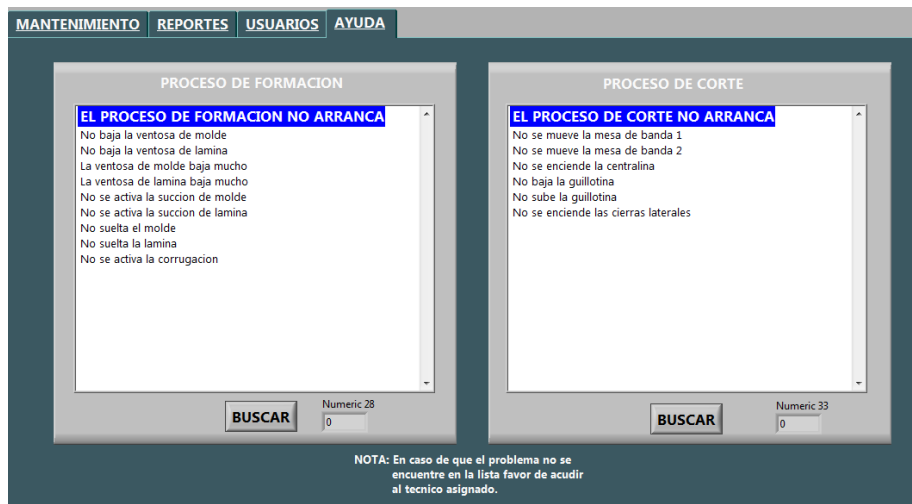
Cuando cumpla con todos los requisitos expuestos presionara el botón ingresar para que se modifiquen los datos.

## AYUDA

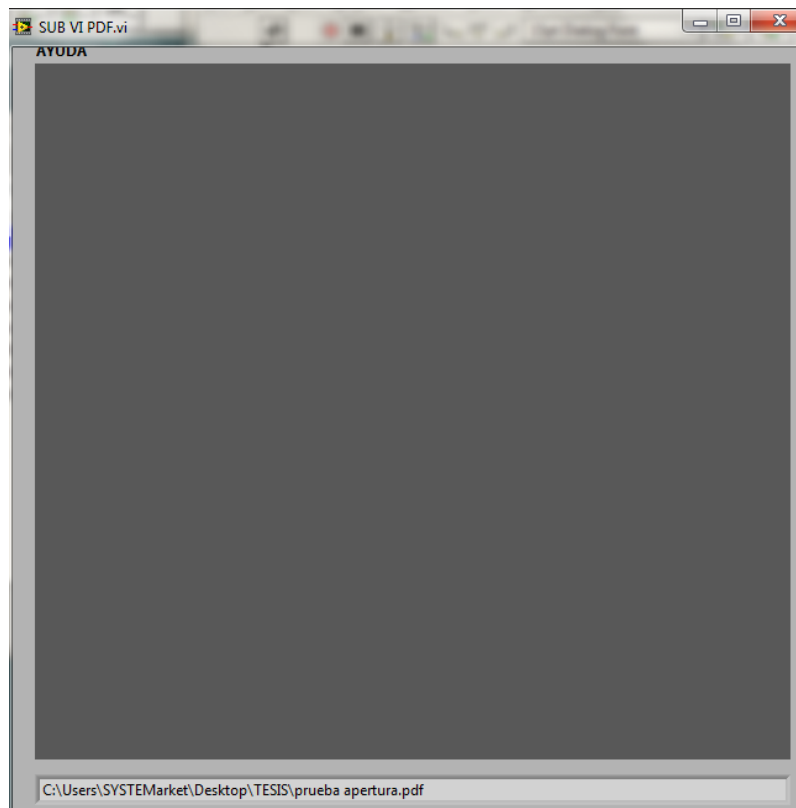
La pantalla ayuda consta de una lista de posibles problemas y posibles soluciones de los mismos.

Se puede acceder a ellos situando el indicador del mouse sobre la línea de ayuda que nos interese y presionando el botón buscar.






Cuando esto sucede se abrirá otra pantalla en la que se visualizara la ayuda como archivo PDF.

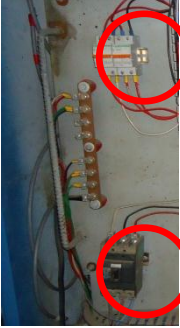
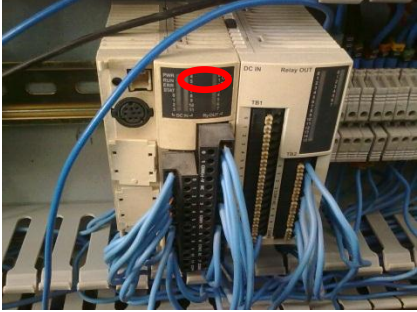



## RECOMENDACIONES

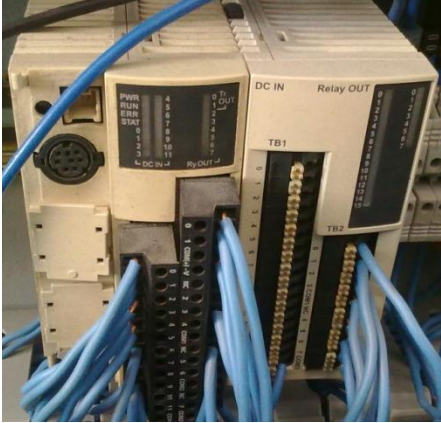


- Para que el sistema funcione en sincronización con la parte física, es necesario primero encender el computador y luego energizar los dos PLC's (corte y formación).
- Para salir del sistema se debe pulsar sobre cualquier botón  ubicado en todas las pantallas en la parte inferior de las mismas.
- Si el sistema está en funcionamiento y el computador se apaga no existirá ningún problema ya que el PLC va a seguir en funcionamiento y se deberá controlar el sistema mediante los tableros principales de CORTE y FORMACIÓN.

## **ANEXO 2.- Manual de Ayuda**

## PROCESO DE CORTE NO ARRANCA




<b>POSIBLES CAUSAS:</b>	<b>POSIBLES SOLUCIONES:</b>	<b>GRAFICOS DE UBICACIÓN:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>Falta de energía eléctrica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Encender los breakers especificados en la figura</li><li>Levantar los botones de PARO de emergencia del tablero principal y tablero de corte</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>PLC en estado STOP</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Verificar que la pantalla del PLC indique la palabra RUN y el indicador lumínico no este parpadeando</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>PLC en RUN</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Presionar el botón RESET, y cuando esté ubicado en la posición inicial presionar el botón INICIO</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>El PLC no entra en RUN</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Activar y desactivar el paro de emergencia del tablero de corte</li><li>Desactivar o activar los breakers del tablero principal de corte</li></ul>	

## NO SE ENCIENDE LA CENTRALINA



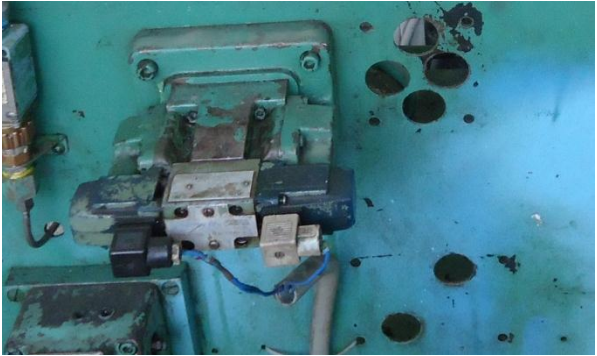
POSIBLES CAUSAS	POSIBLES SOLUCIONES	GRAFICO DE UBICACION
<ul style="list-style-type: none"><li>• PLC en modo Run</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobar que el PLC de corte este en modo RUN, esto se lo hace mirando el indicador lumínico del mismo PLC, debe permanecer encendido sin titilaciones</li></ul>	 A close-up photograph of a PLC (Programmable Logic Controller) unit. The unit is light-colored with a dark panel on the front. On the left, there are several status indicators labeled 'POWER', 'RUN', 'ERR', and 'STOP'. To the right, there are terminal blocks labeled 'DC IN' and 'Relay OUT'. Blue cables are plugged into the terminal blocks.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Relé de activación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobar que el relé #7 este bien conectado y en buen estado, en caso de no tener respuesta verificar conexiones</li></ul>	 A photograph of an electrical control rack. It contains several rows of components, including relays and contactors. The components are mounted on a metal rack, and there is a dense network of colored wires (red, blue, yellow, green) connected to them. The components are arranged in a systematic manner.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Contactor</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobar que el contactor #7 y el guardamotor estén en buen estado, y verificar las conexiones</li></ul>	 A close-up photograph of electrical contactors and relays. The components are mounted on a metal rack. There are several contactors of different sizes and colors (white, blue, grey). Wires are connected to the terminals of the contactors. The components are arranged in a systematic manner.

**• COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA CON AYUDA DEL JEFE DEL ÁREA DE CONSTRUCCION**

**NO SE ENCIENDEN LAS CIERRAS LATERALES**

<b>POSIBLES CAUSAS:</b>	<b>POSIBLES SOLUCIONES:</b>	<b>GRAFICOS DE UBICACIÓN:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pulsador de inicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presionar reset y luego inicio nuevamente</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relé de activación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que el relé #4 este bien conectado y en buen estado en caso de no tener respuesta verificar conexiones</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el contactor y guardamotor del motor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar si el contactor y guardamotor # 5 ubicado en el tablero principal de corte, está bien conectado y en buen estado además verificar sus conexiones</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>• COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA CON AYUDA DEL JEFE DE CONSTRUCCIONES</b></p>		

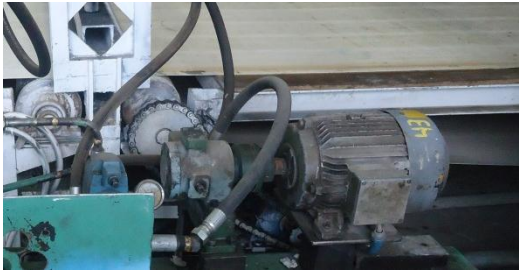

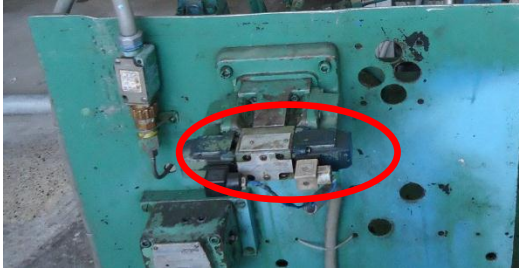
**NO BAJA LA GUILLOTINA**

<b>POSIBLES CAUSAS</b>	<b>POSIBLES SOLUCIONES</b>	<b>GRAFICO DE UBICACION</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Centralina</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobar que la centralina este activada y con la presión suficiente 40 PSI</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Relé de activación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobar que el relé #5 este bien conectado y en buen estado, en caso de no tener respuesta verificar conexiones</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Electroválvula</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobar que la electroválvula este alimentada y no bloqueada</li></ul>	

**• COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA CON AYUDA DEL JEFE DEL ÁREA DE**

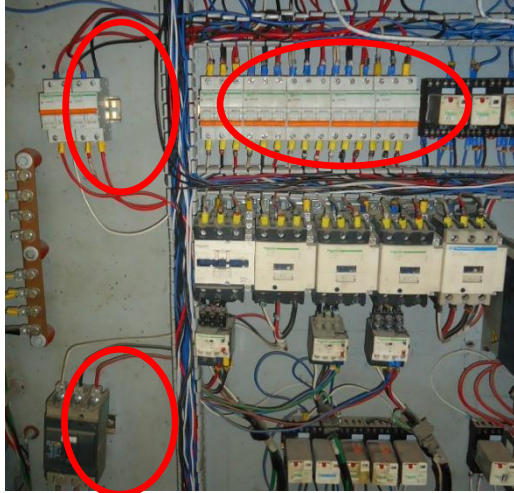


## CONSTRUCCION

### NO SUBE GUILLOTINA

POSIBLES CAUSAS:	POSIBLES SOLUCIONES:	GRAFICOS DE UBICACIÓN:
<ul style="list-style-type: none"><li>• Centralina</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobar que la centralina este activada y con la presión suficiente 40 PSI</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Relé de activación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobar que el relé #6 este bien conectado y en buen estado en caso de no tener respuesta verificar conexiones</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Electroválvula</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobar que la electroválvula este alimentada y no bloqueada</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA CON AYUDA DEL JEFE DE CONSTRUCCIONES</b></li></ul>		



