UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA:

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIEROS ELECTRÓNICOS

TEMA:

DESARROLLO DE UN HMI CENTRALIZADO PARA LOS SILOS DE LA EMPRESA DE FIDEOS TOSCANA CON GESTIÓN DE ALARMAS A EQUIPOS REMOTOS CON ACCESO A INTERNET

AUTORES:

STALIN FRANCISCO PALACIOS APOLO

CRISTIAN PATRICIO RIVERA MUÑOZ

TUTOR:

WALTER EDWIN TAIPE VILAÑA

Quito, julio del 2016

Cesión de derechos de autor

Nosotros Stalin Francisco Palacios-Apolo y Cristian Patricio Rivera Muñoz, con documento de identificación N° 172336817-9 y 171884935-7, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: Desarrollo de un HMI centralizado para los silos de la empresa de fideos Toscana con gestión de alarmas a equipos remotos con acceso a internet, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Electrónicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

.....

Nombre: Stalin Francisco Palacios Apolo

Cédula: 172336817-9

.....

Nombre: Cristian Patricio Rivera Muñoz

Cédula: 171884935-7

Fecha: julio del 2016

Declaratoria de coautoría del docente tutor

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación Desarrollo de un HMI centralizado para los silos de la empresa de fideos Toscana con gestión de alarmas a equipos remotos con acceso a internet, realizado por Stalin Francisco Palacios Apolo y Cristian Patricio Rivera Muñoz, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, julio del 2016

Walter Edwin Taipe Vilaña
Cédula de identidad: 171384910-5

Dedicatoria

A todas las personas que me apoyaron incondicionalmente de principio a fin para poder alcanzar un peldaño más en mi etapa profesional.

Dedico este proyecto a mi tía Mercedes, abuelita Leonor, padres Julio y María Eugenia, hermanos Michael y Paola, esposa Fabiola y de manera muy especial a mi hija Kerly Abigail quienes fueron el motor para no decaer y seguir adelante día a día para alcanzar una de las metas más importantes de mi vida.

Cristian

A mi madre Janeth por todo el apoyo incondicional de principio a fin, a todos las personas que me motivaron para que esta meta se cumpla y así poder alcanzar un escalón más de mi vida profesional.

Stalin

Agradecimiento

A la gerencia de producción y todo el personal de mantenimiento que forma parte de la empresa “SUCESORES DE JACOBO PARDES M. S.A.”, por facilitar las instalaciones, así también a la ayuda prestada en todo momento durante el transcurso del presente proyecto.

A los docentes que nos guiaron en el desarrollo y culminación del proyecto, a la Universidad Politécnica Salesiana quien supo formarnos tanto personal y académicamente para poder ejercer labores profesionales.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO 1 3
PROCESO DE FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA EMPRESA TOSCANA ... 3
1.1 Ubicación geográfica 3
1.2 Silos de harina 3
1.3 Situación actual 5
1.3.1 Elementos para el llenado de harina 7
1.3.2 Proceso de llenado de los silos de almacenamiento 14
1.3.3 Proceso de vaciado de los silos de almacenamiento 15
1.3.4 Elementos que intervienen en el transporte de harina 16
1.4 Solución del problema 18
CAPÍTULO 2 19
DESARROLLO DEL PROYECTO TÉCNICO 19
2.1 Diseño técnico 19
2.1.1 Selección de elementos y equipos 19
2.1.2 Levantamiento de planos 29
2.2 Secuencia operativa de funcionamiento 30
2.2.2 Ubicación de la baliza de señalización 34
2.2.3 Acceso web 36
CAPÍTULO 3 38
IMPLEMENTACIÓN, PRUEBAS Y RESULTADOS 38
3.1 Desarrollo lógica del programa 38
3.2 Desarrollo del HMI 38
3.3 Equipos disponibles para la implementación 42
3.4 Construcción del tablero de control 43
3.5 Montaje de equipos 44
3.5.1 Ubicación y montaje del tablero de control 44
3.5.2 Tendido de cable de instrumentación 45
3.5.3 Montaje del sensor MaxSonar 47
3.6 Pruebas y resultados obtenidos con el sensor ultrasónico 48
3.6.1 Prueba de conexiones y voltajes 49
3.6.2 Pruebas del PLC y sensor ultrasónico 49

3.6.3 Prueba de visualización 50
3.7 Sensores capacitivos 51
3.7.1 Montaje de los sensores capacitivos 53
3.8 Modificación del tablero de control 54
3.9 Pruebas y resultados sensores capacitivos 55
3.9.1 Pruebas de conexiones y voltaje 55
3.10 Pruebas del PLC y sensores capacitivos 55
3.11 Pruebas de visualización 56
3.11.1 Inicio acceso remoto 56
3.11.2 HMI mediante acceso remoto 58
3.12 Análisis comparativo 59
CONCLUSIONES 61
RECOMENDACIONES 63
REFERENCIAS 64
ANEXOS 65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista área de la ubicación de la empresa de Fideos Toscana 3
Figura 2. Ubicación geográfica de las diferentes áreas de la empresa Toscana 4
Figura 3. Ingreso al área del molino y silos de almacenamiento 4
Figura 4. Distribución silos de almacenamiento en el área "Bodega de molino" . 5
Figura 5. Silo PAVAN y B-1000 de almacenamiento de materia prima 6
Figura 6. Numeración de las partes de una báscula tubular. 8
Figura 7. Sistema scada para el control de la molienda del trigo y transporte de harina a los silos de almacenamiento 10
Figura 8. Válvula desviadora 120º ubicada sobre el silo PAVAN 11
Figura 9. Vistas de una válvula desviadora y numeración de partes 11
Figura 10. Soplante utilizado para el transporte de harina hacia los silos de almacenamiento 13
Figura 11. Tubex programada y lista para iniciar el pesaje 14
Figura 12. Diagrama secuencial del proceso de llenado de los silos de almacenamiento 15
Figura 13. Silo de abastecimiento ubicado sobre la amasadora línea PAVAN 15
Figura 14. Diagrama secuencial del proceso de vaciado del silo de almacenamiento 16
Figura 15. Diagrama en bloques de la solución del problema 18
Figura 16. Sensor ultrasónico para medición de nivel de harina 20
Figura 17. Conexiones para el sensor ultrasónico de nivel. 21
Figura 18. Modulo digital y analógico PLC ABB 22
Figura 19. Conexiones de entradas y salidas digitales del PLC-ABB-AC500-PM554 22
Figura 20. Conexiones del sensor en el módulo analógico AI521 23
Figura 21. Cable VNTC de instrumentación 23
Figura 22. Fuente de Alimentación 24Vdc 24
Figura 23. Diagrama en bloques del diseño de la fuente de la alimentación. 26
Figura 24. Fuente física de alimentación 5Vdc 26
Figura 25. Dimensiones del cajetín para conexiones eléctricas. 29
Figura 26. Sirena Camsco 220Vac 29
Figura 27. Diagrama secuencial de proceso. 31

Figura 28. Parámetros de medida del sensor para conocer la altura de la harina en el interior del silo 32
Figura 29. Filtro para estabilizar la señal analógica de los sensores ultrasónicos de nivel. 33
Figura 30. Diagrama de flujo escalamiento señal analógica 34
Figura 31. Plano de ubicación de la baliza de señalización Camsco 35
Figura 32. Circuito de control para activar el relé de 24Vdc 36
Figura 33. Conexión eléctrica baliza visual-acústica 36
Figura 34. Pantalla de acceso para el control remoto de otro equipo 37
Figura 35. Diagrama de flujo lógica de programa para el PLC 38
Figura 36. Pantalla principal de acceso 39
Figura 37. Flujograma de la pantalla principal de acceso 39
Figura 38. Visualización de los silos de almacenamiento 40
Figura 39. Flujograma silos de almacenamiento 40
Figura 40. Pantalla de visualización históricos de alarmas y advertencias 41
Figura 41. Diagrama de flujo históricos de alarmas y advertencias 42
Figura 42. Tablero de control TBC-001 sensores ultrasónicos 44
Figura 43. Ubicación tablero de control sensores ultrasónicos 45
Figura 44. Embarrado 220Vac trifásico para la alimentación del TBC-001 45
Figura 45. Tendido de cable por canaleta de 200mm tomado en Toscana. 46
Figura 46. Tubería galvanizada ¾ para cable 46
Figura 47. Viga trasversal, tramo hacia la JBX-001 tomado en Toscana 47
Figura 48. Sensor ultrasónico de nivel montado sobre el silo PA¨VAN 48
Figura 49. Soporte de grilón con rosca para sujeción del sensor 48
Figura 50. Visualización de la señal del sensor ultrasónica tomada del interior del silo PAVAN 50
Figura 51. Visualización de la señal del sensor ultrasónica tomada fuera del silo PAVAN 51
Figura 52. Forma física del sensor capacitivo rectangular marca SICK 52
Figura 53. Forma física del sensor capacitivo cilíndrico marca SICK 53
Figura 54. Sensores capacitivos montados a lo largo de la pletina. 54
Figura 55. Tablero de control modificado para los sensores capacitivos 54
Figura 56. Sensores ubicados y funcionando en el interior del silo TK-001 56
Figura 57. Pantalla de inicio Team Viewer 10 57

Figura 58. Contraseña del computador empresa Toscana 57
Figura 59. Acceso remoto al computador de la empresa Toscana 58
Figura 60. HMI en el navegador Internet Explorer mediante acceso remoto..... 58
Figura 61. Niveles críticos de harina en el interior del TK-001 tomados mediante el acceso remoto 59
Figura 62. Gestión de alarmas presentadas en la pantalla de visualización "históricos"..... 59
Figura 63. Análisis comparativo de la situación antigua y actual de la empresa .. 60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Silos de harina 5
Tabla 2. Nomenclatura técnica para silos, soplantes, válvulas 7
Tabla 3. Partes de la báscula tubular 9
Tabla 4. Válvulas activas según el silo a ser llenado 10
Tabla 5. Descripción de las partes de una válvula desviadora 12
Tabla 6. Datos técnicos del motor 13
Tabla 7. Detalle de los elemento para el llenado de harina 17
Tabla 8. Características sensor ultrasónico 20
Tabla 9. Características técnicas del PLC ABB PM554 ETH 21
Tabla 10. Datos técnicos del cable de in2strumentación 23
Tabla 11. Características de la fuente de voltaje Mean Well 25
Tabla 12. Consumo de corriente de cada equipo. 27
Tabla 13. Dispositivos de protecciones 28
Tabla 14. Detalle de la visualización silos almacenamiento 41
Tabla 15. Detalle de funcionamiento de la pantalla de visualización históricos.. 42
Tabla 16. Equipos ideales versus equipos disponibles 43
Tabla 17. Pruebas de voltaje sensor ultrasónico 49
Tabla 18. Pruebas de voltaje y señal del PLC 51
Tabla 19. Características técnicas sensor capacitivo rectangular 52
Tabla 20. Características técnicas sensor capacitivo cilíndrico 53
Tabla 21. Prueba de voltajes tableros modificados para los sensores capacitivos55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datasheet sensor ultrasónico de nivel MaxSonar HRLX-WR 65
Anexo 2. Diagrama eléctrico y de pistas fuente de 5Vdc 67
Anexo 3. Plano de instrumentación P&D sensores ultrasónicos 68
Anexo 4. Plano eléctrico sensor ultrasónico de nivel 69
Anexo 5. Datasheet sensor onda guiada ENDRESS+HAUSER 80
Anexo 6. Plano de instrumentación P&D sensores capacitivos 82
Anexo 7. Plano eléctrico sensores capacitivos 83
Anexo 8. Check list de funcionamiento 94
Anexo 9. Certificado de aceptación 96

RESUMEN

En el presente proyecto de titulación se realiza un HMI para visualizar el nivel de materia prima existente en el interior de los silos de almacenamiento, lo que generaba un gran problema al desconocer la cantidad de harina para la elaboración de fideos, lo cual ocasionaba paros innecesarios y como consecuencia generaba perdidas económicas y retrasos a que el producto llegue a su etapa final de proceso.

Con la elaboración del presente proyecto se logra tener mayor conocimiento en tiempo real del nivel de harina en el interior de los silos, así también conocer un valor aproximado de la cantidad de materia prima expresada en kilogramos, para lo cual se utiliza un sensor ultrasónico capaz de emitir una señal de 0 a 5 Vdc dependiendo la distancia; la señal es procesada en un controlador lógico programable PLC para obtener una visualización y que el operador a la hora de una alarma tome las precauciones necesarias dependiendo de las necesidades de la empresa.

En el primer capítulo se analizará el funcionamiento actual de la empresa correspondiente al sistema de abastecimiento y vaciado de harina de los silos de la fábrica Sucesores de Jacobo Paredes M.S.A.

En el segundo capítulo se da a conocer el diseño del proyecto, levantamiento de planos, detalle del funcionamiento, distribución y conexiones.

En el tercer capítulo se ubican los equipos, tablero, y cableado, de acuerdo a las recomendaciones dadas por los encargados de la empresa, también se realiza pruebas de funcionamiento para la obtención de resultados.

ABSTRACT

In this project titration HMI is done to visualize the existing level of raw material inside the storage silos, which generated a big problem by ignoring the amount of flour for making noodles, which caused unnecessary stoppages and consequently generating economic and delays the product reaches its final stage process losses.

With the development of this project is achieved have more knowledge in real time the level of flour inside the silos, and also provides an approximate value of the quantity of raw material in kilograms, for which an ultrasonic sensor that is used issuing a signal from 0 to 5 Vdc depending on the distance; the signal is processed in a programmable logic controller PLC to obtain a display and the operator when an alarm take necessary precautions depending on the needs of the company.

In the first chapter the current operation of the corresponding company will analyze the supply system and emptying flour silos factory Successors Jacobo Paredes M.S.A.

In the second chapter discloses the project design, surveying, detailed operation, distribution and connections.

In the third chapter teams, board, and wiring, according to the recommendations given by managers of the company, performance testing is also performed to obtain results are located.

INTRODUCCIÓN

La empresa Sucesores de Jacobo Paredes M. S.A. comercialmente conocida como Toscana ubicada en la Av. Maldonado y Cusubamba Oe 1-17 la cual se dedica a la elaboración de fideos, presenta un gran problema debido al desconocimiento de la cantidad de harina existente en los silos de las líneas de producción, actualmente el jefe de planta tiene que estar revisando los silos golpeándolos con una madera y por medio del ruido producido saber si está lleno o vacío para que la producción no se pare porque al no percatarse del nivel de harina el proceso de elaboración de fideos se pararía alrededor de 2 horas y esto perjudica económicamente a la empresa y en la actualidad la empresa trabaja 24 horas al día para poder abastecer la demanda del mercado nacional e internacional.

La empresa de fideos Toscana requiere que se realice un sistema de visualización de la cantidad de harina existente en 4 silos para prevenir el paro de la producción y elaborar más producto para el mercado nacional ya que al existir impuestos para los fideos importados la demanda del producto en el país se ha incrementado al doble, con esta visualización de los silos se disminuirá las paras de producción que ocasionan perdidas económicas para la empresa.

Para la elaboración del presente proyecto se realizara un HMI con el fin tener mayor conocimiento de la cantidad de materia prima para la producción de fideo; para lo cual se utilizará sensores ultrasónicos (HRLX-MaxSonar-WR) capaces de medir una distancia desde 0.30m hasta 10m, que al emitir una onda rebota con la harina y a su salida entrega un valor de voltaje variable el cual que es acondicionado mediante un controlador lógico programable de la marca ABB (PM554-ETH y módulo analógico AI561), para que luego pueda ser visualizado en una pantalla mediante animaciones y así conocer con mayor precisión la cantidad en el interior de los silos de almacenamiento.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un sistema HMI de los silos de harina con gestión de alarmas a equipos remotos para monitorear la cantidad de harina existente y evitar que la planta pare la producción.

Objetivos específicos

- Estudiar el proceso de llenado y vaciado de harina en los silos para elegir el mejor sistema y elementos a utilizar para el monitoreo.

- Analizar el sistema a implementar para conocer la factibilidad técnica y evitar los riesgos de conexiones equívocas durante la elaboración del proyecto.

- Implementar el sistema HMI a internet para que se pueda acceder desde cualquier dispositivo y obtener los datos de los silos en tiempo real.

- Probar el funcionamiento y monitorización del sistema HMI y realizar un análisis comparativo de funcionalidad.

CAPÍTULO 1

PROCESO DE FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA EMPRESA TOSCANA

1.1 Ubicación geográfica

La empresa Sucesores de Jacobo Paredes M.S.A. comercialmente conocida como Fideos Toscana ubicada en la Av. Maldonado y Cusubamba Oe 1-17 como se muestra en la figura 1, se dedica a la molienda de trigo para la obtención de harina y la elaboración diversas presentaciones de pasta corta y pasta larga la cual abastece el mercado nacional como internacional.

Ubicación geográfica

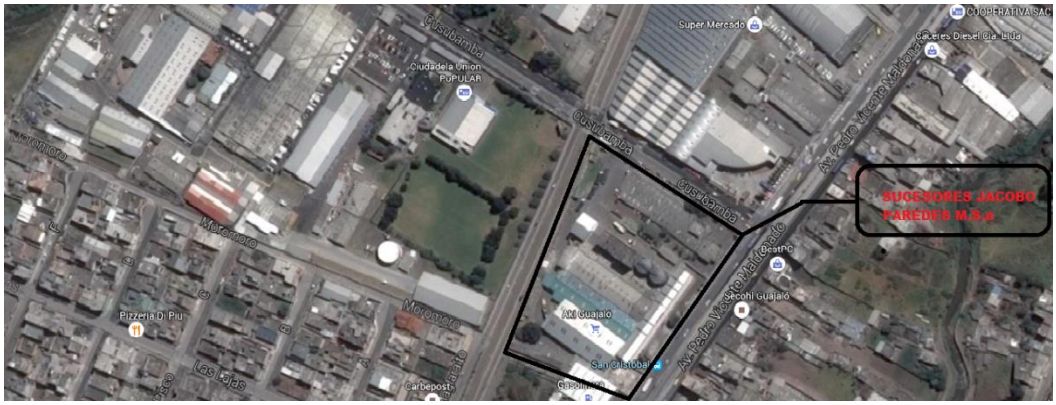


Figura 1. Vista área de la ubicación de la empresa de Fideos Toscana

Elaborado por: (GOOGLE MAPS, 2016)

1.2 Silos de harina

En el plano que se muestra en la figura 2, se detalla la división interna de la empresa, la misma que se divide en dos estaciones de producción la primera denominada “Molino” donde se realiza la limpieza y molienda del trigo para la obtención de harina, semita, semolina, afrecho; la segunda denominada “Pastificio” donde se realiza las diferentes presentaciones de fideos.

División por áreas dentro de la empresa

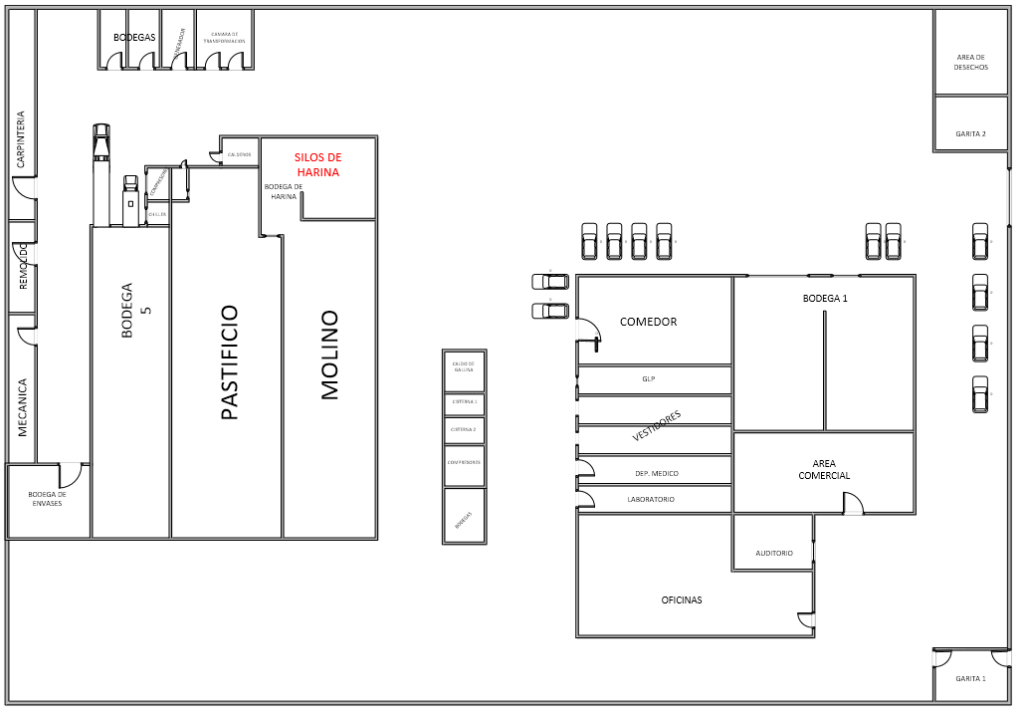


Figura 2. Ubicación geográfica de las diferentes áreas de la empresa Toscana

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

En el lado oeste del área molino se encuentra la bodega donde se coloca el producto final que se obtiene por la molienda del trigo, al terminar esta área se encuentran los silos de almacenamiento de harina que provee materia prima a cada línea de producción para la elaboración de pastas alimenticias como se muestra en la figura 3.

Bodega del molino

Figura 3. Ingreso al área del molino y silos de almacenamiento tomado en Toscana

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

En el área de los silos de almacenamiento existen seis tanques uno para cada línea de producción así como se detalla en la tabla 1.

Tabla 1.

Silos de harina

SILO	DIMENSIONES (cm)
PAVAN	D= 320; h= 682
B-1000	D= 273; h= 695
FAVA	D= 273; h= 693
GLUTENADOS	D= 220 ; h= 675

Nota: Dimensiones de los silos de almacenamiento de materia prima

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

La ubicación de cada uno de los silos descritos en la tabla 1, se muestra en la figura 4.

Plano silos de almacenamiento

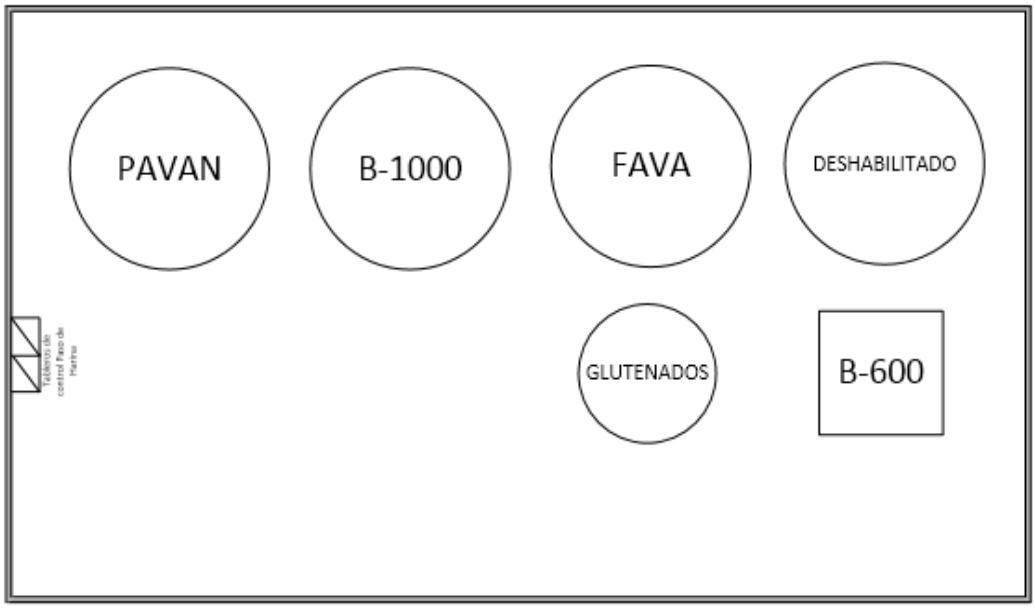


Figura 4. Distribución silos de almacenamiento en el área “Bodega de molino”

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

1.3 Situación actual

El proceso vaciado y llenado de producto en los silos de almacenamiento que se muestra en la figura 5, presenta un inconveniente debido al desconocimiento de la cantidad de harina existente que se usa para el abastecimiento de materia prima a las

amasadoras de las líneas de producción, por lo que los operadores o jefes de turno se deben acercar a revisar los silos, y verificar la cantidad de harina mediante golpes con un pedazo de madera y según el sonido producido saber si está lleno o vacío.

El desconocer si los silos de almacenamiento de harina se encuentran llenos o vacíos, perjudica a la empresa ya que si el personal no mantiene un nivel adecuado de producto se puede terminar por lo que la producción se detiene por un lapso de tiempo, lo que genera pérdidas económicas a la empresa.

Silos de almacenamiento

Figura 5. Silo PAVAN y B-1000 de almacenamiento de materia prima tomado en Toscana.
Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

Debido a que la demanda del mercado, la empresa trabaja las 24 horas al día para satisfacer tanto el mercado nacional como internacional, por lo que con una parada en el proceso por falta de harina se pierde alrededor de treinta minutos de producción lo que representa una pérdida de aproximadamente 300kg de fideo según la línea de

producción y un retraso para que el producto llegue a su etapa final.

Para el presente proyecto se utilizaran nomenclatura técnica para nombrar los elementos y equipos que intervienen en el desarrollo del proyecto, como se detalla en la tabla 2.

Tabla 2.

Nomenclatura técnica para silos, soplantes, válvulas

SILO	NOMENCLATURA
PAVAN	TK-001
FAVA	TK-002
B-1000	TK-003
GLUTENADOS	TK-004

SOPLANTE	NOMENCLATURA
PASO HARINA	BM-000
PAVAN	BM-001
FAVA	BM-002
B-1000	BM-003
GLUTENADOS	BM-004

VÁLVULA	NOMENCLATURA
PAVAN	YV-001
FAVA	YV-002
B-1000	YV-003
GLUTENADOS	YV-004

Nota: Nomenclatura técnica de los elementos que intervienen en el transporte de harina

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

1.3.1 Elementos para el llenado de harina

Se detalla cada uno de los componentes o equipos que intervienen en el transporte de harina desde el área del molino hacia los silos de almacenamiento, según sea el caso.

1.3.1.1 Tubex

Es una báscula tubular que trabaja según el principio de pesaje de peso real, consta de un tablero de control que tiene un panel de visualización y un teclado que permite programar la cantidad de harina en kilogramos que va a ser transportado al silo de

almacenamiento.

El funcionamiento de la báscula; cada vez que realiza un pesaje, el peso obtenido se sustrae de la tara del peso bruto y el resultado es enviado al tablero de control donde se realiza un algoritmo matemático de sumas consecutivas hasta llegar al peso programado y detener el proceso.

La figura 6 muestra la vista lateral de una TUBEX y en la tabla 3 se detalla cada una de las partes que la conforman.

Vista lateral bascula tubular

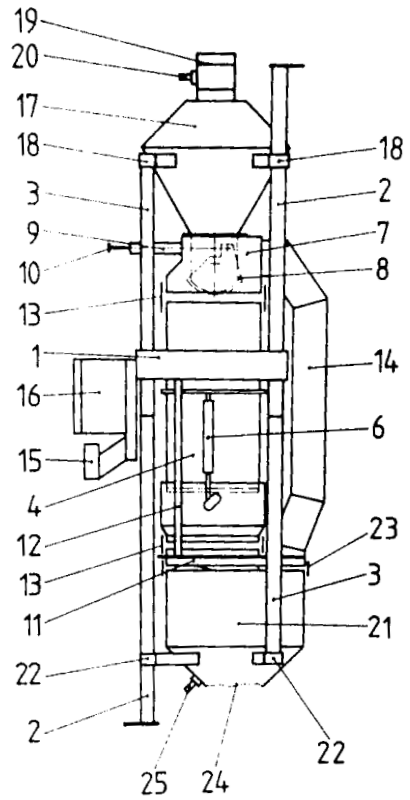


Figura 6. Numeración de las partes de una báscula tubular.

Elaborado por: (Buhler SA, 2000)

Tabla 3.

Partes de la báscula tubular

Nº	Descripción
1	Bastidor Base
2	Suspensión
3	Prolongaciones
4	Depósito Báscula
5	Transductores de Fuerza
6	Válvula Accionada por Cilindros
7	Compuerta de Entrada
8	Compuerta de Segmento
9	Abertura Cilindro Neumático
10	Tornillo de Ajuste
11	Brida de Salida
12	Columnas de Salida
13	Manguitos
14	Tubería Aire de Circulación
15	Válvulas Magnéticas
16	Electrónica Mando y Evaluación
17	Deposito Pulmón
18	Base de Fijación
19	Tubuladora de Inspección
20	Sonda Nivel Máximo
21	Depósito Inferior
22	Mordazas
23	Manguitos
24	Salida
25	Sonda Nivel Mínimo

Nota: Descripción de cada parte que conforma la báscula tubular

Elaborado por: (Buhler SA, 2000)

1.3.1.2 Sistema de visualización SCADA molino

El sistema SCADA mostrado en la figura 7 se encuentra ubicado en el cuarto supervisión del molino se encarga de todo el proceso de control desde que llega el trigo y se almacena en los silos, pasando por los diferentes procesos de limpieza y molienda para obtener el producto final que es la harina la cual es transportada a los diferentes silos de almacenamiento dependiendo la necesidad.

Scada control del molino

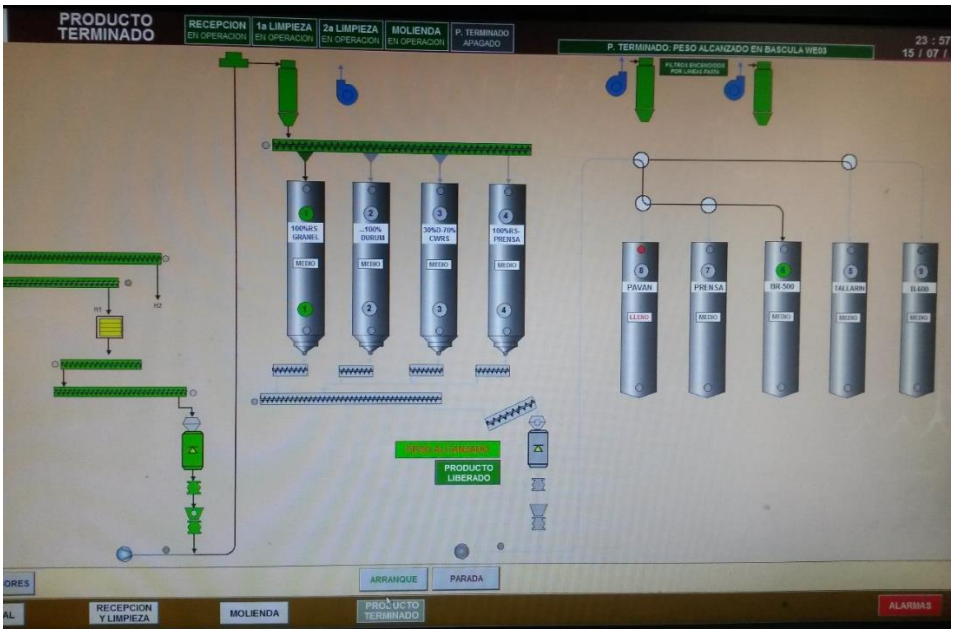


Figura 7. Sistema scada para el control de la molienda del trigo y transporte de harina a los silos de almacenamiento tomado en Toscana

Elaborado por: Ponce hermanos ingeniería electrónica

1.3.1.3 Válvula desviadora de compuerta giratoria

La válvula desviadora que se muestra en la figura 8 está formada por una carcasa robusta, con una corredera giratoria que se acciona mediante la rotación de la corredera ya sea abriendo el trayecto bloqueado o cerrando dependiendo el caso.

Las válvulas desde laYV-001 a la YV-004, son un grupo de válvulas que actúan de forma individual o en conjunto, según la dirección del silo de almacenamiento hacia dónde va a ser transportada la harina como se detalla en la tabla 4.

Tabla 4.

Válvulas activas según el silo a ser llenado

SILO	VÁLVULA ACTIVA
PAVAN	YV-001
FAVA	YV-001 / YV-002
B-1000	YV-001 / YV-002 / YV-003
GLUTENADOS	YV-004

Nota: Nomenclatura de las válvulas activas para el transporte de harina a los silos de almacenamiento

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

Válvula desviadora

Figura 8. Válvula desviadora 120º ubicada sobre el silo PAVAN tomada en Toscana

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

La válvula desviadora está conformada de partes mecánicas y neumáticas, cada una de las partes de la válvula desviadora se muestra en la figura 9 y detallada en la tabla 5.

