

SISTEMA DE MONITOREO Y GESTIÓN DE ALARMAS CON ACCESO REMOTO
PARA UNA TRILLADORA DE CAFÉ

AUTOR:
FRANCISCO JAVIER ANGARITA DÍAZ

Tesis de Grado

DIRECTOR:
M.Sc. HERNANDO GONZÁLEZ ACEVEDO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECAÑICAS
PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRONICA
BUCARAMANGA

2021

Bucaramanga, Julio 2021

NOTA DE APROBACIÓN

Proyecto de grado titulado “SISTEMA DE MONITOREO Y GESTIÓN DE ALARMAS CON ACCESO REMOTO PARA UNA TRILLADORA DE CAFÉ”, presentado por el estudiante Francisco Javier Angarita Díaz para optar por el título de Ingeniero Mecatrónico.

M.Sc. Hernando González Acevedo

Firma de Director.

Dr. Antonio Faustino Muñoz Moner

Firma de Evaluador.

M.Sc. Edward Yesith Mendoza González

Firma de Evaluador.

Agradecimientos

Primeramente, a Dios por iluminarme, bendecirme y darme la fuerza y los conocimientos para elaborar este trabajo en una maravillosa empresa.

A mis padres Francisco Angarita y Teresa Díaz por su incondicional apoyo, comprensión y paciencia quienes me han enseñado el valor de la perseverancia y la disciplina en cualquier trabajo que realice.

A la Universidad Autónoma de Bucaramanga por brindarme la oportunidad de poder formarme como profesional.

A mi director de proyecto de grado Hernando González por todo el apoyo y atención brindada durante el transcurso de los semestres para lograr sacar adelante este proyecto.

A los ingenieros Guillermo Gómez y Roger Núñez quienes me orientaron en todo el ámbito industrial y me asesoraron a lo largo de todo el desarrollo del proyecto.

A los ingenieros Edgar Jaimes y Luis Antonio Mancilla por su constante apoyo, disposición y orientación en todo lo concerniente a la empresa y a los empleados en general de la trilladora Coopecafenor que con su colaboración hicieron más ameno y enriquecedor este proceso.

Y finalmente mis evaluadores de proyecto, el Dr. Faustino Muñoz y el profesor Edward Mendoza por las observaciones y asesorías realizadas a lo largo de las entregas aportando a mejorar el proyecto para poder cumplir a cabalidad con los objetivos.

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN.....	10
OBJETIVOS	12
CAPÍTULO 1: AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO.....	13
1.1 Marco Teórico	14
1.2 Equipos y máquinas de la empresa.....	20
1.2.1 Cuarto de Máquinas Electrónicas	21
1.2.2 Cuarto de Compresores.....	25
1.3 Instrumentación y actuadores.....	28
1.3.1 Sensores.....	29
1.3.2 Actuadores.....	37
1.4 Caracterización sistema eléctrico	41
1.5 Esquema de Conexión del Tablero de Instrumentación.....	43
CAPÍTULO 2: DISEÑO DEL SISTEMA SCADA Y APLICATIVO MÓVIL.....	50
2.1 Programa	51
2.1.1 Jerarquización de Alarmas.....	53
2.1.2 Diagrama de Flujo.....	54
2.1.3 Establecimiento de condiciones para el código.....	56
2.2 Implementación Aplicativo WEB y configuración Estación Remota	57
2.4 Sistema SCADA e identificación de conexiones.....	63
CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DEL SISTEMA	66
3.1 Pruebas de Acceso a la Estación Remota y la Página WEB	66
3.2 Pruebas del sistema de alarmas y simulacros de fallos.....	70
3.3 Observaciones de las pruebas realizadas	74
3.4 Extracción del archivo de historial de datos y graficación de variables	75
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	76
5. Bibliografía.....	78
6. Anexos.....	80
6.1 Fichas Técnicas de equipos	80
6.2 Código del Programa en esquema de contactos (KOP)	106
6.3 Manual de Usuario para ingresar a la página web y al acceso remoto	112
6.3.1 Para ingresar a la máquina SORTEX desde la estación remota	112

6.3.2 Para ingresar a la página WEB del LOGO! Y a la página del analizador SIEMENS SENTRON PAC.....	120
6.4 Flujograma de la Empresa.....	128
6.4 Cartas del Fabricante	133
6.5 Carta de Aprobación de la Empresa.....	134

Índice de Figuras

Figura 1. Máquina electrónica escogedora Bühler SANMAK LED de 24 canales y su respectiva HMI.....	21
Figura 2. Máquina electrónica escogedora Bühler AG SORTEX B4 de 4 bandejas y su respectiva HMI.....	22
Figura 3. Diagrama de conexiones de la señal de operación Ready de la Electrónica SORTEX.	23
Figura 4. Diagrama de conexiones de la señal de fallo Fault de la Electrónica SORTEX.....	23
Figura 5. Descripción de las salidas de la Electrónica SORTEX para ser leídas por el PLC	24
Figura 6. Cuarto de compresores actual de la empresa para abastecimiento de la red neumática.	27
Figura 7. Diagrama P&ID de la red neumática de la seleccionadora SANMAK.....	27
Figura 8. Diagrama P&ID de la red neumática de la seleccionadora SORTEX	28
Figura 9. Transductor de Presión KAESER 7MF1562-7AA00-1BA1.....	29
Figura 10. Esquema de conexión del transmisor de presión SITRANS PZ 7MF1562.....	30
Figura 11. Transmisor de Punto de Rocío en miniatura Vaisala DMT143	30
Figura 12. Esquema de conexión del transmisor de Punto de Rocío en miniatura Vaisala DMT143	31
Figura 13. Medidor de flujo CDI 5400-20S	32
Figura 14. Diagrama de montaje y conexión del flujómetro CDI 5400 dado por el fabricante	33
Figura 15. Analizador de red eléctrica SIEMENS SENTRON PAC3220.....	34
Figura 16. Analizador de red eléctrica Schneider Electric EasyLogic PM2100 METSEPM2120	35
Figura 17. Válvula electromecánica 2/2 RFS Solenoide SB115-250-25 de 1”	37
Figura 18. CPU Siemens LOGO! 12/24RCE con display - 6ED1052-1MD08-0BA0	38
Figura 19. Módulo T24 RS232 serie a ethernet TCP/IP modelo USR-TCP232-302	39
Figura 20. WiFi Router, 1200Mbps WAVLINK Enrutador Inalámbrico de Alto Poder AC1200 Dual Band 5G+2.4Ghz con Amplificadores PA+LNA, y Antenas 2x2 MIMO 5dBi.....	40
Figura 21. Tipo de conexión 3P4W sin transformador de tensión, con tres transformadores de corriente.....	41
Figura 22. Diagrama de conexiones de las señales de los compresores y secadores con el tablero de instrumentación usando la norma NTC 2050 sección 349.....	42
Figura 23. Plano Esquemático del Tablero.....	43
Figura 24. Tablero Montado con el PLC y el analizador SIEMENS previo instalación de conexiones.	44

Figura 25. Diagrama de conexiones del PLC	45
Figura 26. Diagrama de conexiones de los módulos de entradas análogas del PLC.....	45
Figura 27. Panel Principal del tablero con switch de encendido	46
Figura 28. Vista posterior del Panel Principal del tablero con las respectivas conexiones de los analizadores.	47
Figura 29. Montaje final del tablero con todas las conexiones realizadas.....	48
Figura 30. PLC en estado operativo final	49
Figura 31. Diagrama de Flujo del Programa.....	55
Figura 32. Panel de navegación de las diferentes secciones del aplicativo WEB.....	59
Figura 33. Página Inicial del programa tan pronto se accede a la interfaz WEB.....	60
Figura 34. Página de monitoreo de la máquina electrónica SORTEX	60
Figura 35. Página de monitoreo de la máquina electrónica SANMAK	61
Figura 36. Página de monitoreo del Analizador de Redes SIEMENS con acceso directo a su página propia para seguimiento más específico de las variables programadas.	61
Figura 37. Página de monitoreo de todos los estados de falla y alarmas del sistema	62
Figura 38. Diagrama SCADA del proyecto.....	63
Figura 39. Direcciones IP de la máquina SORTEX para configuración Ethernet.....	68
Figura 40. Conexión satisfactoria a la página web desde el equipo principal de la oficina.....	68
Figura 41. Conexión satisfactoria a la página web desde un celular, donde se puede observar el Login al PLC	69
Figura 42. Prueba de Comunicación del Analizador Easylogic con el módulo USB-TCP232	70
Figura 43. Verificación LED de falla de la máquina SORTEX al cerrar la válvula e ingreso al registro de fallas para verificar el origen de la misma.....	71
Figura 44. Verificación LED de falla de la máquina SORTEX en la página WEB que indica que la máquina está detenida y el sistema de alarmas encendido.....	72
Figura 45. Verificación LED de la máquina SANMAK (debe estar apagado en estado de operación normal)	72
Figura 46. Verificación entrada digital 7 en el PLC que corresponde al LED de la máquina SANMAK	72
Figura 47. Verificación LED de la máquina SANMAK al cerrar la válvula.	73
Figura 48. Verificación entrada digital 7 en el PLC que indica que está activa, lo que debe activar el sistema de alarmas	73
Figura 49. Correcta activación de la baliza lumínica al entrar en estado de falla tanto la máquina SANMAK como la máquina SORTEX	73

Figura 50. Gráfica del comportamiento de la presión del sistema (PSI vs segundos) en un rango de 6M correspondiente a la máquina electrónica SORTEX.....	75
Figura 51. Datos técnicos del Compresor de Aire Industrial Sullair ES-8.	80
Figura 52. Ficha Técnica escogedora electrónica Bühler SANMAK LED 24	81
Figura 53. Ficha Técnica escogedora electrónica Bühler SORTEX B4	82
Figura 54. Ficha técnica del Compresor de Aire Industrial Kaeser SM 15	83
Figura 55. Datos técnicos del Secador de Aire Industrial Atlas Copco F30	84
Figura 56. Datos técnicos del Secador de Aire Industrial Kaeser TB19.....	85
Figura 57. Ficha técnica del Transmisor de punto de rocío DMT143.....	86
Figura 58. Ficha técnica del Medidor de flujo CDI 5400-20C.....	87
Figura 59. Ficha técnica del Transductor de Presión KAESER 7MF1562 7.7040.30020.....	89
Figura 60. Datos técnicos del router inalámbrico de doble banda de alta potencia Wavlink AC1200.	90
Figura 61. Ficha técnica del Analizador de red eléctrica SIEMENS SENTRON PAC3220 7KM.	94
Figura 62. Ficha técnica del Analizador de red eléctrica Schneider Electric EasyLogic PM2100 METSEPM2120	97
Figura 63. Ficha técnica del Módulo T24 RS232 serie a ethernet TCP/IP modelo USR-TCP232-302	98
Figura 64. Ficha técnica del Módulo Lógico Programable Siemens LOGO! 12/24RCE - 6ED1052-1MD08-0BA0.	100
Figura 65. Ficha técnica del Transformador corriente LOVATO ELECTRIC DM1T 0100 100A/5.	102
Figura 66. Ficha técnica del Transformador de corriente EBCHQ 54190/ MSQ-30 100A/5.....	103
Figura 67. Ficha técnica la Válvula electromecánica 2/2 RFS Solenoide SB115-250-25.....	105
Figura 68. Bloques de conversión de las variables.	106
Figura 69. Bloques de entradas análogas del sistema.	107
Figura 70. Bloques de configuración del rango operativo de presión	108
Figura 71. Bloques de configuración del rango operativo de voltaje.....	109
Figura 72. Bloques de configuración para estado de falla del compresor.....	110
Figura 73. Bloques de Condición para estado de falla de la máquina	111
Figura 74. Bloques de Condición para estado de falla de la máquina	111
Figura 75. Bloques de Condición para estado de falla del compresor y el secador	112
Figura 76. Red Inalámbrica configurada en el router a la que se debe conectar para el acceso a las funciones remotas del proyecto.....	113

Figura 77. Pantalla inicial del software donde se debe ingresar la dirección IP de la máquina SORTEX.....	114
Figura 78. Pantalla de ingreso al software donde se debe ingresar la contraseña de acceso de la máquina electrónica SORTEX	114
Figura 79. Ingreso satisfactorio al acceso remoto de la máquina SORTEX desde el computador.	115
Figura 80. Correcta visualización del registro de fallas propio de la máquina SORTEX	115
Figura 81. Red Inalámbrica configurada en el router a la que se debe conectar para el acceso a las funciones remotas del proyecto.....	116
Figura 82. Pantalla inicial de la app donde se pueden agregar los dispositivos para acceso remoto	117
Figura 83. Pantalla de ingreso a la app donde se debe ingresar la dirección de la máquina electrónica SORTEX.....	118
Figura 84. Pantalla de la app donde se debe ingresar la contraseña de acceso de la máquina electrónica SORTEX.....	119
Figura 85. Ingreso satisfactorio al acceso remoto de la máquina SORTEX desde un dispositivo móvil.....	120
Figura 86. Red Inalámbrica configurada en el router a la que se debe conectar para el acceso a las funciones remotas del proyecto.....	121
Figura 87. Conexión satisfactoria a la página web desde el computador de la oficina, donde se puede observar el Login al PLC.....	122
Figura 88. Página inicial de la interfaz WEB.....	123
Figura 89. Página de monitoreo de todos los estados de falla y alarmas del sistema, donde se pueden activar o desactivar manualmente las mismas para realizar un diagnóstico	123
Figura 90. Página de monitoreo de la máquina SORTEX, donde se puede visualizar las variables del proceso en tiempo real, así como los estados de operación de la máquina	124
Figura 91. Página de monitoreo de la máquina SANMAK, donde se puede visualizar las variables del proceso en tiempo real, así como los estados de operación de la máquina	124
Figura 92. Página del analizador de redes donde se aprecian las lecturas de voltaje, corriente y potencia en tiempo real. Y dentro de la misma un enlace a la dirección IP propia del analizador	125
Figura 93. Página inicial del analizador de redes SIEMENS	125
Figura 94. Primera sección de la página del analizador de redes SIEMENS.....	126
Figura 95. Segunda sección de la página del analizador de redes SIEMENS.....	126
Figura 96. Tercera sección de la página del analizador de redes SIEMENS.....	127
Figura 97. Sección final de la página del analizador de redes SIEMENS	127
Figura 98. Diagrama de pulpo.....	128

Figura 99. Diagrama del Toro.	129
Figura 100. Diagrama FAST.	132

INTRODUCCIÓN

La trilla es uno de los procesos industriales más importantes que se le aplican al café. Consiste en remover la cáscara del grano en pergamino o cereza seca hasta transformarlo a excelso, listo para tostarlo, molerlo y finalmente consumirlo.

Este proceso influye directamente en el rendimiento y en la calidad final del café servido en la taza. Por un lado, se debe contar con el equipo adecuado y bien calibrado, de tal manera que se obtenga un grano perfectamente descascarado para llevarlo a la siguiente etapa: el tueste.

Por otro lado, la trilla lleva otros procesos implícitos como es el de la limpieza de los granos y la selección de los mismos, para asegurar que no existan cuerpos extraños y granos dañados que impacten en la calidad final del café y de la carga misma que se espera exportar como producto terminado.

La empresa donde se desarrolló el proyecto es la trilladora de café Coopecafenor ubicada en el Km 4, Vía Palenque- Café Madrid, Parque Industrial –Mz J- Bodega 3 (dentro de las instalaciones de ALMACAFE S.A.) pues necesitaba que se realizaran las verificaciones e implementaciones pertinentes, con el fin de optimizar el uso de los compresores y secadores, que se utilizan para el funcionamiento de las escogedoras electrónicas de café, las cuales están en plena producción.

Por lo que los resultados del proyecto permitieron determinar la eficiencia en los equipos compresores y secadores, ya que estos son la base del buen funcionamiento de las máquinas electrónicas seleccionadoras de café (Bühler AG SORTEX B4, Bühler SANMAK LED 24) que dispone la empresa trilladora Coopecafenor. Puesto que el sistema de trillado actual poseía fugas y no se había determinado exactamente la capacidad de los compresores para su correcto funcionamiento, además de la existencia de un riesgo latente de paso de aceite por la línea de aire del compresor, así como de agua por la línea del secador, lo que sería catastrófico para las maquina electrónicas.

Los puntos para verificar son:

- Requerimiento de flujo aire para funcionamiento de máquina SANMAK de 24 canales y de máquina electrónica Bühler AG Sortex B4 de 4 bandejas.
- Revisión de equipos compresores y secadores existentes con ficha técnica en la que se indique la capacidad de aire que envía a las máquinas.
- Análisis de acometida y tubería, para evitar fugas en la distribución de aire.
- Análisis de flujos actuales, con evaluación de consumos para verificación de uso óptimo de equipos.
- Y demás información pertinente para su monitoreo como nivel de presión y flujo de aire.

Es oportuno mencionar que la empresa trilladora Coopecafenor cuenta con la maquinaria y los equipos respectivos para la trilla de café y la selección electrónica forma parte primordial del servicio prestada por ésta, por lo tanto, se ha invertido en la adquisición de un nuevo compresor en conjunto con un nuevo secador y un tanque pulmón por un valor de 15 millones de pesos, el cual fue necesario ponerlo en funcionamiento para abastecer las necesidades neumáticas de la recién adquirida seleccionadora electrónica Bühler SORTEX.

OBJETIVOS

General

- Diseñar un Sistema de Monitoreo y Gestión de alarmas, con acceso remoto, para las máquinas electrónicas escogedoras Bühler SANMAK y Bühler SORTEX.

Específicos

- Diseñar la automatización del sistema de instrumentación para el secador y el compresor KAESER que hacen parte del funcionamiento de la máquina electrónica Bühler SORTEX.
- Implementar un sistema de gestión de alarmas que indique si en los sistemas de tuberías se presentan fugas o fallos, así como mal funcionamiento de secadores y/o compresores para su correcto mantenimiento y monitoreo con registro de datos e historial de los mismos.
- Establecer un protocolo de comunicación entre una estación remota y la máquina electrónica Bühler SORTEX mediante un software o interfaz tipo app, desde la cual se pueda monitorear el funcionamiento de la misma, así como el flujo y la capacidad de distribución de aire en el compresor y secador que dispone la trilladora.

CAPÍTULO 1: AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO

En este capítulo se explica toda la terminología técnica concerniente al proyecto, se brinda un acercamiento a la maquinaria y equipos que dispone la empresa entre los que se encuentran el cuarto de máquinas electrónicas y el cuarto de compresores, además de la instrumentación necesaria que debió adquirirse para el desarrollo del proyecto.

1.1 Marco Teórico

Trillado de Café

El trillado o curado consiste en el descascarado o pelado de la cubierta del grano, eliminando por pulimento las cáscaras plateadas y finalmente su clasificación. La trilla es uno de los procesos industriales más importantes que se le aplican al café. Luego de remover la cáscara del grano en pergamino o cereza seca hasta transformarlo a café oro, éste queda listo para tostarlo, molerlo y finalmente consumirlo. Si el café fermentado y secado es demasiado húmedo, se le debe secar aún más antes de que los granos se descascaren. [6]

Selección Electrónica de Café

La clasificación óptica es esencial en cualquier proceso de selección industrial. Clasificar grano, alimentos y plásticos, ayuda a cumplir con los requisitos de seguridad alimentaria y conseguir un producto de calidad más puro.

Un sistema de clasificación electrónica utiliza distintas tecnologías, incluidas cámaras, iluminación y software de aprendizaje. Eliminando así los defectos y materiales extraños por color, forma y textura.

Partiendo de una amplia gama de productos que se ajusta a todos los presupuestos, capacidades y calidades de producto para un proceso industrial en específico. [9]

Máquina Trilladora de Café

Es un equipo de fácil regulación según el tamaño del café, con un sistema de cuchilla para realizar el proceso de trillado, que permite la adecuación de la máquina según el tamaño de grano a procesar. Sistema de enfriamiento y extracción de cascarilla de café que mejora la eficiencia de trilla, con motor independiente. [6]

Compresor de Aire Industrial

Un compresor es una máquina térmica diseñada para aumentar la presión de cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tales como gases y vapores. La compresión se realiza mediante un intercambio de energía entre la máquina y el fluido, en el cual el trabajo realizado por el compresor es transferido al fluido aumentando su presión y energía cinética impulsándole a fluir. En particular los compresores de aire industriales son herramientas que pertenecen al campo de la tecnología neumática. Dicho dispositivo emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. [7]

Secador de Aire Industrial

Los secadores frigoríficos industriales producen aire seco con cualquier flujo volumétrico. Diseñados como máquinas industriales de primera calidad, los secadores mejoran la seguridad de sus procesos sin importar lo duras que sean las condiciones de servicio, ya que evitan que se produzcan daños por formación de condensado. Tanto el agua como el aceite ponen en riesgo todo lo que se desea que el sistema de aire comprimido haga. Arruina el producto y contamina los procesos. Removerla es vital a fin de proteger tanto el equipo como sus operaciones. Además del compresor de aire refrigerado extrae la dañina humedad y contaminantes del aire comprimido, ayudando a proteger el sistema de aire comprimido, los equipos y las herramientas aguas abajo. [8]

Humedad relativa

La humedad relativa (RH) es la relación entre la presión parcial del vapor de agua y la presión de vapor de equilibrio del agua a una temperatura dada. La humedad relativa depende de la temperatura y la presión del sistema de interés. La misma cantidad de vapor de agua produce una mayor humedad relativa en el aire frío que en el aire caliente. La humedad relativa (RH) o Φ de una mezcla de aire y agua se define como la relación de la presión parcial de vapor de agua (p_{H_2O}) en la mezcla a la presión de vapor de equilibrio del agua ($p^*_{H_2O}$) sobre una superficie plana de agua pura a una temperatura dada:

$$\frac{p_{H_2O}}{p^*_{H_2O}} \quad (1)$$

La humedad relativa normalmente se expresa como un porcentaje; un mayor porcentaje significa que la mezcla de aire y agua es más húmeda. Al 100% de humedad relativa, el aire está saturado y se encuentra en su punto de rocío. [11]

Punto de Rocío

En general, todas las instalaciones de aire comprimido tienen el mismo problema: la condensación de agua. Para evitarla, existen equipos que literalmente, secan el aire, dejándolo con unos niveles de vapor de agua reducidos que no perjudiquen la instalación o proceso. Para medir el grado de sequedad del aire comprimido, se utiliza la temperatura de Punto de Rocío.

La presión parcial del vapor de agua está relacionada con la temperatura. Por lo tanto, la cantidad máxima de vapor de agua que puede contener el aire, está determinada también por la temperatura. La temperatura a la que comienza a condensarse el agua, es la que se denomina Punto de Rocío. En una instalación de aire comprimido, este valor indicaría el punto de temperatura límite o de saturación, a partir del cual comenzaría a condensarse agua en la red de aire comprimido. [11]

Tipos de protocolos de red

Los protocolos para la transmisión de datos en internet más importantes son TCP (Protocolo de Control de Transmisión) e IP (Protocolo de Internet). De manera conjunta (TCP/IP) podemos enlazar los dispositivos que acceden a la red, algunos otros protocolos de comunicación asociados a internet son POP, SMTP y HTTP.

Estos los utilizamos prácticamente todos los días, aunque la mayoría de los usuarios no lo sepan ni conozcan su funcionamiento. Estos protocolos permiten la transmisión de datos desde nuestros dispositivos para navegar a través de los sitios, enviar correos electrónicos, escuchar música online, etc. Existen varios tipos de protocolos de red:

- Protocolos de comunicación de red: protocolos de comunicación de paquetes básicos como TCP / IP y HTTP.
- Protocolos de seguridad de red: implementan la seguridad en las comunicaciones de red entre servidores, incluye HTTPS, SSL y SFTP.
- Protocolos de gestión de red: proporcionan mantenimiento y gobierno de red, incluyen SNMP e ICMP.

Un grupo de protocolos de red que trabajan juntos en los niveles superior e inferior comúnmente se les denomina familia de protocolos. El modelo OSI (Open System Interconnection) organiza conceptualmente a las familias de protocolos de red en capas de red específicas. Este Sistema de Interconexión Abierto tiene por objetivo establecer un contexto en el cual basar las arquitecturas de comunicación entre diferentes sistemas. A continuación, se listan algunos de los protocolos de red más conocidos, según las capas del modelo OSI (marcados con un asterisco * los protocolos usados para el proyecto): [9]

Protocolos de la capa 1 - Capa física:

- USB: Universal Serial Bus
- Ethernet: Ethernet physical layer*

- DSL: Digital subscriber line
- Etherloop: Combinación de Ethernet and DSL
- Infrared: Infrared radiation
- Frame Relay
- SDH: Jerarquía digital síncrona
- SONET: Red óptica sincronizada

Protocolos de la capa 2 - Enlace de datos:

- DCAP: Protocolo de acceso del cliente de la conmutación de la transmisión de datos
- FDDI: Interfaz de distribución de datos en fibra
- HDLC: Control de enlace de datos de alto nivel
- LAPD: Protocolo de acceso de enlace para los canales
- PPP: Protocolo punto a punto
- STP (Spanning Tree Protocol): protocolo del árbol esparcido
- VTP VLAN: trunking virtual protocol para LAN virtual
- MPLS: Conmutación multiprotocolo de la etiqueta

Protocolos de la capa 3 – Red:

- ARP: Protocolo de resolución de direcciones
- BGP: Protocolo de frontera de entrada
- ICMP: Protocolo de mensaje de control de Internet
- IPv4: Protocolo de internet versión 4*
- IPv6: Protocolo de internet versión 6
- IPX: Red interna del intercambio del paquete
- OSPF: Abrir la trayectoria más corta primero
- RARP: Protocolo de resolución de direcciones inverso

Protocolos de la capa 4 – Transporte:

- IL: Convertido originalmente como capa de transporte para 9P
- SPX: Intercambio ordenado del paquete
- SCTP: Protocolo de la transmisión del control de la corriente
- TCP: Protocolo del control de la transmisión*
- UDP: Protocolo de datagramas de usuario

- iSCSI: Interfaz de sistema de computadora pequeña de Internet iSCSI
- DCCP: Protocolo de control de congestión de datagramas

Protocolos de la capa 5 – Sesión:

- NFS: Red de sistema de archivos
- SMB: Bloque del mensaje del servidor
- RPC: Llamada a procedimiento remoto
- SDP: Protocolo directo de sockets
- SMB: Bloque de mensajes del servidor
- SMPP: Mensaje corto punto a punto

Protocolos de la capa 6 - Presentación:

- TLS: Seguridad de la capa de transporte
- SSL: Capa de conexión segura
- XDR: Extenal data representation
- MIME: Multipurpose Internet Mail Extensions

Protocolos de la capa 7 – Aplicación:

- DHCP: Protocolo de configuración dinámica de host
- DNS: Domain Name System
- HTTP: Protocolo de transferencia de hipertexto
- HTTPS: Protocolo de transferencia de hipertexto seguro
- POP3: Protocolo de oficina de correo
- SMTP: protocolo de transferencia simple de correo
- Telnet: Protocolo de telecomunicaciones de red

VNC

Por sus siglas en inglés Virtual Network Computing o en español, Computación Virtual en Red, es un software de código libre de tipo cliente servidor que permite ver la pantalla del ordenador servidor y controlarlo en uno o varios ordenadores clientes sin importar que sistema operativo pueda ejecutar el cliente o el servidor, podemos ver la pantalla y controlar el equipo del que ejecuta el servidor desde el cliente. [11]

1.2 Equipos y máquinas de la empresa

Para poder cumplir a cabalidad con los objetivos fue necesario cotizar y realizar la compra de diversos dispositivos e instrumentación que no tenía la empresa y que incluyen la sensórica, el autómata programable para tratamiento de datos y el router para configuración inalámbrica de todo el sistema pues el protocolo de comunicación que se maneja es Ethernet para la transmisión de datos entre PLC, Analizadores de Redes y Máquina Electrónica. A continuación, se hace un listado de todos los equipos, instrumentos y máquinas que dispone la empresa para poder realizar el proceso de trillado. En negrita los correspondientes al desarrollo del proyecto:

- Silos y Tolvas de almacenamiento de pergamino y excelso
- Monitor de pergamino
- Despedregadora
- Máquina Trilladora Apolo 3
- Monitor de almendra
- Catadoras
- Elevador de cangilones
- Mesas densimétricas
- **Máquina electrónica escogedora Bühler SANMAK LED de 24 canales**
- **Máquina electrónica escogedora Bühler AG SORTEX B4 de 4 bandejas**
- Sistema ciclónico de extracción de polvo mediante manguilla
- **Compresor de Aire Industrial Sullair ES-8 15L**
- **Secador de aire comprimido por refrigeración Atlas Copco F30**
- **Compresor de Aire Industrial KAESER SM15**
- **Secador de aire comprimido por refrigeración KAESER SECOTEC TB 19**

1.2.1 Cuarto de Máquinas Electrónicas

La empresa dispone actualmente de 2 máquinas electrónicas seleccionadoras marca Bühler las cuales se encargan de escoger el café por color dependiendo del proceso de trillado que se le aplique al mismo, el cual depende a su vez de la carga y el estado en el que llegue para aplicar la calibración de las máquinas según el producto (café excelso) que se espera en la jornada, dicha calibración se somete bajo el análisis de la muestra obtenida en el laboratorio previo al proceso de trilla.

Las máquinas electrónicas son en las que está especialmente enfocado el proyecto, pues cuentan con lo esencial para su funcionamiento y protección, más no con la instrumentación adecuada para su monitoreo y estado de operación.

Máquina electrónica escogedora Bühler SANMAK LED de 24 canales



Figura 1. Máquina electrónica escogedora Bühler SANMAK LED de 24 canales y su respectiva HMI
FUENTE: Trilladora Coopecafenor

La figura 1 muestra la máquina electrónica escogedora Bühler SANMAK LED de 24 canales junto con su respectiva HMI. Los modelos BS 24 DG de seleccionadoras electrónicas SANMAK son especialmente diseñadas para atender a todos los estándares internacionales de calidad para granos de café fino y de cafés especiales.

Máquina electrónica escogedora Bühler AG SORTEX B4 de 4 bandejas



Figura 2. Máquina electrónica escogedora Bühler AG SORTEX B4 de 4 bandejas y su respectiva HMI
FUENTE: Trilladora Coopecafenor

La figura 2 muestra la máquina electrónica escogedora Bühler AG SORTEX B4 de 4 bandejas junto a su respectiva HMI, este tipo seleccionadora óptica SORTEX B MultiVision clasifica café, nueces, leguminosas y plásticos con capacidades de hasta 8 T/h en cada canal. Detecta múltiples defectos de color y sustancias extrañas y cuenta con software de detección de tamaño para eliminar objetos no deseados. Es más robusta y completa que la SANMAK al ser más nueva, además de que permite conexión externa ethernet para acceso remoto a su HMI.

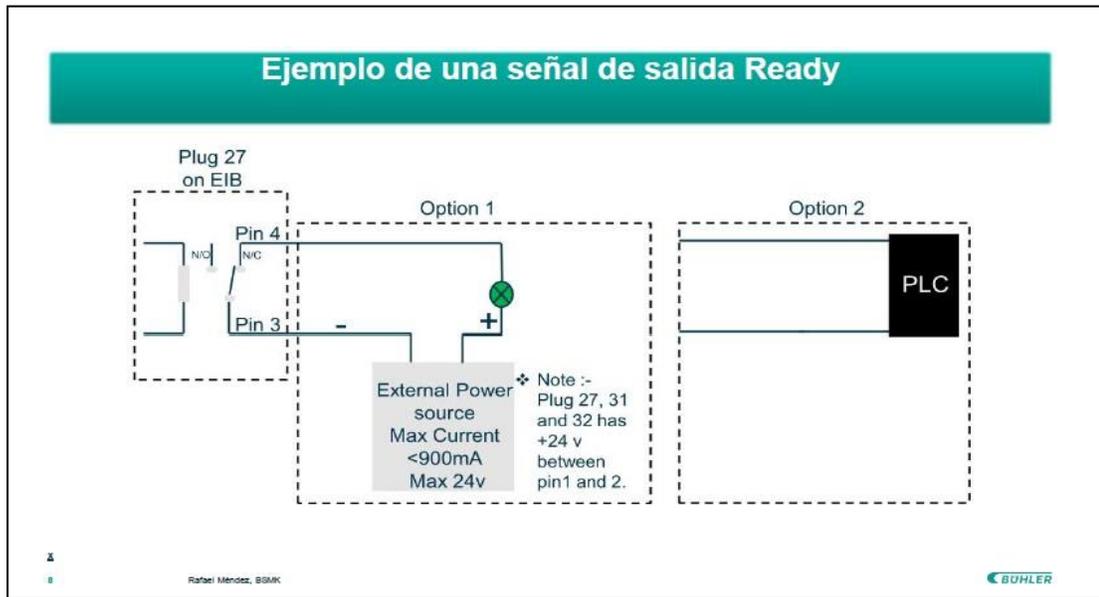


Figura 3. Diagrama de conexiones de la señal de operación Ready de la Electrónica SORTEX.
FUENTE: Compañía Bühler

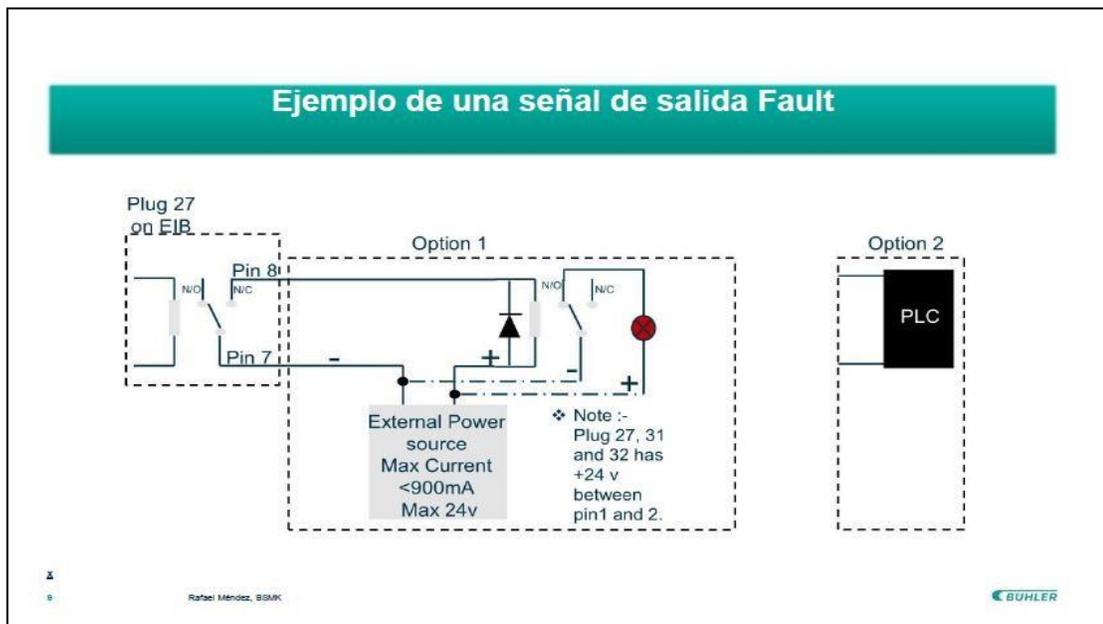


Figura 4. Diagrama de conexiones de la señal de fallo Fault de la Electrónica SORTEX.
FUENTE: Compañía Bühler

Descripción de Salidas de una A/B Bicro			
SALIDA	ESTADO ACTIVO	VOLTAJE MAXIMO	DESCRIPCION
Ready	Normalmente Cerrado	24vdc 900mA.	Esta salida se activa cuando la máquina ha precalentado y está lista para calibrar después de encenderla o resetarla.
Fault	Normalmente Abierto	24vdc 900mA.	Esta salida se activa cuando se genera cualquier condición de falla que encienda la luz AZUL en el panel frontal.
Major Alarm	Normalmente Abierto	24vdc 900mA	Esta salida se activa cuando cualquier vibrador no está funcionando debido a una o varias fallas.
Minor Alarm	Normalmente Abierto	24vdc 900mA	Esta salida se activa cuando alguna o todos los vibradores no está funcionando debido a una o varias fallas. Nótese que la larma menor se activa siempre y cuando se active le Mayor.



Figura 5. Descripción de las salidas de la Electrónica SORTEX para ser leídas por el PLC.
FUENTE: Compañía Bühler

La conexión de la figura 3 es la que permite conocer el estado de operación de la máquina, representado por el LED verde en la HMI de la máquina, el cual siempre debe estar encendido si la máquina se encuentra operativa, mientras que la conexión de la figura 4 es la que permite conocer la señal de falla de la misma representado por el LED azul en la HMI de la máquina, lo que indica que la máquina está en estado de falla (por baja presión de aire, por ejemplo) y se encuentra detenida.

Estos esquemas indican las únicas salidas disponibles para toma de datos que dispone la electrónica SORTEX las cuales son digitales y son las que se usan para establecer los estados de operación y falla cuando la máquina se detiene y puedan ser enviados al PLC para que dependiendo del estado de la misma active o no las alarmas programadas. Ambas señales van conectadas en las entradas I1 e I2 del PLC.

1.2.2 Cuarto de Compresores

Para el correcto funcionamiento de las máquinas electrónicas, fue necesario que la empresa adquiriera equipos que abastecieran la necesidad neumática operativa de las mismas, entre los que se encuentran compresores, secadores y tanques pulmón, los cuales se muestran en la figura 6. Estos últimos se utilizan para almacenar aire comprimido producido por los compresores, así como para amortiguar y compensar variaciones de presión en el sistema neumático.

El almacenamiento de aire comprimido tiene muchos beneficios como reducir la caída de presión, pueden funcionar para enfriar inicialmente el caudal de aire y eliminar algo de humedad por condensación, o también pueden ser un modulador básico para mejorar el ciclo de trabajo del compresor.

Sirven además para evitar las variaciones de presión que vienen del compresor, estabilizar la presión de descarga evitando fluctuaciones que puedan afectar el desempeño del compresor, y almacenar una cantidad suficiente de aire para luego entregarlo a los secadores, que lo purifican y lo envían a la línea que llega a las máquinas electrónicas. Estos tanques son indispensables para la productividad de la empresa, así como para el ahorro energético. Los equipos se desglosan a continuación y se encuentran ordenados de la **A** a la **D** para poder identificarlos rápidamente en la figura 6.

A. Compresor de Aire Industrial Sullair ES-8 15L

Es un compresor de Tornillo Lubricado de 15 hp, enfriado por aire, con controlador digital de operación. Su función es la de generar el aire comprimido para el manejo de la instrumentación neumática de la seleccionadora SANMAK.

B. Compresor de Aire Industrial Kaeser SM 15

El compresor de tipo SM responde perfectamente a las necesidades neumáticas de la empresa, ya que además de producir más aire comprimido con menos energía, opera con gran versatilidad, es de fácil manejo y requiere poco mantenimiento, reportando así

bajos costos operativos Su función es la de generar el aire comprimido para el manejo de la instrumentación neumática de la seleccionadora SORTEX.

C. Secador de aire comprimido por refrigeración Atlas Copco F30

El secador frigorífico Atlas Copco estándar tiene un diseño sencillo y compacto, componentes de calidad y un punto de rocío a presión estable de tan solo 7° C. Los secadores proporcionan un rendimiento y una fiabilidad sencillos. Es compacto y de bajo mantenimiento además de ser compatible con la mayoría de las tecnologías y aplicaciones de compresores, funciona en conjunto con el compresor SULLAIR.