**NO SE MUEVE LA MESA DE BANDA 1**

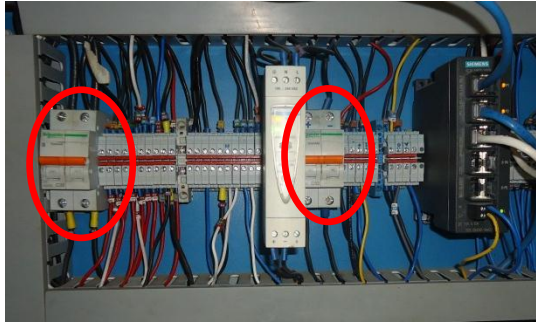
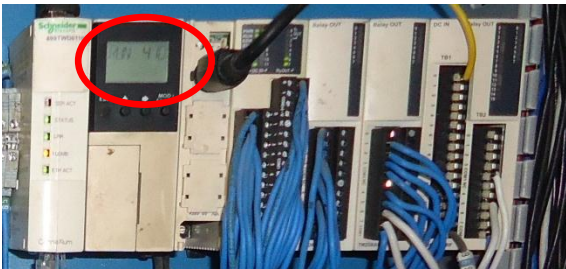
<b>POSIBLES CAUSAS</b>	<b>POSIBLES SOLUCIONES</b>	<b>GRAFICO DE UBICACION</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>Falta de energía eléctrica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Comprobar que los breakers de alimentación estén activados</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>Verificar que el variador de frecuencia este encendido</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>La pantalla del mismo presenta unas letras de color rojo si esta encendido, en caso de no hacerlo comprobar que el relé #2 este bien conectado y en buen estado</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>Verificar el relé</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Comprobar que el relé #8 está en buen estado y revisar conexiones</li></ul>	

**• COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA CON AYUDA DEL JEFE DEL ÁREA DE CONSTRUCCION**

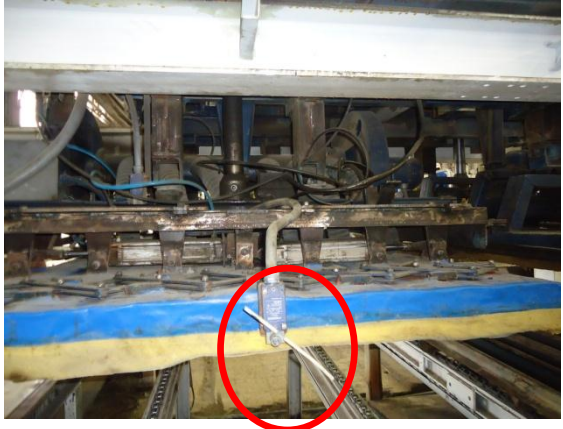
**NO SE MUEVE LA MESA DE BANDA 2**

<b>POSIBLES CAUSAS:</b>	<b>POSIBLES SOLUCIONES:</b>	<b>GRAFICOS DE UBICACIÓN:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de energía eléctrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que los breakers especificados en la figura estén activados</li> <li>• Levantar el botón de PARO del tablero principal</li> <li>• Ubicar el seleccionador de tipo de trabajo en AUTOMATICO</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que el variador de frecuencia este encendido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La pantalla del mismo presenta unas letras de color rojo si esta encendido, en caso de no hacerlo comprobar que el relé #7 este bien conectado y en buen estado</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PLC en RUN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presionar el botón RESET, y cuando esté ubicado en la posición inicial presionar el botón INICIO</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el relé y guardamotor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presionar el reset del guardamotor, y verificar el relé #10 en caso de no tener respuesta verificar conexiones</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA CON AYUDA DEL JEFE DE CONSTRUCCIONES</b></li> </ul>		

<b>PROCESO DE FORMACIÓN NO ARRANCA</b>		
<b>POSIBLES CAUSAS:</b>	<b>POSIBLES SOLUCIONES:</b>	<b>GRAFICOS DE UBICACIÓN:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de energía eléctrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encender los breakers especificados en la figura</li> <li>• Levantar el botón de PARO del tablero principal</li> <li>• Ubicar el seleccionador de tipo de trabajo en AUTOMATICO</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PLC en estado STOP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que la pantalla del PLC indique la palabra RUN</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PLC en RUN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presionar el botón RESET, y cuando esté ubicado en la posición inicial presionar el botón</li> </ul>	

	INICIO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar condiciones iniciales para que el programa empiece</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que la maquina se encuentre ubicado en el lado opuesto al tablero, con los cilindros arriba</li> </ul>	

<b>LA VENTOSA DE LÁMINA BAJA MUCHO</b>		
<b>POSIBLES CAUSAS</b>	<b>POSIBLES SOLUCIONES</b>	<b>GRAFICO DE UBICACION</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el funcionamiento del final de carrera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar de forma manual si el sensor nos arroja un cambio de estado al accionarlo, sino lo hiciese, realizar una comprobación eléctrica del cableado del sensor</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mala calibración del final de carrera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que el final de carrera al llegar al punto de contacto es capaz</li> </ul>	

	de cambiar de estado	
--	----------------------	--


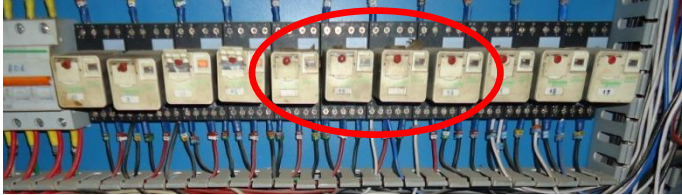
- **COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA CON AYUDA DEL JEFE DEL ÁREA DE CONSTRUCCION**


### LA VENTOSA DE MOLDE BAJA MUCHO

POSIBLES CAUSAS:	POSIBLES SOLUCIONES:	GRAFICOS DE UBICACIÓN:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el funcionamiento del final de carrera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar de forma manual si el sensor no cambia de estado al accionarlo además del cable.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el funcionamiento del sensor infrarrojo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar de forma manual si el sensor no cambia de estado al accionarlo ya que al accionarlo deberá encenderse en el sensor una luz roja</li> </ul>	

- **COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA CON AYUDA DEL JEFE DE CONSTRUCCIONES**


**NO SE ACTIVA LA CORRUGACION**

<b>POSIBLES CAUSAS</b>	<b>POSIBLES SOLUCIONES</b>	<b>GRAFICO DE UBICACION</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de presión de aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que el tanque de reserva tenga como mínimo 92 PSI</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar los relés de activación de los cilindros de apertura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar si los relés #13, #14, #15 y #16 ubicado en el lado de FORMACION están bien conectados y en buen estado</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar las electroválvulas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que las electroválvulas estén alimentadas eléctricamente y no se encuentren</li> </ul>	



	bloqueadas	
--	------------	--

- **COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA CON AYUDA DEL JEFE DEL ÁREA DE CONSTRUCCION**



**NO BAJA LA VENTOSA DE LÁMINA**


<b>POSIBLES CAUSAS</b>	<b>POSIBLES SOLUCIONES</b>	<b>GRAFICO DE UBICACION</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el funcionamiento del final de carrera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar de forma manual si el sensor nos arroja un cambio de estado al accionarlo</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mala calibración del final de carrera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que el final de carrera al llegar al punto de contacto es capaz de cambiar de estado</li> </ul>	



		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA CON AYUDA DEL JEFE DEL ÁREA DE CONSTRUCCION</b></li> </ul>		

<b>NO BAJA LA VENTOSA DE MOLDE</b>		
<b>POSIBLES CAUSAS:</b>	<b>POSIBLES SOLUCIONES:</b>	<b>GRAFICOS DE UBICACIÓN:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de presión de aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que el contenedor tenga como mínimo 80 PSI</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el selector automático-manual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para que el sistema funcione en automático el selector deberá ubicarse hasta que se encienda el indicador rojo</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el relé de activación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar si el relé de activación están bien conectado y en buen estado correspondiente al RELÉ 7 del tablero</li> </ul>	






	de formación	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar las electroválvulas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que las electroválvulas no estén bloqueadas y que tengas alimentación eléctrica</li> </ul>	
<b>COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA CON AYUDA DEL JEFE DEL ÁREA DE CONSTRUCCION</b>		

<b>NO SE ACTIVA LA SUCCION DE LÁMINA</b>		
<b>POSIBLES CAUSAS</b>	<b>POSIBLES SOLUCIONES</b>	<b>GRAFICO DE UBICACION</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que los cilindros de apertura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que las aperturas de aire estén abiertas</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el relé de activación de los motores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar si el relé #6 ubicado en el lado de FORMACION está bien conectado y</li> </ul>	


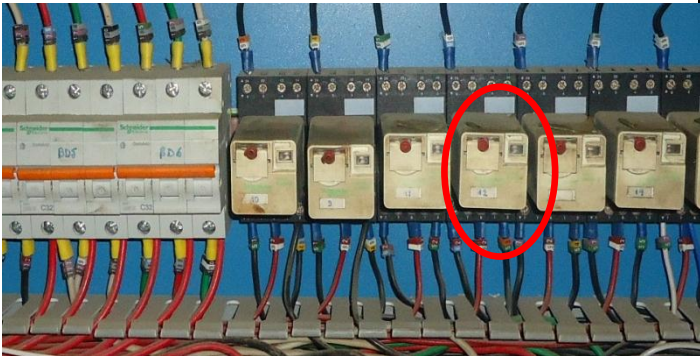

	en buen estado	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el contactor y el guardamotor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que el Contactor K6 este en buen estado, y que el guardamotor del mismo no necesite un reset, y hacerlo en caso contrario</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar medidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que las medidas de las láminas sean las correctas en largo y ancho</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA CON AYUDA DEL JEFE DEL ÁREA DE CONSTRUCCION</b></li> </ul>		

<b>NO SE ACTIVA LA SUCCIÓN DE MOLDE</b>		
<b>POSIBLES CAUSAS:</b>	<b>POSIBLES SOLUCIONES:</b>	<b>GRAFICOS DE UBICACIÓN:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el cilindros de apertura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que el cilindro de apertura este abierto</li> </ul>	


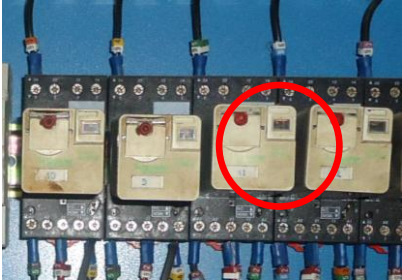
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el relé de activación de los motores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar si el relé #5 ubicado en el tablero de formación, está bien conectado y en buen estado además verificar sus conexiones</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el contactor y guardamotor del motor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar si el contactor y guardamotor #5 ubicado en el tablero de formación, está bien conectado y en buen estado además verificar sus conexiones</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA CON AYUDA DEL JEFE DE CONSTRUCCIONES</b></li> </ul>		

**NO SUELTA LA LÁMINA**

<b>POSIBLES CAUSAS</b>	<b>POSIBLES SOLUCIONES</b>	<b>GRAFICO DE UBICACION</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de presión de aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que el tanque de reserva tenga como mínimo 92 PSI</li> </ul>	

		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el relé de activación de los cilindros de apertura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar si el relé #12 ubicado en el lado de FORMACION está bien conectado y en buen estado</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar las electroválvulas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que las electroválvulas estén alimentadas eléctricamente y no se encuentren bloqueadas</li> </ul>	
<p align="center"> <b>• COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA CON AYUDA DEL JEFE DEL ÁREA DE CONSTRUCCION</b> </p>		

## NO SUELTA MOLDE

<b>POSIBLES CAUSAS:</b>	<b>POSIBLES SOLUCIONES:</b>	<b>GRAFICOS DE UBICACIÓN:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>Falta de presión de aire</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Comprobar que el tanque de reserva tenga como mínimo 92 PSI</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>Verificar el relé de activación del cilindro de apertura</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Comprobar si el relé #11 ubicado en el tablero de formación, está bien conectado y en buen estado además verificar sus conexiones</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>Verificar las electroválvulas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Comprobar que las electroválvulas estén alimentadas eléctricamente y no se encuentren bloqueadas</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li><b>COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA CON AYUDA DEL JEFE DE CONSTRUCCIONES</b></li></ul>		

## **ANEXO 3.- Programación en LabView**

## PANTALLA INGRESO DE USUARIOS

CONTROL DE USUARIOS

TUBASEC C.A.

Nombre

Clave

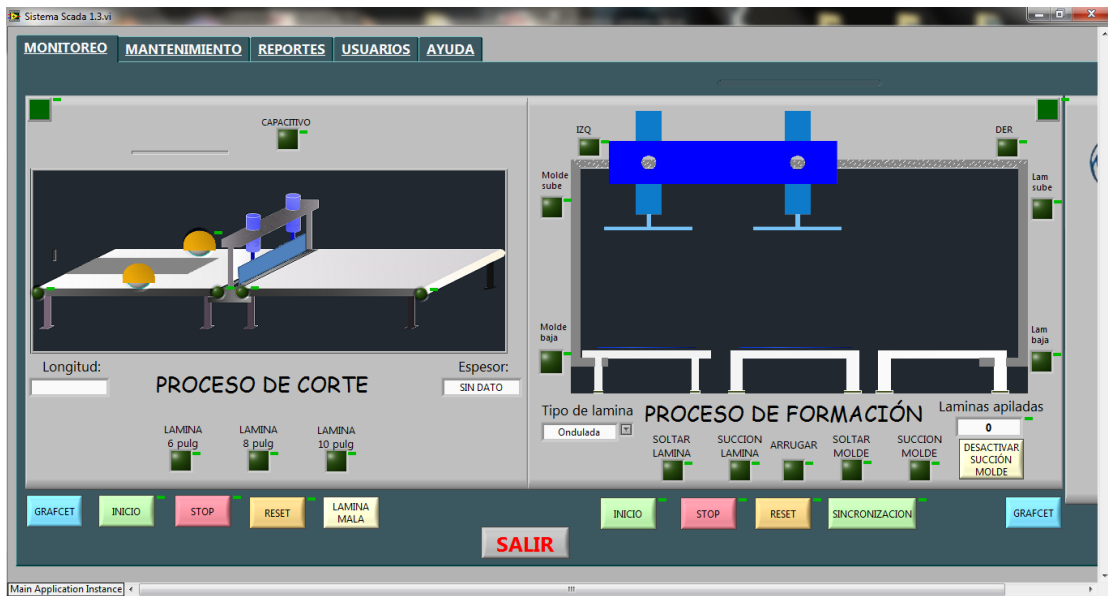
Cargo

INGRESAR SALIR

C:\Users\SYSTEMarket\Desktop\TESIS\USUARIOS.txt

Esta es la primera pantalla que se muestra al ingresar al HMI, sirve para el control de acceso de los usuarios.

