



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERÍA**

AUTOR: DARÍO ANDRÉS GUERRERO CRUZ

**TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
AUTOMATIZADO PARA UNA MÁQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL
HIGIÉNICO EN LA EMPRESA ABSORPELSA**

**DIRECTOR: ING. DIEGO, MORILLO
CODIRECTOR: ING. VICTOR, PROAÑO**

SANGOLQUÍ, NOVIEMBRE 2013

Certificado de tutoría

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

CERTIFICADO

Ing. Diego Morillo

Ing. Víctor Proaño

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado “Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado para una máquina convertidora de papel higiénico en la empresa Absorpelsa”, realizado por Darío Andrés Guerrero Cruz, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que se trata de un trabajo de investigación recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a Darío Andrés Guerrero Cruz que lo entregue al Ingeniero Luis Orozco, en su calidad de Coordinador de la Carrera.

Sangolquí, 1 de Noviembre del 2013

Ing. Diego Morillo
DIRECTOR

Ing. Víctor Proaño
CODIRECTOR

Declaración de Responsabilidad

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

DARÍO ANDRÉS GUERRERO CRUZ

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado para una máquina convertidora de papel higiénico en la empresa Absorpelsa”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie, de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 1 de Noviembre del 2013

Darío Andrés Guerrero Cruz

171730067-5

Autorización de publicación

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

AUTORIZACIÓN

Yo, Darío Andrés Guerrero Cruz

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado para una máquina convertidora de papel higiénico en la empresa Absorpelsa”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 1 de Noviembre del 2013

Darío Andrés Guerrero Cruz

171730067-5

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis Padres quienes con su paciencia, cariño y apoyo lucharon conmigo día a día para verme cumplir esta meta.

También se la dedico a mi Abuelito quien fue una persona muy valiosa en mi vida al dejarme un gran legado y ser la persona que ahora soy.

Darío Andrés Guerrero Cruz

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y llenarme de sus bendiciones día a día permitiéndome llegar hasta este punto.

A mi familia por el apoyo en todo momento, por sus consejos y ejemplos de perseverancia de cada día permitiéndome ser una persona de bien.

A mis compañeros de trabajo por brindarme su amistad y nutrirme de nuevos conocimientos para poder culminar con éxito este proyecto.

A los docentes de la Escuela Politécnica del Ejército quienes fueron mi guía y ejemplo durante toda mi vida Universitaria.

Darío Andrés Guerrero Cruz

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
INDICE DE CONTENIDOS	vii
INDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE TABLAS.....	xiv
RESUMEN	xvi
CAPITULO I.....	1
PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	2
1.3 OBJETIVOS:.....	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL:.....	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	4
CAPITULO II.....	5
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	5
2.1 Diagrama de proceso	6
2.2 Variables de interés en el proceso	10
2.3 Descripción de cada etapa del proceso.....	11
2.3.1 Desbobinado de papel.....	12
2.3.2 Rebobinado de papel.....	19
2.3.3 Sección distribución de core.....	22
2.3.4 Sellado bastón de papel.....	24
2.3.5 Acumulador bastones de papel	26

CAPITULO III.....	29
HARDWARE Y SISTEMAS DE CONTROL.....	29
3.1 Dispositivos de control.....	30
3.1.1 Autómatas Programables (PLC´S).....	30
3.1.2 Fuente de alimentación PS 307 Siemens	33
3.1.3 CP 343-1 Lean_1	34
3.1.4 Módulo de salidas a relé	35
3.1.5 Módulo de entradas 120/230 VAC	36
3.1.6 Unidad periférica descentralizada ET 200M-IM 153-1	37
3.1.7 Drive Variadores de Frecuencia	38
3.1.8 Sensores.....	40
CAPITULO IV	45
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	45
4.1 Requerimientos del sistema	45
4.2 Diseño de la arquitectura del sistema.....	46
4.3 Diseño del proceso	48
4.3.1 Control de velocidad	49
4.3.2 Control de tensión	53
4.3.3 Control de posición para la secuencia de rebobinado del papel.....	55
4.3.4 Número de metros enrollados.....	58
4.4 Programación de equipos.....	58
4.4.1 Programación del PLC	59
4.4.2 Configuración de comunicación.....	60
4.5 Programación variadores de velocidad	65

4.5.1	Palabra de Control para comunicación Profibus.....	67
4.6	Programación servo drive.....	68
4.6.1	Servo drive por control analógico.....	69
4.6.2	Servo drive controlado por pulsos.....	70
4.7	Proceso de desbobinado del papel.....	71
4.8	Proceso de rebobinado.....	80
4.9	Proceso de transporte.....	84
4.10	Proceso de sellado de papel.....	87
4.11	Proceso de acumulador de rollos terminados.....	90
	CAPITULO V.....	91
	DISEÑO DE LA INTERFAZ HUMANO-MÁQUINA.....	91
5.1	Diseño de la interfaz de usuario.....	91
5.1.1	Pantalla principal.....	92
5.1.2	Pantalla ajustes.....	94
5.1.3	Pantalla de producción.....	95
5.1.4	Pantalla administrador.....	96
	CAPITULO VI.....	98
	PRUEBAS Y RESULTADOS.....	98
6.1	Pruebas de comunicación.....	99
6.2	Pruebas de funcionamiento control de tensión.....	100
6.3	Pruebas de funcionamiento del proceso.....	101
6.4	Resultados del proceso.....	105

CAPITULO VII	107
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
RECOMENDACIONES	110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
ANEXOS.....	114
PLANOS ELÉCTRICOS.....	114

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO II

FIGURA 2. 1. ETAPAS DEL PROCESO	7
FIGURA 2. 2 DIAGRAMA P&ID	8
FIGURA 2. 3 ETAPAS DEL PROCESO.....	12
FIGURA 2. 4. SECCIÓN DESBOBINADOR	13
FIGURA 2. 5 SECCIÓN DESBOBINADOR	14
FIGURA 2. 6 SECCIÓN DE TEXTURIZADO.....	15
FIGURA 2. 7 SECCIÓN TEXTURIZADO	16
FIGURA 2. 8 SECCIÓN DE PRE-CORTE	17
FIGURA 2. 9 SECCIÓN DE PRE-CORTE	18
FIGURA 2. 10 SECCIÓN DE REBOBINADO.....	19
FIGURA 2. 11 SECCIÓN DE REBOBINADO.....	20
FIGURA 2.12 SECCIÓN DISTRIBUCIÓN DE CORE	22
FIGURA 2. 13 SECCIÓN DISTRIBUCIÓN DE CORE	23
FIGURA 2. 14. SELLADO DEL PAPEL	24
FIGURA 2. 15 SELLADO DE PAPEL.....	25
FIGURA 2. 16 ACUMULADOR BASTONES TERMINADOS	26
FIGURA 2. 17 ACUMULADOR BASTONES TERMINADOS.....	27

CAPITULO III

FIGURA 3. 1 DIAGRAMA DISPOSITIVOS INSTALADOS.....	30
FIGURA 3. 2 ESQUEMA PANEL OPERADOR.....	40
FIGURA 3. 3 INTERRUPTOR DE POSICIÓN.....	41
FIGURA 3. 4 SENSOR INDUCTIVO.....	43
FIGURA 3. 5 DIAGRAMA DE CONEXIÓN	44

CAPITULO IV

FIGURA 4. 1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA	48
FIGURA 4. 2 RODILLO DANZARÍN.....	53
FIGURA 4. 3 ECUACIÓN CONTROL DE TENSIÓN	54
FIGURA 4. 4 ARQUITECTURA DEL SISTEMA	59
FIGURA 4. 5 VARIADORES DE VELOCIDAD.....	61
FIGURA 4. 6 SUBRED PROFIBUS	62
FIGURA 4. 7 DIRECCIONES PROFIBUS.....	63
FIGURA 4. 8 TELEGRAMA PROFIBUS	64
FIGURA 4. 9 DIRECCIONES PALABRAS DE CONTROL Y ESTADO.....	64
FIGURA 4.10 PROFIBUS EN CU	66
FIGURA 4.11 PALABRA DE CONTROL	67
FIGURA 4.12 ESQUEMA DE CONEXIÓN SERVO DRIVE.....	69
FIGURA 4.13 SECCIÓN DE TEXTURIZADO	72
FIGURA 4. 14 BOBINA MADRE.....	73
FIGURA 4.15 RODILLO DANZARIN	75
FIGURA 4.16 RODILLO TIPO BANANA	76
FIGURA 4.17 TEXTURIZADO DE PAPEL.....	77
FIGURA 4.18 RODILLO DE PRE-CORTE	78

FIGURA 4.19 RODILLO DEDROLL (CORTE DE FIN DE ROLLO).....	79
FIGURA 4.20 ACCIONAMIENTO CORTE FIN DE ROLLO.....	79
FIGURA 4.21 HEXÁGONO PARA REBOBINADO DE PAPEL.....	81
FIGURA 4. 22 BANDAS TRANSPORTADORAS.....	85
FIGURA 4.23 INGRESO DE NUEVO CORE Y SALIDA DE ROLLO TERMINADO.....	86
FIGURA 4. 24 SELLADO FIN DE ROLLO DE PAPEL.....	88
FIGURA 4.25 CONTENEDOR DE GOMA PARA SELLADO DE PAPEL.....	88
FIGURA 4.26 ACCIONAMIENTO DESVÍO DE ROLLO NO SELLADO.....	89
FIGURA 4.27 ACUMULADOR DE ROLLOS TERMINADOS.....	90

CAPITULO VI

FIGURA 5. 1 PANTALLA PRINCIPAL.....	93
FIGURA 5. 2 BARRA DE INICIO RÁPIDO.....	93
FIGURA 5.3 INGRESO DE PARÁMETROS.....	94
FIGURA 5. 4 PRODUCCIÓN DE PAPEL.....	95
FIGURA 5. 5 CALIBRACIÓN DEL PROCESO.....	96

INDICE DE TABLAS

CAPITULO II

TABLA 2. 1 NOMENCLATURA DE ELEMENTOS OCUPADOS	9
TABLA 2. 2 VARIABLES DE INTERÉS	11
TABLA 2. 3. NOMENCLATURA SECCIÓN DESBOBINADOR	13
TABLA 2. 4 NOMENCLATURA SECCIÓN TEXTURIZADO	16
TABLA 2. 5 SECCIÓN DE PRE-CORTE	18
TABLA 2. 6. NOMENCLATURA SECCIÓN REBOBINADO.....	19
TABLA 2. 7 NOMENCLATURA SECCIÓN DISTRIBUCIÓN DE CORE	22
TABLA 2. 8 NOMENCLATURA SELLADO DE PAPEL	25
TABLA 2. 9 NOMENCLATURA ACUMULADOR BASTONES TERMINADOS.....	27

CAPITULO III

TABLA 3. 1 PLC 315-2-DP	31
TABLA 3. 2 DATOS TÉCNICOS PLC 1214 DC/DC/DC	32
TABLA 3. 3 DATOS TÉCNICOS FUENTE DE ALIMENTACIÓN PS 307	33
TABLA 3. 4 DATOS TÉCNICOS MÓDULO SALIDAS A RELÉ	35
TABLA 3. 5 DATOS TÉCNICOS MÓDULO DE ENTRADAS 120/230 VAC.....	36
TABLA 3. 6 DATOS TÉCNICOS UNIDAD PERIFÉRICA DESCENTRALIZADA ET 200M....	38
TABLA 3. 7 DATOS TÉCNICOS INTERRUPTOR DE POSICIÓN	42
TABLA 3. 8 DATOS TÉCNICOS SENSOR INDUCTIVO	43

CAPITULO IV

TABLA 4. 1 PALABRAS DE CONTROL Y ESTADO COMUNICACIÓN PROFIBUS.....	64
TABLA 4. 2 PARÁMETROS PROGRAMACIÓN PROFIBUS	66
TABLA 4. 3 PARÁMETROS PROGRAMACIÓN SERVO DRIVE CONTROL ANALÓGICO...	70
TABLA 4.4 PARÁMETROS PROGRAMACIÓN SERVO DRIVE CONTROL POR PULSOS.....	71

CAPITULO VI

TABLA 6. 1 ELABORACIÓN DE BASTÓN	102
TABLA 6. 2 TABLA COMPARATIVA.....	106

RESUMEN

El siguiente proyecto presenta la implementación de una máquina convertidora de papel higiénico en la empresa Absorpelsa, que consiste de una bobina madre de 1,30m de diámetro convertir en bobinas o bastones de diámetros más pequeños.

Este proceso consta de varias etapas que son: desbobinado, rebobinado, distribución de core, sellado y almacenamiento del papel, en este proyecto se detallará cómo se desarrolló cada una de estas para la elaboración de la bobina, así como los métodos que se utilizaron para controlar toda la máquina.

Adicional a esto se presenta una interfaz de usuario elaborada en WinCC Flexible donde se ofrece innovadoras herramientas de ingeniería para la configuración homogénea del panel de mando SIMATIC HMI, así como las tareas de manejo, visualización de histórico de alarmas y estados del sistema que faciliten al usuario la manipulación de la máquina.

Finalmente se presentan las pruebas de funcionamiento del sistema, para constatar que se logró culminar con este proyecto cumpliendo los requerimientos que el usuario pidió.

CAPITULO I

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

Absorpelsa es una empresa líder en el mercado nacional e internacional en la industria del papel, fijando sus metas en la competitividad, eficiencia y capacidad de respuesta en sus procesos productivos, logrando innovar el producto para atender las exigencias de sus demandantes.

Son los encargados de satisfacer los requerimientos de sus clientes ofreciendo un producto de calidad, y desarrollando una cultura de reciclaje de papel, para contribuir a la preservación del medio ambiente.

La automatización de procesos intermedios nace de la falla de la mayoría de dispositivos, como consecuencia de esto la empresa ha tenido

que disminuir la producción al tener una parte del proceso paralizado significando pérdidas notorias para esta empresa.

Por este motivo se propuso el cambio de variadores de velocidad y PLC, para automatización de etapas intermedias de este proceso logrando de esta manera tener almacenado rollos de papel de 1.30m de largo y de diámetro variable según las exigencias del usuario, adicionalmente se desarrolló un sistema HMI para monitoreo del proceso.

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La empresa Absorpelsa basa su producción en la elaboración del Papel Higiénico en varias etapas, una de ellas es el área seca que se basa en darle al producto la forma de bastones. Este proceso se encuentra actualmente fuera de servicio debido a sobrecargas del sistema eléctrico y electrónico.

Los PLCs instalados actualmente son modelos de generación antigua y es difícil conseguir software actual y repuesto de los mismos, igualmente sucede con los variadores de velocidad. Por lo tanto, para lograr confiabilidad en el funcionamiento de la máquina se reemplazaron estos equipos con elementos de última generación y de marca reconocida a nivel internacional.

El proyecto es vital para la empresa debido a que la demanda de producción ha incrementado significativamente, es por ello que se ve la necesidad de automatizar procesos intermedios comprendidos por: desbobinado, rebobinadora, transporte de bobinas, sellado de bobina, acumulador de bobinas terminadas, teniendo en cuenta que se debe realizar un control de tensión eficiente en este proceso para brindar una mejor calidad en el producto terminado, con disminución de desperdicios provocados por la ruptura del material en la bobinadora, brindando información en tiempo real del proceso.

El proyecto que se va a implementar asegura el funcionamiento inmediato de la máquina que ha estado fuera de servicio mucho tiempo logrando que con esta nueva Automatización mejore la eficiencia y rendimiento de esta, permitiendo recuperar la inversión amortizada.

1.3 OBJETIVOS:

1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

Diseñar e implementar un sistema automatizado para una máquina convertidora de papel higiénico.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analizar el control de tensión en el proceso de desbobinado del material para evitar pérdidas durante la producción.

- Diseñar el control y automatización de la máquina convertidora de papel, mediante el uso de un controlador lógico programable y una interfaz de usuario fácil de interpretar.

- Desarrollar un control de posición para el intercambio de rebobinadores que garantice precisión en la secuencia.

- Implementar un sistema que reduzca los tiempos de elaboración de bastones con respecto al proceso manual.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El presente capítulo tiene como fin conocer a detalle el proceso que realiza la máquina y cada uno de los elementos que se encuentran instalados para poder entender de mejor manera la automatización que se realizó en este proyecto.

La máquina que se automatizó, está constituida por una serie de componentes que trabajan en unión y coordinación, permitiendo transformar bobinas de 1.30 m de diámetro a bobinas pequeñas de diferente diámetro.

La máquina se conforma de diferentes procesos, los que se van a desarrollar son: Desbobinado, Rebobinado, Distribución de Core, Sellado de Papel, Acumulador de Bobinas Terminadas.

Para estos procesos el papel tiene que pasar por varios rodillos los cuales ayudan que el papel se estire, elimine arrugas, logrando un papel bien templado para que en el rebobinado el papel este uniforme.

2.1 Diagrama de proceso

El diagrama de proceso ver **Figura 2.1 Diagrama de Proceso** representa gráficamente las etapas que conforman la elaboración de bastones, de esta manera se puede sintetizar todo el proceso a ser automatizado, de igual forma se va a mostrar un diagrama P&ID ver **Figura 2.2 Diagrama P&ID** donde se encuentra cada uno de los elementos que permiten realizar la automatización del proceso. Los P&ID son el paso inicial de la ingeniería básica, que ayuda a analizar la mejor opción al momento de la ejecución de la automatización.