Partes válvula desviadora

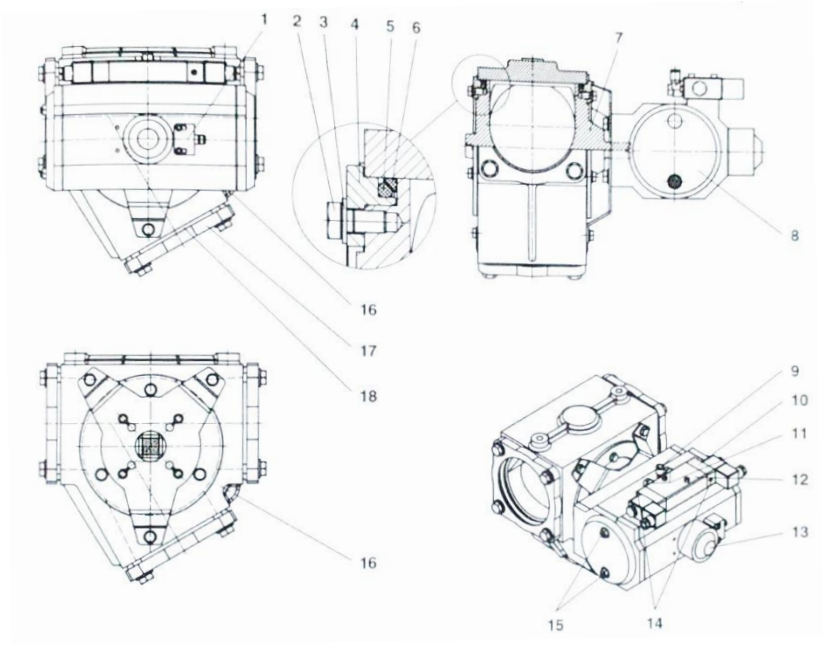


Figura 9. Vistas de una válvula desviadora y numeración de partes

Elaborado por: (Buhler SA, 2000)

Tabla 5.

Descripción de las partes de una válvula desviadora

Nº	Descripción
1	Interruptor de Posición
2	Tornillo de Cabeza Hexagonal
3	Arandela
4	Anillo de Cojinete
5	Anillo Tórico
6	Anillo de Teflón
7	Carcasa
8	Accionamiento
9	Unión Roscada
10	Bobina Magnética
11	Tornillo Regulación Escape Aire
12	Válvula de Impulsos
13	Leva de Mando
14	Accionamiento Manual de Emergencia
15	Ajuste Corredera Giratoria
16	Tornillos para Ventilación
17	Brida de Tubo
18	Anillo de Junta

Nota: Descripción de cada parte que conforma la válvula desviadora

Elaborado por: (Buhler SA, 2000)

1.3.1.4 Blower o soplante

El Blower o soplante que se muestra en la figura 10 contiene los siguientes elementos; soplador de embolo giratorio, silenciador lado de impulsión, válvula de alivio, silenciador lado de aspiración con filtro, pies de maquina elástico, transmisión por banda.

El blower o soplante genera aire a presión constante por medio de la trasmisión de movimiento de un motor cuyas características se detalla en la tabla 6, el blower se encarga de transportar la harina hacia el silo destinatario por medio de tubería.

Blower o soplante

Figura 10. Soplante utilizado para el transporte de harina hacia los silos de almacenamiento tomado en Toscana

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

Tabla 6.

Datos técnicos del motor

Motor	Descripción
Marca	ABB
Conexión	Triángulo
Voltaje	220 VAC
Corriente	97 A
KW	30
RPM	3355
IP	54

Nota: Datos del motor ABB para el soplante del transporte de harina

Elaborado por: Palacio Stalin, Rivera Cristian

1.3.1.5 Silos de almacenamiento

Los silos de almacenamiento que se muestra en la figura 5 se encuentran identificados por la siglas TK seguido del numero dependiendo la línea de producción a la que corresponde, como se muestra en la tabla 2, en estos silos se almacena la harina hasta que cada línea de proceso de fideo necesite abastecerse de materia prima.

1.3.2 Proceso de llenado de los silos de almacenamiento

El proceso de abastecimiento de harina de los silos TK-001 al TK-004, inicia con la programación de la tubex, indicando mediante el teclado la cantidad de harina expresada en kilogramos que se desea transportar al silo de destino como se muestra en la figura 11, mediante el sistema SCADA mostrado en la figura 7 se selecciona el silo al cual será transportada la harina y se da clic en el botón "arranque" el cual inicia el proceso de transporte de materia prima.

Primero activa la válvula o el grupo de válvulas correspondientes al silo, que se va abastecer de harina como se detalla en la tabla 4, una vez que se encuentren las válvulas en la posición correcta se enciende la BM-000 hasta llegar a una presión de 0.3 BAR, y por último la tubex inicia con el pesaje, para que la harina con la presión que genera el blower sea transportada hacia el silo de destino, cuando la cantidad de harina llega al valor establecido el proceso se detiene manteniendo la bomba encendida por un minuto aproximadamente para limpiar la tubería de los residuos de harina y así evitar que la tubería se obstruya para los siguientes pases de materia prima.

Tubex

Figura 11. Tubex programada y lista para iniciar el pesaje tomada en Toscana

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

En la figura 12 se representa mediante un diagrama de flujo el proceso de llenado de

los silos de almacenamiento.

Llenado de los silos de almacenamiento

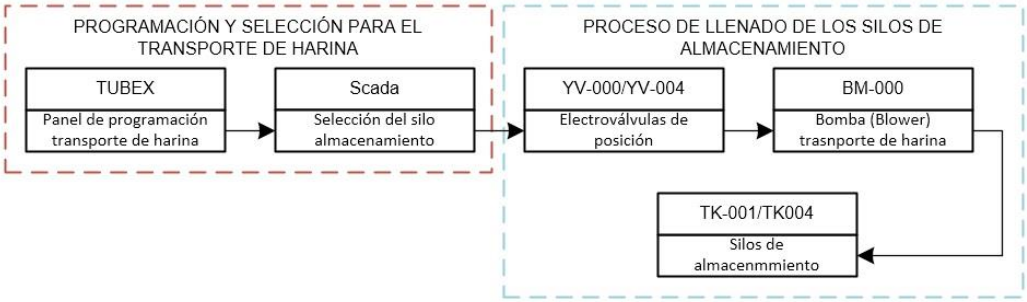


Figura 12. Diagrama secuencial del proceso de llenado de los silos de almacenamiento

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

1.3.3 Proceso de vaciado de los silos de almacenamiento

El proceso de vaciado de los silos de almacenamiento se realiza mediante un sensor capacitivo; LSH-50X ubicado en cada silo de abastecimiento mostrado en la figura 13; TK-50X los mismos que se encuentran ubicados sobre las amasadoras; cuando cualquier silo; TK-50X tiene el nivel bajo de harina detectado por el sensor capacitivo envía una señal al PLC-500 marca Siemens logo montado en el tablero de control del paso de harina, para iniciar la secuencia de encendido.

Silo de abastecimiento

Figura 13. Silo de abastecimiento ubicado sobre la amasadora línea PAVAN tomado en Toscana

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

En la figura 14 se representa mediante un diagrama de flujo el proceso de vaciado de

los silos de almacenamiento.

Vaciado silos de almacenamiento

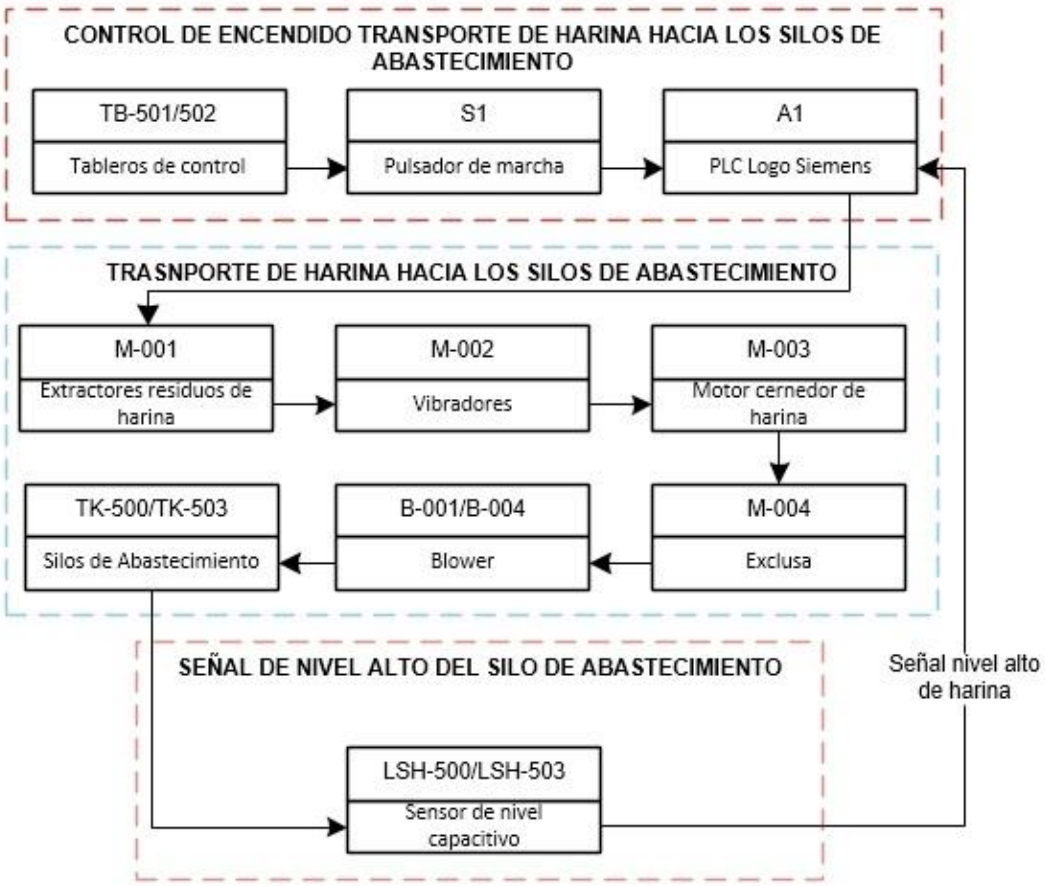


Figura 14. Diagrama secuencial del proceso de vaciado del silo de almacenamiento

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

1.3.4 Elementos que intervienen en el transporte de harina

En la tabla 7 se detalla los componentes o equipos que intervienen en el transporte de harina desde los silos de almacenamiento hacia los silos de abastecimiento.

Tabla 7.

Detalle de los elemento para el llenado de harina

ELEMENTO	DETALLE
	El Tablero se encarga de realizar el control de secuencia para el transporte de harina hacia los silos de abastecimiento ubicados en cada línea de producción.
	Al presionar el pulsador inicia el proceso de transporte de harina desde los silos de almacenamiento hacia los de abastecimiento.
	PLC Logo se encarga del control de proceso para el transporte de harina
	Motor extractor se encarga de absorber todo el polvo que se genera al transportar harina hacia las líneas de producción, todo el polvo absorbido es devuelto al tanque de almacenamiento.
	Motor vibrador se utiliza para que la harina no se pegue a las paredes del tanque y que caiga con facilidad para poder ser transportada, se ubica a un costado de la parte cónica del silo.
	El cernedor como filtro de impurezas, ya que solo permite el paso de la harina y objetos extraños desecha por medio de una tubería de escape.

Nota: Detalle de los elementos que intervienen para el transporte de harina

Elaborado por: Palacio Stalin, Rivera Cristian

1.4 Solución del problema

Debido a que se presenta mucha dificultad en determinar la cantidad de harina de los diferentes silos de almacenamiento se propone realizar este proyecto que facilitara el proceso de llenado de los silos y evitara paradas innecesarias de producción por falta de harina.

En el presente proyecto se realizara un HMI para visualizar en tiempo real el estado de los silos; así como también gestionar diversas alarmas para tener un mayor control de la cantidad de harina, se ubicara un sensor que nos proporcione información cuando se encuentre en el estado más crítico para la empresa es decir en un nivel LOW-LOW, una vez que se obtiene la señal es enviada a un PLC el mismo que mediante el algoritmo necesario gestionar alarmas así mismo poder visualizar dese cualquier equipo que se encuentre conectado a la red en la que se encuentra conectado el PLC, el funcionamiento óptimo del proyecto de titulación ayuda a la empresa de Fideos Toscana a tener mayor información de la harina en cada uno de los silos como se muestra en la figura 18.

Solución del problema

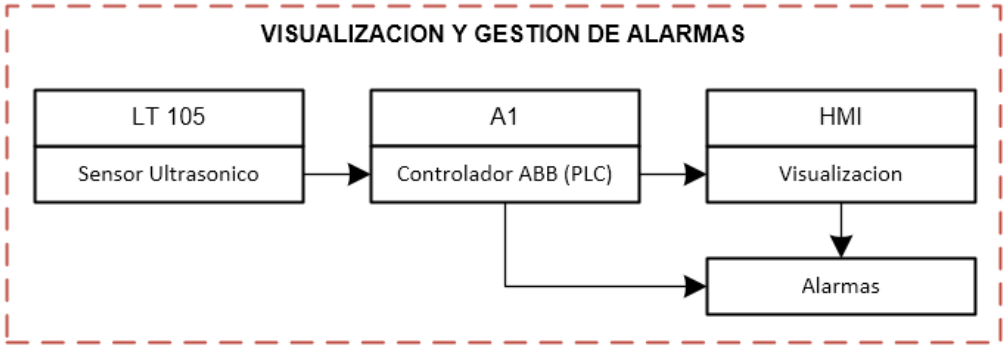


Figura 15. Diagrama en bloques de la solución del problema

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

CAPÍTULO 2

DESARROLLO DEL PROYECTO TÉCNICO

La empresa requiere que el presente proyecto genere la visualización del nivel de harina, las cuales serán representadas de forma gráfica y forma acústica, mediante un HMI y una sirena montada en campo.

2.1 Diseño técnico

En el presente capitulo se realizara el diseño técnico y estudio de la ingeniería al detalle, elección de los elementos y equipos a utilizar, así como también el levantamiento de planos para su implementación.

2.1.1 Selección de elementos y equipos

Las elección de los equipos que se van a utilizar en este proyecto se realizó con forme a los requerimientos de la empresa tomando en consideración aspectos técnicos y económicos.

2.1.1.1 Sensor ultrasónico

La selección técnica inicio con las características del sensor de nivel a utilizar, el cual fue escogido en base a requerimientos físicos de los silos de almacenamiento los cuales son:

- La distancia a medir dentro de los silos que varía entre 6 y 8 metros.
- El sensor debe tener una IP mínima de 55 ya que se ubicara en un ambiente expuesto al polvo.
- La resolución del sensor no sea mayor a 2cm para que los datos en la visualización se acerquen más a la realidad.

El sensor seleccionado es el Max Sonar HRXL-WR mostrado en la figura 16 presenta las características detalladas en la tabla 8.

Tabla 8.

Características sensor ultrasónico

Sensor Ultrasónico HRLX-WR	
Descripción	Parámetro
Resolución	Vcc/1024
Distancia de medición	0.3 m - 10 m
Voltaje de trabajo	3.3 Vdc a 5Vdc
Frecuencia	10 Hz
Salida Voltaje	0 Vdc a Vcc
IP	65

Nota: Datos técnicos del sensor ultrasónico Max Sonar HRLX-WR

Elaborado por: (Maxbotix, 2015)

Sensor Max Sonar HRLX-WR

Figura 16. Sensor ultrasónico para medición de nivel de harina

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

En la figura 17 se especifica la forma de conexión en cada pin marcado con un color diferente del sensor ultrasónico de nivel.

En el recuadro café se indica el pin que tiene la señal análoga de salida, en el recuadro rojo se indica el pin de alimentación de voltaje por ultimo en el recuadro negro se indica el pin donde se conectara el negativo de la fuente de alimentación.

Los datos y características técnicas del sensor ultrasónico de nivel MaxSonar HRLX-WR se muestra en el anexo 1.

Forma de conexión

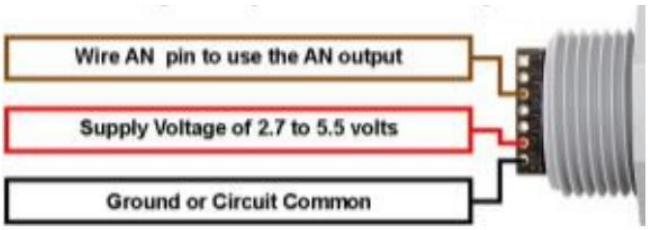


Figura 17. Conexiones para el sensor ultrasónico de nivel.

Elaborado por: (Maxbotix, 2015)

2.1.1.2 PLC para el sistema de control

El PLC se seleccionó en base a las necesidades de la empresa y la compatibilidad técnica con los sensores ultrasónicos las cuales son:

- Consta de un sistema de visualización el cual se pueda acceder desde cualquier punto de la red dentro empresa.
- Dispone de 8 entradas y 6 salidas digitales.
- Obtener datos en tiempo real.

Se eligió el PLC ABB-AC500 PM554 ETH, que se muestra en la figura 18 y sus características se detallan en la tabla 9.

Tabla 9.

Características técnicas del PLC ABB PM554 ETH

CARACTERÍSTICAS
Expansión hasta 10 módulos de entradas y salidas.
Por cada módulo analógico tiene 4 entradas o salidas analógicas configurables.
Expansión hasta 4 módulos de comunicación.
Servidor Web
Terminal de resorte RS232/RS485
Módulos Maestro esclavo
Comunicación Ethernet tiempo real.
Alimentación 24Vdc
Memoria de programa 128 Kb

Nota: Características técnicas del PLC a implementar para el desarrollo del proyecto

Elaborado por: (ABB, 2015)

PLC ABB PM 554 ETH

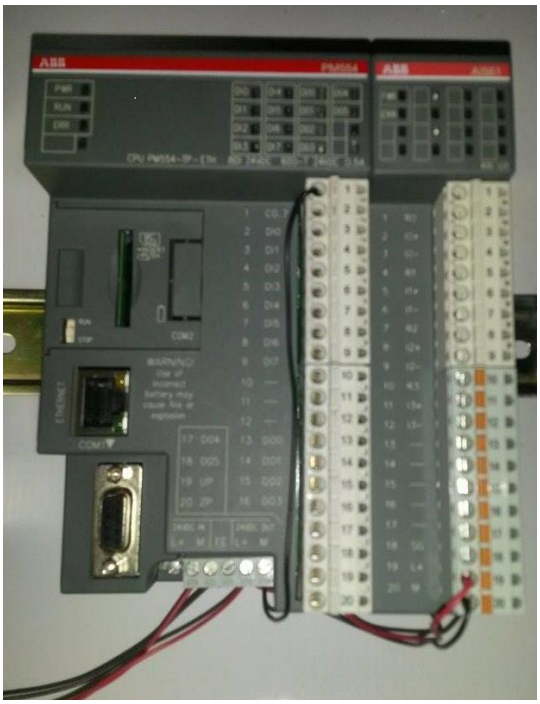


Figura 18. Modulo digital y analógico PLC ABB

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

Las conexiones para las entradas y salidas digitales del PLC ABB con CPU PM554 se especifican en la figura 19; y la forma de conexión utilizando como común el negativo de la fuente.

Conexión de entradas y salidas digitales

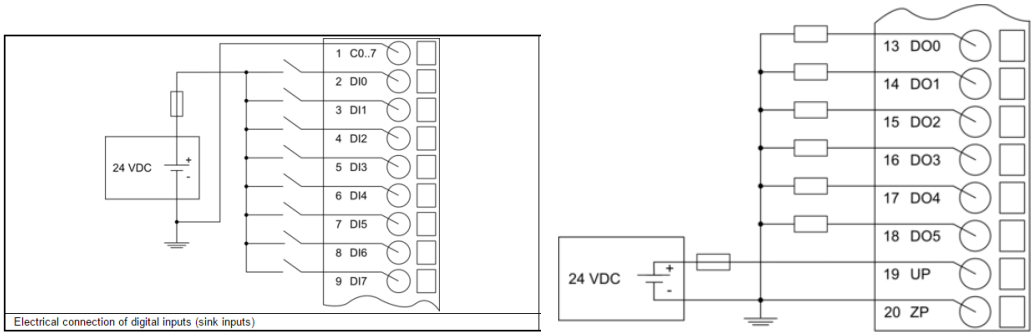


Figura 19. Conexiones de entradas y salidas digitales del PLC-ABB-AC500-PM554

Elaborado por: (Vaeprosys, 2015)

2.1.1.3 Módulo analógico

Para obtener la señal análoga del sensor se ha escogido el módulo analógico AI561, el mismo que tiene 4 entradas y 4 salidas. La forma de conexión de entradas del módulo

análogo se indica en la figura 20.

Conexiones entradas analógicas

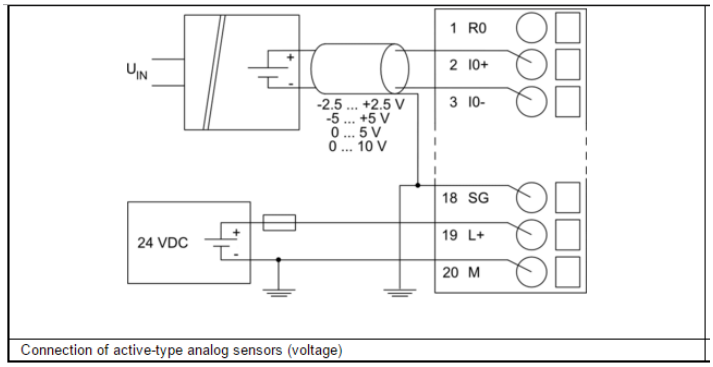


Figura 20. Conexiones del sensor en el módulo analógico AI521

Elaborado por: (Vaeprosys, 2015)

2.1.1.4 Cable de instrumentación

El cable de instrumentación que se ajusta a las necesidades tanto de transmisión de datos y alimentación se muestra en la figura 25, es un cable VNTC 239210, de tres hilos apantallado el mismo que al estar expuesto a ruidos electromagnéticos asegura la confiable transmisión de los datos obtenidos desde sensor al controlador debido a sus características técnicas que se muestran en la tabla 9.

Tabla 10.

Datos técnicos del cable de instrumentación

Número de Pares	Calibre AWG	Aislamiento mm	Malla mm	Capacitancia pF/m	Impedancia Ω/m
1 TRI	18	0.51	1.14	52	72

Nota: Cable de instrumentación VNTC 239210 General Cable

Elaborado por: (General Cable, 2015)

Cable de instrumentación

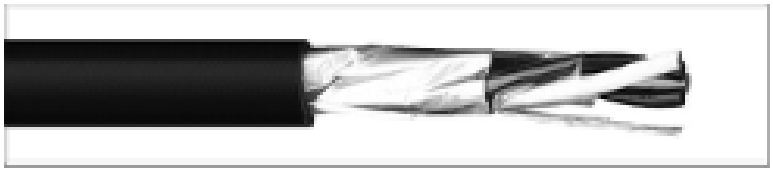


Figura 21. Cable VNTC de instrumentación

Elaborado por: (General Cable, 2015)

2.1.1.5 Fuentes de alimentación

Las fuentes de alimentación que se requiere se elige de acuerdo a la sumatoria de corrientes consumidas como se muestra en la ecuación 1, las cargas que soporta la fuente de alimentación están en base a la corriente consumida por el controlador PM555, AI561 y la fuente de 5V.

(Ecuación 1) Corriente máxima consumida por la fuente 24Vdc

$$\boldsymbol{I_t = I_{PLC} + I_{Fuente\ 5V}}$$

$$\boldsymbol{I_t = 0.8\ A + 1A}$$

$$\boldsymbol{I_t = 1.8\ A}$$

Según los valores obtenidos en la ecuación 1 se debe utilizar una fuente voltaje de 2A, la que garantiza que abastecerá de manera óptima el sistema de control, sin embargo se utiliza una fuente que se muestra en la figura 22.

Fuente de alimentación

Figura 22. Fuente de Alimentación 24Vdc

Elaborado por: (Achile, 2015)

Se eligió la fuente de 24Vdc, marca Mean Well debido a las caracterizas técnicas mostradas en la tabla 11, ya que también satisface con la capacidad de carga consumida calculada mediante la ecuación 1.

Tabla 11.

Características de la fuente de voltaje Mean Well

Marca	Mean Well
Tipo de Entrada	2 Fases
Potencia de Salida	120W
Voltaje de entrada	88Vac a 254Vac / 248Vdc a 370Vdc
Frecuencia	47- 63 Hz
Número de salidas	2
Voltaje de salida	24Vdc
Corriente Máxima	5A

Nota: Datos técnicos de la fuente de 24 Vdc

Elaborado por: (Achile, 2015)

Se requiere utilizar una fuente de 5Vdc para la alimentación de los sensores analógicos, debido a que en el mercado nacional no se encuentra este tipo de fuentes se diseña una fuente de acuerdo a la corriente máxima consumida por los sensores ultrasónicos de nivel como se muestra en la ecuación 2, sabiendo que cada sensor consume un aproximado de 200mA.

(Ecuación 2) Corriente máxima consumida por la fuente 5Vdc

$$I_t = I_{sensor}\ x\ 4$$

$$I_t = 0.2\ A\ x\ 4$$

$$I_t = 0.8\ A$$

Según los valores obtenidos en el cálculo de la ecuación 2 se requiere diseñar una fuente de 5Vdc que soporte un máximo de corriente de consumo de 1 A, en la figura 23 se presenta un diagrama en bloques del diseño y en la figura 24 se presenta la placa terminada de la fuente de alimentación, los diagramas de pistas y eléctrico se muestra en el Anexo 2.

Diagrama en bloques fuente alimentación

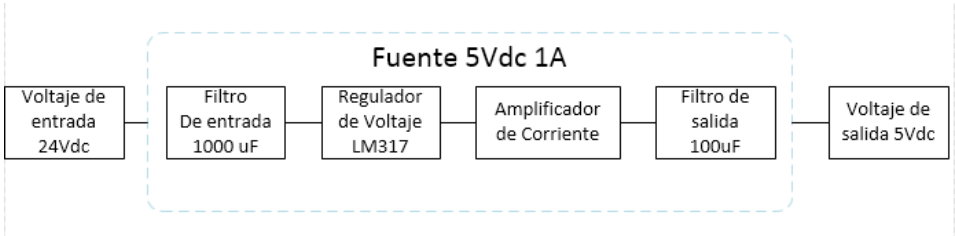


Figura 23. Diagrama en bloques del diseño de la fuente de la alimentación.

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

Fuente de alimentación 5Vdc

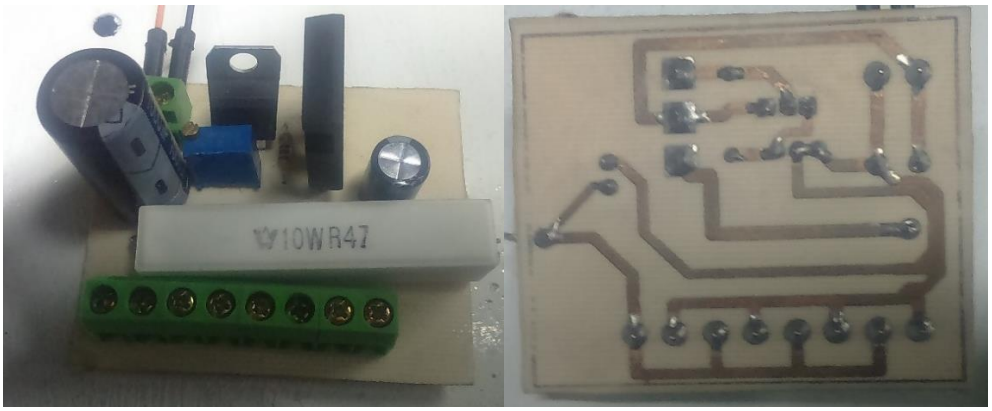


Figura 24. Fuente física de alimentación 5Vdc

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

2.1.1.6 Elementos de protección

Los elementos de protección son dimensionados de acuerdo al consumo total y parcial de corriente de los equipos montados en campo y en el tablero, la protección general tiene que ser bipolar ya que el tablero de control por la facilidad de montaje será alimentado 220Vac + GND, y el resto de protecciones monopolares ya que se trata de voltaje de corriente directa, la corriente consumida por cada equipo que intervienen en el desarrollo del proyecto técnico se detalla en la tabla 12.

Tabla 12.

Consumo de corriente de cada equipo.

ELEMENTO	CONSUMO CORRIENTE
PM-554	500 mA
AI 561	300 mA
Fuente 24Vdc	5A
Fuente 5Vdc	1A
Max Sonar	200 mA
Sirena	600mA

Nota: La corriente varía de acuerdo al trabajo del equipo

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

Para calcular el consumo máximo de corriente se suma todas las corrientes que ingresan al tablero de control TBC-001 como se detalla en la ecuación 3.

(Ecuación 3) Suma de corrientes.

$$I_T = I_{PLC} + I_{Analogico} + I_{24Vdc} + I_{5Vdc} + (4xI_{sensores}) + (4\ xI_{Sirenas})$$

$$I_T = 0.5 + 0.3 + 5 + 1 + (4x0.2) + (4x0.6)$$

$$I_T = 10\ A$$

Debido a que algunos elementos no trabajan al 100% para el cálculo de la protección general se considera un 70% de trabajo máximo como se muestra en la ecuación 4.

(Ecuación 4) Calculo de corriente consumida.

$$I_C = I_T x70\%$$

$$I_C = 10x0.7$$

$$I_C = 7\ A$$

De igual forma se tiene que dimensionar para cada parte del tablero eléctrico que necesita protección, los cálculos para el dimensionado de la protección del PLC se detalla en la ecuación 5 y para los sensores en la ecuación 6.

(Ecuación 5) Corriente consumida: PLC y módulo analógico.

$$I_T = (I_{PLC} + I_{Analogico} + (4\ xI_{Sirenas}))x70\%$$

$$I_C = \big(0.5 + 0.3 + (4x0.6)\big)x(0.7)$$
$$I_C = 2.24\ A$$

(Ecuación 6) Calculo de corriente consumida por los sensores.

$$I_T = (4xI_{sensores})\text{x}70\%$$
$$I_C = (4x0.2)x0.7$$
$$I_C = 560\ mA$$

Una vez que se ha dimensionado los valores de las protecciones que se va usar dentro del tablero se ha resumido en la tabla 13.

Tabla 13.
Dispositivos de protecciones

PROTECCIÓN	CORRIENTE	TIPO
General	7 Amp	Bipolar
PLC y Módulo	4 Amp	Monopolar
Sensores	1 Amp	Monopolar

Nota: Protecciones de acuerdo al dimensionamiento de corrientes consumidas
Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

2.1.1.7 Tablero para conexiones eléctricas

Para la elección del cajetín se debe tener en cuenta el ambiente en donde se va a montar, por lo cual el único requerimiento es la restricción de ingreso de polvo por lo que se requiere un cajetín con una IP mínima de 50.

El cajetín que se va a utilizar para las conexiones eléctricas está fabricado tol galvanizado con dimensiones 40 cm de ancho, 60 cm de alto y 17 cm de profundidad como se muestra en la figura 25.

Cajetín para conexiones eléctricas

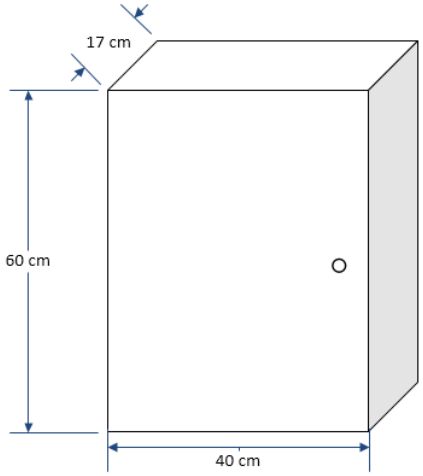


Figura 25. Dimensiones del cajetín para conexiones eléctricas.