## PANTALLA PRINCIPAL –PESTAÑA MONITOREO-



Al acceder a esta pantalla, se puede monitorear y controlar el sistema en tiempo real.

**PANTALLA PRINCIPAL –PESTAÑA MANTENIMIENTO, SUBPESTAÑA FORMACION-**



Esta opción nos permite controlar todos los sub-procesos de la máquina de formación.

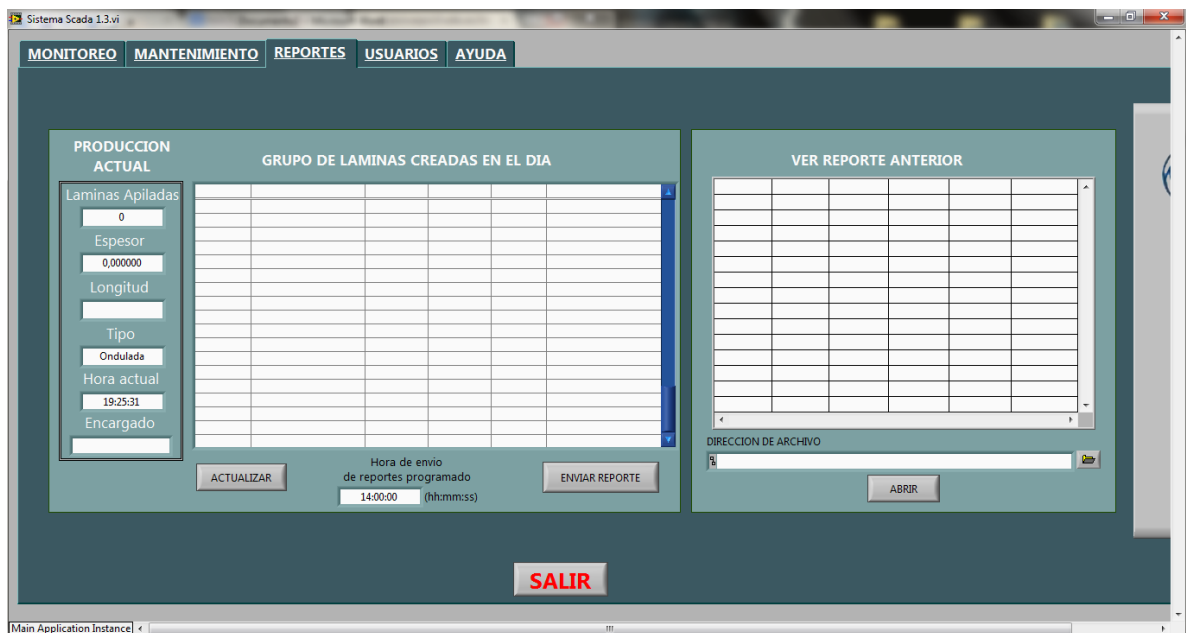
**PANTALLA PRINCIPAL –PESTAÑA MANTENIMIENTO, SUBPESTAÑA CORTE-**





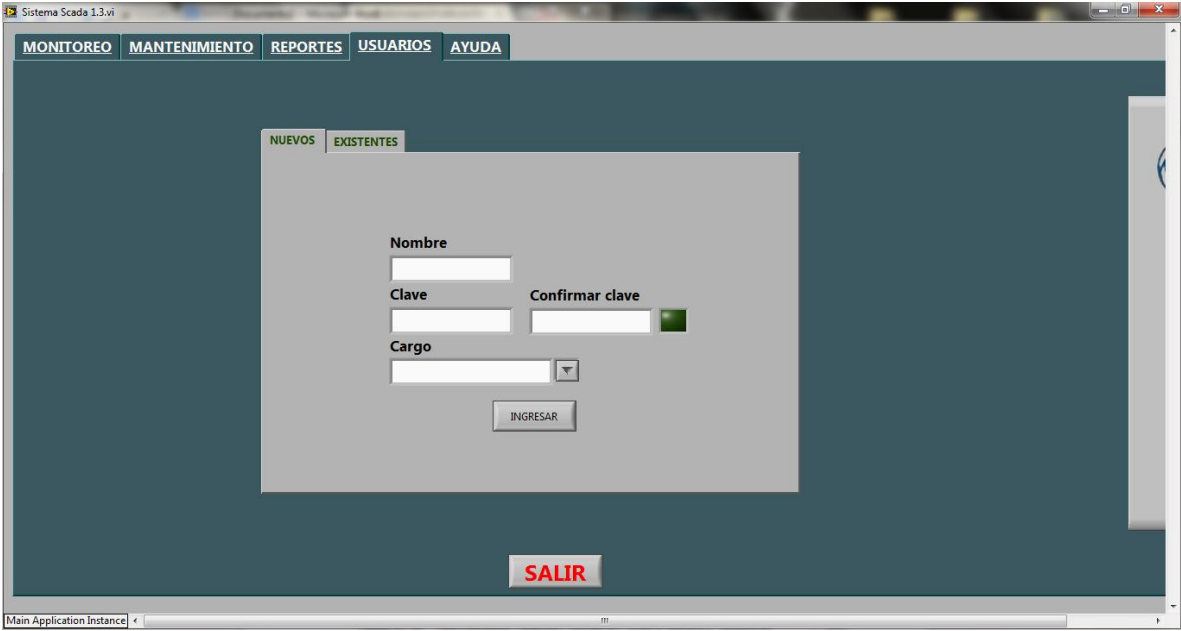
Esta opción nos permite controlar todos los sub-procesos de la máquina de corte.

### PANTALLA PRINCIPAL –PESTAÑA REPORTES-



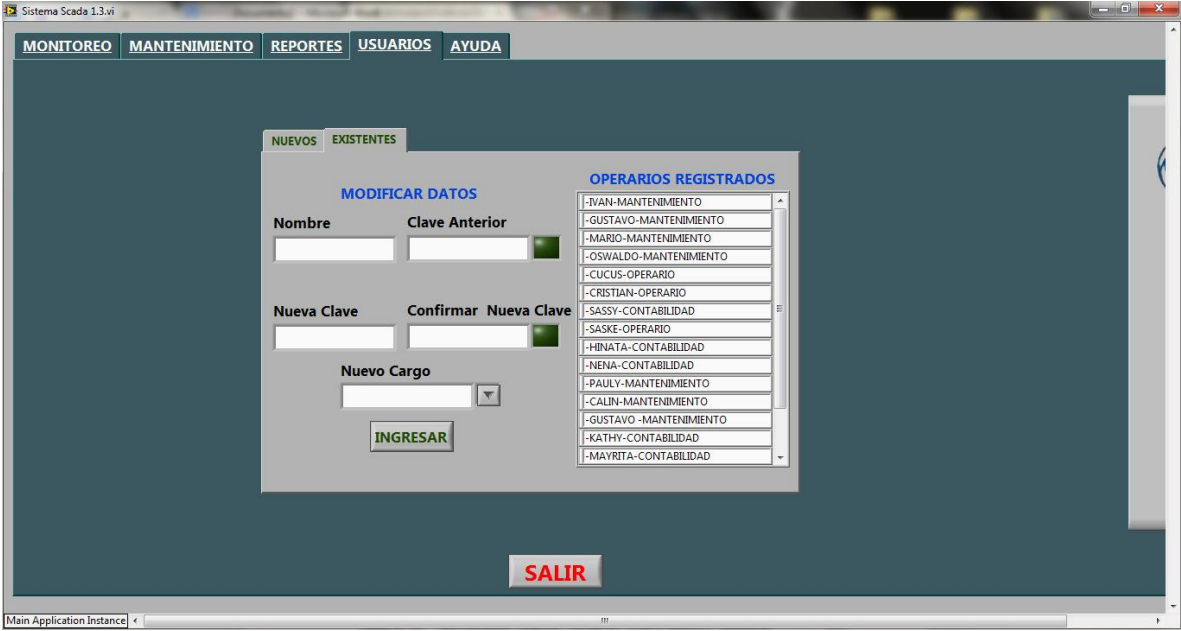
Esta pestaña nos permite visualizar la producción en cualquier instante, además de exportar informes mediante la hora de envío, e importar históricos almacenados en el equipo.

**PANTALLA PRINCIPAL –PESTAÑA USUARIOS, SUBPESTAÑA NUEVA-**



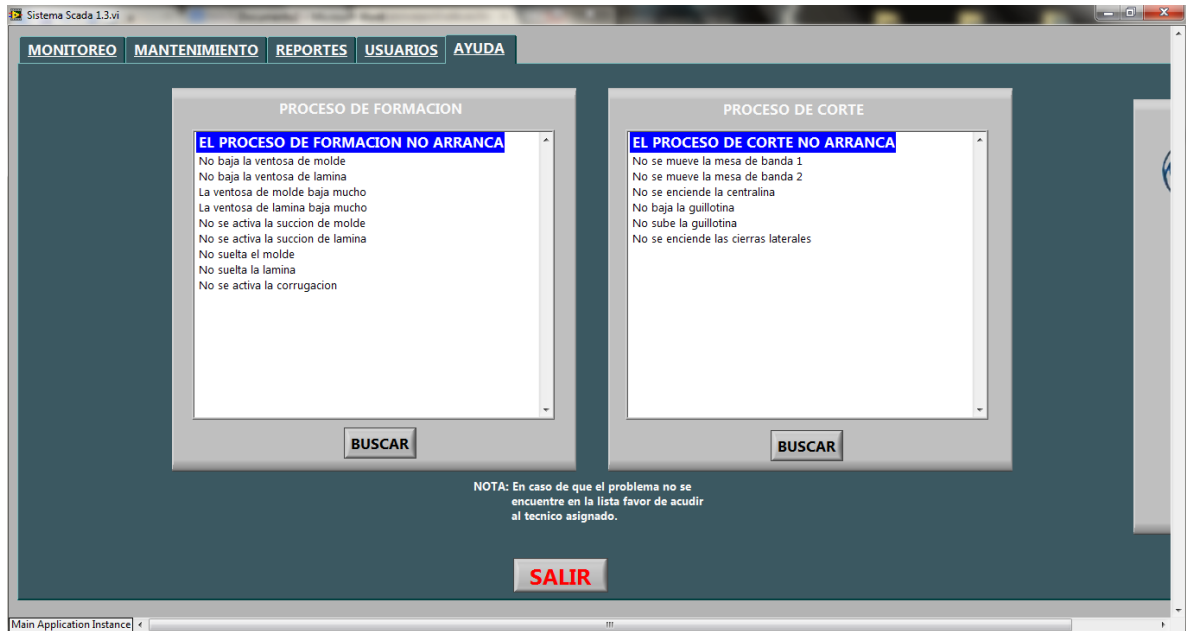
Esta pestaña permite crear nuevos usuarios