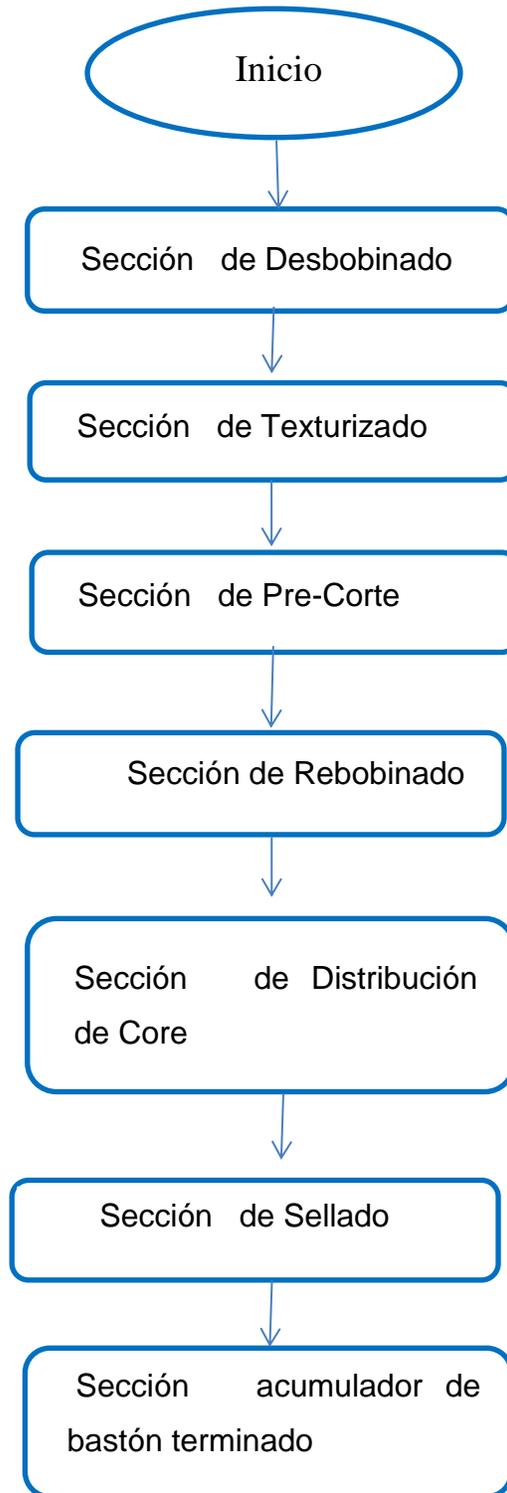


Figura 2. 1. Etapas del Proceso

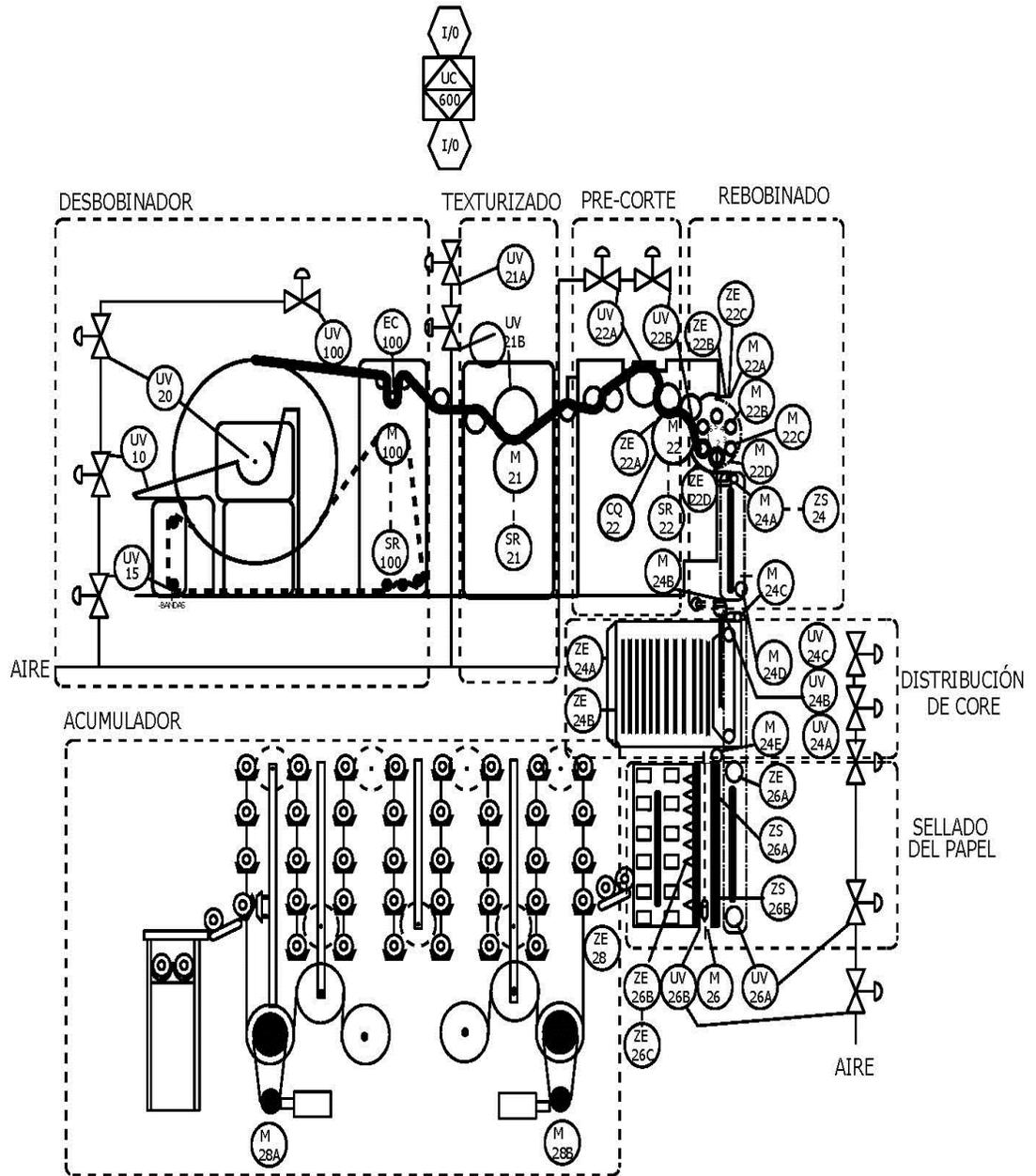


Figura 2. 2 Diagrama P&ID

La nomenclatura de los elementos ocupados se presenta a continuación:

Tabla 2. 1 Nomenclatura de elementos ocupados

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
ETAPA DE DESBOBINADO	
SECCIÓN DESBOBINADOR	
UV-10	Electroválvula expulsión bobina madre terminada
UV-15	Electroválvula accionamiento bandas desbobinado
UV-20	Electroválvula bloquea eje de bobina madre para funcionamiento
UV-25	Electroválvula freno para M1
M-100	Motor para desbobinado
SR-100	Regulador variador de velocidad para M1
EC-100	Controlador de Tensión
SECCIÓN DE TERTURIZADO	
UV-21B	Electroválvula subir y bajar rodillo de caucho
UV-21^a	Electroválvula freno para M2
M-21	Motor principal texturizado
SR-21	Regulador variador de velocidad para M-21
SECCIÓN PRE-CORTE REBOBINADO	
UV-22B	Electroválvula cuchilla
UV-22^a	Electroválvula pre-corte
M-22	Motor rebobinado
ETAPA REBOBINADO	
UV-22C	Electroválvula engomado
UV-22B	Electroválvula cuchilla
M-22C	Servo motor para rebobinadores impares
M-22B	Servo motor para rebobinadores pares
M-22^a	Servo motor para excéntrica
M-22D	Servo motor para hexágono
ZE-22D	Sensor inductivo para posicionamiento y secuencia del hexágono
ZE-22B	Sensor inductivo para posicionamiento y elección de rebobinadores
ZE-22^a	Sensor inductivo cambio de rollo
ZE-22C	Sensor inductivo para posicionamiento de la excéntrica
ZE-22E	Sensor fotoeléctrico salida de nuevo rollo



QT-22	Transmisor cantidad de metros
SECCIÓN DISTRIBUCIÓN DE CORE	
UV-24^a	Electroválvula cambio de rollo salida del acumulador
UV-24B	Electroválvula cambio de rollo ingreso medio al rebobinador
UV-24C	Electroválvula cambio de rollo ingreso total al rebobinador
M-24B	Motor cambio de rollo ingreso medio al rebobinador
M-24^a	Motor accionamiento banda transportadora salida de bastón
M-24D	Motor ingreso de nuevo core
M-24C	Motor accionamiento banda transportadora2
M-24E	Motor abastecimiento de core en acumulador
ZS-24	Fin de carrera accionamiento banda transportadora
ZE-24^a	Sensor fotoeléctrico nivel medio acumulador de core
ZE-24B	Sensor fotoeléctrico nivel bajo acumulador de core
SECCIÓN DE SELLADO	
UV-26B	Electroválvula goma
UV-26^a	Electroválvula rodillo pateador
ZE-26B	Sensor fotoeléctrico 1 accionamiento M-26
ZE-26C	Sensor fotoeléctrico 2 accionamiento M-26
ZE-26^a	Sensor fotoeléctrico ingreso bastón área de sellado
ZS-26^a	Final de carrera sellado izquierda
ZS-26B	Final de carrera sellado derecha
M-26^a	Motor engomado de papel para sellado
M-26B	Motor movimiento de rodillo para sellado
SECCIÓN ACUMULADOR DE PAPEL	
ZE-28	Sensor inicio almacenamiento
M-28^a	Motor accionamiento almacenamiento
M-28B	Motor accionamiento almacenamiento

Fuente: Nomenclatura de elementos

Elaborado: Autor de Tesis

2.2 Variables de interés en el proceso

En la **Tabla 2.2 Variables de interés** permite conocer cuáles son las variables más importantes en el proceso logrando tener un proceso continuo y eficiente.

Tabla 2. 2 Variables de interés

Variables de interés	Función
Ingreso Consigna	Esta variable es determinante porque es la velocidad a la que funcionan los motores para el proceso de desbobinado, texturizado, rebobinado, los servos para rebobinado, para excéntrica y para el hexágono
Sensor posicionamiento 1 (ZE-22D)	Este sensor sirve para posicionar la máquina antes del arranque, para resetear a condiciones iniciales después de un cambio de bastón y para el accionamiento de la goma
Sensor Posicionamiento 2 (ZE-22C)	Este sensor sirve para posicionar la máquina antes del arranque y para limitar el movimiento del servo en el cambio de bastón
Sensor Posicionamiento 3 (ZE-22B)	Este sensor sirve para posicionar la máquina antes del arranque y selecciona que rebobinador va empezar el proceso.
Sensor salida de rollo terminado (ZE-22E)	Este sensor habilita el segundo movimiento para el hexágono y la excéntrica que los deja en una posición lista para el cambio de bastón.
Número de metros enrollados	Por medio de un encoder me permite conocer el número de metros que se están enrollando.
Sensor cambio de rollo (ZE-22A)	Una vez que se cumple los metros que se han ingresado este sensor activa los movimientos para el cambió de bastón

Elaborado: Autor de Tesis

2.3 Descripción de cada etapa del proceso

La Automatización de la máquina se conforma de diferentes etapas las que se van a desarrollar en este proyecto son: Desbobinado, Rebobinado, Distribución de Core, Sellado de Papel y Acumulador de Bobinas Terminadas. Como se muestra en la **Figura 2.3. Etapas del proceso**

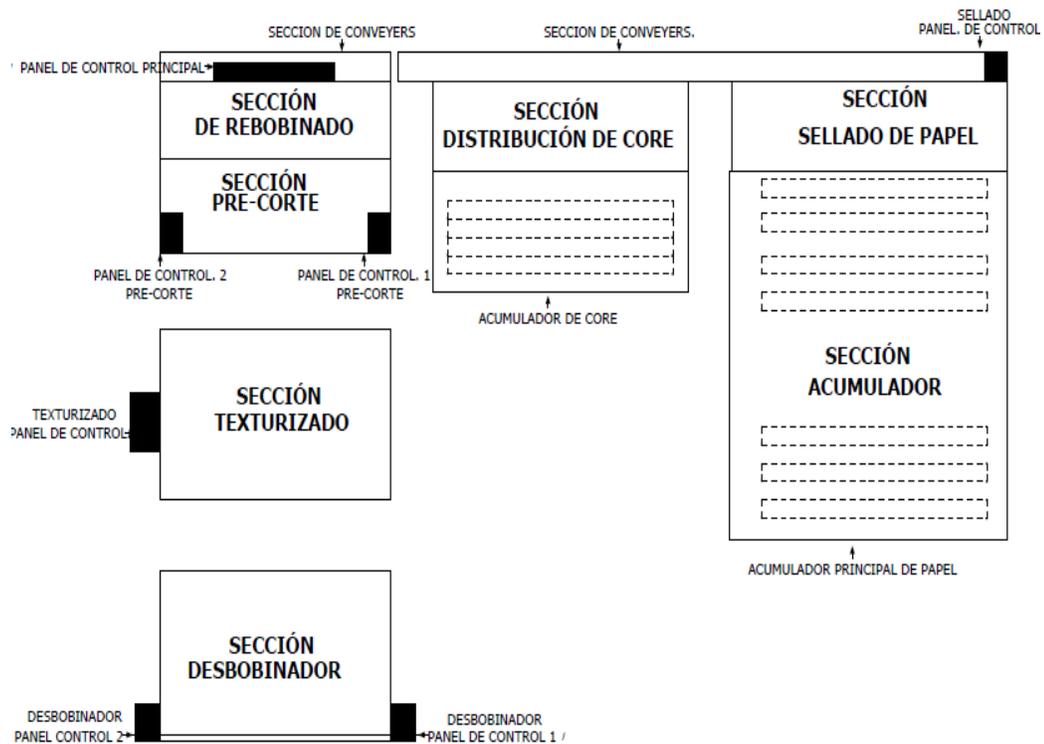


Figura 2. 3 Etapas del Proceso

2.3.1 Desbobinado de papel

El desbobinado del papel consiste en ir desenrollando una bobina de 1,30 m de diámetro por una serie de rodillos los cuales ayudan que el papel se estire y elimine arrugas, para este proceso la máquina dispone de tres Variadores Siemens que controlan el movimiento de los Motores de las secciones de: Desbobinador, Texturizado del papel y Pre-Corte

a. Sección Desbobinador del papel

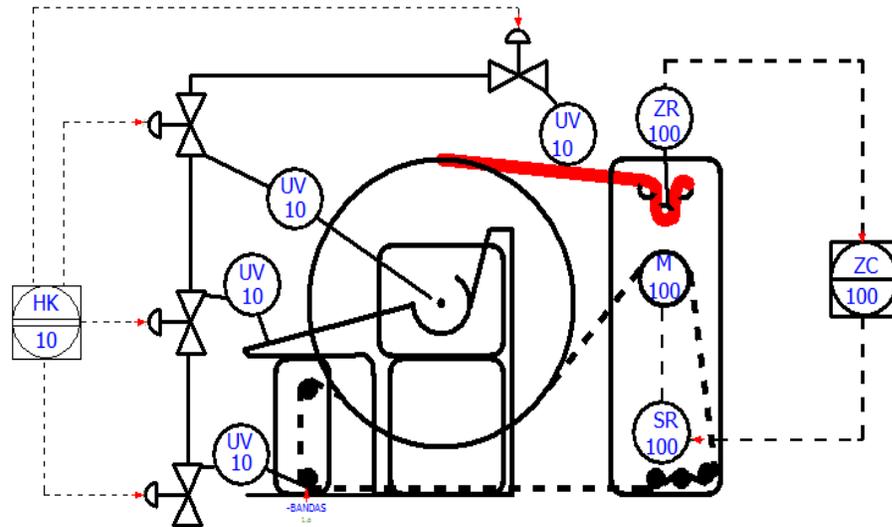


Figura 2. 4. Sección desbobinador

Tabla 2. 3. Nomenclatura sección desbobinador

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
SECCIÓN DESBOBINADOR	
UV-10	Electroválvula expulsión bobina madre terminada
UV-15	Electroválvula accionamiento bandas desbobinado
UV-20	Electroválvula bloquea eje de bobina madre para funcionamiento
UV-25	Electroválvula freno para M1
M-100	Motor para desbobinado
SR-100	Regulador variador de velocidad para M1
ZR-100	Registrador de posición de pulsos
ZC-100	Controlador de Tensión
HK-10	Estación manual de arranque

Elaborado: Autor de Tesis



Figura 2. 5 Sección desbobinador

El desbobinador ver **Figura 2.4 Sección desbobinador** es la parte de la máquina donde se coloca la bobina madre para ser procesada, esta debe ser fijada en un eje central que es accionado por UV-20, luego se tiene un rodillo que va acoplado a un motor M-100 y su movimiento es controlado por un Variador Siemens SR-100, tomando en cuenta que se tiene transmisión por medio de correas que son accionadas por UV-15 permitiendo ir desbobinando el papel, así mismo cuando se quiere parar el proceso se acciona UV-100 que ayuda a frenar la sección del desbobinador, texturizado y pre-corte al mismo tiempo para que el papel quede completamente tensionado.

Después la hoja de papel higiénico pasa por un sistema de rodillo danzarín el cual va a ayudar a controlar la tensión del papel por medio de EC-100, siguiendo por un rodillo templador para ayudar abrir o estirar la hoja durante todo el proceso de desbobinado, una vez que se termina la bobina se acciona UV-10 para colocar una nueva bobina, para después continuar con la sección de texturizado del papel.

b. Sección Texturizado de Papel

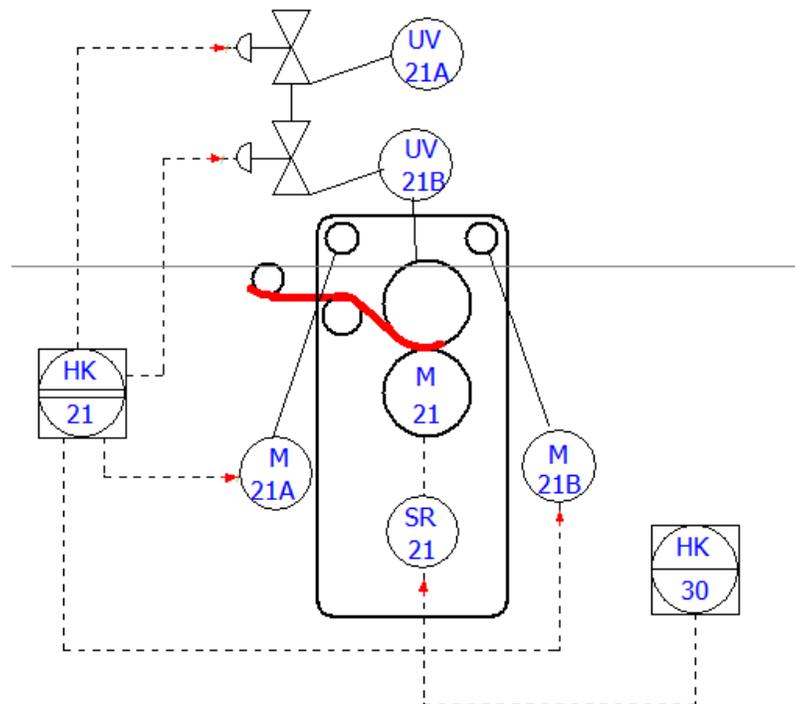


Figura 2. 6 Sección de Texturizado

Tabla 2. 4 Nomenclatura Sección Texturizado

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
SECCIÓN DE TERTURIZADO	
UV-21B	Electroválvula subir y bajar rodillo de caucho
UV-21^a	Electroválvula freno para M2
M-21	Motor principal texturizado
SR-21	Regulador variador de velocidad para M-21
M-21^a	Motor izquierdo para alinear la hoja de papel
M-21B	Motor derecho para alinear la hoja de papel
HK-21	Estación manual de arranque
HK-30	Estación manual de arranque

Elaborado: Autor de Tesis



Figura 2. 7 Sección Texturizado

En esta sección ver **Figura 2.6 Sección de Texturizado** pasa primero por rodillo tipo banana, luego por un rodillo templador, que ayudan a que el papel quede completamente estirado, después pasa entre un rodillo de caucho y uno de metal el cual va acoplado a un motor M-21 teniendo un movimiento controlado por otro Variador Siemens SR-21, cuando se quiere parar el proceso se acciona UV-21A que ayuda a frenar la sección del desbobinador, texturizado y pre-corte al mismo tiempo para que el papel quede completamente tensionado

Existe un sistema de levas que suben o bajan a base de accionamientos neumáticos UV-21 el rodillo de caucho ejerciendo una presión sobre el rodillo de metal permitiendo de esta manera dar la textura al papel. Adicional se tiene un control por medio de M-21A y M-21B para ir alineando la hoja entre los dos rodillos.

c. Sección de Pre-Corte

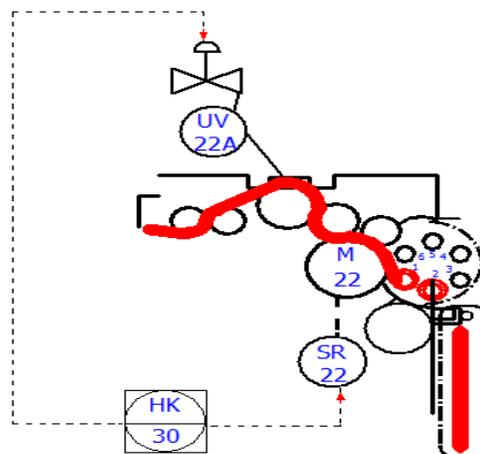


Figura 2. 8 Sección de Pre-Corte

Tabla 2. 5 Sección de Pre-Corte

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
SECCIÓN PRE-CORTE REBOBINADO	
UV-22^a	Electroválvula pre-corte
M-22	Motor rebobinado
SR-22	Regulador variador de velocidad para M-22
HK-30	Estación manual de arranque

Elaborado: Autor de Tesis



Figura 2. 9 Sección de Pre-Corte

En esta sección ver **Figura 2.8 Sección de Pre-Corte** la hoja de papel higiénico llega a otro rodillo templador, luego a un rodillo donde se realiza el pre-corte del papel accionando la UV-22A, para después ir a un rodillo bedroll el cual va acoplado a un motor M-22 y su movimiento es controlado por otro Variador Siemens SR-22, en esta etapa la hoja de papel se encuentra texturizada, con pre-corte, estirada y lista para ser rebobinada.