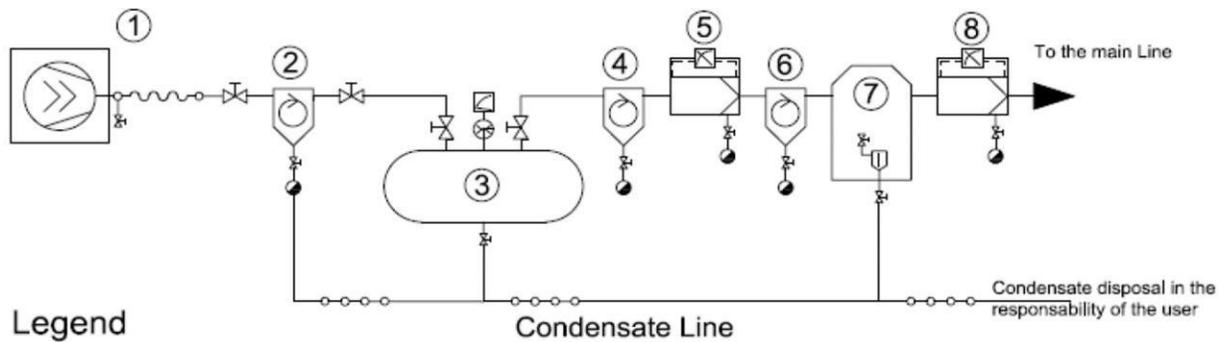
D. Secador de aire comprimido por refrigeración Kaeser SECOTEC TB 19

Los SECOTEC son los secadores frigoríficos de KAESER conocidos por su calidad, la estabilidad de sus puntos de rocío, su alta fiabilidad y sus bajos costes. Los secadores frigoríficos secan el aire comprimido hasta alcanzar un punto de rocío de 3 °C, y lo hacen a bajo coste gracias a su económica regulación por acumulación y adaptando su funcionamiento a la demanda. El acumulador de frío es de grandes dimensiones, lo cual le permite funcionar con un mínimo de fatiga del material durante la operación y garantizar un punto de rocío estable. Funciona en conjunto con el compresor KAESER.

Es importante mencionar que tanto el compresor Kaeser como el compresor Sullair, poseen líneas neumáticas diferentes, es decir que toda la acometida neumática que incluye los tramos de tuberías desde el cuarto de compresores al cuarto de electrónicas, las válvulas de cierre y los filtros de agua y aceite necesarios para cada línea, son independientes la una de la otra como se muestra en las figuras 7 y 8. Esto se debe a que originalmente la empresa sólo disponía de la seleccionadora SANMAK con el compresor Sullair y un antiguo secador Sullair, que fue reemplazado por el secador Atlas Copco. Luego se instaló la dupla del compresor y secador Kaeser al adquirir la seleccionadora SORTEX y se realizó el montaje de los tramos de tubería en acero galvanizado junto con los respectivos filtros de agua y aceite para esta seleccionadora.



Figura 6. Cuarto de compresores actual de la empresa para abastecimiento de la red neumática.
FUENTE: Trilladora Coopecafenor



1. Compresor SULLAIR ES-8
2. Filtro Separador Condensado
3. Tanque Pulmón 100 gal/10 bar
4. Filtro HF6 – 20 – 4 - DPL
5. Filtro SFC 65N
6. Filtro HF9 – 20 – 4 - DPL
7. Secador Atlas Copco F30
8. Filtro SFC 65N

Figura 7. Diagrama P&ID de la red neumática de la seleccionadora SANMAK.
FUENTE: Autor

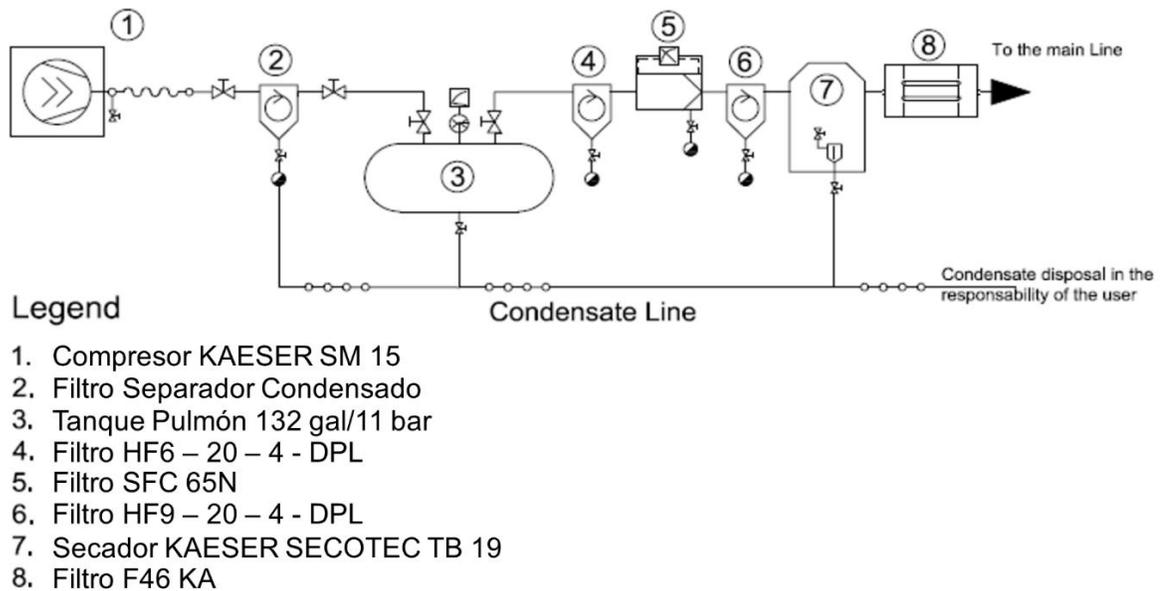


Figura 8. Diagrama P&ID de la red neumática de la seleccionadora SORTEX.
FUENTE: Autor

1.3 Instrumentación y actuadores

Para la adquisición de las señales del sistema se requirieron 3 sensores: De presión, flujo y punto rocío (Por cada máquina), variables críticas para conocer el funcionamiento de las electrónicas. Estos adquieren la señal y la convierten de 4 a 20 mA. Para tener la retroalimentación al sistema SCADA y de esta forma poder leer la señal dada por los sensores, se conectaron al PLC, el cual hace la conversión de los datos de tipo flotante a entero, y poder visualizar un valor numérico. Para leer las señales de consumo de los compresores y secadores se procedió a implementar 3 transformadores de corriente en cada línea los cuales también envían una señal de 100/5A a los 2 analizadores de redes del tablero. Toda la instrumentación fue seleccionada partiendo de la relación costo/beneficio para la empresa. Y se encuentra listada a continuación:

1.3.1 Sensores

Los sensores principales del sistema (de presión, flujo y punto rocío) se ubicaron en el cuarto de las máquinas electrónicas. Los 3 fueron implementados para la seleccionadora SORTEX y sólo el de presión para la seleccionadora SANMAK debido a temas de presupuesto de la empresa. A continuación, se listan cada uno de los sensores implementados junto con su criterio de selección:

Transductor de Presión KAESER 7MF1562-7AA00-1BA1



Figura 9. Transductor de Presión KAESER 7MF1562-7AA00-1BA1.
FUENTE: Vía Industrial.

La figura 9 presenta el sensor necesario para medir la presión de aire de toda la acometida neumática del sistema. Se ubicó un sensor al final de la línea neumática para cada máquina (después de los filtros SFC65 y F46KA respectivamente), para de este modo poder determinar la presión exacta que llega a cada máquina y poder calcular las pérdidas que se generan en la línea por fugas pues cada compresor maneja rangos de presión levemente diferentes. (El Sullair de 90 a 110 psi y el Kaeser de 100 a 125 psi). Fue el único sensor que autorizó la empresa para ser implementado en ambas máquinas, pues como se mencionó anteriormente, la línea neumática para cada máquina es independiente la una de la otra. Para su conexión en ambas máquinas se tomó en cuenta el diagrama de la figura 10, pues su funcionamiento consiste en una célula de medida de

silicio que está dotada de un puente de resistencias piezoeléctricas, al cual la presión de servicio "p" se transmite por aceite de silicona y una membrana de acero inoxidable. La tensión de salida de la célula de medida se conduce hacia el amplificador y se transforma en una señal de salida tipo corriente de 4 a 20 mA. La corriente de salida es linealmente proporcional a la presión de entrada y dicha salida es la que se conecta al PLC.

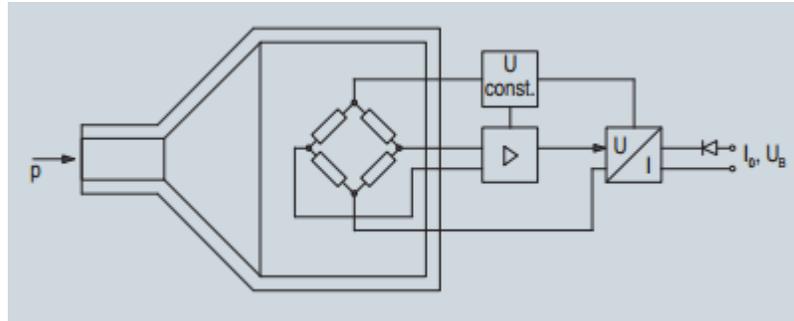


Figura 10. Esquema de conexión del transmisor de presión SITRANS PZ 7MF1562
FUENTE: SIEMENS.

Transmisor de Punto de Rocío en miniatura Vaisala DMT143.

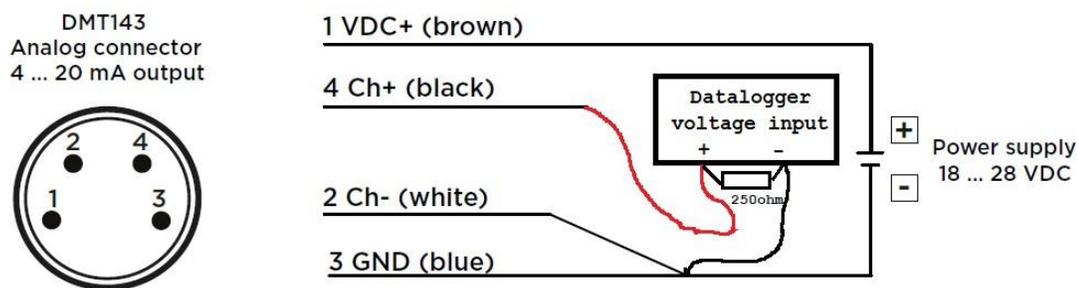


Figura 11. Transmisor de Punto de Rocío en miniatura Vaisala DMT143.
FUENTE: Vía Industrial.

La figura 11 presenta el sensor de punto rocío con el cual se obtiene la temperatura y la humedad de salida de la tubería que suministra el caudal de aire a las máquinas y que

funciona en conjunto con la electroválvula, pues dependiendo de las lecturas de humedad en la línea neumática que éste entregue, el PLC le da la orden de activarse o no la electroválvula cerrando el paso de aire de manera inmediata en la línea para proteger la máquina electrónica SORTEX de que le llegue a ingresar cualquier líquido. Ubicado al final de la línea neumática, justo antes de la válvula de seguridad de la máquina. Es el sensor más crítico del sistema, pues es el que permite detectar si hay presencia de agua o aceite en la línea neumática, pues de haberla sería catastrófico si alguno de estos últimos llega a la máquina, y ésta última con un punto rocío de 2°C hace que la escala del sensor (De -80° a 20°C o -112° a 68°F Td punto de rocío a presión ambiente) se adecúe perfectamente a la necesidad del sistema. Fue también el último sensor que se implementó debido a que hubo algunos problemas de lectura y visualización en la salida del PLC, que finalmente se resolvieron implementando la conexión de la figura 12 brindada por el mismo fabricante por medio de soporte vía correo electrónico, en el cual se debía conectar la salida negativa del sensor junto con la tierra al mismo punto, y colocar una resistencia de 250Ω entre la salida positiva del sensor y la tierra, para de esta forma habilitar la correcta lectura del sensor por el PLC:

DMT143 Dew Point Transmitter



DC mA Test with Multi-meter

Figura 12. Esquema de conexión del transmisor de Punto de Rocío en miniatura Vaisala DMT143
FUENTE: Vaisala.

Medidor de flujo CDI 5400-20S



Figura 13. Medidor de flujo CDI 5400-20S.
FUENTE: Vía Industrial.

El medidor de flujo da figura 13 se implementó para garantizar el consumo de la máquina electrónica SORTEX vs la cantidad de CFM que genera el compresor Kaeser y con ese valor determinar si se requería el cambio de compresor por uno de mayor capacidad. Para su instalación fue necesario cambiar el tramo de tubería de 1" a 1.5" que llega a la máquina electrónica, además de que éste debe tener una longitud de 20 veces el diámetro de la tubería (es decir 76 cm) por recomendación del fabricante para obtener lecturas correctas como se indica en la figura 14 y está ubicado antes del sensor de presión y del de punto rocío. Teniendo el compresor Kaeser un caudal máximo de 55 CFM, se optó por este sensor partiendo de la tabla 1, en cinco unidades de medida diferentes, es el caudal más alto recomendado para su instalación. También es el valor de escala completa (20 mA) programado, que se muestra en la pantalla del medidor durante el inicio. Teniendo en cuenta que cuando se usa la salida de mA, el medidor tiene un valor de 4 mA correspondiente a 0.

Modelo	SCFM	Nm3/min (20°C)	Nm3/min (DIN 1343)	Nm3/hr (20°C)	Nm3/hr (DIN 1343)
5400-20S	600	16.99	15.83	1019	950

Tabla 1.

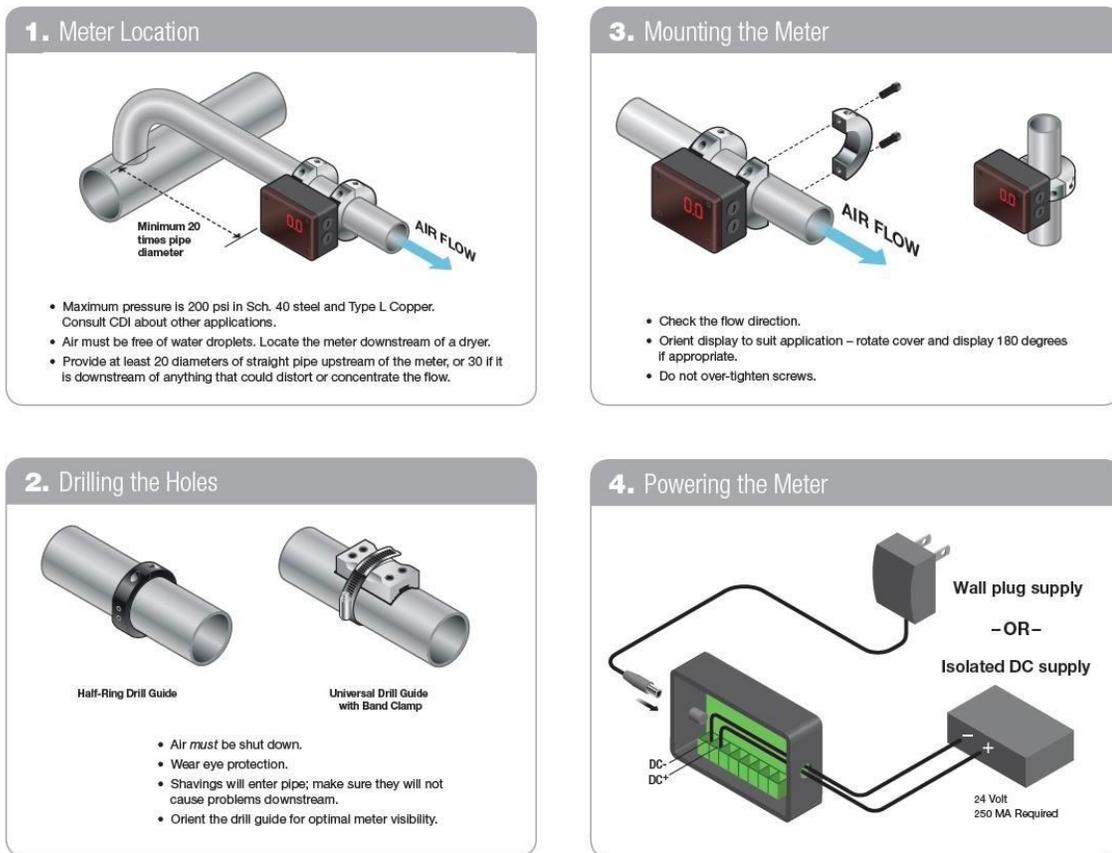


Figura 14. Diagrama de montaje y conexión del flujómetro CDI 5400 dado por el fabricante
FUENTE: Vía Industrial.

Para la adquisición de las señales de los compresores y secadores, se usaron 2 analizadores de redes que se encargan de medir tanto el voltaje como la corriente que consumen los compresores, para de este modo poder calcular el consumo total de éstos en una jornada laboral completa de trilla. Para las mediciones de voltaje, se conectó directamente la línea de alimentación de los compresores a los analizadores de redes, y para las mediciones de corriente fue necesario implementar transformadores de corriente para poder enviar dichas señales también a los analizadores de redes. Cabe mencionar que las señales de voltaje y corriente sólo se miden de los compresores, y los estados de falla si de los compresores y secadores. Los analizadores implementados se listan a continuación:

Analizador de red eléctrica SIEMENS SENTRON PAC3220



Figura 15. Analizador de red eléctrica SIEMENS SENTRON PAC3220
FUENTE: Vía Industrial.

La figura 15 muestra el analizador de redes SIEMENS SENTRON PAC3220, el cual es un dispositivo de vigilancia eléctrica incorporado en panel para medir magnitudes eléctricas. Maneja protocolo de comunicación modbus TCP con display gráfico, lo que facilitó su comunicación directa con el LOGO! Pues dispone de dos interfaces Ethernet equivalentes con switch integrado. De esta forma es posible conectar más estaciones Ethernet a la red. Las dos interfaces de módulo de ampliación equivalentes permiten conectar hasta dos módulos de ampliación disponibles de forma opcional. Se implementó para medir los consumos del compresor Kaeser

El PAC3220 dispone de 2 entradas digitales y 2 salidas digitales. El número de entradas o salidas puede aumentarse mediante el uso de un módulo de ampliación disponible de forma opcional. La parametrización puede realizarse directamente en el multímetro o a través de la interfaz de comunicación. Posee página WEB propia configurable y parametrizable con IP independiente.

Analizador de red eléctrica Schneider Electric EasyLogic PM2100 METSEPM2120



Figura 16. Analizador de red eléctrica Schneider Electric EasyLogic PM2100 METSEPM2120
FUENTE: Vía Industrial.

La figura 16 muestra el analizador de redes Schneider Electric EasyLogic PM2100 METSEPM2120 que había sido adquirido originalmente por la empresa para ser implementado en el banco de condensadores, pero se relegó su uso para medir en conjunto con el transformador de corriente Lovato los consumos del compresor Kaeser (que abastece la máquina electrónica SORTEX) dado su reducido precio en comparación con otros analizadores, pero al no poder establecer su comunicación con el PLC aun implementándole el conversor, se optó por adquirir en analizador SIEMENS y dejar este para medir los consumos del compresor Sullair (máquina SANMAK) en conjunto con el transformador de corriente EBCHQ.

Se realizaron varias pruebas de comunicación, incluyendo la configuración remota por medio del software ION Setup, pues se requería para la mayoría de datos en tiempo real y registrados de la central de medida, así como la configuración básica y la configuración de las funciones del analizador, que pueden accederse y programarse utilizando una interfaz de comandos Modbus según lo indicado en la lista de registros Modbus del analizador. Esta lista a su vez fue necesario consultarla en la página web del fabricante

pues no se incluye en el manual de usuario del analizador ni tampoco en el datasheet, ya que es un archivo de Excel independiente con todos los comandos necesarios para acceder a las lecturas del analizador vía modbus.

En el cuarto de compresores únicamente se implementaron los transformadores de corriente para poder leer los consumos de corriente de los compresores por medio de los analizadores de redes. Sin embargo, también se hizo la conexión de las señales de falla de los compresores y secadores que van de los relés térmicos y las tarjetas de control a las entradas I3, I4, I5 e I6 del PLC respectivamente. Los transformadores de corriente implementados se listan a continuación:

- **Transformador de corriente LOVATO ELECTRIC DM1T 0100 100A/5 Cable diámetro 22mm.**

Los transformadores de corriente (TC) de la serie DM se emplean en instalaciones eléctricas para reducir la corriente primaria a un valor secundario de 5A, compatible con la entrada de corriente de los multímetros digitales o relés de protección. Necesario para poder realizar las lecturas de corriente en la red y poder enviarlas al analizador de redes, está conectado al compresor Kaeser para poder conocer el consumo de éste y saber de este modo si está en su rango de operación normal por medio del analizador SIEMENS.

- **Transformador de corriente EBCHQ 54190/MSQ-30 100A/5 Cable diámetro 22mm.**

Necesario para poder realizar las lecturas de corriente en la red y poder enviarlas al analizador de redes, está conectado al compresor Sullair para poder conocer el consumo de éste y saber de este modo si está en su rango de operación normal por medio del analizador EasyLogic. No cuenta con bobinado primario y se utiliza generalmente para elevados valores de corriente primaria (a partir de 50A). La cantidad de pasos no afecta las características de precisión, pero reduce el valor de la corriente primaria proporcionalmente a la corriente secundaria.

1.3.2 Actuadores

Todos los actuadores del sistema se implementaron en el cuarto de las máquinas electrónicas, e incluyen la electroválvula, el PLC Logo y el router inalámbrico. Así como las salidas de las alarmas que incluyen la baliza lumínica y la corneta bitono. Los actuadores se listan a continuación:

Válvula electromecánica 2/2 RFS Solenoide SB115-250-25 de 1”



Figura 17. Válvula electromecánica 2/2 RFS Solenoide SB115-250-25 de 1”
FUENTE: Vía Industrial.

La figura 17 presenta la válvula electromecánica implementada en el sistema, también llamada Electroválvula. Su función es la de restringir el paso del aire a la máquina electrónica SORTEX, si se llega a detectar presencia de agua o aceite en la línea neumática. Por lo que depende enteramente de los valores de humedad que le entregue el sensor de punto rocío Vaisala. Está ubicada justo antes de la válvula de accionamiento manual de la máquina electrónica SORTEX y después de los sensores de presión, flujo y humedad. Presenta una latencia de accionamiento de 0.7s. Los tiempos de respuesta son de 3.3s desde que se enciende el tablero de instrumentación hasta que la electroválvula se activa y de 16.8s desde que se desactiva cuando el PLC detecta alguna señal de fallo y se vuelve a activar cuando la falla se soluciona y esta señal desaparece.

Dichos tiempos fueron medidos cronométricamente. Va conectada a la salida Q1 del PLC. Sin embargo, también se activa si la máquina entra en fallo.

CPU Siemens LOGO! 12/24RCE con display - 6ED1052-1MD08-0BA0



Figura 18. CPU Siemens LOGO! 12/24RCE con display - 6ED1052-1MD08-0BA0
FUENTE: Vía Industrial.

La figura 18 presenta el PLC el cual es el componente principal del sistema SCADA pues es el que recibe y procesa todas las señales de los sensores y el que activa o desactiva el sistema de alarmas dependiendo de las lecturas que le entreguen éstos últimos. Además, recibe y procesa las señales de las máquinas electrónicas y de los analizadores de redes. Se eligió este PLC sobre otros más robustos como el S7 1200, dado su precio asequible y flexibilidad de programación, que incluye personalización de páginas web desde el software propio de SIEMENS llamado Logo! Web Editor. Pues además cuenta con las salidas y entradas justas para el sistema a implementar. También se le añadió una tarjeta microSD de 8gb para permitirle almacenar gran cantidad de datos aparte del programa como tal, y que se puede extraer para consultar los archivos .csv (formato Excel) generados en el historial, el cual puede ser consultado desde el 25/05/21, fecha en la que se empezaron a almacenar los registros. Cabe mencionar, que sólo almacena registros en un archivo lo que dure encendido, es decir, cuando se apaga, guarda dicho

archivo, y al ser encendido nuevamente, genera uno nuevo. Pero éste último generado es el que se puede descargar por medio del programa LOGOSoft.

Módulo T24 RS232 serie a ethernet TCP/IP modelo USR-TCP232-302



Figura 19. Módulo T24 RS232 serie a ethernet TCP/IP modelo USR-TCP232-302
FUENTE: Vía Industrial.

La figura 19 presenta el módulo USR-TCP232-302 es un módulo conversor de ethernet a serie. Equipo para convertir datos RS232 a TCP/UDP. Fácil de usar, precio bajo, de baja potencia, chipset de 32 bits de ARM, alta velocidad, y alta estabilidad. Montado en carcasa metálica y con fuente de alimentación. Necesario para permitir la comunicación Ethernet del Analizador de Redes EasyLogic (RS 232) con el LOGO! (Ethernet). Para su configuración fue necesario descargar el software USR-M0-V2.2.3.286 y establecer las direcciones IP. Cuenta con las siguientes especificaciones:

- Interfaz 10/100 Mbps con autodetección.
- Compatible Auto MDI / MDIX. Se puede utilizar un cable cruzado o paralelo.
- Operativa servidor TCP, cliente TCP, UDP, servidor UDP.
- Configuración de parámetros a través de un puerto serie o de red.
- Nivel 5.0V RS232.

WiFi Router, 1200Mbps WAVLINK Router Inalámbrico de Alto Poder AC1200 Dual Band 5G+2.4Ghz con Amplificadores PA+LNA, y Antenas 2x2 MIMO 5dBi

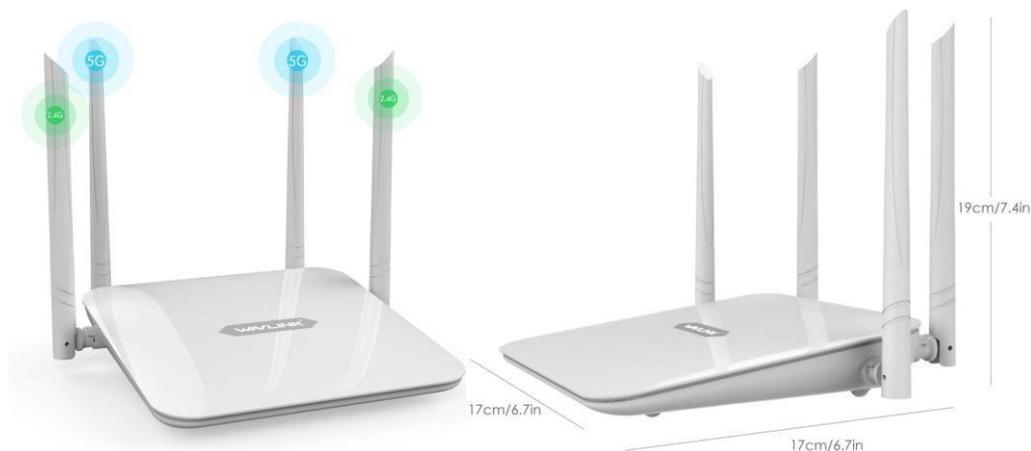


Figura 20. WiFi Router, 1200Mbps WAVLINK Enrutador Inalámbrico de Alto Poder AC1200 Dual Band 5G+2.4Ghz con Amplificadores PA+LNA, y Antenas 2x2 MIMO 5dBi.

FUENTE: Vía Industrial.

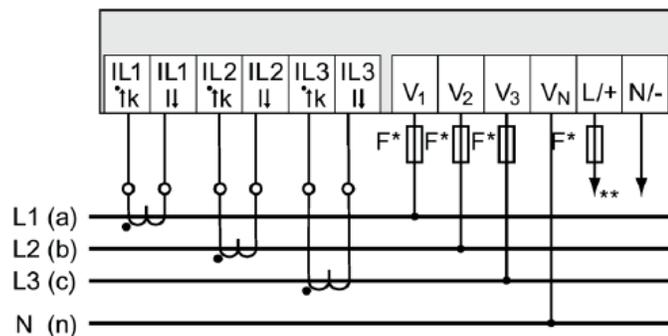
La figura 20 presenta el router inalámbrico también conocido como router 'rompe muros'. Se eligió este router debido a que cuenta con un diseño para zona muerta de señal WiFi, amplificadores de alta potencia incorporados para proporcionar una cobertura y penetración WiFi extremas, conexión de alta velocidad de 360 grados con gran estabilidad y alcance. Ampliamente compatible con dispositivos 802.11b/g/n., Posee banda dual 5GHz 867Mbps y 2.4GHz. Admite puente LAN (AP) y modo WISP; funciona como puente de medios; Capaz de conectar múltiples dispositivos en línea simultáneamente de rango WiFi Strong, con flujos de datos 4x4 y 4 antenas de alto rendimiento, que brinda potentes velocidades de red inalámbrica y por cable. Se le hicieron pruebas de conexión, alcance y estabilidad en las 2 bandas, y fueron totalmente satisfactorias, aun estando ubicado dentro del tablero de instrumentación con el panel frontal cerrado. Además de tener un precio muy asequible frente a otros que ofrecen la misma cobertura. Necesario para poder conectar inalámbricamente el PLC, el analizador SIEMENS y la máquina SORTEX cuyas direcciones IP se especifican en el capítulo 2.

1.4 Caracterización sistema eléctrico

Para poder adquirir las señales de los compresores y secadores, así como de los analizadores de redes que van al PLC, fue necesario realizar el montaje de la parte eléctrica con el trazado de la acometida de las máquinas electrónicas desde el tablero principal al cuarto de electrónicas en una protección de 2x15A en cable de control de 18 pares en cable cobre N°18.

Se hizo el trazado de una segunda acometida desde el cuarto de los compresores al cuarto de las electrónicas en conductor 4x18 AWG y se realizó la conexión de señales de la siguiente manera usando el esquema de conexión de la figura 21:

- 9 común 10 N° contacto normalmente abierto señal de falla secador Kaeser.
- 11 a 110 - 12 a 111 common fault Sullair señal de falla.
- 13 a 3 rayas S1 - 14 a 4 rayas S2 TC 1 línea 1.
- 15 a 5 rayas S1 - 16 a 6 rayas S2 TC 2 línea 3.
- 17 a 7 rayas común - 18 a 8 rayas normalmente abierto de secador Atlas Copco.



- * Los fusibles sirven exclusivamente para la protección de cables. Pueden utilizarse todos los automáticos magnetotérmicos convencionales hasta 20 A (C).
- ** Conexión de la tensión de alimentación

Figura 21. Tipo de conexión 3P4W sin transformador de tensión, con tres transformadores de corriente
FUENTE: SIEMENS.

Luego estas señales se conectan a las entradas I3 a I6 del PLC respectivamente como se indica en la figura 25. También se realiza la conexión de señal de operación de la máquina electrónica SORTEX con el cable UTP categoría 6A al tablero de instrumentación por medio del router inalámbrico para habilitar el acceso a la estación remota. Finalmente, para la conexión de los estados de operación y de falla de las máquinas electrónicas se usó la única salida digital que dispone cada máquina, siguiendo las figuras 3 y 4 en el caso de la máquina SORTEX. Así, todo el entramado de conexiones de las señales de los compresores y secadores con el tablero de instrumentación incluyendo las máquinas electrónicas quedó como se muestra en la figura 22:

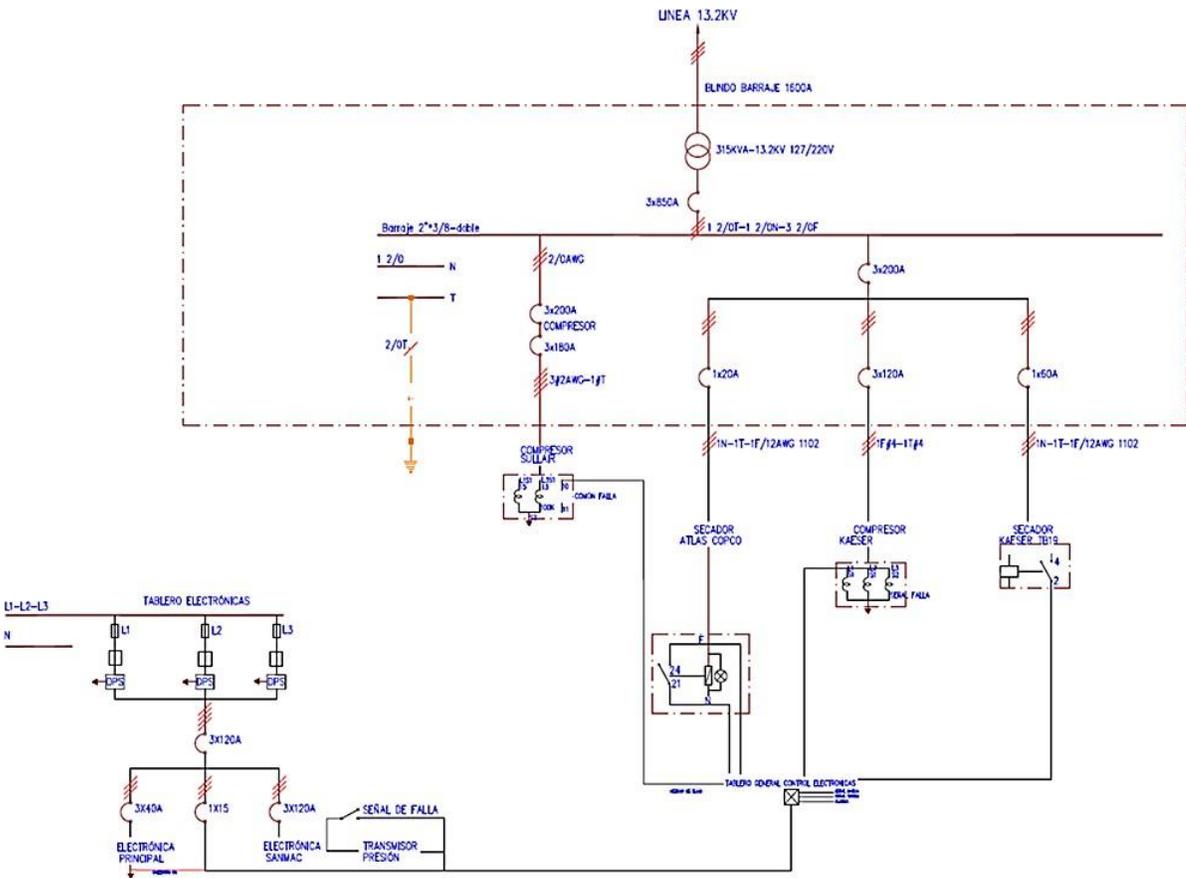


Figura 22. Diagrama de conexiones de las señales de los compresores y secadores con el tablero de instrumentación usando la norma NTC 2050 sección 349.

FUENTE: Autor.

1.5 Esquema de Conexión del Tablero de Instrumentación

Antes de hacer el montaje del tablero, se debía tener en cuenta la cantidad de señales que se requerían, así como las salidas que se disponían. Por lo que se realizó un esquemático mostrado en la figura 23, para esclarecer cómo debían ir las conexiones antes de realizar las mismas de manera física, pues el espacio para estas era reducido, así como el tramo necesario para la acometida eléctrica de toda la instrumentación.

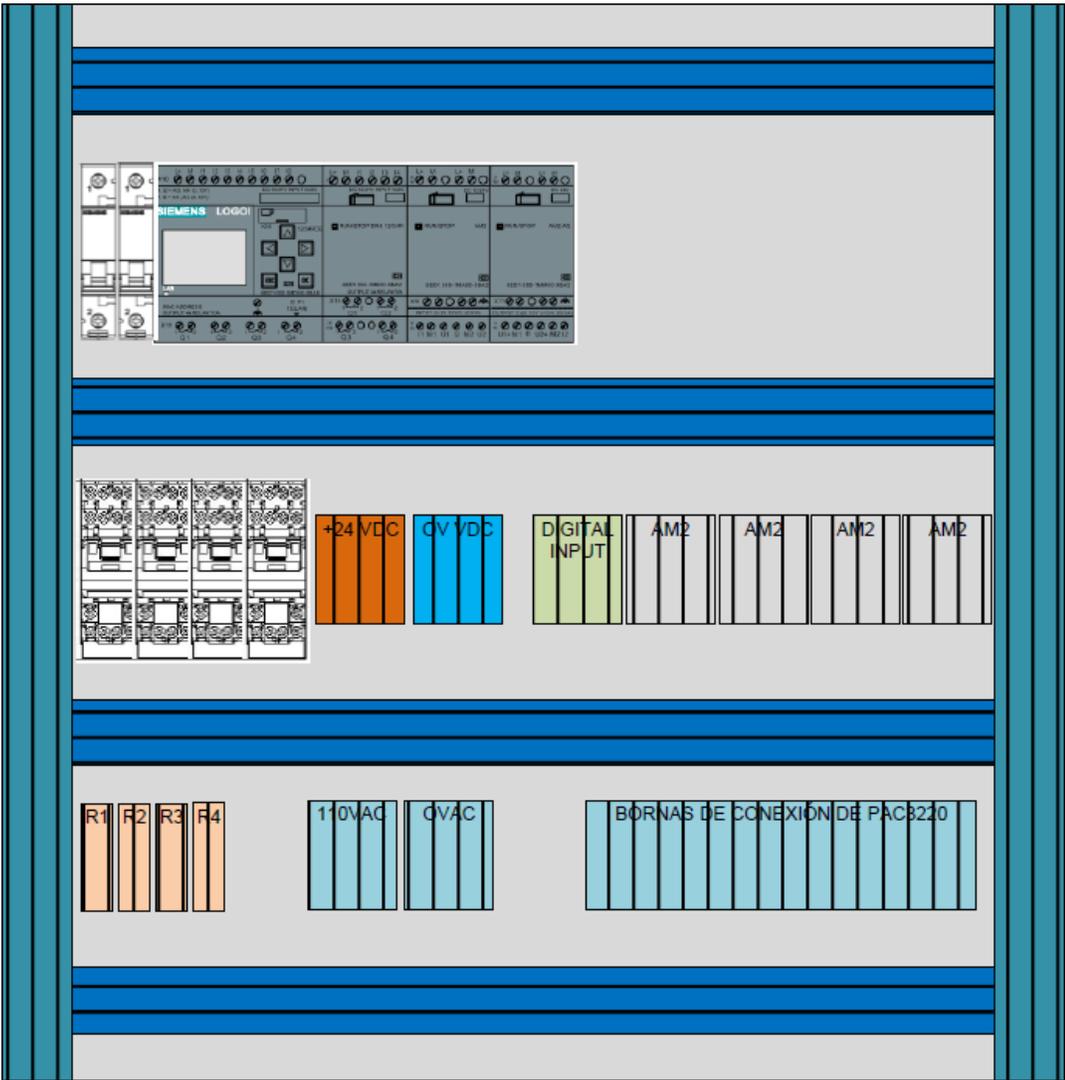


Figura 23. Plano Esquemático del Tablero.
FUENTE: Autor.



Figura 24. Tablero Montado con el PLC y el analizador SIEMENS previo instalación de conexiones.
FUENTE: Autor.