**PANTALLA PRINCIPAL –PESTAÑA USUARIOS, SUBPESTAÑA EXISTENTES-**



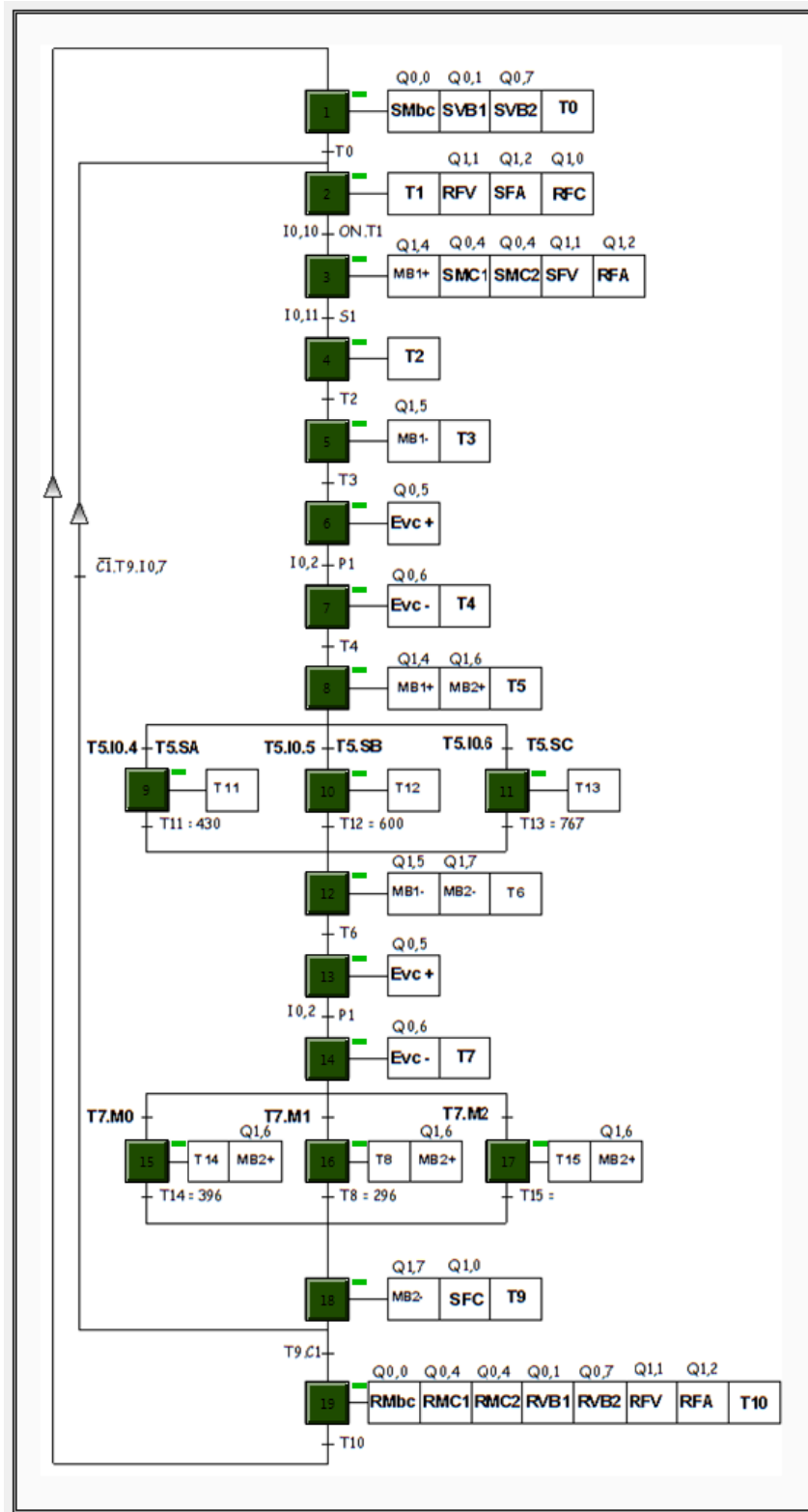
Esta pestaña sirve para la modificación de usuarios creando una nueva clave.

## PANTALLA PRINCIPAL –PESTAÑA AYUDA-



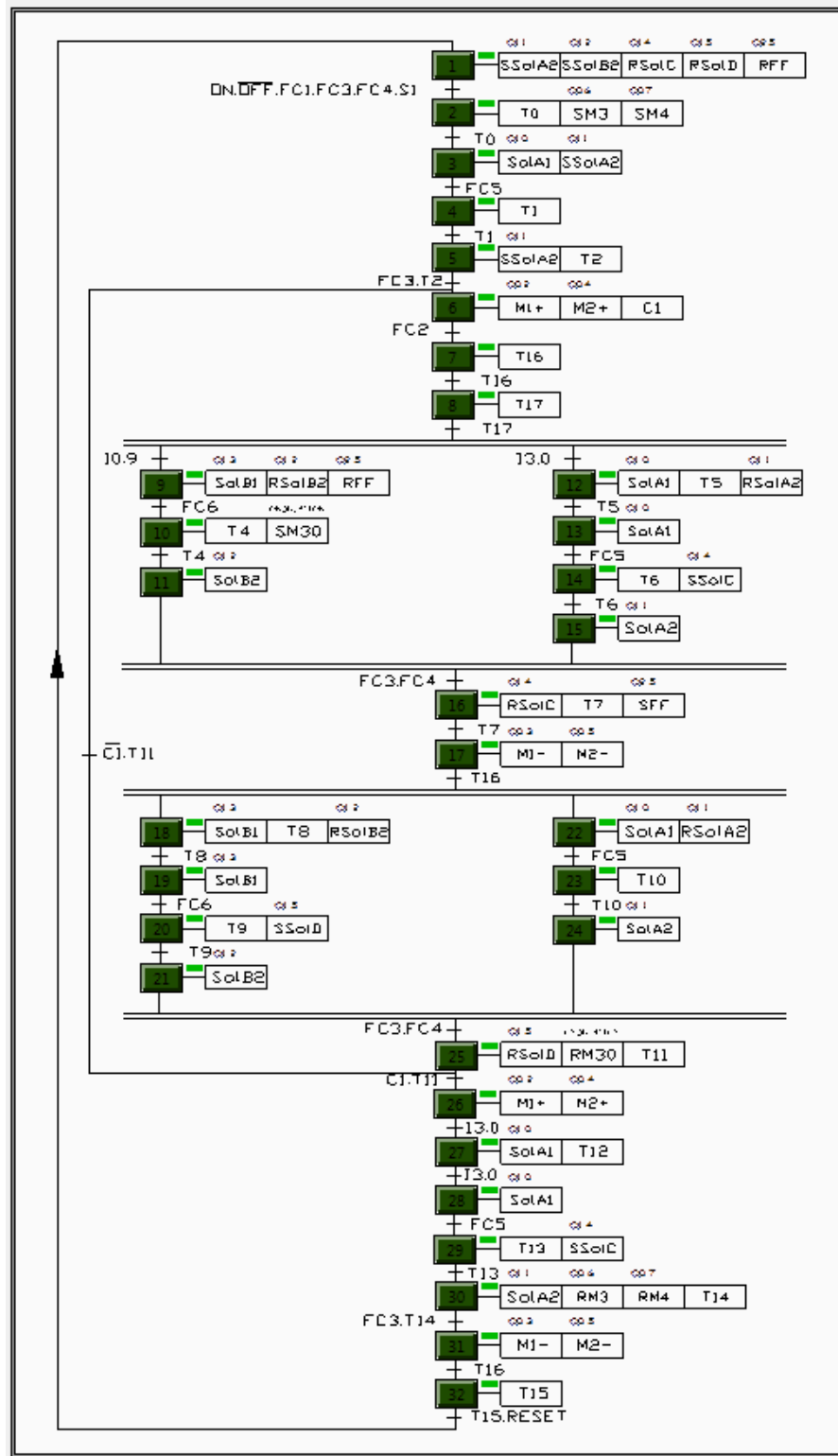
Esta pestaña nos da la posibilidad de acceder a la ayuda acerca del sistema, y sus posibles soluciones, estos archivos se abran en formato pdf.

## PANTALLA GRAFCET CORTE



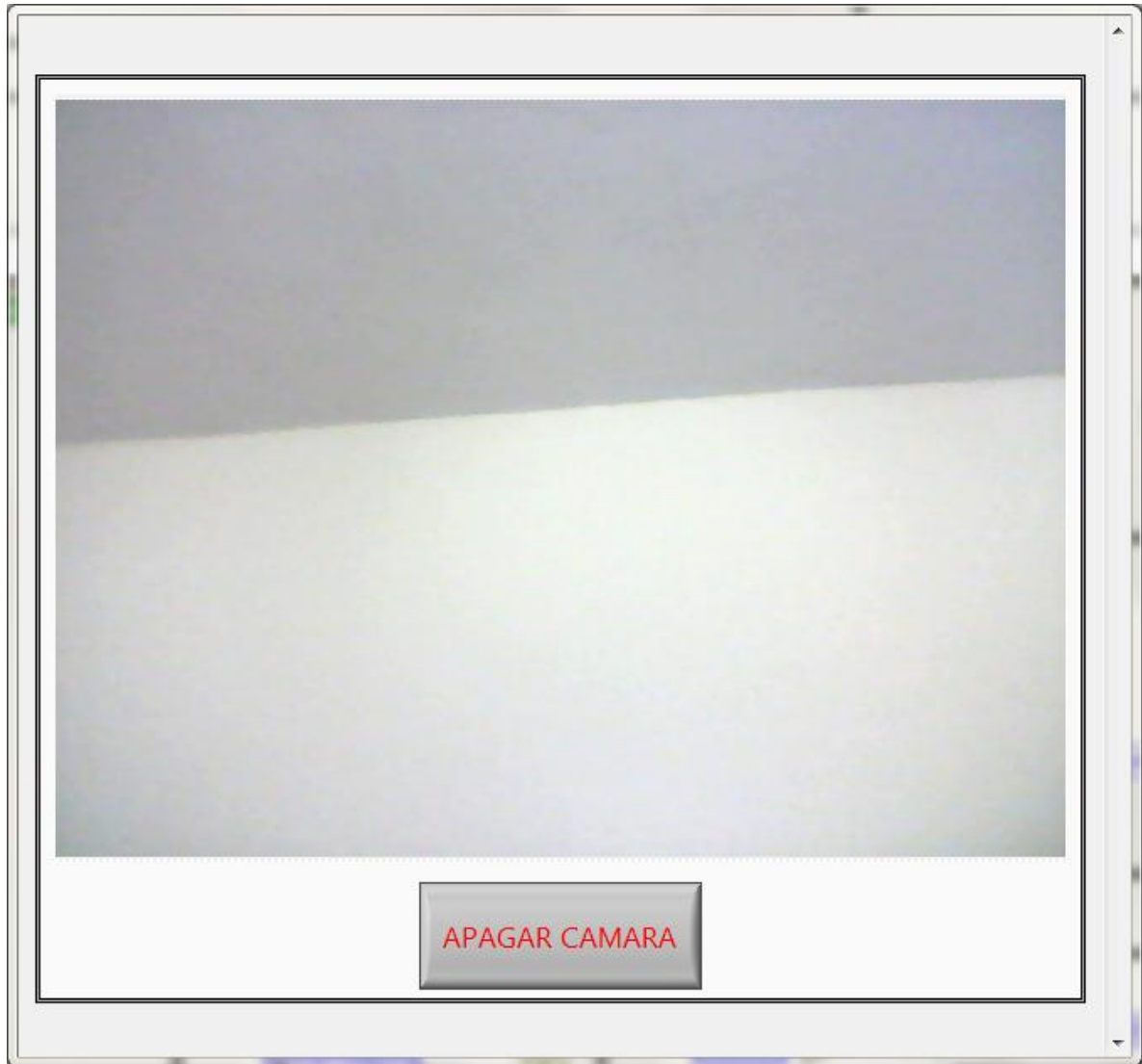
Al acceder a esta pantalla se podrá visualizar en que paso se encuentra el PLC de corte.

# PANTALLA GRAFCET FORMACION



Al acceder a esta pantalla se podrá visualizar en que paso se encuentra el PLC de formación.

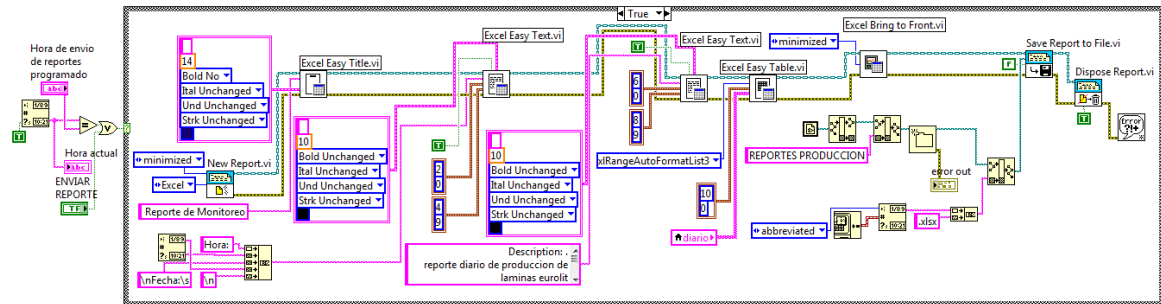
### **PANTALLA WEBCAM**



Mediante esta pantalla podemos observar en forma real los procesos.