2.3.2 Rebobinado de papel

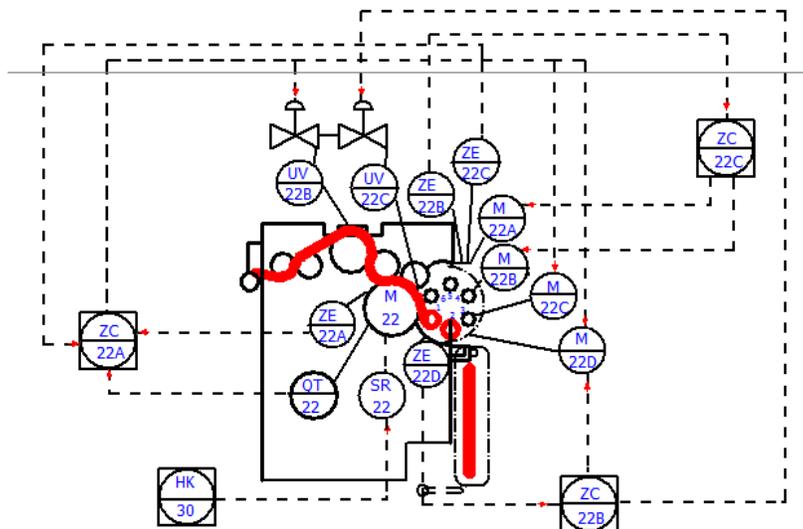


Figura 2. 10 Sección de rebobinado

Tabla 2. 6. Nomenclatura sección rebobinado

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
SECCIÓN REBOBINADO	
UV-22C	Electroválvula engomado
UV-22B	Electroválvula accionamiento de cuchilla
M-22C	Servo motor para rebobinadores impares
M-22B	Servo motor para rebobinadores pares
M-22^a	Servo motor para excéntrica
M-22D	Servo motor para hexágono
ZE-22D	Sensor inductivo para posicionamiento y movimiento de la hexágono
ZE-22B	Sensor inductivo elección de rebobinadores
ZE-22^a	Sensor inductivo fin de enrollado y cambio de bastón
ZE-22C	Sensor inductivo posicionamiento y movimiento de la excéntrica
QT-22	Transmisor de cantidad de metros
ZC-22^a	Controlador posición cambio de bastón
ZC-22B	Controlador posición de servo hexágono segundo movimiento
ZC-22C	Controlador posición de servos para rebobinado
HK-30	Estación manual de arranque
Elaborado: Autor de tesis	



Figura 2. 11 Sección de Rebobinado

Luego de un tratamiento previo del papel higiénico se da inicio al proceso de rebobinado ver **Figura 2.10 Sección de Rebobinado**, este proceso tiene seis rebobinadores los cuales son controlados por cuatro servo motores que son: M-22B controla los rebobinadores pares, el M-22C controla los rebobinadores impares, el M-22D para variar la posición del hexágono y el M-22A para variar la excéntrica dependiendo al crecimiento de la bobina.

Para saber que servo empieza a funcionar se usa el sensor ZE-22B el cual indica que se habilite el servo de rebobinado M-22C, una vez que arranca la máquina espera la señal del CQ-22 para saber que se han

enrollado la cantidad de metros que el usuario a ingresado y del sensor ZE-22A que da la señal de que se active el sistema de cuchilla que es accionada por UV-22B y que arranque el M22-D para cambiar a un nuevo bastón, adicionalmente cambia de servo de rebobinado al M-22B.

Una vez que arrancó el M22-D se alinea con la banda transportadora para retirar el bastón terminado, cuando sale el bastón vuelve a arrancar M-22D y M-22A, el servo M22A pasa por el sensor ZE-22D el cual acciona la UV-22C para llenar de goma al nuevo core y se detiene hasta que se cumplan las condición de la distancia ingresada para repetir la secuencia, mientras que el M-22A funciona hasta que detecte el sensor ZE-22C.

Adicional antes del arranque se resetea el sistema en la posición cero es decir que se activan ZE-22C, ZE-22B, ZE-22D, las cuales envían la señal que el sistema está posicionado y listo para el arranque.

2.3.3 Sección distribución de core

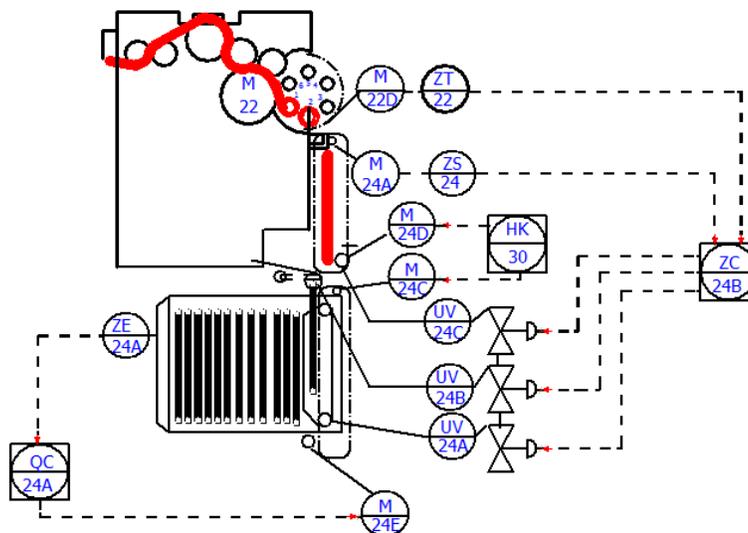


Figura 2.12 Sección distribución de core

Tabla 2. 7 Nomenclatura sección distribución de core

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
SECCIÓN DISTRIBUCIÓN DE CORE	
M22-D	Servo Motor para hexágono
ZT-22	Transmisor de pulsos de la hexágono
SR-22	Regulador variador de velocidad para M-22
UV-24A	Electroválvula cambio de rollo salida del acumulador
UV-24B	Electroválvula cambio de rollo ingreso medio al rebobinador
UV-24C	Electroválvula cambio de rollo ingreso total al rebobinador
M-24B	Motor cambio de rollo ingreso medio al rebobinador
M-24A	Motor accionamiento banda transportadora salida de bastón
M-24D	Motor ingreso de nuevo core
M-24C	Motor accionamiento banda transportadora 2
M-24E	Motor abastecimiento de core en acumulador
ZS-24	Fin de carrera accionamiento banda transportadora
ZE-24A	Sensor fotoeléctrico falta de core en el acumulador
QC-24A	Controlador cantidad de metros
ZC-24B	Controlador de posición para distribución de core
HK-30	Estación manual de arranque
Elaborado:	Autor de Tesis

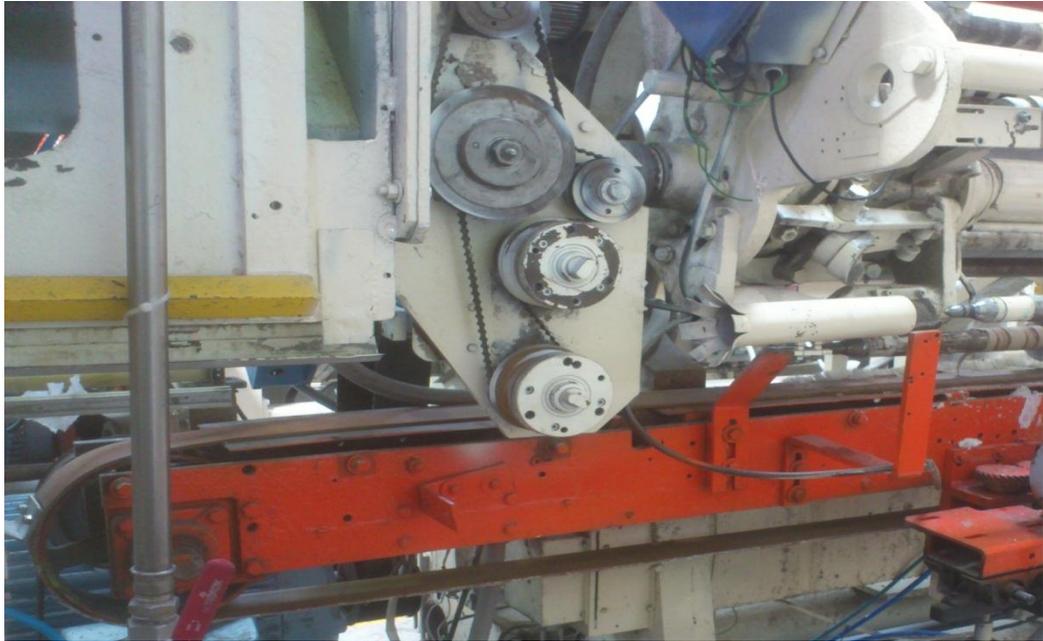


Figura 2. 13 Sección distribución de core

En esta sección la máquina combina una serie de accionamientos para retirar el bastón terminado del rebobinador, una vez que se alineó se acciona el motor M-24A de la banda transportadora 1 y el motor M-24C de la banda transportadora 2, para luego ingresar un nuevo core al rebobinador consecutivamente por medio de accionamientos neumáticos, que serían UV-24B para retirar un core del acumulador, la UV-24A en unión al M-24B para empujar el core hacia el rebobinador y el motor M-24D conjunto a la UV-24C para el ingreso total del nuevo core al rebobinador, todo este proceso se realiza hasta que se accione el fin de carrera ZS-24 el cual para las bandas transportadoras y deshabilita el accionamiento de las electroválvulas.

Adicional se tiene el sensor ZE-24A que indica que hace falta core en el acumulador accionando el motor M-24E que abastece de cores al acumulador.

2.3.4 Sellado bastón de papel

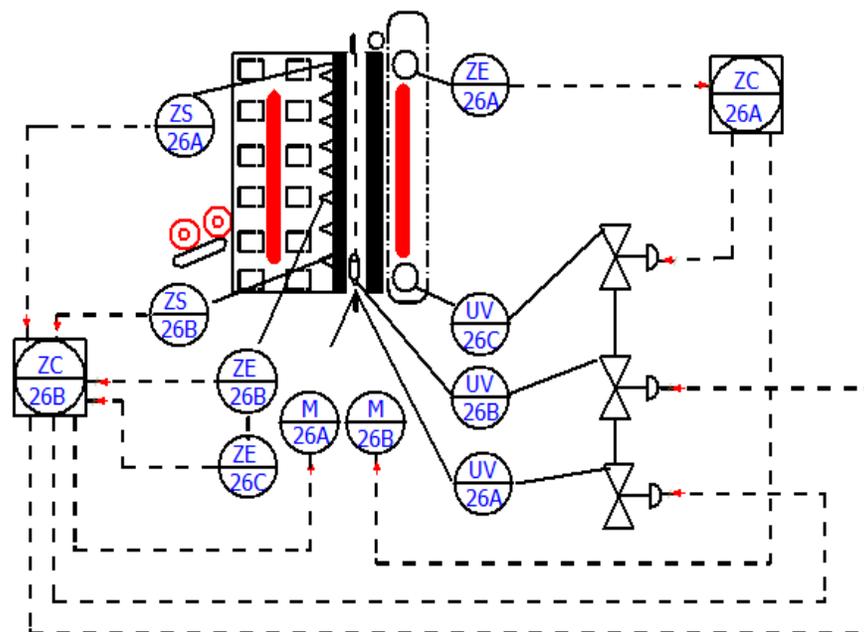


Figura 2. 14. Sellado del papel

Tabla 2. 8 Nomenclatura sellado de papel

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
SECCIÓN DE SELLADO	
UV-26B	Electroválvula goma para sellado
UV-26A	Electroválvula retira bastón sellado hacia el acumulador
UV-26C	Electroválvula rodillo pateador
ZE-26B	Sensor fotoeléctrico 1 accionamiento M-26
ZE-26C	Sensor fotoeléctrico 2 accionamiento M-26
ZE-26A	Sensor fotoeléctrico ingreso bastón área de sellado
ZS-26A	Final de carrera sellado izquierda
ZS-26B	Final de carrera sellado derecha
M-26A	Motor engomado de papel para sellado
M-26B	Motor movimiento de rodillo para sellado
ZC-26A	Controlador de posición para sellado de papel
ZC-26B	Controlador de posición para sellado de papel

Autor de Tesis



Figura 2. 15 Sellado de papel

El rollo de papel viene por medio de la segunda banda transportadora M-24C hasta ser detectado por un sensor ZE-26A el cual acciona un rodillo pateador con la UV-26C para colocar el papel en la posición de sellado, accionando el motor M-26A hasta que detecten los sensores ZE-26B y ZE-26C que indicaran que la hoja esta lista para accionar la UV-26B y el motor M-26B para colocar una línea de goma en el final de la hoja sellándola y evitando que el papel se deshaga, el movimiento de este motor es limitado por los fines de carrera ZS-26A y ZS26B, cuando cualquiera de los dos se activa acciona la UV-26A que empuja el bastón terminado hacia el acumulador para el almacenamiento.

2.3.5 Acumulador bastones de papel

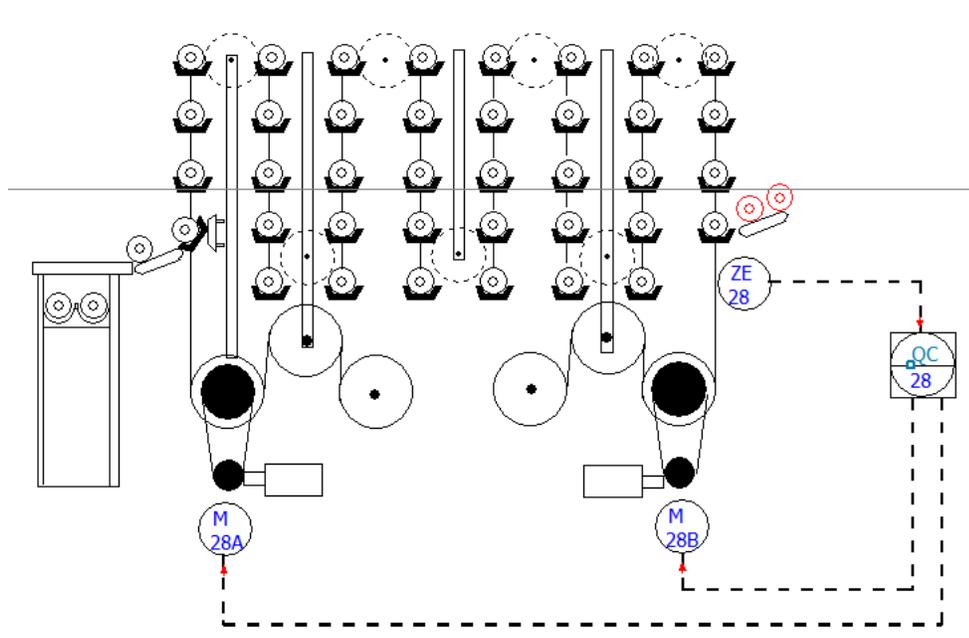


Figura 2. 16 Acumulador bastones terminados

Tabla 2. 9 Nomenclatura acumulador bastones terminados

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
SECCIÓN ACUMULADOR DE PAPEL	
ZE-28	Sensor inicio almacenamiento
M-28A	Motor accionamiento almacenamiento
M-28B	Motor accionamiento almacenamiento
QC-28	Controlador cantidad de rollos terminados

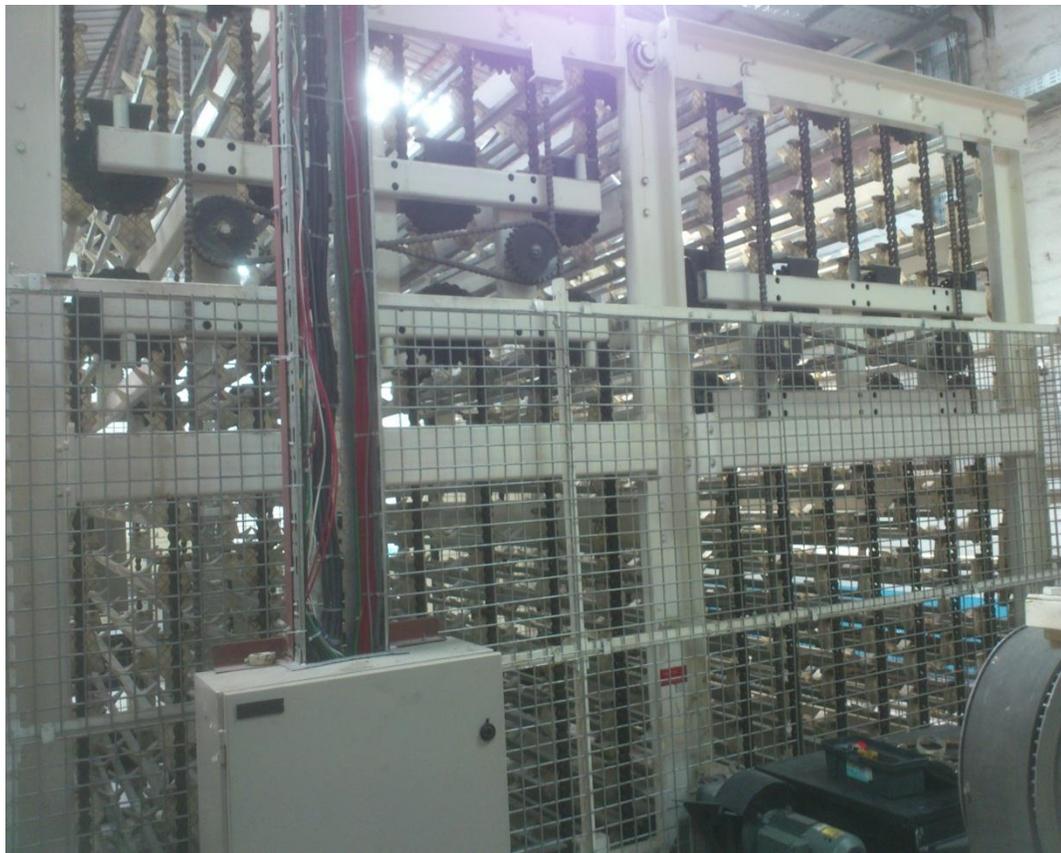


Figura 2. 17 Acumulador bastones terminados

El rollo llega sellado y por medio del sensor ZE-28 acciona los motores M-28A y M-28B que permiten el movimiento continuo de las canastillas que van almacenando los rollos terminados.

CAPITULO III

HARDWARE Y SISTEMAS DE CONTROL

El presente capítulo tiene como fin conocer las características de cada uno de los dispositivos que se reemplazaron o aumentaron para mejorar la eficiencia de la máquina tomando en cuenta que el controlador debe ser modular para poder ampliar los servicios de la máquina en caso de que se requiera alguna ampliación, en la **Figura 3.1 Diagrama Dispositivos** se puede apreciar el esquema de cómo se encuentran instalados los elementos que intervienen en esta automatización así como la arquitectura de red para la comunicación entre cada uno de ellos.