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

2.1.1.8 Sirena

La sirena se selecciona de acuerdo con requerimientos de protección contra agua y polvo, por lo que se elige una sirena de marca camsco como se muestra en la figura 30, que funciona a 220Vac y que presenta una IP 65 la misma que garantiza la protección adecuada frente al polvo y agua.

Sirena

Figura 26. Sirena Camsco 220Vac

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

2.1.2 Levantamiento de planos

Para el desarrollo del proyecto es necesario realizar la ingeniería en detalle de los

planos P&D y planos eléctricos para facilitar el montaje de los equipos en campo y la distribución de equipos dentro del cajetín de conexiones.

2.1.2.1 Plano P&D de los silos de almacenamiento

El plano P&D que se muestra en el anexo 3, detalla de forma estructural la conexión y ubicación de los equipos de control para el desarrollo del presente proyecto.

2.1.2.2 Plano eléctrico

En el plano eléctrico mostrado en el anexo 4, se detalla todas las conexiones del tablero de control así como también las conexiones en campo, además se genera hojas de datos que son de ayuda para el personal de mantenimiento, las listas generadas son las siguientes:

- Conexiones del PLC
- Lista de artículos
- Lista de conexiones

2.2 Secuencia operativa de funcionamiento

Se muestra en la figura 27 mediante un diagrama de flujo la secuencia de operación; que el presente proyecto presentara a la empresa de fideos Toscana para satisfacer la necesidad que actualmente presentan.

Mediante los sensores ubicados en la parte superior de los silos de la empresa de Fideos Toscana envían una señal analógica constante al PLC para conocer en tiempo real de la cantidad de harina que existe dentro, así tener mayor control sobre la harina existente en su interior; estos datos son recibidos y procesados por el PLC para que la representación en el HMI se apegue a la realidad en el interior del silo.

Para la visualización de datos a internet se lo realizara mediante el software Team Viewer que además de permitir observar los datos en internet en tiempo real permite brindar un acceso remoto para monitorear el funcionamiento de los equipos montados en campo; pudiendo acceder al PLC sin ninguna dificultad desde cualquier

computador con acceso a internet.

Secuencia de proceso

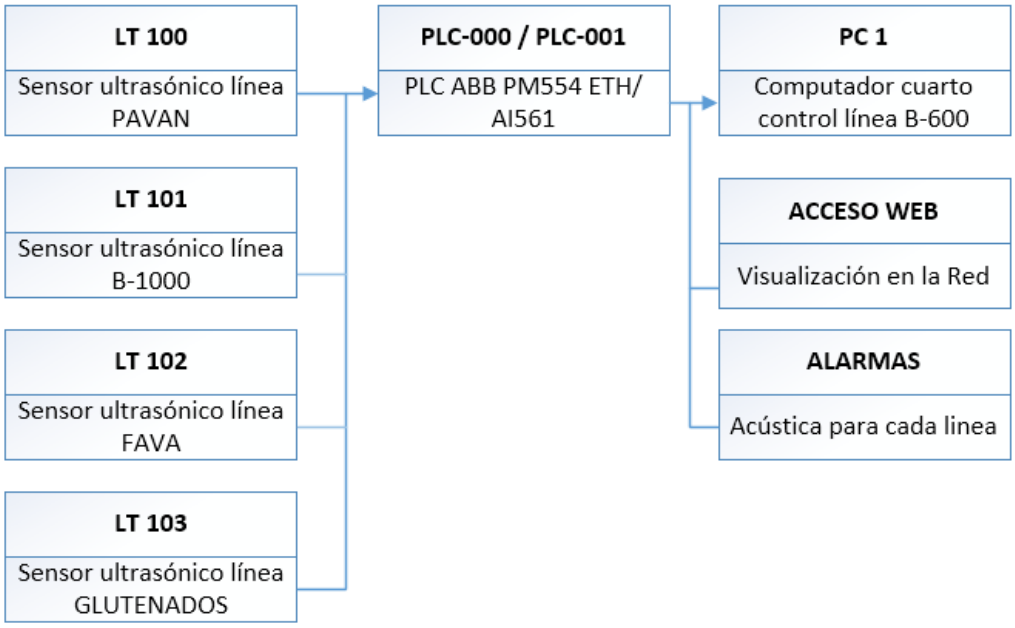


Figura 27. Diagrama secuencial de proceso.

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

2.2.1.1 Calculo del volumen del silo de abastecimiento

Cada silo consta de dos partes, una cónica ubicada en la parte inferior y una cilíndrica en la parte superior; con el sensor ultrasónico se puede medir la cantidad de harina existente en el interior del silo, para esto se debe tener en cuenta que el sensor mide la distancia que existe entre la harina y el sensor, por lo tanto para obtener la medida real de la harina en el silo se debe tomar un punto de referencia, es decir el valor máximo que puede medir el sensor es cuando está vacío, a este punto máximo se le resta el valor real del sensor y se obtiene la altura que ocupa la harina en el silo como se muestra en la figura 28 y la ecuación 7.

Parámetros de medida del sensor

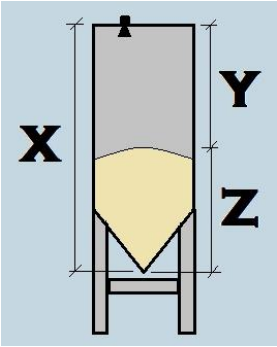


Figura 28. Parámetros de medida del sensor para conocer la altura de la harina en el interior del silo

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

(Ecuación 7) Altura de harina dentro del silo

$$\boldsymbol{Z = X - Y}$$

X: Distancia del silo cuando está vacío.

Y: Distancia entre silo y harina.

Z: Distancia que ocupa la harina existente en el silo.

Para poder obtener el volumen de harina dentro del silo, se debe calcular primero el volumen en la base cónica como se detalla en la ecuación 8, si la altura de harina dentro del silo sobre pasa la parte cónica se procede a calcular el volumen de la parte cilíndrica para obtener el resultado final se suman los dos volúmenes.

(Ecuación 8) Volumen cónico.

$$Vc = \pi * r^2 * \frac{z}{3}\ [m^3]$$

Vc= Volumen del cono.

r = Radio del silo.

z= Distancia que ocupa la harina existente en el silo.

Para el cálculo del volumen del cilindro se detalla en la ecuación 9.

(Ecuación 9) Calculo del volumen del cilindro.

$$Vci = \pi * r^2 * h \, [m^3]$$

Una vez que se tiene los volúmenes parciales se calcula el volumen total mediante la suma como se muestra en la ecuación 10 y en la figura 29 se muestra el flujograma del cálculo del volumen total del silo.

(Ecuación 10) Volumen total

$$V_T = V_c + V_{ci} \, [m^3]$$

2.2.1.2 Filtros para señal analógica

Debido que las señales analógicas son susceptibles a ruidos externos se utiliza filtros en la programación del PLC para estabilizar la señal obtenida por el sensor análogo, para lo cual se usa filtros de la biblioteca "oscat_basic_333", el uso de los filtros se muestra en la figura 29 mediante un flujograma.

Filtro de la señal analógica

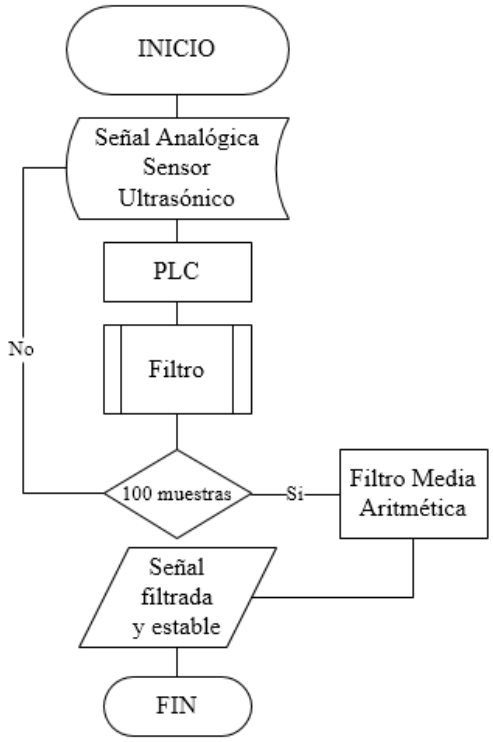


Figura 29. Filtro para estabilizar la señal analógica de los sensores ultrasónicos de nivel.

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

2.2.1.3 Escalamiento de la señal analógica

La señal análoga filtrada es acondicionada de manera que el valor a manipular sea fácil de utilizar a lo largo de la programación en la figura 30 se muestra el diagrama de flujo del escalamiento de la señal.

Acondicionamiento de la señal analógica

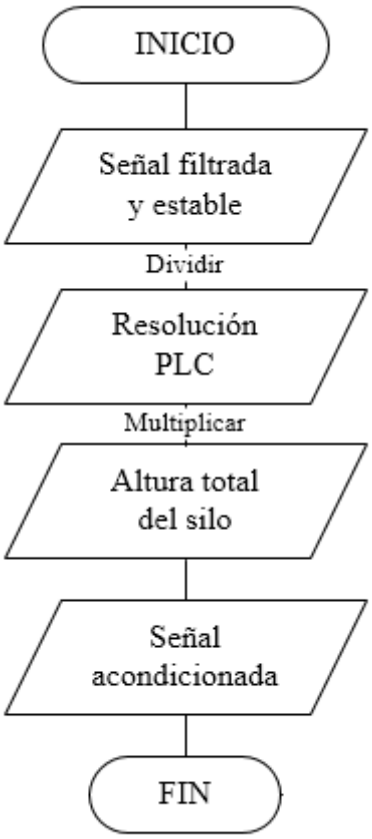


Figura 30. Diagrama de flujo escalamiento señal analógica

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

2.2.2 Ubicación de la baliza de señalización

La ubicación de la baliza se muestra en la figura 31, la baliza visual-acústica de marca Camsco se coloca en la entrada del cuarto de control de la línea de producción PAVAN de manera que sea visible para el operador en todo momento.

Plano de ubicación señal sonora-acústica

Figura 31. Plano de ubicación de la baliza de señalización Camsco

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

La baliza de señalización Camsco será activada según la lógica de programación cuando el sensor detecte niveles críticos de harina, que son; nivel alto y nivel bajo, el PLC activa una salida digital la cual es tomada para activar un relé de 24Vdc, así mismo se conecta un pulsador en una entrada digital para resetear la alarma las conexiones del PLC se muestra en la figura 32.

Activar relé 24Vdc

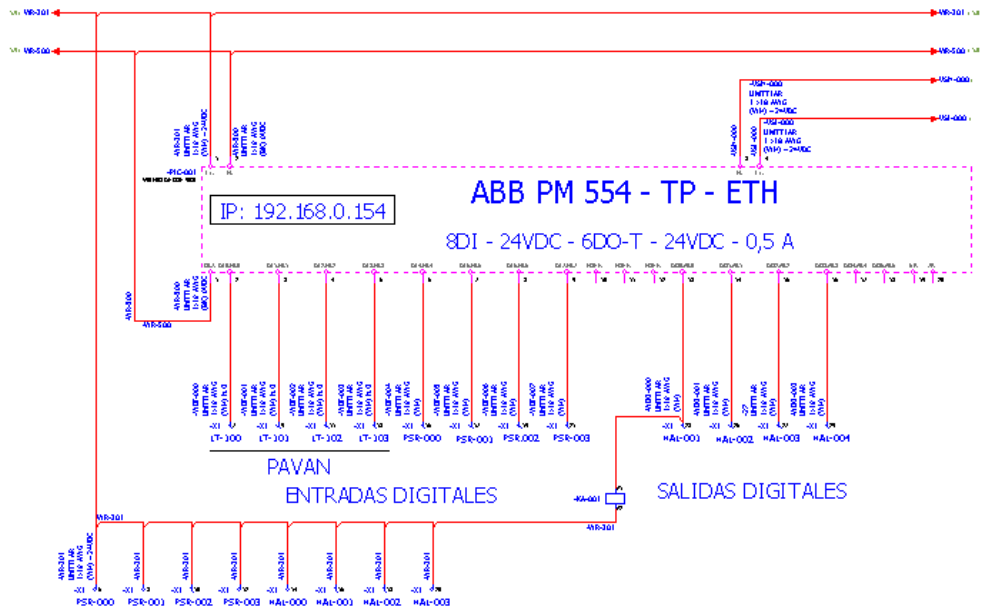


Figura 32. Circuito de control para activar el relé de 24Vdc

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

Debido a que la baliza necesita una alimentación de 220Vac, se utilizan dos contactos del normalmente abierto que al activarse el relé permiten el paso de voltaje para activar la alarma tal como se muestra en la figura 33.

Conexión de la baliza

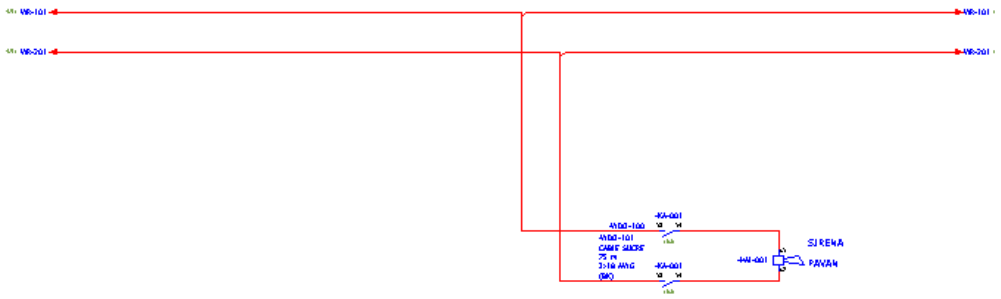


Figura 33. Conexión eléctrica baliza visual-acústica

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

2.2.3 Acceso web

Uno de los programas que la empresa utiliza para acceso remoto es el team viewer, ya que en ocasiones brindan soporte técnico a los equipos desde otros países mediante internet, por lo tanto para el desarrollo del proyecto se utilizara el software team viewer para acceder a la visualización de los silos en tiempo real, mediante un código de

acceso que cada computador registra.

La pantalla de inicio para el acceso remoto se muestra en la figura 34.

Team Viewer

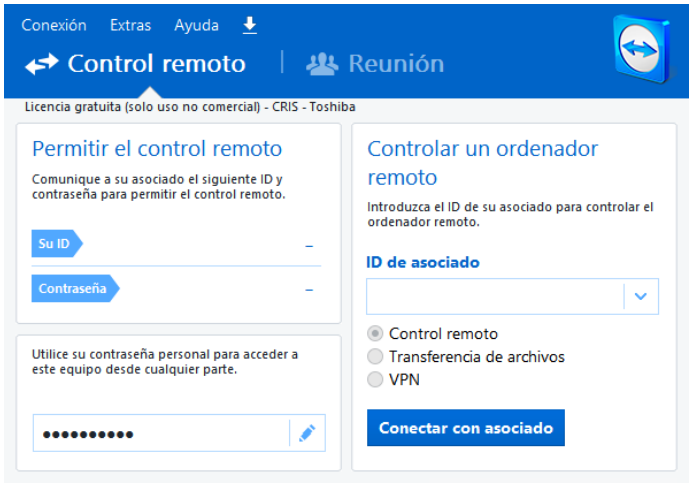


Figura 34. Pantalla de acceso para el control remoto de otro equipo

Elaborado por: (Team Viewer, 2015)

CAPÍTULO 3

IMPLEMENTACIÓN, PRUEBAS Y RESULTADOS

En el presente capitulo se desarrolla la construcción del tablero eléctrico, montaje de los equipos en campo para finalizar con las pruebas y obtener resultados de funcionamiento.

3.1 Desarrollo lógica del programa

Mediante un diagrama de flujo que se muestra en la figura 35 se presenta la lógica de funcionamiento del programa.

Lógica de programación

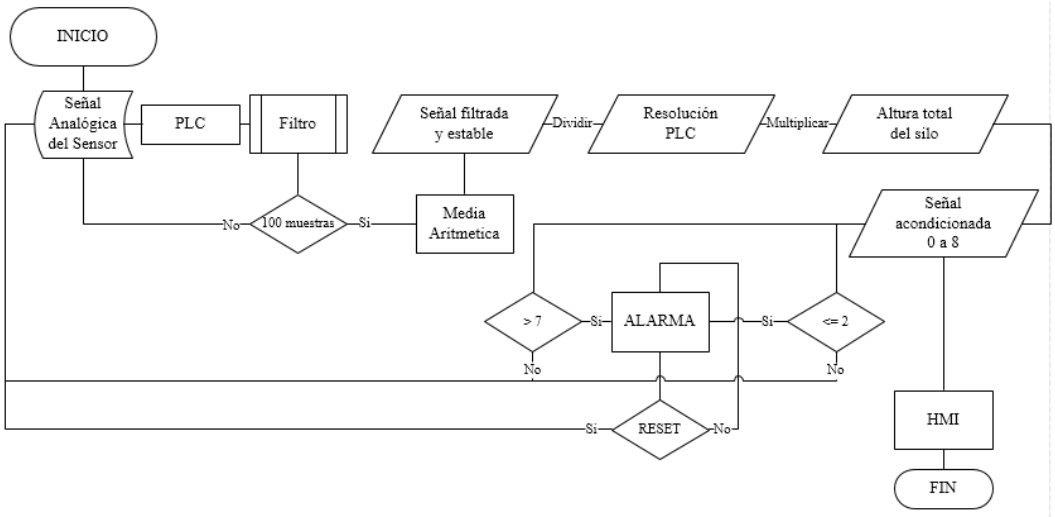


Figura 35. Diagrama de flujo lógica de programa para el PLC

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

3.2 Desarrollo del HMI

El diseño de las pantallas de visualización del HMI se desarrolló de manera que sea ergonómico para el operador, distribuidas de la siguiente forma:

- Pantalla principal de acceso
- Silos PAVAN y B-1000

- Silos FAVA y Glutenados
- Históricos

La pantalla principal de acceso permite seleccionar mediante tres botones hacia que pantalla se desea dirigir, tal como se muestra en la figura 36 y en la figura 37 se muestra el diagrama de flujo de funcionamiento de la pantalla de acceso.

Pantalla de acceso

Figura 36. Pantalla principal de acceso

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

Diagrama flujo pantalla de acceso

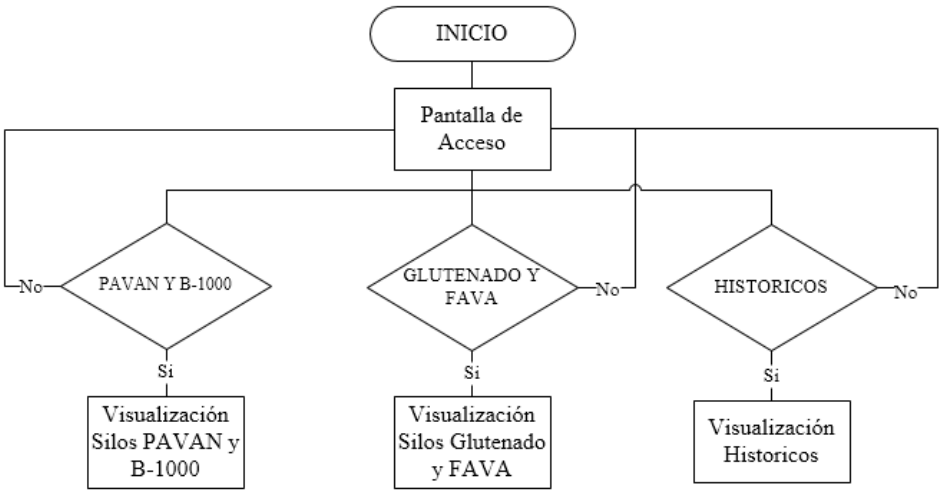


Figura 37. Flujograma de la pantalla principal de acceso

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

Las pantallas de visualización de los silos tienen el mismo diseño debido a que los cuatro silos realizan las mismas funciones, cada pantalla cuenta con botones que

permiten navegar entre todas las visualizaciones, en la figura 38 se muestran el diseño de la pantalla de los silos de almacenamiento.

En la pantalla de los silos de almacenamiento se puede observar la cantidad de harina medida en metros y el volumen en centímetros cúbicos que ocupa la harina en el interior del silo, mediante un flujograma se muestra en la figura 39 el funcionamiento de las pantallas de visualización de los silos así también en la tabla 14 se detalla cada parte que conforma la pantalla del HMI.

Pantalla de visualización de los silos de almacenamiento

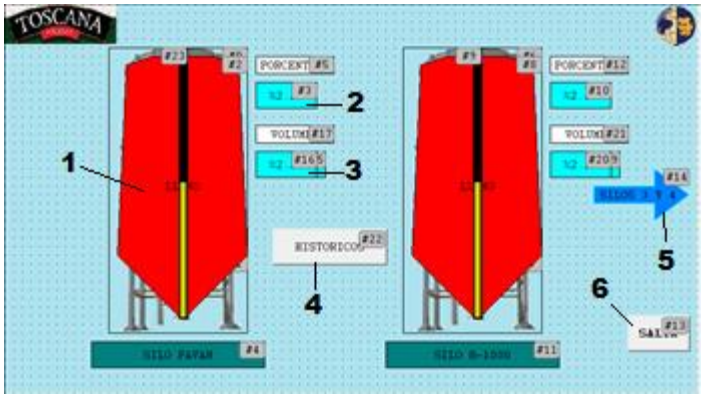


Figura 38. Visualización de los silos de almacenamiento

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

Flujograma silos de almacenamiento

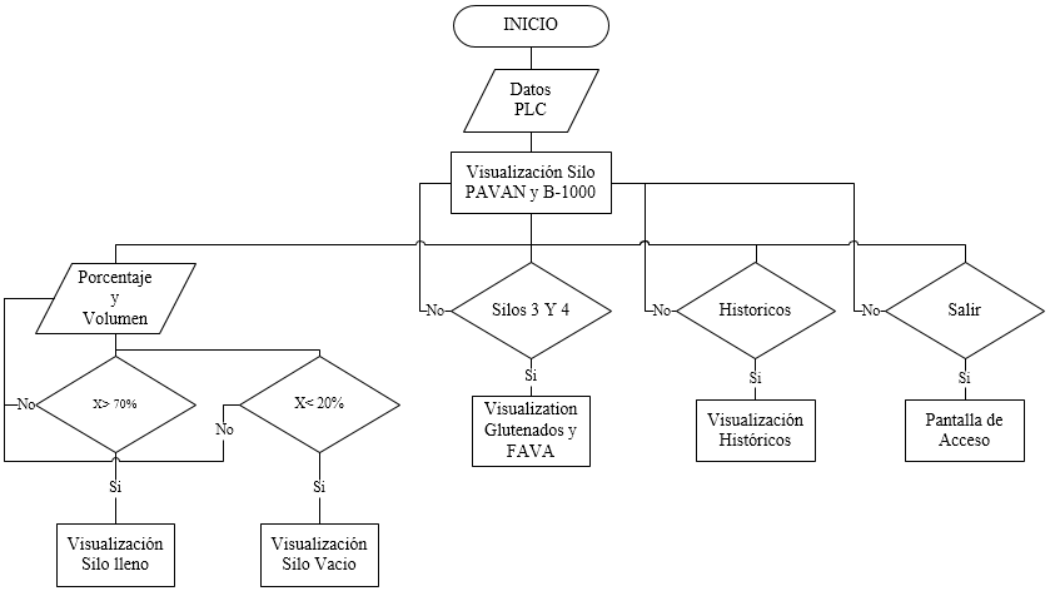


Figura 39. Flujograma silos de almacenamiento

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

Tabla 14.

Detalle de la visualización silos almacenamiento

Número	Detalle
1	Animación del llenado y vaciado de harina
2	Visualización cantidad de harina expresada en %
3	Visualización volumen de harina expresada en cm^3
4	Botón acceso a detalles de alarmas
5	Botón acceso a los silos 3 y 4
6	Botón para salir a la pantalla de acceso principal

Nota: Detalle de la pantalla de visualización para los silos de almacenamiento

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

En pantalla de históricos se visualizara las alarmas o advertencias que se presenten según la cantidad de harina en el interior de los silos de almacenamiento, dichas alarmas o advertencias se podrá dar aviso de recibidas ACK, pero siempre quedaran guardadas dentro del historial, el diseño de la pantalla se presenta en la figura 40 y el diagrama de flujo de funcionamiento en la figura 41 y cada parte de la pantalla de visualización se detalla en la tabla 15.

Históricos

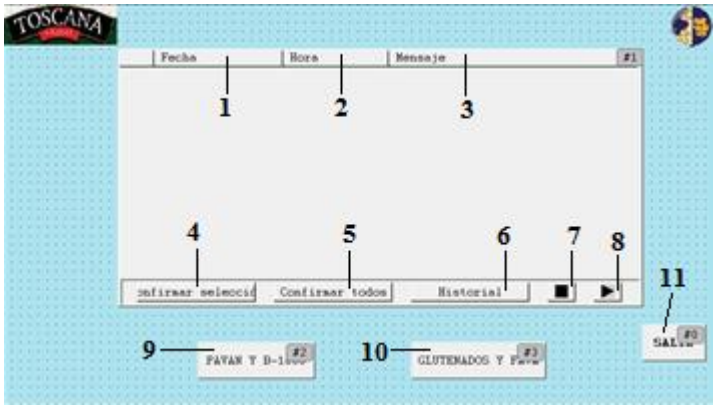


Figura 40. Pantalla de visualización históricos de alarmas y advertencias

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

Diagrama de Flujo Históricos

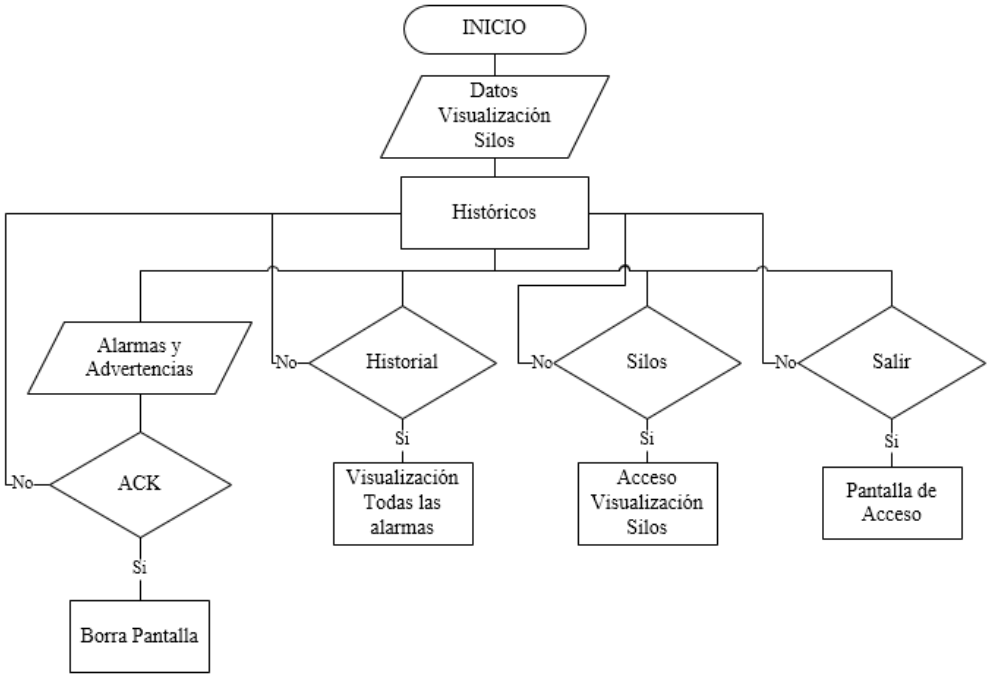


Figura 41. Diagrama de flujo históricos de alarmas y advertencias

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

Tabla 15.

Detalle de funcionamiento de la pantalla de visualización históricos

Número	Detalle
1	Fecha de la alarma o Advertencia
2	Hora de la alarma o Advertencia
3	Tipo de Alarma o Advertencia
4	Ack de las alarmas y advertencias
5	Ack de todo el registro de alarmas y advertencias
6	Historia de todas las alarmas generadas
7	Parar el registro de Alarmas
8	Iniciar el registro de alarmas
9	Botón acceso PAVAN y B–1000
10	Botón acceso Glutenados y FAVA
11	Botón para salir a la pantalla de acceso principal

Nota: Detalle de la pantalla de visualización de los históricos de alarmas y advertencias

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

3.3 Equipos disponibles para la implementación

Varios equipos fueron otorgados por la empresa Toscana por lo cual no cumplen con

el dimensionado realizado en el capítulo 2, en la tabla 16 se detallan los equipos ideales versus los que se dispone para la implementación.

Tabla 16.

Equipos ideales versus equipos disponibles

EQUIPOS		
IDEALES	**DISPONIBLES**	**MARCA**
Sensor Ultrasónico MaxSonar	OK	MaxBotix
PLC PM-554 ETH	OK	ABB
Módulo analógico AI561	OK	ABB
VNTC 3x18 AWG +SC	OK	General Cable
Fuente 24Vdc 2A	Fuente 24Vdc 5A	Mean Well
Fuente 5Vdc 1A	OK	Sin marca
Protección general 7A	Protección general 2A	Siemesn
Protección PLC y módulo analógico 4A	OK	LG-BKN
Protección Sensores 1A	OK	Sassin
Cajetin IP 50 mínima	Cajetín sin IP conocida	Sin marca
Sirena IP 65	OK	Camsco
Pulsador mas contacto N.O	OK	Siemens

Nota: Equipos disponibles en la empresa Toscana para la implementación

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

3.4 Construcción del tablero de control

El tablero de control se construyó en base a los diagramas eléctricos, para las conexiones de voltaje directo Vdc internas se utilizó cable 18 AWG, para la alimentación Vac y GND se utilizó cable 14 AWG, se utiliza canaleta ranurada 40 x 40 [mm], todas las conexiones del tablero de control TBC-001 son detalladas en el anexo 4.

La figura 42 muestra la construcción del tablero de control terminado para los sensores analógicos.

Tablero de control sensores ultrasónicos

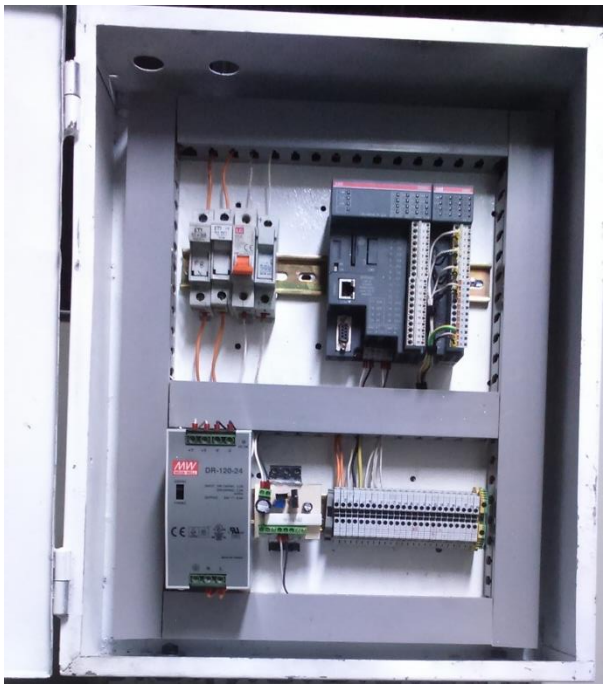


Figura 42. Tablero de control TBC-001 sensores ultrasónicos

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

3.5 Montaje de equipos

Una vez que se conoce la ubicación donde se va a implementar los equipos se ha establecido algunos parámetros para el montaje, como son la ubicación del tablero de control, el sensor, tendido del cable de instrumentación.

3.5.1 Ubicación y montaje del tablero de control

Teniendo en cuenta la optimización de recursos se opta por colocar el tablero de control de los sensores ultrasónicos junto a los tableros que se usan para el control del transporte de harina como se muestra en la figura 43, el motivo que se coloca en esa posición es por disposición del personal de mantenimiento y debido a que en el TB-501 tiene cuatro barras de cobre con un voltaje 220Vac trifásico neutro como se muestra en la figura 44, para alimentar el tablero del presente proyecto.