La figura 24 muestra la disposición original del tablero de instrumentación ya con el PLC y el analizador de redes SIEMENS implementados y todas las borneras necesarias previa a la realización de las conexiones de las señales de los sensores, máquinas electrónicas, compresores y secadores. Se ubicó entre las 2 máquinas electrónicas para un acceso y visualización rápida a los maquinistas.

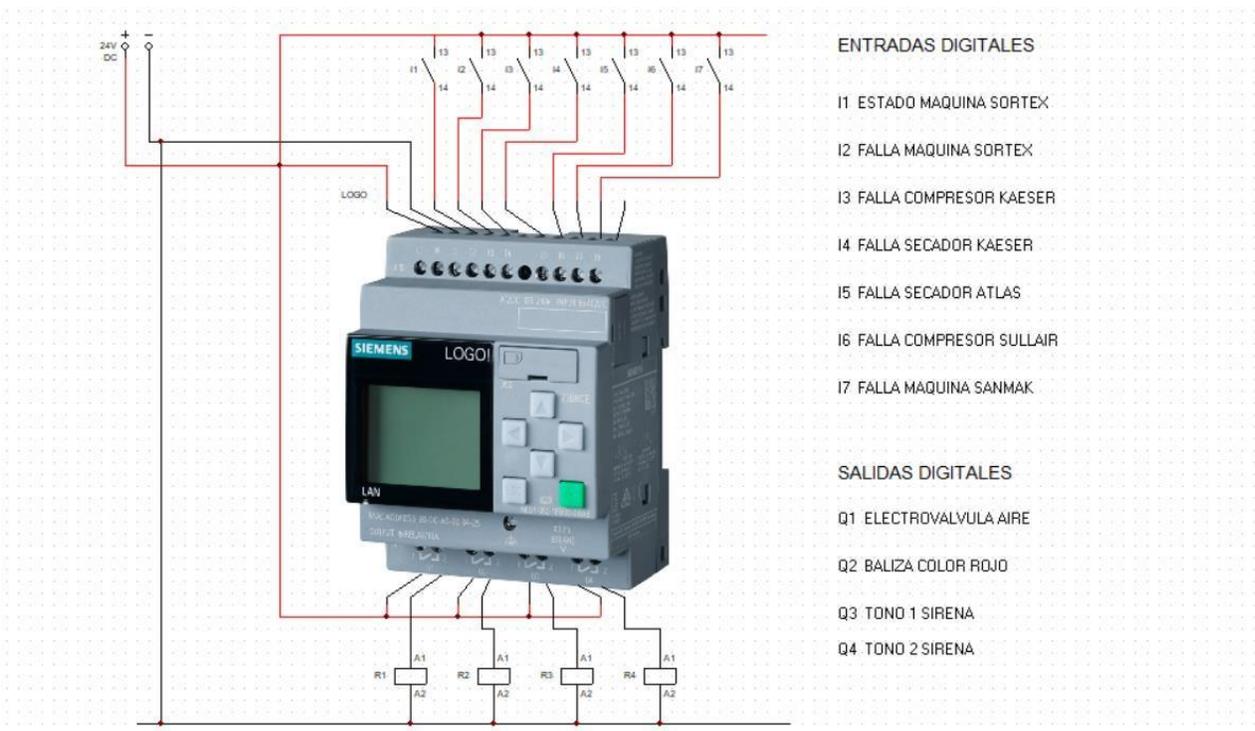


Figura 25. Diagrama de conexiones del PLC
FUENTE: Autor.

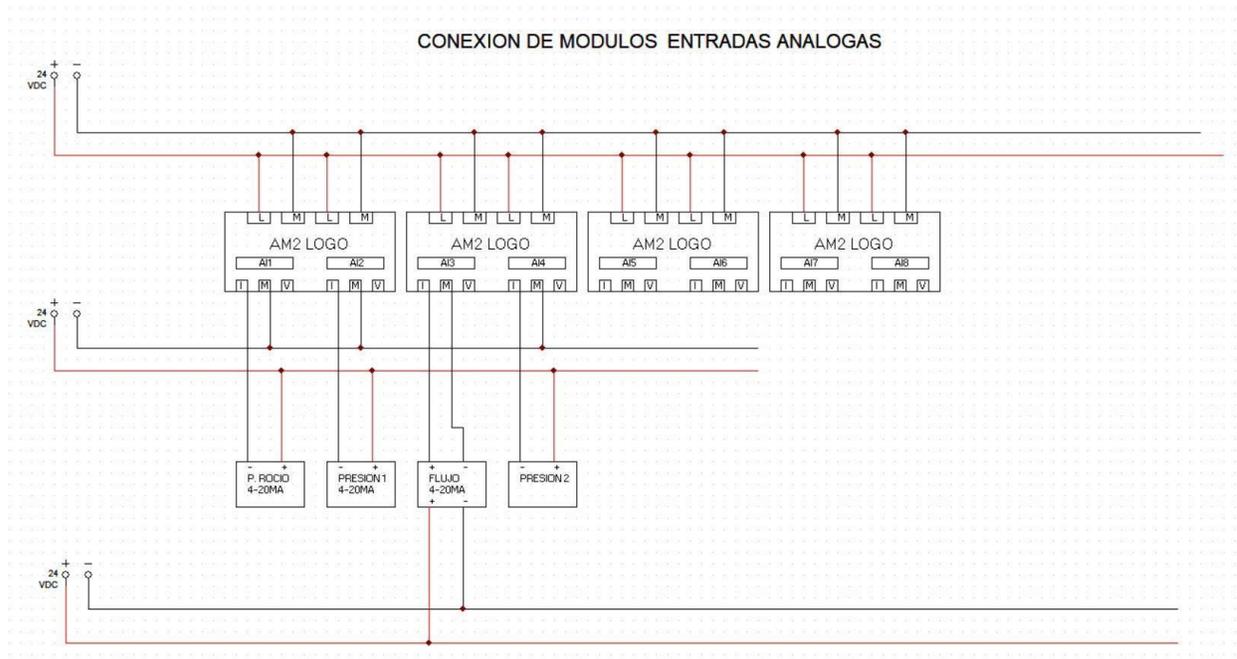


Figura 26. Diagrama de conexiones de los módulos de entradas análogas del PLC.
FUENTE: Autor.



Figura 27. Panel Principal del tablero con switch de encendido.
FUENTE: Autor.

La figura 27 muestra el panel principal del tablero de instrumentación desde la vista frontal con los 2 analizadores de redes ya implementados, así como el switch y los LEDs de encendido y apagado y el seguro de cierre con su llave, que debe portar el maquinista.

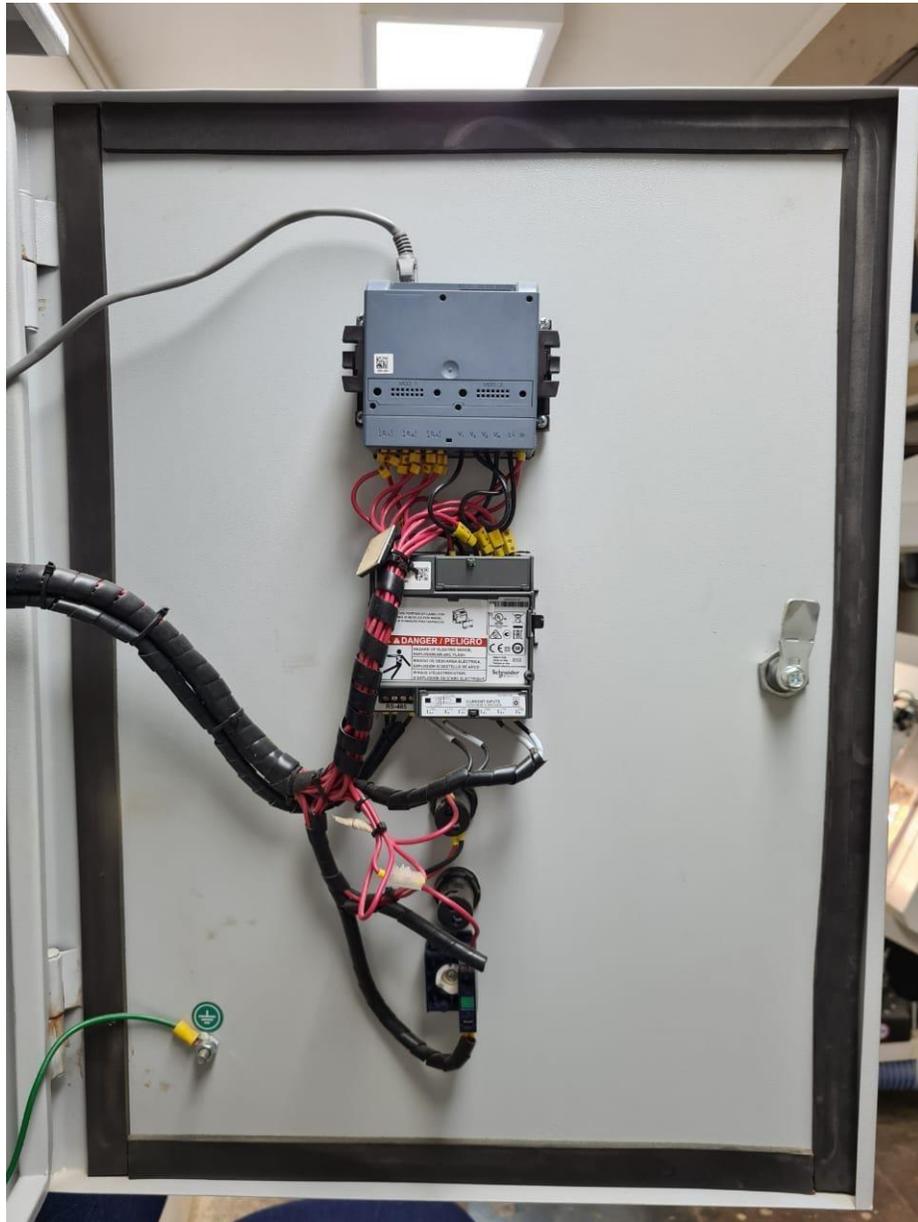


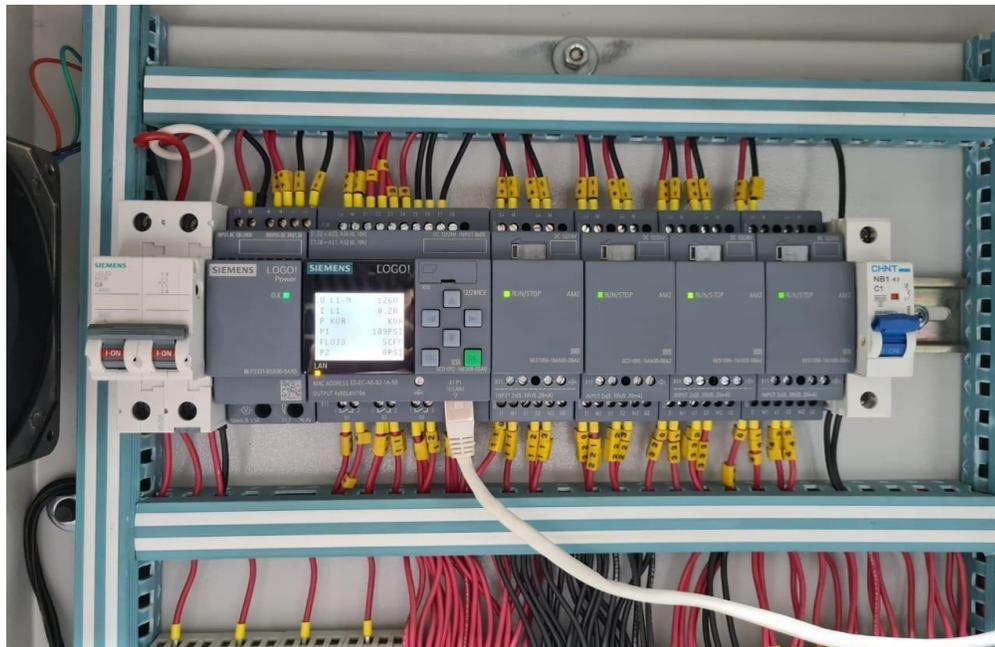
Figura 28. Vista posterior del Panel Principal del tablero con las respectivas conexiones de los analizadores.
FUENTE: Autor.

La figura 28 muestra el panel principal del tablero de instrumentación desde la vista trasera con todas las conexiones de los analizadores, incluida la del analizador SIEMENS con el router inalámbrico para permitir el acceso remoto a este.



Figura 29. Montaje final del tablero con todas las conexiones realizadas.
FUENTE: Autor.

La figura 29 muestra el panel principal del tablero de instrumentación desde su interior con todas las conexiones del PLC, los interruptores de encendido del PLC y analizadores, además de las fuentes de alimentación independientes del router, la baliza lumínica y el sistema de ventilación forzada (2 coolers en disposición 'push and pull', es decir, uno que inyecta aire y otro que extrae) del tablero que lo ayuda a mantenerse fresco.



SIEMENS



Figura 30. PLC en estado operativo final.
FUENTE: Autor.

La figura 30 muestra el PLC ya operativo con visualización de valores de voltaje, corriente y potencia del compresor Kaeser, presión (P1) y flujo de la máquina SORTEX, y presión (P2) de la máquina SANMAK, tanto en la pantalla física del PLC como en la página WEB.

CAPÍTULO 2: DISEÑO DEL SISTEMA SCADA Y APLICATIVO MÓVIL

Este capítulo trata del desarrollo del sistema SCADA para el proyecto usando la metodología en V, así como del programa y el aplicativo WEB, pues una vez implementada toda la instrumentación se debe garantizar una correcta comunicación entre todos los dispositivos, además de la correcta visualización en tiempo real de las variables que miden los sensores y los estados de alarma establecidos por jerarquía.

Para el desarrollo del proyecto se siguió el siguiente procedimiento (cabe mencionar que el proyecto se inició justo después de la compra e instalación de la máquina SORTEX junto con la adecuación del cuarto de compresores para abastecer las necesidades neumáticas operativas de la misma, es decir, que la red neumática que dispone la empresa incluyendo compresores, secadores, tanques pulmón, filtros y tuberías ya estaba implementada previa inicialización del proyecto):

Identificación (Fase 0):

- Identificación de los equipos mecánicos y eléctricos con los que dispone la empresa.
- Levantamiento de datos técnicos de equipos y revisión bibliográfica de las fichas técnicas de las electrónicas, secadores y compresores.

Caracterización (Fase 1):

- Selección y Cotización de la instrumentación para ubicar en los compresores y secadores y en las electrónicas.
- Compra e Implementación de la instrumentación para los compresores y secadores las electrónicas.

Programación (Fase 2):

- Estudio de los medios de comunicación entre un computador y la máquina electrónica SORTEX.

- Programación de protocolo de comunicación entre una estación remota y la máquina SORTEX.

Diseño (Fase 3):

- Pruebas piloto de comunicación entre la estación remota y la máquina SORTEX.
- Diseño y programación del sistema de alarmas.

Integración (Fase 4):

- Integración del software de acceso remoto desarrollado junto con la interfaz tipo app en los computadores de las oficinas para simulación de estación remota.
- Pruebas piloto del sistema de alarmas en conjunto con el software de acceso remoto.

Simulación (Fase 5):

- Generación de benchmarks y comprobación del historial de datos generado por los sensores (data log).
- Simulación de fallas en instrumentación de los secadores y compresores para comprobación del correcto funcionamiento del sistema embebido de la estación remota y el sistema de alarmas.
- Anidación completa de los sistemas y equipos para un control y monitoreo total del proceso de trilla desde los equipos de las oficinas y en lo posible desde los celulares de los auxiliares y administradores de la trilladora vía página web.

2.1 Programa

El Programa Principal se realizó mediante el software propio de SIEMENS para la programación del LOGO! Llamado LOGO! Soft Comfort V8.2 SP1 en lenguaje KOP. Mientras que el aplicativo de la página web se realizó en el software exclusivo del LOGO! Llamado LWE (LOGO! Web Editor) en formato HTML.

Para poder realizar el código del PLC para el monitoreo de las máquinas y la activación de alarmas, fue necesario hacer una jerarquización de todos los posibles fallos del sistema, tanto los propios de la electrónica como de la red neumática que involucra directamente a los compresores y secadores en caso de que alguno de estos falle. Las salidas de las alarmas instaladas constan de una baliza lumínica y una sirena bitono, que se activan según se cumpla alguna de las condiciones establecidas.

Ahora bien, tanto la máquina SANMAK como la SORTEX al estar limitadas de fábrica a una sola salida digital a la que conectarse para poder conocer su estado, bloquea cualquier intento de acceso para poder conocer cuál fue realmente la causa de que cualquiera de estas entre en estado de falla, lo que obliga al operario a interactuar directamente con la máquina para conocer qué ocasionó la falla.

Esto mismo sucede con el sistema de alarmas, de modo que una vez implementado, si este se activa por cualquier circunstancia, (entiéndase fallo de un compresor, secador o fallo de la misma máquina), se activará siempre la baliza lumínica junto con la sirena bitono, obligando al operario a ingresar a la página web para poder saber cuál señal de falla fue la que se activó, o en su defecto interactuar con la máquina electrónica en caso de que la página no muestre ninguna señal de falla, pero si se pueda determinar la causa de activación ya sea por baja presión (aun con la máquina operativa), bajo voltaje o detección de punto rocío.

Cabe mencionar, que las alarmas también se pueden activar cuando se presente un malfuncionamiento de cualquier compresor o secador, aun cuando ninguno de estos marque señal de falla. Dicho malfuncionamiento automáticamente se ve representado por una repentina subida o bajada de presión en la red neumática, la cual detectan los sensores ubicados en ambas máquinas y que, si no cumplen con las condiciones de operación normales, el PLC hará que se activen las alarmas, hasta que se reestablezcan dichas condiciones a valores normales ya establecidos.

2.1.1 Jerarquización de Alarmas

Para poder habilitar un sistema de alarmas, es necesario especificar qué alarmas se disponen y cuál es su prioridad de activación dependiendo de la falla que se presente. A continuación, se hace un listado de fallos que puede presentar la máquina electrónica SORTEX y que en su mayoría hacen que esta se detenga y entre en estado de falla representado por el LED azul en la HMI propia de la máquina. Los fallos se encuentran ordenados por su nivel de riesgo y dependiendo de éste, las condiciones que deben cumplirse para que las alarmas se activen una vez que la falla se presente (encendiendo Baliza y Corneta), pues no todas hacen que se detenga la máquina electrónica:

Riesgo Alto (Máquina entra en estado de falla y se detiene)

- Baja Presión de Aire (por debajo de los 5 bar o 73 PSI)
- Presencia de agua en la línea (punto rocío superior a -40°C)
- Presencia de aceite en la línea (cantidad mayor a 0,01 mg/m³)
- Presión de Aire muy alta (por encima de los 7 bar o 102 PSI)
- Fallo Lámpara Principal
- Fallo de un fusible (se abre)
- Fallo de eyectores (se disparan en presencia de agua o aceite)
- Caída de voltaje en la red (por debajo de los 100V)

Riesgo Medio (Máquina entra en estado de falla, pero sigue operativa)

- Mala calibración de la máquina
- Fallo del limpiador
- Fallo lámpara blanca (exterior o interior)

Riesgo Bajo (Máquina sigue operativa, pero marca advertencia en la HMI)

- Fallo de un eyector
- Pérdida de conexión Ethernet

2.1.2 Diagrama de Flujo

Para la creación del código del programa es necesario antes la elaboración de un diagrama de flujo con la lógica que se tiene planteada plasmar en el programa, antes de realizar el código en sí. Dicho diagrama se muestra en la figura 31, y consiste principalmente en 3 fases:

1. Lectura y conversión de datos
2. Comprobación estados de falla del sistema neumático y máquinas electrónicas
3. Comprobación condiciones mínimas de operación

La primera fase, como se indica es la de lectura de los sensores y la conversión de estos datos para tener un parámetro legible y visualizable, pues se debe tener un valor numérico entero para poder establecer una condición de operación partiendo de este valor. Las condiciones establecidas para el programa se encuentran explicadas en la siguiente sección 2.1.3.

La segunda fase consiste en un bucle de condicionales, con una única salida en común y es la activación de las alarmas si alguno de ellos se cumple. Básicamente este bucle revisa cada uno de los equipos de la red neumática (compresores y secadores), así como cada una de las máquinas electrónicas, para comprobar si alguno de estos tiene la señal de fallo activa y de este modo activar las alarmas, si ninguno de estos equipos presenta falla se pasa a la siguiente fase.

La tercera y última fase trata de una comparación de variables de operación para cada máquina, que descarta los estados de falla de estas, para comprobar sus condiciones mínimas de operación, pues si no se cumplen estas, se deben activar las alarmas así las máquinas se encuentren operativas, ya que al no cumplirse dichas condiciones indica un malfuncionamiento de cualquiera de las máquinas, aunque ninguna de estas entre en estado de falla.

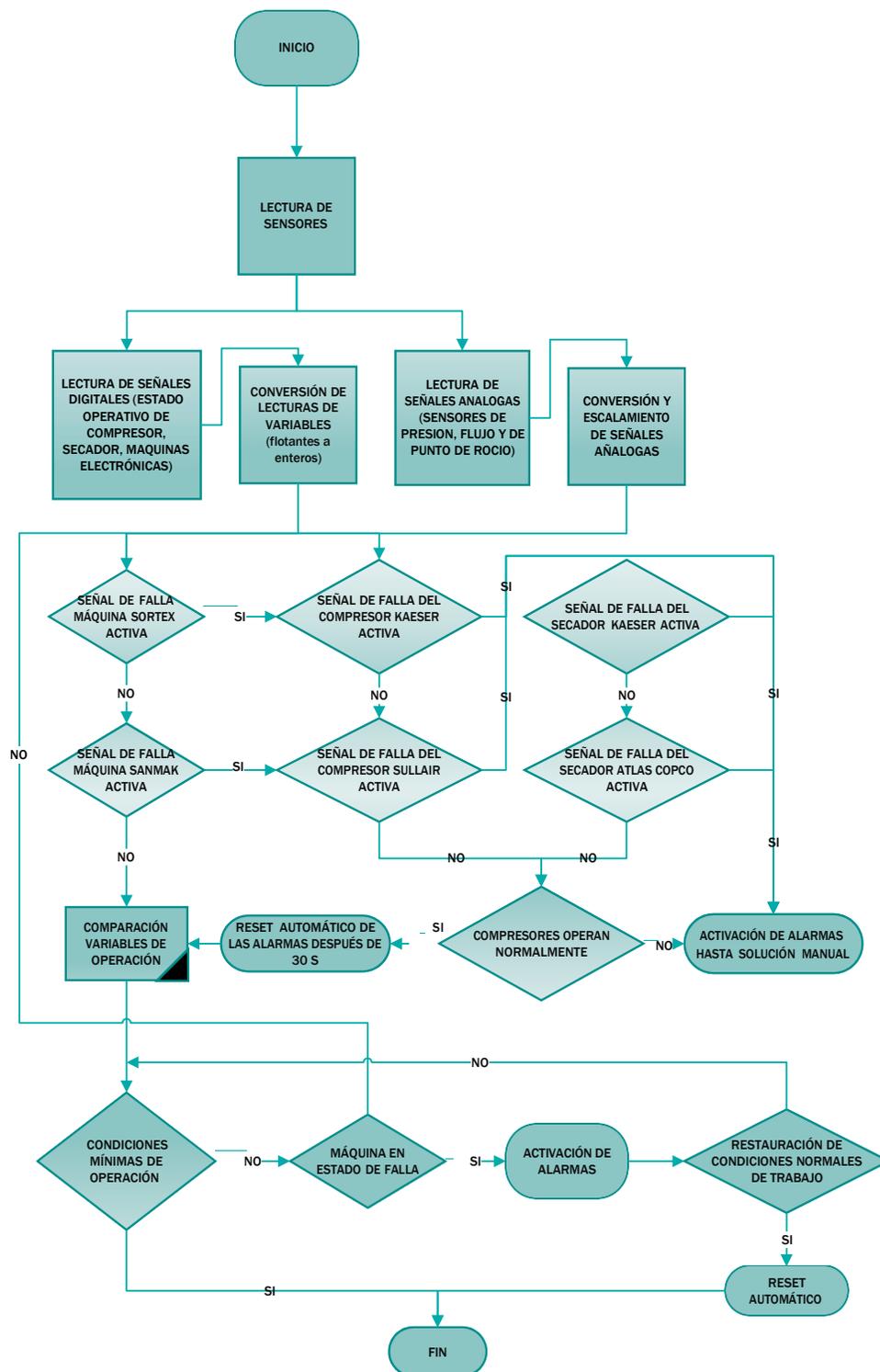


Figura 31. Diagrama de Flujo del Programa.
FUENTE: Autor.

2.1.3 Establecimiento de condiciones para el código

Dada la flexibilidad de programación del PLC, se optó por desarrollar el programa en lenguaje Ladder o KOP. Una vez establecida la jerarquización de las alarmas y teniendo en claro las salidas de los sensores y las condiciones propuestas en el diagrama de flujo, se procede a crear las variables, luego a convertir dichas variables de tipo flotante en entero para poder visualizar un valor numérico. Después se establecen las condiciones mínimas de trabajo para la máquina SORTEX (se establecieron solamente para esta máquina debido a que no fue posible implementar la instrumentación completa a la máquina SANMAK) que dependen de los valores leídos por los sensores, las cuales son:

- Presión de aire mínima de 5 bar o 73 PSI
- Punto rocío máximo de -40°C
- Presión de aire máxima de 7 bar o 102 PSI
- Voltaje en la red mínimo de 100V

Y así de este modo establecer un estado de falla que permita activar las alarmas. Finalmente se establecen las condiciones normales de operación, que son:

- Señal de fallo de la máquina SORTEX desactivada
- Señal de fallo de la máquina SANMAK desactivada
- Señal de fallo del compresor Kaeser desactivada
- Señal de fallo del compresor Sullair desactivada
- Señal de fallo del secador Kaeser desactivada
- Señal de fallo del secador Atlas Copco desactivada

Para de este modo detectar si la falla ya fue solucionada y así reestablecer el sistema de alarmas o mantenerlo activado hasta solución de la misma. El código completo puede ser encontrado en anexos sección 6.2.

2.2 Implementación Aplicativo WEB y configuración Estación Remota

La página WEB se diseñó y se implementó en el software LWE exclusivo del LOGO! En formato HTML. Dada la flexibilidad de comunicación Ethernet entre el LOGO!, el analizador de redes SIEMENS y la electrónica SORTEX. Se configuraron los equipos con las siguientes direcciones IP:

- Equipo principal PLC LOGO!: 192.168.10.3
- Analizador de Redes SIEMENS SENTRON PAC 3220: 192.168.10.20
- Dirección por defecto la máquina electrónica SORTEX: 192.168.10.254

Para poder ingresar a la página WEB, se debe conectar a la red inalámbrica que se configuró en el router, la cual se nombró como 'SORTEX_Privado' en la banda de 2.4 Ghz del router para mayor alcance y estabilidad, pues la de 5 Ghz tenía menor alcance y presentaba mayores fluctuaciones en la conexión. Al ingresar a la dirección del PLC, se cargará la página de Login del LOGO!, a la cual sólo se puede acceder desde un dispositivo, ya sea smartphone, tablet, laptop o computador de escritorio con conexión inalámbrica. Si se intenta ingresar desde otro dispositivo, automáticamente la página se bloqueará pues no permite multiusuarios. Y para entrar finalmente a la página web se debe ingresar la contraseña de acceso, la cual se facilitará sólo al maquinista y al jefe de planta y seleccionar la opción de 'ir a la página personalizada'. El manual completo para ingreso a la página puede ser encontrado en anexos sección 6.3.

Para el desarrollo de la página WEB, se organizó en 5 pestañas diferentes como se muestra en la figura 32. desde las cuales se puede acceder de manera sencilla desde un menú ubicado a la izquierda de la pantalla. Las pestañas se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

- **Página inicial o de bienvenida:** Como se aprecia en la figura 33, es la que se muestra tan pronto se accede al LOGO! seleccionando la opción de página personalizada cuando se ingresa la dirección IP en el navegador y en la que

aparece el logo y el nombre de la empresa, el título del proyecto y el año en que fue implementado.

- **Página de monitoreo de la máquina SORTEX:** Mostrada en la figura 34, es en la que se puede monitorear en tiempo real el estado operativo de la máquina electrónica SORTEX, así como las variables críticas para su operación que son presión, flujo y punto rocío y las condiciones mínimas de operación de voltaje y presión que son configurables. A su vez que los valores de voltaje y corriente del compresor Kaeser y su señal de falla junto con la del secador Kaeser. Por último, se incluyó un botón de reset con enclavamiento, para reiniciar de forma manual las alarmas.
- **Página de monitoreo de la máquina SANMAK:** Mostrada en la figura 35, al igual que con la SORTEX, en esta se puede monitorear en tiempo real el estado operativo de la máquina electrónica SANMAK y las condiciones mínimas de operación de voltaje y presión que son configurables. A su vez que los valores de voltaje y corriente del compresor Sullair y su señal de falla junto con la del secador Atlas Copco. También, se incluyó el botón de reset con enclavamiento. Con esta máquina sólo se tiene seguimiento en tiempo real del valor de presión, debido a que por temas de presupuesto no fue posible implementar la instrumentación de monitoreo completa para la máquina.
- **Página de monitoreo del Analizador de Redes SIEMENS:** Mostrada en la figura 36, es en la que se puede monitorear en tiempo real los valores de voltaje, corriente y potencia del compresor Kaeser por medio del analizador de redes SIEMENS SENTRON PAC 3220, y así poder conocer su consumo y saber si está operando de forma óptima. También se tiene el parámetro de voltaje mínimo de operación configurable y a su vez la opción de ingresar a la página propia del analizador para conocer a más detalle los consumos del compresor.

- **Página de monitoreo y mantenimiento de las señales de falla:** Mostrada en la figura 37, es en la que se puede visualizar todos los estados de falla y alarmas del sistema, así como los valores de las variables de las máquinas electrónicas. Esencial para hacer un diagnóstico manual de todas las salidas digitales del sistema para comprobar su funcionamiento, así como para tener un panorama más explícito de las señales de falla del mismo.

A continuación, se muestran las diferentes secciones de la página WEB:

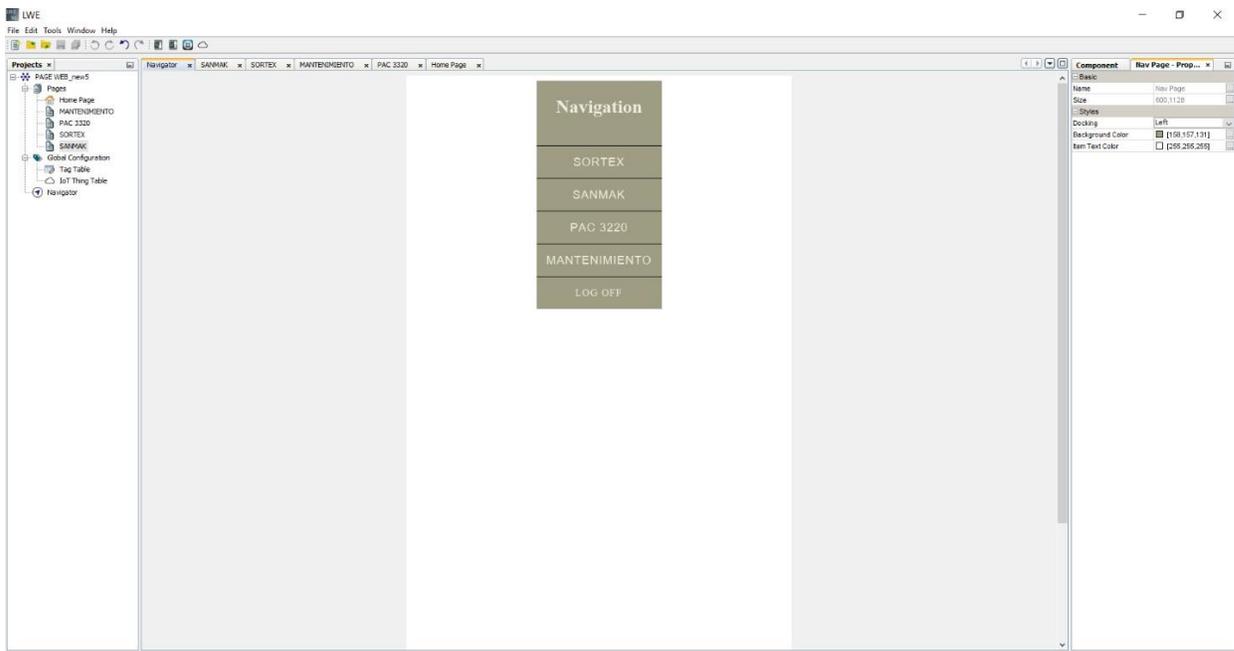


Figura 32. Panel de navegación de las diferentes secciones del aplicativo WEB.
FUENTE: Autor.



Figura 33. Página Inicial del programa tan pronto se accede a la interfaz WEB.
FUENTE: Autor.



Figura 34. Página de monitoreo de la máquina electrónica SORTEX.
FUENTE: Autor.



Figura 35. Página de monitoreo de la máquina electrónica SANMAK.
FUENTE: Autor.

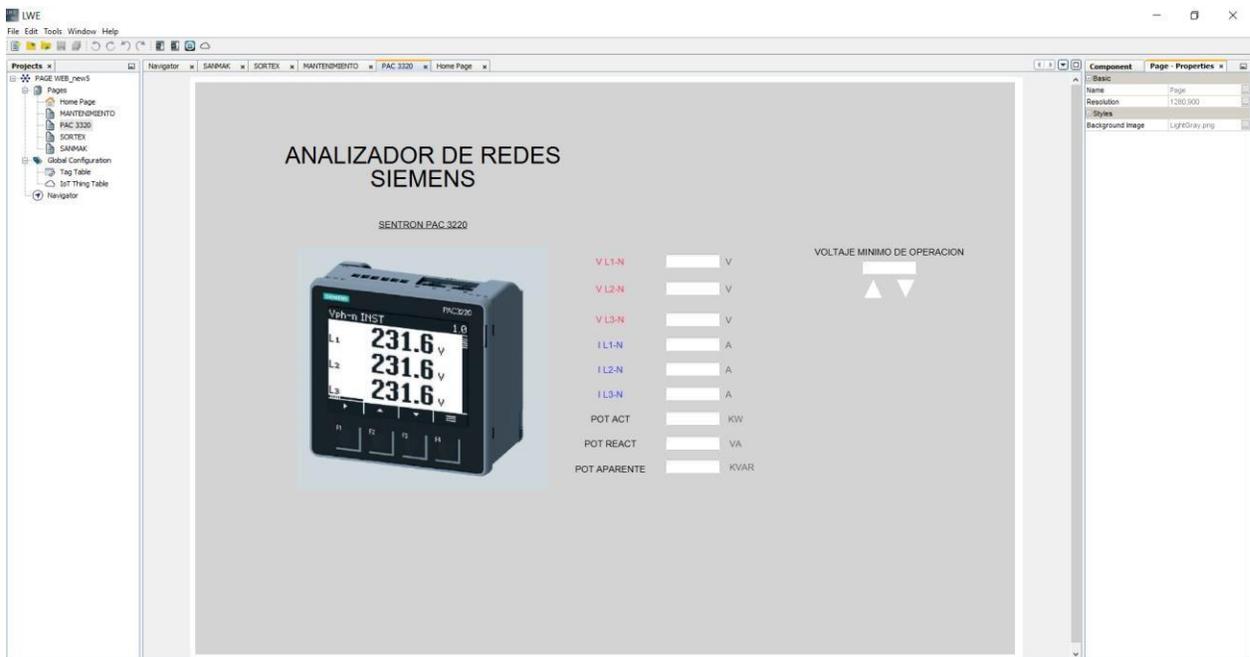


Figura 36. Página de monitoreo del Analizador de Redes SIEMENS con acceso directo a su página propia para seguimiento más específico de las variables programadas.
FUENTE: Autor.

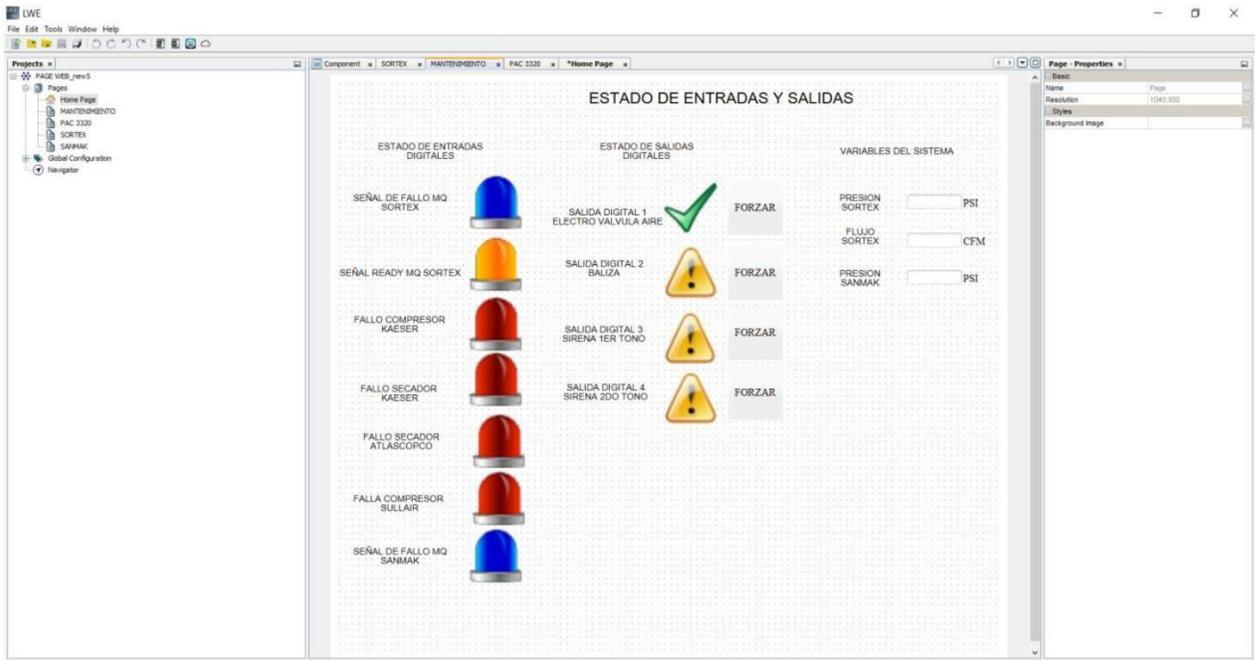


Figura 37. Página de monitoreo de todos los estados de falla y alarmas del sistema.
FUENTE: Autor.

Para establecer la conexión de acceso remoto a la máquina electrónica SORTEX es necesario iniciar el programa llamado VNC viewer (Disponible en: <https://www.realvnc.com/es/connect/download/viewer/>), después de descargarlo, se tiene que ejecutar el programa de instalación en el dispositivo desde el cual desee ejercer el control y seguir las instrucciones o ejecutar archivos MSI para la implementación remota en Windows. Si no se tiene permiso para instalar VNC Viewer en plataformas de escritorio, se elige la opción independiente. Pues este software debe estar obligatoriamente instalado en la estación remota o en el equipo desde el que se desee acceder a la máquina electrónica SORTEX de forma remota.