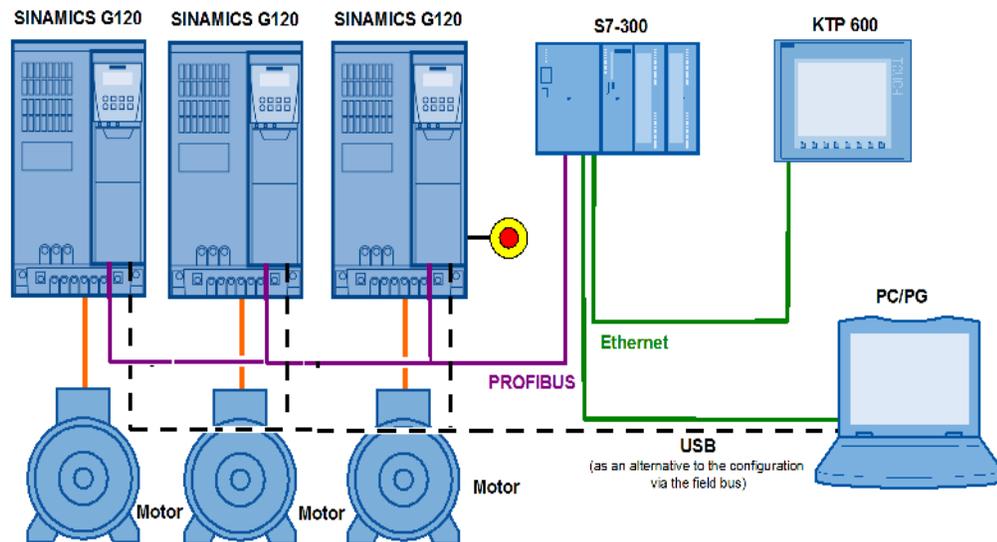


Figura 3. 1 Diagrama dispositivos instalados

3.1 Dispositivos de control

3.1.1 Autómatas Programables (PLC'S)

a. Definición

“El autómata programable es un aparato electrónico programable por un usuario programador y destinado a gobernar, dentro de un entorno industrial, máquinas o procesos lógicos secuenciales, teniendo como función básica la de reducir el trabajo del usuario, sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos, teniendo en cuenta que a él se conectan dispositivos de entrada como pueden ser pulsadores, interruptores, detectores de nivel, detectores de proximidad, contactos auxiliares y dispositivos de salida como son luz pilotos

indicadores, relés, contactores, arrancadores de motores, válvulas, etc.”

(Recurso stic.educacion.es, 2012)

b. Característica PLC 315 2DP

Tabla 3. 1. PLC 315-2-DP

Datos Técnicos	
Marca	Siemens
Referencia	6ES7325-2AH14-0AB0
Versión de firmware	V3.0
Paquete de programas	TIA Portal V11 Profesional
Memoria de carga	Insertable mediante Micro Memory Card (máx. 8 MB)
Tiempos de ejecución	
Operaciones de bits	Mín. 0,1 μ s
Operaciones de palabras	Mín. 0,2 μ s
Aritmética en coma fija	Mín. 2,0 μ s
Aritmética en coma flotante	Mín. 3 μ s
Temporizadores/contadores y su remanencia	
Contadores S7	256
Remanencia	Configurable
Contadores IEC	Sí
Interfaz	
MPI	SI
PROFIBUS	SI
VELOCIDAD	
Velocidad de transmisión MPI	19,2 kbits/s
Velocidad de transmisión DP	1,5 Mbits/s
Expansión	Filas de hasta 32 módulos
MODO DE OPERACIÓN	
Maestro DP	
Esclavo DP	
Lenguaje de programación	KOP/FUP/AWL
TENSIÓN	
Tensión de alimentación (valor nominal)	24 V c.c.
Rango admisible	20,4 V a 28,8 V
Intensidad al conectar	típ. 2,5 A
Consumo de corriente	0,8
Elaborado: Autor de Tesis	

c. Características PLC 1214 DC/DC/DC

Tabla 3. 2. Datos Técnicos PLC 1214 DC/DC/DC

DATOS TÉCNICOS	
Marca	Siemens
Referencia	6ES7 214-1AG31-0XB0
Versión de firmware	V3.0
Paquete de programas	TIA Portal V11
TENSIÓN DE CARGA	
Tensión de alimentación	24 V DC
Rango admisible	20,4 V a 28,8 V
ENTRADAS	
Entradas Digitales	DI 14 x 24V DC
Entradas Analógicas	AI2 Integradas 0-10V
SALIDAS	
Salidas Digitales	DQ 1º x 24V DC
Contadores Rápidos	6 Entradas- 3 a 100MHz y 3 a 30MHz
Salidas de Impulso	4 Salidas(PWM-PTO)
EXPANSIÓN	
Señal	1 Signal Board amplia I/O integradas
Módulos de Comunicación	Hasta 3 módulos
Módulos de I/O	Hasta 8 módulos
TIPO DE COMUNICACIÓN	
Conexión	Profinet Para comunicación HMI y comunicación PLC-PLC
MEMORIA	
Memoria de Usuario	75 Kbyte
Ampliable	No
TENSIÓN DE ENTRADA	
Para señal "0"	5V DC con 1mA
Para señal "1"	15V DC con 2.5 mA
TENSIÓN DE SALIDA	
Para señal "0" máx	0.1V con carga de 10 Kohm
Para señal "1" min	20V
GRADO DE PROTECCIÓN	IP20
Elaborado: Autor de Tesis	

3.1.2 Fuente de alimentación PS 307 Siemens

a. Características PS 307

Tabla 3. 3. Datos técnicos fuente de alimentación PS 307

DATOS TÉCNICOS	
Dimensiones, peso	
Dimensiones A x A x P (mm)	60 x 125 x 120
Peso	aprox. 600 g
MAGNITUDES DE ENTRADA	
Tensión de entrada	
✓ Valor nominal	120/230 V AC (conmutación automática)
Frecuencia de red	
✓ Valor nominal	50 Hz o 60 Hz
✓ Rango admisible	de 47 Hz a 63 Hz
Extracorrente de conexión (a 25 °C)	20 A
MAGNITUDES DE SALIDA	
Tensión de salida	
✓ Valor nominal	DC 24 V
✓ Rango admisible	24 V ± 3 %, soporta funcionamiento en vacío
✓ Duración del arranque	máx. 2,5 s
Intensidad de salida	5 A, conectable en paralelo
✓ Valor nominal	
DIAGNÓSTICO	
Indicador "Tensión de salida aplicada"	Sí, LED verde

Elaborado: Autor de Tesis

3.1.3 CP 343-1 Lean_1

Es un procesador de comunicación CP 343-1 Lean está previsto para el uso en un sistema de automatización S7-300. Permite la conexión de S7-300 a Industrial Ethernet, con switch de 2 puertos, 10/100Mbps/s

a. Servicios

El CP 343-1 Lean soporta los siguientes servicios de comunicación:

- ✓ Funciones de manejo y visualización (HMI)
- ✓ Servidor para intercambio de datos por enlaces S7 configurados unilateralmente sin bloques de comunicación en la estación S7-300
- ✓ Interface SEND/RECEIVE via enlaces ISO-on-TCP, TCP y UDP

Configuración IP

- ✓ Se puede configurar por qué vía o qué procedimiento se asignan al CP la dirección IP, la máscara de subred y la dirección de un paso de red

Configuración

- ✓ La configuración del CP 343-1 Lean es posible a través de MPI.

Tensión de alimentación

- ✓ 24V DC

3.1.4 Módulo de salidas a relé

a. Características salidas a relé

Tabla 3. 4 .Datos técnicos módulo salidas a relé

DATOS TÉCNICOS	
Dimensiones y peso	
Dimensiones A x A x P (mm)	40 x 125 x 117
Peso	aprox. 250 g
DATOS ESPECÍFICOS DEL MÓDULO	
Número de salidas	16
Longitud de cable	
✓ Sin apantallar	máx. 600 m
✓ Apantallado	máx. 1000 m
TENSIONES, INTENSIDADES, POTENCIALES	
Tensión nominal de alimentación de los relés L +	24 V DC
Intensidad total de las salidas (por grupo)	máx. 8 A
Consumo	
✓ del bus de fondo	máx. 40 mA
✓ de la tensión de alimentación L+	máx. 160 mA
ESTADOS, ALARMAS, DIAGNÓSTICO	
Indicador de estado	Un LED verde por canal
Alarmas	ninguna
Funciones de diagnóstico	ninguna
COMPORTAMIENTO A LA DESACTIVACIÓN	

Tras el corte de la tensión de alimentación, el condensador conserva su energía durante aprox. 200 ms. Por esta razón, el relé puede permanecer entonces brevemente activado por el programa de usuario.

Elaborado: Autor de Tesis

3.1.5 Módulo de entradas 120/230 VAC

a. Características entradas 120/230 VAC

Tabla 3. 5. Datos técnicos módulo de entradas 120/230 VAC

DATOS TÉCNICOS	
Dimensiones y peso	
Dimensiones A x A x P (mm)	40 x 125 x 117
Peso	Aprox. 240 g
DATOS ESPECÍFICOS DEL MÓDULO	
Número de entradas	16
Longitud de cable	
✓ Sin apantallar	máx. 600 m
✓ Apantallado	máx. 1000 m
TENSIONES, INTENSIDADES, POTENCIALES	
Tensión nominal de carga L1 todas las tensiones de carga deben tener la misma fase	120/230 V
ESTADOS, ALARMAS, DIAGNÓSTICO	
Indicador de estado	Un LED verde por canal
Alarmas	ninguna
Funciones de diagnóstico	ninguna
DATOS PARA SELECCIONAR UN SENSOR	
Tensión de entrada	
✓ Valor nominal	120 / 230 V AC
✓ para señal "1"	de 79 a 264 V
✓ para señal "0"	0 a 40 V
✓ Rango de frecuencia	de 47 a 63 Hz
Intensidad de entrada	
✓ con señal "1"	
120 V, 60 Hz	típ. 6,5 mA
230 V, 50 Hz	típ. 16,0 mA
Retardo a la entrada	
✓ de "0" a "1"	máx. 25 ms
✓ de "1" a "0"	máx. 25 ms

Elaborado: Autor de Tesis

3.1.6 Unidad periférica descentralizada ET 200M-IM 153-1

a. Definición

El sistema de periferia descentralizada ET 200M es un dispositivo de periferia modular con grado de protección IP 20.

Cuando se configura un sistema, las entradas y salidas del proceso normalmente están centralizadas en el sistema de automatización.

Cuando la distancia entre las entradas y las salidas y el autómata programable es considerable, el cableado puede ser complicado y largo, y las perturbaciones electromagnéticas pueden afectar a la fiabilidad.

Para este tipo de instalaciones, recomendamos utilizar unidades de periferia descentralizada:

- ✓ la CPU de control se instala de forma centralizada
- ✓ las unidades de periferia (entradas y salidas) operan de forma descentralizada.
- ✓ El ET 200M se puede comunicar con todos los maestros DP

- ✓ La red PROFIBUS DP con su alta velocidad de transmisión de datos asegura una comunicación rápida y segura entre la CPU de control y los sistemas de periferia.

b. Características ET 200M

Tabla 3. 6. Datos técnicos unidad periférica descentralizada ET 200M-IM 153-1

DATOS TÉCNICOS	
Tensiones	
Tensión de entrada	24 V DC
✓ Valor nominal	
Estados, alarmas, diagnóstico	
Indicador de estado	Un LED verde
Comunicación	Un LED verde
Funciones de diagnóstico Falla	Un LED verde
Tipo de Comunicación	
✓ Profibus DP	Si

Elaborado: Autor de Tesis

3.1.7 Drive Variadores de Frecuencia

“Es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.” (Siemens, 2012)

Componentes Variador de Velocidad

- ✓ Unidad de Potencia
- ✓ Unidad de Control
- ✓ Panel Operador Básico

a. Unidad de potencia

La unidad de Potencia es la que alimenta el motor con energía eléctrica

b. Unidad de control

La Unidad de Control controla y vigila el módulo de potencia y el motor conectado, además controla el convertidor de modo local o centralizado

c. Panel operador básico (BOP2)

Este dispositivo de entrada y visualización básico se utiliza para operar y ajustar parámetros del convertidor. Se usa pulsando botones y su puesta en marcha es sencilla gracias a la interfaz de menús y a la pantalla de 2 líneas, que muestra simultáneamente un parámetro y su valor.

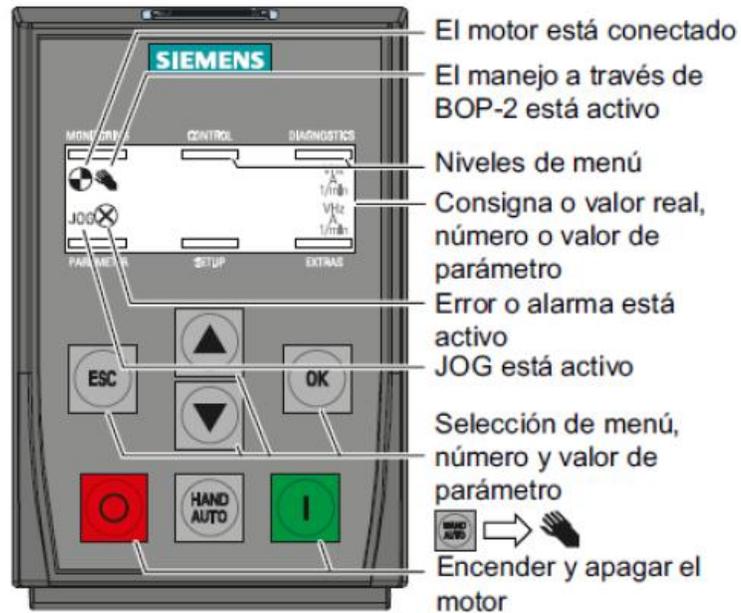


Figura 3. 2. Esquema panel operador

3.1.8 Sensores

En todo proceso de automatización es necesario captar las magnitudes de planta, para poder así saber el estado del proceso que se controla. “Para ello se emplean los sensores o transductores. Un sensor es un transductor que recibe una señal de entrada en función de una o más cantidades físicas y la convierte modificada o no a una señal de salida generalmente eléctrica. Dicho de otra manera un transductor es aquel que convierte una forma de energía en otra.” (Wikipedia, 2012)

a. Interruptores de posición

Los sensores de contacto nos indican simplemente si ha habido contacto o no con algún objeto, sin considerar la magnitud de la fuerza de contacto.

Estos sensores suelen ser interruptores de límite o microinterruptores que cuando se contacta con ellos cambian de estado. **Ver Figura 3.3**

Interruptor de posición



Figura 3. 3 Interruptor de posición

Los datos técnicos del interruptor de posición se identifican en la Tabla 3.7

Datos técnicos interruptor de posición

Tabla 3. 7. Datos técnicos interruptor de posición

DATOS TÉCNICOS	
Marca	Hanyoung
Modelo	hy-m904
Numero de Contactos	1NA-1NC
Capacidad eléctrica de los Contactos	250 VAC

Elaborado: Autor de Tesis

b. Sensores de Proximidad

Son dispositivos que detectan señales para actuar en un determinado proceso u operación, teniendo las siguientes características:

- ✓ Son dispositivos que actúan por inducción al acercarlos un objeto.
- ✓ No requieren contacto directo con el material a detectar.
- ✓ Se encuentran encapsulados en plástico para proveer una mayor facilidad de montaje y protección ante posibles golpes

Detectores de proximidad inductivos

“Son una clase especial de sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos en un determinado contexto: detección de

paso, de atasco, de codificación y de conteo.” (Wikipedia, 2012) Ver

Figura3.4 Sensor Inductivo



Figura 3. 4 Sensor Inductivo

Los datos técnicos se los identifica en la **Tabla 3.8 Datos técnicos sensor inductivo**

Tabla 3. 8 Datos técnicos sensor inductivo

DATOS TÉCNICOS			
Marca	Hanyoung		
Modelo	HYP-12R2TA		
Tensión de Entrada	10-30 VDC		
Diámetro	12mm		
Distancia separación	máxima	de	2mm
Salida	NA 10-30 VDC		

Elaborado: Autor de Tesis

El la **Figura 3.5. Diagrama de Conexión** se muestra el diagrama de conexión de 2 hilos para el sensor inductivo.

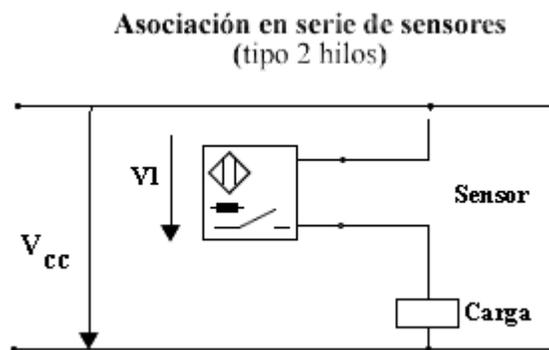


Figura 3. 5. Diagrama de Conexión

CAPITULO IV

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

El presente capítulo tiene como fin conocer el diseño de cada una de las diferentes etapas que implica la automatización de la máquina, para poder entender su funcionamiento.

4.1 Requerimientos del sistema

La empresa requiere de un nuevo sistema de Automatización, que permita un incremento en la producción.

1.- Reemplazo del PLC de acuerdo a la oferta presentada a la empresa se optó por la plataforma Siemens Simatic S7-300. Este proceso es

importante ya que se implementa un control más seguro y eficiente, para incrementar la funcionalidad y la producción de la máquina.

2.-Reutilización de tableros, sensores, actuadores y demás componentes eléctricos y electrónicos que se encuentren en perfecto estado.

3.-Implementación de controles de velocidad a través del reemplazo de los variadores de velocidad para cada uno de los tres motores que controlan el desbobinado del papel.

4.-Diseño de un sistema HMI con la ayuda de WinCC Flexible para la visualización de alarmas que faciliten el mantenimiento y reparación de la máquina.

5.-Generar la documentación técnica necesaria: planos eléctricos, respaldo de los programas del PLC, HMI.

4.2 Diseño de la arquitectura del sistema

El Sistema Automatizado tiene varias entradas de sensores los cuales nos ayudan a facilitar el control de: accionamientos neumáticos,

accionamientos directos de motores, accionamiento de variadores de velocidad.

Por tal motivo se optó utilizar comunicación Profibus que se observa en la **Figura 4.1. Arquitectura del Sistema**, donde el PLC S7-300 es el Maestro y se va enlazar con:

- ✓ Tres variadores de velocidad los cuales controlan los motores del desbobinado del papel.
- ✓ Un módulo de periferia descentralizada ET 200M.
- ✓ Módulos de entradas y salidas

Adicional a esto se utiliza la comunicación Profinet donde el S7-300 es el maestro y se va enlazar con:

- ✓ Un PLC S7-1200 esclavo el cual me ayuda con la lectura de entradas rápidas de encoders.
- ✓ Pantalla Táctil KTP 600

También se tiene Comunicación MPI pero esta solo se utilizó para la primera descarga del PLC S7-300 la cual es necesaria para que pueda

identificar el módulo de comunicación Profinet CP 343-1 Lean, después de esto ya se realizan las descargas solo por la red Profinet.

Por otro lado se desarrolló una interfaz de usuario HMI diseñada en WinCC Flexible donde se permite la visualización de alarmas y control del Proceso.

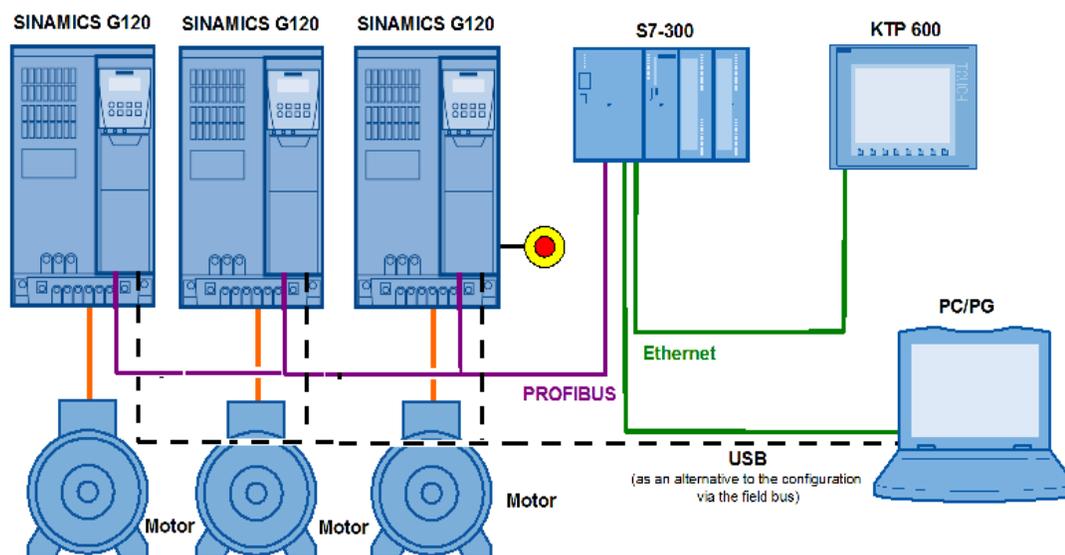


Figura 4. 1. Arquitectura del sistema

4.3 Diseño del proceso

El diseño de la máquina fue realizado por etapas que son: Control de Velocidad, Control de Tensión, Secuencia Rebobinado de Papel.