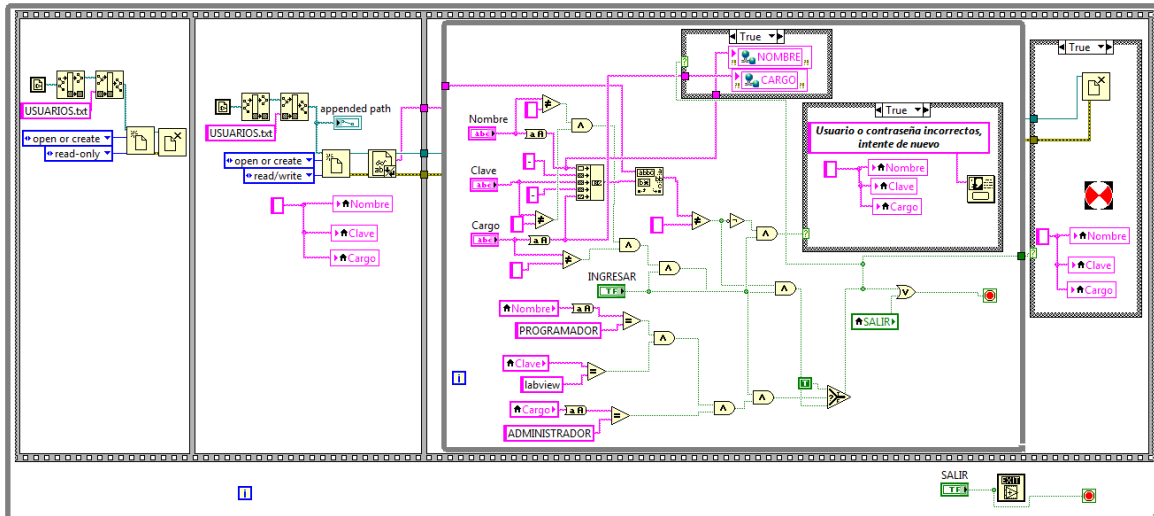


## CREACIÓN AUTOMÁTICA DE REPORTE EN FORMATO EXCEL CON ENCABEZADO Y DESCRIPCIÓN



Poder guardar los datos en formato Excel con un estilo de presentación agradable, requiere la utilización de herramientas de tipo ACTIVEEX, esta porción de programación es la encargada de generar cada uno de los archivos .XLSX, además del formato dado a cada hoja.

## COMPROBACIÓN DE EXISTENCIA DE USUARIOS

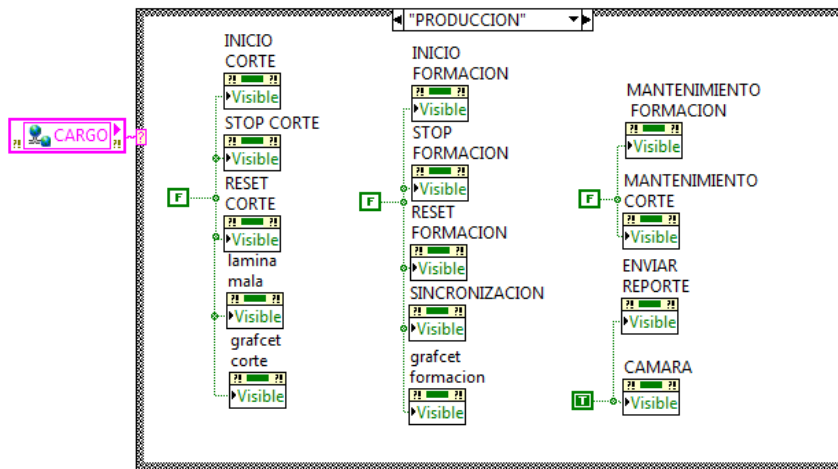


El control de usuarios es un proceso que demanda la búsqueda de los posibles operadores en la base de datos que contenga la información, esta imagen muestra cómo se realiza la



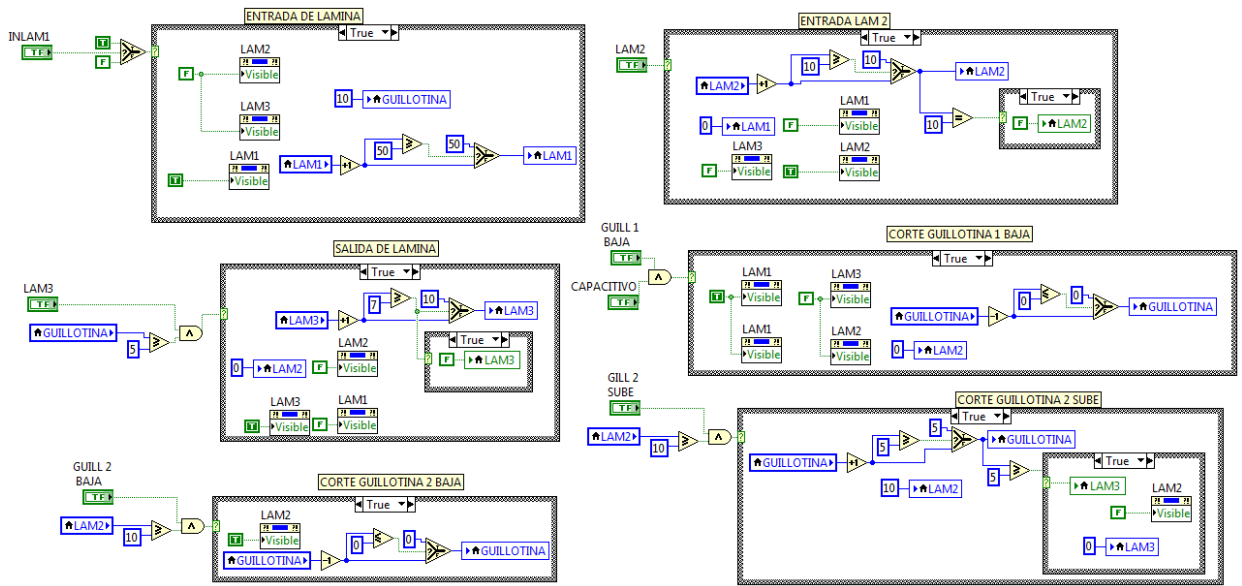
búsqueda, en forma continua, y dependiendo de la respuesta la accesibilidad o la negación al SCADA.

### NIVELES DE ACCESO A USUARIOS



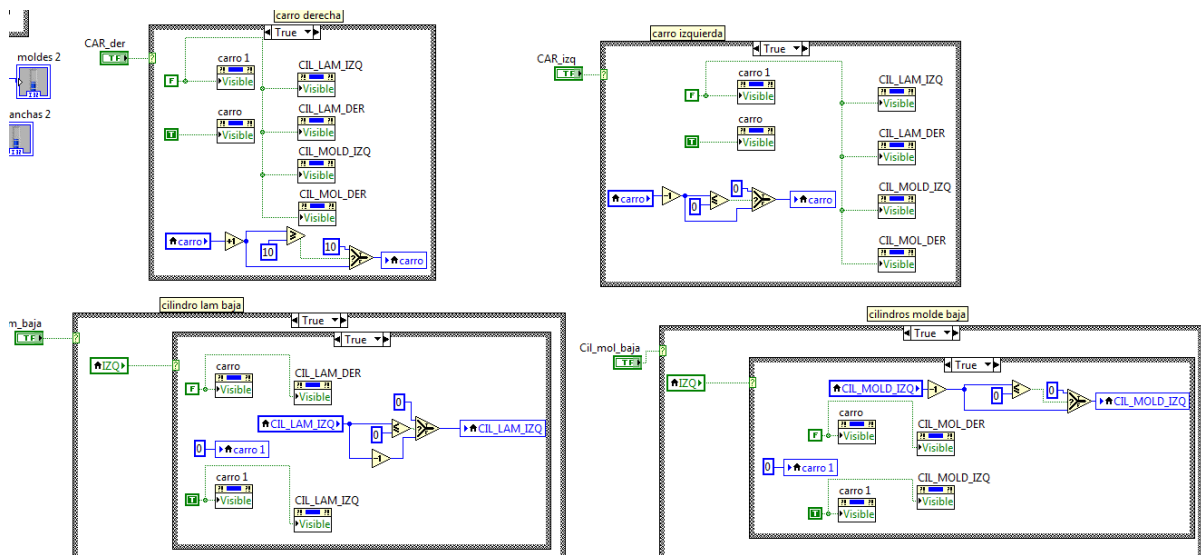
En la imagen podemos visualizar como, dependiendo del tipo de usuario que ingrese se restringe una u otra actividad del SCADA

### PARTE DE LA PROGRAMACIÓN DE MONITORIZACIÓN DE CORTE



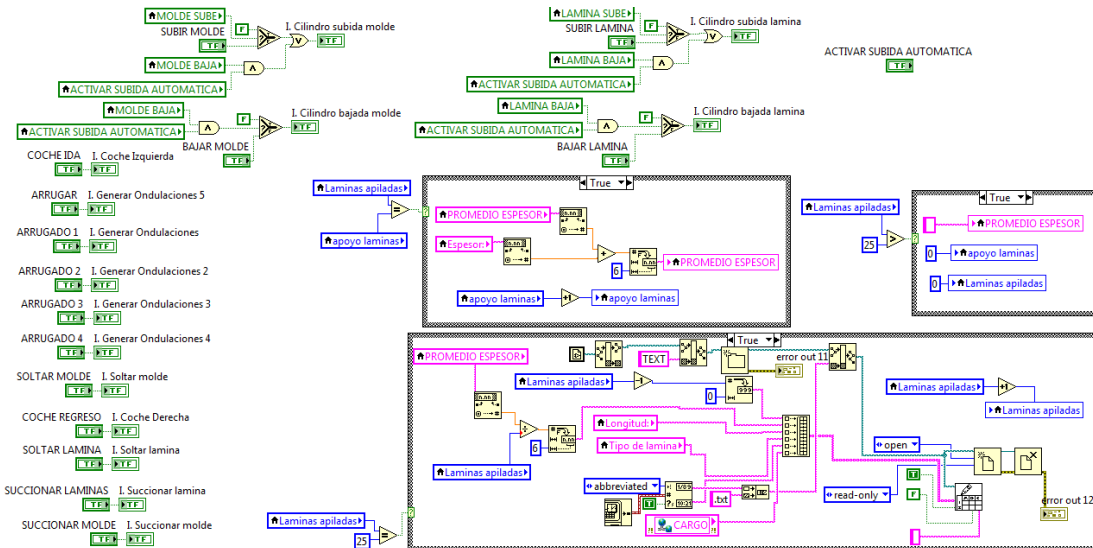
Esta es una pequeña parte de todo el conglomerado que da forma a la monitorización de corte, esta formado por pequeños subprocessos que a su vez son comandados por señales extraídas del PLC de corte.

## PARTE DE LA PROGRAMACIÓN DE MONITORIZACIÓN DE FORMACIÓN



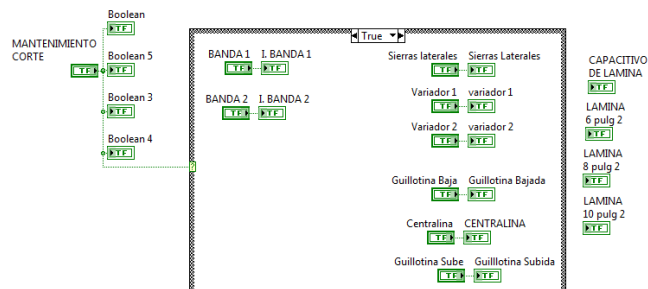
Esta es una pequeña parte de todo el conglomerado que da forma a la monitorización de formación, está formado por pequeños subprocesos que a su vez son comandados por señales extraídas del PLC de formación.

## PARTE DE LA PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO DE FORMACIÓN



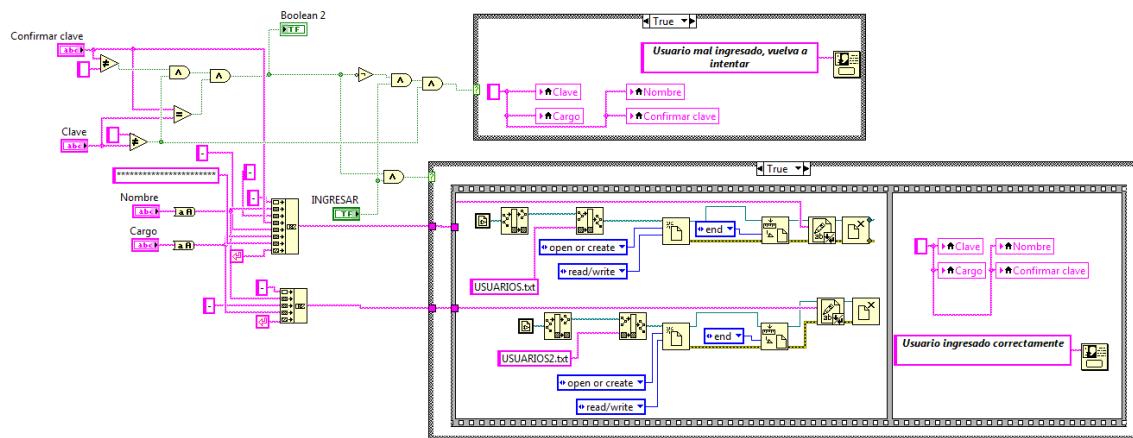
La posibilidad de controlar individualmente cada uno de los subprocesos, se lo realiza mediante esta programación, con ella se logra la activación de los diversos sub-procesos de formación.