En el caso de los dispositivos móviles, se debe descargar la app con el mismo nombre VNC viewer disponible en la Play Store en caso de ser dispositivo Android y en la App Store en caso de ser iOS. La configuración para acceder a la máquina se hace de igual modo en ambos casos: Se ingresa la dirección IP de la máquina, luego la contraseña de acceso y se guarda el dispositivo para fácil acceso cada vez que se deba ingresar a la

estación remota. Cabe mencionar que por limitaciones de la máquina electrónica SANMAK (las cuales fueron confirmadas por el mismo fabricante y dichas cartas se encuentran en la sección 6.4 de anexos), esta funcionalidad sólo está disponible para la máquina electrónica SORTEX. El manual completo para ingreso a la estación remota puede ser encontrado en anexos sección 6.3 seguido del de la página WEB.

2.4 Sistema SCADA e identificación de conexiones

Para el diseño del sistema SCADA se tomaron en cuenta todas las conexiones para lectura de datos del sistema. Y se configuró un modelo de protocolo de comunicación maestro-esclavo entre el PLC y los analizadores de redes, de modo de que sólo se pudiera acceder a estos inalámbricamente por medio de la página del PLC. En la figura 38 se muestra cómo quedó configurado el sistema SCADA para el proyecto:

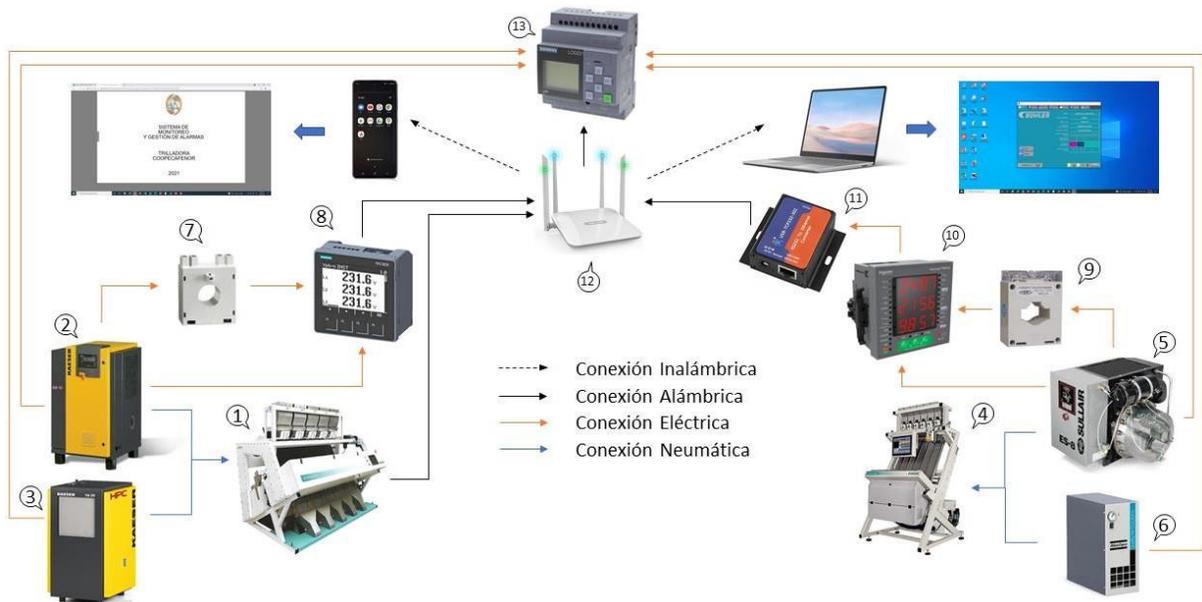


Figura 38. Diagrama SCADA del proyecto.
FUENTE: Autor.

- | | |
|-------------------------|---|
| 1) Electrónica SORTEX | 8) Analizador SENTRON PAC3220 |
| 2) Compresor KAESER | 9) Transformador EBCHQ |
| 3) Secador KAESER | 10) Analizador EasyLogic PM2100 |
| 4) Electrónica SANMAK | 11) Módulo T24 RS232 serie a
ethernet TCP/IP |
| 5) Compresor SULLAIR | 12) Router Inalámbrico |
| 6) Secador ATLAS COPCO | 13) PLC LOGO! |
| 7) Transformador LOVATO | |

- En línea **azul** se representan las conexiones neumáticas, que corresponden a la alimentación por flujo de aire de los compresores y los tanques pulmón, así como de los secadores a las máquinas electrónicas.
- En línea **naranja** se representan las conexiones eléctricas, que corresponden a las señales de voltaje, corriente y las señales de falla de los compresores y secadores que van conectadas al PLC directamente desde los relés térmicos y las tarjetas de control, así como de las máquinas electrónicas como se mostró en la figura 21.
- En línea **negra** se representan las conexiones alámbricas por cable de red, las cuales van todas al router para que este permita el acceso inalámbrico a estos dispositivos mediante la red WiFi que se configuró previamente. Cabe mencionar que tanto el analizador de redes SIEMENS como la electrónica SORTEX cuentan con dirección IP propia lo que posibilita su acceso independiente, pero se restringió de tal modo que para el analizador sólo se pudiera ingresar desde el PLC y la máquina viene restringida de fábrica para que sólo se pueda acceder remotamente por el software VNC Viewer previa autorización establecida en la HMI propia de la máquina y habiendo ingresado la contraseña de acceso de la máquina en el software, la cual sólo se brinda al maquinista y al jefe de planta.

El protocolo de comunicación que manejan los analizadores de redes es el MODBUS TCP IP, lo que permite su correcta sincronización con los valores entregados al PLC, y que de este modo el monitoreo de dichos valores sea el mismo en tiempo real tanto en las pantallas de visualización de los analizadores como en la página WEB. Sin embargo, el analizador Easylogic maneja por defecto salida RS 232, por lo que se tuvo que conectar al módulo convertidor USB-TCP232 para poder habilitar una salida Ethernet que es la que se conecta al router.

Se realizaron varias pruebas de comunicación entre el PLC y el analizador con el módulo convertidor conectado, pero no se logró comunicar los 2 dispositivos (Las pruebas de conexión se encuentran en anexos). Razón por la cual fue necesario la adquisición del analizador SIEMENS para poder establecer la comunicación con el PLC, pues el analizador Easylogic ya había sido adquirido por la empresa previa inicialización del proyecto para ser implementado en el banco de condensadores de la ésta, pero finalmente se dejó de reserva, y se usó en el proyecto para conocer los consumos del compresor Sullair, pese a que no se pudiera comunicar con el PLC.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DEL SISTEMA

En este capítulo se habla de todas las pruebas realizadas del sistema, que incluyen comunicación entre equipos, comunicación de la estación remota, simulacros de falla de equipos y activación manual de alarmas. Además de la comprobación en tiempo real de los datos brindados por los sensores en el PLC, la página WEB y los analizadores de redes para su comprobar su correcta visualización en las páginas de monitoreo. La descarga del archivo de registro de datos para poder graficarlos y con éstos poder calcular y medir la eficiencia de los equipos en una jornada de trillado completa, además de poder conocer el estado de funcionamiento de los equipos a lo largo de esa jornada y saber el consumo energético de las máquinas electrónicas y la red neumática para la empresa al llevarla a cabo.

3.1 Pruebas de Acceso a la Estación Remota y la Página WEB

Para realizar las pruebas de acceso remoto a la máquina electrónica SORTEX, fue necesario ingresar a la configuración Ethernet propia de la máquina desde su interfaz HMI y de este modo conocer las direcciones IP que tiene establecidas de fábrica. Luego con estas direcciones se ingresa al software VNC Viewer que debe estar instalado en el equipo del cual se desea ingresar al acceso remoto, en el cual nos encontraremos un login que corresponde a la dirección IP de la máquina y una contraseña de acceso para poder ingresar a la HMI de la máquina. Cabe destacar que la clave de acceso, es diferente a la clave de los niveles configuración de la máquina que se dividen en 5 dependiendo a su vez del nivel de privilegio de acceso.

Por limitaciones de fabricante, el acceso remoto a la máquina está restringido exclusivamente a monitoreo y configuración de los parámetros de calibración de la máquina, aun así, se tenga el nivel de privilegio de acceso más alto para la HMI, por lo que los registros de falla y ajustes adicionales sólo pueden ser visualizados, ya que no

es posible extraerlos ni almacenarlos en ninguna memoria externa más que la propia de la máquina. Para poder extraer dichos archivos ya tiene que ser por un técnico autorizado por el mismo fabricante, que es el que suele hacer las labores de mantenimiento y con equipos que sólo la marca dispone.

En anexos se pueden encontrar las cartas por parte del fabricante y el representante de la marca a nivel nacional, en las que se constata que no fue posible habilitar el acceso remoto de la máquina SANMAK por limitaciones de la misma máquina a nivel de hardware, pero que por parte de la empresa no se descarta la implementación completa de la instrumentación de monitoreo (sensores de flujo y punto rocío) para un seguimiento más preciso de las variables de funcionamiento de la máquina.

Así mismo, para el ingreso a la página web, se debe poner la dirección del PLC en el navegador el cual nos arrojará un login con contraseña y se le debe dar la opción de 'ir a página personalizada' para que nos permita navegar en las distintas secciones de la página, pues de lo contrario, simplemente cargará la interfaz propia del PLC, donde sólo podremos visualizar el estado de las salidas y los valores indicados en la pantalla propia del PLC.

De las figuras 39 a la 42, se pueden observar diversas pruebas que se hicieron de acceso a la estación remota con las direcciones propias de la máquina SORTEX, a la página web desde el computador principal de la oficina, así como desde un celular smartphone, y las pruebas de comunicación que se hicieron entre el analizador Easylogic y el PLC LOGO! por medio del módulo USR-TCP232-304.

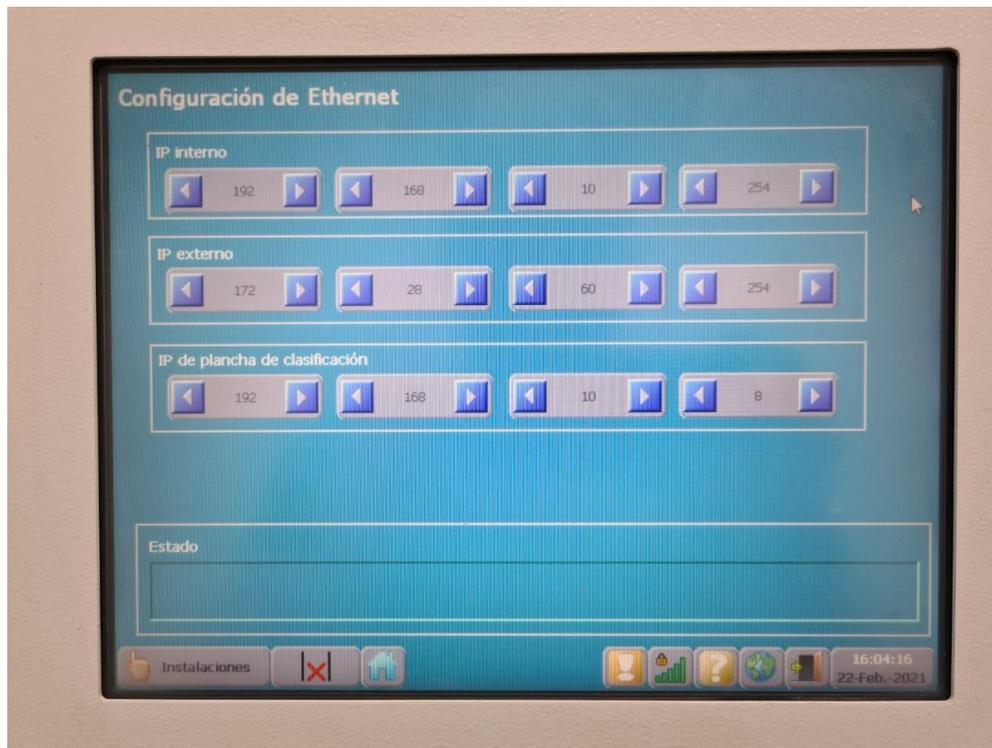


Figura 39. Direcciones IP de la máquina SORTEX para configuración Ethernet.
FUENTE: Trilladora Coopecafenor.

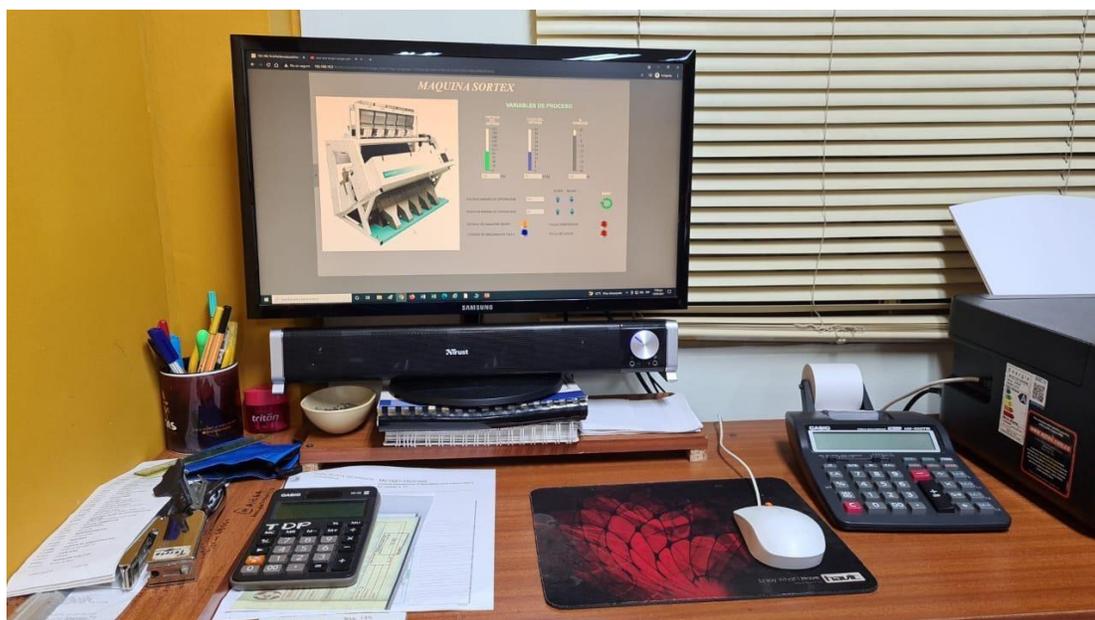


Figura 40. Conexión satisfactoria a la página web desde el equipo principal de la oficina.
FUENTE: Autor.

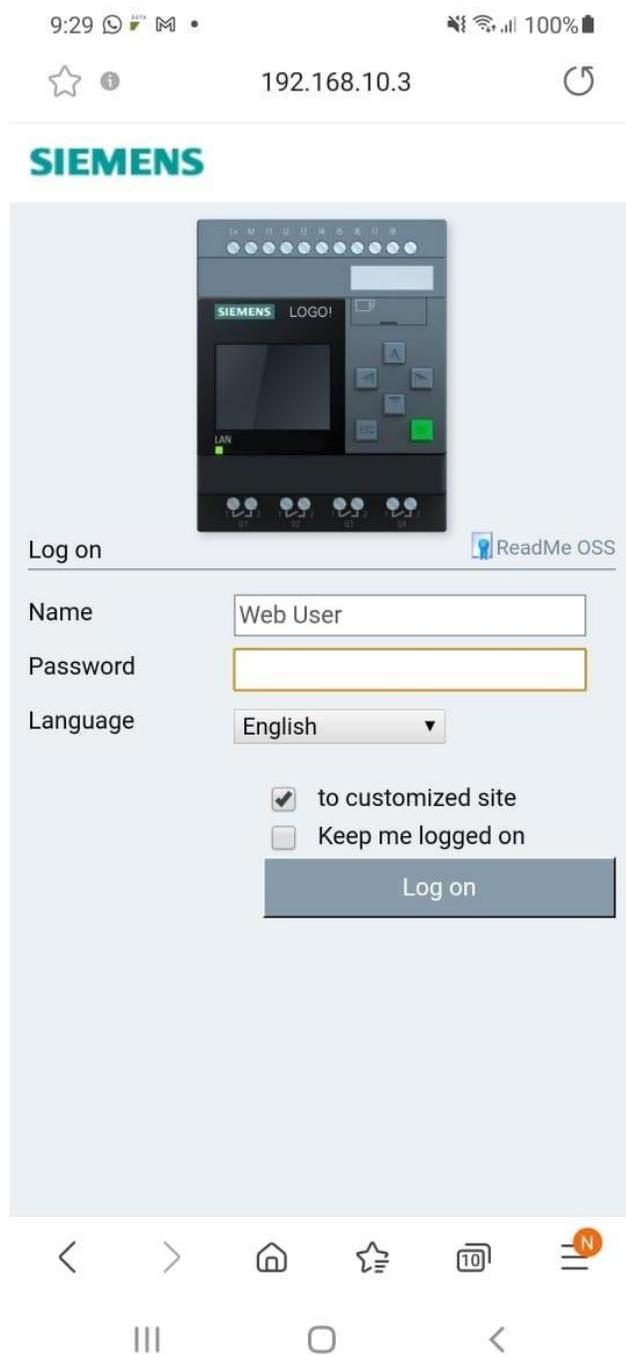


Figura 41. Conexión satisfactoria a la página web desde un celular, donde se puede observar el Login al PLC.
FUENTE: Autor.

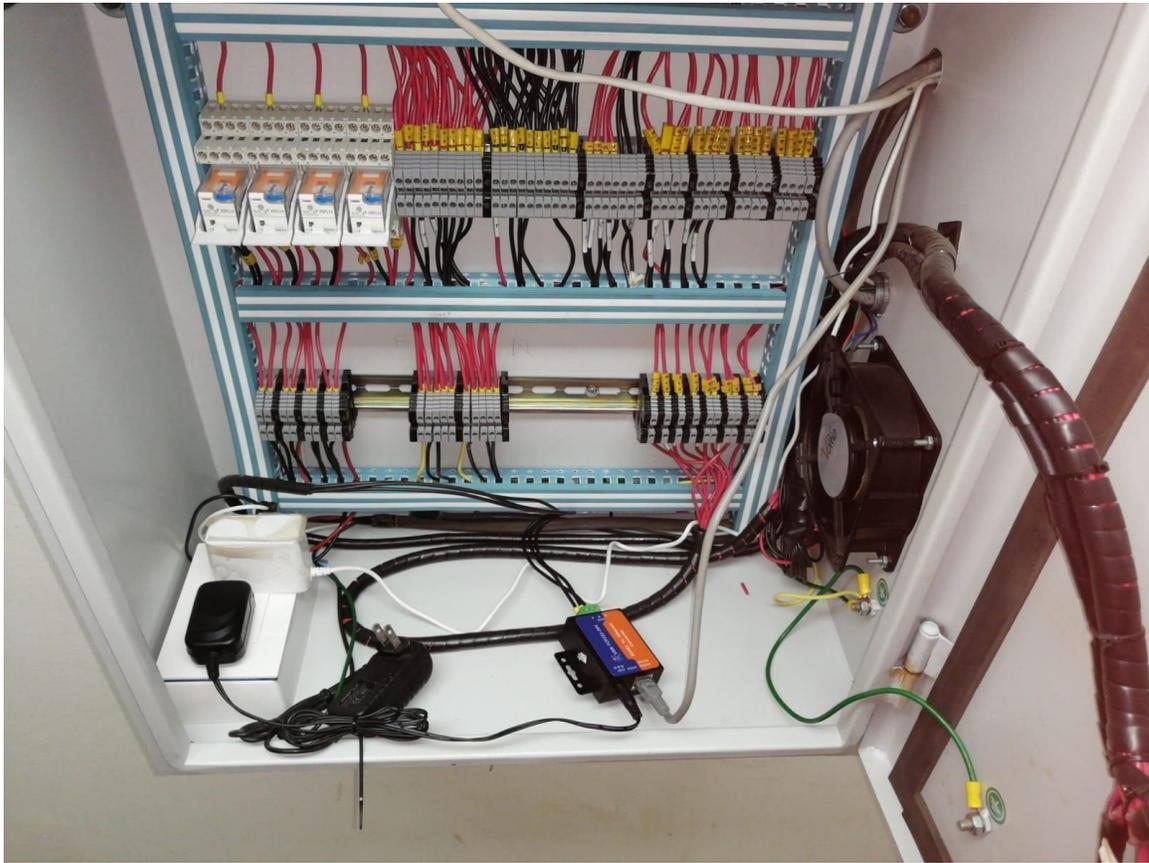


Figura 42. Prueba de Comunicación del Analizador Easylogic con el móduloUSR-TCP232
FUENTE: Autor.

3.2 Pruebas del sistema de alarmas y simulacros de fallos

Para las pruebas del sistema de alarmas, una vez comprobado su funcionamiento en la página web mediante activación forzada remota, se procedió a simular un estado de falla que consistía en dejar a cada máquina sin suministro de aire, cerrando manualmente la válvula que se encuentra al final de la línea, que la obliga a detenerse y a entrar en estado de falla, hasta que no se vuelva a abrir dicha válvula y se reestablezca el flujo de aire. En este estado se deben activan las 2 alarmas para indicar que la máquina se encuentra detenida y se obligue al operario a interactuar con la misma para conocer el origen de dicha falla y elaborar el diagnóstico de la misma.

En las figuras 43 y 44 se pueden observar la máquina SORTEX en estado de falla por baja presión tanto en la HMI propia de la máquina como en la página WEB, estado representado en ambos casos por el LED azul encendido.

De las figuras 45 a 48 se pueden observar la máquina SANMAK en estado operativo con el LED de la máquina apagado y la entrada digital 7 del PLC desactivada, así como la misma máquina en estado de falla por baja presión, estado representado por el LED de la máquina encendido, y por la activación de la entrada digital 7 del PLC, que automáticamente activa también las alarmas.

Finalmente, en la figura 49 se aprecia la baliza lumínica activa para ambas pruebas, lo que indica que el sistema está funcionando correctamente, pues en dichas pruebas la sirena también se activó, pero por obvias razones no se incluye registro fotográfico de esta, aunque en la página de mantenimiento se puede visualizar su activación.

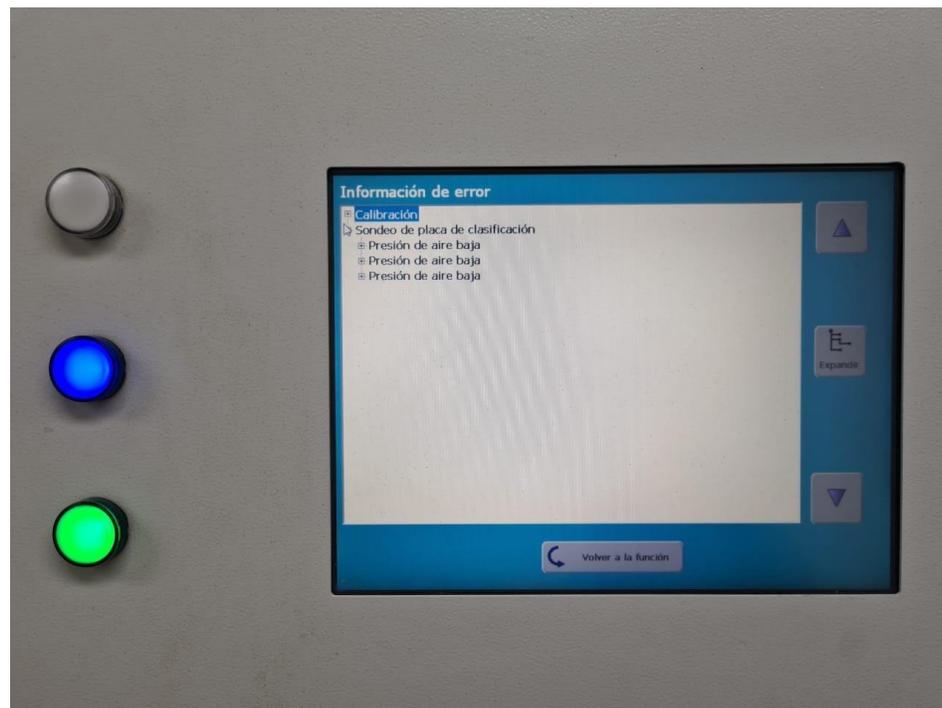


Figura 43. Verificación LED de falla de la máquina SORTEX al cerrar la válvula e ingreso al registro de fallas para verificar el origen de la misma.

FUENTE: Autor.



Figura 44. Verificación LED de falla de la máquina SORTEX en la página WEB que indica que la máquina está detenida y el sistema de alarmas encendido.
FUENTE: Autor.



Figura 45. Verificación LED de la máquina SANMAK (debe estar apagado en estado de operación normal).
FUENTE: Autor.



Figura 46. Verificación entrada digital 7 en el PLC que corresponde al LED de la máquina SANMAK
FUENTE: Autor.



Figura 47. Verificación LED de la máquina SANMAK al cerrar la válvula.
FUENTE: Autor.



Figura 48. Verificación entrada digital 7 en el PLC que indica que está activa, lo que debe activar el sistema de alarmas.
FUENTE: Autor



Figura 49. Correcta activación de la baliza lumínica al entrar en estado de falla tanto la máquina SANMAK como la máquina SORTEX.
FUNTE: Autor.

3.3 Observaciones de las pruebas realizadas

- Gracias a la implementación de los analizadores de redes, se pudo detectar unos picos de voltaje que estaba presentando la red, con lo que se procedió a diagnosticar el transformador principal y se encontró que estaba teniendo problemas de funcionamiento, por lo que se le hizo un mantenimiento correctivo para solventar los problemas de picos que estaba inyectándole a la red eléctrica. Puesto que estaba presentando en su parte interior un efecto corona y tenía puntos calientes. Se corrigieron esos daños, se cambió el papel y el aceite y se le hizo mantenimiento en general quedando óptimo para su funcionamiento, también se reemplazó el tap de media tensión y se le realizaron pruebas preliminares con tensión quedando 127V fase neutro y 220V entre fases.
- Fue necesario reducir la cantidad de registros almacenados en el LOGO (de cada segundo a cada minuto) debido a la dificultad que presentaba graficar con dichos datos por la inmensa cantidad que se lograba almacenar en 1 día de operación (más de 80 mil registros).
- Se pudo evidenciar, con un estado de falla en particular del secador Atlas Copco, que a pesar de hacerle un diagnóstico y verificar su correcto funcionamiento, seguía marcando señal de falla en la página WEB, por lo que se procedió a hacerle un chequeo a las conexiones de la señal y se constató que el contactor estaba sucio y la mugre hacía que se activara indicando estado de falla, pero con el secador funcionando normalmente. Esto se podría interpretar de tal manera que cuando se genere este tipo de alarmas, es un indicativo de que se le debe hacer limpieza y mantenimiento al equipo, y no necesariamente mal funcionamiento del mismo.

3.4 Extracción del archivo de historial de datos y graficación de variables

Desde que se implementó el PLC con la memoria microSD de 8 Gb, se han almacenado 48 registros .csv (formato Excel) desde el día 25/05/21, fecha en la que se empezaron a almacenar los registros como se mencionó en el capítulo 2. Cabe recalcar, que el PLC sólo almacena registros en un archivo lo que dure encendido. Es decir, cuando se apaga, guarda dicho archivo, y al ser encendido nuevamente, genera uno nuevo. Pero éste último generado es el que se puede descargar por medio del programa LOGOSoft cuando se encuentra conectado en línea el PC con el PLC. En la figura 50, se muestra un ejemplo de las gráficas que se pueden obtener con el historial de datos almacenados de las diferentes lecturas dadas por los sensores y almacenadas por el PLC en la tarjeta de memoria:

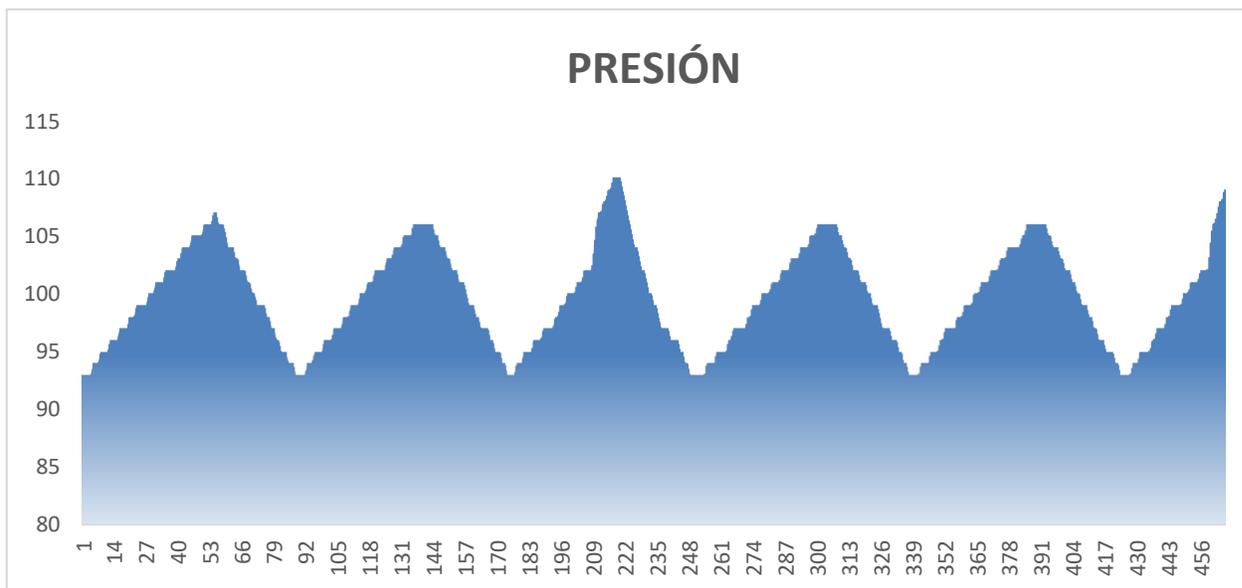


Figura 50. Gráfica del comportamiento de la presión del sistema (PSI vs segundos) en un rango de 6M correspondiente a la máquina electrónica SORTEX.

FUENTE: Autor.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y OPORTUNIDADES DE MEJORA

- Se logró establecer satisfactoriamente la comunicación Ethernet entre todos los dispositivos (router, PLC, analizador SIEMENS y máquina electrónica SORTEX) y se realizó la comprobación de ingreso al PLC y a la máquina electrónica SORTEX en diferentes equipos (celular, laptop y computador de escritorio).
- Se pudo simular correctamente estados de falla para verificar la activación del sistema de alarmas en cada máquina con resultados satisfactorios al comprobar activación simultánea de la baliza y la sirena, así como de los indicadores de falla en la página WEB que corresponden a los LEDS de falla de cada máquina.
- La conexión de red entre el módulo conversor T24 RS232 serie a ethernet TCP/IP no generó ninguna IP válida para la comunicación entre el analizador EasyLogic y el PLC, por lo que no fue posible acceder a este mediante el LOGO! Aun habiendo realizado varias pruebas, pero no se pudo determinar a ciencia cierta la causa del fallo en dicha comunicación.
- Se pudo comprobar la correcta activación de las alarmas ante cualquier fallo presentado de cualquier componente del sistema neumático de la empresa y/o de cualquier máquina electrónica, permitiendo así a la empresa tener un panorama claro de protección para las máquinas electrónicas en caso de que se llegue a presentar alguna anomalía en la operación de trillado durante una jornada laboral completa estándar (de 8 AM a 6PM).
- Por medio de este proyecto se permitió al jefe de planta y a los maquinistas la demostración de la importancia de un sistema intercomunicado por un protocolo universal, así como una pequeña introducción al mundo del IoT y las extensas posibilidades y facilidades que esto brinda en una empresa hoy en día.

- Se dejó como posibilidad de mejora a futuro la implementación de la instrumentación de monitoreo completa para la máquina SANMAK, la corrección del problema de comunicación entre el PLC y el analizador EasyLogic con reemplazo del módulo convertidor, o del mismo analizador por otro analizador SIEMENS si la empresa así lo dispone para poder comunicar ambos analizadores con el PLC y dejar de este modo el sistema SCADA funcionando de manera óptima.
- Se dejó la opción de cambiar el PLC LOGO! por un S7 1200 más robusto, aunque más costoso, para dejar campo a más salidas en caso de que la empresa las necesite, así como para anidar el acceso remoto de la máquina SORTEX y el acceso a la página WEB en un sólo sistema embebido, sin quitarles la independencia que tienen el uno del otro.

5. Bibliografía

[1] AVILA BERNAL Oscar Eduardo. Trabajo de Grado (DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN SCADA DE UNA PLANTA TRILLADORA DE CAFÉ PERGAMINO, CASO DE ESTUDIO COOPERATIVA DE CAFICULTORES DEL CAUCA. Bogotá, D.C. 2017). 117 páginas. Universidad Piloto de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Mecatrónica.

[2] TÉLLEZ LÓPEZ Luis Adolfo. Trabajo de Grado (PROPUESTA DE AUTOMATIZACION DE BENEFICIOS SECOS DE CAFÉ UTILIZANDO PLC). Guatemala. 2005. 215 páginas. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Ingeniería en Ciencias y Sistemas.

[3] CHAVARRÍA CASTREJÓN Roly Anthony, PISCOYA CATÓN Junior Alberto. Trabajo de Grado (DISEÑO DE UNA MÁQUINA DESMUCILAGINADORA AUTOMATIZADA PARA CAFÉ CON CAPACIDAD DE 500 Kg/h). Pimentel – Perú. 2018. 218 páginas. Universidad Señor de Sipán. Facultad de Ingeniería Arquitectura y Urbanismo. Escuela Académico Profesional De Ingeniería Mecánica Eléctrica.

[4] BURGOS GALLEGOS José David, ROJAS ALEGRÍA Johny Fernando. Trabajo de Grado (PROPUESTA DE UNA LINEA Y FLUJO DE PROCESO PARA UNA PLANTA DE TRILLADO DE CAFÉ). Popayán. 2018. 48 páginas. Universidad del Cauca. Facultad en Ingeniería Electrónica y Comunicaciones. Ingeniería en Automática Industrial.

[5] R. Álvaro Jaramillo, ARCILA PULGARÍN Jaime. Cenicafé. Trilla y Clasificación. Capítulo 15. Manual del Cafetero. 2013.

[6] TRILLADORAS: PenagosClasuen [en línea 18]. [Consultado: 7 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://penagosclausen.co/trilladoras/#:~:text=Las%20trilladoras%20para%20caf%C3%A9%20pergamino,requiere%20retrilla%2C%20su%20sistema%20de>

[7] MundoCompresor.com Portal Industrial: Compresor. Diccionario Técnico - Definición Compresor. [en línea 4]. [Consultado: 7 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://www.mundocompresor.com/diccionario-tecnico/compresor>

[8] Ecuatoriana Industrial. BOGE Compressed Air Systems: SECADORES DE AIRE COMPRIMIDO Y SU IMPORTANCIA [Consultado: 16 de mayo de 2021]. Disponible en: http://www.ecuatorianaindustrial.com/images/pdf/BOLETIN_-_SECADORES_DE_AIRE_COMPRIMIDO_Y_SU_IMPORTANCIA.pdf

[9] Redeszone.net.: Protocolos de redes: la guía completa con todos los protocolos básicos. [en línea 10]. [Consultado: 7 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://www.redeszone.net/tutoriales/internet/protocolos-basicos-redes/>

[10] Bühler Group: Clasificadora óptica SORTEX B MultiVision. [en línea 2]. [Consultado: 7 de septiembre de 2020]. Disponible en: https://www.buhlergroup.com/content/buhlergroup/global/es/products/sortex_b_multi_visionopticalsorter.html

[11] ¿Qué es VNC y para qué sirve? por Juan Antonio Soto - 16/08/2020 [Consultado: 28 de marzo de 2021] Disponible en: <https://www.geeknetic.es/VNC/que-es-y-para-que-sirve>

[12] MundoCompresor.com Portal Industrial: ¿Qué es el Punto de Rocío y cómo afecta a una instalación? [Consultado: 16 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.mundocompresor.com/articulos-tecnicos/punto-de-rocio>

6. Anexos

6.1 Fichas Técnicas de equipos

A continuación, se muestran las fichas técnicas de todos los equipos que posee la trilladora pertinentes al proyecto, encerradas en un cuadro rojo la referencia exacta del equipo:

Specifications for ES-8 60Hz										
Series ES-8, 60Hz	15L	15H	15XH	20H	20XH	25H	25XH	30H	30XH	
Compressor Performance										
Full Load Pressure (psig)	100	125	175	125	175	125	175	125	175	
Capacity (acfm)	65	57	41	76	55	94	75	111	92	
Motor (hp)	15	15	15	20	20	25	25	30	30	
Dimensions and Weights without Enclosure										
Length (in)		49 (67)		51 (67)		51 (67)		51 (67)		
Width (in)		34 (43)		34 (43)		34 (43)		34 (43)		
Height (in)		30 (46)		30 (46)		30 (46)		30 (46)		
Weight (lb)		1055 (1270)		1115 (1330)		1115 (1330)		1145 (1360)		
Discharge Connection (in)		.75" NPT / .75" NPT								
Moisture Drain Connection		.375" NPT mm / .375" NPT								
Dimensions and Weights with Enclosure (crated)										
Length (in)		60 (67)		60 (67)		60 (67)		60 (67)		
Width (in)		42 (43)		42 (43)		42 (43)		42 (43)		
Height (in)		36 (54)		36 (54)		36 (54)		36 (54)		
Weight (lb)		1385 (1600)		1445 (1660)		1445 (1660)		1475 (1630)		
Discharge Connection (in)		.75" NPT / .75" NPT								
Moisture Drain Connection		.375" NPT mm / .375" NPT								

Figura 51. Datos técnicos del Compresor de Aire Industrial Sullair ES-8.
FUENTE: Vía Industrial.



Selección electrónica:

El nuevo sistema de selección electrónica desarrollado por SANMAK, con seis diferentes tipos de sensibilidad, es capaz de distinguir un espectro de colores más ancho, comparado con los modelos monocromáticos, proporcionando así un análisis más eficiente de los granos que se pretende seleccionar.

Interface Digital:

El panel de control, equipado con un dispositivo de pantalla de toques (Touch Screen), controlado por computadora, está diseñado con un software interactivo que permite al operador navegar ágilmente por el menú, ejecutar todos los ajustes electrónicos y visualizarlos con la más alta precisión.

Memorias de programación:

Permiten la memorización de parámetros de selección preprogramadas, de manera que el operador pueda definir él mismo los padrones de selección deseados en lugar de tener que programar la máquina cada vez que se cambia el producto a ser seleccionado.

Alarmas operacionales:

Los modelos BS 12 DG y BS 24 DG están diseñados con 5 alarmas operacionales, que indican: Falta de aire comprimido, rompimiento de los fusibles o falla de las lámparas en la cámara de lectura, falta de granos en el alimentador de la máquina, posición irregular de los conductores gravitacionales o posición irregular del fondo de referencia.

Sensor de presencia de producto:

Instalados dentro del alimentador, están diseñados para detener automáticamente los vibradores cuando el alimentador se queda sin granos.



Conductores gravitacionales:

Son hechos de aluminio anodizado, que ayudan a alinear mejor los granos y proporcionan mayor durabilidad de los conductores..

Calidad y Seguridad:

Todas las máquinas SANMAK son certificadas por la CE (Comunidad Europea), y son fabricadas según los principales estándares de calidad y seguridad vigentes para máquinas de procesamiento de alimentos.