Para la parte de desbobinado de papel se tiene tres motores donde el segundo motor se le va considerar el motor principal, este va a ser el que da la velocidad de máquina, esto quiere decir que dependiendo de la velocidad que se asigne a la máquina todos los demás motores irán a la misma velocidad lineal que el motor principal.

4.3.1 Control de velocidad

Se tiene tres variadores Siemens que controlan tres motores los cuales están acoplados a rodillos de diferente diámetro que sirven para el desbobinado del papel logrando así que este quede completamente estirado antes de ser rebobinado.

Al ser rodillo de diferente diámetro se tiene que sus velocidades angulares son diferentes pero sus velocidades lineales van a ser iguales, por eso para el arranque se ingresa por pantalla la velocidad lineal a la cual va a arrancar toda la máquina, considerando que la consigna para los variadores va a ser en RPM es decir que se debe encontrar a qué velocidad angular debe arrancar cada variador para mantener la misma velocidad lineal.

El rango de velocidad que alcanzan estos variadores son de 0 a 1500 RPM, tomando en cuenta que el control es analógico se debe obtener la

relación de RPM a valores analógicos que es de 0 a 27648 por tal motivo se realizó el siguiente cálculo.

a. Cálculo de velocidad angular para primer motor

VL = Velocidad lineal ingresada por pantalla = 100 m/min

ri = radio inicial del rodillo

W = velocidad angular

$$ri_1 = 0.315 \text{ m}$$

$$W_1 = \frac{VL \text{ rad}}{ri \text{ s}}$$

$$W_1 = \frac{100 \text{ rad}}{0.315 \text{ s}} * \frac{1 \text{ rev}}{2 * \pi * \text{rad}}$$

$$W_1 = 50.52 \text{ RPM}$$

La velocidad angular del primer variador es de 50.52RPM, pero esta se debe transformar a un valor analógico para que el variador sepa a qué velocidad debe arrancar por lo que se realizó el siguiente cálculo:

$$\mathbf{Vmax} = \text{Valor analógico máximo} = 27648$$

$$\mathbf{Vin} = \text{Valor de entrada al Variador}$$

$$\mathbf{RPMmax} = \text{Revoluciones maxima del Variador} = 1500 \text{ RPM}$$

$W = \text{velocidad angular}$

$$VIn_1 = \frac{W_1 * Vmax}{RPMmax}$$

$$VIn_1 = \frac{50.52 * 27648}{1500}$$

$$VIn_1 = 562.54$$

Se tiene que el valor de 562.54 es la consigna que va ingresar al variador.

b. Cálculo de velocidad angular para el segundo motor

$VL = \text{Velocidad lineal ingresada por pantalla} = 100 \text{ m/min}$

$ri = \text{radio inicial del rodillo}$

$W = \text{velocidad angular}$

$$ri_2 = 0.62 \text{ m}$$

$$W_2 = \frac{VL \text{ rad}}{ri \text{ s}}$$

$$W_2 = \frac{100 \text{ rad}}{0.62 \text{ s}} * \frac{1 \text{ rev}}{2 * \pi * \text{rad}}$$

$$W_2 = 25.67 \text{ RPM}$$

La velocidad angular del segundo variador es de 25.67RPM, pero esta se debe transformar a un valor analógico para que el variador sepa a qué velocidad debe arrancar por lo que se realizó el siguiente cálculo:

$$VIn_2 = \frac{W_2 * Vmax}{RPMmax}$$

$$VIn_2 = \frac{25.67 * 27648}{1500}$$

$$VIn_2 = 473.14$$

Se tiene que el valor de 473.14 es la consigna que va ingresar al variador.

c. Cálculo de velocidad angular para el tercer motor

VL= Velocidad lineal ingresada por pantalla=100 m/min

ri= radio inicial del rodillo

W = velocidad angular

$$ri_3 = 0.60 \text{ m}$$

$$W_3 = \frac{VL \text{ rad}}{ri \text{ s}}$$

$$W_3 = \frac{100 \text{ rad}}{0.60 \text{ s}} * \frac{1 \text{ rev}}{2 * \pi * \text{rad}}$$

$$W_3 = 26.52 \text{ RPM}$$

La velocidad angular del tercer variador es de 27.92RPM, pero esta se debe transformar a un valor analógico para que el variador sepa a qué velocidad debe arrancar por lo que se realizó el siguiente cálculo:

$$VIn_3 = \frac{W_3 * Vmax}{RPMmax}$$

$$VIn_3 = \frac{26.52 * 27648}{1500}$$

$$VIn_3 = 488.81$$

Se tiene que el valor de 488.81 es la consigna que va ingresar al variador.

4.3.2 Control de tensión

El Control de tensión se realiza por medio de un rodillo danzarín que se observa en la **Figura 4.2. Rodillo Danzarín** el cual tiene acoplado al eje un encoder que proporciona cierto número de pulsos dependiendo a la posición en la que se encuentre este rodillo.

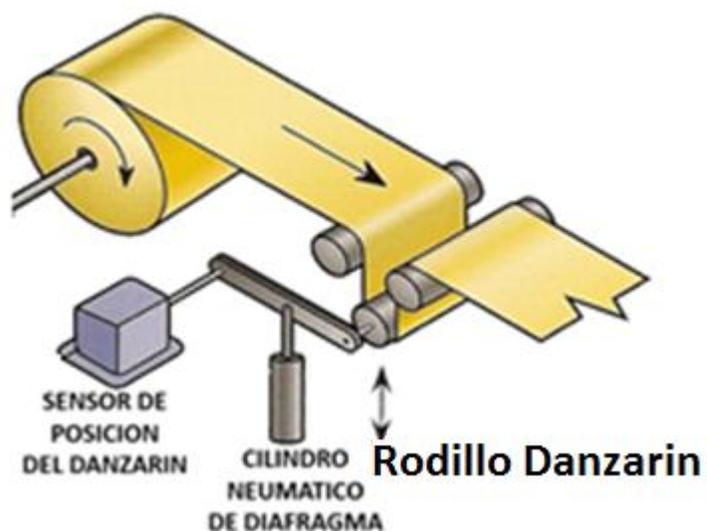


Figura 4. 2. Rodillo danzarín.

Para evitar que el papel se rompa se escogió una variación de velocidad de $\pm 15\%$, la cual cambia dependiendo del número de pulsos que se obtiene del encoder acoplado en el rodillo danzarín.

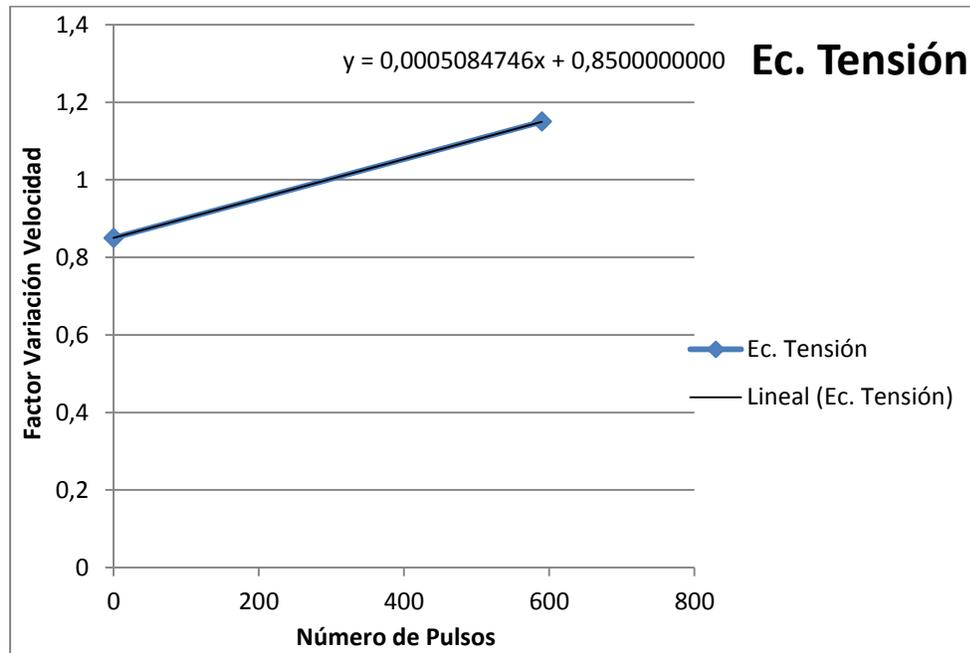


Figura 4. 3. Ecuación control de tensión

Con este análisis se obtuvo la siguiente ecuación:

$$y = 0.0005084746x + 0.85$$

Dónde:

y= factor de multiplicación para incremento o decremento de velocidad.

x= es el número de pulsos del encoder

En la ecuación del primer motor se tiene el valor de VIn_1 a este valor se le va a multiplicar por un factor que va a variar desde 0.85 hasta 1.15 dependiendo de la tensión de la hoja, en este caso este factor corresponde a **y**.

$$VIn_1 = 562.54 * y$$

Esto quiere decir que si el papel se tensiona demasiado el rodillo danzarín empieza a subir incrementando el número de pulsos y por ende debe aumentar el valor de **y** para que al multiplicar por la consigna del primer motor aumente su velocidad, mientras que si el papel está demasiado suelto el rodillo danzarín empieza bajar y el número de pulsos también disminuye teniendo un valor de **y** cada vez menor que al multiplicar por la consigna del primer motor esta descendería, logrando de esta manera que el motor este aumentando y disminuyendo la velocidad automáticamente durante todo el proceso de desbobinado obteniendo un perfecto control de tensión del papel para así evitar que este se rompa.

4.3.3 Control de posición para la secuencia de rebobinado del papel

Se tiene cuatro servos motores los cuales van a controlar todo el proceso del rebobinado del papel higiénico.

Con dos servo motores se controla el enrollamiento del papel, teniendo como dato la consigna de velocidad a la que está corriendo la máquina principal.

La condición de estos servos es que conforme vaya enrollando debe ir disminuyendo la velocidad debido al crecimiento de la bobina, para lograr esto se realizó la siguiente fórmula.

$$W = \frac{VL}{r}$$

$$r = r_i + e * (nV)$$

$$W = \frac{VL}{r_i + e * (nV)}$$

Dónde:

VL= es la consigna de velocidad

ri= 0.023 = radio inicial del core (bastón de Cartón)

e=espesor del papel

nV=número de vueltas de los servos

Con los otros dos servo motores se controla el cambio de bastón con un hexágono y el acercamiento o alejamiento del rodillo para el corte con una excéntrica.

Estos servos tienen que ir a la misma velocidad para que siempre lleguen al mismo punto independiente de la velocidad máquina.

El servo del hexágono va a ser controlado a través de salidas de pulsos, el controlador entrega un tren de pulsos a una entrada del servo drive dándole la consigna de posición, mientras que el servo mediante esta información realiza el posicionamiento.

En este caso el diámetro del hexágono es de 1,80m y cada movimiento tendría una distancia de 0,30m, para saber la cantidad de pulsos que se envía al servo drive se realizó mediante prueba y error, teniendo la cantidad exacta de pulsos para cada uno de los 6 diferentes bastones.

El servo que controla la excéntrica se controlara mediante salida analógica del PLC, teniendo como dato la velocidad principal a la que se está corriendo la máquina teniendo

$$W = \frac{VL}{r}$$

4.3.4 Número de metros enrollados

Para determinar la cantidad de metros que se está enrollando se tiene un encoder de 500 pulsos acoplado al eje principal que tiene 1,20 m de diámetro para lo cual se ha realizado la siguiente operación.

Para poner en unidades de medida se debe conocer la distancia que se ha recorrido por cada pulso que entregue el encoder

$$\frac{d}{\text{pul}} = \frac{1,20}{500}$$

$$\frac{d}{\text{pul}} = 0,0024$$

Es decir que por cada pulso que me entregue el encoder se ha recorrido 0,0024 m, ahora se tiene que encontrar la distancia recorrida para lo cual se ha realizó la siguiente formula:

$$\mathbf{d_{recorrida}} = \#pulsos * 0,0024 + (nV - 1) * 1,20$$

De esta manera se logra determinar cuántos metros se están enrollando para poder realizar el control deseado.

4.4 Programación de equipos

Se ha usado un PLC Siemens de la gama S7-300 el cual actuará como maestro de toda la red que se ha creado Ver **Figura 4.4. Arquitectura del Sistema**, utilizado el Software TIA Portal Profesional V11

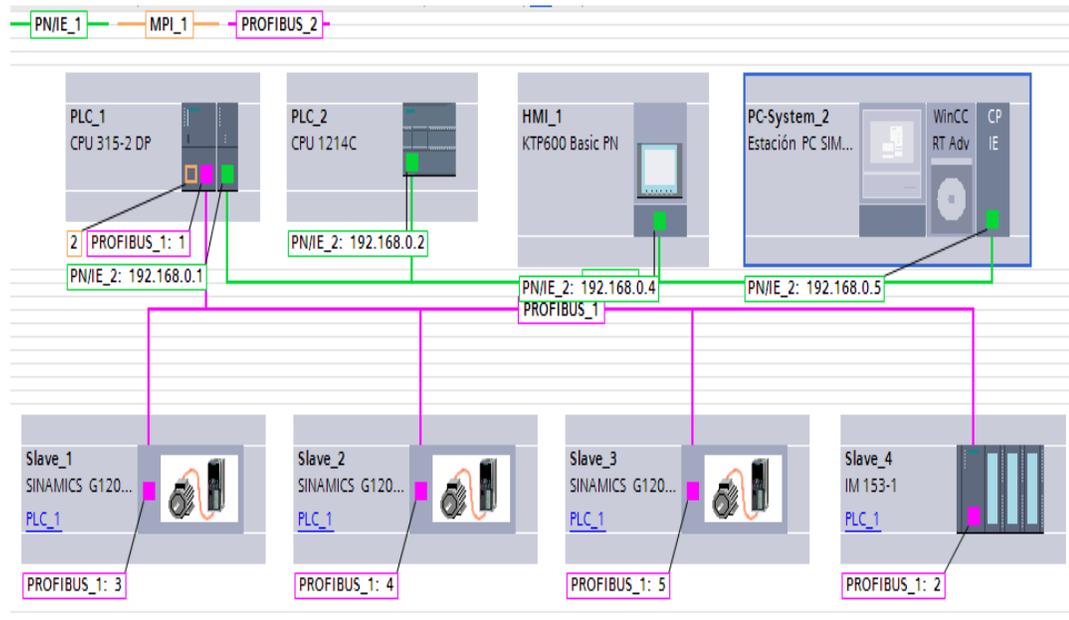


Figura 4. 4. Arquitectura del sistema

4.4.1 Programación del PLC

Al utilizar este software se logra hacer un programa más eficiente ya que podemos tener variables globales y locales para cada dispositivo permitiendo hacer más sencilla la programación.

Como primer paso debemos crear un nuevo proyecto en el mismo vamos a tener la programación del PLC, la programación del HMI y la configuración de la red teniendo en cuenta que se deben agregar todos los dispositivos que estén instalados para un eficaz proceso.

El PLC soporta hasta 8 módulos adicionales y como se tiene un número mayor de entradas y salidas se colocan ET200, que sirven como módulos de expansión los cuales nos permiten colocar ocho módulos adicionales.

4.4.2 Configuración de comunicación

Para la primera etapa que es el desbobinado del papel se tiene tres fases las cuales son controladas por variadores de velocidad modelo Sinamics G120 marca Siemens , estos variadores se comunican con el PLC maestro el cual enviara, el arranque, paro y consigna por medio del protocolo Profibus.

“Para la comunicación Profibus lo más importante es asignar la dirección, conocer la velocidad de transmisión y su telegrama de envío y recepción.” (Siemens, 2012)

De igual manera como se agregó los dispositivos se debe agregar los variadores que se van a controlar ver **Figura 4.5 Variadores de velocidad**

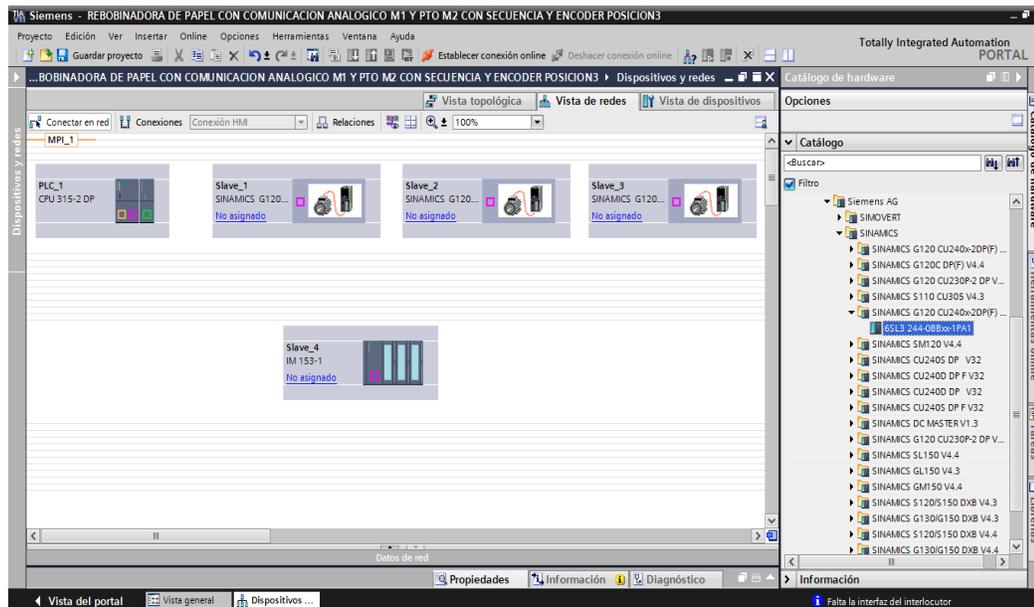


Figura 4. 5.Variadores de velocidad

Después se debe agregar una subred profibus, teniendo en cuenta que todos los dispositivos deben estar en la misma subred en este caso se llamará Profibus_1, como se observa en la **Figura 4.6 Subred Profibus**, luego se debe asignar una dirección a cada uno de los dispositivos.