Ubicación en campo del tablero de control

Figura 43. Ubicación tablero de control sensores ultrasónicos

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

Embarrado 220Vac trifásico

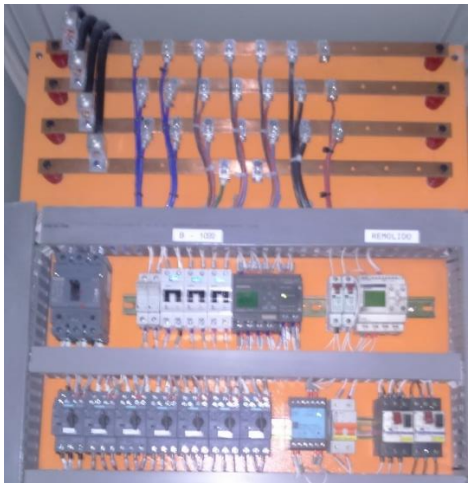


Figura 44. Embarrado 220Vac trifásico para la alimentación del TBC-001 tomado en Toscana

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

3.5.2 Tendido de cable de instrumentación

Para el tendido del cable de utilizo recursos que ya se encontraban montados en la empresa y algunos adicionales como la colocación de un tubo galvanizado, para llegar a una caja local de conexiones que es la que permitirá la distribución hacia cada silo, se tendió 2 cables de instrumentación 3x18 AWG +SC con una longitud de 28 mts cada uno, desde la salida del tablero de control TBC-001 se tiende el cable por canaleta metálica de 200 mm por una distancia 15 mts, en la figura 45 se muestra la canaleta

por donde será tendido el cable.

Tendido de cable por canaleta

Figura 45. Tendido de cable por canaleta de 200mm tomado en Toscana.

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

Para llegar a la parte superior del silo se utilizó tubería galvanizada de ¾ de pulgada en una distancia de 7,80 mts, la cual llega hasta un travesaño ubicado en el techo del área de la bodega del molino como se muestra en la figura 46.

Tubería galvanizada

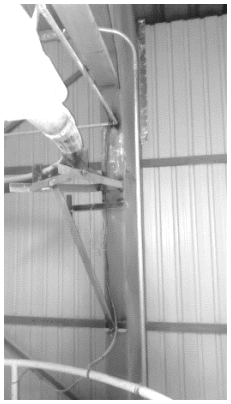


Figura 46. Tubería galvanizada ¾ para cable

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

Para el último tramo que llega a la caja local JBX-001 tiene una distancia de 5,20 mts los cuales son tendidos por la viga transversal que se muestra en la figura 47, la misma que pasa cerca de la Junction Box.

Viga trasversal

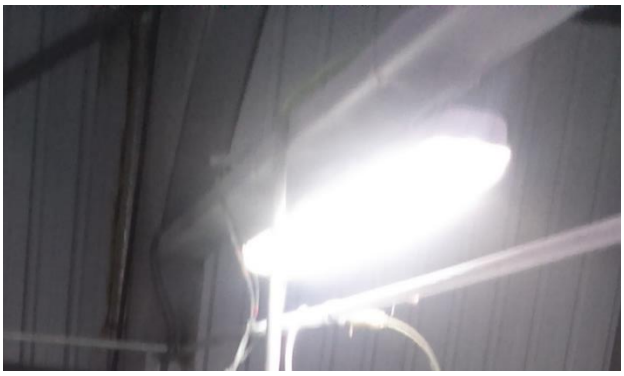


Figura 47. Viga trasversal, tramo hacia la JBX-001 tomado en Toscana

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

3.5.3 Montaje del sensor MaxSonar

De acuerdo a las características de montaje respetando lo que se estipula en el Datasheet que se muestra en el anexo 1, el sensor debe tener un radio libre de 1.10 cm, la forma ideal para colocar el sensor de nivel seria en el centro del silo pero debido a la estructura de cada silo el ingreso de harina tiene en la parte central por lo que nos desplazamos 40 cm a un lado del centro teniendo un radio 1,50 cm con la pared más cercana del silo.

Una vez trazado el lugar donde se va a colocar el sensor ultrasónico, se perfora el orificio, se coloca la base hecha de mica de 5mm de espesor resistente y especial para el uso alimenticio ya que no produce alteraciones en la materia prima.

El soporte donde se colocara el sensor tiene una medida de 90mm x 110mm con el agujero central M30 y cuatro agujeros en las esquinas para sujetar al silo de medida M6, para evitar que la harina se escape debido a que la superficie del silo es corrugada se coloca felpa alrededor del agujero del sensor.

En la figura 48 se muestra el sensor ubicado sobre el silo de abastecimiento.

Montaje sensor ultrasónico de nivel

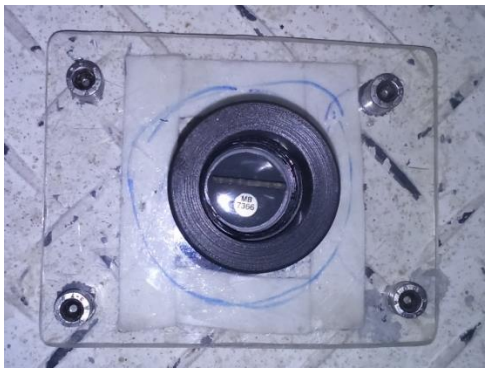


Figura 48. Sensor ultrasónico de nivel montado sobre el silo PA¨VAN

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

La rosca que sujeta al sensor es una adaptación de grilón que se elaboró con ayuda de un mecánico de la planta el cual consta de las siguientes medidas que se detalla en la figura 49.

Rosca de grilón

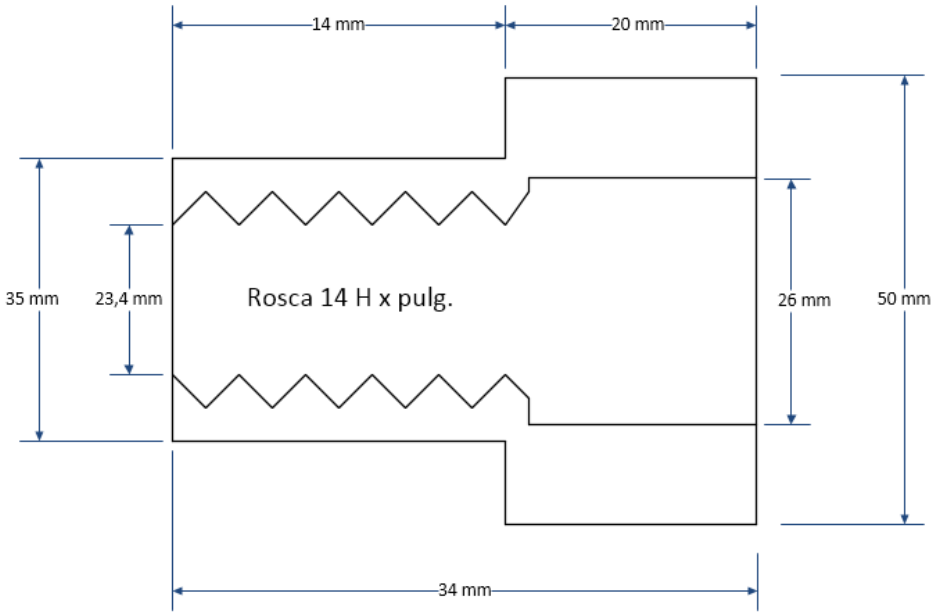


Figura 49. Soporte de grilón con rosca para sujeción del sensor

Elaborado por: Personal mantenimiento mecánico empresa Toscana.

3.6 Pruebas y resultados obtenidos con el sensor ultrasónico

Se realizaran tres pruebas dentro del proyecto las cuales constan prueba de conexiones y voltajes, prueba del PLC y Sensor, y prueba de visualización.

3.6.1 Prueba de conexiones y voltajes

La prueba de conexiones se realiza en base al plano eléctrico, cada conexión se encuentra debidamente señalizada, la prueba de voltajes se realiza para evitar riesgos durante la puesta en marcha del tablero de control, se verifica que en la entrada de la protección general BKR-001 tenga un voltaje 220Vac, una vez comprobado el voltaje se coloca en la posición de encendido el BKR-001 y se procede con la verificación de voltaje en la fuente VDC-100, si a su salida de voltaje tiene 24 Vdc, y la verificación en la cabecera del BKR-002 y FU-001 los cuales son la alimentaciones del PLC- 001, PLC-002 y la fuente de 5Vdc, una vez que se ha comprobado los voltajes tanto en el TBC-001 y JBX-001 se obtiene los resultados que son presentados en la tabla 17.

Tabla 17.

Pruebas de voltaje sensor ultrasónico

ELEMENTO	TBC-001	JBX-001
BKR-001	219.5 Vac	-----
BKR-002	23.9Vdc	-----
FU-001	24.2Vdc	-----
VDC-100	23,9Vdc	-----
VDC-200	4,7Vdc	4,6Vdc
PLC-001	23.9Vdc	-----
PLC-002	23.9Vdc	-----
LT-100	4,6Vdc	4,6Vdc

Nota: Voltajes medidos del tablero de control y junction box

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

3.6.2 Pruebas del PLC y sensor ultrasónico

Las pruebas del PLC se realizan en base a la variación de voltaje obtenido por el sensor ultrasónico, y el comportamiento del PLC frente al valor analógico receptado para obtener un valor real mediante el escalamiento de la señal.

El valor de voltaje que se tomó del sensor ultrasónico es de 4.2 Vdc el mismo que en el PCL refleja un valor de 27170 que para estabilizar la señal pasa por un filtro como se muestra en la figura 54 obteniendo un valor filtrado de 27162, este valor es escalado para obtener un valor real en metros que representa la altura de la harina en el interior

del silo obteniendo un valor 0.14 mts.

El valor que se obtuvo fue contante sin variaciones; en ese instante se tenía conocimiento que el silo se encontraba con un 30% de materia prima en su interior, y el valor que se obtenía del sensor fue como que se encontraba vacío, se pidió que se abastezca de harina hasta un 50% para verificar el comportamiento del sensor pero no se obtiene cambios en el valor registrado por el PLC-002, por lo que se procede a una prueba del sensor fuera del silo para verificar su funcionamiento, el comportamiento del sensor ultrasónico fuera del silo varia el voltaje y la señal que es receptada por el PLC-002 es de 8,40 mts, que es la distancia real a la que se colocó el sensor hasta el suelo.

3.6.3 Prueba de visualización

Como la prueba del sensor LT-100 fallo debido a agentes externo del montaje, las pantallas de visualización que se obtienen son únicamente la de vacío como se muestra en la figura 50, ya que el sensor cuando no detecta una zona fija para sensar se satura, por lo que en la visualización el TK-001 se encuentra vacío todo el tiempo.

Visualización señal tomada en el interior Silo

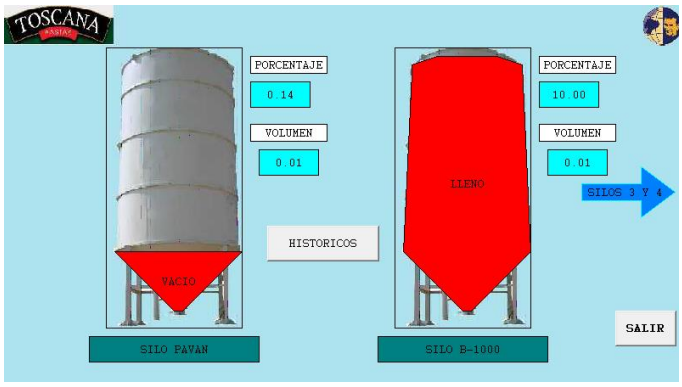


Figura 50. Visualización de la señal del sensor ultrasónica tomada del interior del silo PAVAN

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

En la figura 51 se muestra el resultado de la visualización con la prueba del sensor ultrasónico fuera del silo.

Visualización señal tomada fuera Silo

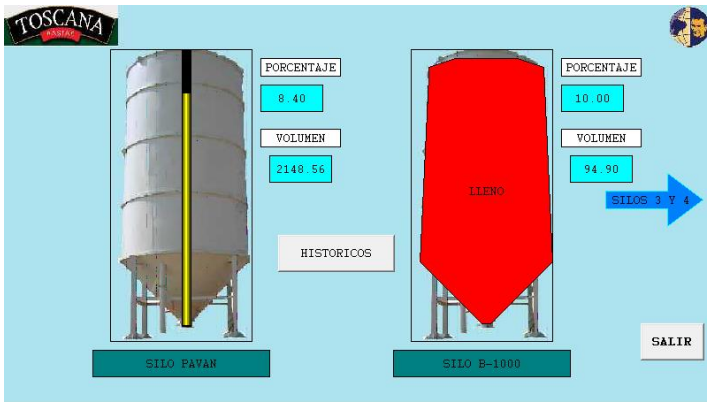


Figura 51. Visualización de la señal del sensor ultrasónica tomada fuera del silo PAVAN

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

Después de varias pruebas de los sensores ultrasónicos MaxSonar HRLX-WR y comprobados por el proveedor se llega a la conclusión que no son adecuados para este tipo de aplicaciones por lo que se llega al punto de cambiar de sensor, los datos que se enviaron al proveedor tanto de voltaje como del valor que el PLC recibe se presenta en la tabla 18.

Tabla 18.

Pruebas de voltaje y señal del PLC

PRUEBA DE VOLTAJE Y SEÑAL DEL PLC SENSORES ULTRASÓNICOS					
Interior Silo			Fuera Silo		
Cantidad Harina	Voltaje Sensor [Vdc]	Valor PLC	Distancia [m]	Voltaje Sensor [Vdc]	Valor PLC
30%	4.2	21170	8.4	4.52	19758
50%	4.2	21170	5	2.64	11761
0%	4.2	21170	1.5	0.82	3528

Nota: Pruebas de voltaje y señal del PLC enviadas al proveedor de la empresa TCS industrial para verificación de funcionamiento de los sensores ultrasónicos

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

3.7 Sensores capacitivos

Los sensores capacitivos reaccionan ante la mayoría de elementos metales y no metales algunos de estos sensores son regulables es decir permite ampliar o reducir la zona de sensado, también al regular se hace menos susceptible algunos materiales por lo que es muy utilizado cuando se requiere sensar a través de plástico.

El proyecto consta de 4 niveles para lo cual se utiliza 4 sensores capacitivos, el primer sensor que detecta la señal low-low es un sensor capacitivo rectangular, los siguientes tres sensores son cilíndricos que detectan la señale low, high y high-high, todos de la marca SICK que presentan un grado de protección IP 67 que no tiene ningún problema al estar en contacto directo con harina, las características del sensor rectangular se muestra en la tabla 19 y su forma física en la figura 52.

Tabla 19.

Características técnicas sensor capacitivo rectangular

Sensor	Capacitivo
Material de carcasa	Plástico
Voltaje de alimentación	10-36V DC
Corriente máxima	200mA
Frecuencia	50Hz
Temperatura de trabajo	-25/80°C
Clase de impermeabilidad	IP67

Nota: Sensor capacitivo rectangular marca SICK

Elaborado por: (SICK, 2016)

Sensor capacitivo rectangular

Figura 52. Forma física del sensor capacitivo rectangular marca SICK

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

Las características técnicas de los sensores capacitivos cilíndricos se muestran en la tabla 20 y su forma física en la figura 53, la diferencia entre el rectangular y cilíndrico está en su forma de montaje.

Tabla 20.

Características técnicas sensor capacitivo cilíndrico

Sensor	Capacitivo
Material de carcasa	Plástico
Voltaje de alimentación	10-36V DC
Corriente máxima	200mA
Frecuencia	50Hz
Temperatura de trabajo	-25/80°C
Clase de impermeabilidad	IP67

Nota: Sensor capacitivo cilíndrico marca SICK

Elaborado por: (SICK, 2016)

Sensor capacitivo cilíndrico

Figura 53. Forma física del sensor capacitivo cilíndrico marca SICK

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

3.7.1 Montaje de los sensores capacitivos

Para el montaje de los sensores capacitivos se utilizó el mismo orificio que el que se usó para colocar el sensor ultrasónico, ya que la empresa presta las facilidades para perforar un costado de los silos se optó por introducir una pletina de 5cm de ancho por 6mm de espesor y 5,60 cm de largo, donde se encontraran ubicados los sensores capacitivos a distancias que son de incertidumbre para el operador como se muestra en la figura 54, y así tener un conocimiento aproximado de la cantidad de harina existente dentro del silo TK-001, debido a que la pletina por el ambiente se tiende a oxidar y al tratarse de materia prima comestible se revistió de pintura con grado alimenticio ya que no pone en riesgo la harina y se encuentra dentro de las buenas prácticas de manufactura BPM en el anexo 6 se presenta la modificación del plano de instrumentación P&D para los sensores capacitivos.

Montaje sensores capacitivos.

Figura 54. Sensores capacitivos montados a lo largo de la pletina.

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

3.8 Modificación del tablero de control

Los planos eléctricos, y el tablero de control TBC-001 fueron modificados para obtener los datos de los sensores capacitivos, los cuales son implementados para el TK-001 correspondiente a la línea de producción PAVAN, ya que por falta de recursos económicos se deja el estudio y el diseño a la empresa Sucesores de Jacobo Paredes M.S.a para los tres silos restantes.

Para la reconstrucción del tablero se vuelve a realizar las conexiones según el plano eléctrico modificado que se muestran en el anexo 7, y su forma física se muestra en la figura 55.

Tablero de control modificado

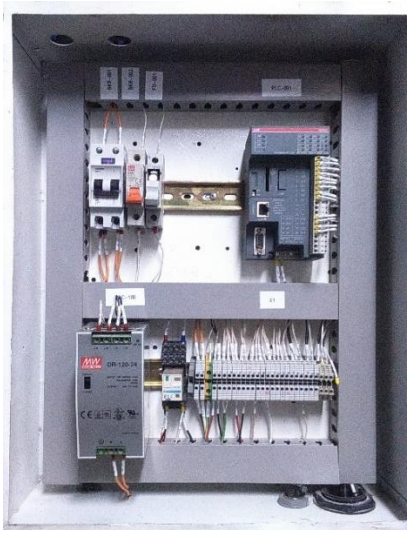


Figura 55. Tablero de control modificado para los sensores capacitivos

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

3.9 Pruebas y resultados sensores capacitivos

De la misma manera que las realizadas con el sensor analógico se realizan tres pruebas de funcionamiento, prueba de conexiones y voltajes, prueba del PLC y Sensor, y prueba de visualización del acceso remoto.

3.9.1 Pruebas de conexiones y voltaje

Basándose en el plano eléctrico se verifican las conexiones las mismas que no presentan ningún inconveniente y son verificados que son los que se indica en el plano eléctrico, los valores medidos de la TBC-001 y JBX-001 son mostrados en la tabla 21.

Tabla 21.
Prueba de voltajes tableros modificados para los sensores capacitivos

ELEMENTO	TBC-001	JBX-001
BKR-001	219.5 Vac	-----
BKR-002	23.9Vdc	-----
FU-001	24.4Vdc	-----
VDC-100	24,4Vdc	-----
PLC-001	23.9Vdc	-----
LT-100 (N.O)	24.3Vdc	24.3Vdc
LT-100 (N.O)	24.3Vdc	24.3Vdc
LT-100 (N.O)	24.3Vdc	24.3Vdc
LT-100 (N.O)	24.3Vdc	24.3Vdc

Nota: Valores de voltaje medidos en el TBC-001 y el JBX-001 para los sensores capacitivos
Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

3.10 Pruebas del PLC y sensores capacitivos

Las pruebas en el PLC y de los sensores se realiza activando y desactivando cada sensor y viendo si la señal cuando cierra el contacto normalmente abierto del sensor llega al PLC-001, se comprueba todos los modos posibles se calibra cada sensor para que sea susceptible a la harina y no presenta ningún problema trabaja de manera óptima, en la figura 56 se muestran los sensores capacitivos funcionando en el interior del silo TK-001.

Sensores capacitivos ubicados en el interior del silo

Figura 56. Sensores ubicados y funcionando en el interior del silo TK-001

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian

3.11 Pruebas de visualización

Se realizó las pruebas de Visualización con gestión de alarmas para los niveles low y low-low debido a que a ningún momento el silo se llena por completo, por lo que no se puede obtener alarmas de high-high y high, sin embargo este estado es el que más le interesa a la empresa ya que el TK-001 no debe quedarse sin harina durante el funcionamiento de la línea de producción; para las pruebas de visualización se utilizó el acceso remoto desde el Team Viewer para verificar el funcionamiento del TK-001.

3.11.1 Inicio acceso remoto

Para iniciar la visualización del HMI implementado en la empresa de fideos Toscana, se debe tener instalado el software Team Viewer en las computadoras que se van a enlazar, para lo cual se debe conocer la ID que tiene cada PC para la comunicación al igual que su contraseña para acceder mediante el acceso remoto, la pantalla de inicio del software se muestra en la figura 57.

Pantalla de inicio Team Viewer

Figura 57. Pantalla de inicio Team Viewer 10

Elaborado por: (Team Viewer, 2015)

Una vez colocada la ID de la PC con la que se quiere asociar se da clic en conectar y en la pantalla solicitara la contraseña de la PC de la empresa toscana como se muestra en la figura 58.

Pantalla de autentificación

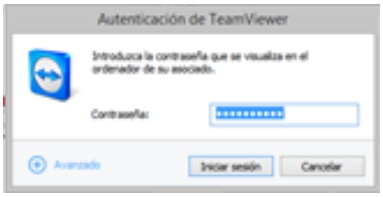


Figura 58. Contraseña del computador empresa Toscana

Elaborado por: (Team Viewer, 2015)

Se inicia sesión para acceder de manera virtual al computador de la empresa y poder ingresar a la página del HMI para visualizar el estado del silo de almacenamiento TK-001, en la figura 59 se muestra el acceso remoto a la computadora de la empresa así desde una PC ubicada en otra red e interactuando a través de internet.

Acceso a la PC de la empresa Toscana

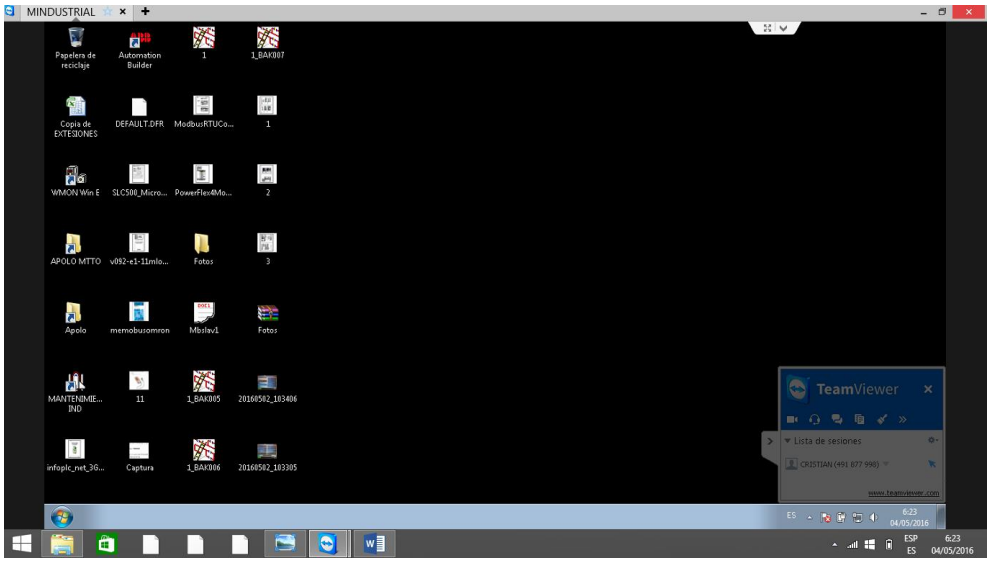


Figura 59. Acceso remoto al computador de la empresa Toscana

Elaborado por: (Team Viewer, 2015)

3.11.2 HMI mediante acceso remoto

Para acceder a la visualización se debe ingresar a cualquier navegador que permita el acceso de java e ingresar en la página http://192.168.0.154:3128/webvisu.htm como se muestra en la figura 60.

HMI

Figura 60. HMI en el navegador Internet Explorer mediante acceso remoto

Elaborado por: (Team Viewer, 2015)

En la figura 61 se muestran captura de la pantalla de visualización, del TK-001 en los niveles Low-Low y Low.

Visualización nivel Low-Low y Low.

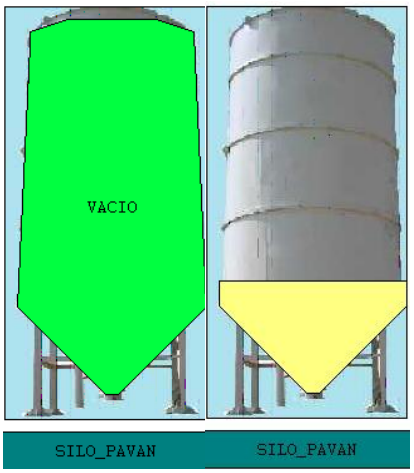


Figura 61. Niveles críticos de harina en el interior del TK-001 tomados mediante el acceso remoto

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

Cada nivel crítico de harina en el interior del silo genera una alarma la cual es registrada en la pantalla de visualización "históricos" como se muestra en la figura 62.

Históricos de alarmas

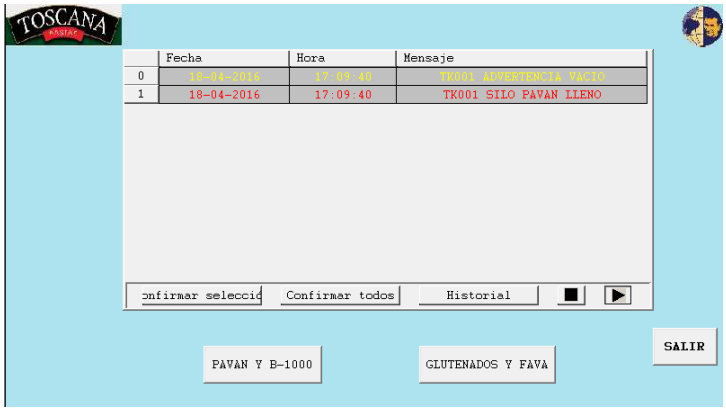


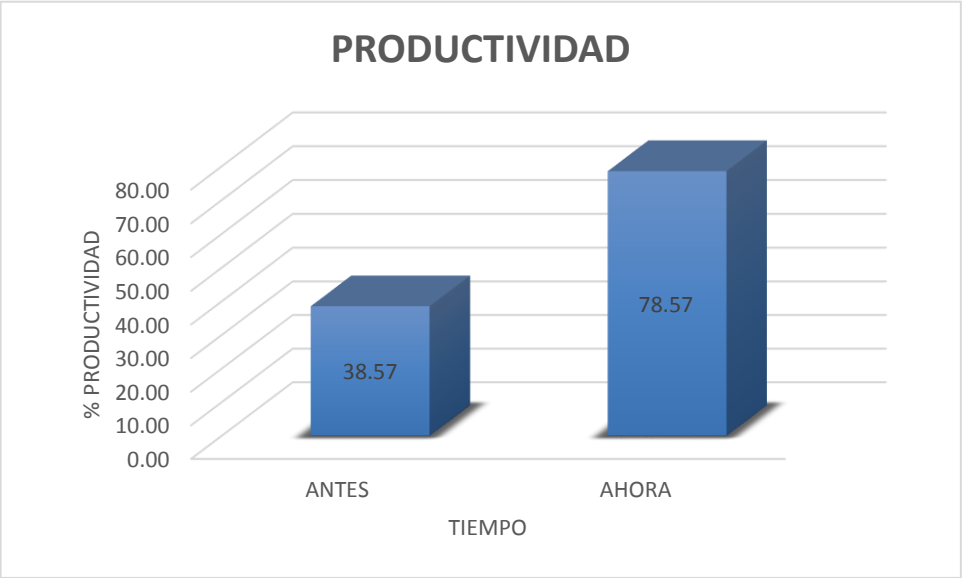
Figura 62. Gestión de alarmas presentadas en la pantalla de visualización "históricos".

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

3.12 Análisis comparativo

El presente proyecto fue elaborado con la finalidad de ayudar al personal de planta durante la producción de fideos, mediante graficas se presenta un análisis de comparación de la forma de conocer la harina en el interior del silo antiguo y actual como se muestra en la figura 63.

Análisis Comparativo



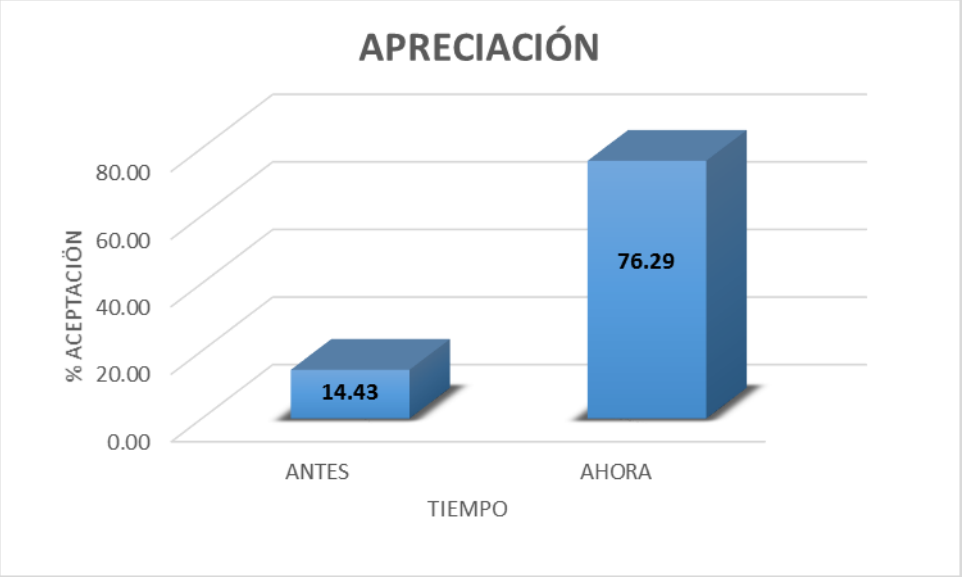


Figura 63. Análisis comparativo de la situación antigua y actual de la empresa

Elaborado por: Palacios Stalin, Rivera Cristian.

El proyecto fue revisado por el personal de la empresa y aprobado varios puntos que se presentan en el check list mostrado en el anexo 8, la empresa emitió un certificado de aprobación y conclusión del proyecto como se muestra en el anexo 9.

CONCLUSIONES

Se estudió la situación actual de la empresa dividas en dos procesos, el primero es el llenado de harina en los silos de almacenamiento, TK-001, TK-002, TK-003, TK-004, y la segunda parte el vaciado del silo de almacenamiento que viene dado por el transporte desde el TK-001, TK-002, TK-003, TK-004, mediante una explicación dada por el personal de planta, la cual fue de mucha ayuda para seleccionar los equipos que se implementaron.

Se estudió varias alternativas de equipos para la implementación, siempre teniendo en cuenta el ahorro económico para el desarrollo del proyecto, se seleccionó los equipos de acuerdo a las características técnicas y según las necesidades del proyecto, por lo cual se decide utilizar el PLC de la marca ABB ya que facilita la conectividad web.

Se analizó varios programas para acceder de manera remota a la PC ubicada en la empresa por lo que se usó el programa team viewer que es el que la fábrica maneja con los proveedores del exterior para dar soporte a los equipos, mediante una clave de acceso a la PC de campo se pudo establecer la conexión y visualización de los silos para tener mejor control del vaciado.

Se realizó la medición de voltajes dentro del tablero eléctrico TBC-001 como en la caja local JBX-001 para comprobar que no exista ningún tipo de alteración mediante un multímetro se tomó los datos tanto de voltaje de entrada como a la salida de cada dispositivo lo cual concordó con los valores que se muestran en los planos eléctricos.

Se realizó la prueba del sensor ultrasónico Max Sonar, el mismo que presento dificultades a la hora de introducirle al interior del silo, el sensor fuera del TK-001 da una lectura correcta en el PLC, pero al introducirlo el Sensor se pierde la señal, luego de varias pruebas de funcionamiento dentro y fuera se decide cambiar de sensor analógico, pero debido al costo elevado de un sensor industrial con las características necesarias para funcionar en el ambiente al que es sometido el sensor, se opta por usar sensores discretos capacitivos que son mucho más económicos y que permite concluir el proyecto.

Las pruebas a las que se somete los sensores capacitivos se comportan de manera correcta con la presencia de harina, los cuales se utilizan para obtener un aproximado del nivel de materia prima en el interior del TK-001.

Los resultados finales son favorables ya que mediante la alarma acústica los operadores se ponen en alerta y toman precauciones para no quedarse sin materia prima para la elaboración de las pastas alimenticias.