Fondo de referencia ajustable electrónicamente:

Con dos caras y con control electrónico de posición, es posible obtener con precisión un nivel de contraste ideal entre el fondo de referencia y el producto a ser seleccionado.

Doble sistema de limpieza automática DSLA:

El DSLA es un dispositivo diseñado para ejecutar la limpieza de los vidrios de la cámara de lectura, que les aplica un jorro de aire comprimido y les remueve el exceso de polvo causado por la caída de los granos. Los intervalos de actuación del sistema pueden programarse según el contenido de polvo que cada producto típicamente tiene.

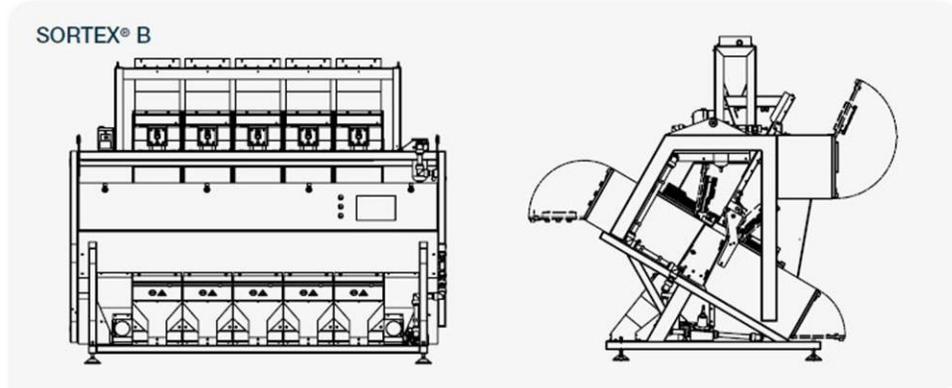
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS										
Modelo	Dimensiones (en mm)				Energía Eléctrica			Características Neumáticas		
	Canales	Ancho	Altura	Largo	V	Hz	VA	Presión de Entrada	Presión de las Vlv. Ejectoras	Consumo de aire (l/m)
BS 12 DG	12	725	1955	850	220	50/60	400	7-9 bar (100/130 psi)	4,1 bar (60 psi)	306 (11)*
BS 24 DG	24	1341	1955	850			800			612 (22)*

Sistema de extracción de polvo: 220/380 Vca - 50/60 Hz (Monofásico)

Figura 52. Ficha Técnica escogedora electrónica Bühler SANMAK LED 24.
FUENTE: Vía Industrial.

SORTEX® B MultiVision™
Performance and flexibility for multiple applications.

SORTEX® B Sizes and features. Technical details.



Product options

SORTEX® B	SORTEX® B MultiVision™
Colour cameras	Standard
PROsize™ technology	Standard
LED Lighting	Standard
Remote Access	Optional
SORTEX TotalCare™	Optional
CE Certification	Standard
Available Modules	1 - 5

■ Standard ● Optional

For the full feature list and product specifications contact your local representative.

Dimensions / Air and power requirements

Machine	Width mm	Depth (Doors Open) mm	Depth (Doors Shut) mm	Height mm	Weight* kg	Typical air requirements (L/s)* 72-102 psi (5-7bar)	Typical Power consumption (kW)** (200-240V; 50/60 Hz single phase)
B1	1000	2340	1625	2088	500	8	0.9
B2	1787	2340	1625	2088	927	16	1.2
B3	1787	2340	1625	2088	970	24	1.5
B4	2387	2340	1625	2088	1107	32	2.1
B5	2387	2340	1625	2088	1150	40	2.9

* Unpacked weight. Figures will vary based on machine specifications

Figura 53. Ficha Técnica escogedora electrónica Bühler SORTEX B4.
FUENTE: Vía Industrial.

☆ Compresor SIGMA AirCenter SM 15 T
Compresor de tornillo lubricado AirCenter – 15 HP

Imagen del equipo:

(Solo como referencia)



Características

Capacidad volumétrica:

@ 125 PsiG	53 CFM (FAD)
@ 160 PsiG	44 CFM (FAD)
@ 217 PsiG	34 CFM (FAD)
Potencia del motor:	15 HP - TEFC
Clase de protección eléctrica:	IP 54
Tipo de aislante del motor:	ISO F
Voltaje:	230/460V/3 Fase/60Hz
Conexión de descarga de aire comprimido:	¾" NPT
Secador refrigerativo integrado:	
Temperatura de punto de rocío:	3° C
Consumo de potencia:	0.45 Kw
Refrigerante:	R 134a
Conexión de dren de condensados:	¼" NPT
Conexión de tubo Conduit:	1 5/8"
Capacidad del tanque de almacenamiento:	270 Litros
Dimensiones: (L x A x H)	1.4m x 0.66m x 1.65m
Peso:	290 Kg
Nivel de ruido:	67 dB(A)

☆ **Máxima eficiencia y confiabilidad**

Los nuevo modelos de 7.5, 10 y 15 HP combinan una unidad de compresión de una sola etapa con rotores de perfil SIGMA^{MR} de diseño mejorado, un motor de alta eficiencia, alta resistencia operativa y modernos controles de fácil manejo dentro de un compresor construido para operar por muchos años con absoluta confiabilidad el novedoso diseño de su cabina y la disposición de sus componentes reduce los niveles de ruido y el espacio de instalación, lo cual facilita el acceso durante las labores de mantenimiento preventivo.

☆ **Sigma Control^{MR} Basic**

Con una conexión sencilla y confiable, controla la operación y supervisa la presión de la red de aire, a través de su pantalla e indicadores de mantenimiento. Allí se observan datos relacionados con presión, temperatura final de compresión, horas de carga y de servicio, así como alarmas de averías.

☆ **Fácil Mantenimiento**

El moderno diseño de nuestros modelos SM simplifica enormemente el mantenimiento, fácil acceso, tensor automático de banda, cambio de aceite rápido, mirilla de nivel de aceite e indicador de tensión de banda, filtro centrífugo de aceite de 10 micrones, filtros de admisión de aire con cartucho de 4 micrones, manto filtrante de fácil limpieza.

☆ **Unidad compresora perfil SIGMA**

Nuestra unidad de compresión patentada entrega aire a una presión de 217 PsiG con un bajo consumo energético. Para la serie SM KAESER emplea una unidad de compresión de perfil mejorado, cuyo maquinado de precisión reduce las tolerancias. Además su tamaño le permite operar a menor velocidad y optimizar a su vez el desempeño específico, todo esto hace que consuma hasta un 20% menos de energía con respecto a otras unidades similares.

Figura 54. Ficha técnica del Compresor de Aire Industrial Kaeser SM 15.
FUENTE: Vía Industrial.

Tipo	Presión máxima de trabajo		Capacidad de tratamiento de aire ¹			Potencia eléctrica nominal ¹	Voltaje	Conexión de entrada/salida	Dimensiones (L x A x H)		Peso		Refrigerante
	bar	psi	l/s	m ³ /h	cfm	A	V/fase/Hz	pulg.	mm	pulg.	kg	lb	
F 5	16	232	5	18	10,6	126	230/1/50	3/4" M	233x559x561	9x22x22	19	42	R134a
F 10	16	232	10	36	21,2	126	230/1/50	3/4" M	233x559x561	9x22x22	19	42	R134a
F 15	16	232	15	54	31,8	163	230/1/50	3/4" M	233x559x561	9x22x22	19	42	R134a
F 20	16	232	20	72	42,4	228	230/1/50	3/4" M	233x559x561	9x22x22	20	44	R134a
F 30	16	232	30	108	63,6	293	230/1/50	3/4" M	233x559x561	9x22x22	25	55	R134a
F 40	16	232	40	144	84,8	380	230/1/50	3/4" M	233x559x561	9x22x22	27	60	R134a
F 50	16	232	50	180	105,9	419	230/1/50	1" F	233x559x561	9x22x22	30	66	R134a
F 60	16	232	60	216	127,1	664	230/1/50	1" F	310x706x994	12x28x39	52	115	R404A
F 70	13	188	70	252	148,3	767	230/1/50	1 1/2" F	310x706x994	12x28x39	57	126	R404A
F 90	13	188	90	324	190,7	865	230/1/50	1 1/2" F	310x706x994	12x28x39	59	130	R404A
F 110	13	188	110	396	233,1	1028	230/1/50	1 1/2" F	310x706x994	12x28x39	80	176	R404A
F 130	13	188	130	468	275,5	1242	230/1/50	1 1/2" F	310x706x994	12x28x39	80	176	R404A

Condiciones de referencia¹:

- Presión de trabajo: 7 bar/100 psi
- Temperatura de trabajo: 35 °C/95 °F
- Temperatura ambiente: 25 °C/77 °F
- Punto de rocío a presión: 7 °C (+/- 1)/45 °F (+/- 1,8)
- También disponible en 60Hz
- Homologación UL 115 V/1 fase (F 5-50) y 230 V/1 fase (F 60-130)

Condiciones límite:

- Presión de trabajo: 16 bar (F 5-60)
13 bar (F 70-130)
- Temperatura de entrada: 50 °C/122 °F
- Temperatura ambiente mín./máx.:
5 °C/46 °F - 40 °C/104 °F

EJEMPLO:

Necesidades del cliente: 50 l/s
@ 30 °C temperatura ambiente
@ 40 °C temperatura de entrada
@ 10 bar de presión

Factor temperatura ambiente
(A) = 0,92

Factor temperatura entrada
(B) = 0,82

Factor presión de trabajo (C) = 1,08

Factor K: 0,92 x 0,82 x 1,08 = 0,815

Tamaño necesario del secador:
50/0,815 = 61,3 l/s

Secadores posibles:

F 60 con caudal nominal de 60 l/s
(recomendado)

F 70 con caudal nominal de 70 l/s
(sobredimensionado)

Factores de corrección:

Factores de corrección para diversas temperaturas ambiente												
Temperatura ambiente, °C	25	30	35	40								
Factor de multiplicación (A)	1	0,92	0,84	0,8								
Factores de corrección para diversas temperaturas de entrada												
Temperatura de entrada, °C	25	30	35	40	45	50						
Factor de multiplicación (B)	1,57	1,24	1	0,82	0,69	0,54						
Factores de corrección para diversas presiones de entrada												
Presión de entrada, bar	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Factor de multiplicación (C)	0,9	0,96	1	1,03	1,06	1,08	1,1	1,12	1,13	1,15	1,2	1,2

Figura 55. Datos técnicos del Secador de Aire Industrial Atlas Copco F30.
FUENTE: Vía Industrial.

Datos técnicos

Modelo	Serie TA			Serie TB		Serie TC			Serie TD			
	5	8	11	19	26	31	36	44	51	61	76	
Flujo volumétrico ³	m ³ /min	0,60	0,85	1,25	2,10	2,55	3,20	3,90	4,70	5,65	7,00	8,25
Pérdida de presión del secador frigorífico ⁴	bar	0,07	0,14	0,17	0,19	0,20	0,17	0,17	0,18	0,11	0,17	0,17
Pot. eléct. absorbida al 100 % del volumen ³	kW	0,30	0,29	0,35	0,44	0,62	0,74	0,89	0,88	0,97	1,25	1,67
Pot. eléct. absorbida al 50 % del volumen ³	kW	0,18	0,16	0,19	0,24	0,34	0,34	0,41	0,44	0,55	0,71	0,80
Peso	kg	70	80	85	108	116	155	170	200	251	251	287
Dimensiones an x prof x al	mm	630 x 484 x 779			620 x 540 x 963		764 x 660 x 1009			1125 x 759 x 1187		
Conexión de aire comprimido	G	¾			1		1 ¼			1 ½		2
Conexión de purga de condensado	G	¾			¾		¾			¾		
Alimentación eléctrica		230 V/1 Ph/50 Hz			230 V/1 Ph/50 Hz		230 V/1 Ph/50 Hz			400 V/3 Ph/50 Hz		
Masa de agente frigorífico R-513A	kg	0,27	0,22	0,36	0,56	0,53	0,80	1,00	1,04	1,25	1,30	1,50
Masa de agente frig. R-513A en CO ₂ equivalente	t	0,17	0,14	0,23	0,35	0,33	0,50	0,63	0,66	0,79	0,82	0,95
Circuito de agente frigorífico hermético acorde a la normativa sobre gases F		sí			sí		sí			sí		
Opciones/accesorios												
Contactos libres de potencial: Compresor de frío en marcha, punto de rocío alto		Opcional			Opcional		Estándar			Estándar		
Contactos libres de potencial: Compresor de frío en marcha, punto de rocío alto, alarma en el purgador de condensado		No disponible			Opcional		Opcional			Opcional		
Pies de máquina atornillables		Opcional			Opcional		Opcional			Opcional		
Autotransformador separado para adaptación a otras tensiones de red		Opcional			Opcional		Opcional			Opcional		
Colores especiales (tonos RAL)		Opcional			Opcional		Opcional			Opcional		
Versión sin silicona (norma VW 3.10.7)		Opcional			Opcional		Opcional			Opcional		

Atención: Adecuado para temperaturas ambientales de +3 °C a +43 °C. Temperatura máx. de entrada del aire comprimido + 55 °C; sobrepresión mín./máx. 3 hasta 16 bar, contiene gas fluorado de efecto invernadero R-513A (GWP = 631)

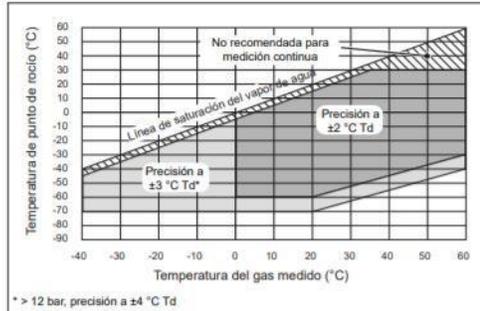
³ Acorde a la ISO 7183, opción A1: Punto de referencia: 1 bar(a), 20 °C, 0 % de humedad relativa; punto de servicio: punto de rocío +3 °C, sobrepresión de servicio 7 bar, temperatura de entrada del aire comprimido 35 °C, temperatura ambiente 25 °C, 100 % de humedad relativa.

Figura 56. Datos técnicos del Secador de Aire Industrial Kaeser TB19.
FUENTE: Vía Industrial.

Información técnica

Rendimiento de medición

Sensor	180D DRYCAP®
Protección del sensor	Filtro sinterizado de acero inoxidable
Intervalo de calibración recomendado para confirmar la precisión especificada	2 años
Temperatura de punto de rocío	
Rango de medición (típico)	De -70 a +60 °C (-94 a +140 °F) T _d
Precisión en el aire o N ₂ ¹⁾	±2 °C (±3,6 °F) T _d (consulte el gráfico a continuación)



Escalas de salidas analógicas:

Opción 1	De -80 a +20 °C (-112 a +68 °F) T _d
Opción 2	De -80 a +20 °C (-112 a +68 °F) T _d punto de rocío a presión ambiente
Opción 3	Escalamiento libre

Tiempo de respuesta 63 % [90 %]:²⁾

-70 → -20 °C T _d (-94 → -4 °F T _d)	5 seg. [15 seg.] (típico)
-20 → -70 °C T _d (-4 → -94 °F T _d)	45 seg. [10 min.] (típico)

Concentración de agua por volumen (ppm)

Rango de medición (típico)	De 10 a 40 000 ppm
Precisión a +20 °C (+68 °F), 1 bar	1 ppm + 20 % de lectura

1) Cuando el punto de rocío es inferior a 0 °C (32 °F), el transmisor elimina el punto de escarcha.
2) En temperatura de gas de +20 °C y presión de 1 bar y tasa de flujo de 1 litro/min.

Entorno de operación

Entorno de medición	Para entorno aéreo, de nitrógeno, de hidrógeno, de argón, de helio y de oxígeno ¹⁾
Temperatura ²⁾	De -40 a +60 °C (-40 a +140 °F)
Humedad relativa	De 0 a 100 % HR
Presión ²⁾	De 0 a 50 bar _a (725 psi _a)
Tasa de flujo de muestreo	Sin efecto para precisión de medición
Temperatura de almacenamiento	De -40 a +60 °C (-40 a +140 °F)

1) Consulte con Vaisala si otras sustancias químicas están presentes. Considere las normas de seguridad con gases inflamables.
2) Para temperatura extendida inferior a 0 °C (+32 °F) o presión por encima de 20 bar_a (290 psi_a), el voltaje de suministro debe ser de 24 a 28 VCC.

Entradas y salidas

Salida analógica (dimensionable)	4 ... 20 mA (3 cables), 0 ... 1 V / 5 V, 1 ... 5 V
Resolución para salida de corriente	0,002 mA
Resolución para salida de voltaje	0,3 mV
Precisión para salida de corriente a +20 °C	±0,05 mA
Precisión para salida de voltaje a +20 °C	±0,01 V
Voltaje de funcionamiento con salida digital	12 ... 28 VCC
Voltaje de funcionamiento con salida de voltaje	12 ... 28 VCC
Voltaje de funcionamiento con salida de corriente	18 ... 28 VCC
Carga para salida de corriente	500 Ω máx.
Carga para salida de voltaje	10 kΩ mín.
Dependencia de la temperatura típica	0,005 % de intervalo/°C
Salida digital	RS-485, sin aislamiento
Protocolos admitidos	Protocolo industrial de Vaisala Modbus RTU
Conector	M8 de 4 clavijas (IEC 60947-5-2)
Corriente del alimentación a +20 °C (U_{in} 24 VCC)	
Medición normal	10 mA + corriente de carga (típica)
Durante autodiagnósticos	220 mA pulsada (típica)

Especificaciones mecánicas

Conexión mecánica	ISO 228-1 G1/2" 1/2" NPT 3/4"-16 UNF 5/8"-18 UNF
Material de la carcasa	Acero inoxidable (AISI316L)
Peso:	
Versiones de rosca en G y UNF	90 g (3,2 oz)
Versión de rosca NPT	100 g (3,5 oz)

Cumplimiento

Clasificación IP	IP66
Cumplimiento EMC	EN 61326-1, entorno electromagnético industrial

Repuestos y accesorios

Cable de conexión para medidor DM70	219980SP
Cable USB para conexión de PC ¹⁾	219690
Pantalla externa alimentada con bucle	226476
Pantalla externa con relés alimentada con bucle	234759

Celdas de muestreo

Celda de muestreo básica	DMT2425C
Con conectores machos Swagelok de 1/4"	DMT2425C2
Con conector rápido y tornillo de fuga	DSC745P
Celda de muestreo de dos presiones	DSC74B5P
Bobina de enfriamiento/ventilación	DMCOILSP

Consulte la página de productos DSS70A en www.vaisala.com para obtener más información de las celdas de muestreo disponibles para el medidor DM70.

1) El software Insight de Vaisala para Windows está disponible en www.vaisala.com/insight.

Figura 57. Ficha técnica del Transmisor de punto de rocío DMT143.
FUENTE: Vía Industrial.

CDI 5400

FLOWMETER FOR COMPRESSED-AIR SYSTEMS - Rev. 3

- Easy to install
- No moving parts
- Weather resistant and surge protected (new with Rev. 3)
- Milliamp output
- Pulse output convertible to threshold output
- User-configurable scaling, filtering and units of measure
- Optional RS-485 output for networking
- Housing rotates to suit vertical or horizontal installation



The CDI 5400 clamps onto a pipe, with two flow-sensing probes projecting into the pipe through 3/16-in. drilled holes. It seals directly to the pipe; no cutting or welding is required for installation. Because each flowmeter is made and calibrated for a specific size of pipe, the digital display indicates flow directly, with no setup or adjustment.

The meter measures flow by maintaining one probe warmer than the other. It determines the mass flow rate from the amount of heat required. The flow rate, in scfm or equivalent units, is shown on a large, four-digit display; a 4-20 mA output and a pulse output permit remote display, totalizing and data collection.

AVAILABLE SIZES			
Nominal Size ^a	Range ^b (scfm)	Model No. for Sch 40 Steel	Model No. for Type L Copper
2 in.	600	5400-20S	5400-20C
2.5 in.	800	5400-25S	5400-25C
3 in.	1200	5400-30S	5400-30C ^b
4 in.	2000	5400-40S	5400-40C
5 in.	3000	5400-50S	--
6 in.	5000	5400-60S	--
8 in.	6000	5400-80S	--

(a) Meters are also available for several sizes of Aluminum pipe. For metering smaller pipe sizes, please see our 5200-Series flowmeters.

(b) Range of milliamp output and recommended maximum flow. Flowmeters for copper pipe have smaller ranges. Meters will function at somewhat higher flow rates but at reduced accuracy.

SPECIFICATIONS

Accuracy:

5 percent of reading plus 1 percent of range for flows from 10 percent to 100 percent of indicated range at air temperatures between 20 and 120 degrees Fahrenheit

Fluids:

Compressed air and Nitrogen

Operating pressure:

200 psig maximum on Sch. 40 steel and on Type L Copper below three inch; consult CDI for other materials and higher pressures.

Input power:

250 mA at 24 Vdc

Output resistance:

600 Ohms max.

Materials exposed to measured fluid:

Stainless steel, gold, thermal epoxy and Viton (seal)

Ring material:

Aluminum

Display:

Four-digit LED display

Response time:

One second to 63 percent of change in value at flows above 30 percent of range

US Patent 6,802,217

Figura 58. Ficha técnica del Medidor de flujo CDI 5400-20S.

FUENTE: Vía Industrial.



Figure 1 Transmitter Type 7MF1562

Note

The instructions do not contain all information details of the product for clarity reasons. May we also point out that the contents of the instructions are neither part of an earlier or existing agreement, acceptance or legal relationship nor an amendment of such. All the obligations of the Siemens AG are given by the respective contract of sale which also contains the full and solely valid warranty conditions.

1 Technical Description

1.1 Range of Application

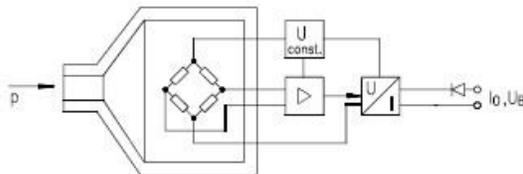
The type 7MF1562 is a pressure transmitter for measuring relative pressures of the gases, liquids and steam in the energetics and mechanical engineering industry, ship building, water supply etc. One application example is the measuring of the pressure of compressed air containing oil in compressors and compressor stations.

1.2 Structure

The pressure transmitter consists of a thin-film measuring cell with a ceramic diaphragm and electronics board both installed in the brass housing. The electrical connection is made by a right-angled connector (DIN 43650) with a Pg 9 cable gland. The device is connected with the process connection G½A (external thread) or G?A (internal thread) made of brass.

1.3 Functional Principle

The thin-film measuring cell has a thin-film resistor bridge at which the measuring pressure p is transferred by a ceramic diaphragm. The measuring cell output voltage is fed to an amplifier and converted into an output current I_o in the U/I output stage. The device is fed by power supply U_b and reverse polarity and too high a supply voltage are prevented by the protective diodes at the input. The device is protected against high frequency interference by an RF choke, capacitor and transorb diode.



p Measuring pressure
 U/I Output stage
 $U_{const.}$ Constant voltage source
 I_o Output signal
 U_b Power supply

1.3 Technical Data

Functional principle and system structure

Measuring principle	Thin-film DMS
Input	
Measuring variable	Pressure
Measuring range	see chapter 1.5
Output	
Output signal	4 to 20 mA
Load	$(U_b - 10 V) / 0,02 A$
Characteristic	linear increasing
Measuring accuracy	
Measuring error (at 25°C, characteristic deviation, hysteresis and repetitive accuracy included)	0.5% of final value - typical
Setting time T_{95}	< 0,1 s
Long-term drift	
Start of scale	0.3% of final value/year - typical
Span	0.3% of final value/year - typical
Influence of ambient temperature	
Start of scale	0.3%/10 K of final value - typical
Span	0.3%/10 K of final value - typical
Vibration influence	0.05 %/g to 500 Hz in all directions (acc. to IEC 68-2-64)
Influence of power supply	0,01 %/V
Operating conditions	
<i>Ambient conditions</i>	
Ambient temperature	-25 °C to +85 °C
Storage temperature	-50 °C to +100 °C
Protection type (acc. to EN 60 529)	IP65
Electromagnetic compatibility	
Spurious emission	acc. to EN 50 081
Interference strength	acc. to EN 50 082
<i>Measuring medium conditions</i>	
Measuring medium temperature	-30 °C to +120 °C
Measuring medium pressure limit	see chapter 1.5
Construction	
Weight	about 0.2 kg
Dimensions	see fig. 3
<i>Material of the parts which come into contact with the measuring medium</i>	
Measuring cell	Al ₂ O ₃ - 96 %
Process connection	Brass, M-no. 2.0402
O-ring	Viton
<i>Material of the parts which do not come into contact with the measuring medium</i>	
Housing	Brass, M-no. 2.0402
Connector	Plastic housing, DIN 43 650, form A
Process connection	G½A external thread G½A internal thread Pg 9
Electr. connection (DIN 43 650)	Pg 9
Power supply	
Terminal voltage at the transmitter	10 to 36 V DC

1.4 Ordering Data

Range	Upper measuring medium pressure limit	Order no. 7MF1562- ___ 00+ Pressure *)
0 bis/to 16 bar	34 bar	3CA
0 bis/to 25 bar	70 bar	3CB

*) Please enter the values of this column at "___" in the order number.

2 Installation and Operation

⚠ WARNING

This device may only be installed and operated when qualified personnel has made sure that suitable power supplies are used which ensure no dangerous voltages can get into the device during normal operation or in the event of an error. The device can be operated with high pressure. Therefore serious injury and/or considerable damage to property cannot be totally ruled out in the event of incorrect handling. Perfect and reliable functioning of this device depends on proper transport, storage, installation and assembly as well as on careful operation and maintenance.

Figure 3 Transmitter Type 7MF1562, Dimensions

2.1 Installation

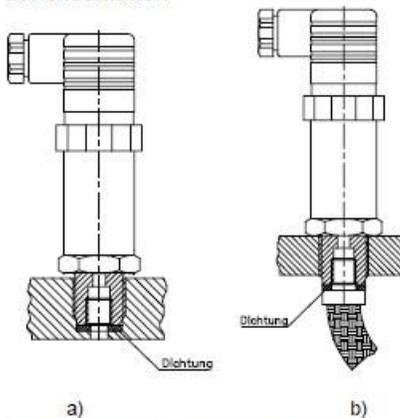
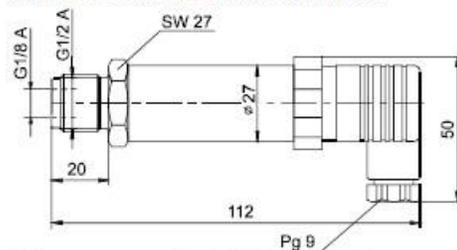


Figure 4 Transmitter 7MF1562, Installation

There are two installation possibilities (Figure 4):

a) at process connection G $\frac{3}{4}$ A external thread



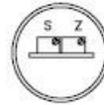
b) at process connection G $\frac{1}{2}$ A internal thread

The position of the device has no influence on the measuring accuracy.

The permissible temperature limits may not be exceeded. The process data must be compared with the data on the rating plate before installation.

2.2 Electrical Connection

The shielded cable must be inserted with two wires through the screw-type cable gland Pg 9. Only earth the shield of the cable at one point (preferably in the terminal box). The earth is connected to the housing.



Terminals 1 (+) 2 (-) Earth \oplus
Output current I_o Power supply U_E Load R_L

Figure 5 Transmitter Type 7MF1562, Connection diagram

2.3 Setting

The transmitter is set to the respective range at the factory. If an additional setting is necessary, the top part with the grip ring of the connector must be removed. The output current for the start of scale (4 mA) is set with the Z potentiometer and the output current for the full scale (20 mA) with the S potentiometer.

Figure 6 Transmitter 7MF1562, Setting

If the start of scale is set, the span does not change!

(Span = full scale – start of scale)

The start of scale and span can be changed by $\pm 10\%$ of the set range.

2.4 Maintenance

The transmitter is maintenance-free.

The start of scale of the device should be checked occasionally.

Figura 59. Ficha técnica del Transductor de Presión KAESER 7MF1562 7.7040.30020
FUENTE: Vía Industrial.

Specification:

Model	WN530H4
Ports	1 x 10/100Mbps WAN 4 x 10/100Mbps LAN
Buttons	1 x Reset button 1 x WPS button
LED	1 x Status
Power Supply	DC12V / 1.5A
Rated Voltage/ Frequency	input:100-240 Va.c. 50/60Hz
DIMENSIONS	
Unit Dimensions	168mm x 168mm x 32mm (L x W x H)
WIRELESS	
Standard	IEEE 802.11a/b/g/n/ac
Speed	IEEE 802.11ac: up to 867Mbps IEEE 802.11n: up to 300Mbps IEEE 802.11g: 54Mbps IEEE 802.11b: 11Mbps IEEE 802.11a: up to 54Mbps
Frequency band	2.4GHz, 5GHz
Wireless Security	WPA / WPA2, WPA-PSK/ WPA2-PSK encryption
Antennas	4 x 5dBi Omni Directional Antennas

Features:

1. Complies with IEEE 802.11a/b/g/n/ac standards
2. Simultaneous 5G 867Mbps and 2.4G 300Mbps connections for 1167Mbps of total available bandwidth
3. Guest Wi-Fi provides secure Wi-Fi access for guests sharing your home or office network
4. Supports by PPPoE, Dynamic IP,static IP and WISP access to the Internet
5. Built-in DHCP server with automatic dynamic IP address distribution
6. Provides 10/100Mbps Auto-Negotiation Ethernet WAN/LAN ports
7. External antennas provide omnidirectional stable signal and superior wireless coverage
8. Easy one-touch wireless security encryption with the WPS button
9. Clear the cache to speed up with the TURBO button

Figura 60. Datos técnicos del router inalámbrico de doble banda de alta potencia Wavlink AC1200.
FUENTE: Vía Industrial.



SETRON PAC3220 LCD 96 × 96 mm Dispositivo de vigilancia eléctrica incorporado en panel para medir magnitudes eléctricas Protocolo: Modbus TCP con display gráfico Ue nominal: 690/400 V 45-65 Hz Ie nominal: X/1 A o bien X/5 A AC Energía auxiliar: 100...250 V +- 10 % AC/DC Conexión por borne de tornillo

La versión	
nombre comercial del producto	SETRON
tipo de producto	Basic
denominación del tipo de producto	Aparato de medida
tipo de captura de valores medidos	completo
tipo de alimentación eléctrica	fuentes de alimentación de gran alcance
Datos técnicos generales	
ancho del recorte	92 mm
altura del recorte	92 mm
tamaño del analizador de red	tamaño constructivo 96
modo de operación para captura de valores medidos	
<ul style="list-style-type: none"> medida automática de la frecuencia de red ajuste fijo a 50 Hz ajuste fijo a 60 Hz 	Sí No No
forma de curva de la tensión	sinusoidal o distorsionado
frecuencia de red medible / valor inicial	45 Hz
frecuencia de red medible / valor final	65 Hz
método de medida / para medida de tensión	TRMS
La tensión de alimentación	
intensidad de empleo / con AC / valor asignado	10 A
tipo de corriente / de la tensión de alimentación	AC/DC
categoría de medida / para tensión de alimentación <ul style="list-style-type: none"> potencia aparente consumida / sin módulo de ampliación / típico 	CATIII 8 V·A
Clase de protección	
grado de protección IP <ul style="list-style-type: none"> frontal por el dorso 	IP65 IP20
Electricidad	
corriente medible <ul style="list-style-type: none"> 1 / con AC / valor nominal 2 / con AC / valor nominal 	1 A 5 A
Idoneidad	
aptitud de uso	Montaje en cuadros/tableros fijos dentro de salas cerradas
ventana de tiempo ajustable / mín.	10 ms
Función del producto	
función del producto	

• medida de la potencia reactiva	Sí
• medición de la frecuencia	Sí
• medición de impulsos	Sí
• medición de tensión	Sí
• medición de corriente	Sí
• medida de potencia activa	Sí
Visualización y funcionamiento	
tipo de display	LCD
número de teclas	4
color / del fondo del display	blanco
indicación de display invertible (modo positivo <=> negativo)	Sí
intensidad de retroiluminación del display ajustable	No
intensidad de retroiluminación del display reducible controlada por tiempo	Sí
contraste de display ajustable	Sí
resolución de imagen horizontal	128
resolución de imagen vertical	96
Comunicación	
número de conexiones activas / en la interfaz Ethernet	3
número de interfaces / según Fast Ethernet	2
protocolo / en la interfaz Ethernet / soportado	MODBUS TCP
tasa de transferencia	
• mín.	10 000 kbit/s
• máx.	100 000 kbit/s
Fault límites	
condición de referencia / para precisión de medida	conforme a IEC61557-12, IEC62053-22 e IEC62053-23
fórmula para la incertidumbre total relativa de medida	
• en caso de medida de tensión	+/- 0,2 %
• en caso de medida de corriente	+/- 0,2 %
• en caso de medida de potencia	+/- 0,5 %
• en caso de medida del factor de potencia	+/- 0,5 %
• en caso de medida de energía activa	Clase 0,5 seg. IEC61557-12 y clase 0,5S seg. IEC62053-22
• en caso de medida de energía reactiva	Clase 2 seg. IEC61557-12 o IEC62053-23
Entradas Salidas	
tensión de entrada / en entrada digital / con DC / máx.	30 V
intensidad de entrada / en entrada digital	
• valor inicial para señal<1>-detección	7 mA
tensión de empleo / como tensión de salida / con DC / máxima admisible	30 V
número de entradas digitales	2
• tipo de conexión eléctrica / en las entrada digitales	conexión por tornillo
condición operativa para entradas digitales / alimentación externa	Sí
tipo de conexión eléctrica / en las salidas digitales	conexión por tornillo
tipo de salidas digitales	función conmutar o impulso
número de salidas digitales	2
tipo de salida lógica	bidireccional
intensidad de salida	
• en las salidas digitales / con DC / limitada a 100 ms / máx.	130 mA
frecuencia de conmutación / en salida digital / máx.	17 Hz
duración del impulso	
• valor inicial	30 ms
• valor final	500 ms
propiedad de la salida / resistente a cortocircuitos	Sí
resistencia interna / en las salidas digitales	55 Ω
norma / para generador de impulsos	según IEC62053-31
Entradas de medición	

tensión de red medible	<ul style="list-style-type: none"> entre (PE)N y L / con AC / valor nominal máximo entre (PE)N y L / con AC / mín. entre (PE)N y L / con AC / máx. entre conductores de fase / con AC / valor nominal máximo 	400 V		
		11,5 V		
		480 V		
		690 V		
ampliación del rango de medida de tensiones / con transformador de tensión externo		Sí		
resistencia interior conductores exteriores y conductor neutro / con medición de tensión		1,5 MΩ		
categoría de medida / para medida de tensión		CATIII		
categoría de medida / para medición de corriente		CATIII		
corriente relativa medible / con AC				
<ul style="list-style-type: none"> min. máx. 		1 %		
		100 %		
consumo de potencia aparente / con medición de corriente				
<ul style="list-style-type: none"> con rango de medida 5 A / por fase 		0,3 V·A		
ampliación del rango de medida de corrientes / con transformador de corriente externo		Sí		
supresión del cero / con medición de corriente		0 ... 10 %		
método de medida / para medición de corriente		TRMS		
Conexiones				
tipo de conexión eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> en las entradas para alimentación de tensión en las entradas de medida de tensión en las entradas de medida de corriente 	conexión por tornillo		
		conexión por tornillo		
		conexión por tornillo		
Diseño Mecánico				
altura		96 mm		
altura / del display		54 mm		
anchura		96 mm		
anchura / del display		72 mm		
profundidad		56 mm		
profundidad de montaje		51 mm		
tipo de fijación / empotrado en panel		Sí		
posición de montaje		vertical		
grosor del material / del cuadro de distribución / máx.		4 mm		
peso neto		325 g		
Condiciones ambientales				
altitud de instalación / con altura sobre el nivel del mar / máx.		2 000 m		
temperatura ambiente / durante el funcionamiento				
<ul style="list-style-type: none"> min. máx. 		-25 °C		
		55 °C		
temperatura ambiente / durante el almacenamiento				
<ul style="list-style-type: none"> min. máx. 		-25 °C		
		70 °C		
humedad relativa del aire / con 25 °C / sin condensación / durante el funcionamiento				
<ul style="list-style-type: none"> máx. 		75 %		
Certificados				
certificado de aptitud				
<ul style="list-style-type: none"> homologación para Australia 		Sí		
General Product Approval			EMC	Declaration of Conformity
				other

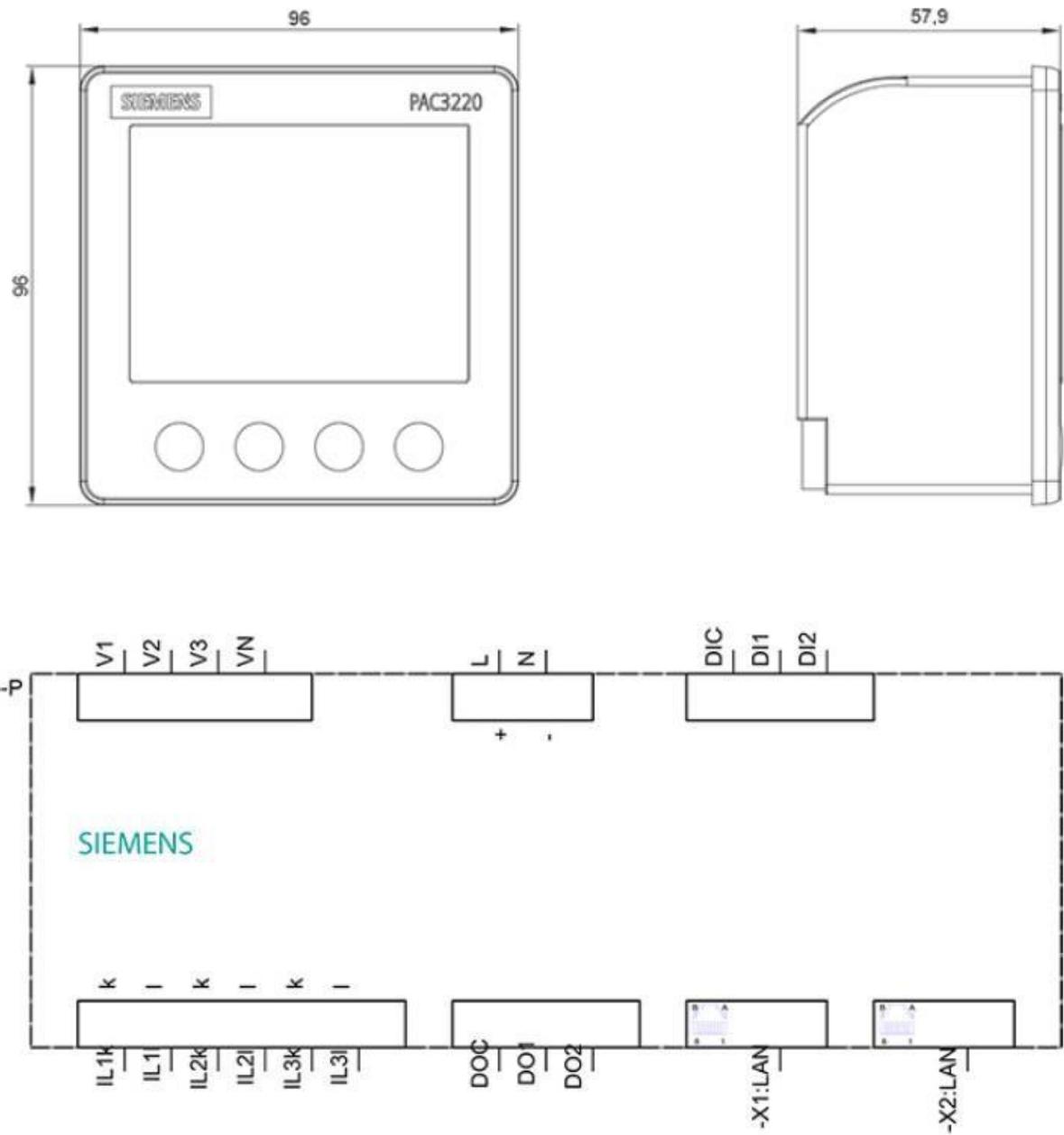


Figura 61. Ficha técnica del Analizador de red eléctrica SIEMENS SENTRON PAC3220 7KM.
FUENTE: Vía Industrial.