## PARTE DE LA PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO DE CORTE



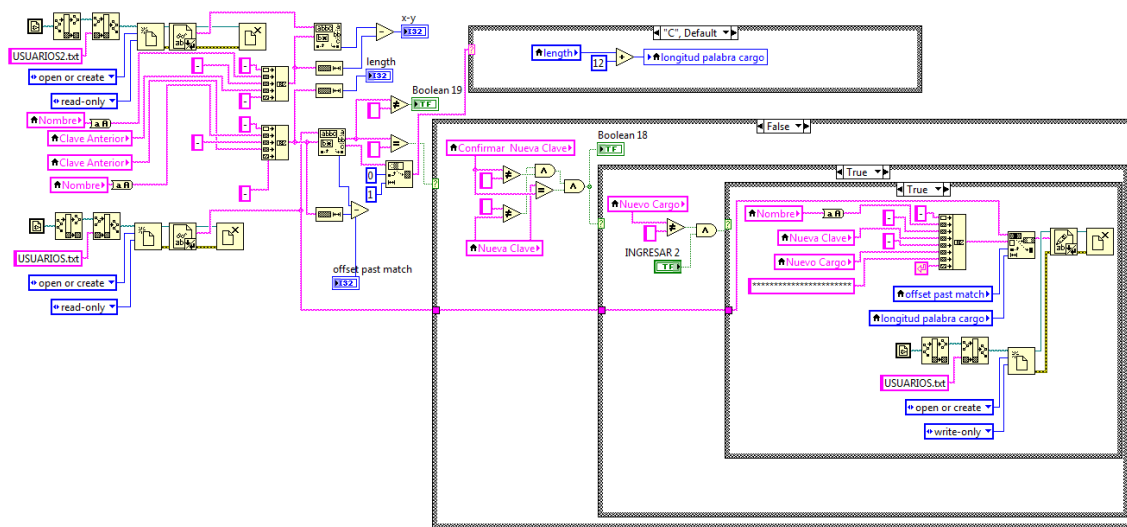
La posibilidad de controlar individualmente cada uno de los subprocesos se lo realiza mediante la programación descrita en la pantalla, con ella se logra la activación de los diversos sub-procesos de corte.

## PROGRAMACIÓN DE INGRESO DE USUARIOS



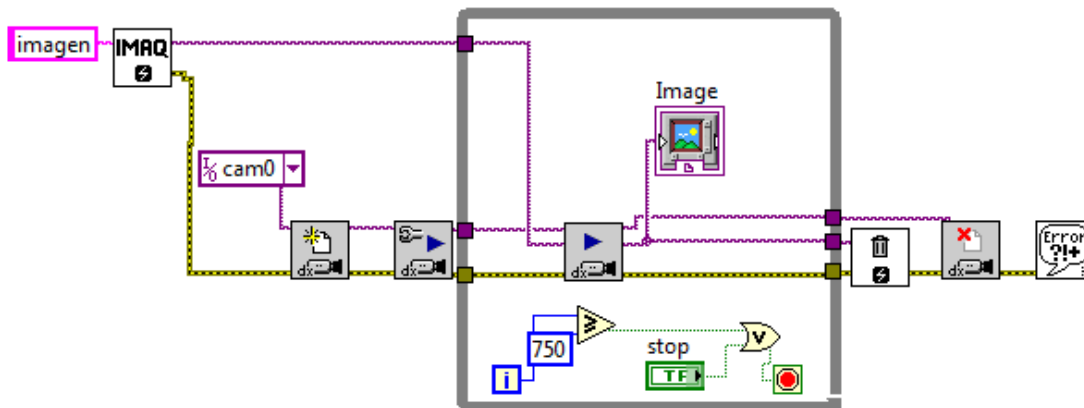
Mediante esta programación se logra el ingreso de nuevos usuarios que serán almacenados mediante la creación de un archivo .TXT llamado USUARIOS

## PROGRAMACIÓN DE MODIFICACIÓN DE USUARIOS EXISTENTES



En esta pantalla se muestra la modificación de usuarios existentes, esta se la realiza mediante la búsqueda del nombre, clave y cargo en el archivo .txt nombrado anteriormente, haciendo que se reemplace la clave o el cargo según se disponga el cambio.

## PROGRAMACIÓN DE CÁMARA

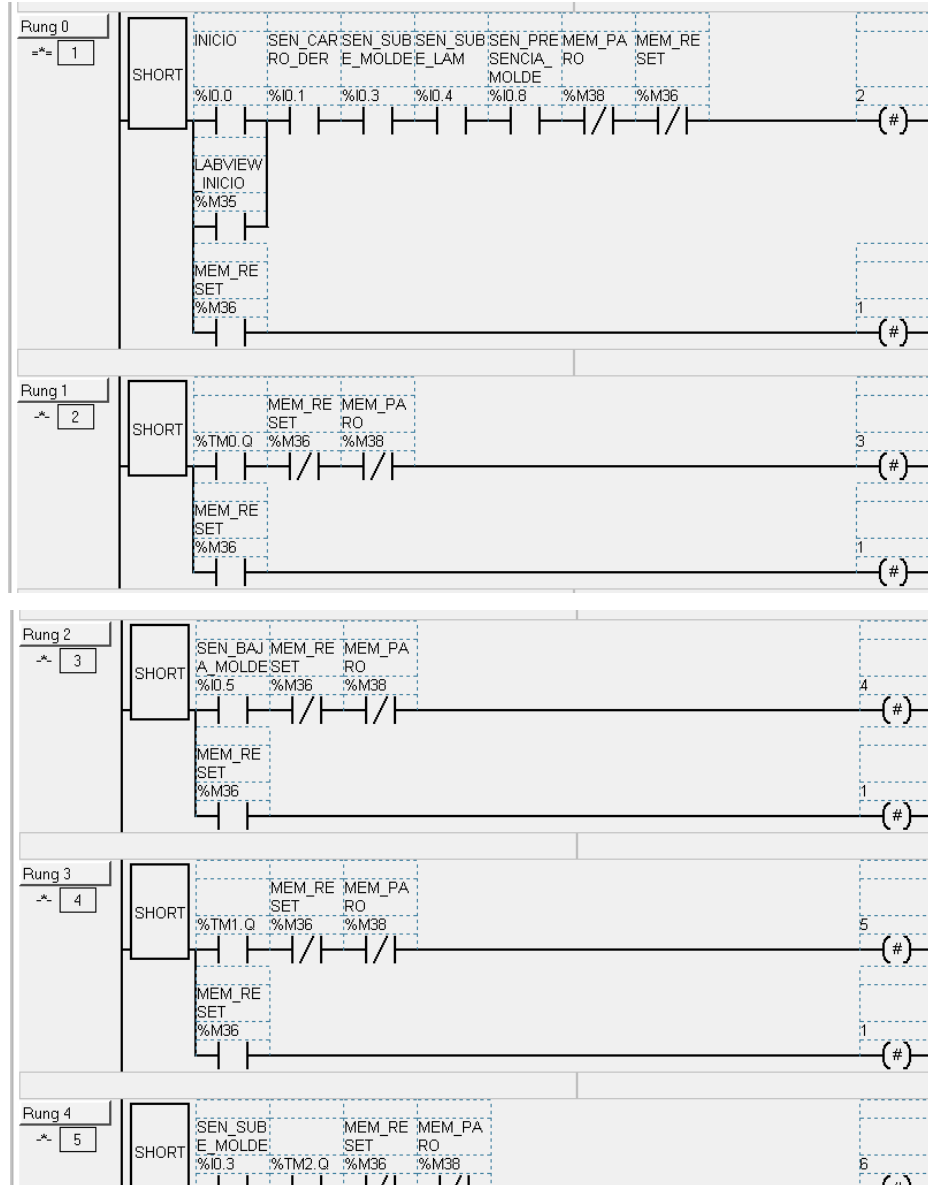


Para la obtención de imágenes por medio de la cámara, se utilizó la librería de Vision and Motion, la cual nos da la posibilidad de abrir, captar las imágenes sin grabar, y cerrar la cámara para que esta no utilice recursos del procesador.