Mediante la pantalla de visualización los operadores conocen un aproximado de harina que se encuentra en el TK-001 por lo cual no hay riesgo de que se queden sin la materia prima para la elaboración de fideo y así mismo aumentar las ganancias que se generaban al producir una para de tiempo.

RECOMENDACIONES

Se debe conocer bien el lugar donde se va a realizar la implementación ya que muchas veces se pueden presentar retrasos en el montaje de equipos debido a que no se puede interferir en la producción normal de la empresa.

Al momento de elegir los equipos necesarios para la implementación de un proyecto se debe estudiar todas las características para luego no tener inconvenientes durante las pruebas del proyecto.

Se debe estudiar bien el software de programación para que no se presenten dificultades a la hora de realizar el programa para el control de los sensores.

Para realizar la conexión a la red del PLC es necesario conversar con el personal a cargo de la empresa para dichas conexiones debido a que se puede generar problemas por ocupar direcciones IP ya asignadas a otros equipos por lo que no permite visualizar el HMI.

Cualquier modificación dentro del área que se va a realizar el montaje tiene que ser aprobada por personal a cargo, para evitar inconvenientes a la hora de la implementación de equipos.

Se recomienda dejar un respaldo de la programación del PLC y la visualización para cualquier tipo de modificaciones posteriores según requiera la empresa de fideos Toscana.

Planificar las actividades en conjunto con la empresa para evitar retrasos y cumplir el proyecto en un tiempo menor al que se desarrolló, y que el personal tenga conocimiento de que se realizan trabajos.

REFERENCIAS

ABB. (25 de 07 de 2015). *ABB.* Obtenido de ABB: http://new.abb.com/plc/programmable-logic-controllers-plcs/ac500-eco/cpus

Achile. (25 de 11 de 2015). *Achile.* Obtenido de Achile: http://www.achile.cl/product.php?id_product=47

Buhler SA. (2000). *Manual báscula tubular.* Uzwil, Suiza.

Buhler SA. (2000). *Manual Valvula desviadora de compuerta giratoria.* Uzwil, Suiza.

General Cable. (17 de 11 de 2015). *General Cable.* Obtenido de General Cable: http://viewer.epaperflip.com/Viewer.aspx?docid=3a4749ab-e6f7-4c5f-bca0-a495016e69a9#?page=26

GOOGLE MAPS. (13 de Abril de 2016). *Gogle Maps*. Obtenido de Google Maps: https://www.google.com.ec/maps/@-0.2817636,-78.535702,374m/data=!3m1!1e3

Maxbotix. (27 de 05 de 2015). *Maxbotix.* Obtenido de Maxbotix: http://www.maxbotix.com/documents/HRXL-MaxSonar-WR_Datasheet.pdf

SICK. (12 de 01 de 2016). *SICK*. Obtenido de SICK: https://www.sick.com/es/es/gama-de-productos/sensores-de-proximidad/sensores-de-proximidad-capacitivos/cq/c/g206111

SICK. (12 de 01 de 2016). *SICK*. Obtenido de SICK: https://www.sick.com/es/es/gama-de-productos/sensores-de-proximidad/sensores-de-proximidad-capacitivos/cm/c/g206089

Team Viewer. (07 de 12 de 2015). *Team Viewer.* Obtenido de Team Viewer: www.teamviewer.es

Vaeprosys. (25 de 07 de 2015). *Vaeprosys.* Obtenido de Vaeprosys: http://www.vaeprosys.cz/dokumentace/ac500/English/CHM-Files/CAA-Merger-2/CPUs/Onboard_I_Os_in_PM554_CPUs.htm

Vaeprosys. (25 de 07 de 2015). *Vaeprosys.* Obtenido de Vaeprosys: http://www.vaeprosys.cz/dokumentace/ac500/English/CHM-Files/CAA-Merger-2/S500-FBP/Analog-IO-Modules/AI561.htm

ANEXOS

Anexo 1. Datasheet sensor ultrasónico de nivel MaxSonar HRLX-WR

HRXL-MaxSonar®- WR™ Series

High Resolution, Precision, IP67 Weather Resistant, Ultrasonic Range Finder

MB7334, MB7344, MB7354, MB7360, MB7363, MB7364, MB7366, MB7369, MB7374, MB7380, MB7383, MB7384, MB7386, MB7389

The HRXL-MaxSonar-WR sensor line is a cost-effective solution for applications requiring precision range-finding, low-voltage operation, space saving, low-cost, and IP67 rating for weather resistance.

The HRXL-MaxSonar-WR sensor line provides high accuracy and high resolution ultrasonic proximity detection and ranging in air. This sensor line features 1-mm resolution, target-size and operating-voltage compensation for improved accuracy, superior rejection of outside noise sources, internal speed-of-sound temperature compensation and optional external speed-of-sound temperature compensation. The HRXL-MaxSonar-WR/WRC models are available in 5-meter or 10-meter models. This ultrasonic sensor detects objects from 1-mm and ranges to objects from 30-cm to maximum range. Objects closer than 30-cm* are typically reported as 30-cm*. The interface output formats are pulse width, analog voltage, and digital serial in either RS232 (MB7360 series) or TTL (MB7380 series). Factory calibration is standard.* *For select sensors this distance is 50-cm, refer to pages 4 and 5.

Precision Ultrasonic Range Sensing

- Range-finding at a fraction of the cost of other precision rangefinders
- Reading-to-reading stability of 1-mm at 1-meter is typical[1]
- Accuracy is factory-matched providing a typical accuracy of 1% or better [1,2]
- Internal temperature compensation is standard and optional external temperature compensation
- Determines range to largest object (MB7369 , MB7389)
- Determines range to first detectable object (MB7360, MB7363, MB7364, MB7366, MB7367, MB7380, MB7383, MB7384, MB7386, MB7387)
- Excellent clutter rejection
- Additional chemical resistance available[6]

Very Low Power Requirements

- Fast first reading after power-up eases battery requirements
- Wide, low supply voltage requirements eases battery powered design
- Low current draw reduces current drain for battery operation
- Very low-power rangerfinder, excellent for multiple sensor or battery based systems

Easy to Use Component Module

- Gracefully handles other ultrasonic sensors[5]
- Stable and reliable range readings and excellent noise rejection make the sensor easy to use for most users
- Easy to use interface with distance provided in a variety of outputs
- Target size compensation provides greater consistency and accuracy
- Sensor automatically handles acoustic noise [2,4]
- Calibrated sensor eliminates most sensor to sensor variations

Applications & Uses

- Tank level measurement (MB7369 or MB7389)
- Weather station monitoring (MB7354 or MB7374)
- Bin level measurement
- Proximity zone detection
- People detection
- Robot ranging sensor
- Long range object detection
- Environments with acoustic and electrical noise
- Height monitors
- Auto sizing
- Box dimensions
- Automated factory systems

Notes:

[1] Refer to section that compares WR to alternative housings on page 4
[2] Users are encouraged to evaluate the sensor performance in their application
[3] Reference pages 8-9 for part specific timing information
[4] by design
[5] See page 7 for multi-sensor operation
[6] F-Option provides additional protection from hazardous chemical environments

Close Range Operation

Applications requiring 100% reading-to-reading reliability should not use MaxSonar sensors at a distance closer than 50cm. Although most users find MaxSonar sensors to work reliably from 0 to 50cm for detecting objects in many applications, MaxBotix® Inc. does not guarantee operational reliability for objects closer than the minimum reported distance. Because of ultrasonic physics, these sensors are unable to achieve 100% reliability at close distances.

Warning: Personal Safety Applications

We do not recommend or endorse this product be used as a component in any personal safety applications. This product is not designed, intended or authorized for such use. These sensors and controls do not include the self-checking redundant circuitry needed for such use. Such unauthorized use may create a failure of the MaxBotix® Inc. product which may result in personal injury or death. MaxBotix® Inc. will not be held liable for unauthorized use of this component.

Copyright 2006 - 2012 MaxBotix Incorporated
Patent 7,679,996

Características técnicas sensor ultrasónico

General Characteristics

- Low cost ultrasonic rangefinder
- Detection out to 5-meters or 10-meters
- Resolution of 1-mm
- Distance sensor from 30-cm to 5-meters or 50-cm to 10-meters based on model
- Excellent [2] Mean Time Between Failure (MTBF)
- Triggered operation yields real-time range data
- Free run operation with superior noise rejection [3]
- Operating temperature range from -40°C to +65°C
- Operating voltage from 2.7V to 5.5V
- Nominal current draw of 2.3mA at 3.3V, and 3.1mA at 5V
- IP67 Rated

Range Outputs

- Pulse width, 1uS/mm resolution
- Analog Voltage, 5-mm resolution (5-meter sensors)
- Analog Voltage, 10-mm resolution (10-meter sensors)
- Serial, 1-mm resolution
- Available in RS232 (MB7360 series) or TTL (MB7380 series)

HRXL-MaxSonar-WR Pin Out

Pin 1- Temperature Sensor Connection: Leave this pin unconnected if an external temperature sensor is not used. For best accuracy, this pin is optionally connected to the HR-MaxTemp temperature sensor. Some additional information for the temperature sensor can be found on page 7 of the datasheet.

Pin 2- Pulse Width Output: This pin outputs a pulse width representation of the distance with a scale factor of 1uS per mm. The pulse width output is sent with a value within 0.5% of the serial output.

Pin 3- Analog Voltage Output: This pin outputs a single ended analog voltage scaled representation of the distance. This output is referenced to the sensor ground and Vcc. After the ~50mS power up initialization, the voltage on this pin is set to a low voltage. Once the sensor has completed a range reading the voltage on this pin is set to the voltage corresponding to the latest measured distance.

The 5-meter sensors (MB7360, MB7364, MB7369, MB7380, MB7384, and MB7389) use a scale factor of (Vcc/5120) per 1-mm. The distance is output with a 5-mm resolution. The analog voltage output is typically within ±5-mm of the serial output.

The 10-meter sensors (MB7363, MB7366, MB7383, and MB7386) use a scale factor of (Vcc/10240) per 1-mm. The distance is output with a 10-mm resolution. The analog voltage output is typically within ±10-mm of the serial output.

Using a 10-bit analog to digital converter with the 5-meter sensors, one can read the analog voltage counts (i.e. 0 to 1023) directly and just multiply the number of counts in the value by 5 to yield the range in mm. For example, a converted value of 60 corresponds to 300-mm (where 60 x 5 = 300), and 1000 counts corresponds to 5,000-mm (where 1000 x 5 = 5,000-mm).

Using a 10-bit analog to digital converter with the 10-meter sensors, one can read the analog voltage counts (i.e. 0 to 1023) directly and just multiply the number of counts in the value by 10 to yield the range in mm. For example, 30 counts corresponds to 300-mm (where 30 x 10 = 300), and 1000 counts corresponds to 10,000-mm (where 1000 x 10 = 10,000-mm).

Pin 4- Ranging Start/Stop: This pin is internally pulled high. If this pin is left unconnected or held high, the sensor will continually measure and output the range data. If held low, the HRXL-MaxSonar-WR will stop ranging. Bring high for 20uS or longer to command a range reading.

Filtered Range Data: When pin 4 is left high on the sensors, the sensors will continue to range. The data that is output includes a filter for increased accuracy. The sensors will output the range based on recent range information. The filter does not affect the speed at which data is made available to the user but instead allows for more consistent range information to be presented. For sensor specific timing and filter information refer to pages 8 and 9.

Real-time Range Data: When pin 4 is low and then brought high, the sensor will operate in real time and the first reading output will be the range measured from this first commanded range reading. When the sensor tracks that the RX pin is low after each range reading, and then the RX pin is brought high, unfiltered real time range information can be obtained. For timing information please refer to pages 8 and 9.

Pin 5-Serial Output: The MB736X sensors have an RS232 data format (with 0V to Vcc levels) and the MB738X sensors have a TTL outputs. The output is an ASCII capital "R", followed by four ASCII character digits representing the range in millimeters, followed by a carriage return (ASCII 13). The maximum range reported is 4999 mm (5-meter models) or 9998 mm (10-meter models). A range value of 5000 or 9999 corresponds to no target being detected in the field of view.

The serial data format is 9600 baud, 8 data bits, no parity, with one stop bit (9600-8-N-1).

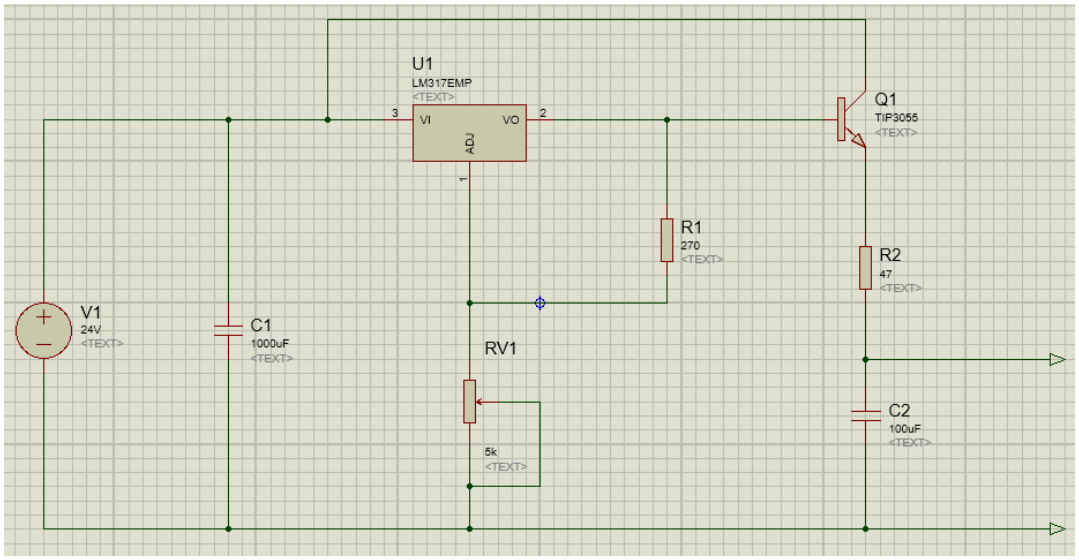
Because the data is presented in a binary data format, the serial output is most accurate .

V+ Pin 6 - Positive Power, Vcc: The sensor operates on voltages from 2.7V - 5.5V DC. For best operation, the sensor requires that the DC power be free from electrical noise. (For installations with known dirty electrical power, a 100uF capacitor placed at the sensor pins between V+ and GND will typically correct the electrical noise.)

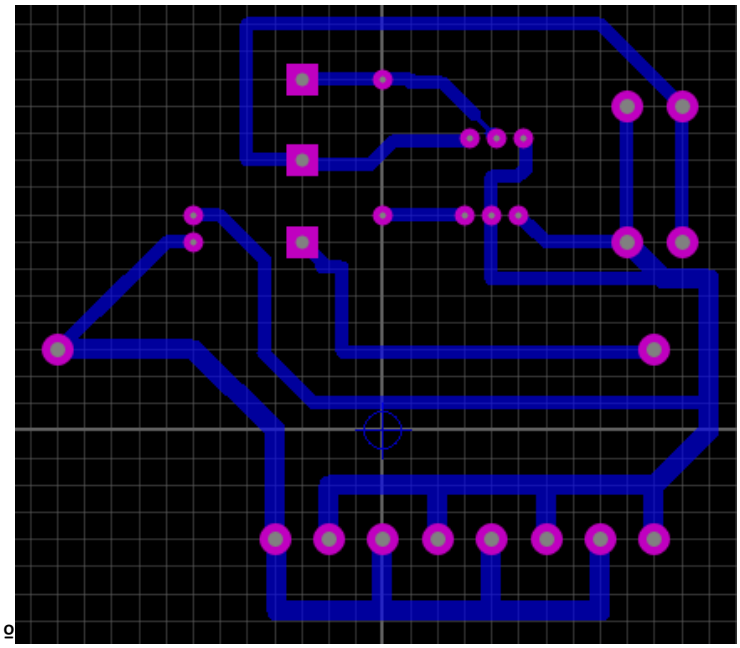
GND Pin 7 – Sensor ground pin: DC return, and circuit common ground.

Anexo 2. Diagrama eléctrico y de pistas fuente de 5Vdc

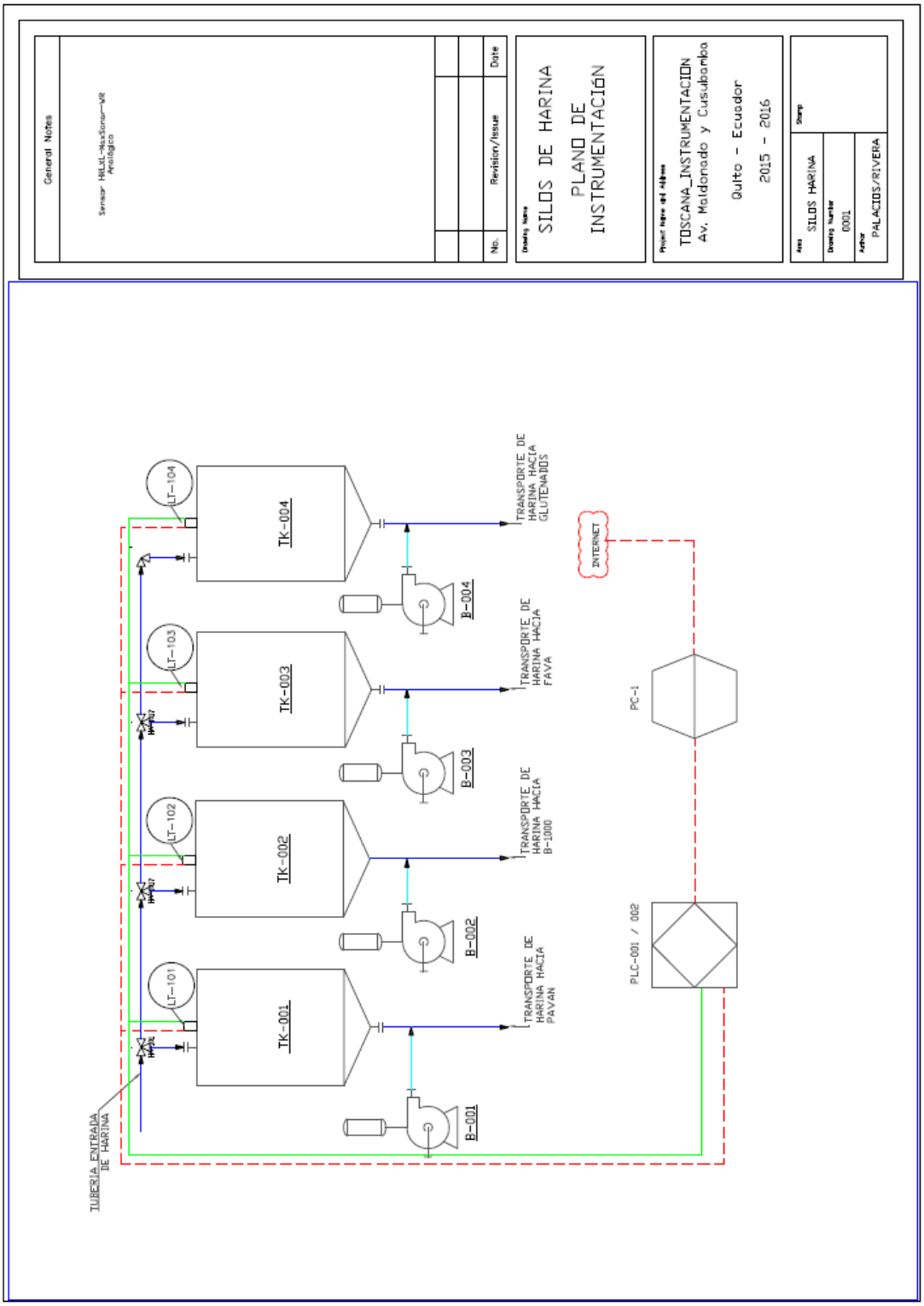
Diagrama eléctrico



Plano de pista fuente 5Vdc



Anexo 3. Plano de instrumentación P&D sensores ultrasónicos



Anexo 4. Plano eléctrico sensor ultrasónico de nivel

Índice de paginas

Índice de páginas

Columna X: una página creada automáticamente se ha modificado de forma manual

P05_001

Página	Descripción de página	Campo adicional de página	Fecha	Responsable	X
/1	DIAGRAMAS ELECTRICOS		16/03/2016	S.PALACIOS - C.ESPERA	X
/2	INDICE DE PAGINAS		17/03/2016	S.PALACIOS - C.ESPERA	
/3	ALIMENTACIÓN GENERAL TABLERO DE CONTROL		17/03/2016	S.PALACIOS - C.ESPERA	
/4	ALIMENTACIÓN PARA CONTROL		17/03/2016	S.PALACIOS - C.ESPERA	
/5	CONEXIONES PLC MÓDULO DIGITAL		17/03/2016	S.PALACIOS - C.ESPERA	
/6	CONEXIONES PLC MÓDULO ANALÓGICO		17/03/2016	S.PALACIOS - C.ESPERA	
/7	CONEXIÓN CAMPO ENTRADAS DIGITALES		17/03/2016	S.PALACIOS - C.ESPERA	
/8	CONEXIÓN CAMPO SALIDAS DIGITALES		17/03/2016	S.PALACIOS - C.ESPERA	
/9	CONEXIÓN CAMPO ENTRADAS ANALÓGICAS		17/03/2016	S.PALACIOS - C.ESPERA	
/10	TABLERO ELECTRICO		17/03/2016	S.PALACIOS - C.ESPERA	
/11	DIAGRAMA PLC		17/03/2016	S.PALACIOS - C.ESPERA	X
/12	LISTA DE ARTICULOS		17/03/2016	S.PALACIOS - C.ESPERA	X
/13	LISTA DE CONEXIONES		17/03/2016	S.PALACIOS - C.ESPERA	X

Cambio | Fecha | Nombre | Realizado por | Inspeccionado por

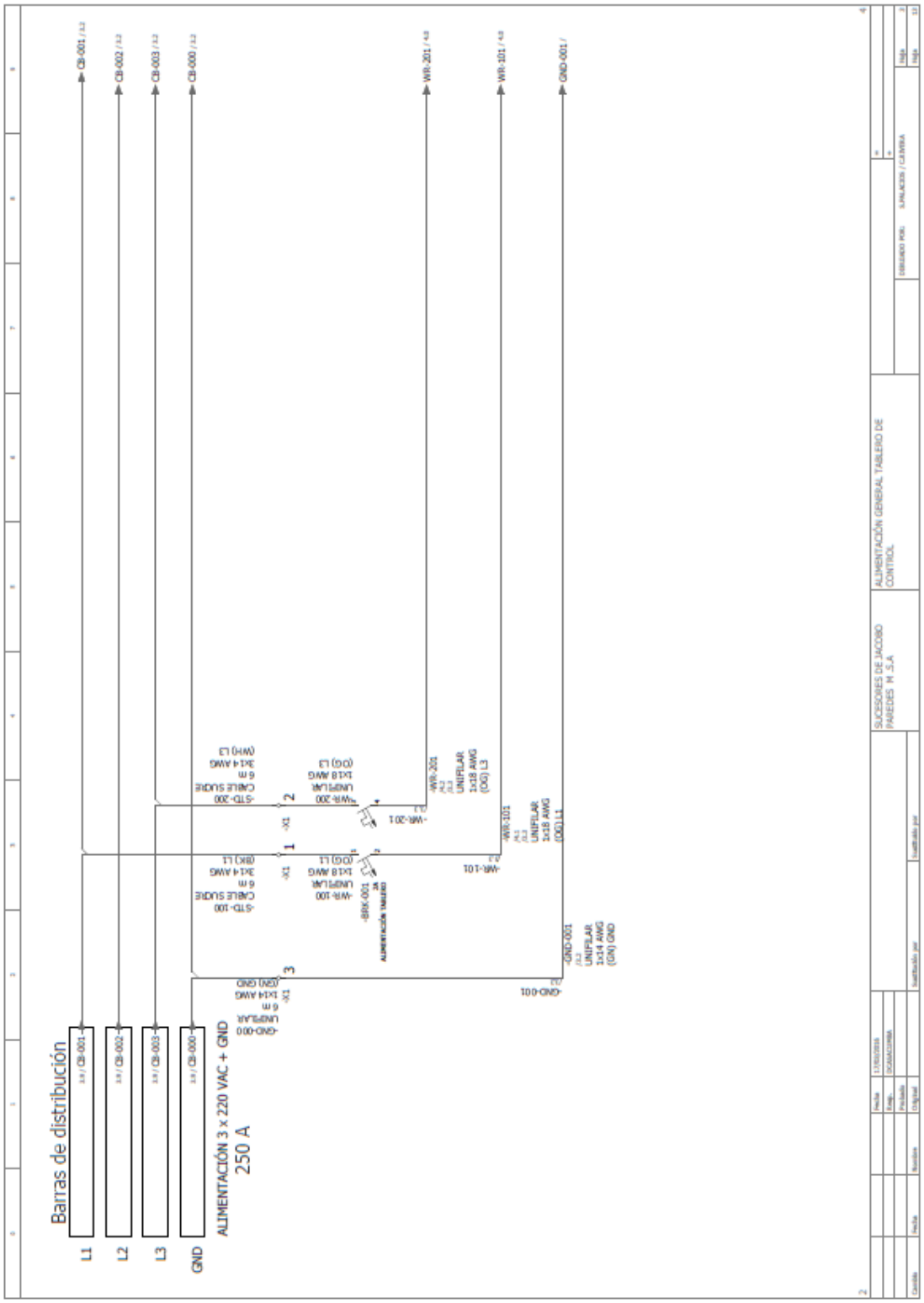
Fecha 17/03/2016 | Eng. DCAMACHO | Probado | Original