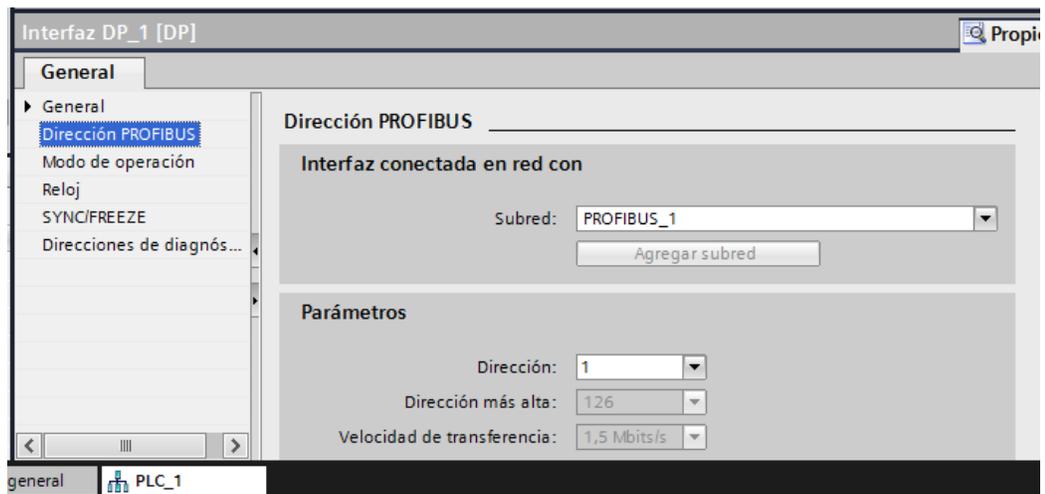


Figura 4. 6 Subred profibus

Quando todos estén en la misma red y con diferentes direcciones se obtendrá lo siguiente: ver **Figura 4.7 Direcciones Profibus**

- ✓ PLC :Dirección 1
- ✓ ET200 :Dirección 2
- ✓ Variador 1: Dirección 3
- ✓ Variador 2: Dirección 4
- ✓ Variador 3: Dirección 5

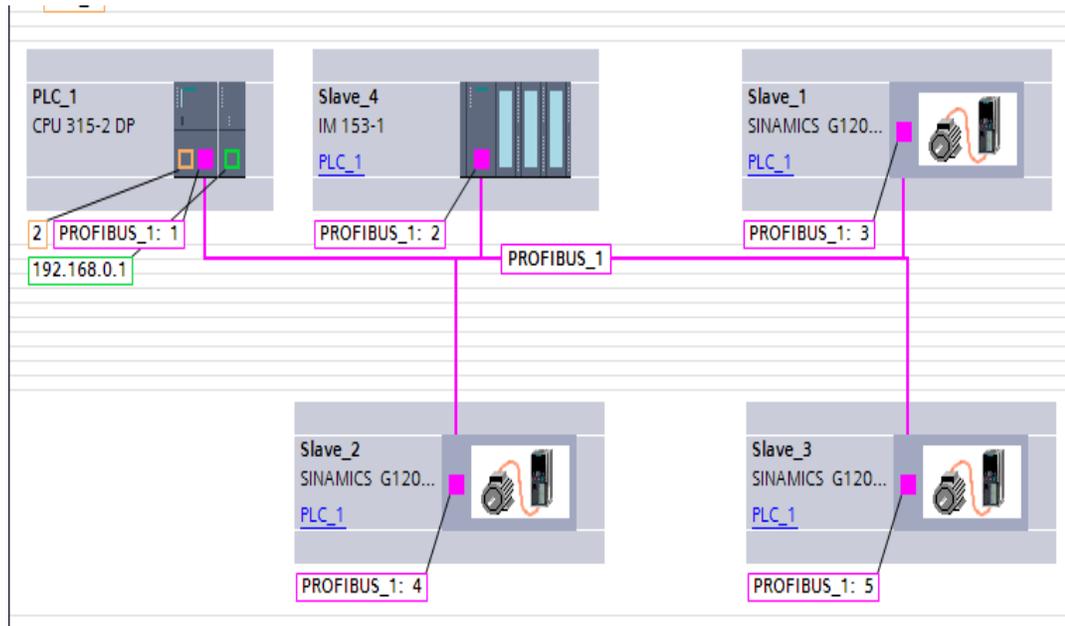


Figura 4. 7. Direcciones profibus

Una vez que todos estén en la misma sub red se debe asignar el telegrama como se observa en la **Figura 4.8 Telegrama Profibus**, para envío y recepción de datos por parte de los variadores.

Este Telegrama me va a permitir la emisión y recepción de palabras para el control del variador y para conocer el estado del mismo.

Para la selección del telegrama se debe dar doble click en cada uno de los esclavos en este caso se va a seleccionar el telegrama estándar 20 PZD 2/6 que significa que se va a tener dos palabras en sentido de recepción y seis palabras en sentido de envío

Telegrama 20, regulación de velocidad con dos PZD en sentido de recepción y seis en sentido de envío (PZD 2/6)

STW1	NSOLL_A				
ZSW1	NIST_A_GLATT	IAIST_GLATT	MIST_GLATT	PIST_GLATT	MELD_NAMUR

Figura 4. 8. Telegrama profibus

Cuando se selecciona el telegrama Automáticamente el programa le despliega en que palabra se debe enviar la palabra de control o en que palabra se va recibir el estado del variador. Ver **Figura 4.9 Direcciones palabras de control y estado**

Módulo	Rack	Slot	Dirección I	Dirección Q	Tipo
Slave_1	0	0	2044*		SINAMICS G12
Telegrama estándar 20, PZD-2/6_1	0	1	268...279	256...259	Telegrama est

Figura 4. 9. Direcciones palabras de control y estado

Tabla 4. 1. Palabras de control y estado comunicación Profibus

TELEGRAMA VARIADOR	DIRECCIÓN PLC
Las palabras de recepción serán:	
1. Palabra de Control	QW256
2. Consigna	QW258
Las palabras de envío serán:	
1. Estado del Variador	IW268
2. Velocidad actual	IW270
3. Intensidad real filtrada	IW272
4. Par actual	IW274
5. Potencia activa actual	IW276
6. Palabra de fallo	IW278
Elaborado: Autor de tesis	

De esta forma quedaría el PLC listo con la comunicación Profibus ahora toca programar el Variador de Velocidad para que pueda recibir la información que el PLC le está enviando.

4.5 Programación variadores de velocidad

Todo convertidor SINAMICS G120 está compuesto por un Módulo de Potencia, una Unidad de Control y un Panel Operador.

La Unidad de Control controla y vigila el módulo de potencia y el motor conectado, además controla el convertidor de modo local o centralizado.

El Panel Operador (BOP-2) es un instrumento de manejo y visualización del convertidor. Se enchufa directamente en la Unidad de Control del convertidor para la puesta en marcha.

Para la puesta en marcha se debe configurar varios parámetros ver **Tabla 4.2. Parámetros programación Profibus**, teniendo en cuenta que para la comunicación Profibus se debe configurar la misma dirección que se estableció en el PLC.

Tabla 4. 2 Parámetros Programación Profibus

Parámetro	Especificación	Parámetro Programado
P15	Macro Profibus	7
P918	Dirección Profibus	3
P922	Selección de Telegrama	20:Telegrama estándar PZD 2/6
P2030	Protocolo de comunicación	3:Profibus

Elaborado: Autor de Tesis

Adicional a esto la unidad de control tiene un dip switch en el cual se debe poner la misma dirección profibus en número binario. Ver **Figura**

4.10.Dirección Profibus en CU

Interruptores DIP para la dirección de bus de campo
(sin función en PROFINET)

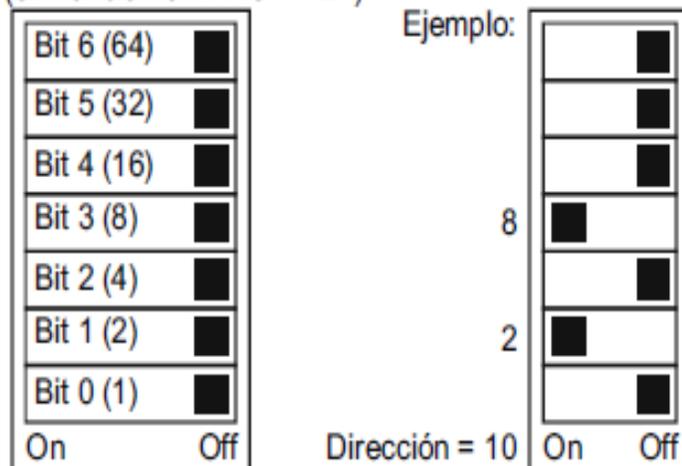


Figura 4. 10. Profibus en CU

4.5.1 Palabra de control para comunicación profibus.

La palabra de control es fundamental para mandar la orden de arranque y paro al variador como se muestra en la **Figura 4.11 Palabra de Control**, la palabra de control es 047E que indicaría al variador que está listo para el arranque y cuando ya se quiere arrancar se debe mandar 047F que estaríamos mandando un '1' a la primera entrada para el arranque, y cuando se quiera parar los variadores se vuelve a mandar la palabra 047E.

HEX	BIN	Bit en STW1	Significado
E	0	0	ON/OFF1
	1	1	ON/OFF2
	1	2	ON/OFF3
	1	3	Habilitación para el servicio
7	1	4	Habilitación del generador de rampa
	1	5	Arranque generador rampa
	1	6	Habilitación consigna
	0	7	Confirmar error
4	0	8	JOG 1
	0	9	JOG 2
	1	10	Control de PLC
	0	11	Inversión de consigna
0	0	12	Sin significado
	0	13	Potenciómetro motorizado ↑
	0	14	Potenciómetro motorizado ↓
	0	15	Conmutación de juegos de datos

Figura 4. 11 Palabra de control

4.6 Programación servo drive

Una unidad de servo recibe una señal de comando de un sistema de control que es el Servo Drive, amplifica la señal y transmite la corriente eléctrica a un servo motor con el fin de producir un movimiento proporcional a la señal de comando, adicional este servo tiene un encoder incorporado el cual me va permitir conocer la posición exacta en la que se encuentra.

A estos servos se los va controlar por señal analógica y por pulsos, teniendo en cuenta que para cada control hay que hacer conexiones diferentes Ver **Figura 4.12. Esquema de conexión servo drive** igual que la configuración de cada servo drive.

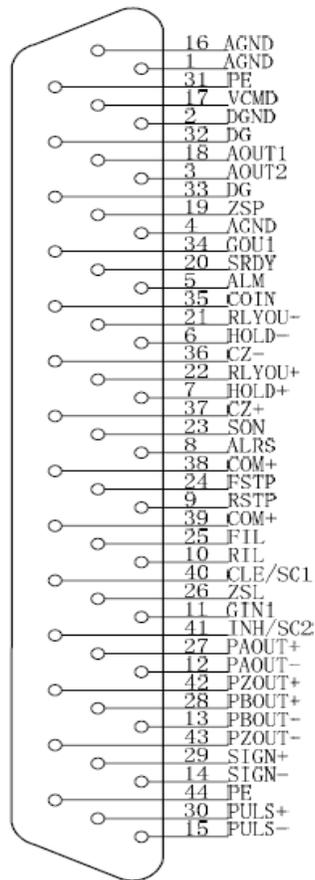


Figura 4.12 Esquema de conexión servo drive

4.6.1 Servo drive por control analógico

Para el control del servo se necesita la señal de arranque, entrada analógica, y señales de retroalimentación del encoder como son el canal A y el canal B.

En la puesta en marcha se debe configurar varios parámetros, los cuales me van a permitir que el control del variador sean por señal analógica

Ver **Tabla 4.3. Parámetros programación servo drive control analógico**

Tabla 4. 3 Parámetros Programación Servo Drive Control Analógico

Parámetro	Especificación	Parámetro Programado
PA 01	Tipo de motor	12
PA 03	Estado de las Entradas	15
PA 04	Se selecciona el modo de control de la velocidad en este caso Analógicamente	1
PA 14	Rango de -10 a 10 V DC	0
PA 15	Inversión de Giro	1
PA 23	Máxima velocidad	2500 RPM

Elaborado: Autor de Tesis

4.6.2 Servo drive controlado por pulsos

Para el control del servo por pulsos se necesita la señal de arranque, entrada de pulsos y dirección, señales de retroalimentación del encoder como son el canal A y el canal B.

En la puesta en marcha se va a configurar los parámetros, los cuales me van a permitir que el control del variador sean por pulsos ver **Tabla 4.4.**

Parámetros programación servo drive control por pulsos

Tabla 4.4 Parámetros programación servo drive control por pulsos

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN	PARÁMETRO PROGRAMADO
PA 1	Tipo de Motor	12
PA 3	Estado de las Entradas	15
PA 4	Se selecciona el modo de control de la velocidad en este caso por pulsos	0
PA 14	Rango de -10 a 10 V DC	0
PA 15	Inversión de Giro	1
PA 23	Máxima velocidad	2500 RPM

Elaborado: Autor de Tesis

4.7 Proceso de desbobinado del papel

Al realizar toda la configuración tanto en el PLC como en los Variadores se tiene el control de los variadores por comunicación.

Estos Variadores controlan la parte de desbobinado del papel, para este proceso el papel pasa por una serie de rodillos, los cuales van a ir a la misma velocidad lineal.

Para esta etapa se va a ingresar la velocidad a la que se quiere que trabaje. Este dato le llega al segundo variador que es la sección de texturizado Ver **Figura 4.13 Sección de texturizado**, el cual va ser el eje de toda la máquina y transmitirá la consigna que tiene al primer y tercer variador y por ende a los servos motores teniendo de esta manera la misma velocidad lineal en toda la máquina.



Figura 4.13 Sección de texturizado

Cuando se tiene la consigna principal esta es enviada al primer cuerpo el cual tiene una transmisión por medio de correas que permite ir desbobinando la bobina madre que está ubicada en un eje central como se observa en la **Figura 4.14. Bobina Madre**, adicional a esto se tiene varios tableros de control, los cuales me permiten tener accionamientos manuales en cada fase del proceso, en esta etapa se tiene:

- ✓ Levantamiento de las correas
- ✓ Ajuste del eje central
- ✓ Jog
- ✓ Subir y bajar bobina de papel.



Figura 4. 14. Bobina Madre

Los primeros rodillos por los cuales va a pasar el papel son un sistema de rodillo danzarín como se observa en la **Figura 4.15 Rodillo Danzarín**, permitiendo controlar la tensión del papel, este juego de rodillos esta acoplado a un encoder que otorga una cantidad de pulsos dependiendo a la tensión del papel.

En este control se tiene dos casos cuando el papel esta tensionado o cuando no está tensionado a continuación se detalla cada uno de estos:

✓ **Papel tensionado**

Si el papel está muy tensionado el rodillo danzarín empieza a subir, por ende el encoder estaría detectando un incremento de pulsos los cuales envía al PLC maestro para que este ordene al variador aumentar la velocidad y así disminuir la tensión del papel, logrando que el rodillo danzarín empiece a bajar y el encoder disminuya la cantidad de pulsos para que el variador se estabilice y mantenga el control de tensión.

✓ **Papel no tensionado**

Si el papel está muy suelto el rodillo danzarín empieza a bajar, el encoder detecta este cambio disminuyendo los pulsos los cuales envía al PLC maestro es este ordena al variador que disminuya la velocidad, teniendo

como resultado que el papel empieza a tensionarse lentamente, logrando de esta manera que el rodillo danzarin empiece nuevamente a subir, teniendo un incremento de pulsos y el variador vuelva a su velocidad normal.

De esta manera se logra mantener el rodillo danzarin en el centro, teniendo un buen control de tensión para así evitar que el papel se rompa.



Figura 4.15 Rodillo danzarin

Después la hoja de papel higiénico llega a la segunda etapa en donde pasa primero por un rodillo tipo banana, luego por un rodillo templador logrando de esta manera que la hoja se estire para evitar arrugas en el papel. Ver **Figura 4.16 Rodillo tipo Banana,**



Figura 4.16 Rodillo tipo banana

En esta etapa el papel pasa entre un rodillo de caucho y uno de metal, mediante accionamientos neumáticos el rodillo de caucho ejerce una presión de 40 PSI sobre el rodillo de metal logrando obtener el diseño del papel y que este tome volumen. Ver **Figura 4.17. Texturizado de papel**



Figura 4.17 Texturizado de papel

Una vez que el papel viene con diseño pasa a la última etapa del desbobinado en el cual la hoja de papel higiénico llega a un rodillo templador, luego pasa por un rodillo el cual realiza el pre-corte de papel cada 10 cm. Ver

Figura 4.18 Rodillo de pre-corte



Figura 4.18 Rodillo de pre-corte

Después el papel pasa por un rodillo llamado bedroll como se observa en la **Figura 4.19 Rodillo Bedroll (Corte de fin de rollo)**, el cual tiene una cuchilla integrada que es accionada por una electroválvula la cual permite que la cuchilla salga, esta chuchilla se acciona una vez que la distancia requerida se cumple. Ver **Figura 4.20. Accionamiento Corte fin de rollo**



Figura 4.19 Rodillo dedroll (corte de fin de rollo)



Figura 4.20 Accionamiento corte fin de rollo

Adicional a esto se tiene tableros secundarios instalados con pulsadores de:

- ✓ Jog
- ✓ Paro de Emergencia
- ✓ Stop

Al terminar con la primera etapa que es el desbobinado del papel se tiene un papel completamente estirado y con pre corte, una de las primeras pruebas que se realizó es que salga papel sin romperse durante todo este proceso.

4.8 Proceso de rebobinado

Luego de un tratamiento previo del papel higiénico se da inicio al proceso de rebobinado del papel.

Este proceso tiene un hexágono Ver **Figura 4.21 Hexágono para rebobinado de papel** los cuales son controlados por cuatro servos motores, dos para enrollar el papel, uno para cambio de rebobinador y uno para controlar una excéntrica la cual me acerca o me separar el rebobinador dependiendo el crecimiento de la bobina.



Figura 4.21 Hexágono para rebobinado de papel

El control de los servos va a ser de la siguiente manera:

- ✓ Los servos de enrollado de papel y de la excéntrica por consigna analógica
- ✓ El servo de cambio de rebobinador por posicionamiento de pulsos

Para el enrollado se tiene dos servo uno para enrollar los bastones pares y otro los impares del hexágono

Para empezar con la secuencia de rebobinado primero se debe posicionar el sistema, es decir se elige una posición cero para el arranque.

Primero se posiciona el hexágono para indicar el bastón en el cual se va empezar a rebobinar y de esta manera poder saber que servo va empezar a enrollar, después se posiciona la excéntrica quedando lo más cerca posible del rodillo bedroll, para limitar el movimiento de los servos se tiene sensores inductivos los cuales están ubicados en la posición que se desea que pare el servo. Una vez posicionado el sistema la máquina se encuentra lista para el arranque.

Cuando se da el arranque la maquina cumple con una secuencia la cual es:

1. Se mueve el hexágono y la excéntrica hasta quedar completamente alineados con el ingreso de nuevos tubos y con la banda transportadora la cual va a sacar los bastones de papel terminados. Es decir el hexágono se va a mover en sentido horario y la excéntrica va a empezar a separarse del bedroll.
2. Se tiene un sensor fotoeléctrico al final de la banda transportadora el cual va a dar la señal de que el bastón salió para poder mover el hexágono y la excéntrica a su segunda posición. Es decir el hexágono se va a mover en sentido horario quedando lo más cerca posible al

cambio de nuevo rollo, mientras que la excéntrica va empezar a acercase nuevamente al bedroll.

3. Una vez que se encuentran en la segunda posición se espera la orden de cambio de bastón cuando la distancia ingresada sea igual a la distancia actual se acciona la cuchilla, el paso de goma para el nuevo bastón y se mueve el hexágono con el nuevo bastón en sentido horario y la excéntrica se acerca al bedroll hasta que los dos topen con los cauchos y el nuevo tubo se pegue al papel, permitiendo de esta manera que enrolle en un bastón diferente, teniendo en este momento un cambio de servo de enrollamiento, luego de esto se repite el paso número 1 ya con el nuevo bastón.

Para el arranque de la máquina se tiene un tablero en el cual se van a tener los siguientes accionamientos:

- ✓ Posicionamiento Inicial
- ✓ Arranque del sistema
- ✓ Engomado manual
- ✓ Stop
- ✓ Pulsador de emergencia
- ✓ Jog

Al terminar esta etapa se tiene los rollos de papel de 1,30m de largo y de diámetro variable dependiendo del requerimiento del usuario.

4.9 Proceso de transporte

Cuando existe el cambio del hexágono para rebobinar en un nuevo core, mientras este enrollando, se debe sacar el rollo que ya está terminado e ingresar un nuevo core.

Es decir que al cambio del siguiente rebobinador el hexágono y la excéntrica se colocaran en la posición cero para permitir que se accionen los motores y las electroválvulas que dan inicio a este proceso.