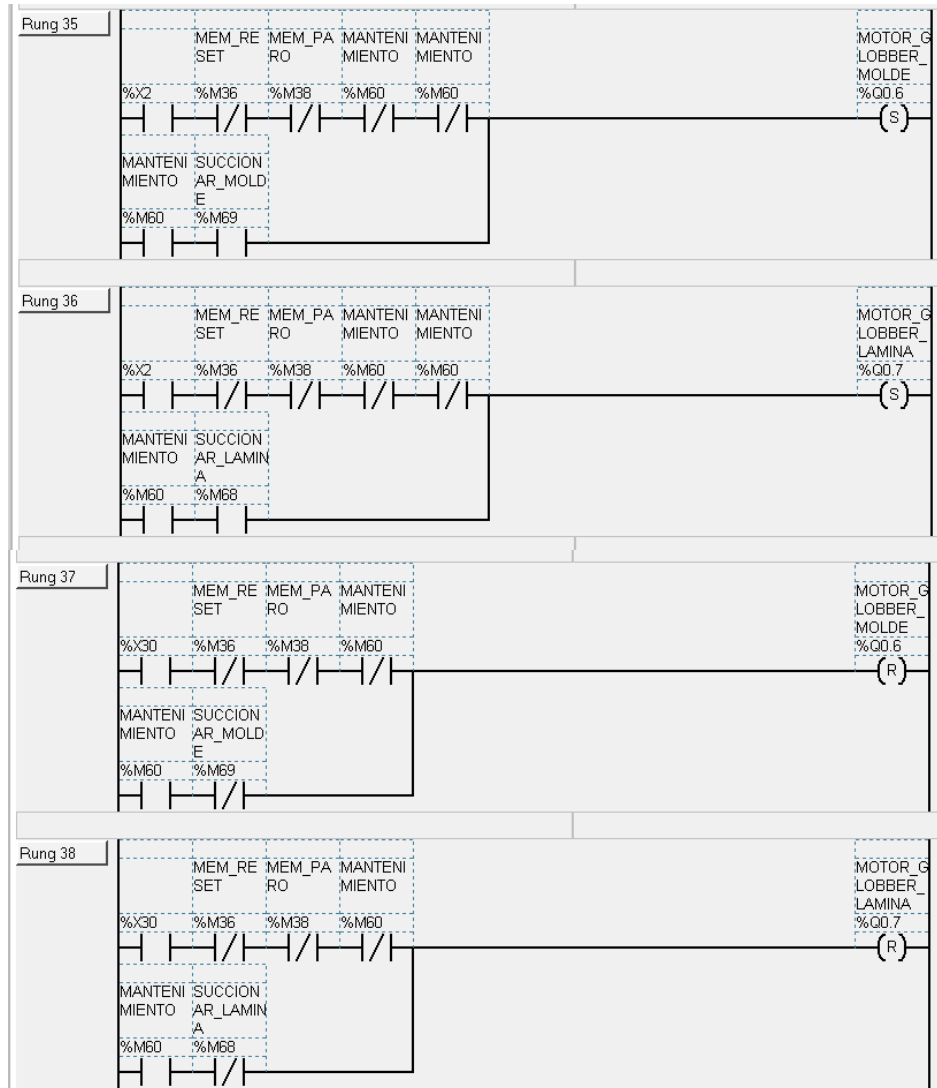
## **ANEXO 4.- Programación en PLC**

# FORMACIÓN

## PROGRAMACIÓN TIPO SECUENCIA, EN PLC DE FORMACIÓN

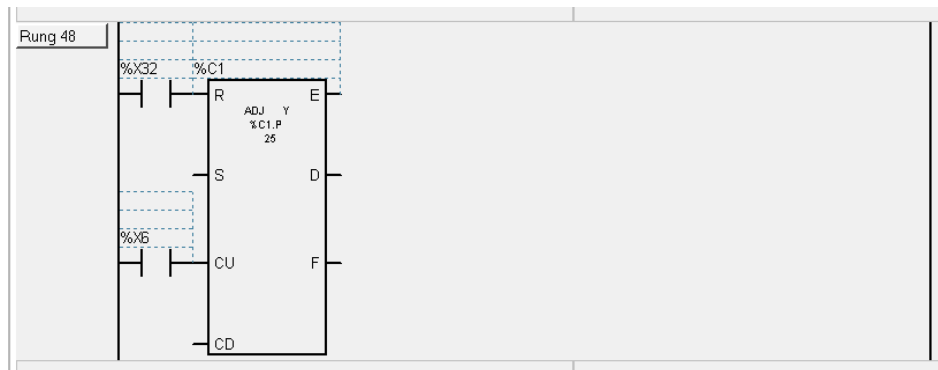


## ACTIVACIÓN DE SALIDAS EN BASE A LA SECUENCIA DEL SCADA

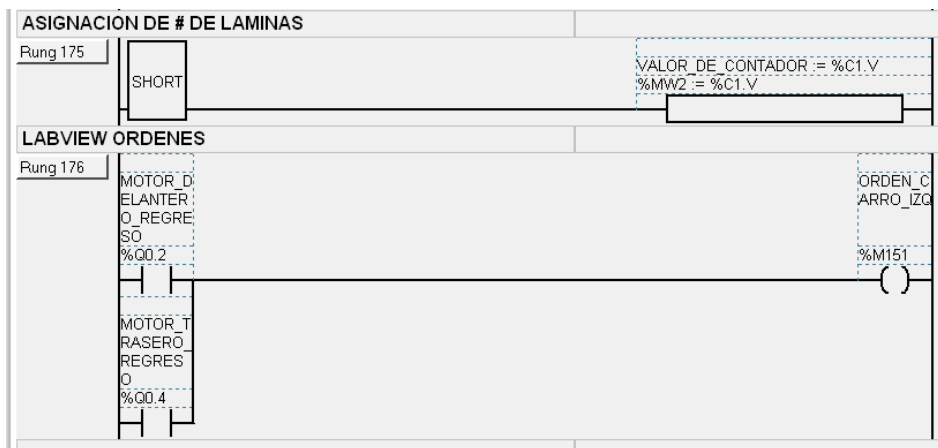


## CONTADOR DE LÁMINAS

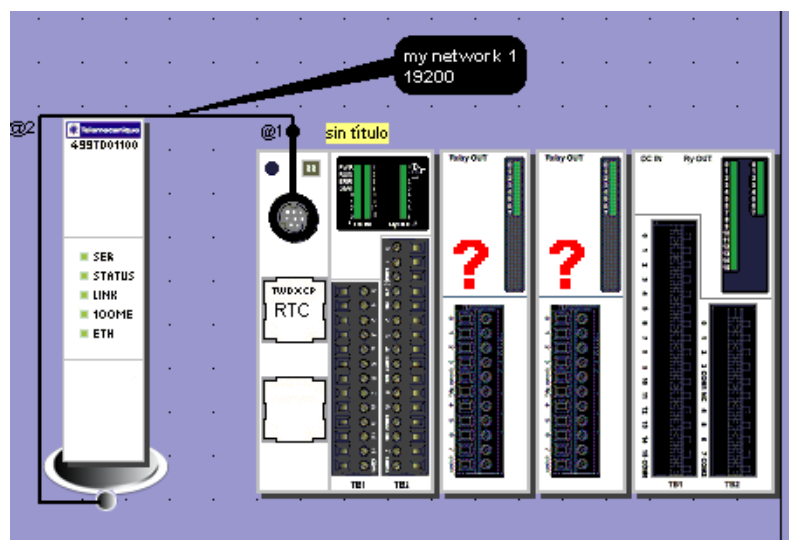




### ASIGNACIÓN DE CONTADOR Y ORDENES DE TRABAJO A MEMORIAS



### EXPANSIONES CONFIGURADAS



## ASIGNACIÓN DE NOMBRES A MEMORIAS

Used	%M	Symbol
<input checked="" type="checkbox"/>	%M33	
<input checked="" type="checkbox"/>	%M34	MEM_INICIO
<input checked="" type="checkbox"/>	%M35	LABVIEW_INICIO
<input checked="" type="checkbox"/>	%M36	MEM_RESET
<input checked="" type="checkbox"/>	%M37	LABVIEW_RESET
<input checked="" type="checkbox"/>	%M38	MEM_PARO
<input checked="" type="checkbox"/>	%M39	LABVIEW_PARO
<input checked="" type="checkbox"/>	%M40	LABVIEW_SINCRONIZACION
<input checked="" type="checkbox"/>	%M41	MEM_SEN_CARRO_DER
<input checked="" type="checkbox"/>	%M42	MEM_SEN_CARRO_IZQ
<input checked="" type="checkbox"/>	%M43	MEM_SEN_SUBE_MOLDE
<input checked="" type="checkbox"/>	%M44	MEM_SEN_SUBE_LAM
<input checked="" type="checkbox"/>	%M45	MEM_SEN_BAJA_MOLDE
<input checked="" type="checkbox"/>	%M46	MEM_SEN_BAJA_LAM
<input checked="" type="checkbox"/>	%M47	MEM_SEN_PRESENCIA_MOLDE
<input checked="" type="checkbox"/>	%M48	MEM_SEN_APILAMIENTO_MOLDE
<input checked="" type="checkbox"/>	%M49	DESACTIVAR_SUCCION_MOLDE
<input type="checkbox"/>	%M50	
<input type="checkbox"/>	%M51	

## ASIGNACIÓN DE NOMBRES A ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC

Table of inputs								
Used	Address	Symbol	Used By	Filtering	Latch?	Run/Stop?	Deactivation	High Priority
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.0	INICIO	user logic	No Filter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1	SEN_CARRO_DE	user logic	No Filter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.2	SEN_CARRO_IZQ	user logic	No Filter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Not used	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.3	SEN_SUBE_MOLD	user logic	No Filter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Not used	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.4	SEN_SUBE_LAM	user logic	No Filter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Not used	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.5	SEN_BAJA_MOLD	user logic	No Filter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Not used	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.6	SEN_BAJA_LAM	user logic	No Filter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.7	RESET	user logic	No Filter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.8	SEN_PRESENCIA	user logic	No Filter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.9	PULSO_SINCRONI	user logic	No Filter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.10	PARO	user logic	No Filter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	%I0.11			No Filter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

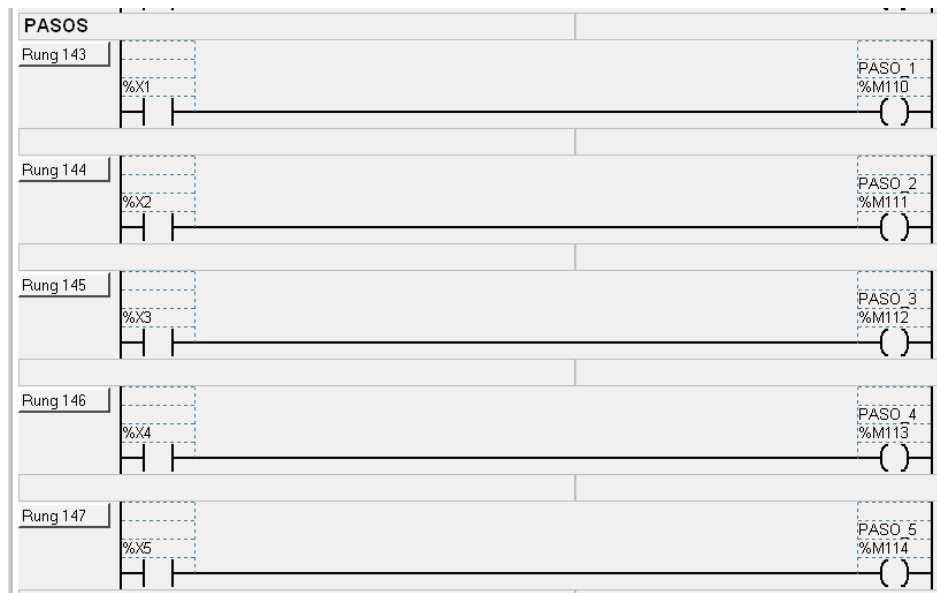
Table of outputs				
Used	Address	Symbol	Status?	Used By
<input type="checkbox"/>	%Q0.0			
<input type="checkbox"/>	%Q0.1		<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.2	MOTOR_DELANT	<input type="checkbox"/>	user logic
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.3	MOTOR_DELANT	<input type="checkbox"/>	user logic
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.4	MOTOR_TRASER		user logic
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.5	MOTOR_TRASER		user logic
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.6	MOTOR_GLOBBE		user logic
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.7	MOTOR_GLOBBE		user logic

## VALOR DE TEMPORIZADORES EMPLEADOS

All

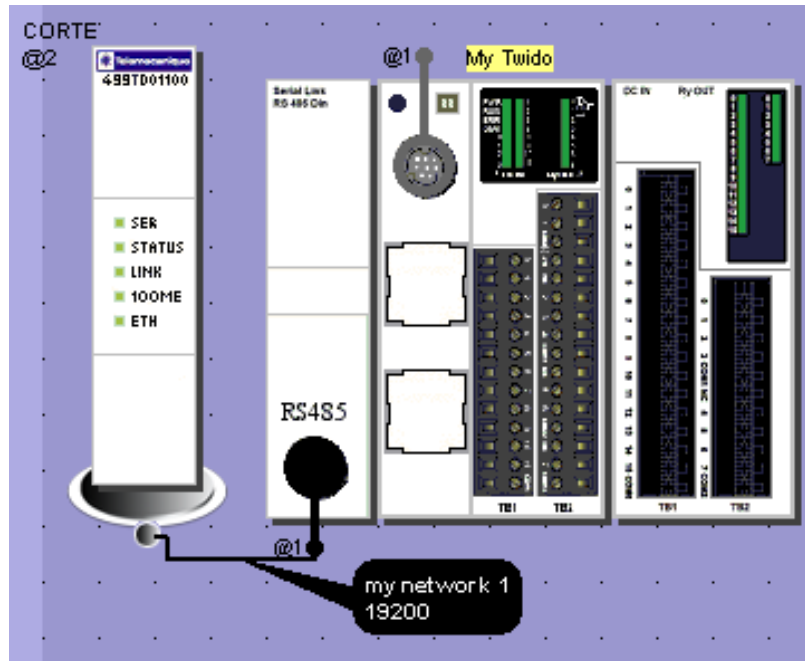
Used	%TM	Symbol	Type	Base	Preset	Adjustable
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM8		TON	1 s	1	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM9		TON	10 ms	40	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM10		TON	1 s	1	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM11		TON	1 s	1	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM12		TON	1 s	0	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM13		TON	1 s	1	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM14		TON	1 s	1	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM15		TON	1 s	1	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM16		TON	100 ms	33	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM17		TON	10 ms	500	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM18		TON	10 ms	300	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM19		TON	1 s	1	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM20		TON	1 s	1	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM21		TON	1 s	2	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM22		TON	1 s	3	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	%TM23		TON	100 ms	500	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	%TM24		TON	1 min	9999	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	%TM25		TON	1 s	2	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	%TM26		TON	1 min	9999	<input checked="" type="checkbox"/>

## ASIGNACIÓN DE SEÑALES DE PASOS A MEMORIAS



## CORTE

### EXPANSIONES CONFIGURADAS



### ASIGNACIÓN DE NOMBRES A ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC

Table of inputs									
Used	Address	Symbol	Used By	Filtering	Latch?	Run/Stop?	Deactivation	High Priority	
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.0	I00	%VFC0	No Filter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1	I01	%VFC0	No Filter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.2	I02	user logic	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Not used	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.3	PARO	user logic	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Not used	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.4	LAM_6_PULG	user logic	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Not used	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.5	LAM_8_PULG	user logic	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Not used	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.6	LAM_10_PULG	user logic	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.7	PULSO_DE_SINC	user logic	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.8	RESET	user logic	No Filter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	%I0.9	RUN_STOP		3 ms	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.10	INICIO	user logic	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.11	SENSOR_CAPACI	user logic	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

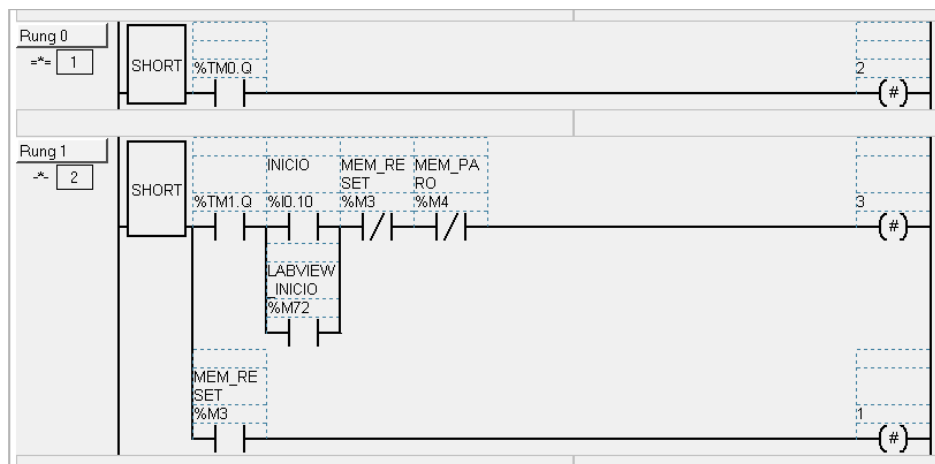
  

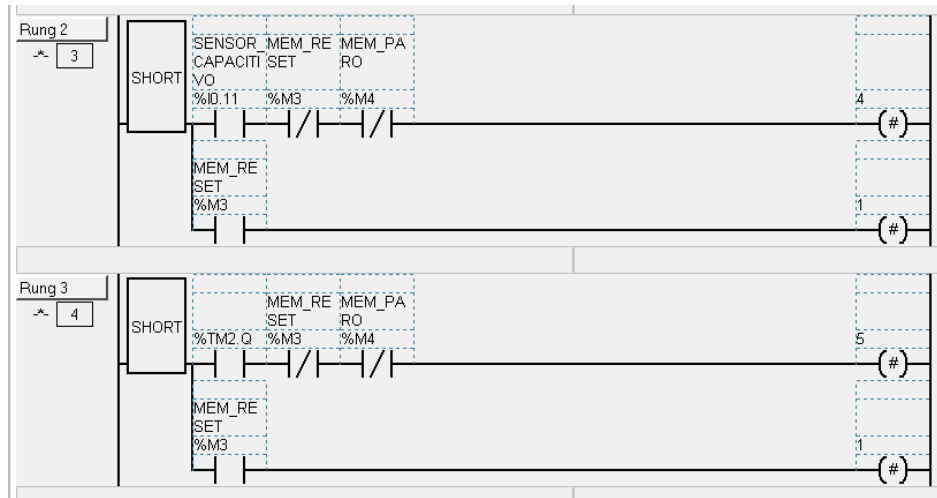
Table of outputs				
Used	Address	Symbol	Status?	Used By
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.0	MOTOR_CENTRA		user logic
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.1	ON_VAR_BAND_1	<input type="checkbox"/>	user logic
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.2	Q02	<input type="checkbox"/>	user logic
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.3	Q03	<input type="checkbox"/>	user logic
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.4	SIERRAS_LATER		user logic
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.5	BAJA_GUILLOTIN		user logic
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.6	SUBE_GUILLOTIN		user logic
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.7	ON_VAR_BAND_2		user logic