[In] Corriente nominal	1 A 5 A
Consumo de potencia en W	<= 6 VA at 277 V AC
Consumo de energía en W	<= 3.3 W power lines (AC) <= 2 W at 277 V power lines (DC)
Tipo de entrada analógica	Current (impedance <= 0.3 mOhm) Voltage (impedance > 5 MOhm)
Inviolabilidad de los ajustes	Protegido por código de acceso
Tipo de pantalla	LED de 7 segmentos
Color de pantalla	Rojo
Capacidad de visualización mensajes	3 fields of 4 characters
Dígitos del display	12 dígitos - 14.2 mm en altura
Tiempo de actualización	Configurable de 1 a 60 min
Información mostrada	Tensión Corriente Frecuencia Consumo de energía Distorsión armónica Corriente demandada valor anterior Corriente demandada valor actual Demanda de potencia valor anterior Demanda de potencia valor actual Factor de potencia Potencia activa Potencia aparente Potencia reactiva Desequilibrada en %
Tipo de control	3 x botón
Señalizaciones en local	Verde LED : funcionamiento de módulo y comunicación integrada Red LED : output signal 1...9999000 pulse/ k_h (kWh, kVAh, kVARh)
Número de entradas	0
Número de salidas	0
Communication port protocol	Modbus RTU 2 cables, : 4800 bps, 9600 bps, 19200 bps, 38,4 Kbps, Par/Impar o ninguna, aislamiento: 2500 V
Soporte del puerto de comunicación	Bornero de tornillo : RS485
Registro de datos	Sellado de tiempo Min/max para 8 parámetros
Función disponible	Reloj a tiempo real
Velocidad de muestreo	64 muestras/ciclos
Cybersecurity	Enable/disable communication ports
Servicio de comunicación	Supervisión remota
Certificaciones de producto	C-Tick CE acorde a IEC 61010-1 CULus acorde a UL 61010-1 EAC CULus de acuerdo con CSA C22.2 No 61010-1 RCM
Tipo de montaje	Ajustable en clip
Posición de montaje	Vertical
Soporte de montaje	Marco
Equipo suministrado	Guía de instalación 1
Categoría de medición	Category III up to 480 V Category II up to 480...600 V
Clase de aislamiento eléctrico	Clase II Doble aislamiento
Resistencia a las llamas	V-0 de acuerdo con UL 94
Conexiones - terminales	Current transformer : bottom screw connection x 6 Voltage inputs : top screw connection x 4
Material	Polycarbonato
Dimensiones de corte	90 x 90 mm
Anchura	96 mm
Profundidad	76.09 mm total 61.64 mm incuorporar
Altura	96 mm

Peso del producto	300 g
Código de compatibilidad	PM2120

Medioambiente

Vida útil	7 yr
grado de protección IP	IP30 (cuerpo) acorde a IEC 60529 IP30 (cuerpo) acorde a IEC 60529 IP54 (frontal) de acuerdo con IEC 60529
humedad relativa	5...95 % 50 °C
grado de contaminación	2
temperatura ambiente de funcionamiento	-10...60 °C
temperatura ambiente de almacenamiento	-25...70 °C
altitud máxima de funcionamiento	<= 2000 m
compatibilidad electromagnética	Prueba de inmunidad de huecos y caídas de tensión de acuerdo con IEC 61000-4-11 Descarga electrostática de acuerdo con IEC 61000-4-2 Prueba de inmunidad de la radiofrecuencia radiada del campo electromagnético de acuerdo con IEC 61000-4-3 Prueba de inmunidad frente a sobrevoltaje de acuerdo con IEC 61000-4-5 Conducted rf disturbances acorde a IEC 61000-4-6 Campo magnético a frecuencia eléctrica de acuerdo con IEC 61000-4-8 Prueba de inmunidad oscilatoria/ráfagas eléctrica acorde a IEC 61000-4-4 Prueb. emisión de acuerdo con FCC parte 15 clase A
Categoría de sobretensión	III

Sostenibilidad de la oferta

Estado de la oferta sostenible	Producto Green Premium
RoHS (código de fecha: AASS)	Conforme - desde 1601 - Declaración de conformidad de Schneider Electric
REACH	La referencia no contiene SVHC
perfil ambiental del producto	Disponible
instrucciones para el fin del ciclo de vida del producto	DISPONIBLE

Figura 62. Ficha técnica del Analizador de red eléctrica Schneider Electric EasyLogic PM2100 METSEPM2120.
FUENTE: Vía Industrial.

Serial to Ethernet Converter

■ ■ ■ USR-TCP232-302

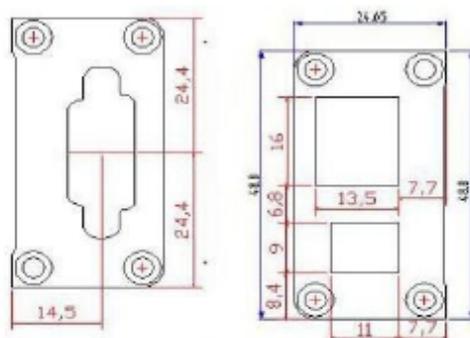
Serial Ethernet data transmission

USR-TCP232-302 is a serial rs232 to Ethernet server, used for data transparent transmission. It is a low-cost serial device server, whose function is to realize bidirectional transparent transmission between rs232 and Ethernet. USR-TCP232-302 is internally integrated with TCP/IP protocol. User can apply it to device networking communication.

■ ■ ■ RS232 to Ethernet

- Support DNS function
- Support DHCP, automatically obtain an IP address and query IP address through serial setting protocol
- Set parameters through webpage
- Upgrade firmware via network
- Auto-MDI/MDIX, RJ45 port with 10/100Mbps
- Serial port baud rate from 600 bps to 230.4 Kbps, Check bit of None, Odd, Even, Mark and Space
- Work mode: TCP Server, TCP Client, UDP Client, UDP Server, HTTPD Client
- Restore factory default
- Heartbeat package mechanism to ensure connection is reliable, put an end to dead link
- User-defined registration package mechanism, check connection status and use as custom packet header
- Across the gateway, switches, routers
- The global unique MAC address bought from IEEE, user can define MAC address
- Support virtual serial port and provide corresponding software USR-VCOM
- Under TCP Server mode, Client number ranges from 1 to 16; default number is 4
- Can work in LAN, also can work in the Internet
- Provide PC TCP/IP socket programming example such as VB, C++, Delphi, Android and IOS
- Support customization

Specifications	
Serial	
Port Number	1
Interface Standard	RS-232: DB9 cellular type
Data Bit	5, 6, 7, 8
Stop Bit	1, 2
Check Bit	None, Even, Odd, Space, Mark
Baud Rate	600 bps ~ 230.4 Kbps
Buffer	Receive: 800 bytes
Ethernet	
Rate	10/100 Mbps, MDI/MDIX, auto switch between cross and direct connection
Interface Standard	RJ45
Port Number	1
Network Protocol	IP,TCP,UDP,DHCP,DNS,HTTP,ARP,ICMP
Protection	2KV electromagnetism isolation Shell insulation blocking
Buffer	Send: 6K bytes Receive: 4K bytes
Software	
Virtual Serial (USR-VCOM)	Windows 2000 or higher (32 bit/64 bit)
Configuration	Computer set-up software Serial command Built-in webpage
Basic Parameter	
Size	71 x 60 x 25 mm
Operating Temp.	-25 ~ 75°C
Storage Temp.	-40 ~ 105°C 5 ~ 95% RH
Input Voltage	DC 4.75 ~ 7V
Working Current	150mA @ 5V
Accessory	5V1A power supply



Jinan USR IOT Technology Limited

Tel: 86-531-88826739

Email: sales@usriot.com

Web: www.usriot.com

Support: h.usriot.com



Figura 63. Ficha técnica del Módulo T24 RS232 serie a ethernet TCP/IP modelo USR-TCP232-302
FUENTE: Vía Industrial.



Figura similar

Display	
Con display	Sí
Diseño/montaje	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 4 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	
• 12 V DC	Sí
• 24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	10,8 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Hora	
Programadores horario	
• Cantidad	400; Máx. 400, según la función
• Reserva de marcha	480 h
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	8; de ellas, 4 aptas como E analógicas (0 a 10 V)

Salidas digitales	
Número de salidas	4; Relé
Protección contra cortocircuito	No; requiere protección externa
Intensidad de salida	
<ul style="list-style-type: none"> • para señal "1" rango admisible para 0 a 55 °C, máx. 	10 A
Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	
— con carga inductiva, máx.	3 A
— con carga resistiva, máx.	10 A
CEM	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
<ul style="list-style-type: none"> • Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial 	Sí
Grado de protección y clase de protección	
Grado de protección según EN 60529	
<ul style="list-style-type: none"> • IP20 	Sí
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
Homologación CSA	Sí
Homologación UL	Sí
Homologación FM	Sí
desarrollado conforme a IEC 61131	Sí
según VDE 0631	Sí
Homologaciones navales	Sí
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
<ul style="list-style-type: none"> • mín. 	-20 °C; Sin condensación
<ul style="list-style-type: none"> • máx. 	55 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
<ul style="list-style-type: none"> • mín. 	-40 °C
<ul style="list-style-type: none"> • máx. 	70 °C
Dimensiones	
Ancho	71,5 mm
Alto	90 mm
Profundidad	60 mm

Figura 64. Ficha técnica del Módulo Lógico Programable Siemens LOGO! 12/24RCE - 6ED1052-1MD08-0BA0.

FUENTE: Vía Industrial.

De núcleo cerrado



DM1T...



DM2T...



DM3T...



DM4T...



DM5T...

Bajo demanda, versión certificada UTF.

Código de pedido	Corriente primaria I _{pn}	Prestaciones		Uds. de env.	Peso [kg]
		cl. 0.5	cl. 1		

Para cable Ø22mm.

DM1T 0050	50	—	1,5	1	0,200
DM1T 0060	60	—	2	1	0,200
DM1T 0080	80	—	2,5	1	0,200
DM1T 0100	100	—	2,5	1	0,200
DM1T 0150	150	—	2,5	1	0,200

Para cable Ø23mm.

Para pletinas de 30x10mm, 25x12,5mm, 20x15mm.

DM2T 0060	60	—	1	1	0,130
DM2T 0080	80	—	1	1	0,130
DM2T 0100	100	—	1,5	1	0,130
DM2T 0150	150	—	1,5	1	0,130
DM2T 0200	200	—	2,5	1	0,130
DM2T 0250	250	—	2,5	1	0,130
DM2T 0300	300	1,5	3	1	0,130
DM2T 0400	400	2	3	1	0,130

Para cable Ø30mm.

Para pletinas de 40x10mm, 30x20mm, 25x25mm.

DM3T 0200	200	—	5	1	0,260
DM3T 0250	250	—	5	1	0,260
DM3T 0300	300	2,5	5	1	0,260
DM3T 0400	400	2,5	5	1	0,260
DM3T 0500	500	2,5	5	1	0,260
DM3T 0600	600	5	10	1	0,260
DM3T 0800	800	5	10	1	0,260
DM3T 1000	1000	5	10	1	0,260

Para cable Ø86mm.

Para pletinas de 100x30mm, 80x50mm, 70x60mm.

DM4T 1200	1200	15	30	1	0,700
DM4T 1250	1250	15	30	1	0,760
DM4T 1500	1500	30	30	1	0,760
DM4T 1600	1600	30	30	1	0,800
DM4T 2000	2000	45	45	1	0,840
DM4T 2500	2500	45	45	1	0,900
DM4T 3000	3000	45	45	1	0,900
DM4T 3500	3500	50	50	1	0,900
DM4T 4000	4000	50	50	1	0,900

Código de pedido	Corriente primaria I _{pn}	Prestaciones		Uds. de env.	Peso [kg]
		cl. 0.5s	cl. 0.5		

Para cable Ø28mm

Para pletinas de 21,5x21,5mm, 26x26mm, 31,5x31,5mm.

DM5T 0060	60	1,5	1,5	1	0,560
DM5T 0080	80	2,5	2,5	1	0,580
DM5T 0100	100	2,5	3,75	1	0,480
DM5T 0150	150	2,5	3,75	1	0,480
DM5T 0200	200	2,5	3,75	1	0,460
DM5T 0250	250	2,5	5	1	0,480
DM5T 0300	300	2,5	5	1	0,480

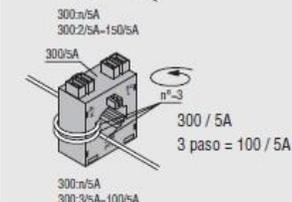
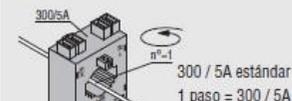
● Bajo demanda, versión certificada UTF.

Características generales

Los transformadores de corriente (TC) de la serie DM se emplean en las instalaciones eléctricas para reducir la corriente primaria a un valor secundario de 5A, compatible con la entrada de corriente de los multímetros digitales o relés de protección.

Los transformadores de corriente DM... no cuentan con bobinado primario y se utilizan generalmente para elevados valores de corriente primaria (a partir de 50A).

La cantidad de pasos del cable primario no afecta las características de precisión, pero reduce el valor de la corriente primaria proporcionalmente a la corriente secundaria.



Características de empleo

- Frecuencia de funcionamiento: 50-60Hz
- Corriente secundaria: 5A
- Sobrecarga permanente: 120% I_{pn}
- Tensión de aislamiento U_i: 720V
- Corriente térmica nominal de corta duración I_{th}: 40-60 I_{pn} durante 1 segundo
- Corriente dinámica nominal I_{dyn}: 2,5 I_{th} durante 1 segundo
- Aislamiento al aire: clase E
- Terminales:
 - Faston para DM1T, DM2T y DM3T
 - Tornillo para DM4T y DM5T
- Taps de terminal sellable solo para DM4T y DM5T
- Grado de protección: IP30
- Condiciones ambientales:
 - temperatura de funcionamiento: -25...+50°C
 - temperatura de almacenamiento: -40...+80°C
 - humedad relativa sin condensación: 90%.

Conformidad

Conforme a la norma: IEC/EN 60044-1..

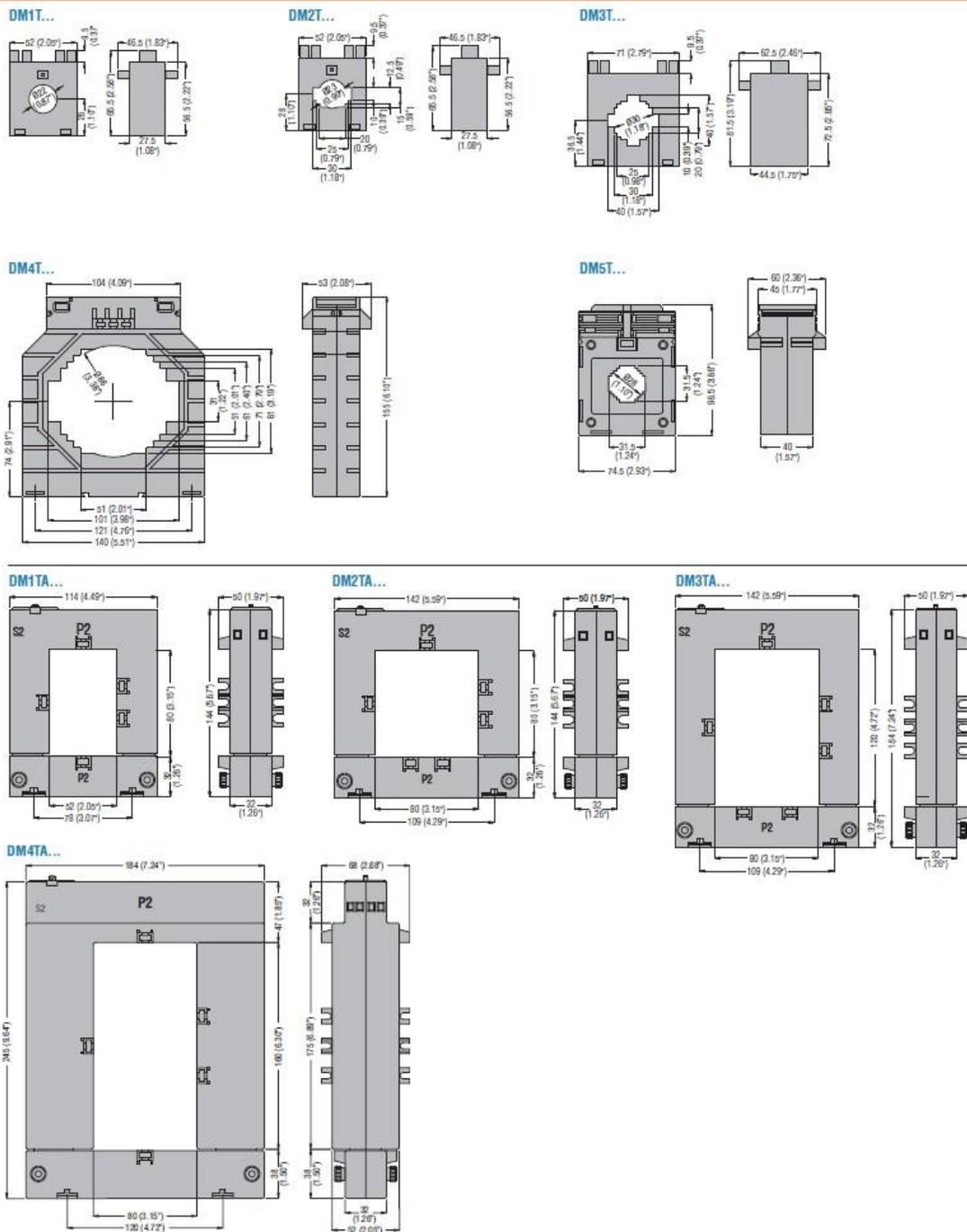


Figura 65. Ficha técnica del Transformador corriente LOVATO ELECTRIC DM1T 0100 100A/5.
FUENTE: Vía Industrial.

MSQ Current Transformer

Application

The series of current transformers can be applied to test, control, display and record the running of the electrical equipment, and to protect the equipment against the damage, in the AC circuit with the rated voltage value below 660V and the frequency of 50/60Hz. The product can be also applied to form a complete set of mine transformer. It conforms to IEC 60185.

Specifications

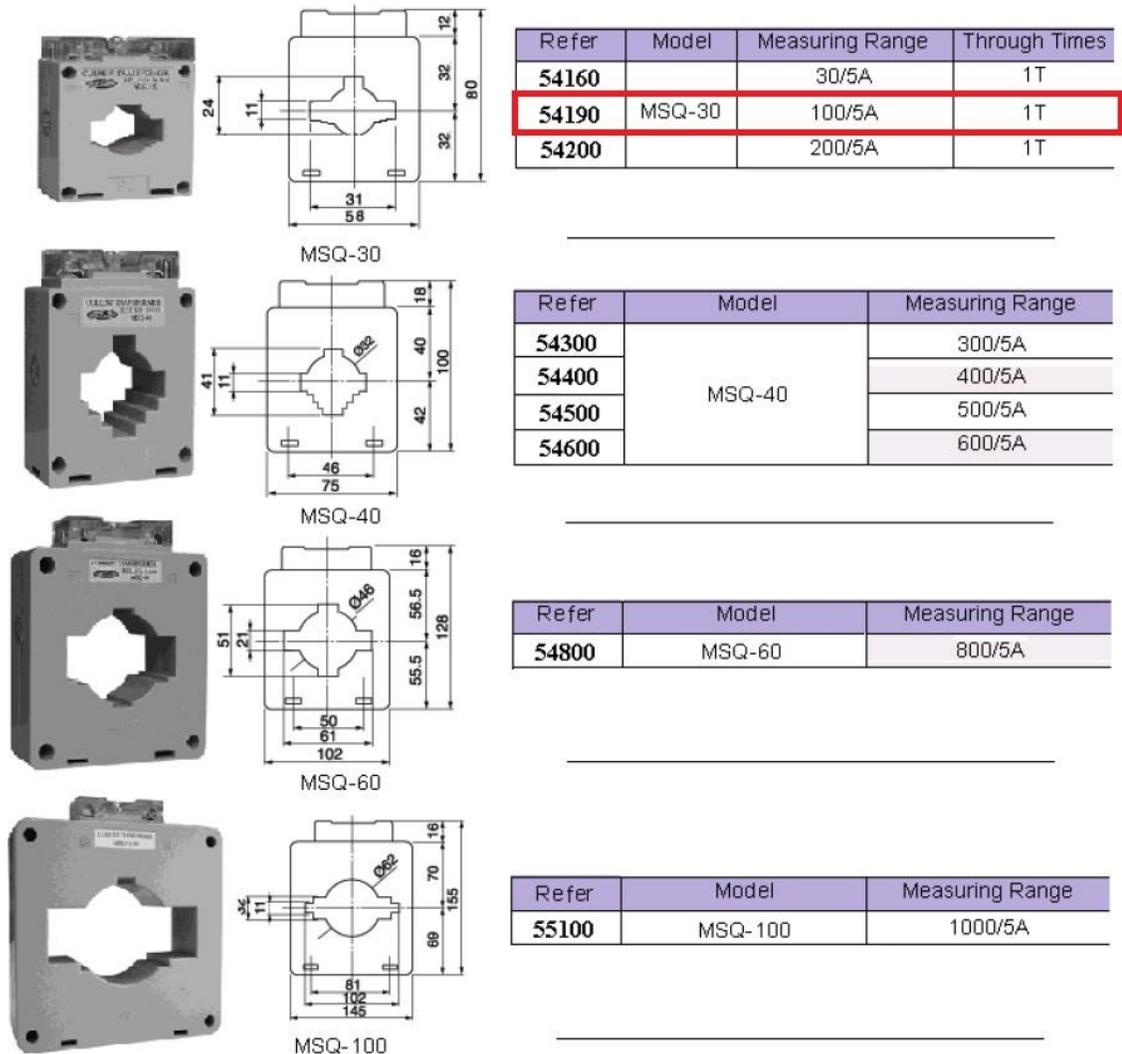


Figura 66. Ficha técnica del Transformador de corriente EBCHQ 54190/ MSQ-30 100A/5.
FUENTE: Vía Industrial.

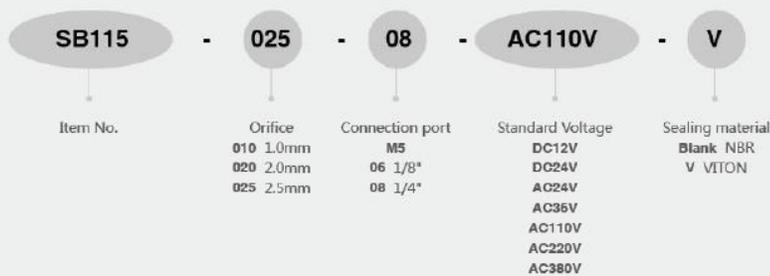
➤ **SB115 Series**
Two-position Two-way Solenoid valve

SB115

Small dimension, fast action and low noise.



Ordering Code



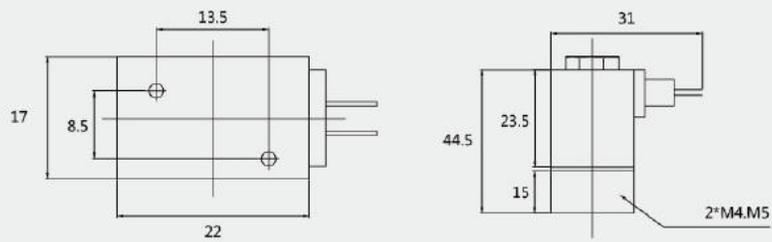
Specification

Model	SB115-010-M5	SB115-020-06	SB115-025-08
Media	Air / Water / Oil		
VOLTAGE	Direct action		
Pattern	Normally close		
Orifice	1.0mm	2.0mm	2.5mm
Gv Value	0.10	0.23	
Connection ports	M5	1/8"	1/4"
Fluid viscosity	< 20CST		
Working pressure	0-0.8MPa	0-1.6MPa	0-0.7MPa
Max. pressure	1.2MPa	2.4MPa	1.2MPa
Working temp	DC12-24V/AC24V-380V ±10%		
Protection class	IP65		
Power consumption	AC: 6.5VA DC: 6W		
Insulation class	F class		
Valve body material	Aluminum / Brass / Stainless steel		
Seal material	NBR or VITON		
Response time	0.05S		

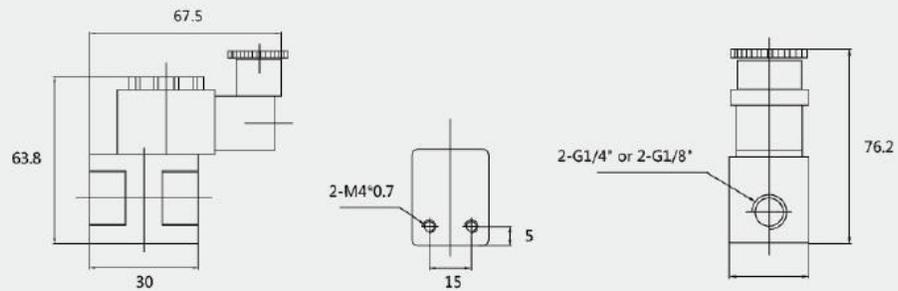
Overall Dimension



SB115-010



SB115-025



Two-way series Solenoid Valve
63-64

Figura 67. Ficha técnica la Válvula electromecánica 2/2 RFS Solenoide SB115-250-25.
FUENTE: Vía Industrial.

6.2 Código del Programa en esquema de contactos (KOP)

CONVERSION DE LAS VARIABLES DE PAC VOLTAJE CORRIENTE Y POTENCIAS

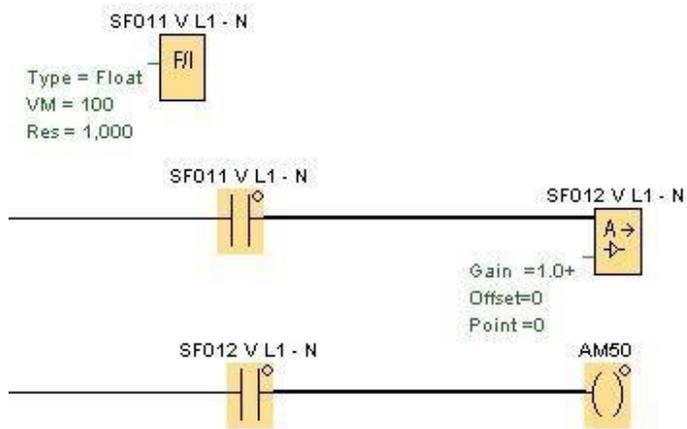


Figura 68. Bloques de conversión de las variables.
FUENTE: Autor.

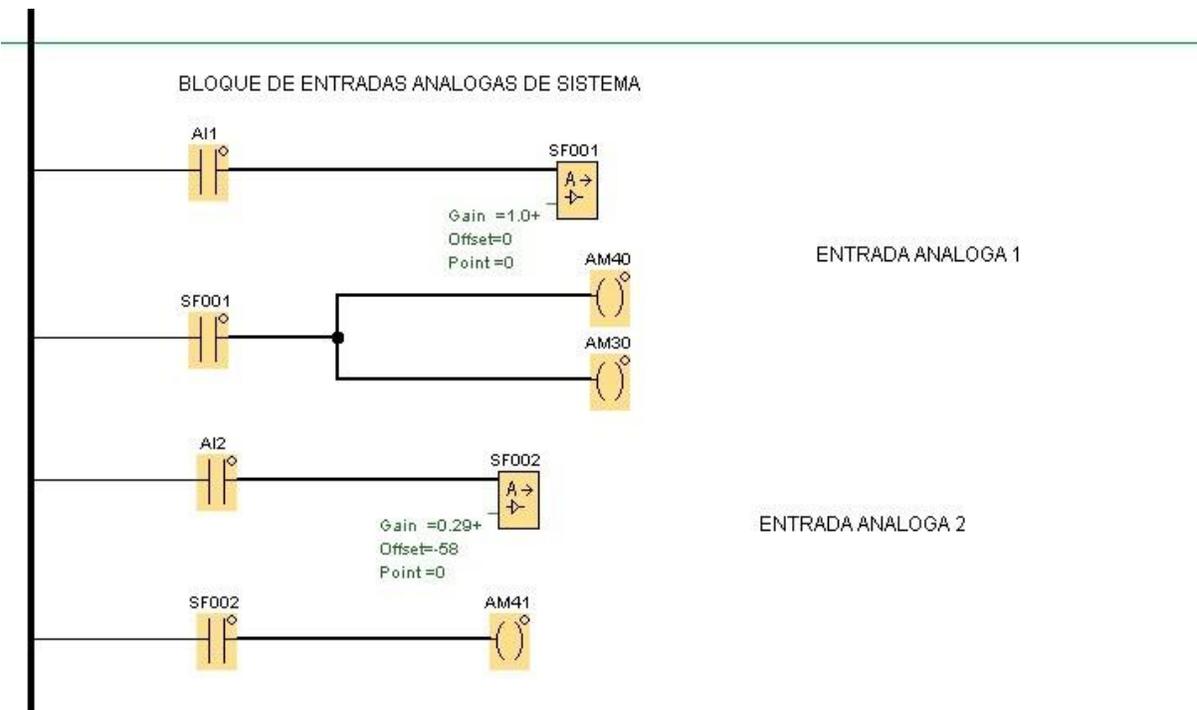


Figura 69. Bloques de entradas análogas del sistema.
FUENTE: Autor.

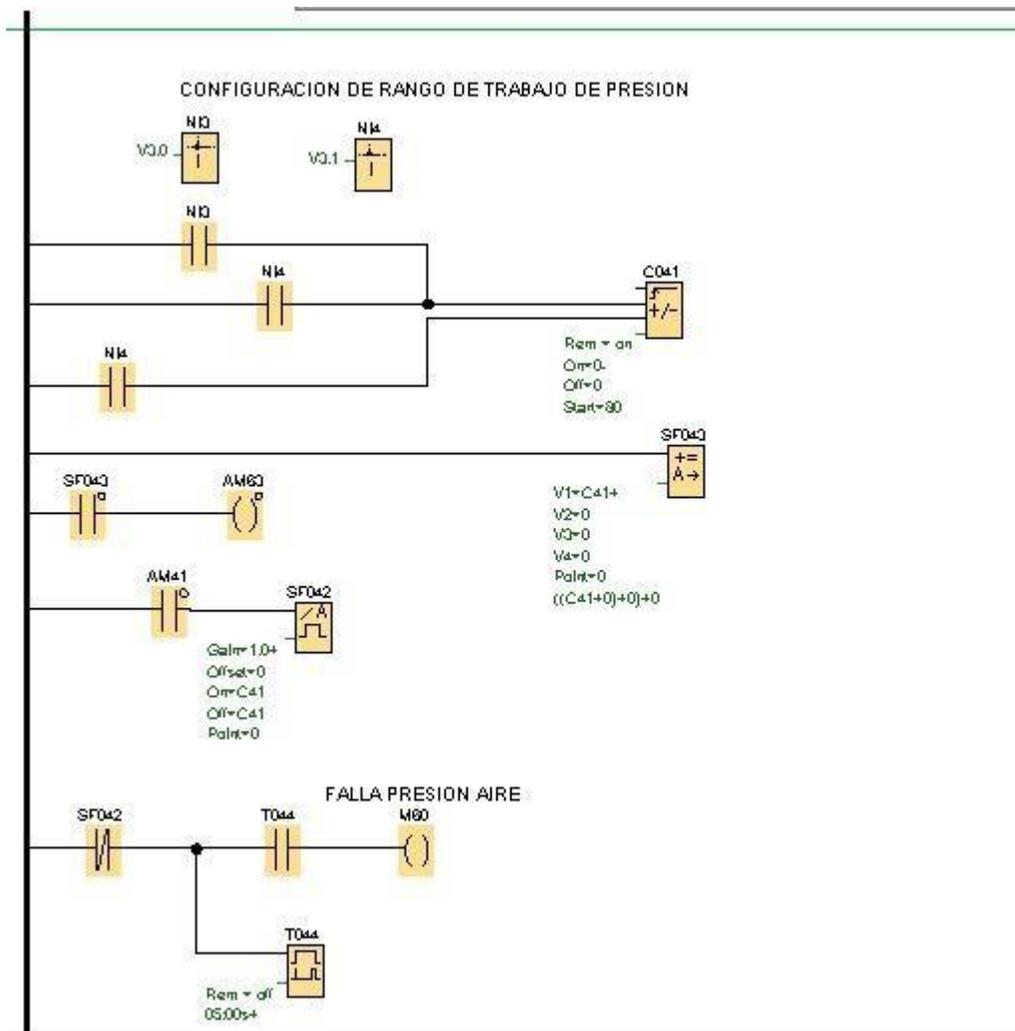


Figura 70. Bloques de configuración del rango operativo de presión.
FUENTE: Autor.

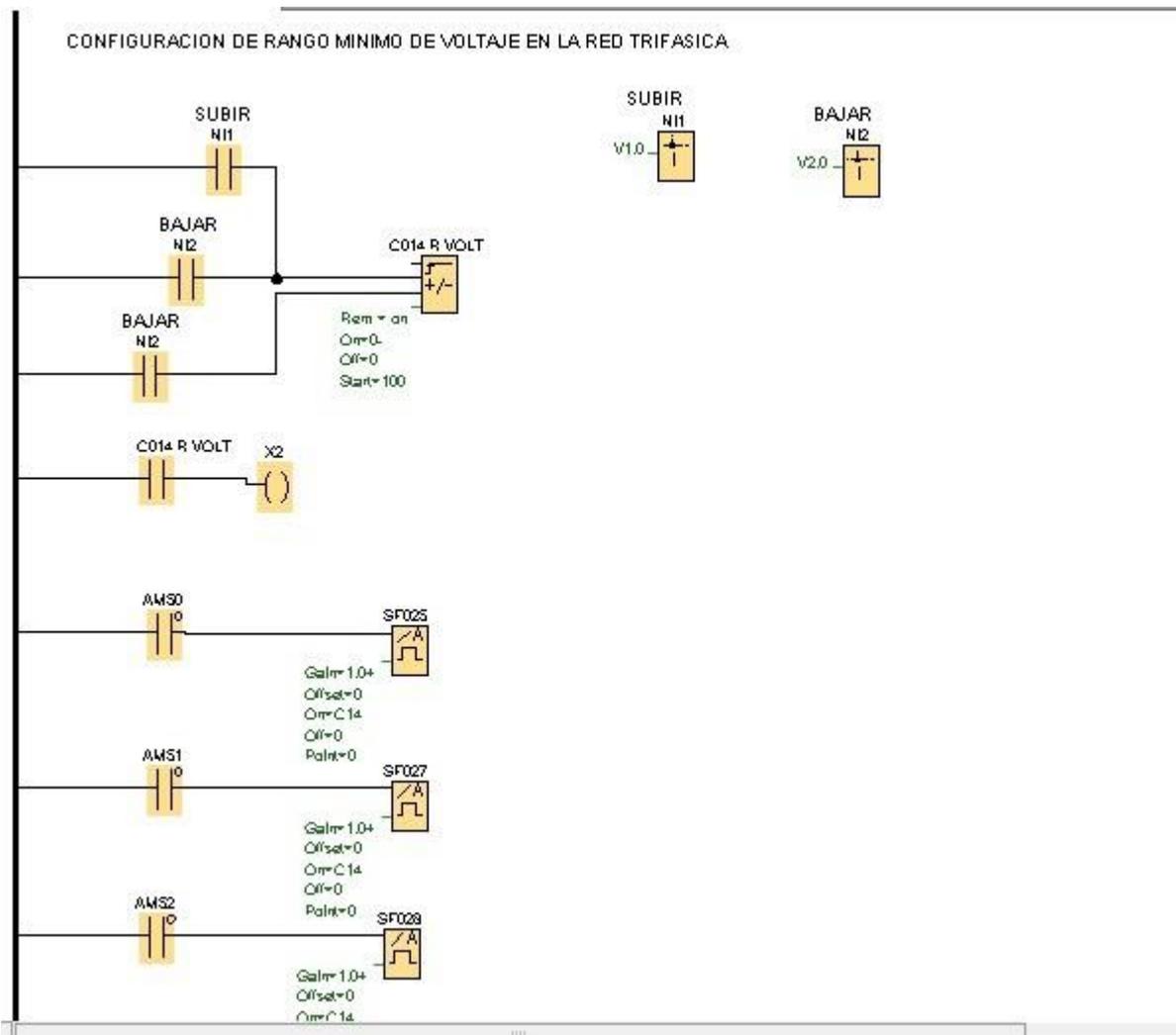


Figura 71. Bloques de configuración del rango operativo de voltaje.
FUENTE: Autor.

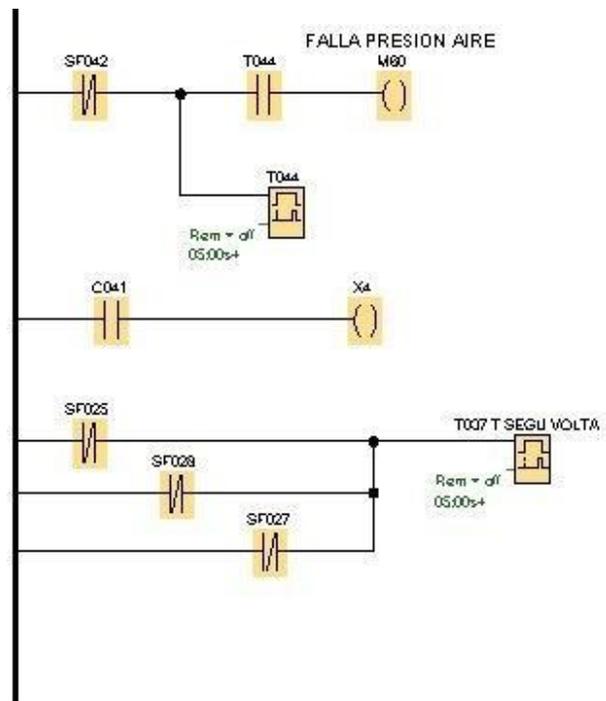


Figura 72. Bloques de configuración para estado de falla del compresor.
FUENTE: Autor.