Los motores van a controlar dos bandas transportadoras como se observa en la **Figura 4.22 Bandas transportadoras.**



Figura 4. 22. Bandas transportadoras

La primera retira el rollo terminado del hexágono y la segunda le traslada a la siguiente etapa que es el engomado del papel, al mismo tiempo que la banda se enciende accionan electroválvulas que mediante cilindros de simple efecto retiran el core nuevo del acumulador de tubos y lo empujan para que este llegue al segundo paso donde un motor mueve un sistema de poleas logrando que el core pasa entre ellas y en ese instante un pistón se acciona uniendo este sistema Ver **Figura 4.23 Ingreso de nuevo core y salida de rollo terminado** para empujarlo y así que ingrese en el tubo del hexágono que este vacío, logrando de esta manera que estos dos funciones

al mismo tiempo es decir mientras se saca el rollo terminado un core ingresa, haciendo que el sistema sea continuo.



Figura 4.23 Ingreso de nuevo core y salida de rollo terminado

4.10 Proceso de sellado de papel

La segunda banda transportadora trae el rollo terminado a esta etapa, que es donde se sella automáticamente el final del rollo con goma para evitar que se deshaga como se observa en la **Figura 4.24 Sellado fin de rollo de papel**

Para este proceso existe un sensor fotoeléctrico que detecta que pasa el rollo y acciona un rodillo pateador empujando el rollo a la máquina de sellado donde motor y válvulas de aire son accionado para que el rollo gire en el mismo eje, logrando que la última parte de la hoja adicional cubra dos sensores fotoeléctricos que se encuentran en la base, cuando esto ocurre se acciona una electroválvula que permite el paso de goma y accionamiento de un motor cuyo cambio de giro está controlado por sensores inductivos que limitan el fin de carrera moviendo este contenedor de goma de forma horizontal, Ver **Figura 4.25 Contenedor de goma para sellado de papel** para que selle completamente el rollo.



Figura 4. 24.Sellado fin de rollo de papel



Figura 4.25 Contenedor de goma para sellado de papel

Si se activó el sellado de papel el rollo final pasa a la etapa del acumulador, mientras que si el rollo no es sellado automáticamente es desviado para que manualmente sea ingresado otra vez al sellador. Ver

Figura 4.26 Accionamiento desvío de rollo no sellado



Figura 4.26 Accionamiento desvío de rollo no sellado

4.11 Proceso de acumulador de rollos terminados

Cuando el rollo de papel es sellado automáticamente ingresa al acumulador en ese momento un sensor fotoeléctrico acciona los motor que mueve el acumulador a la siguiente posición, dejando listo el sistema para que ingrese el siguiente rollo como se observa en la **Figura 4.27**.

Acumulador de rollos terminados



Figura 4.27 Acumulador de rollos terminados

CAPITULO V

DISEÑO DE LA INTERFAZ HUMANO-MÁQUINA

5.1 Diseño de la interfaz de usuario

“El diseño de la interfaz de usuario se realizó con SIMATIC WinCC flexible porque resulta idóneo como interfaz hombre-máquina (HMI) para todas las aplicaciones ofreciendo innovadoras herramientas de ingeniería para la configuración homogénea de todos los paneles de mando SIMATIC HMI para todas las tareas de manejo y visualización.” (Siemens, 2012)

Las posibilidades de manejo de que dispone el operador de una máquina o una instalación dependen del modo en que se haya creado el proyecto y de las funcionalidades que posea el panel de mando utilizado.

Estas funcionalidades se ponen a disposición del operador en la interfaz de usuario a través de una gran variedad de objetos gráficos configurados.

Para cumplir el requerimiento de visualización de datos, se diseña una interfaz de usuario práctica, sencilla y que permita la monitorización de los datos en tiempo real.

Utilizando WinCC Flexible como desarrollador de software se diseña una interfaz que cumpla con los requerimientos del usuario

5.1.1 Pantalla principal

En la **Figura 5.1. Pantalla Principal** se muestran los diferentes accesos a las pantallas que tiene este HMI, al ser una pantalla táctil se debe presionar en el nombre de cada uno de los botones para acceder a las siguientes pantallas, en este caso se tiene:

- Producción
- Ajustes
- Alarmas
- Administrador



Figura 5. 1 Pantalla principal

Adicional se tiene barra inferior ver **Figura 5.2 Barra de inicio rápido** en la cual al presionar el primer ícono automáticamente se visualizará la pantalla principal independientemente de la pantalla en la que se encuentre, si se presiona el segundo ícono se visualizará las alarmas que presenta el proceso, al presionar el último ícono la pantalla sale del Runtime y se podrá visualizar los ajustes que tiene la pantalla.

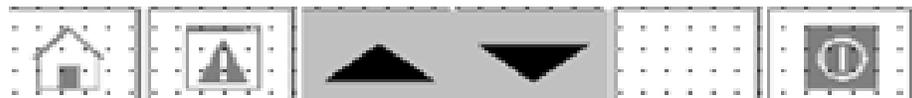


Figura 5. 2 Barra de inicio rápido

5.1.2 Pantalla ajustes

En esta pantalla ver **Figura 5.3 Ingreso de parámetros** se ingresan los parámetros principales que son:

- Ingreso de velocidad
- Metros por Rollo tamaño de rollo que se va a realizar.



Figura 5.3 Ingreso de parámetros

El ingreso de la velocidad es a la que va a funcionar toda la máquina y se la realiza en un campo de E/S , teniendo como límite de ingreso 250 m/min, adicional se puede subir la velocidad al presionar el botón F3 y bajar la velocidad al presionar F4.

Los metros por rollos se ingresan de igual manera en un campo de E/S y esta es la cantidad de metros que van a enrollarse en la sección de rebobinado, teniendo en cuenta que se puede realizar rollos de todo tamaño.

5.1.3 Pantalla de producción

En la pantalla de producción Ver **Figura 5.4 Producción del papel** se visualizan todos los datos que les interesan a los operadores como son:

- Velocidad Principal
- Número de bastones terminados
- Cantidad de metros que se están rebobinando
- Cantidad de metros totales rebobinados
- Aumento y Reducción de velocidad.

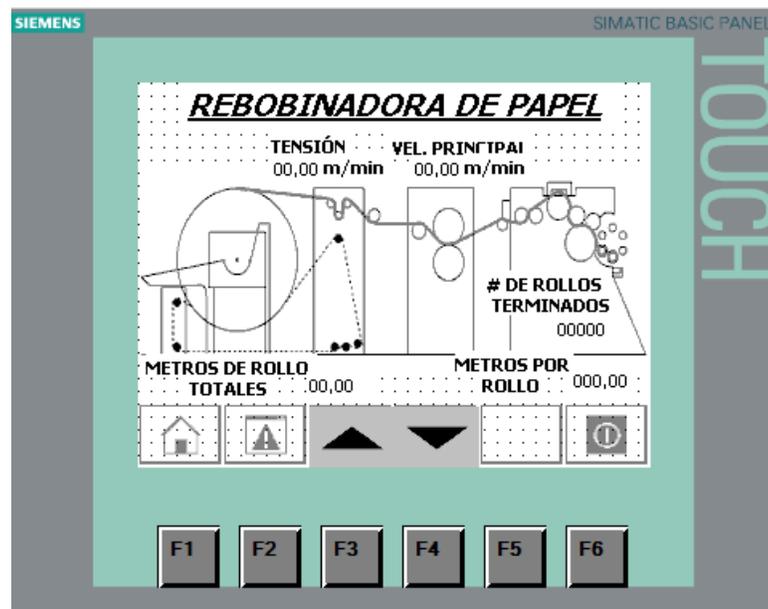


Figura 5. 4 Producción de papel

Al tener la cantidad de metros totales que se han rebobinado se puede obtener la cantidad de desperdicio que se obtuvo por cada bobina madre, adicional se tiene un monitoreo de variables y alarmas que el usuario necesita, para tener un control de todo el proceso, obteniendo alta eficiencia del mismo.

5.1.4 Pantalla administrador

Esta pantalla es de acceso solo de Administrador porque tiene varias calibraciones que se podrán realizar para un ajuste fino en el proceso ver **Figura 5.5 Calibración del Proceso**

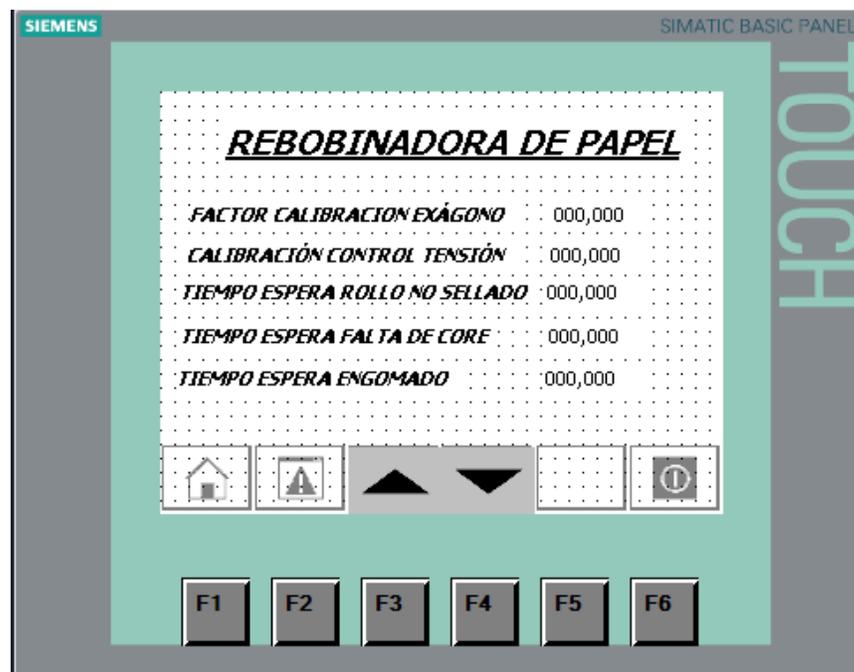


Figura 5. 5 Calibración del proceso

El factor calibración de la Hexágono es el tiempo que va a tardar en realizar el cambio de rebobinador para un nuevo bastón, y se usa para realizar un ajuste fino del proceso.

La calibración del control de tensión se usa para realizar un ajuste fino de la variación en el incremento o decremento de la velocidad.

El tiempo de espera del rollo no sellado es el tiempo que va a intentar que la hoja tape los sensores fotoeléctricos para que accione el sellado de papel, si se excede este tiempo el bastón será desechado al no ser sellado.

El tiempo de espera falta de core es lo que va a tardar para que el operador abastezca el acumulador de nuevos core, si excede este tiempo la maquina se para hasta que ingresen nuevos core.

El tiempo de espera del engomado es el tiempo que se queda accionada la electroválvula para permitir el paso de la goma en el cambio de bastón, este tiempo varía dependiendo al tipo de papel que se esté usando.

CAPITULO VI

PRUEBAS Y RESULTADOS

Para tener una confiabilidad en el desarrollo de este producto se realizaron pruebas de arranques y paros para comprobar que la hoja se mantenga templada y no se rompa, adicional se realizaron pruebas de variación de velocidad obteniendo de esto buenos resultados al evitar que la hoja se rompa durante todo el proceso.

6.1 Pruebas de comunicación

La primera prueba que se realizó fue de Comunicación entre los variadores y el PLC para comprobar la velocidad de envío y recepción de información, obteniendo excelentes resultados en la transmisión de datos.

En la **Figura 6.1. Visualización de datos** se puede observar datos que envía el variador para que el PLC conozca su estado en la variable IW256 y en la IW258 me envía la velocidad actual, mientras que en la variables QW256 el PLC envía la palabra de control en este caso envía 16#047E que significa que el variador esté listo para el arranque.

Nombre	Dirección	Formato visualización	Valor de observac...	Valor de forzado	
1 *ENVIAR DATOS*.ENVI	%DB100.DBDO	Número en coma flota...	80.0	80.0	<input checked="" type="checkbox"/> ⚠
2 *Estado V1*:P	%IW256:P	Hex	16#047E		<input type="checkbox"/> ⚠
3 *Vel Actual V1*:P	%IW258:P	DEC+/-	9224		<input type="checkbox"/> ⚠
4 *Arranque Embosser*:P	%QW256:P	Hex	16#047E		<input checked="" type="checkbox"/> ⚠
5 *Consigna Embosser*:P	%QW258:P	DEC+/-	9216		<input checked="" type="checkbox"/> ⚠
6 *Arranque Unwind*:P	%QW260:P	Hex	16#047E		<input checked="" type="checkbox"/> ⚠
7 *Consigna Unwind*:P	%QW262:P	DEC	9216		<input checked="" type="checkbox"/> ⚠
8 *Arranque Rewind*:P	%QW264:P	Hex	16#047E		<input checked="" type="checkbox"/> ⚠
9 *Consigna Rewind*:P	%QW266:P	DEC+/-	9216		<input checked="" type="checkbox"/> ⚠

Figura 6. 1 Visualización de datos

6.2 Pruebas de funcionamiento control de tensión

Para el control de tensión se tiene un sistema de rodillo danzarín con retroalimentación de encoder, obteniendo como resultado en las pruebas que cuando la bobina madre se encuentra ya consumida un 70% necesita una variación más alta de velocidad por tal motivo se escogió que de la velocidad lineal que esté funcionando toda la máquina el primer variador varíe un 15% su velocidad. **Figura 6.2 Control de tensión**



Figura 6. 2 Control de tensión

De esta manera se logró un control desde el principio hasta el final de la bobina evitando una pérdida de tiempo al momento de que se rompa en cualquier etapa del proceso.

6.3 Pruebas de funcionamiento del proceso

Se acoplo los equipos instalados con los ya existentes en la máquina con la finalidad de mejorar la calidad del producto tanto en el desbobinado como en el rebobinado evitando deformaciones en el papel. Este sistema implementado facilita el manejo del producto ayudando a detectar fácilmente las fallas para solucionarlas.

Se realizó un control en el PLC de tiempo de aceleración y desaceleración para el arranque y paro de los variadores logrando de esta manera que llegue al valor de la consigna incrementando proporcionalmente su velocidad, evitando que el papel sufra algún estirón y causa de esto pueda romperse, el mismo proceso se siguió para el paro del proceso, tomando en cuenta que si se tiene un paro de emergencia la parada de la máquina es inmediata.

Tabla 6. 1 Elaboración de bastón

Elaboración Bastones de Papel	
Datos Ingresados:	
Velocidad:	250m/min
Tamaño del Bastón:	40 metros
Tiempo de engomado:	0,5 seg
Tiempo espera falta de core:	1min
Tiempo espera bastón no sellado:	2 seg

Elaborado: Autor de tesis

Se Carga la bobina madre en el desbobinador y se procede a pasar la hoja de papel ver **Figura 6.3. Esquema pasó de hoja**, para ser rebobinada, se revisan todas las condiciones de accionamiento del sistema, en el caso de que no se cumplan en el HMI se visualizará la falla por la cual el sistema no arranca.

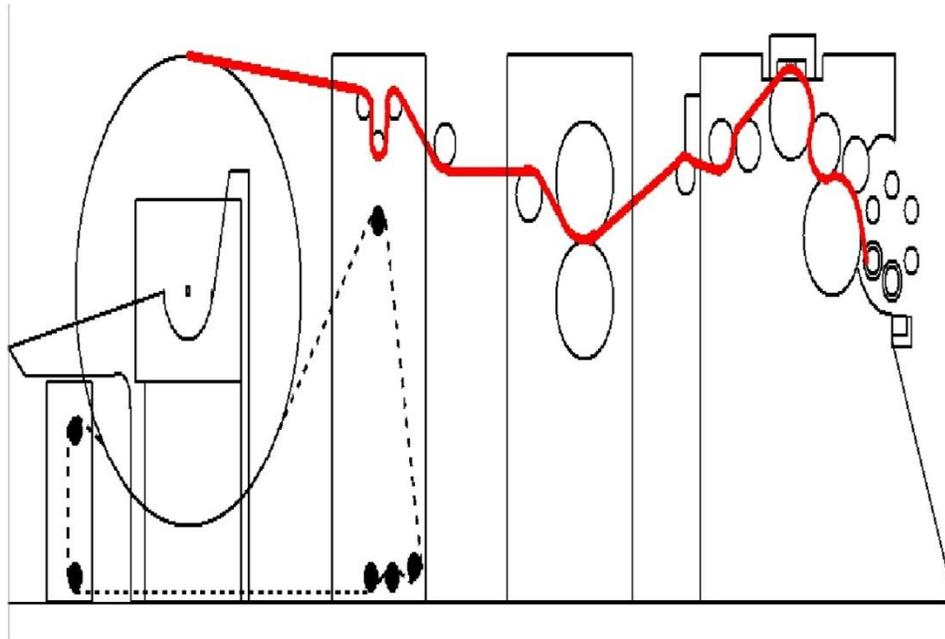


Figura 6. 3 Esquema pasó de hoja

Si el sistema no presenta ninguna falla, se procede a presionar el botón de inicio de proceso que se encuentra en el tablero de control para que arranque los motores que controlan la etapa de desbobinado y la de rebobinado hasta llegar a la velocidad de 250m/min.

Una vez que se tiene el bastón con la medida deseada como se ve en la **Figura 6.4 Bastón rebobinado** se procede a la salida del bastón y el ingreso de un core nuevo, llevando el bastón terminado a la etapa de sellado donde se pone una línea de goma al final del bastón para evitar que este se desenvuelva. Ver **Figura 6.5 Sellado de bastón**, obteniendo listo los bastones de 40 metros para luego ser llevados a la etapa de almacenamiento.



Figura 6.4. Bastón rebobinado

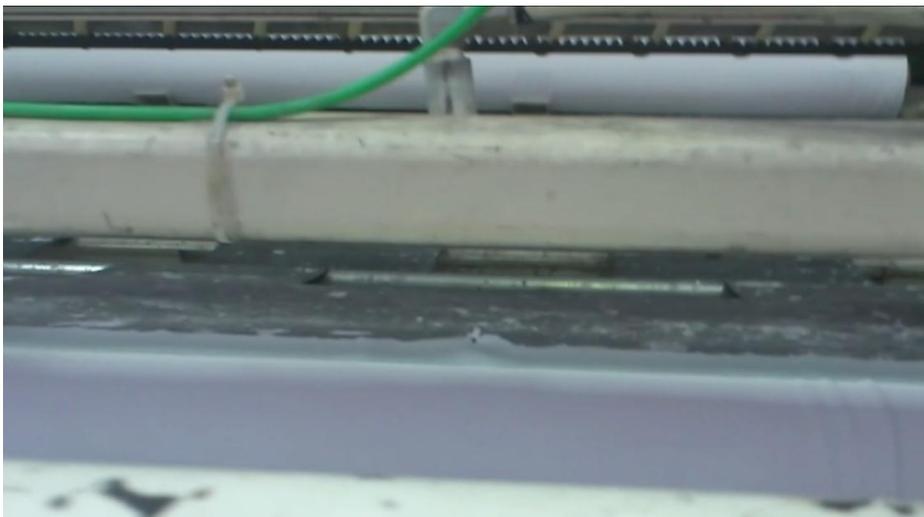


Figura 6.5 Sellado de bastón

6.4 Resultados del proceso

La empresa tiene máquinas manuales que realizan el proceso de rebobinado que funciona a 250 m/min, pero al ser manual cada que termina un bastón de cualquier medida el operador debe parar la máquina para sacar el bastón terminado, poner un nuevo core, llenarlo de goma y arrancar nuevamente la máquina, tomando en cuenta que a más del tiempo que tarda en enrollar se pierde tiempos en cambios de material y arranques de máquina, por tal motivo se habilito la máquina convertidora de papel que su velocidad llega a 300m/min y su proceso es continuo hasta terminar la bobina madre, la petición del cliente fue mejorar tiempos y calidad del producto en la **Tabla 6.2 Tabla comparativa** se muestra una tabla comparativa de los dos procesos para saber si se logró reducir tiempos.