SUCESORES DE JACOBO PAREDES M. S.A

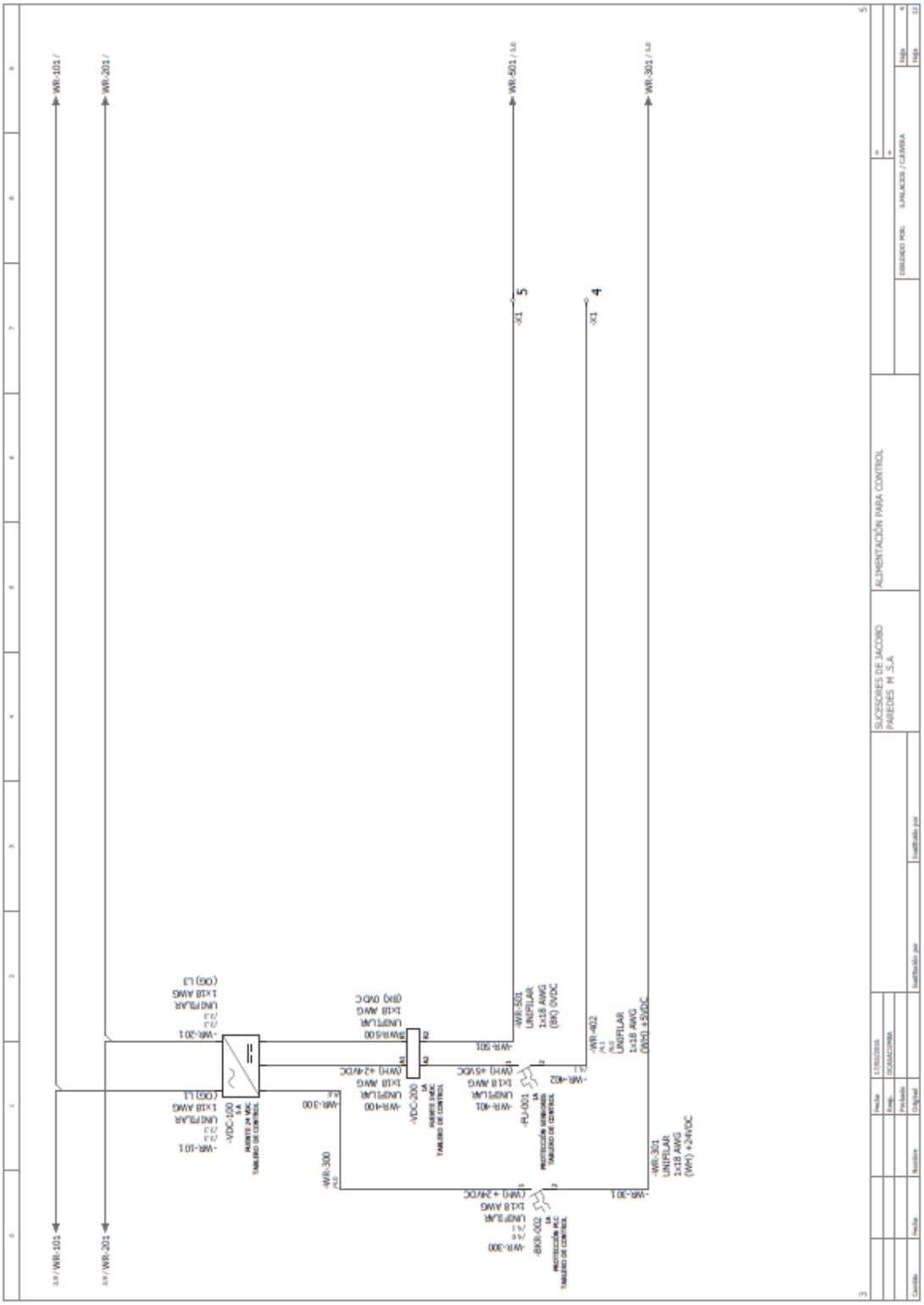
INDICE DE PAGINAS

Hoja 1 | Hojas 13

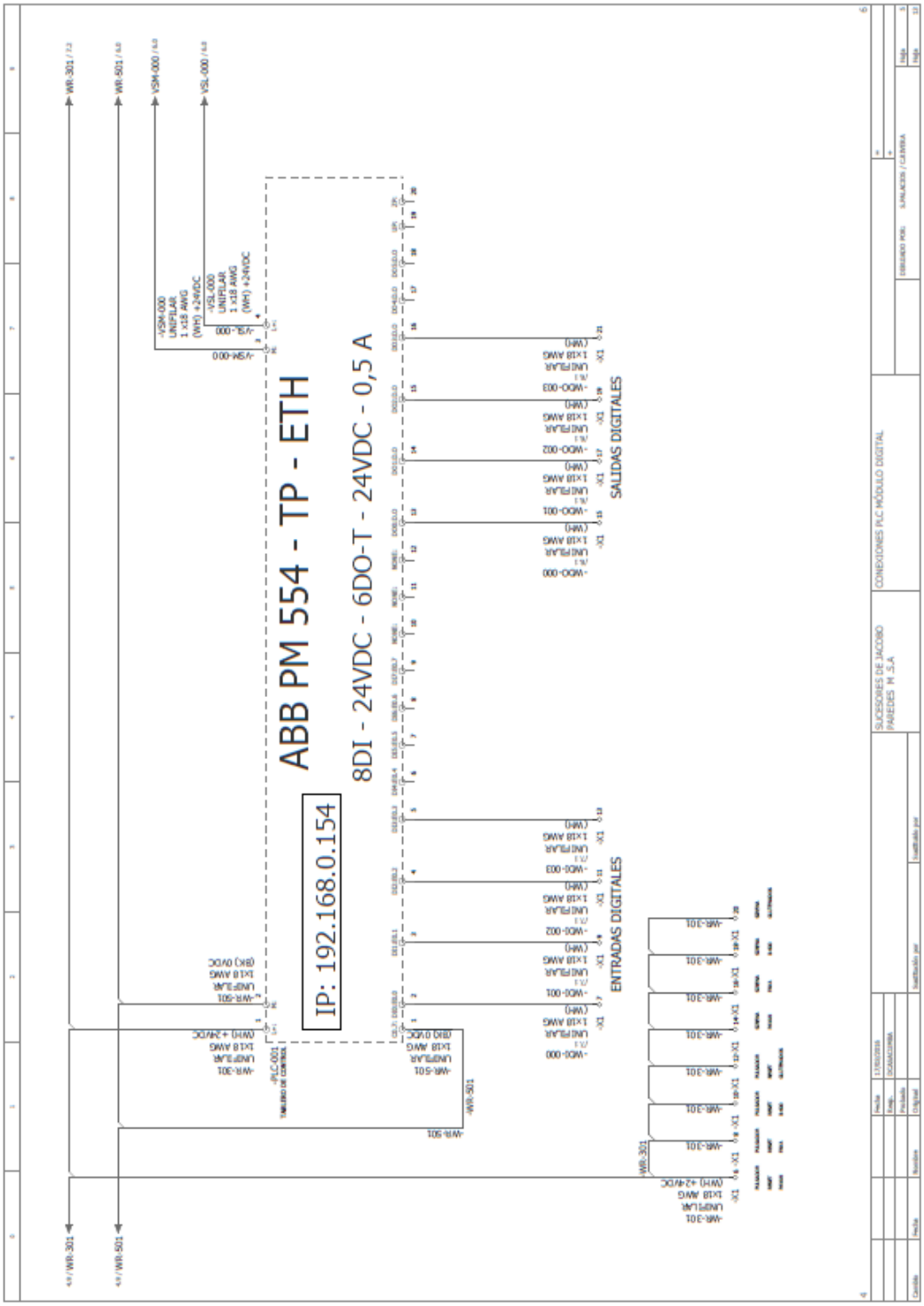
Alimentación tablero de control



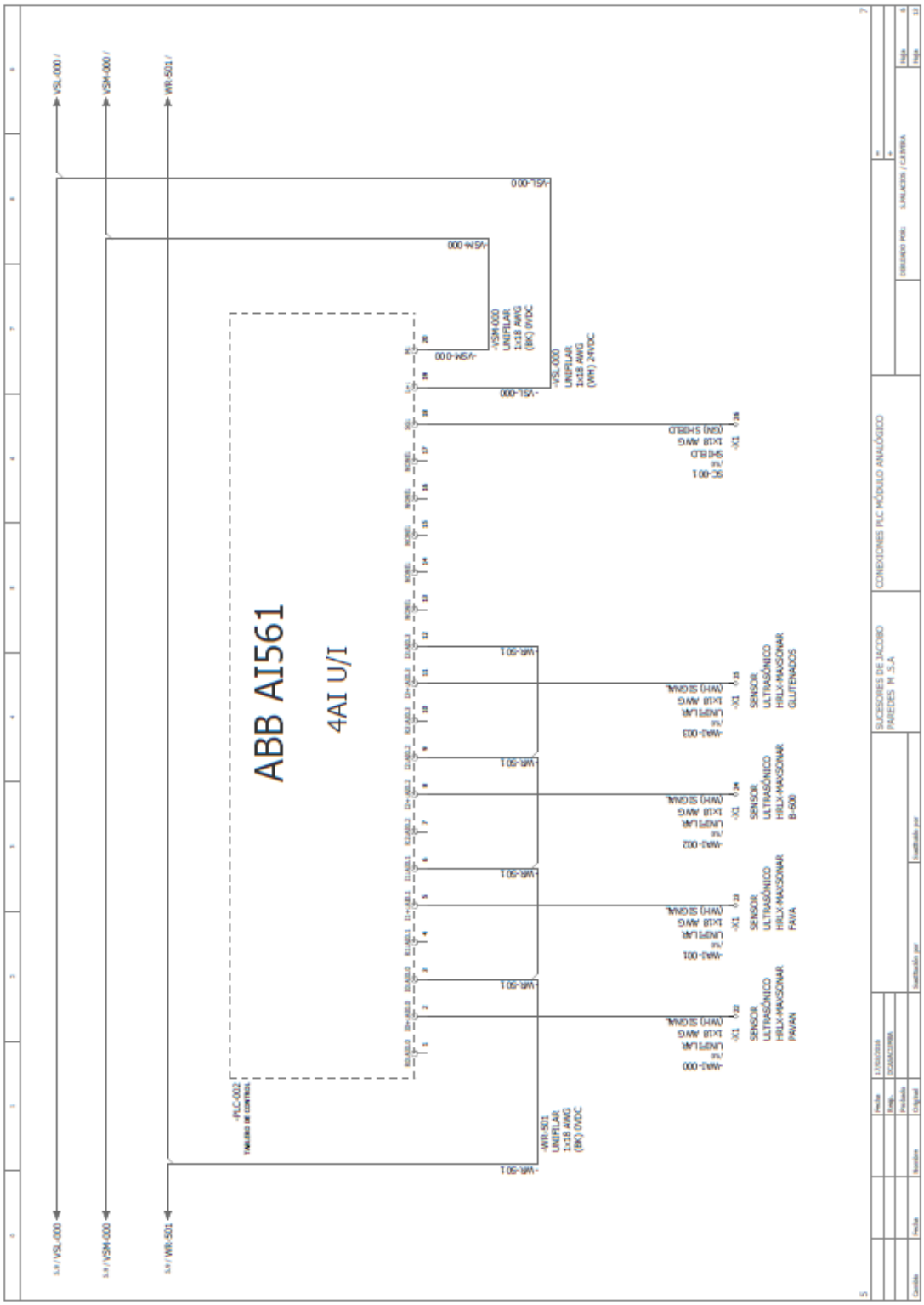
Conexiones de fuentes de alimentación



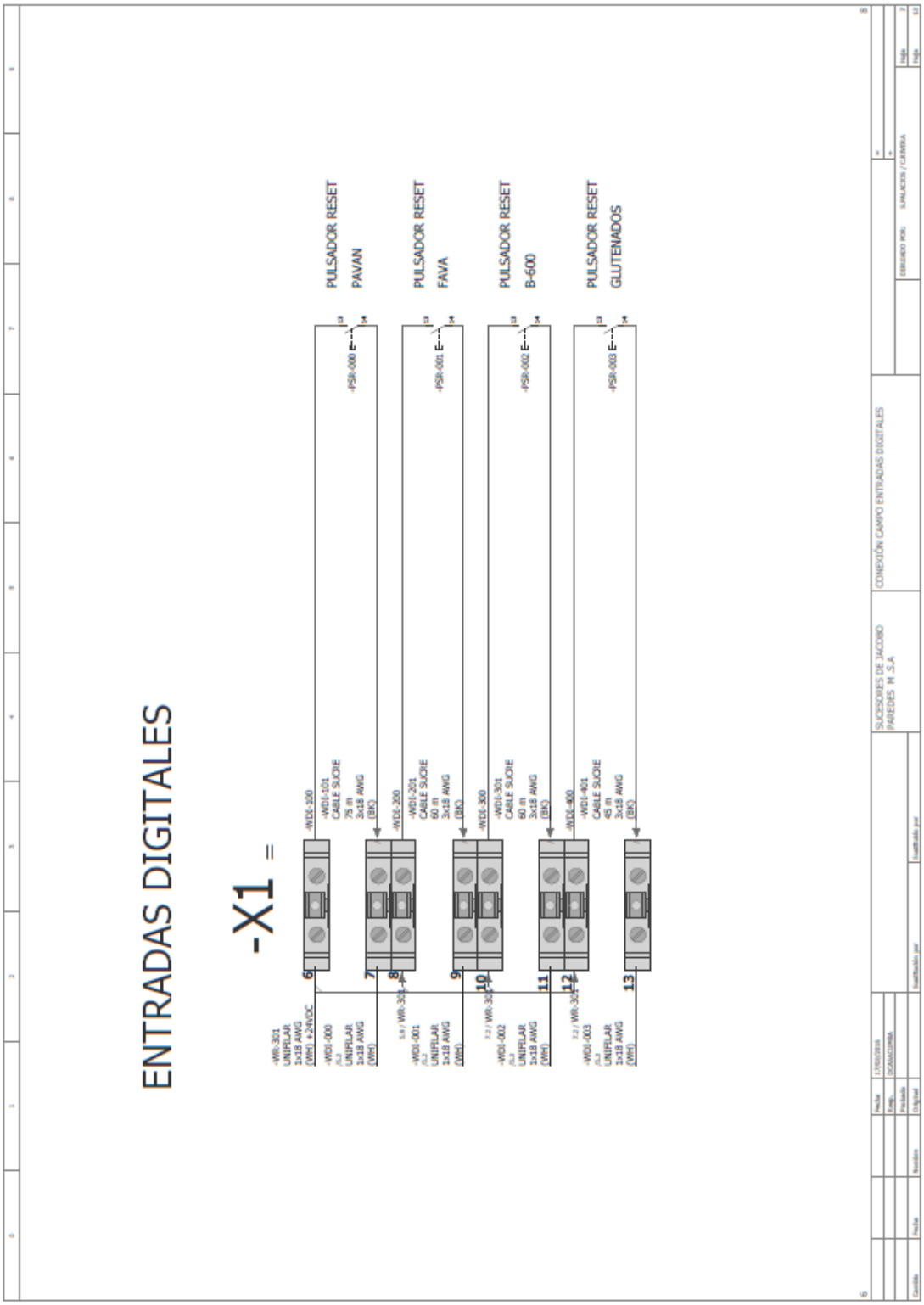
Conexiones entradas y salidas digitales PLC



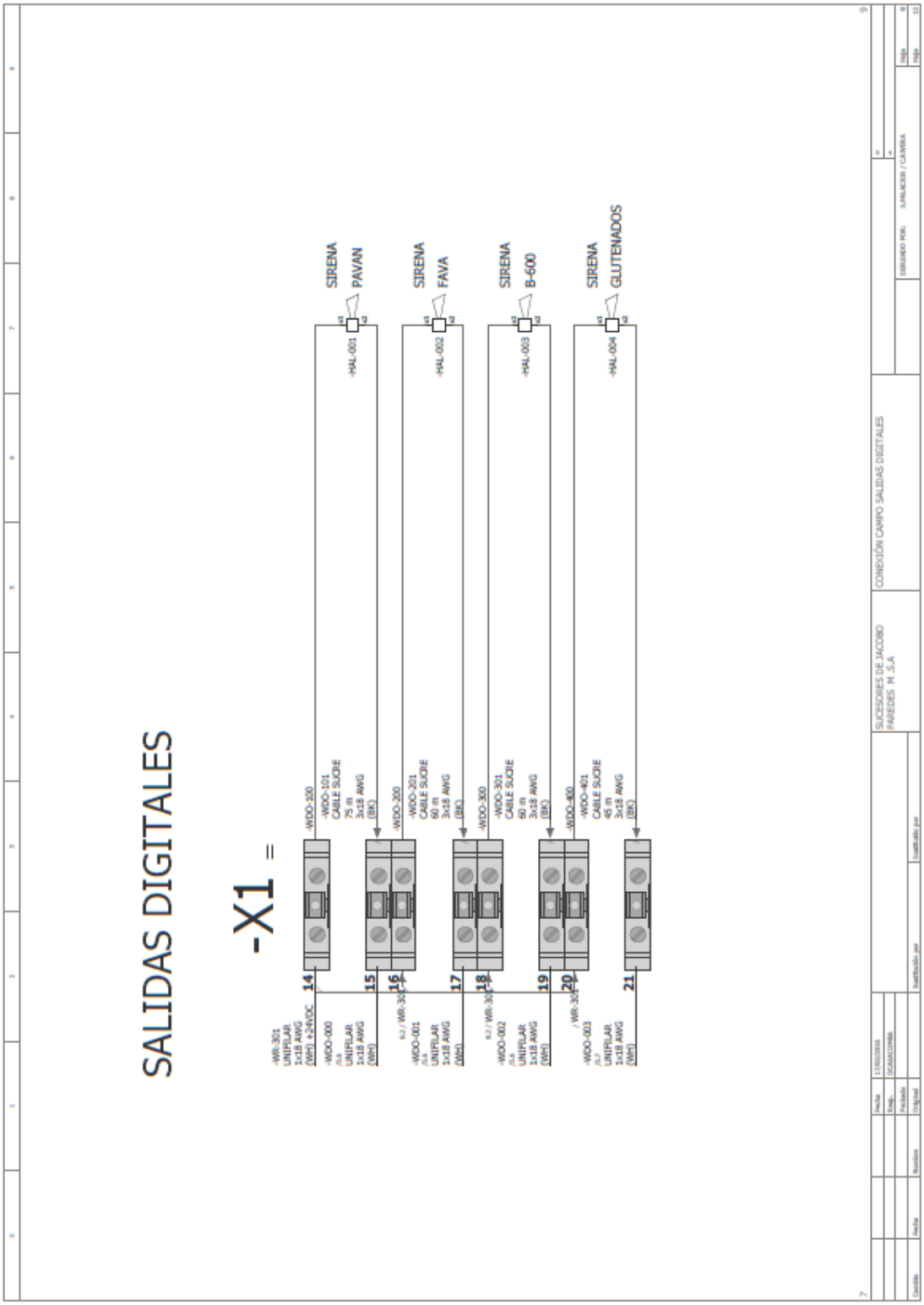
Conexión entradas analógicas PLC



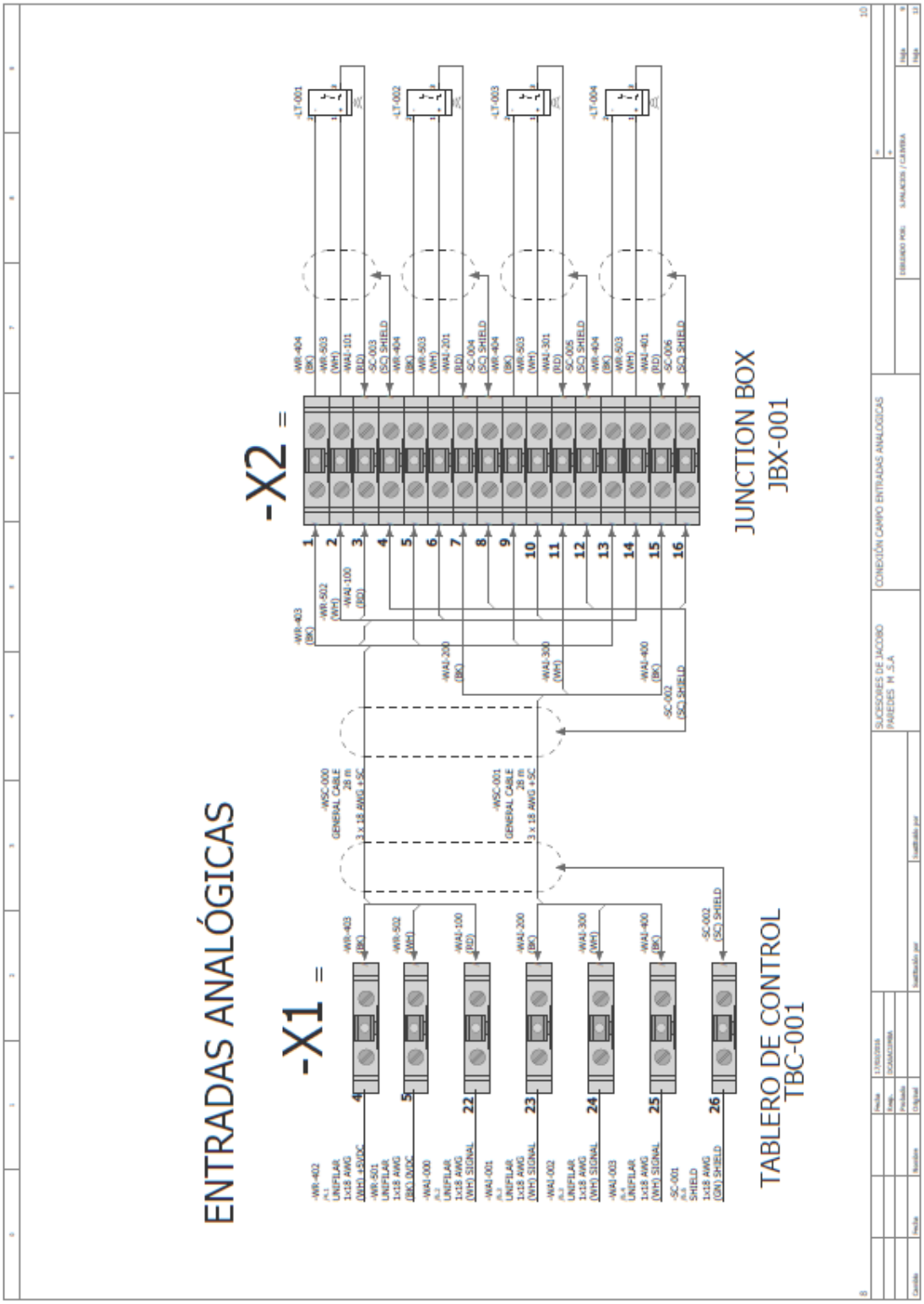
Borneras de entradas digitales PLC



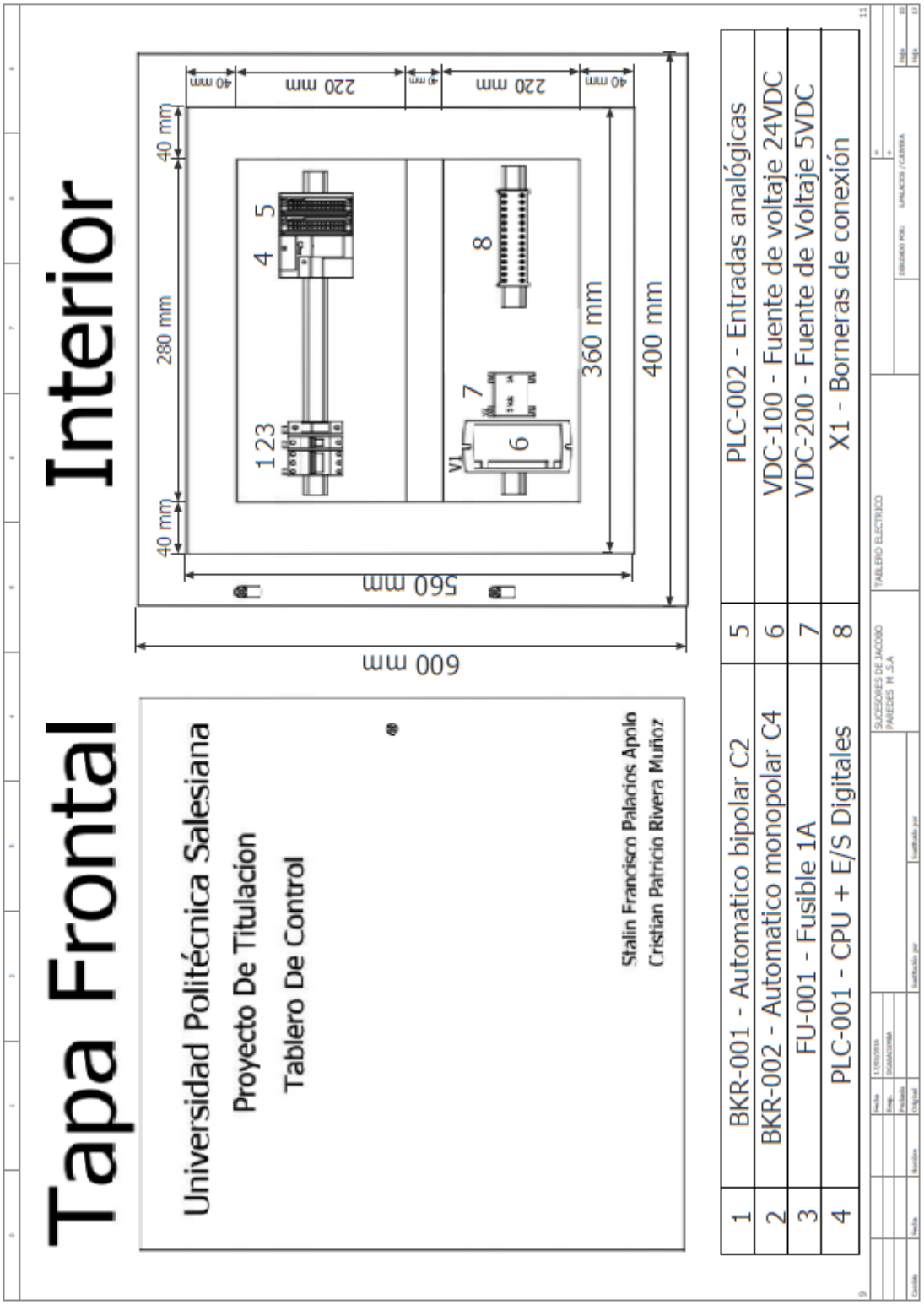
Borneras salidas digitales



Conexiones entradas analógicas y junction box



Ubicación de los elementos dentro del tablero de control



Lista de conexiones del PLC

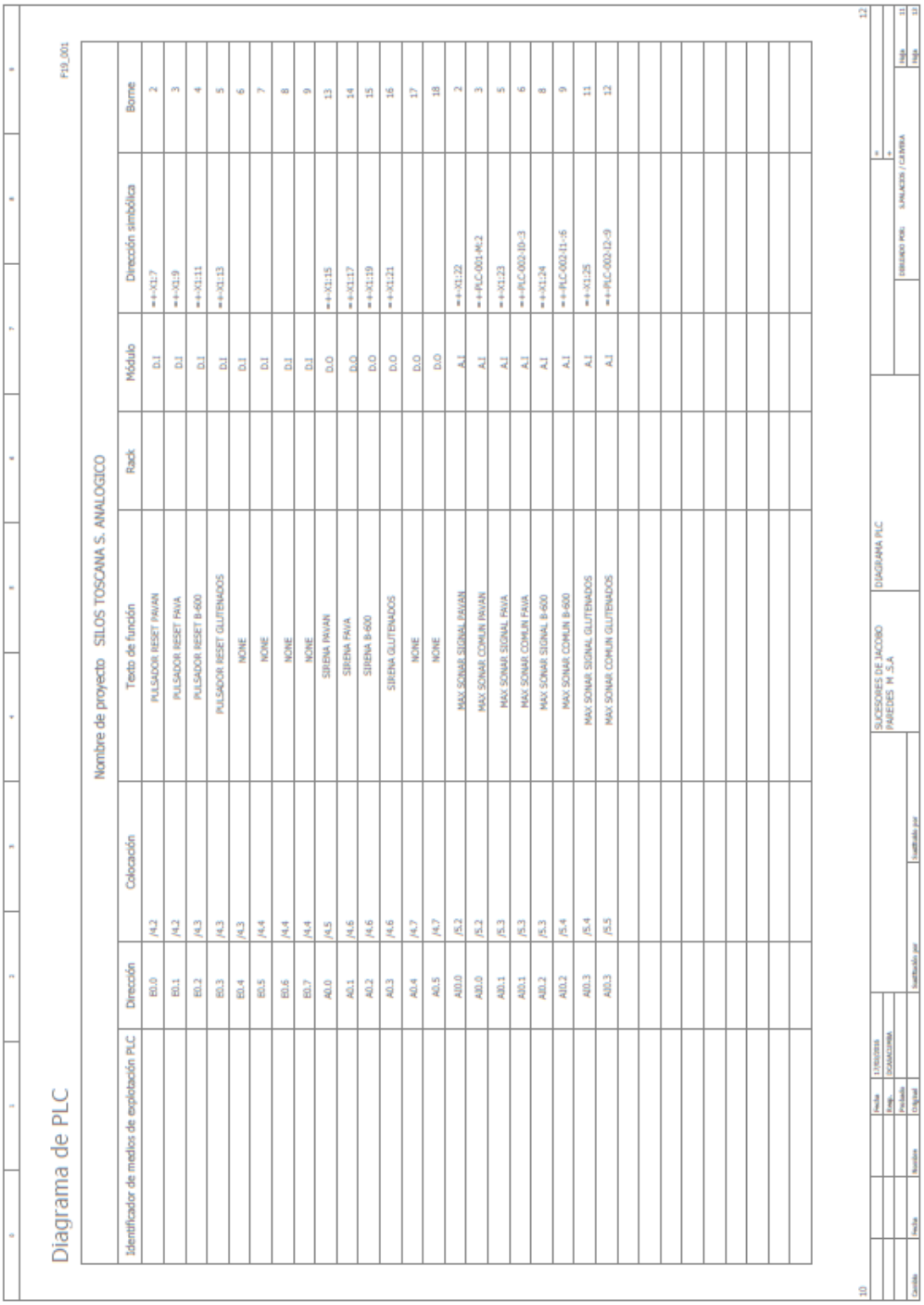


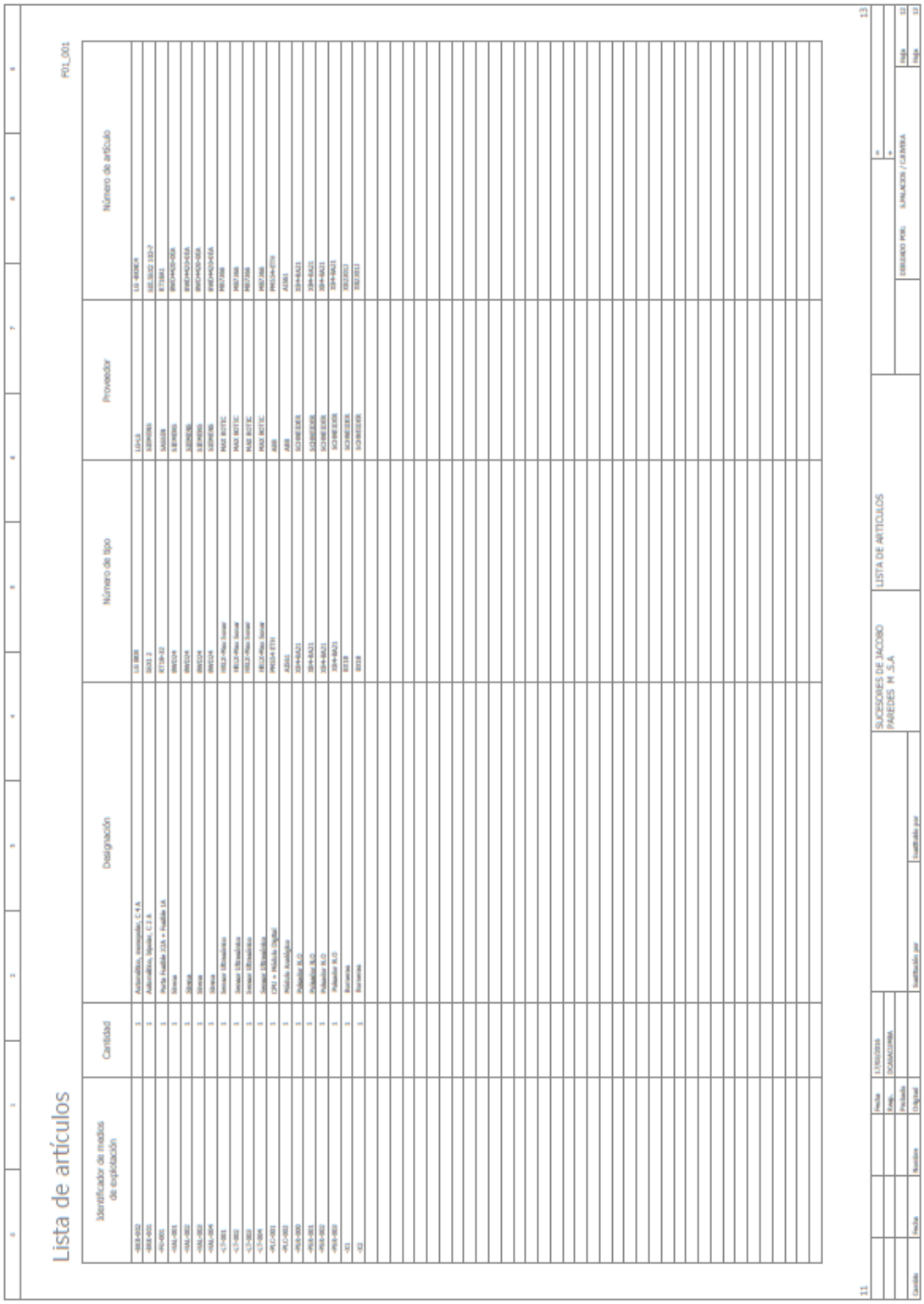
Diagrama de PLC

F19_001

Nombre de proyecto SILOS TOSCANA S. ANALOGICO

Identificador de medios de explotación PLC	Dirección	Colocación	Texto de función	Rack	Módulo	Dirección simbólica	Borne
	E0.0	/4.2	PULSADOR RESET PAVAN		D.1	=+-X1:7	2
	E0.1	/4.2	PULSADOR RESET PAVA		D.1	=+-X1:9	3
	E0.2	/4.3	PULSADOR RESET B-600		D.1	=+-X1:11	4
	E0.3	/4.3	PULSADOR RESET GLUTENADOS		D.1	=+-X1:13	5
	E0.4	/4.3	NONE		D.1		6
	E0.5	/4.4	NONE		D.1		7
	E0.6	/4.4	NONE		D.1		8
	E0.7	/4.4	NONE		D.1		9
	A0.0	/4.5	SIRENA PAVAN		D.0	=+-X1:15	13
	A0.1	/4.6	SIRENA PAVA		D.0	=+-X1:17	14
	A0.2	/4.6	SIRENA B-600		D.0	=+-X1:19	15
	A0.3	/4.6	SIRENA GLUTENADOS		D.0	=+-X1:21	16
	A0.4	/4.7	NONE		D.0		17
	A0.5	/4.7	NONE		D.0		18
	A10.0	/5.2	MAX SONAR SIGNAL PAVAN		A.1	=+-X1:22	2
	A10.0	/5.2	MAX SONAR COMUN PAVAN		A.1	=+-PLC-001-PK:2	3
	A10.1	/5.3	MAX SONAR SIGNAL PAVA		A.1	=+-X1:23	5
	A10.1	/5.3	MAX SONAR COMUN PAVA		A.1	=+-PLC-002-10:-3	6
	A10.2	/5.3	MAX SONAR SIGNAL B-600		A.1	=+-X1:24	8
	A10.2	/5.4	MAX SONAR COMUN B-600		A.1	=+-PLC-002-11:-5	9
	A10.3	/5.4	MAX SONAR SIGNAL GLUTENADOS		A.1	=+-X1:25	11
	A10.3	/5.5	MAX SONAR COMUN GLUTENADOS		A.1	=+-PLC-002-12:-9	12

Lista de artículos.