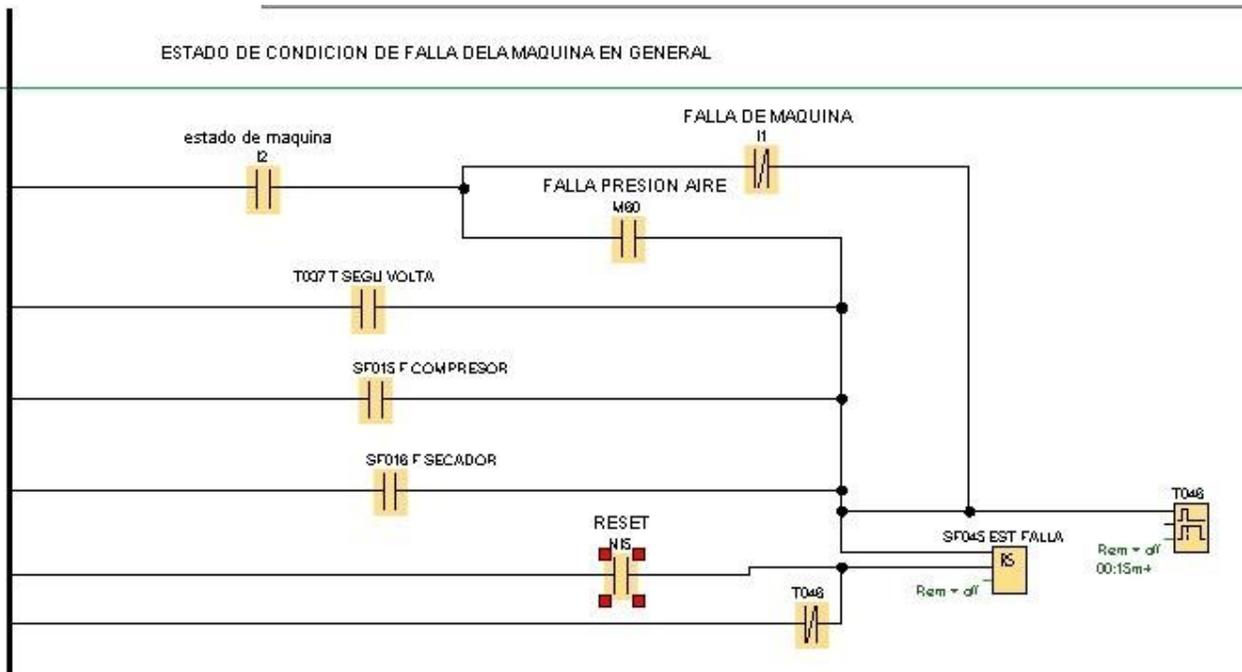


Figura 73. Bloques de Condición para estado de falla de la máquina.
FUENTE: Autor.

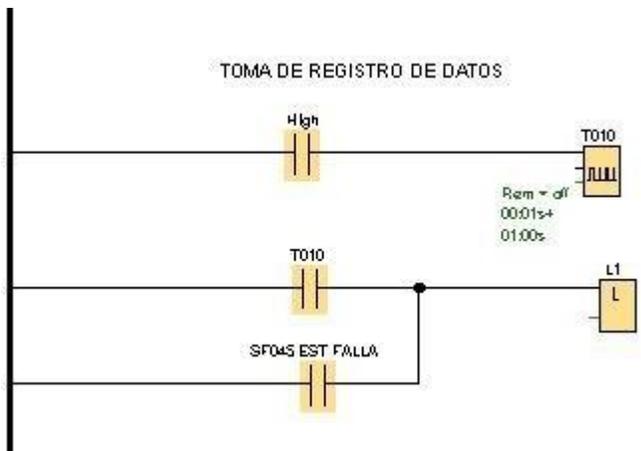


Figura 74. Bloques de Condición para estado de falla de la máquina.
FUENTE: Autor.

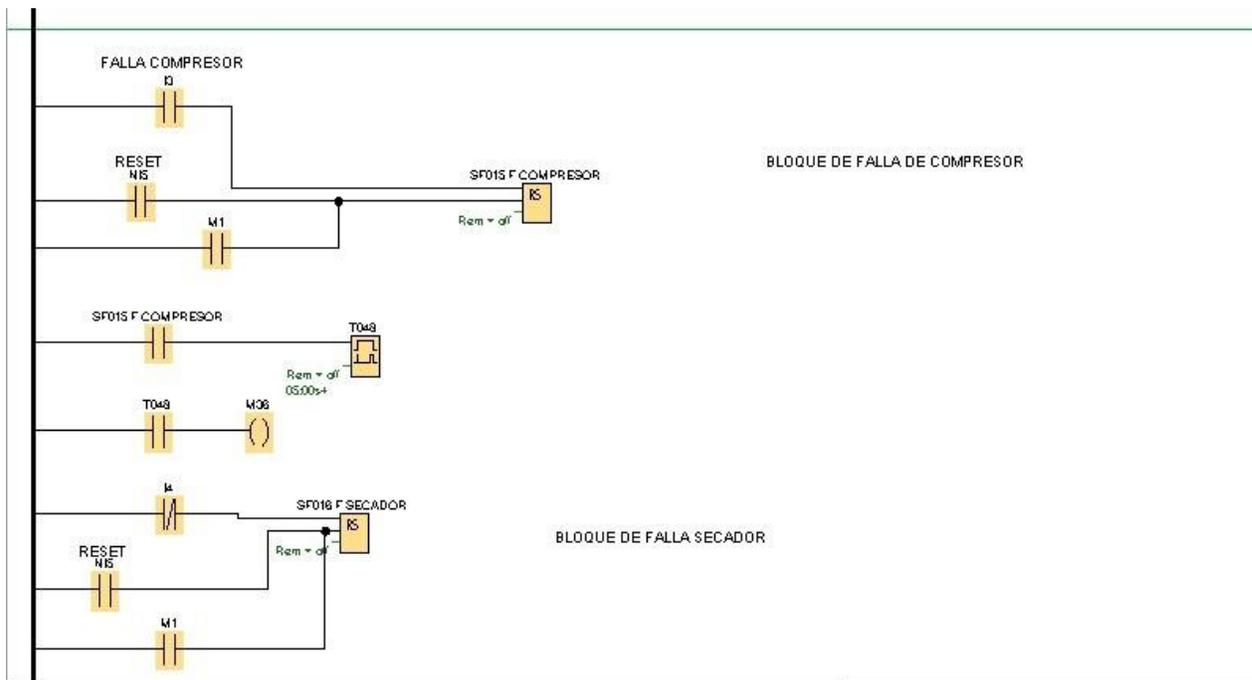


Figura 75. Bloques de Condición para estado de falla del compresor y el secador.
FUENTE: Autor.

6.3 Manual de Usuario para ingresar a la página web y al acceso remoto

Una copia impresa de este manual junto con las contraseñas de acceso fue entregada a la empresa, para facilitarles a los maquinistas y al jefe de planta una explicación sencilla y rápida del procedimiento para acceder a la máquina desde la estación remota y a la página web para el monitoreo de las máquinas electrónicas y las alarmas de los equipos de la red neumática (compresores y secadores) de la empresa.

6.3.1 Para ingresar a la máquina SORTEX desde la estación remota

- Desde un computador con Windows:

- 1) Se debe conectar a la red inalámbrica configurada en el router la cual se llama: 'SORTEX_Privado' con la contraseña previamente dada al operario y al jefe de planta.

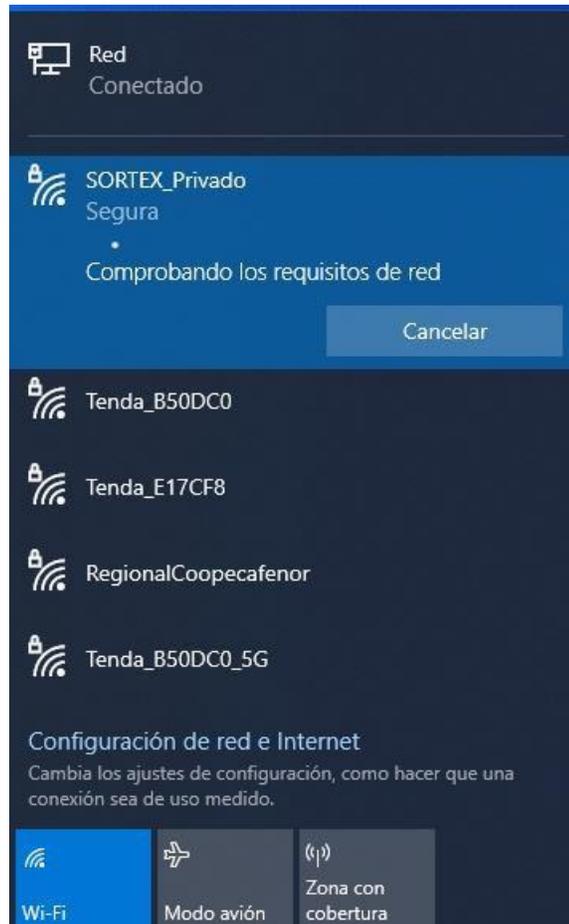


Figura 76. Red Inalámbrica configurada en el router a la que se debe conectar para el acceso a las funciones remotas del proyecto
FUENTE: Autor.

- 2) Se debe iniciar el software VNC viewer previamente descargado e instalado en el equipo desde el que se desea tener acceso a la estación remota en ingresar la dirección IP de la máquina electrónica SORTEX.

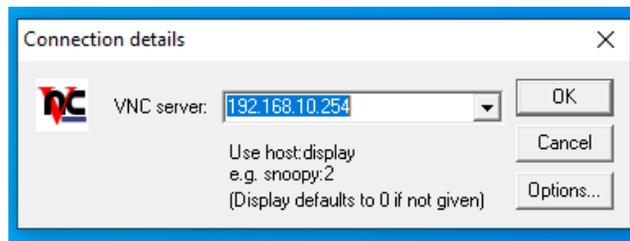


Figura 77. Pantalla inicial del software donde se debe ingresar la dirección IP de la máquina SORTEX.
FUENTE: Autor.

- 3) Se debe ingresar la contraseña de acceso de la máquina electrónica SORTEX en el software VNC viewer previamente otorgada a los maquinistas y jefe de la planta.

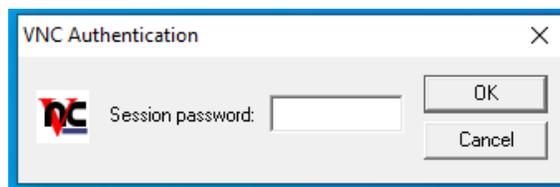


Figura 78. Pantalla de ingreso al software donde se debe ingresar la contraseña de acceso de la máquina electrónica SORTEX.
FUENTE: Autor.

- 4) Se debe comprobar el nivel de acceso a la máquina electrónica SORTEX indicado por el icono de señal WiFi en la HMI propia de la máquina (5-Ingeniero Superior, es el nivel máximo de acceso que permite la máquina para interactuar con la HMI).



Figura 79. Ingreso satisfactorio al acceso remoto de la máquina SORTEX desde el computador.
FUENTE: Autor.

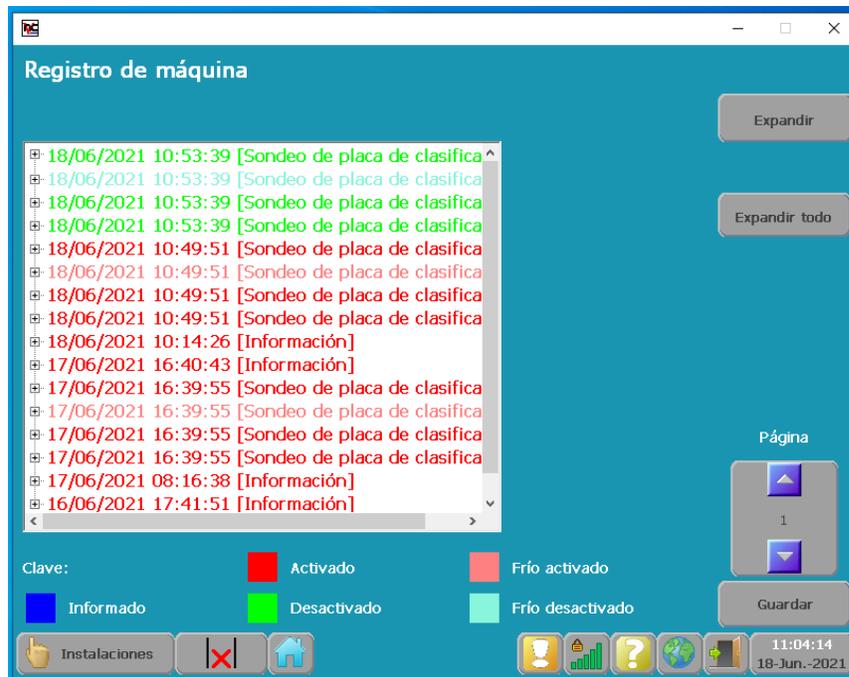


Figura 80. Correcta visualización del registro de fallas propio de la máquina SORTEX.
FUENTE: Autor.

- Desde un dispositivo móvil:
 - 1) Se debe conectar a la red inalámbrica configurada en el router la cual se llama: 'SORTEX_Privado' con la contraseña previamente dada al operario y al jefe de planta.



Figura 81. Red Inalámbrica configurada en el router a la que se debe conectar para el acceso a las funciones remotas del proyecto
FUENTE: Autor.

- 2) Se debe iniciar la app VNC viewer previamente descargada e instalada en el dispositivo móvil desde el que se desea tener acceso a la estación remota y darle en la opción de agregar nuevo dispositivo identificada por un botón verde con el icono de '+'.

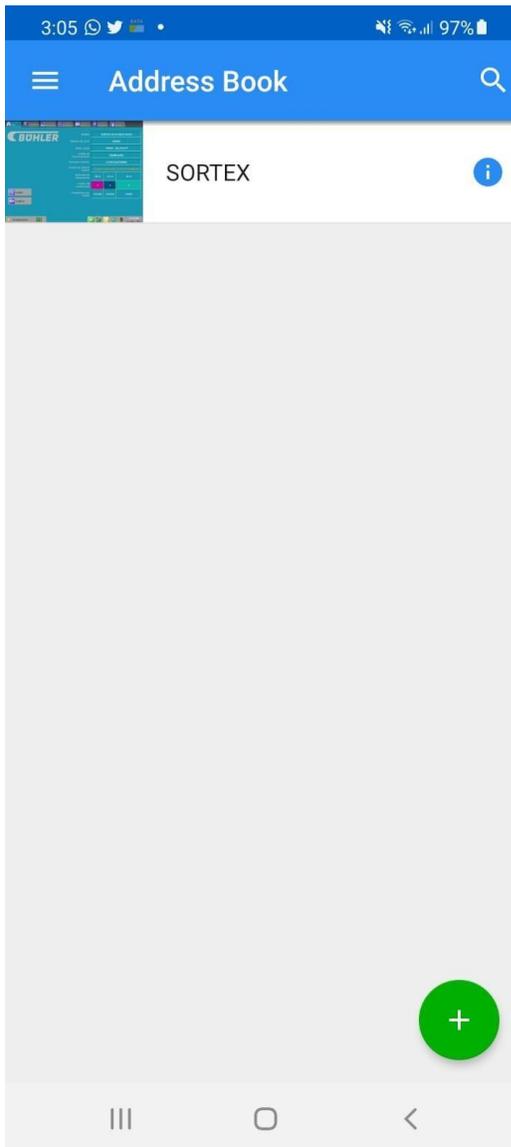


Figura 82. Pantalla inicial de la app donde se pueden agregar los dispositivos para acceso remoto
FUENTE: Autor.

- 3) Se debe ingresar la dirección IP de la máquina electrónica SORTEX, ponerle un nombre cualquiera y después darle en la opción 'create' para que a la app la guarde, y no se tenga que hacer el mismo procedimiento cada vez que se ingresa a la app.

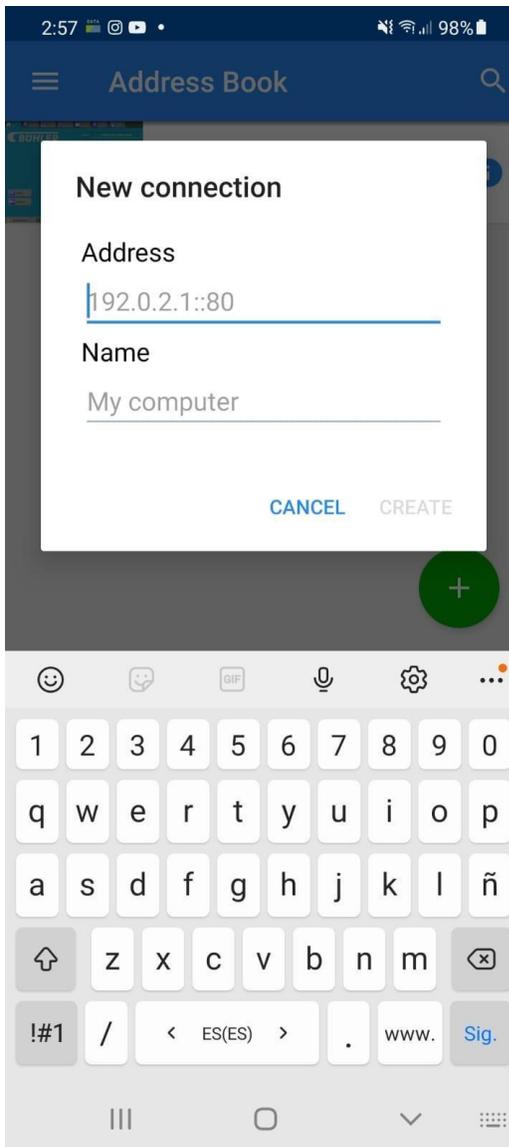


Figura 83. Pantalla de ingreso a la app donde se debe ingresar la dirección de la máquina electrónica SORTEX
FUENTE: Autor.

- 4) Se debe ingresar la contraseña de acceso de la máquina electrónica SORTEX y darle en la opción 'continue' para completar el login y poder acceder a la interfaz HMI de la máquina.

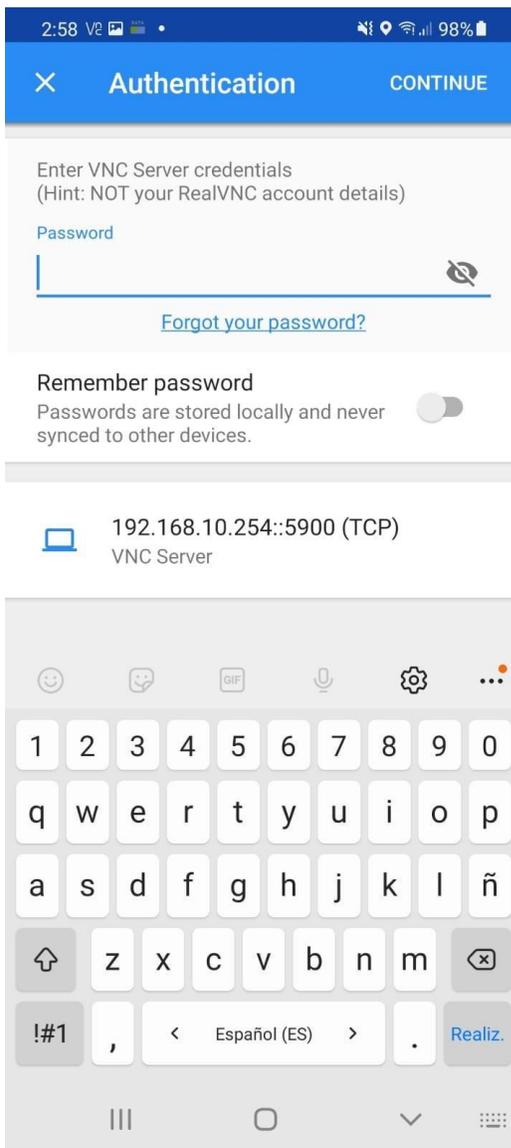


Figura 84. Pantalla de la app donde se debe ingresar la contraseña de acceso de la máquina electrónica SORTEX.
FUENTE: Autor.

- 5) Se debe comprobar el nivel de acceso a la máquina electrónica SORTEX indicado por el icono de señal WiFi en la HMI propia de la máquina (5-Ingeniero Superior, es el nivel máximo de acceso que permite la máquina para interactuar con la HMI).

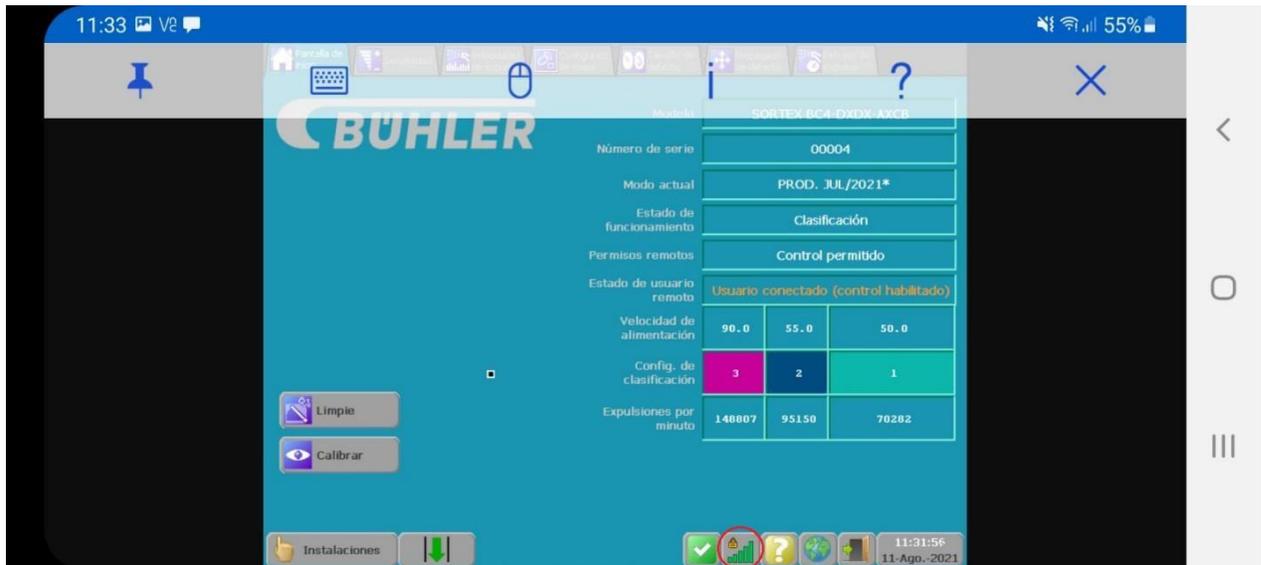


Figura 85. Ingreso satisfactorio al acceso remoto de la máquina SORTEX desde un dispositivo móvil
FUENTE: Autor.

6.3.2 Para ingresar a la página WEB del LOGO! Y a la página del analizador SIEMENS SENTRON PAC

- Desde un computador con Windows:
 - 1) Se debe conectar a la red inalámbrica configurada en el router la cual se llama: 'SORTEX_Privado' con la contraseña previamente dada al operario y al jefe de planta.

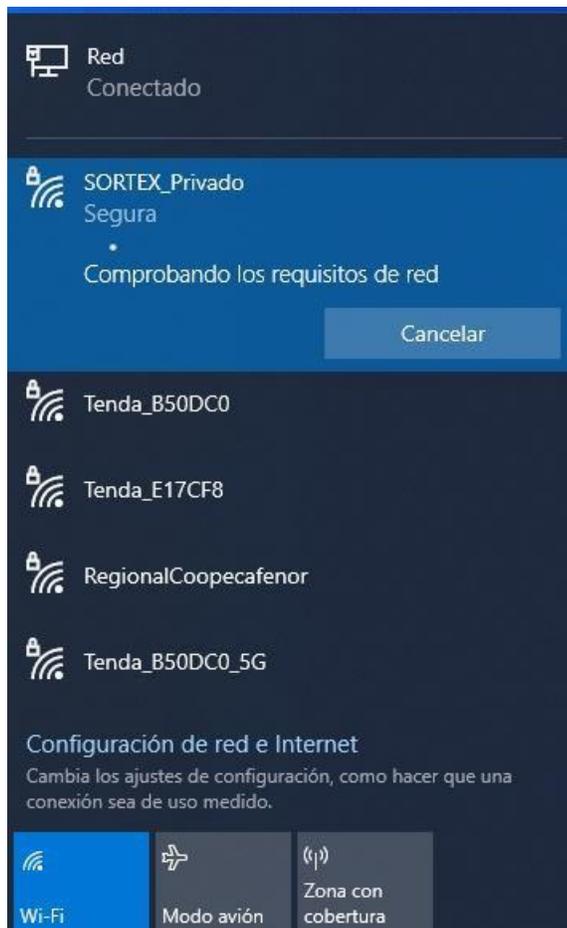


Figura 86. Red Inalámbrica configurada en el router a la que se debe conectar para el acceso a las funciones remotas del proyecto
FUENTE: Autor.

- 2) Se debe iniciar el navegador desde el que se desea ingresar a la página WEB y en la barra de dirección URL poner la dirección IP del LOGO! Luego pulsar la tecla 'enter' y después de una breve carga debería aparecer la siguiente pantalla.

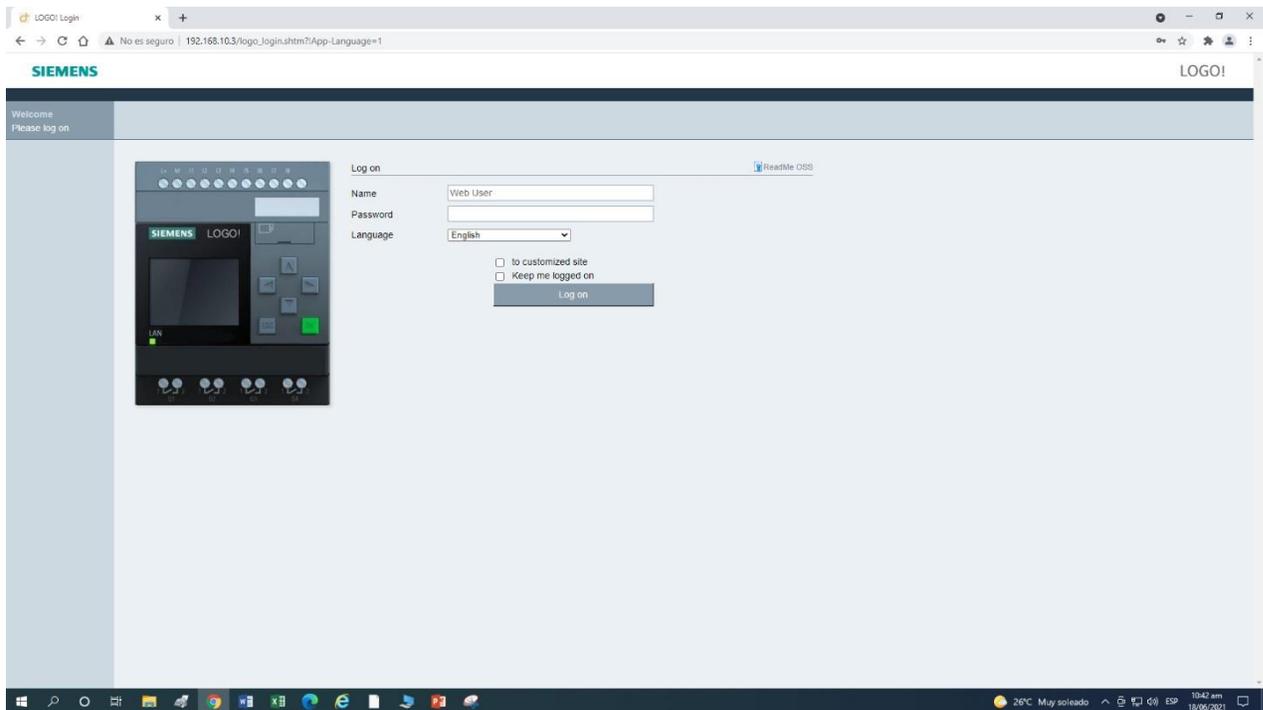


Figura 87. Conexión satisfactoria a la página web desde el computador de la oficina, donde se puede observar el Login al PLC.

FUENTE: Autor.

- 3) Por defecto, la página se cargará en el idioma inglés, por lo que en la opción 'language' se debe elegir el idioma español. Luego se debe ingresar la contraseña de acceso al LOGO! La cual fue facilitada a los operarios y el jefe de planta, y seguido de esto, marcar la opción de 'ir a la página personalizada', para que nos permita navegar en las distintas secciones de la página, pues de lo contrario, simplemente cargará la interfaz propia del LOGO!, donde sólo podremos visualizar el estado de las salidas y los valores indicados en la pantalla propia del PLC. Para acceder a la página del analizador SIEMENS, se debe seleccionar la pestaña PAC 3320 en el menú, y dentro de esta página, dar clic en la opción de 'SENTRON PAC 3220' que se encuentra subrayada. Siguiendo este procedimiento, ya se ingresaría correctamente al PLC y se podría navegar por las distintas pestañas de la página, las cuales se muestran a continuación:

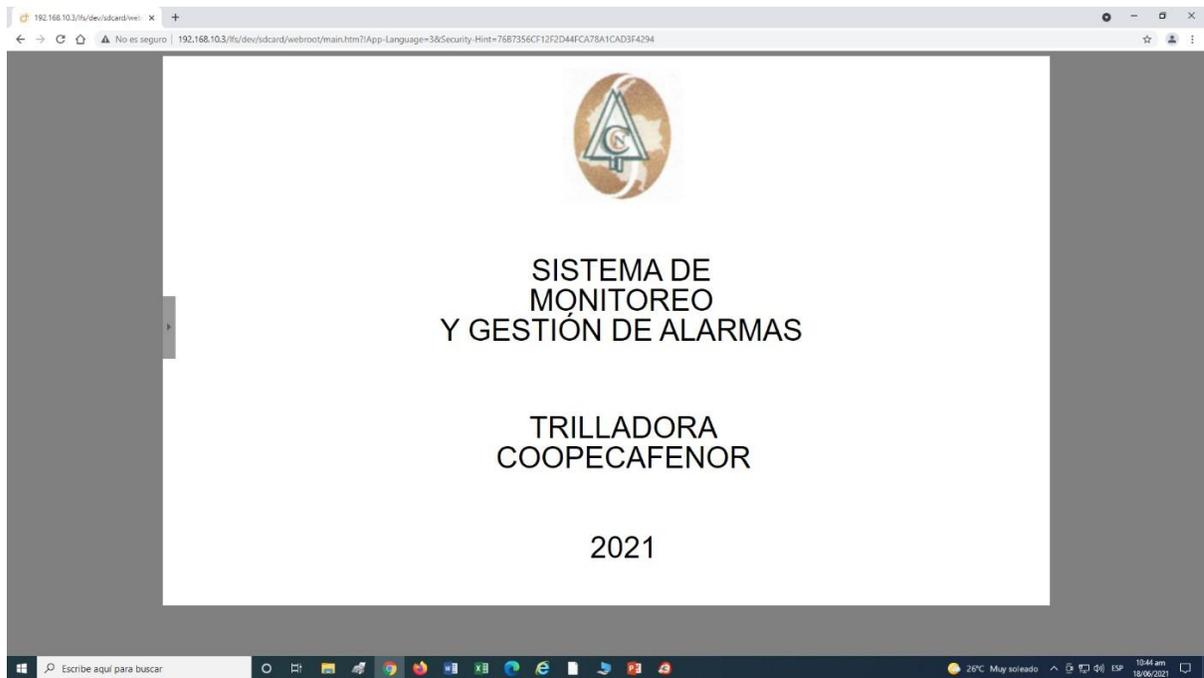


Figura 88. Página inicial de la interfaz WEB.
FUENTE: Autor.

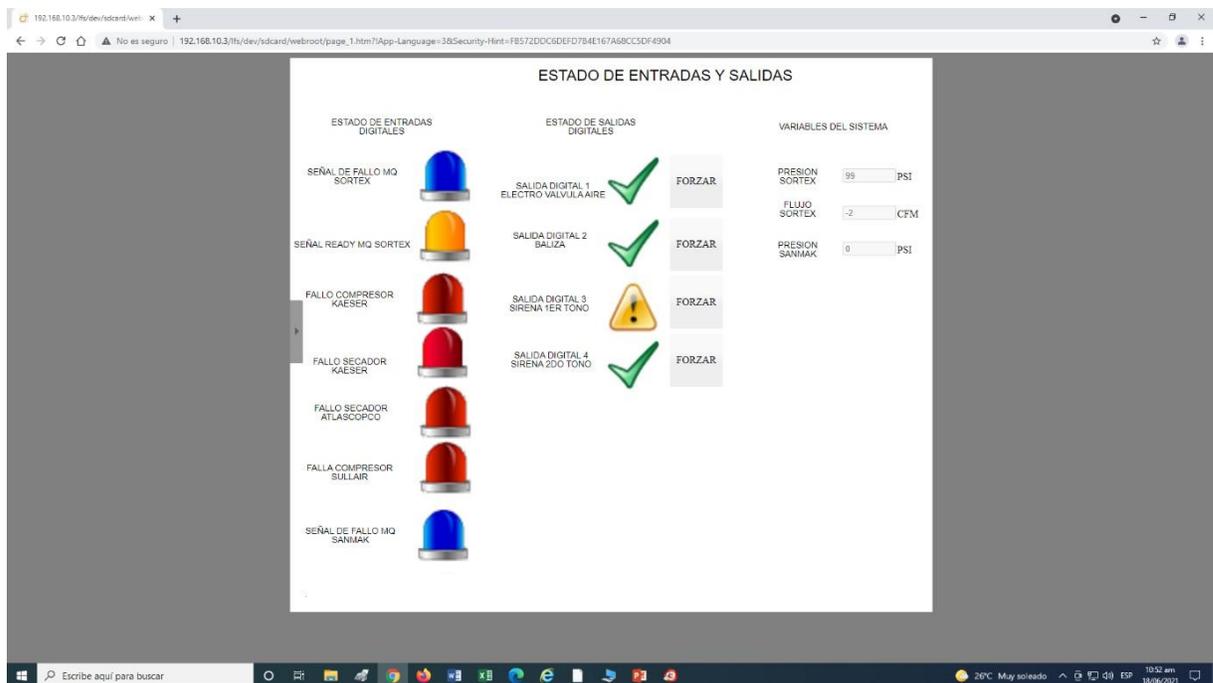


Figura 89. Página de monitoreo de todos los estados de falla y alarmas del sistema, donde se pueden activar o desactivar manualmente las mismas para realizar un diagnóstico
FUENTE: Autor.

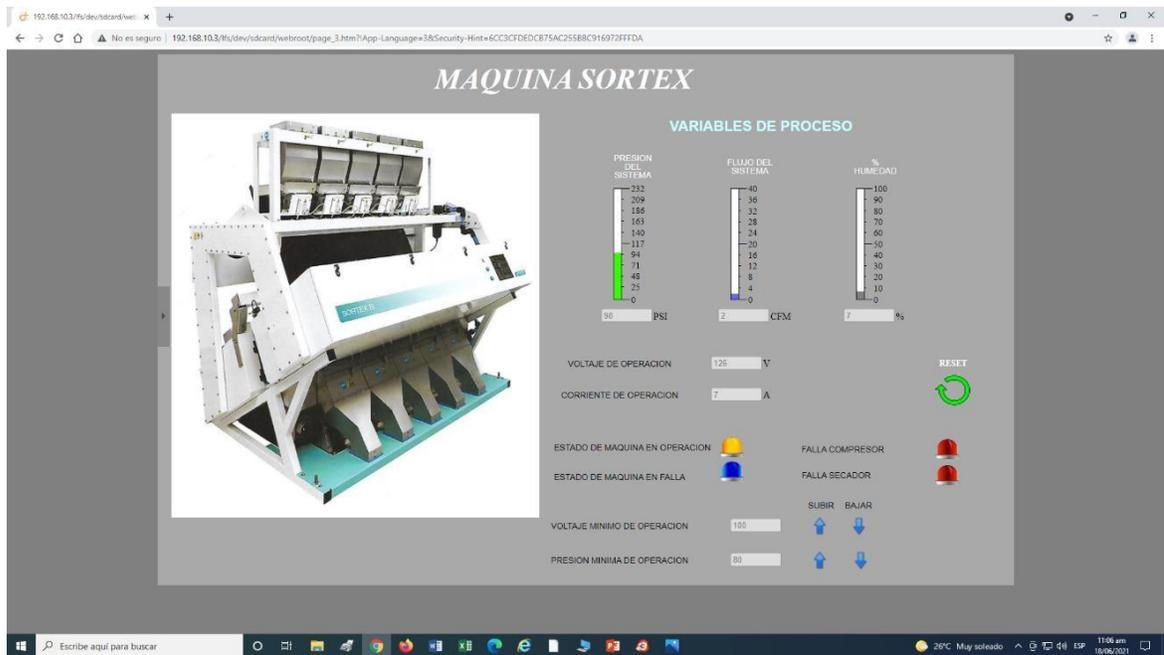


Figura 90. Página de monitoreo de la máquina SORTEX, donde se puede visualizar las variables del proceso en tiempo real, así como los estados de operación de la máquina
FUENTE: Autor.

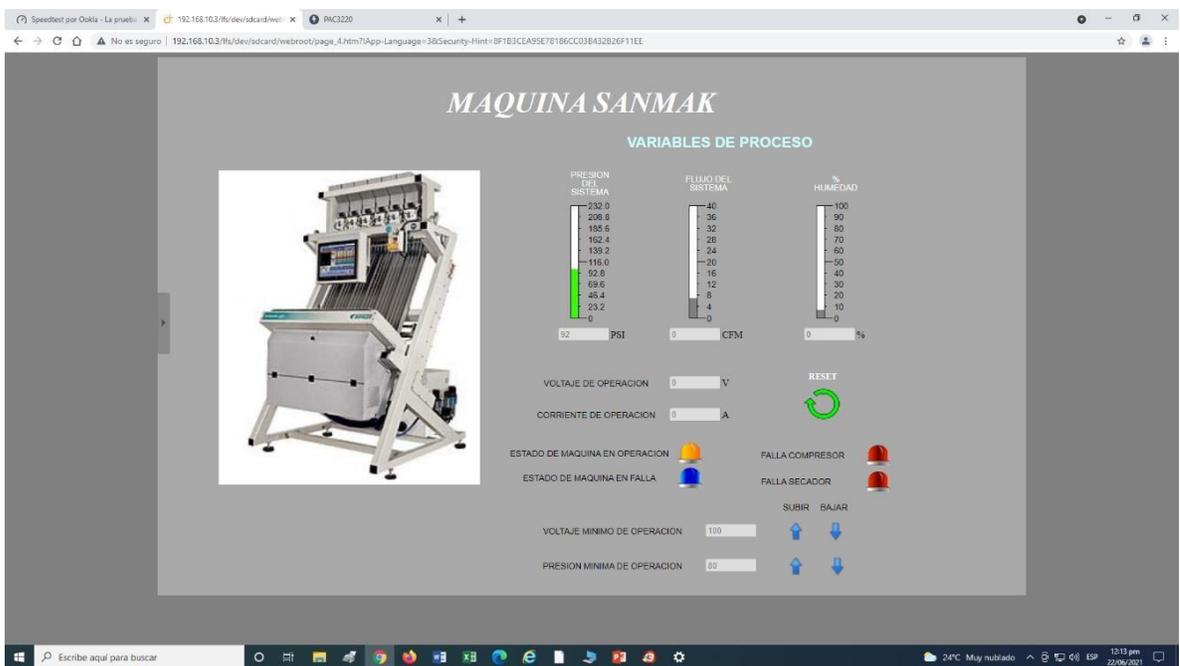


Figura 91. Página de monitoreo de la máquina SANMAK, donde se puede visualizar las variables del proceso en tiempo real, así como los estados de operación de la máquina
FUENTE: Autor.