## ASIGNACIÓN DE NOMBRES A MEMORIAS

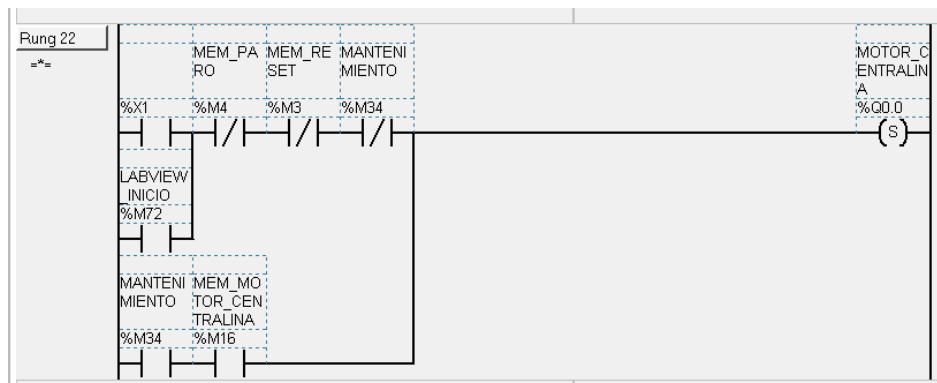
Used	%M	Symbol
<input checked="" type="checkbox"/>	%M3	MEM_RESET
<input checked="" type="checkbox"/>	%M4	MEM_PARO
<input checked="" type="checkbox"/>	%M5	MEM_INICIO
<input checked="" type="checkbox"/>	%M6	MEM_LAM_6_PULG
<input checked="" type="checkbox"/>	%M7	MEM_LAM_8_PULG
<input checked="" type="checkbox"/>	%M8	MEM_LAM_10_PULG
<input checked="" type="checkbox"/>	%M9	MEM_PULSO_DE_SINCRONIZACION
<input type="checkbox"/>	%M10	
<input checked="" type="checkbox"/>	%M11	MEM_SENSOR_CAPACITIVO
<input type="checkbox"/>	%M12	MEM_I00
<input type="checkbox"/>	%M13	MEM_I01
<input checked="" type="checkbox"/>	%M14	MEM_I02
<input type="checkbox"/>	%M15	
<input checked="" type="checkbox"/>	%M16	MEM_MOTOR_CENTRALINA
<input checked="" type="checkbox"/>	%M17	MEM_ON_VAR_BAND_1
<input checked="" type="checkbox"/>	%M18	MEM_Q02
<input checked="" type="checkbox"/>	%M19	MEM_Q03
<input checked="" type="checkbox"/>	%M20	MEM_SIERRAS_LATERALES
<input checked="" type="checkbox"/>	%M21	MEM_BAJA_GUILLOTINA
<input checked="" type="checkbox"/>	%M22	MEM_SUBE_GUILLOTINA
<input checked="" type="checkbox"/>	%M23	MEM_ON_VAR_BAND_2
<input checked="" type="checkbox"/>	%M24	MEM_INICIO_2
<input type="checkbox"/>	%M25	

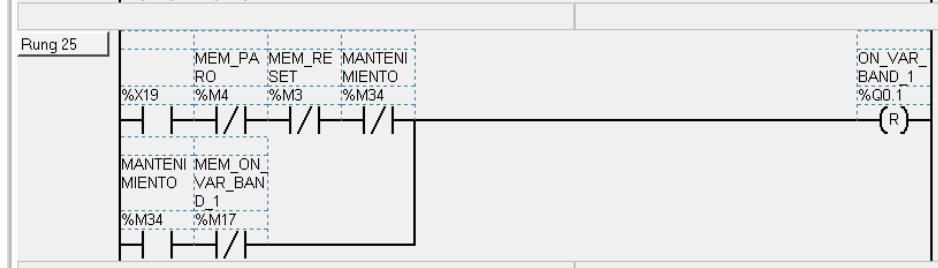
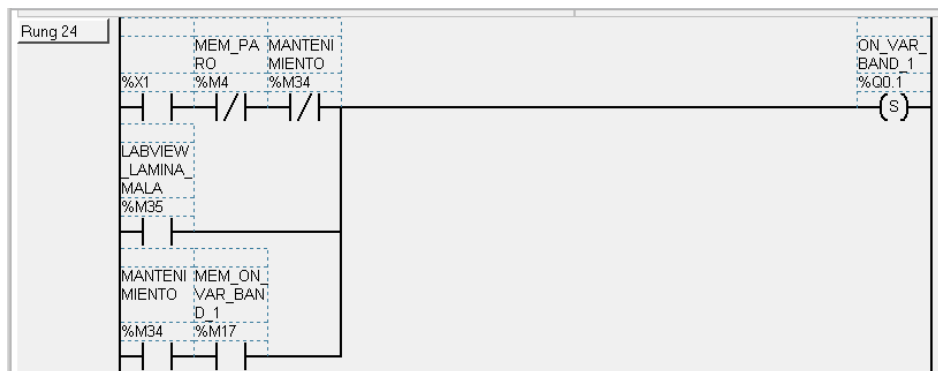
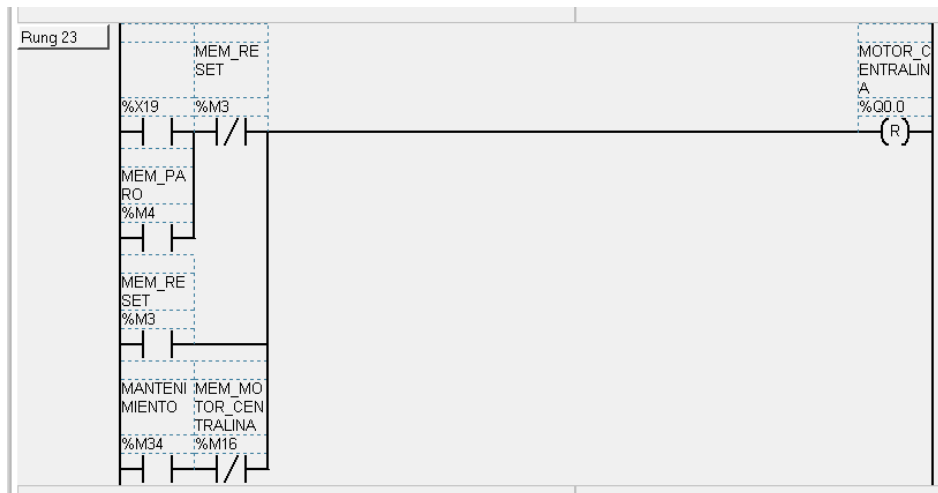
## PROGRAMACIÓN TIPO SECUENCIA EN PLC DE CORTE



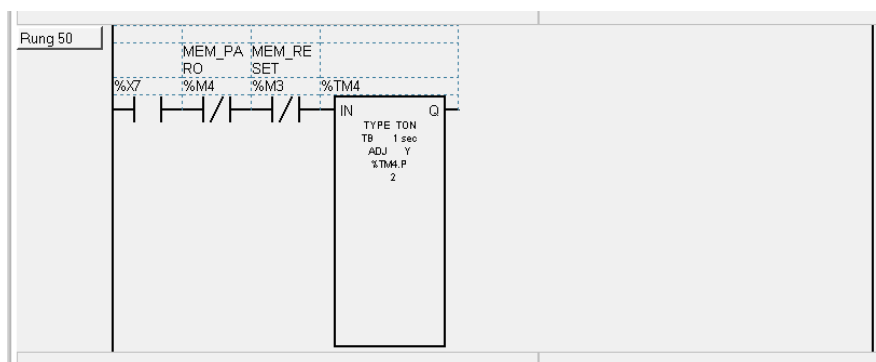


**ACTIVACIÓN DE SALIDAS EN BASE A LA SECUENCIA O MANDOS DEL SCADA**

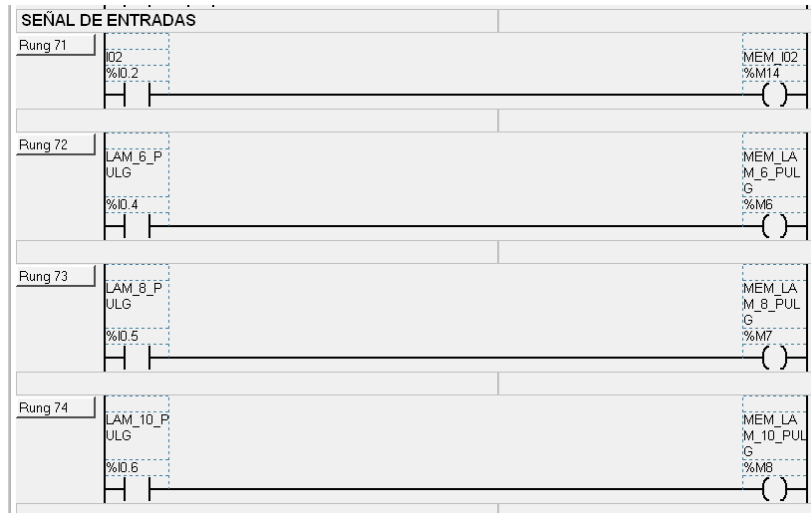




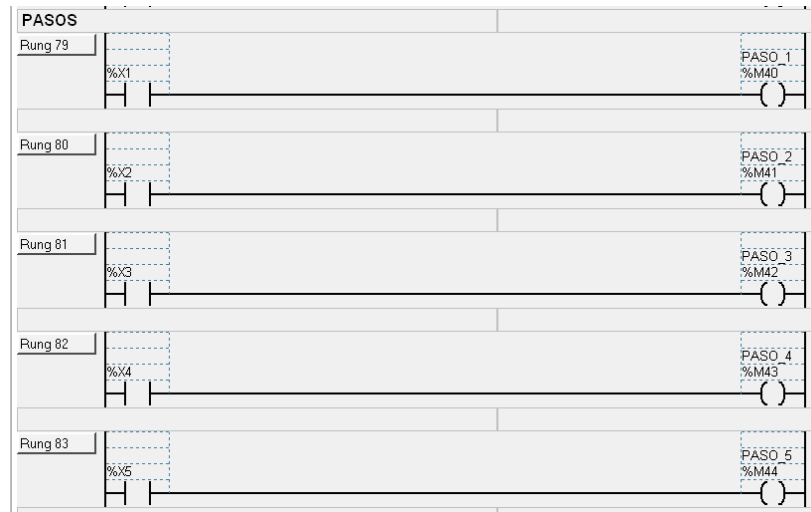
## TEMPORIZADOR CON CONTROLES DE ACTIVACIÓN Y DESACTIVACIÓN



## ASIGNACIÓN DE SEÑALES DE ENTRADA A MEMORIAS



## ASIGNACIÓN DE SEÑALES DE PASOS A MEMORIAS





## BIBLIOGRAFÍA

1. **CORRALES**, L., *Interfaces de comunicación industrial.*, s. ed., Quito-Ecuador., EPN., 2007., Pp. 38-48.
2. **GONZÁLEZ**, G., *Métodos Estadísticos y Principios de Diseño Experimental.*, 2a. ed., Quito-Ecuador., Universidad Central del Ecuador., 1985., Pp. 23-51.
3. **MENDIBURU**, H., *Automatización Ambiental.*, s.ed., Lima-Perú., s.e., 2003., Pp. 1-25.
4. **OTÍN**, A., *SCADA basado en LabView para el laboratorio de control de ICAI.*, Proyecto de fin de carrera., Ingeniería Industrial., Universidad Pontificia Comillas., Madrid-España., 2007., Pp. 4-65.
5. **RODRÍGUEZ**, A., *Sistemas SCADA.*, 2a. ed., Barcelona-España., Marcombo S.A., 2007., Pp. 1-144.

## **6. AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS**

<http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI%5CIntroduccion%20HMI.pdf>, 2013-01-30

## **7. EQUIPOS SCHNEIDER ELECTRIC**

[www.schneiderelectric.es](http://www.schneiderelectric.es)

2012-11-21

<http://mecatronicaymas.blogspot.com>

2012-11-21

## **8. NI LABVIEW**

<http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/>

2012-12-18

<http://sine.ni.com/nips>

2012-12-12

<http://es.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>

2013-02-12

## **9. SCALANCE X005 SWITCH INDUSTRIAL**

<http://support.automation.siemens.com>

2012-11-21

## **10. SISTEMAS SCADA**

<http://www.galeon.com/hamd/pdf/scada.pdf>

2012-12-03

## **11. TIPOS DE CONTROL**

[www.oocities.org](http://www.oocities.org)

2012-11-21