Lista de artículos

P01_001

Identificador de medios de explotación	Cantidad	Designación	Número de tipo	Proveedor	Número de artículo
-B10-002	1	Automático, monopolar, C 4 A	LS 4B3K	LSIS	LS 4B3K/4
-B10-001	1	Automático, bipolar, C 2 A	SIO3 2	SIEMENS	5SE3C02 230-7
-Y0-001	1	Porta Fusible 22A + Fusible 1A	RT18-32	SIEMENS	5SG5326
-X0A-001	1	Sirena	WM324	SIEMENS	8WD4420-0GB
-X0A-002	1	Sirena	WM324	SIEMENS	8WD4420-0GA
-X0A-003	1	Sirena	WM324	SIEMENS	8WD4420-0GA
-X0A-004	1	Sirena	WM324	SIEMENS	8WD4420-0GA
-L1-001	1	Sensor Ultrasónico	HM1.2-Plus Sensor	MAX ROTTIC	MS1366
-L1-002	1	Sensor Ultrasónico	HM1.2-Plus Sensor	MAX ROTTIC	MS1366
-L1-003	1	Sensor Ultrasónico	HM1.2-Plus Sensor	MAX ROTTIC	MS1366
-L1-004	1	Sensor Ultrasónico	HM1.2-Plus Sensor	MAX ROTTIC	MS1366
-M1C-001	1	CPU + Módulo Digital	PM1214 ETH	ABB	PM1214-ETH
-M1C-002	1	Módulo Analógico	AI8AI	ABB	AI8AI
-Y0A-000	1	Disjuntor B.T.	3SV4 6A21	SIEMENS ENERGIA	3SV4 6A21
-Y0A-001	1	Disjuntor B.T.	3SV4 6A21	SIEMENS ENERGIA	3SV4 6A21
-Y0A-002	1	Disjuntor B.T.	3SV4 6A21	SIEMENS ENERGIA	3SV4 6A21
-Y0A-003	1	Disjuntor B.T.	3SV4 6A21	SIEMENS ENERGIA	3SV4 6A21
-X1	1	Borneras	B2T8	SIEMENS ENERGIA	8WA2012
-X2	1	Borneras	B2T8	SIEMENS ENERGIA	8WA2012

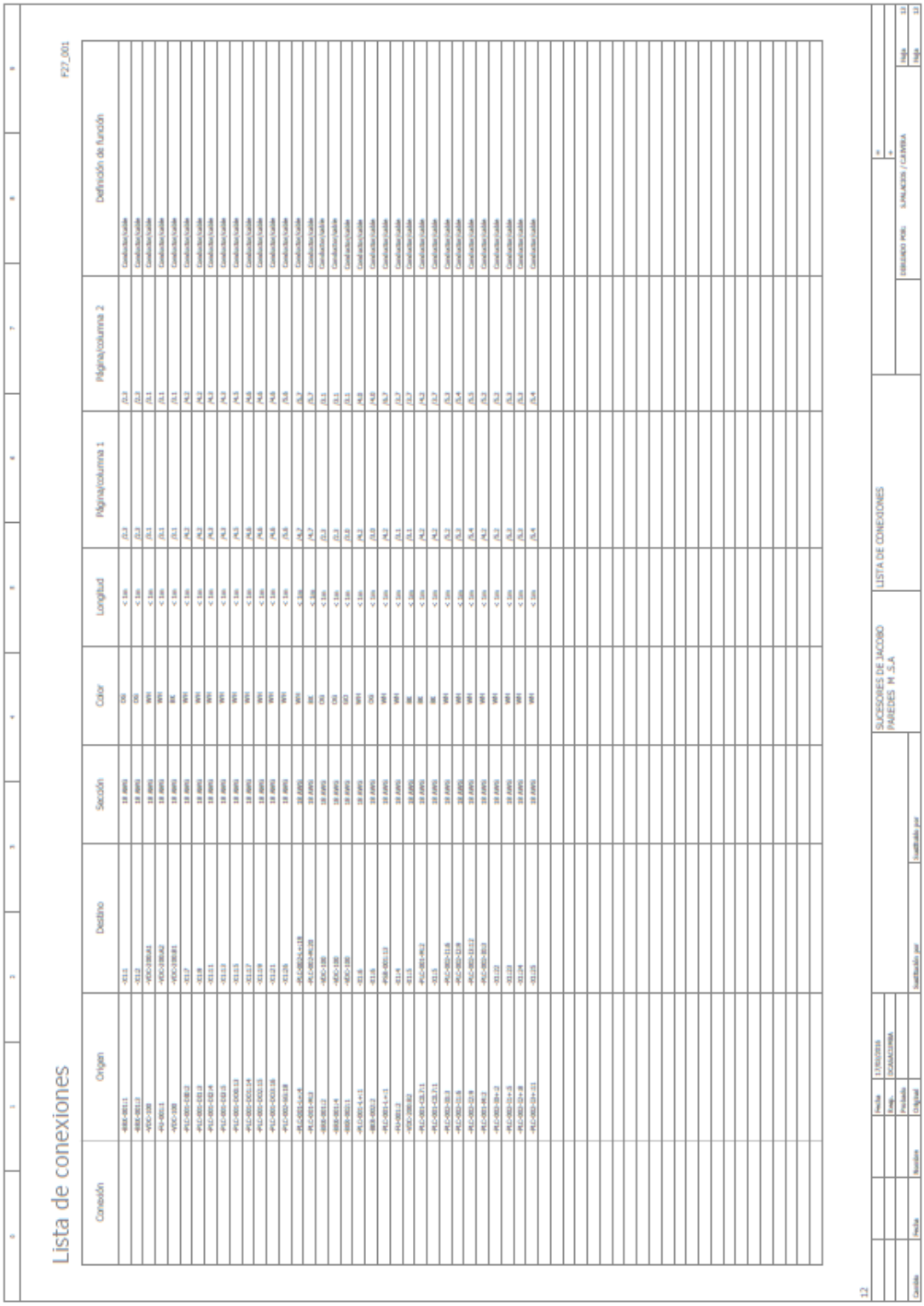
11 13

		Fecha	17/05/2016	SUCESORES DE JACOBO PAREDES M S.A	LISTA DE ARTÍCULOS
		Eng.	SOLALICONSA		
		Probado			
Cambio	Fecha	Revision	Digital	Instalación por	Instalado por

DIBUJADO POR: SUNALICON / CARRERA

Hoja 12 / Hoja 13

Lista de conexiones



Lista de conexiones

F27_001

Conexión	Origen	Destino	Sección	Color	Longitud	Página/columna 1	Página/columna 2	Definición de función
	=BBB-001:1	=X1:1	1X AWG	OG	< 1m	/1.3	/1.3	Conductor/cable
	=BBB-001:2	=X1:2	1X AWG	OG	< 1m	/1.3	/1.3	Conductor/cable
	=VDC-100	=VDC-100:A1	1X AWG	WH	< 1m	/1.1	/1.1	Conductor/cable
	=FU-001:1	=VDC-100:A2	1X AWG	WH	< 1m	/1.1	/1.1	Conductor/cable
	=VDC-100	=VDC-100:B1	1X AWG	BK	< 1m	/1.1	/1.1	Conductor/cable
	=PLC-001-DB:2	=X1:7	1X AWG	WH	< 1m	/4.2	/4.2	Conductor/cable
	=PLC-001-DB:3	=X1:8	1X AWG	WH	< 1m	/4.2	/4.2	Conductor/cable
	=PLC-001-DB:4	=X1:11	1X AWG	WH	< 1m	/4.2	/4.2	Conductor/cable
	=PLC-001-DB:5	=X1:12	1X AWG	WH	< 1m	/4.2	/4.2	Conductor/cable
	=PLC-001-DI01:14	=X1:13	1X AWG	WH	< 1m	/4.1	/4.1	Conductor/cable
	=PLC-001-DI01:15	=X1:17	1X AWG	WH	< 1m	/4.6	/4.6	Conductor/cable
	=PLC-001-DI01:16	=X1:18	1X AWG	WH	< 1m	/4.6	/4.6	Conductor/cable
	=PLC-001-DI01:18	=X1:21	1X AWG	WH	< 1m	/4.6	/4.6	Conductor/cable
	=PLC-001-L+:4	=PLC-001-L+:19	1X AWG	WH	< 1m	/4.7	/4.7	Conductor/cable
	=PLC-001-M:2	=PLC-001-M:20	1X AWG	BK	< 1m	/4.7	/4.7	Conductor/cable
	=BBB-001:2	=VDC-100	1X AWG	OG	< 1m	/1.3	/1.3	Conductor/cable
	=BBB-001:4	=VDC-100	1X AWG	OG	< 1m	/1.3	/1.3	Conductor/cable
	=BBB-001:1	=VDC-100	1X AWG	GD	< 1m	/1.1	/1.1	Conductor/cable
	=PLC-001-L+:1	=X1:6	1X AWG	WH	< 1m	/4.3	/4.3	Conductor/cable
	=BBB-001:2	=X1:6	1X AWG	OG	< 1m	/1.0	/1.0	Conductor/cable
	=PLC-001-L+:1	=PW-001:12	1X AWG	WH	< 1m	/4.2	/4.2	Conductor/cable
	=FU-001:2	=X1:4	1X AWG	WH	< 1m	/1.1	/1.1	Conductor/cable
	=VDC-200:B2	=X1:5	1X AWG	BK	< 1m	/1.1	/1.1	Conductor/cable
	=PLC-001-C0:7:1	=PLC-001-MC:2	1X AWG	BK	< 1m	/4.2	/4.2	Conductor/cable
	=PLC-001-D:3	=X1:15	1X AWG	WH	< 1m	/5.2	/5.2	Conductor/cable
	=PLC-001-D:6	=PLC-001-D:8	1X AWG	WH	< 1m	/5.3	/5.3	Conductor/cable
	=PLC-001-D:9	=PLC-001-D:12:2	1X AWG	WH	< 1m	/5.4	/5.4	Conductor/cable
	=PLC-001-M:2	=PLC-001-B:3	1X AWG	WH	< 1m	/4.2	/4.2	Conductor/cable
	=PLC-001-B+:2	=X1:22	1X AWG	WH	< 1m	/5.2	/5.2	Conductor/cable
	=PLC-001-D+:5	=X1:23	1X AWG	WH	< 1m	/5.3	/5.3	Conductor/cable
	=PLC-001-D+:8	=X1:24	1X AWG	WH	< 1m	/5.3	/5.3	Conductor/cable
	=PLC-001-D+:11	=X1:25	1X AWG	WH	< 1m	/5.4	/5.4	Conductor/cable

Cambio	Fecha	Revisión	Realizado por	Modificado por	
		Original			
		Probado			
		Rang.	DCAMACHO88		
		Fecha	17/05/2016		

SUCESORES DE JACOBO PAREDES M .S.A

LISTA DE CONEXIONES

DIBUJADO POR: SUNALACIO / CATVIRA

Hoja 12
Hojas 12

12

Características técnicas sensor onda guiada

TI01004F/00/EN/16.13
71226739

Products Solutions Services

Technical Information
Levelflex FMP56, FMP57

Guided Level Radar

Level measurement in bulk solids

Application

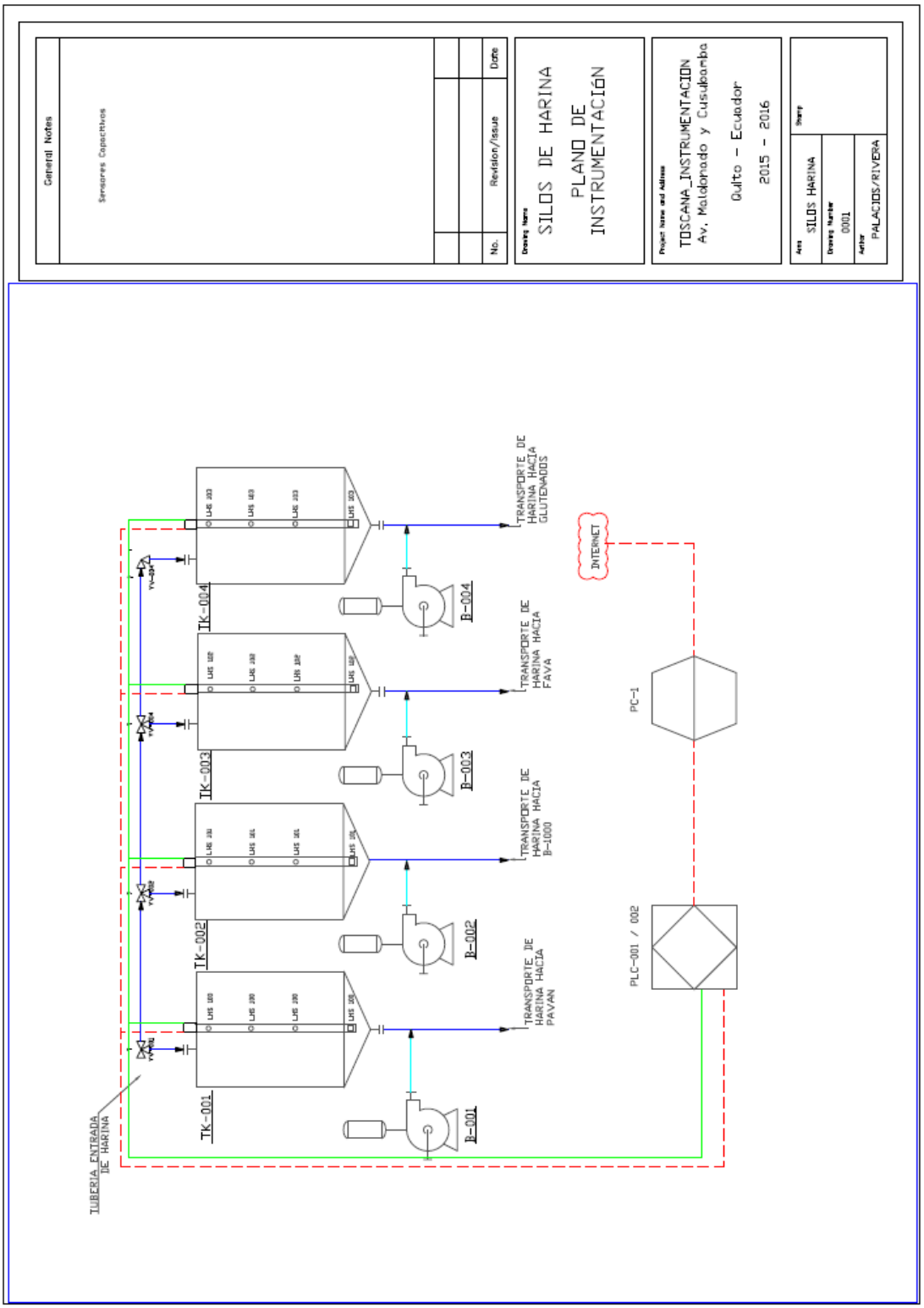
- Rod or rope probe
- Process connection: Starting 3/4" thread or flange
- Temperature: −40 to +185 °C (−40 to +365 °F)
- Pressure: −1 to +16 bar (−14.5 to +232 psi)
- Maximum measuring range: Rod 4 m (13 ft); rope 45 m (148 ft)
- Accuracy: ±2 mm (±0.08 in)
- International explosion protection certificates; EN10204-3.1
- Linearity protocol (3-point, 5-point)

Your benefits

- Reliable measurement even for changing product and process conditions
- HistoROM data management for easy commissioning, maintenance and diagnostics
- Highest reliability due to Multi-Echo Tracking
- Hardware and software developed according to IEC 61508 (up to SIL3)
- Seamless integration into control or asset management systems
- Intuitive user interface in national languages
- Easy proof test for SIL

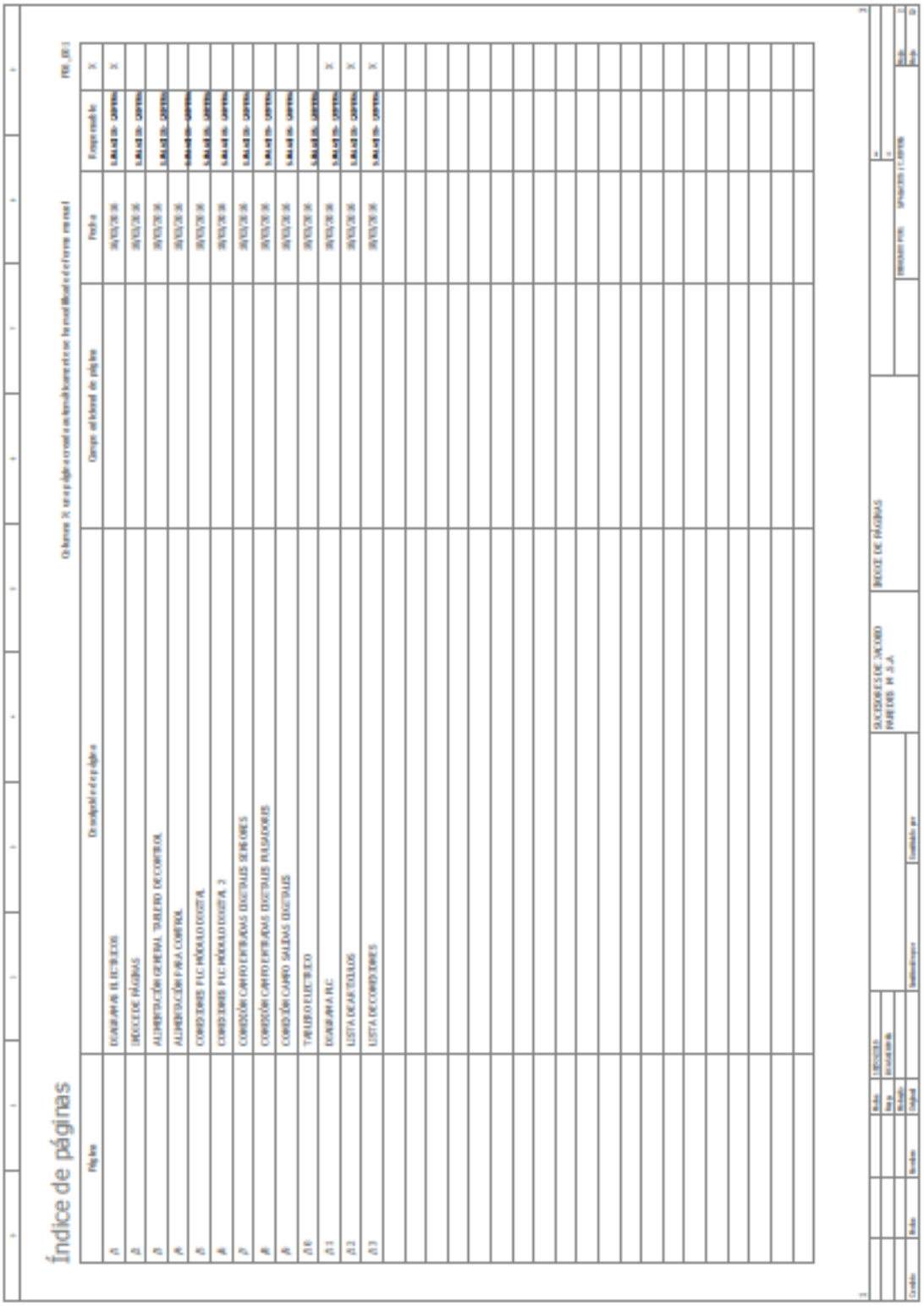
Endress+Hauser
People for Process Automation

Anexo 6. Plano de instrumentación P&D sensores capacitivos



Anexo 7. Plano eléctrico sensores capacitivos

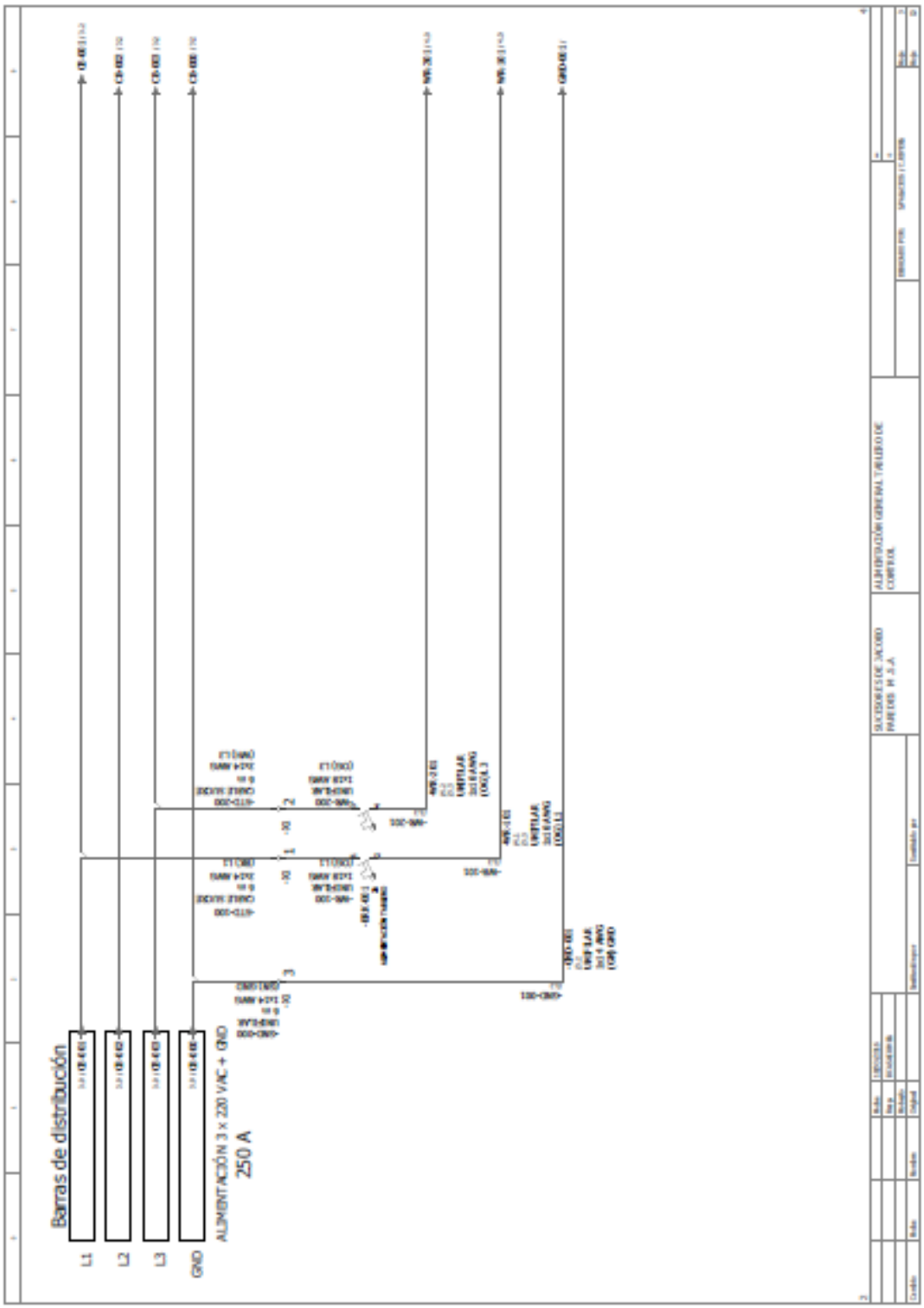
Índice de páginas



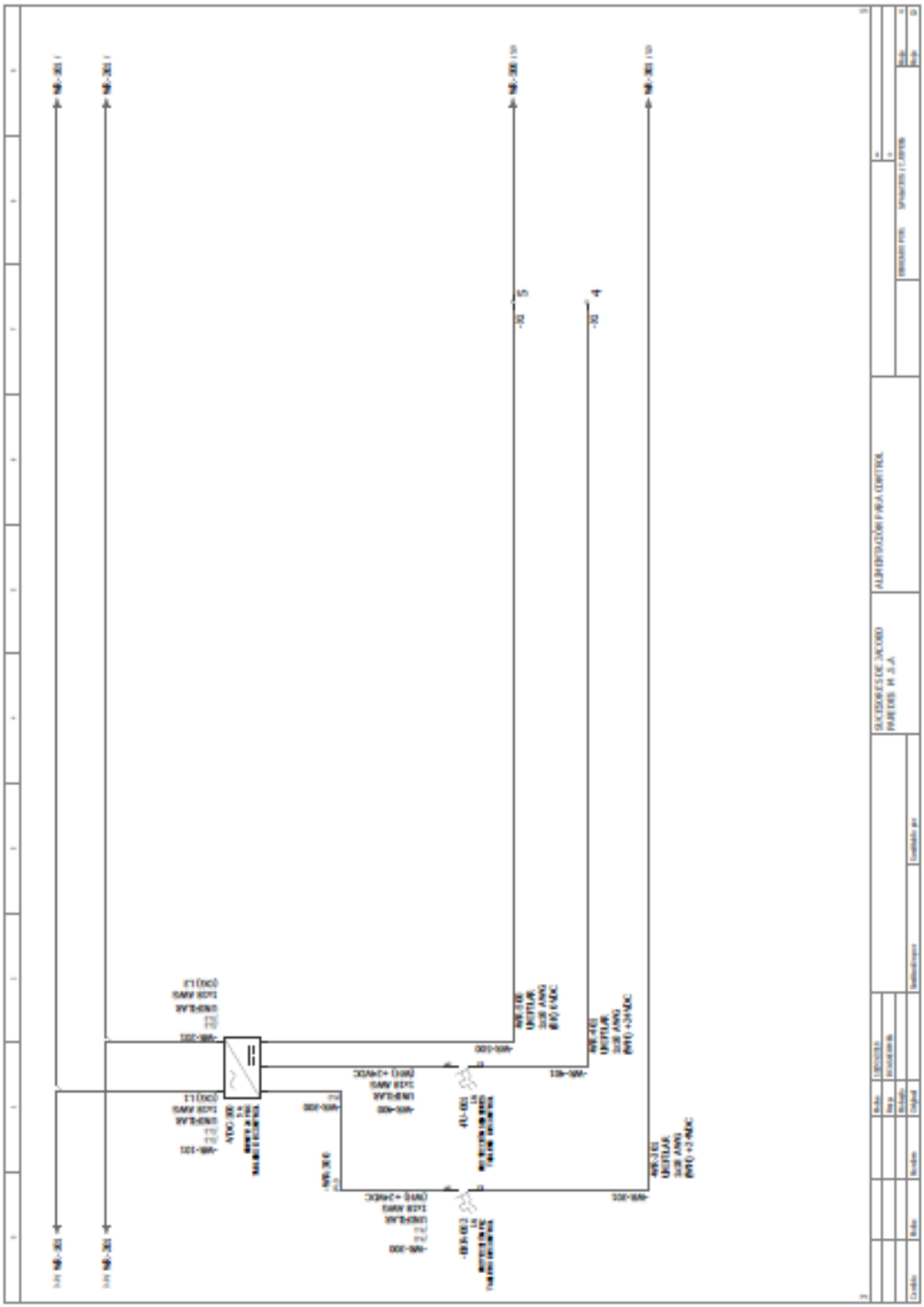
Índice de páginas

Página	Descripción de página	Campo adicional de página	Fecha	Responsable	
	DIAGRAMAS ELECTRICOS		[illegible]	[illegible]	X
	INDICE DE PÁGINAS		[illegible]	[illegible]	
	ALIMENTACIÓN GENERAL TABLERO DE CONTROL		[illegible]	[illegible]	
	ALIMENTACIÓN PARA CONTROL		[illegible]	[illegible]	
	CONEXIONES PLC MÓDULO DIGITAL		[illegible]	[illegible]	
	CONEXIONES PLC MÓDULO DIGITAL 2		[illegible]	[illegible]	
	CONEXIÓN CAMPO ENTRADAS DIGITALES SENSORES		[illegible]	[illegible]	
	CONEXIÓN CAMPO ENTRADAS DIGITALES PULSADORES		[illegible]	[illegible]	
	CONEXIÓN CAMPO SALIDAS DIGITALES		[illegible]	[illegible]	
	TABLERO ELECTRICO		[illegible]	[illegible]	
	DIAGRAMA PLC		[illegible]	[illegible]	X
	LISTA DE ARTICULOS		[illegible]	[illegible]	X
	LISTA DE CONEXIONES		[illegible]	[illegible]	X

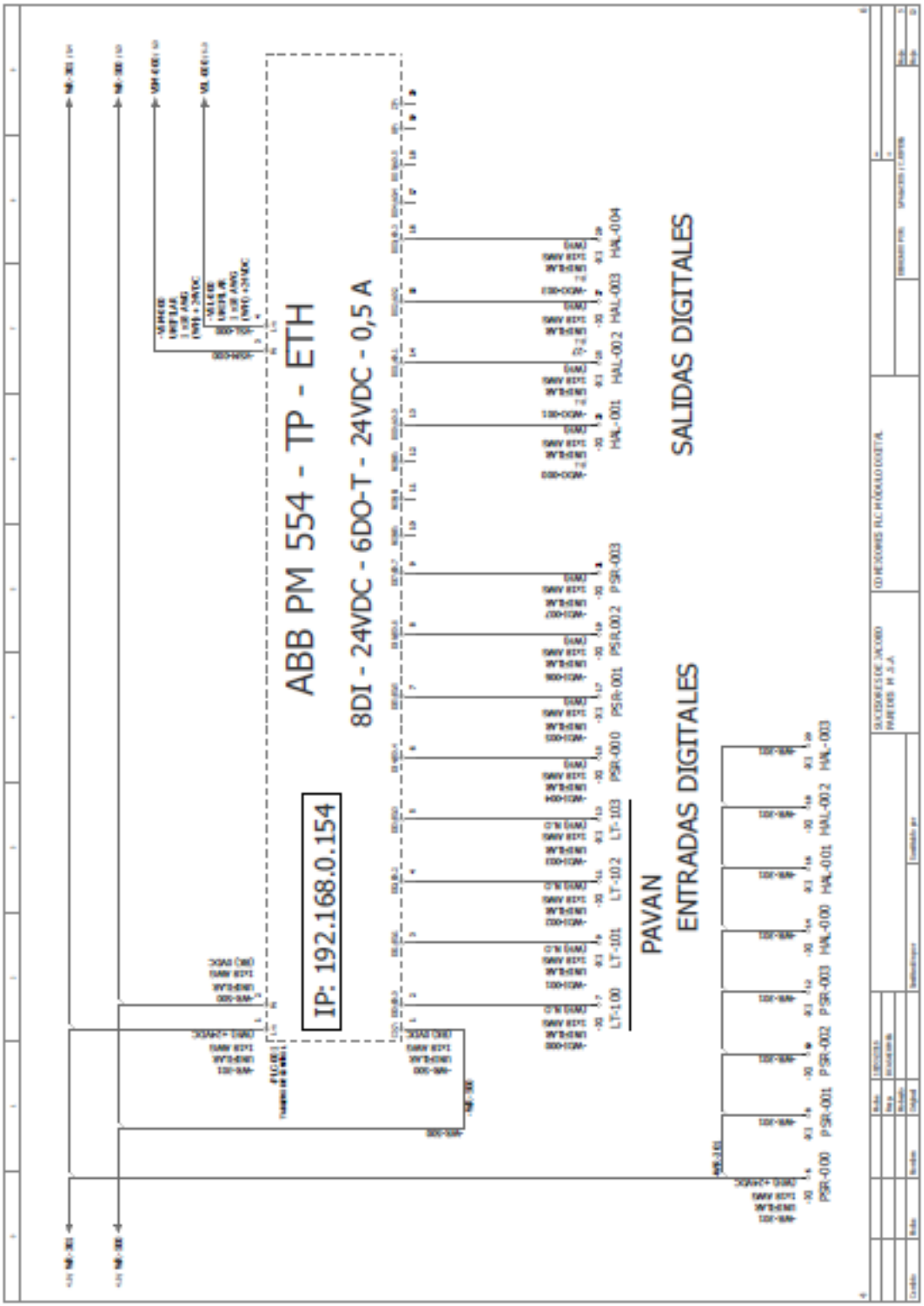
Alimentación tablero de control



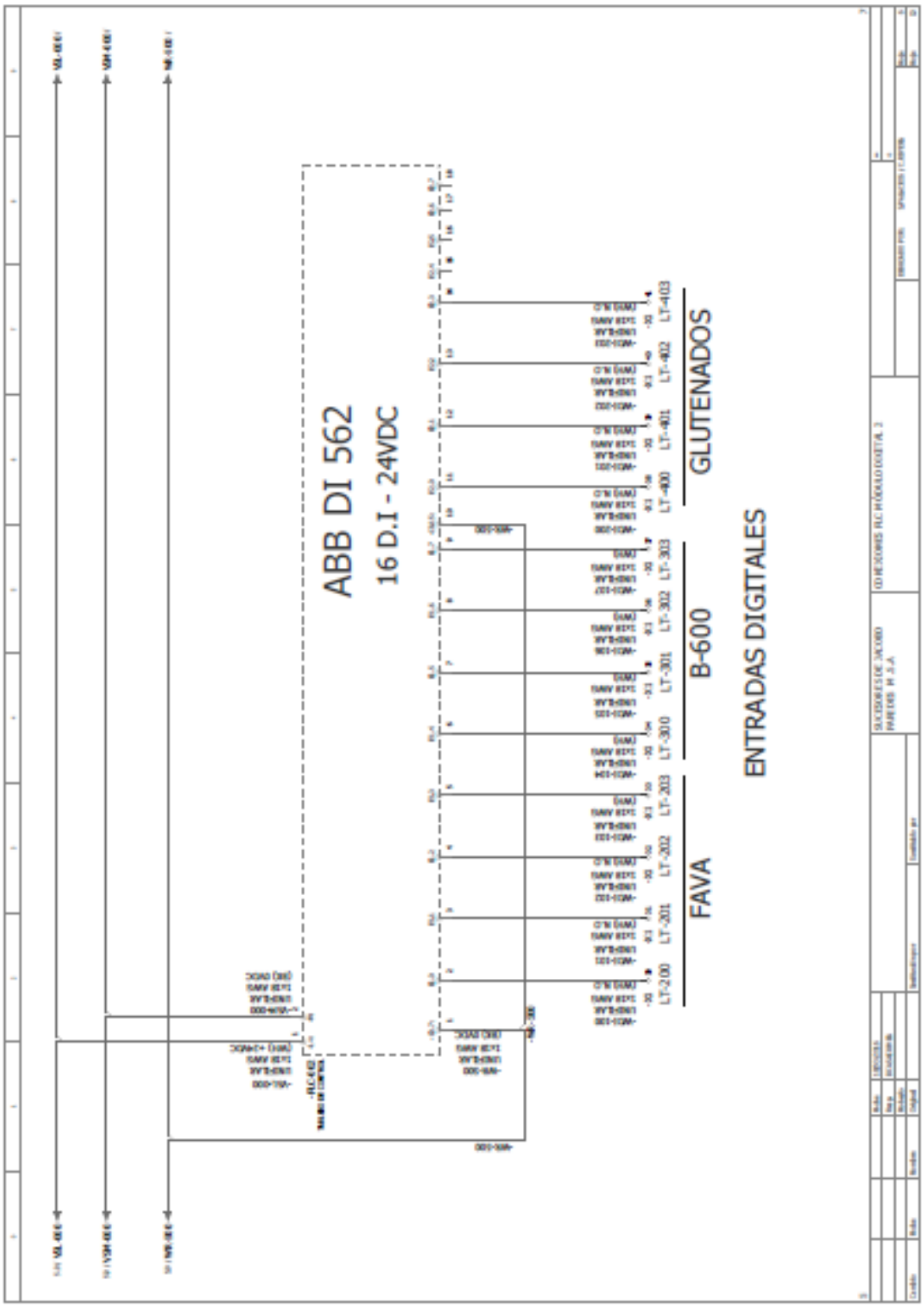
Conexión fuente de alimentación



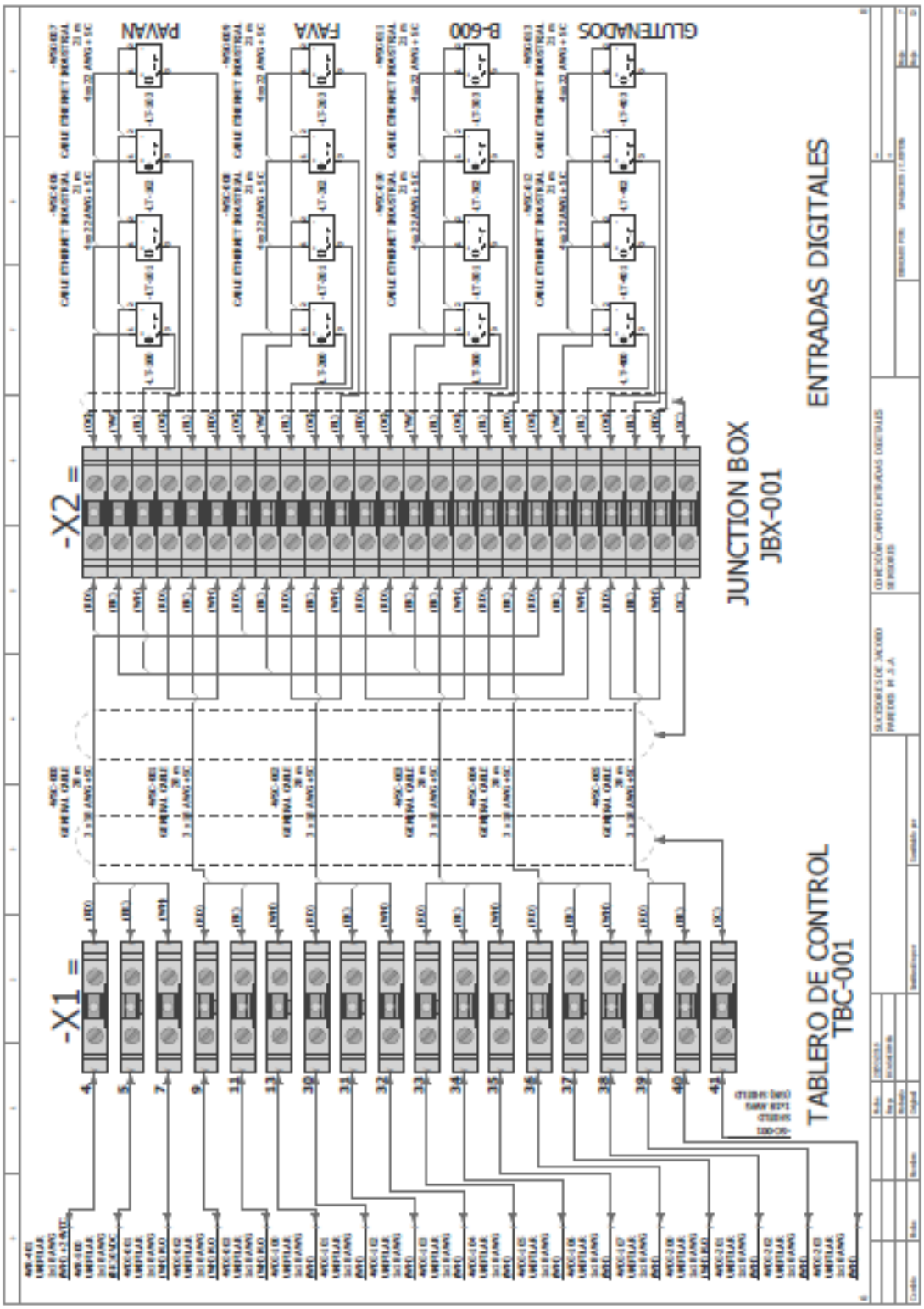
Conexiones entradas y salidas modulo digital PLC-001