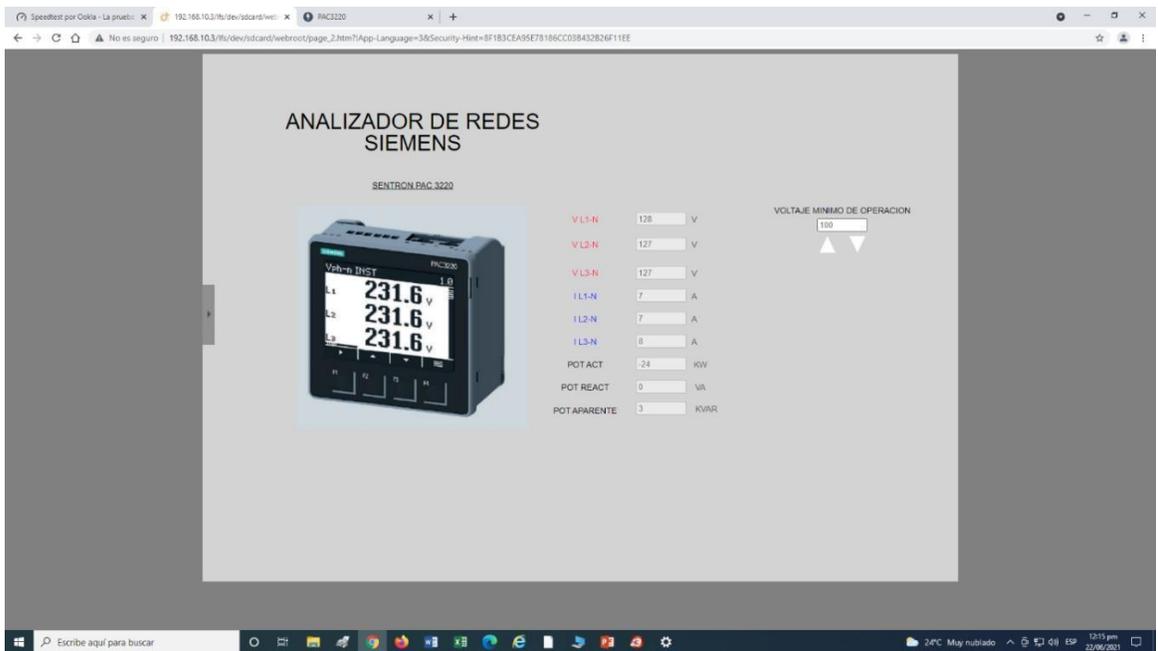


Figura 92. Página del analizador de redes donde se aprecian las lecturas de voltaje, corriente y potencia en tiempo real. Y dentro de la misma un enlace a la dirección IP propia del analizador
FUENTE: Autor.

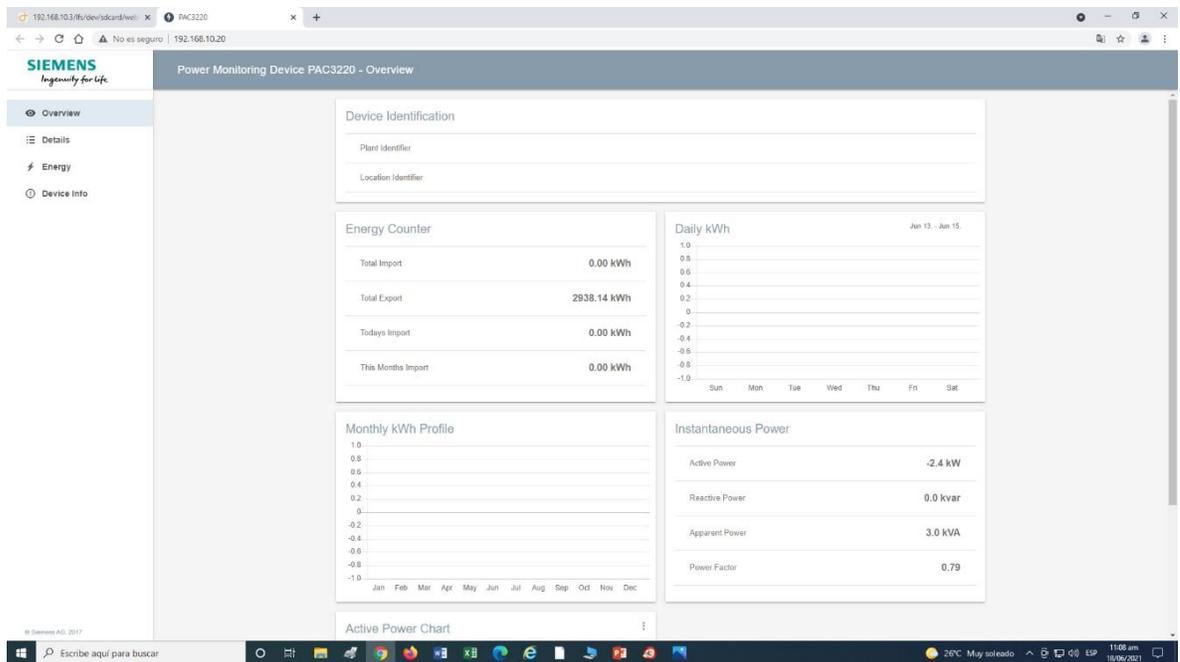


Figura 93. Página inicial del analizador de redes SIEMENS
FUENTE: Autor.

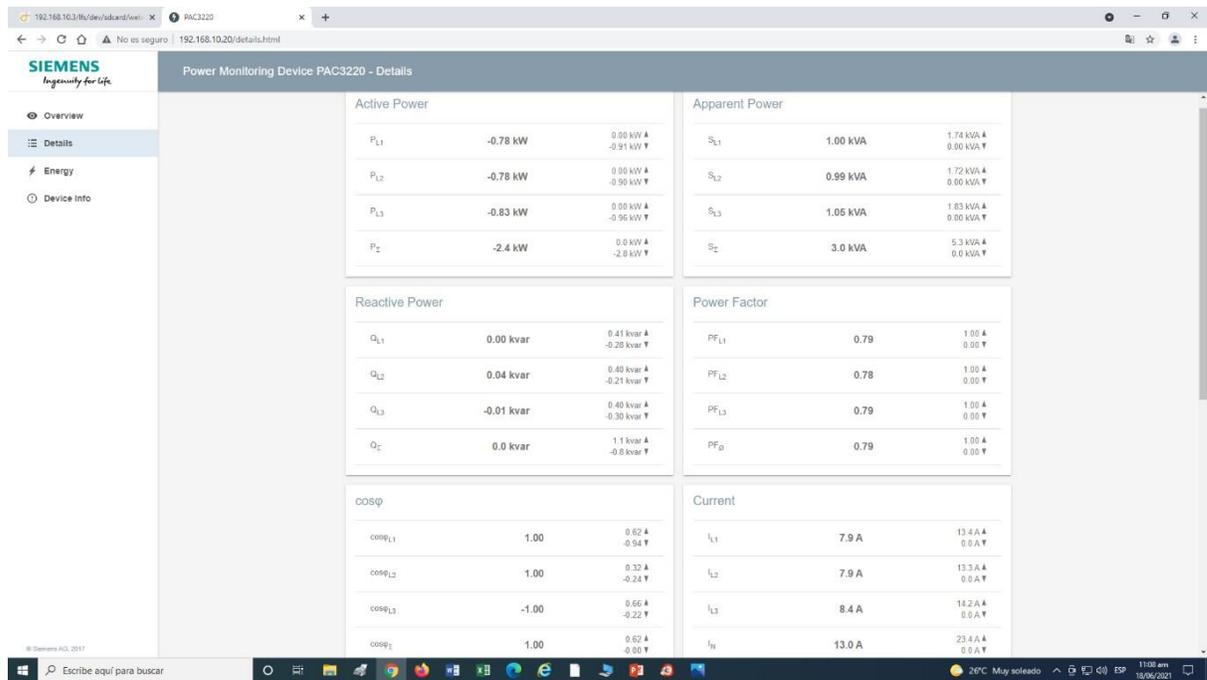


Figura 94. Primera sección de la página del analizador de redes SIEMENS.
FUENTE: Autor.

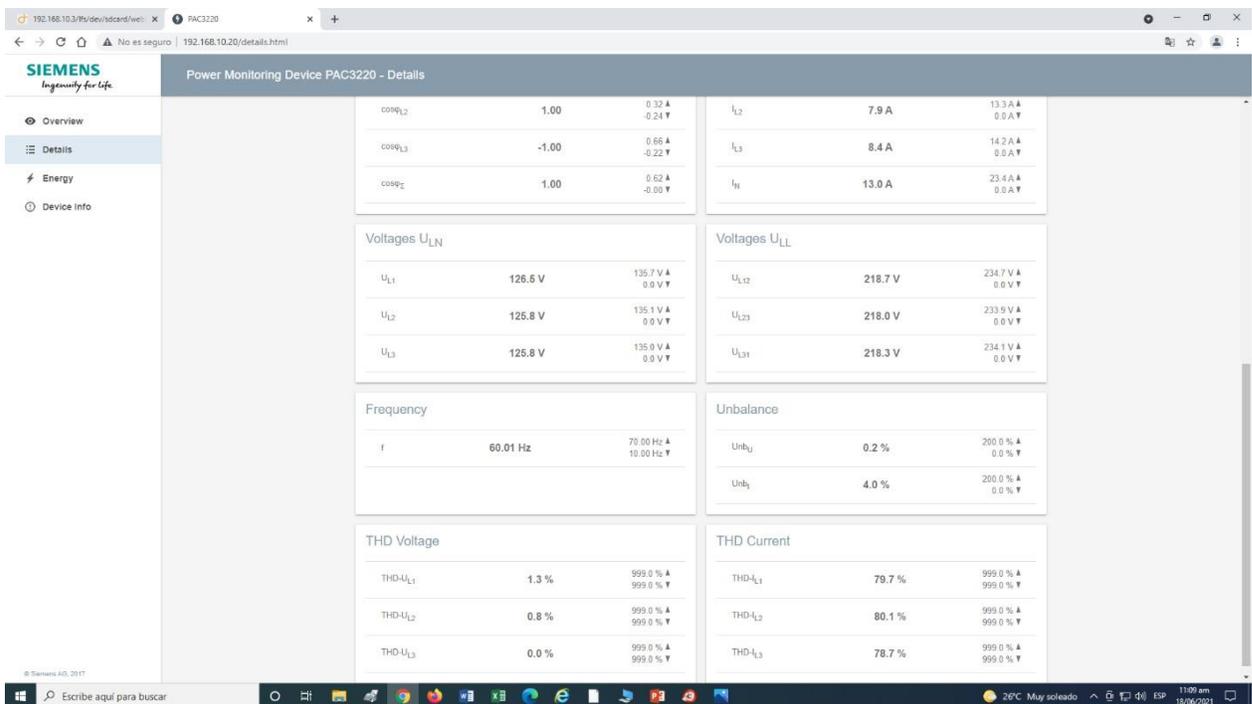


Figura 95. Segunda sección de la página del analizador de redes SIEMENS.
FUENTE: Autor.

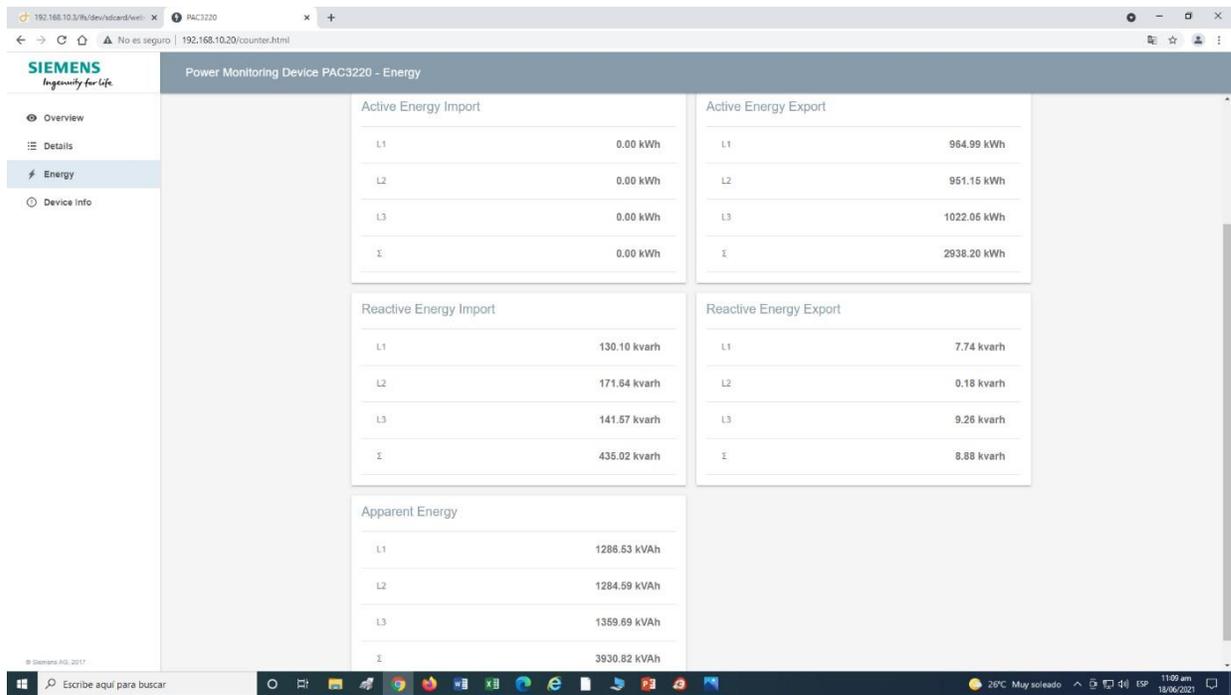


Figura 96. Tercera sección de la página del analizador de redes SIEMENS.
FUENTE: Autor.

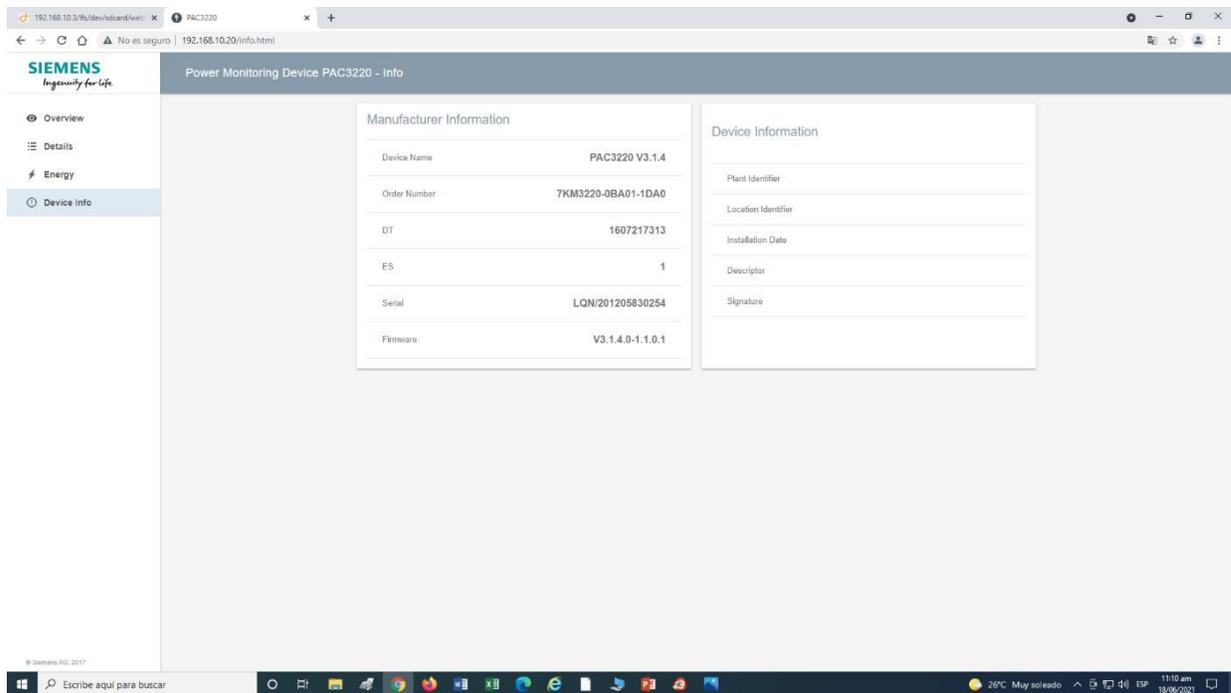


Figura 97. Sección final de la página del analizador de redes SIEMENS.
FUENTE: Autor.

6.4 Flujograma de la Empresa

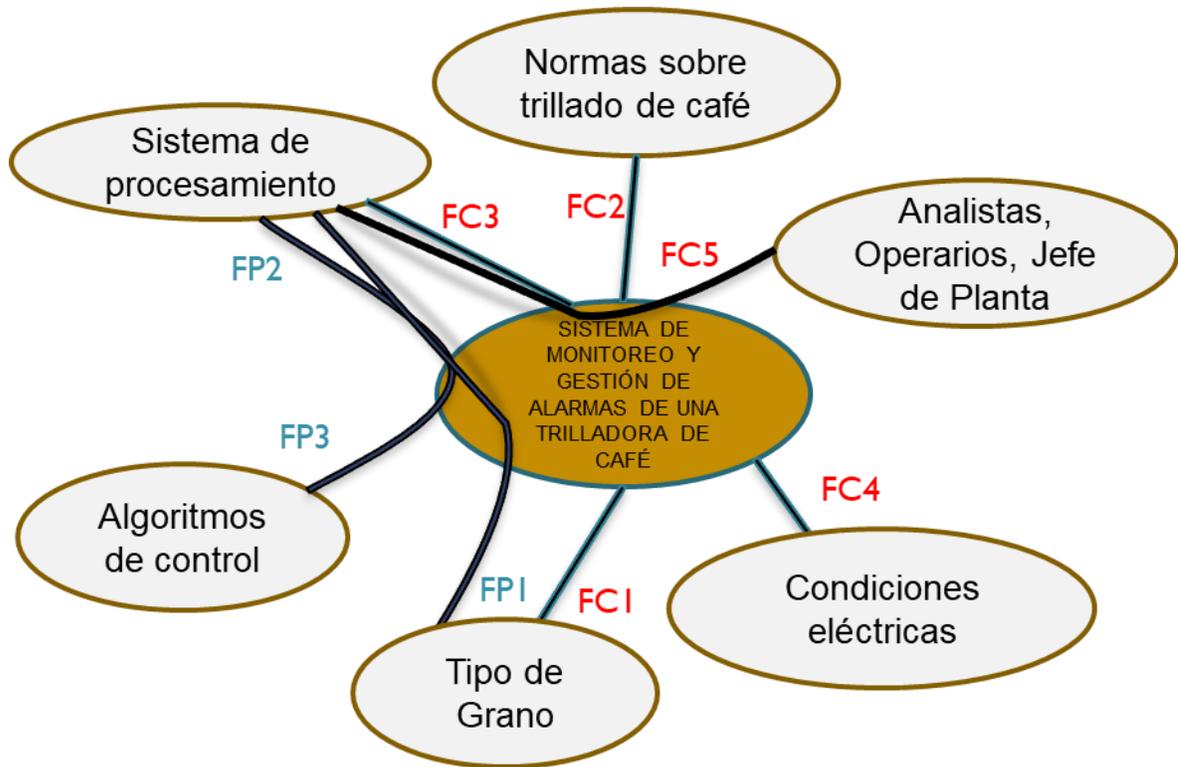


Figura 98. Diagrama de pulpo.
FUENTE: Autor.

Funciones Principales.

FP1: Emplear un sistema de identificación para selección de café teniendo en cuenta tabla de defectos ya establecida por la FNC.

FP2: Aprovechar las cualidades del sistema de procesamiento automatizado en el proceso de trilla.

FP3: Permitir la implementación de algoritmos de control remoto y monitoreo desde las oficinas.

Funciones de restricción.

FC1: Seleccionar el proceso de trillado teniendo en cuenta el tipo de cargamento de café que llega.

FC2: Estar dentro de las regulaciones estipuladas por la FNC.

FC3: Ser capaz de desempeñarse correctamente con cualquier tipo de grano.

FC4: Ser resistente a condiciones eléctricas adversas ya que de ello depende la calidad del proceso de trillado.

FC5: Tener un factor de calidad vs merma. (rendimiento).

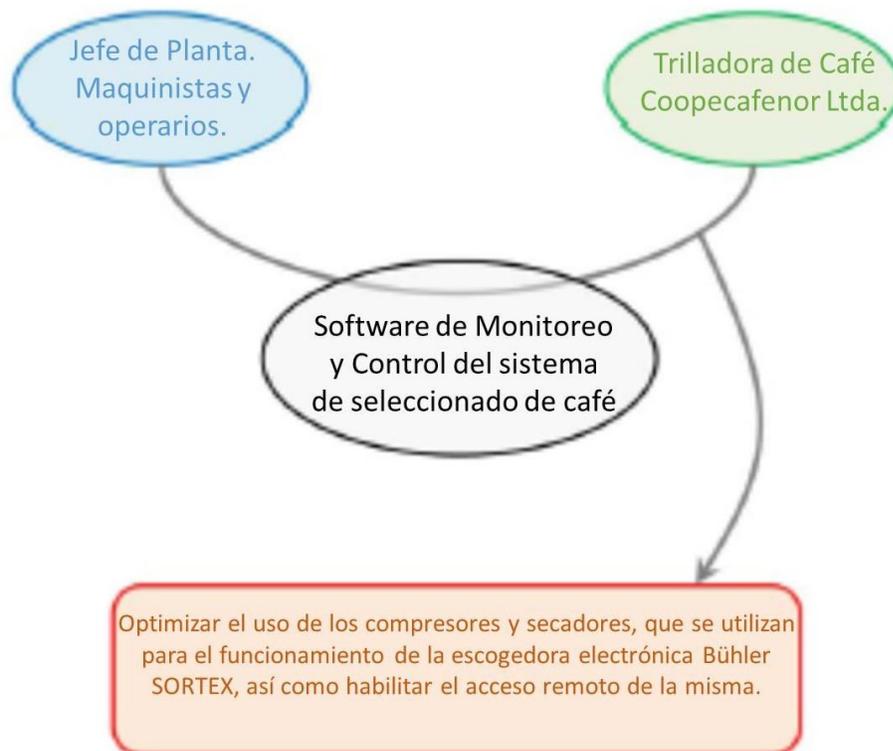
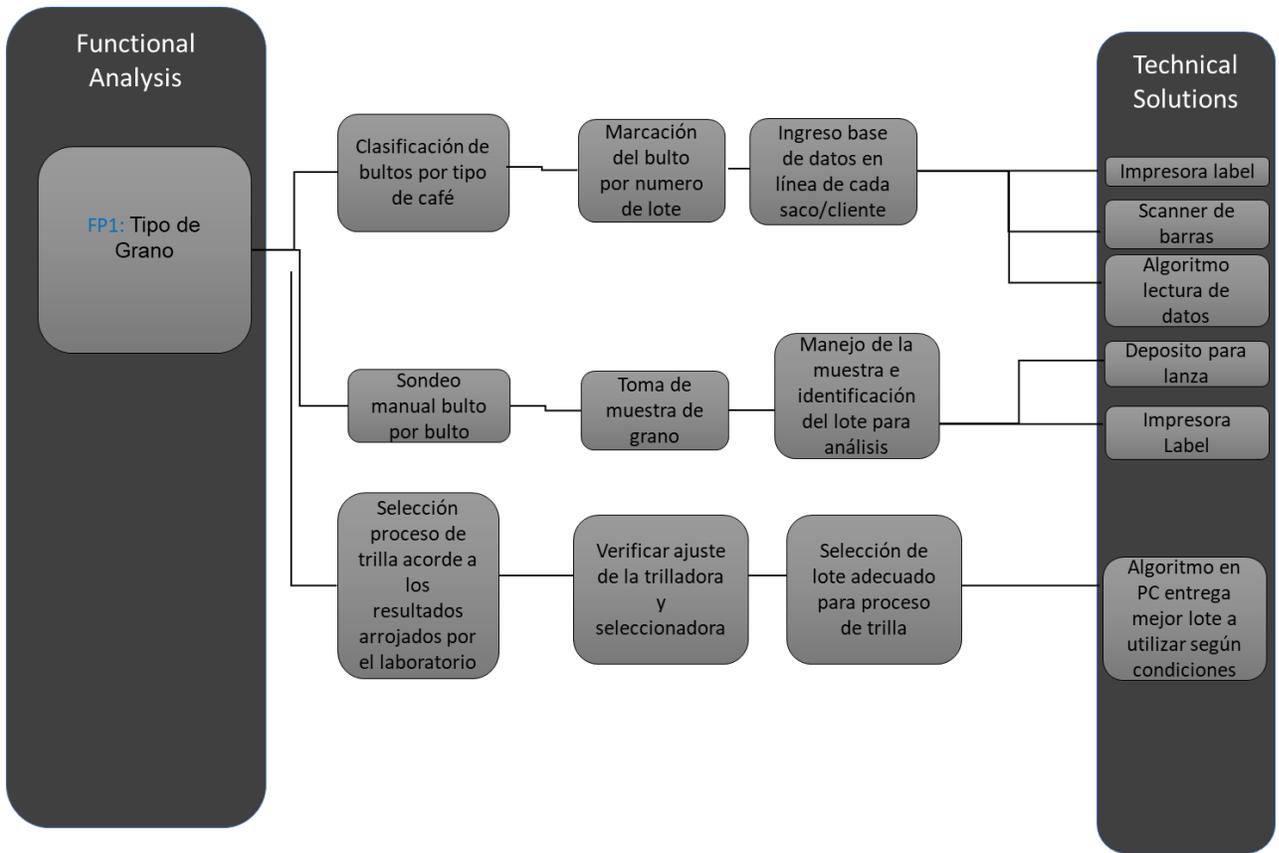
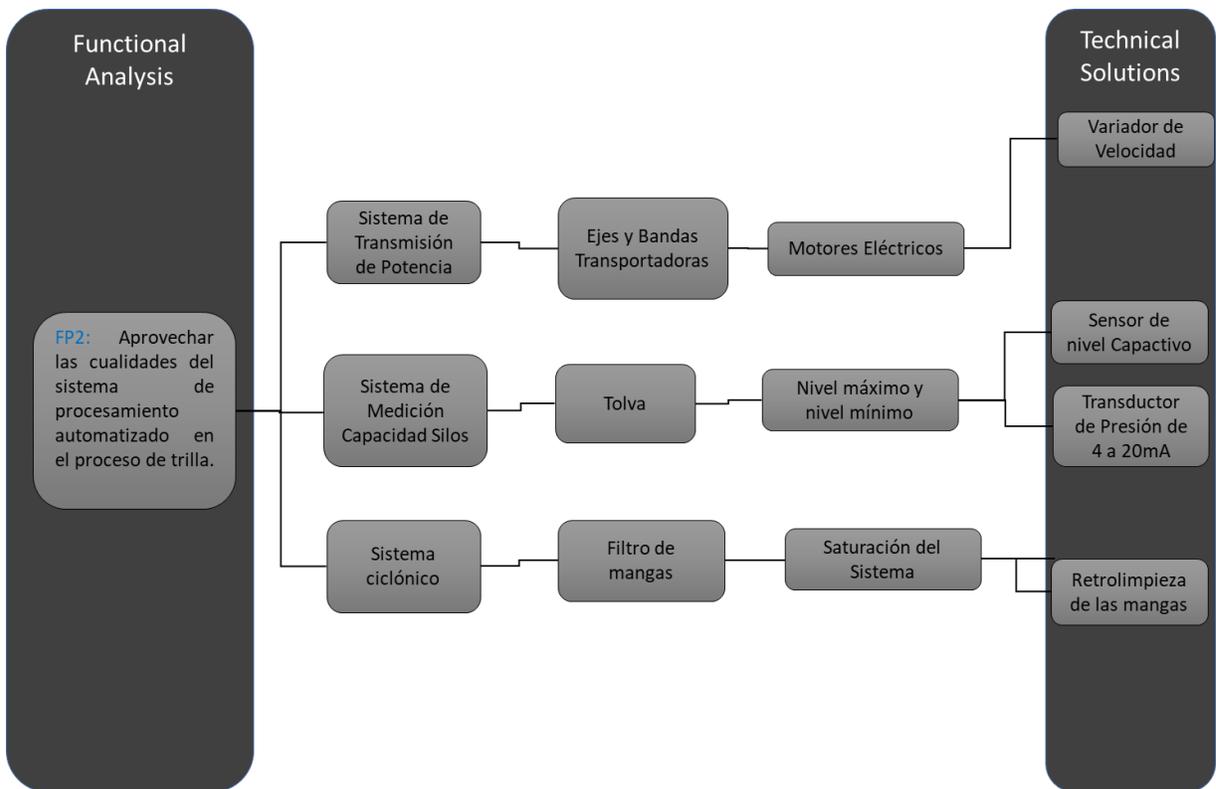


Figura 99. Diagrama del Toro.
FUENTE: Autor.





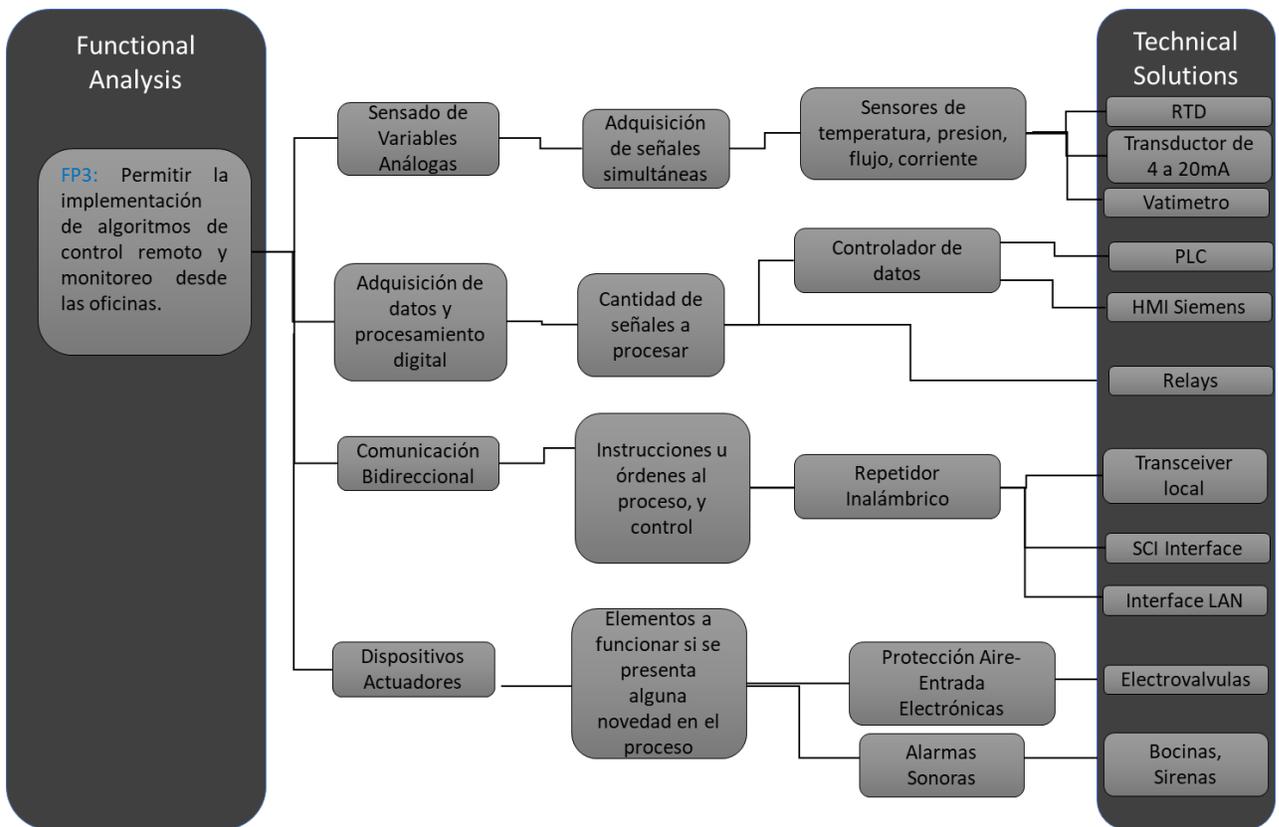


Figura 100. Diagrama FAST.
FUENTE: Autor.

6.4 Cartas del Fabricante

RV: Seleccionadora Led124

De: Junior Joao, ENGAPP, BSMK <joao.junior@buhlergroup.com>
Enviado el: viernes, 9 de julio de 2021 2:55 p. m.
Para: José Gutiérrez <jgutierrez@clasificadoraselectronicas.co>
Asunto: Seleccionadora Led124

Estimado Srs.

Las máquinas modelo Sanmak Led24 es una máquina tricromática de selección de café donde su principal objetivo es separar los granos buenos de granos imperfectos como negros, amarillos, inmaduros, rojos, blancos, broca y otros.

Con un panel touch-screen para operación, puede hacer ajustes de sensibilidades, ajustes de producción, limpieza entre otros.

Hardware de la máquina Sanmak Led24 no tiene soporte para hacer acceso remoto o conexión para obtener datos.

Cordial Saludos

João Alberto Baptista Jr.

Application Engineering Supervisor

Bühler SANMAK Ltda.
Product Engineering
Rua Francisco Vahldieck, 3767 - Fortaleza
89058-000 Blumenau - SC Brasil
T + 55 (47) 2111 1935
F + 55 (47) 2111 1900
M + 55 (47) 99938 0513

joao.junior@buhlergroup.com
www.buhlergroup.com/sanmak



RV: Seleccionadora Led124

De: jgutierrez@clasificadoraselectronicas.co <jgutierrez@clasificadoraselectronicas.co>
Enviado: viernes, 9 de julio de 2021 4:37 p. m.
Para: trilladora.coopecafenor@hotmail.com <trilladora.coopecafenor@hotmail.com>
Asunto: RV: Seleccionadora Led124

Cordial Saludo

Según su solicitud y comunicado de fábrica, bajo descrito, las clasificadoras Led 24 no cuentan con el hardware y software para obtener datos máxime cuando son equipo discontinuados que no se fabrican desde varios años

Cordialmente,



**CLASIFICADORAS
ELECTRÓNICAS DE GRANOS S.A.S**
Representante Técnico-Comercial para café
NIT. 900.535.593-7

José Gutiérrez
Gerente General
Clasificadoras Electrónicas de Granos S.A.S.
Representante Técnico Comercial para Café
Carrera 11# 10 - 33 Funza, Cundinamarca - Colombia
Tel: +5718237426 Cel: +573153659783
Email: jgutierrez@clasificadoraselectronicas.co
Website: <http://clasificadoraselectronicas.co>

6.5 Carta de Aprobación de la Empresa



Cooperativa Cafetera del Nororiente Colombiano Ltda. COOPECAFENOR LTDA.
TRILLADORA
Km 4, Vía Palenque- Café Madrid, Parque Industrial – Mz J- Bodega 3
(dentro de las instalaciones de ALMACAFE S.A.)
Telefax 6761314, 6760533,
e-mail: trilladora.coopecafenor@hotmail.com
Bucaramanga

ACTA DE RECIBO Y VERIFICACIÓN PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN

CIUDAD YFECHA: 19 de julio de 2021

LUGAR: Oficinas COOPECAFENOR TRILLADORA
Parque Industrial etapa 1
Manzana J – Bodega 3

HORA: 8:00 a.m.

ASISTENTES:

Dra. Teresa Díaz Puentes	Jefe de área (producción)
Francisco Javier Angarita Díaz	Gestor del proyecto
Luis Antonio Mancilla Reyes	Maquinista 1
Alfonso Rojas Arenas	Maquinista 2
Esmeralda Mariño	Secretaria Trilladora
Ing. Felipe Andrés Suárez	Sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo

Siendo las 8:00 a.m. se reunieron en las instalaciones de la Trilladora COOPECAFENOR, para verificar el recibo y puesta en marcha del proyecto de automatización realizado por el Señor Francisco Javier Angarita Díaz, en función a las necesidades presentadas por la trilladora, para tener conocimiento y control sobre el funcionamiento de compresores y secadores, equipos indispensables en el buen funcionamiento de las máquinas electrónicas escogedoras de café.

Se hace constancia de la entrega del tablero de instrumentación que incluye al autómatá programable, junto con la acometida de la sensórica implementada y el sistema de alarmas que incluyen sirena bitono y baliza lumínica. Además de la comprobación del acceso a la HMI de la electrónica SORTEX desde la estación remota y a la página web desde el equipo principal de la oficina para monitoreo en tiempo real de las máquinas electrónicas y el sistema de la red neumática en general.

Por lo que se corrobora el correcto funcionamiento del sistema y que cumple a cabalidad con las necesidades presentadas por la empresa para un correcto monitoreo de los equipos y la posibilidad de conocer la eficiencia del proceso de trillado en una jornada laboral completa por medio de los datos almacenados en el PLC y la graficación de éstos. Con la posibilidad de complementar la implementación de la instrumentación para la electrónica SANMAK a futuro.

Así mismo, se deja constancia de la importancia del monitoreo que ha notificado alarma cuando presentó deficiencia de corriente por haberse soltado los conectores en el cuarto de compresores, también cuando en algún momento no se cumple con el rango de presión mínimo, aun cuando las máquinas no presenta fallas.



Cooperativa Cafetera del Nororiente Colombiano Ltda. COOPECAFENOR LTDA.

TRILLADORA

Km 4, Vía Palenque- Café Madrid, Parque Industrial - Mz J- Bodega 3
(dentro de las instalaciones de ALMACAFE S.A.)

Telefax 6761314, 6760533,

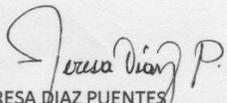
e-mail: trilladora.coopecafenor@hotmail.com

Bucaramanga

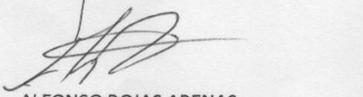
Se manifiesta que los maquinistas y funcionarios de producción fueron debidamente instruidos en el funcionamiento del sistema y del significado de cada alarma, para implementar los correctivos del caso.

Es importante mencionar, que los fabricantes de la máquina BÜHLER están especialmente interesados en el resultado del presente proyecto, pues considerarían integrarlo al funcionamiento de la máquina en futuras negociaciones.

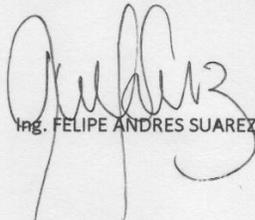
Siendo las 10:00 a.m. se terminó la reunión.

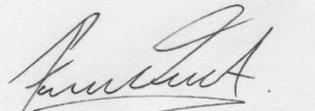

TERESA DIAZ PUENTES


LUIS ANTONIO MANCILLA REYES


ALFONSO ROJAS ARENAS


ESMERALDA MARIÑO


ING. FELIPE ANDRES SUAREZ


FRANCISCO JAVIER ANGARITA DIAZ