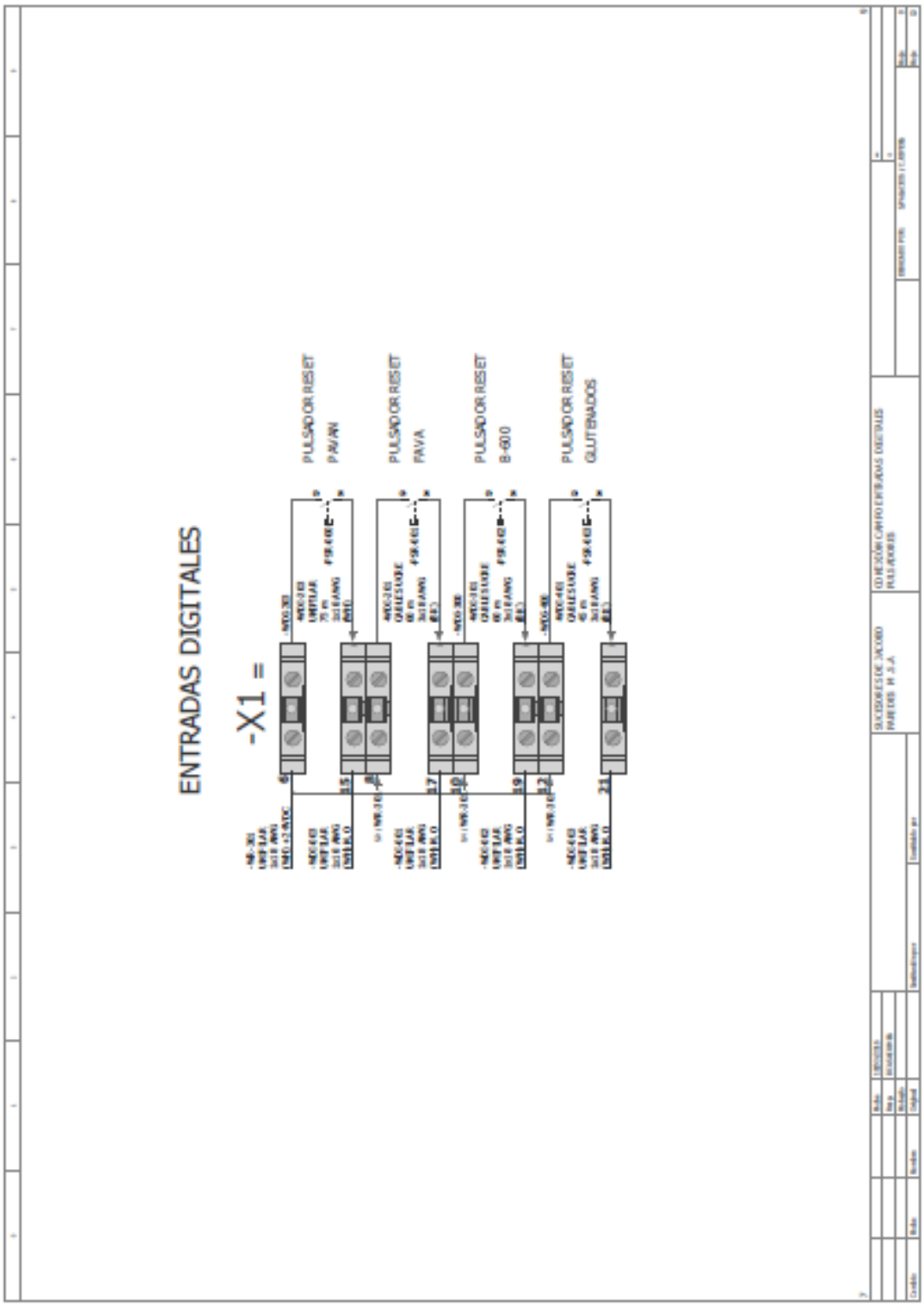
Conexiones entradas digitales módulo de expansión



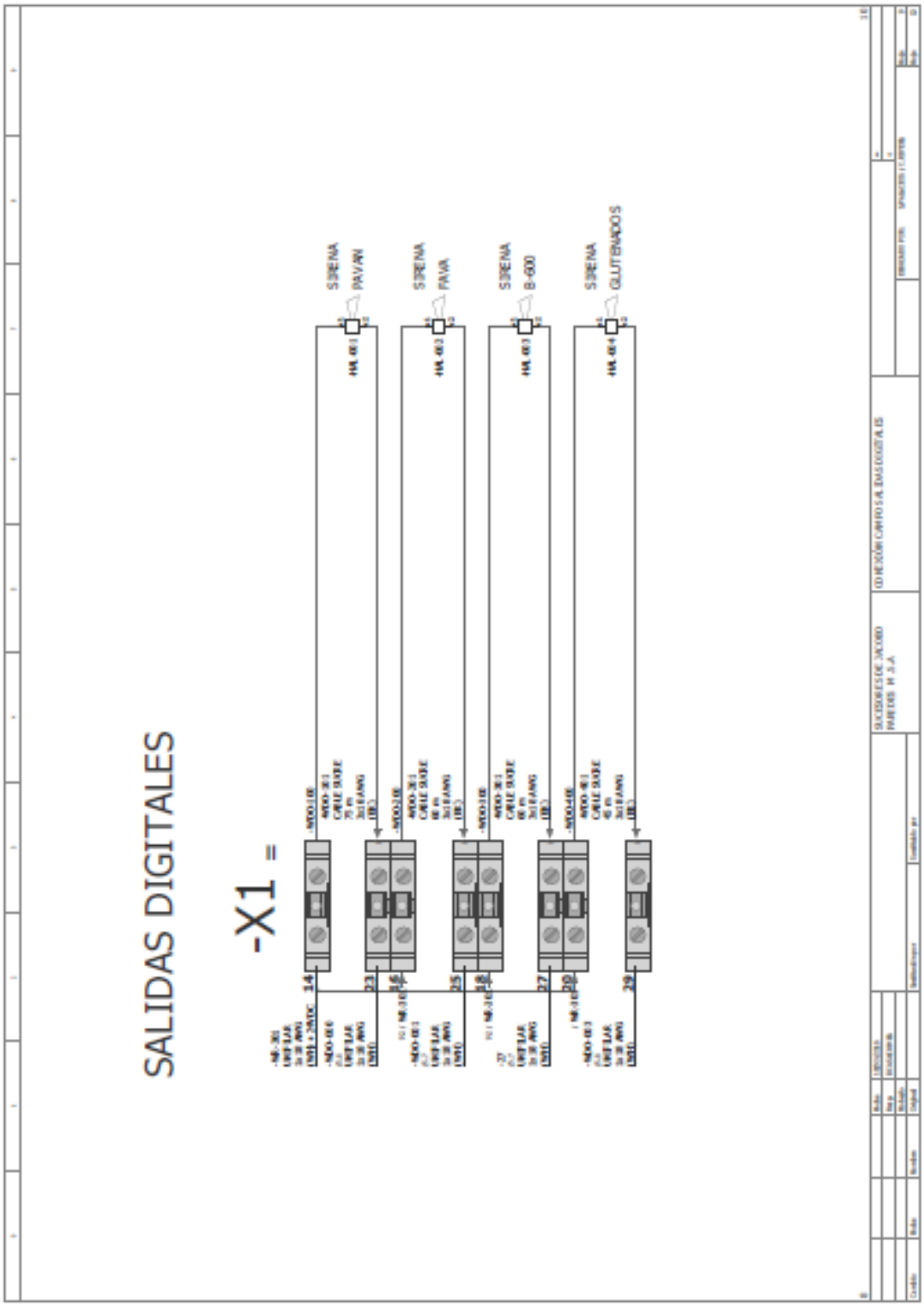
Borneras tablero de control y junction box



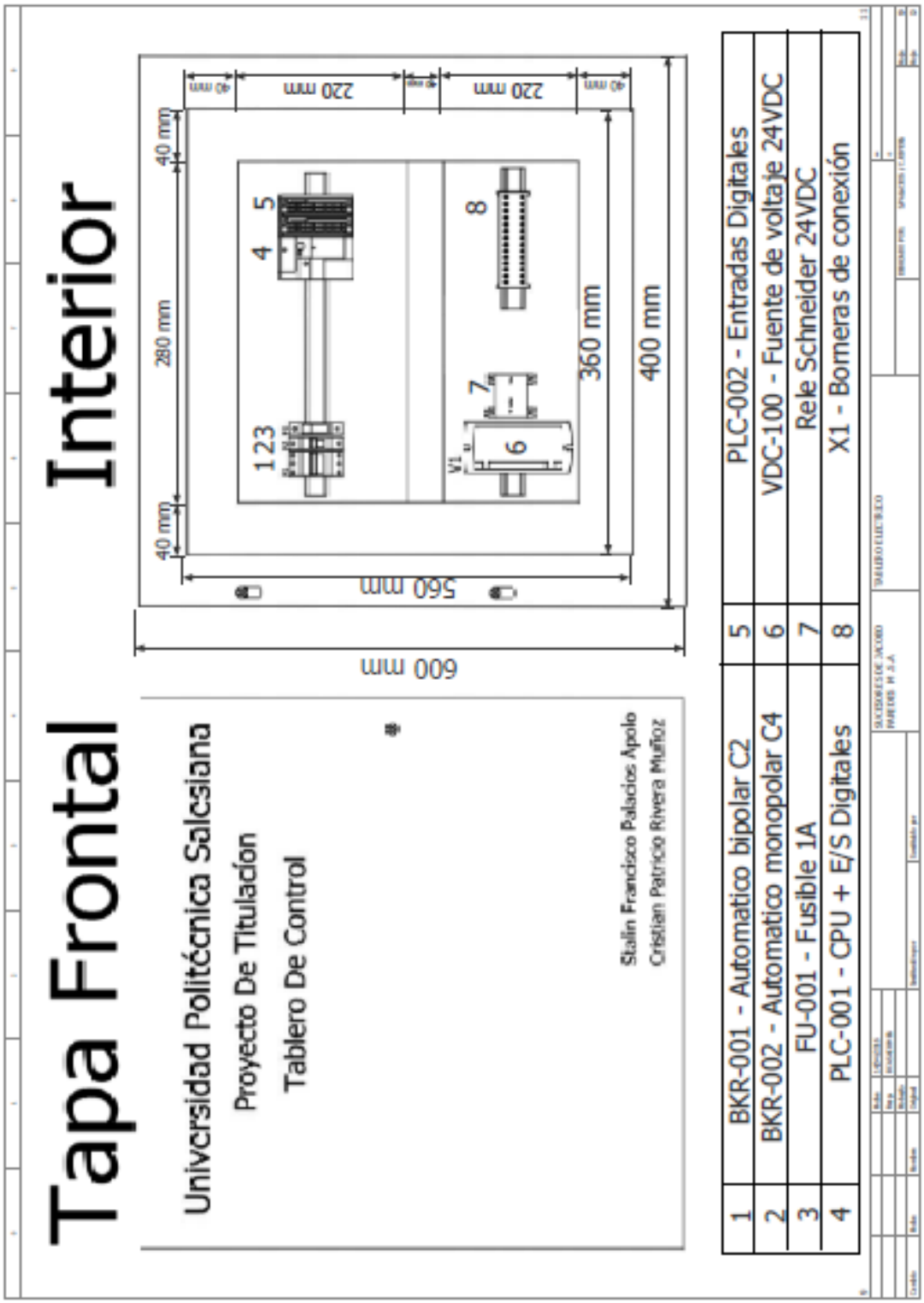
Borneras entradas digitales



Conexión salidas digitales



Plano físico del tablero de control



Lista de conexiones PLC

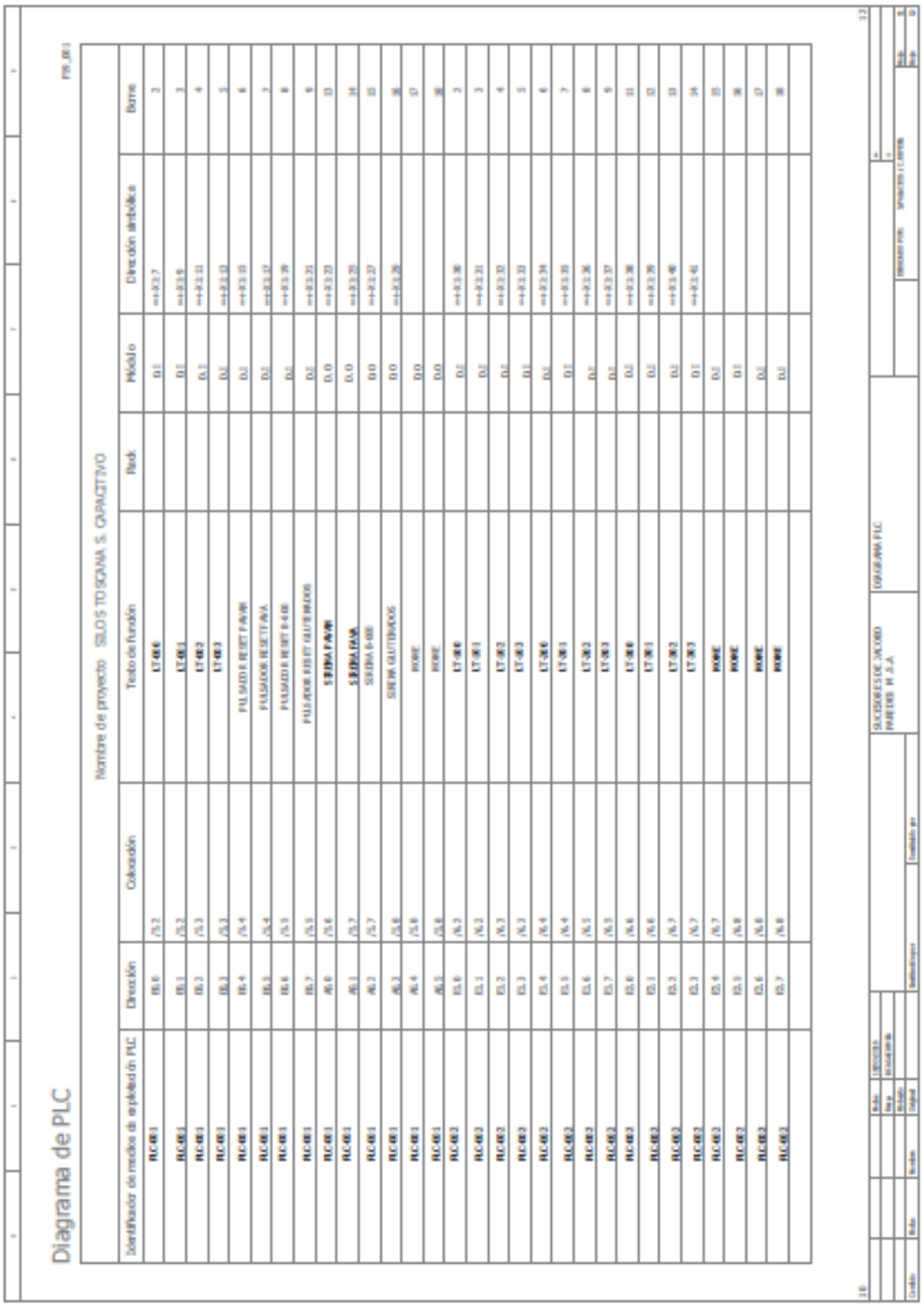


Diagrama de PLC

Nombre de proyecto SILOS TOSCANA S. CARACTIVO

Identificador de módulo de aplicación PLC	Dirección	Colocación	Texto de función	Red.	Módulo	Dirección simbólica	Borne
PLC-01	I0.0	/5.2	LT-01E		DI	==>D.7	2
PLC-01	I0.1	/5.2	LT-01I		DI	==>D.6	3
PLC-01	I0.2	/5.3	LT-02		DI	==>D.11	4
PLC-01	I0.3	/5.3	LT-03		DI	==>D.10	5
PLC-01	I0.4	/5.4	PULSADOR RESET PAVR		DI	==>D.15	6
PLC-01	I0.5	/5.4	PULSADOR RESET PAVA		DI	==>D.17	7
PLC-01	I0.6	/5.5	PULSADO RESET R-610		DI	==>D.16	8
PLC-01	I0.7	/5.5	PULSADOR RESET CUTTERMIXER		DI	==>D.21	9
PLC-01	A0.0	/5.6	SIRENA PAVR		DO	==>D.23	13
PLC-01	A0.1	/5.7	SIRENA PAVA		DO	==>D.22	14
PLC-01	A0.2	/5.7	SIRENA R-610		DO	==>D.27	15
PLC-01	A0.3	/5.8	SIRENA CUTTERMIXER		DO	==>D.26	16
PLC-01	A0.4	/5.8	RESERVE		DO		17
PLC-01	A0.5	/5.8	RESERVE		DO		18
PLC-02	E1.0	/6.2	LT-01E		DI	==>D.30	2
PLC-02	E1.1	/6.2	LT-01I		DI	==>D.31	3
PLC-02	E1.2	/6.3	LT-02		DI	==>D.32	4
PLC-02	E1.3	/6.3	LT-03		DI	==>D.33	5
PLC-02	E1.4	/6.4	LT-01E		DI	==>D.34	6
PLC-02	E1.5	/6.4	LT-01I		DI	==>D.35	7
PLC-02	E1.6	/6.5	LT-02		DI	==>D.36	8
PLC-02	E1.7	/6.5	LT-03		DI	==>D.37	9
PLC-02	E0.0	/6.6	LT-01E		DI	==>D.38	11
PLC-02	E0.1	/6.6	LT-01I		DI	==>D.39	12
PLC-02	E0.2	/6.7	LT-02		DI	==>D.40	13
PLC-02	E0.3	/6.7	LT-03		DI	==>D.41	14
PLC-02	E0.4	/6.7	RESERVE		DI		15
PLC-02	E0.5	/6.8	RESERVE		DI		16
PLC-02	E0.6	/6.8	RESERVE		DI		17
PLC-02	E0.7	/6.8	RESERVE		DI		18

SOCIEDAD ESCUDERO PARTOS M S.A.

DIAGRAMA PLC

Lista de conexiones

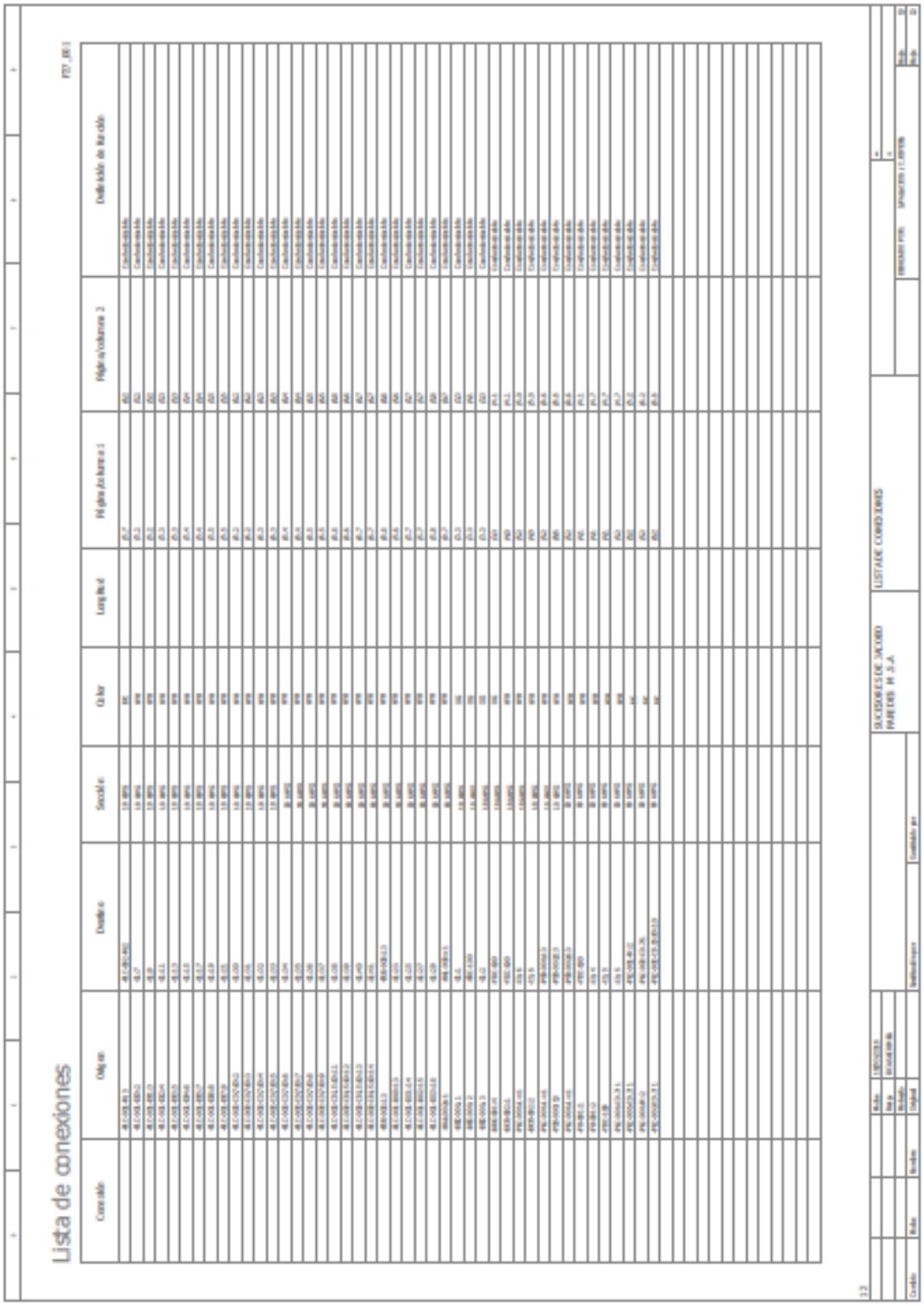
Lista de artículos

F01_001

Identificador de medios de explotación	Cantidad	Designación	Número de tipo	Proveedor	Número de artículo
-BKR-002	1	Automático, monopolar, C 4 A	LG BKN	LG-LS	LG -BKNC4
-BRK-001	1	Automático, bipolar, C 2 A	5SX1 2	SIEMENS	SIE.5SX2 102-7
-FU-001	1	Porta Fusible 32A + Fusible 1A	RT18-32	SASSIN	RT18A1
-HAL-001	1	Sirena	BWD24	CAMSCO	LTE-1101 R
-HAL-002	1	Sirena	BWD24	SIEMENS	BWD4420-05A
-HAL-003	1	Sirena	BWD24	SIEMENS	BWD4420-05A
-HAL-004	1	Sirena	BWD24	SIEMENS	BWD4420-05A
-LT-100	1	Sensor Capacitivo	CM30-25NPP-KC1	SICK	6020477
-LT-101	1	Sensor Capacitivo	CM30-25NPP-KC1	SICK	6020477
-LT-102	1	Sensor Capacitivo	CM30-25NPP-KC1	SICK	6020477
-LT-103	1	Sensor Capacitivo	CM30-25NPP-KC1	SICK	6020477
-LT-200	1	Sensor Capacitivo	CM30-25NPP-KC1	SICK	6020477
-LT-201	1	Sensor Capacitivo	CM30-25NPP-KC1	SICK	6020477
-LT-202	1	Sensor Capacitivo	CM30-25NPP-KC1	SICK	6020477
-LT-203	1	Sensor Capacitivo	CM30-25NPP-KC1	SICK	6020477
-LT-300	1	Sensor Capacitivo	CM30-25NPP-KC1	SICK	6020477
-LT-301	1	Sensor Capacitivo	CM30-25NPP-KC1	SICK	6020477
-LT-302	1	Sensor Capacitivo	CM30-25NPP-KC1	SICK	6020477
-LT-303	1	Sensor Capacitivo	CM30-25NPP-KC1	SICK	6020477
-LT-400	1	Sensor Capacitivo	CM30-25NPP-KC1	SICK	6020477
-LT-401	1	Sensor Capacitivo	CM30-25NPP-KC1	SICK	6020477
-LT-402	1	Sensor Capacitivo	CM30-25NPP-KC1	SICK	6020477
-LT-403	1	Sensor Capacitivo	CM30-25NPP-KC1	SICK	6020477
-PLC-001	1	CPU + Módulo Digital	PM554 ETH	ABB	PM554-ETH
-PLC-002	1	Módulo Entradas Digitales	AE561	ABB	AE561
-PSR-000	1	Pulsador N.O	XB4-BA21	SCHNEIDER	XB4-BA21
-PSR-001	1	Pulsador N.O	XB4-BA21	SCHNEIDER	XB4-BA21
-PSR-002	1	Pulsador N.O	XB4-BA21	SCHNEIDER	XB4-BA21
-PSR-003	1	Pulsador N.O	XB4-BA21	SCHNEIDER	XB4-BA21
-X1	1	Borneras	BK10	SCHNEIDER	XBD3013
-X2	1	Borneras	BK10	SCHNEIDER	XBD3013

11 13

			Fecha	14/04/2016		SUCESORES DE JACOBO PAREDES M .S.A	LISTA DE ARTICULOS		=	
			Resp.	DCASACUMBA					+	
			Probado					DIBUJADO POR:	S.PALACIOS / C.RIVERA	Hoja 12
Cambio	Fecha	Nombre	Original		Sustitución por	Sustituido por				Hoja 13



Anexo 8. Check list de funcionamiento

Sucesores de J. Paredes M. S.A.	**CONTROL DE CALIDAD** **CHECK LIST PROYECTO DE TITULACIÓN**	Fecha: Código:	30/03/2016 CL 001
Elaborado por: Stalin Palacios /Cristian Rivera	Aprobado por: Ing. Xavier Sánchez		
VOLTAJE		CORRECTO	INCORRECTO
ALIMENTACIÓN		X	--------
BKR-001		X	--------
BKR-002		X	--------
FU-001		X	--------
PLC-001		X	--------
SENSOR 1		X	--------
SENSOR 2		X	--------
SENSOR 3		X	--------
ETIQUETADO		-------	--------
CABLES		X	--------
TABLERO TBC-001		X	--------
CAJA LOCAL JBX-001		X	--------
BORNAS		X	--------
FUNCIONAMIENTO SILOS		------	--------
TK-001		X	--------
TK-002		------	X
TK-003		------	X
TK-004		------	X
VISUALIZACIÓN		------	------
TK-001		X	------
TK-002		------	X
TK-003		------	X
TK-004		------	

Anexo 9. Certificado de aceptación

SUCESORES DE JACOBO PAREDES M. S.A.

Molino y Pastificio

CERTIFICADO

A quien corresponda:

Yo DIEGO CASACUMBA con CI. 171680571-6 En calidad de Supervisor de Mantenimiento área Eléctrica-Electrónica, certifico que los señores STALIN FRANCISCO PALACIOS APOLO con CI. 172336817-9 Y CRISTIAN PATRICIO RIVERA MUÑOZ con CI. 1718849357 Realizaron de forma efectiva la automatización, control, diseño y puesta en marcha de la parte Eléctrica e Instrumentación del proyecto de titulación con tema "DESARROLLO DE UN HMI CENTRALIZADO PARA LOS SILOS DE LA EMPRESA TOSCANA CON GESTIÓN DE ALARMAS A EQUIPOS REMOTOS COM ACCESO A INTERNET" para la empresa SUCESORES DE JACOBO PAREDES M.S.A.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad. Los interesados pueden hacer uso del presente documento para los fines pertinentes.

Quito,23 de mayo de 2016

Sucesores de J. Paredes M.S.A.
FIRMA AUTORIZADA

LCDO. DIEGO CASACUMBA
SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO
SUCESORES DE J. PAREDES M S.A.

Cusubamba Oe1-17 y Av. Maldonado / Teléfonos: (593-2) 2678 980 - 2678 979 / Fax: (593-2) 2673 005
Casilla Postal: 17-07-9396 / email: sucesor@molicor.com
Quito ~ Ecuador