Tabla 6. 2. Tabla comparativa

	Máquina Manual	Máquina Automatizada
Velocidad Principal	250 m/min	250 m/min
Metros por rollo	40m	40m
Tiempos de primer arranque		
Tiempo de Aceleración	4s	3s
Tiempo de Desaceleración	4s	3s
Tiempo de Proceso		
Tiempo bastón terminado	9.6s	9.6s
Tiempo de cambio de core	40s	2s
Tiempo de engomado de core		
Tiempo de aceleración 2	4s	Velocidad continua
Tiempo de desaceleración 2	4s	Velocidad continua
Tiempo total por bastón	56.7s	11.6s
Numero de bastones en 8 horas laborables	500 batones	2666 batones
Promedio de bastones entregados por día	440	2600

Elaborado: Autor de tesis

Como resultado se tiene que al ser una máquina continua reduce tiempos y aumenta notablemente la producción en comparación a la máquina manual y sobre todo mejora la calidad del producto al pasar por una serie de rodillos que permiten estirar el papel y eliminar cualquier arruga que se encuentre, logrando obtener un excelente producto al enrollar el papel.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

La elaboración del papel cada día es más compleja y exige una mejor calidad debiendo utilizar hardware más avanzado para obtener mejores resultados reduciendo tiempos de producción. Este sistema implementado mejora los tiempos del sistema manual de 56.7s a 11.6s disminuyendo significativamente el tiempo de elaboración del bastón al ser un proceso continuo.

El control de tensión en este tipo de procesos es crítico ya que al tener una materia prima muy delicada como es el papel que no soporta variación de tensión muy bruscos es necesario controlarlo durante todo el desbobinado y

rebobinado del papel, esto se sincronizó con los tres variadores a la misma velocidad lineal y con un rodillo danzarin acoplado un encoder, que mantiene la tensión dependiendo de la posición del rodillo estabilizando el paso de la hoja durante el proceso.

La utilización de la rampa de aceleración y desaceleración que se implementó en este proyecto permite tener un arranque y paro controlado al ir aumentando o disminuyendo la velocidad paulatinamente hasta llegar a la consigna deseada evitando de esta manera que el papel se rompa, al ser controlada desde el PLC se puede colocar en los parámetros del variador tiempos de aceleración y desaceleración de 0.5s que se utilizarán sólo en caso de que exista un paro de emergencia para detener la máquina en el tiempo programado.

El desarrollo de este proyecto mediante el uso de servo motores que son controlados por el PLC mediante posicionamiento ayudan a sincronizar el corte del papel permitiendo de esta manera tener mayor exactitud en cada cambio de rebobinador, además nos permite ubicar el rebobinador en la posición exacta para el ingreso del nuevo core, evitando pérdidas de tiempo

al tener que parar la máquina al no tener core en alguno de los rebobinadores.

En esta implementación se logró tener en el proceso de desbobinado toda la hoja de papel templada al tener el control de tensión y los variadores a la misma velocidad lineal, lo que me permite al momento del rebobinado tener una mejor calidad del producto.

La interfaz de usuario diseñada, da al usuario transparencia y le permiten operar en un ambiente amigable, al mostrar el estado de la máquina por medio de las alarmas ayudan a identificar el problema y dar una solución rápida para seguir con el proceso.

RECOMENDACIONES

Se recomienda para no tener interferencias en la comunicación separar los cables de alimentación de los de comunicación para evitar cualquier perturbación que pueda afectar la comunicación entre equipos.

Se recomienda una capacitación al personal encargado de la operación de la máquina, para que conozcan las modificaciones realizadas ya que debido al desconocimiento manipulan incorrectamente los controles ocasionando que se desconfigure los sistemas y la avería de la misma.

Se recomienda que todas las conexiones eléctricas tales como cables sueltos y largos deben estar protegidos y sujetos a una estructura firme para

evitar que se enrede en los mecanismos en movimiento y a su vez éstos se traben ocasionando el paro y en ciertos casos el daño de la máquina.

Se recomienda a los encargados de mantenimiento realizar una parada de la máquina para realizar un chequeo de todos los sistemas logrando de esta manera evitar problemas que se pudieran suscitar al corregirlos a tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Recursostic.educacion.es. (10 de 08 de 2012). Obtenido de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacionart=2>

Siemens. (15 de 07 de 2012). *.siemens.com.* Obtenido de <https://support.automation.siemens.com/WW/adsearch/resultset.aspx?region=WW&lang=es&netmode=internet&ui=NDawMDAxNwAA&term=COMUNICACION+PROFIBUS&ID=68109071&ehbid=68109071>

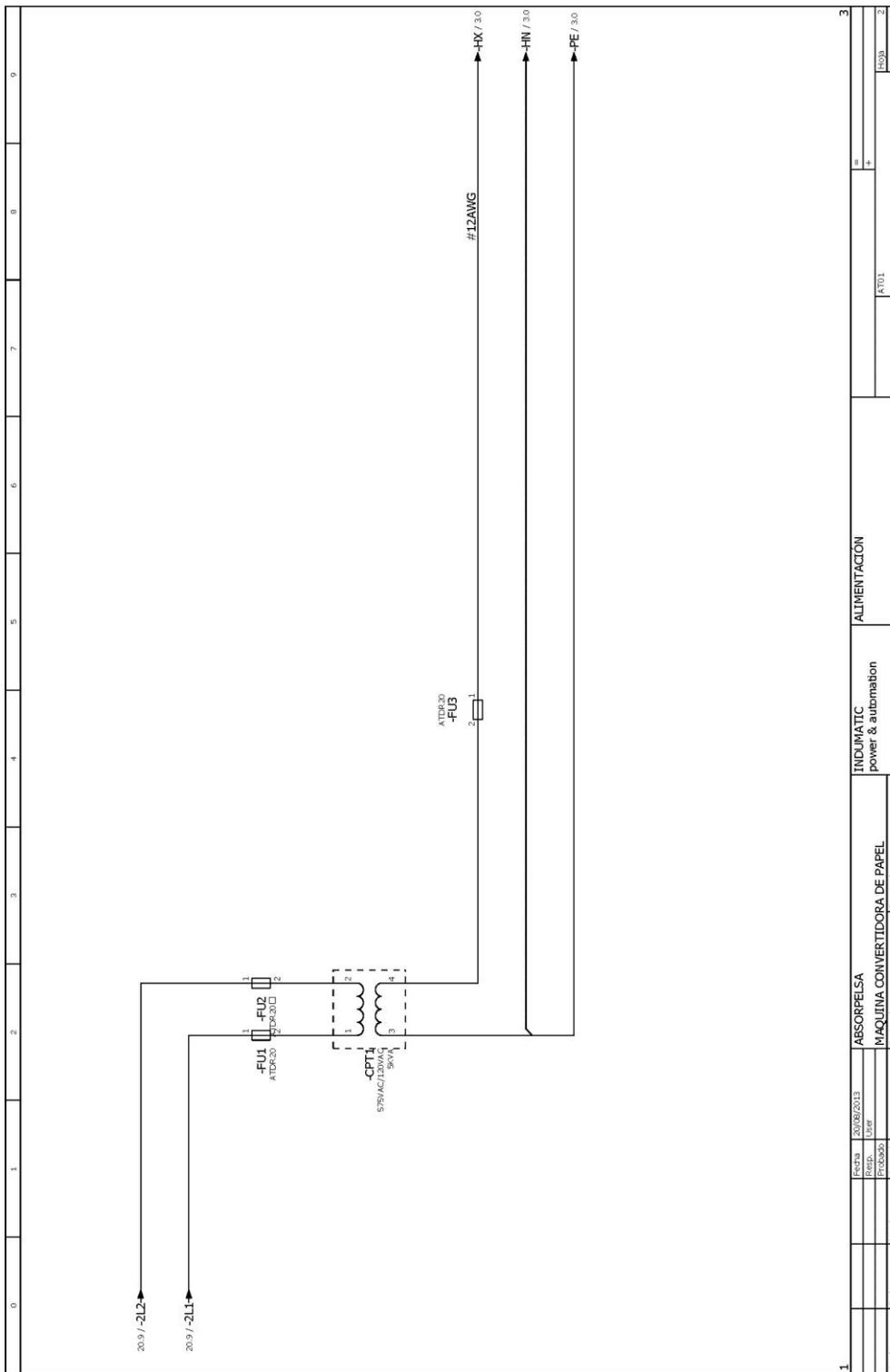
Siemens. (14 de 07 de 2012). *siemens.com.* Obtenido de <https://support.automation.siemens.com/WW/adsearch/resultset.aspx?region=WW&lang=es&netmode=internet&ui=NDawMDAxNwAA&term=SINAMICS+G120&ID=70339246&ehbid=70339246>

Siemens. (15 de 07 de 2012). *siemens.com.* Obtenido de 1. https://www.automation.siemens.com/salesmaterialas/brochure/es/brochure_simatic-wincc-flexible_es.pdf?HTTPS=REDIR

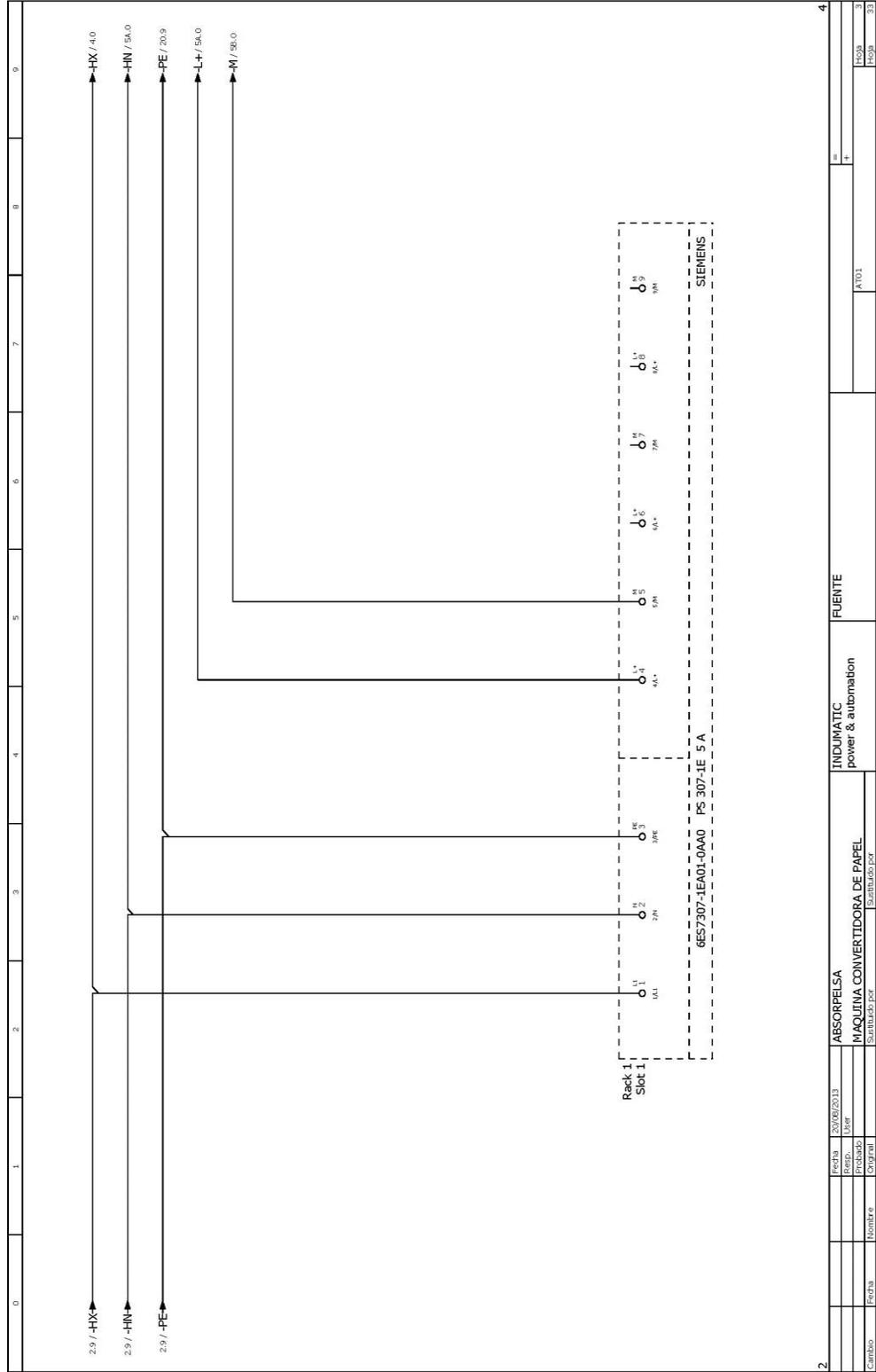
Wikipedia. (14 de 07 de 2012). *Wikipedia la Enciclopedia Libre*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Sensores>

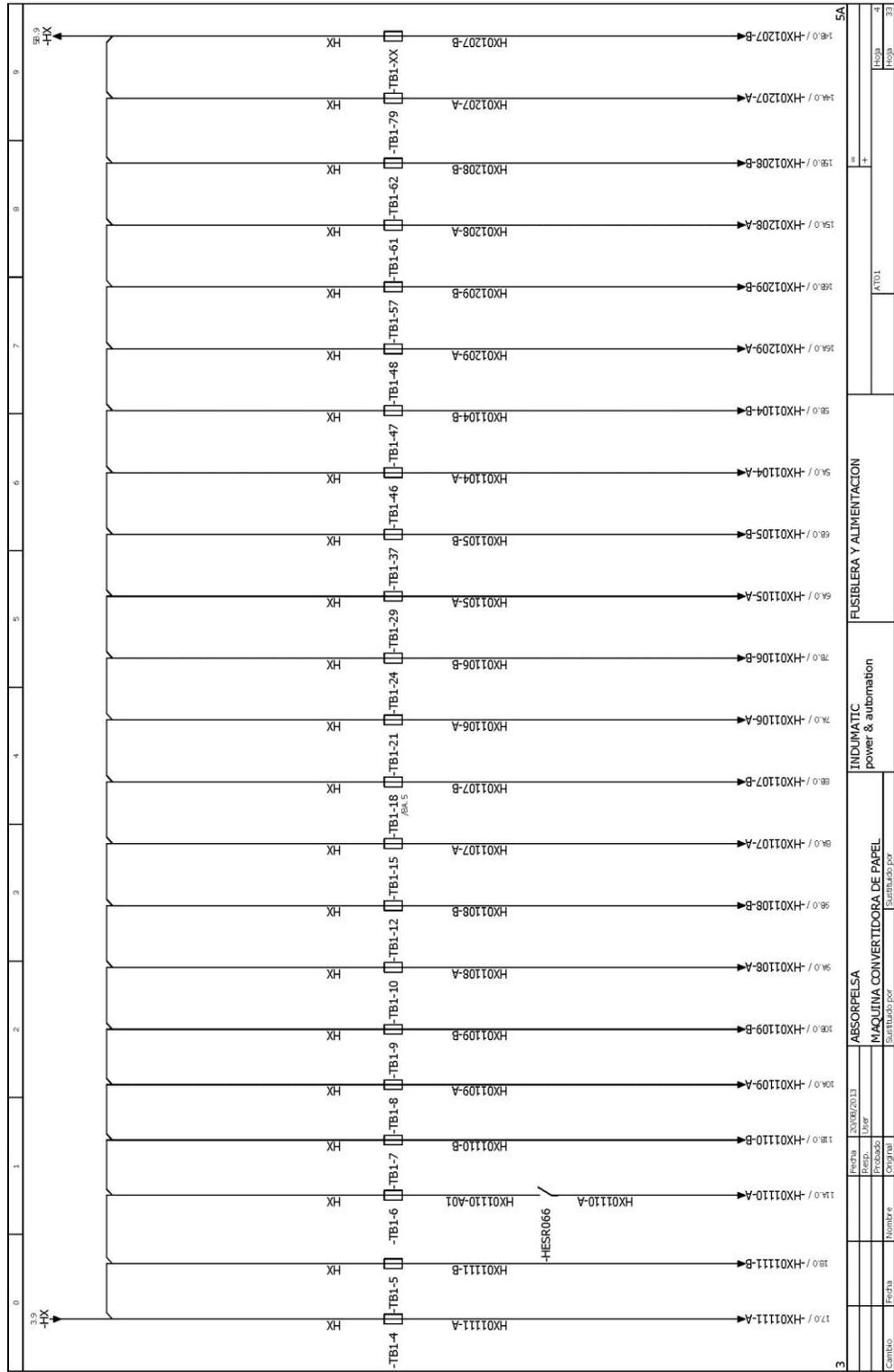
ANEXOS

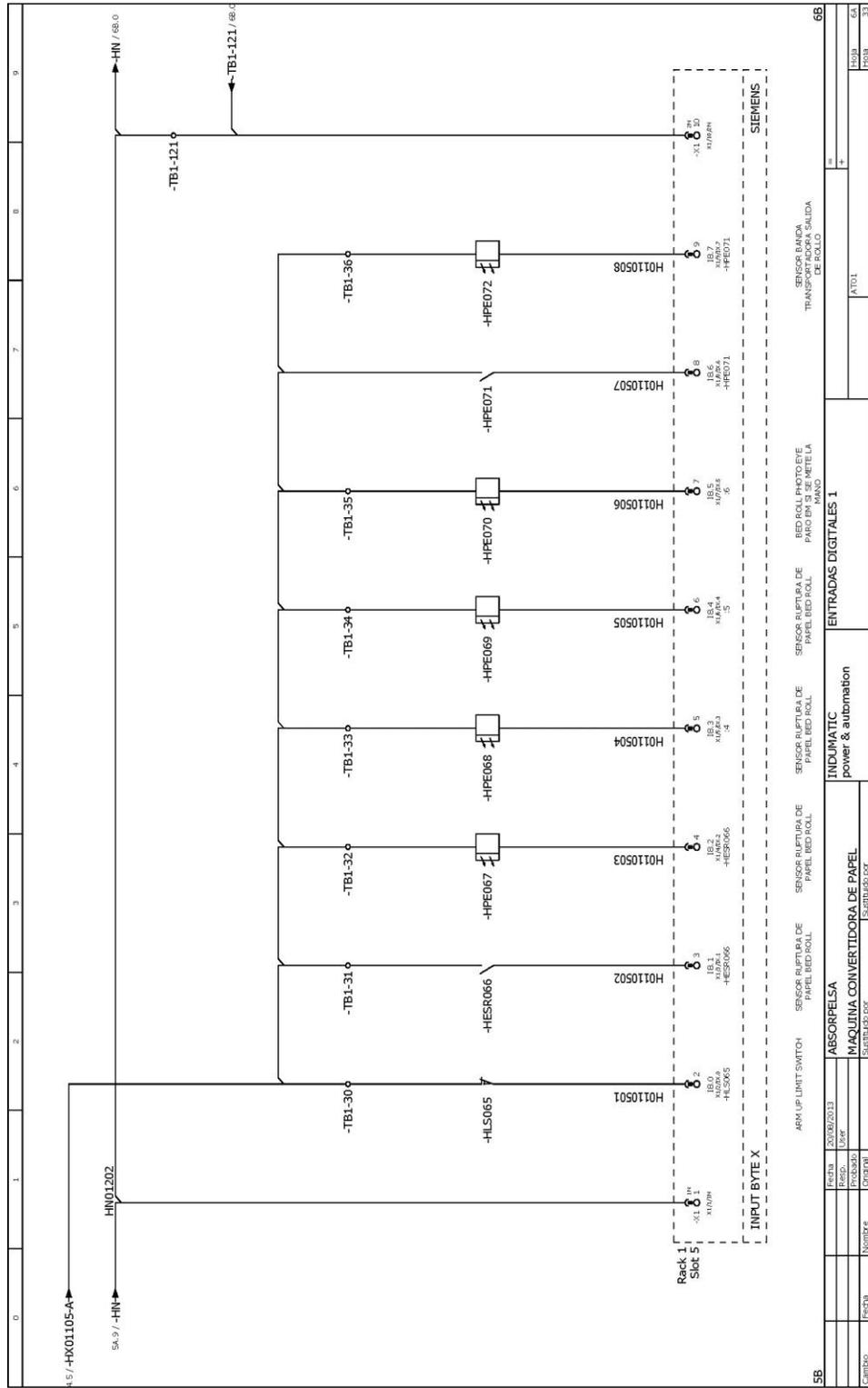
PLANOS ELÉCTRICOS



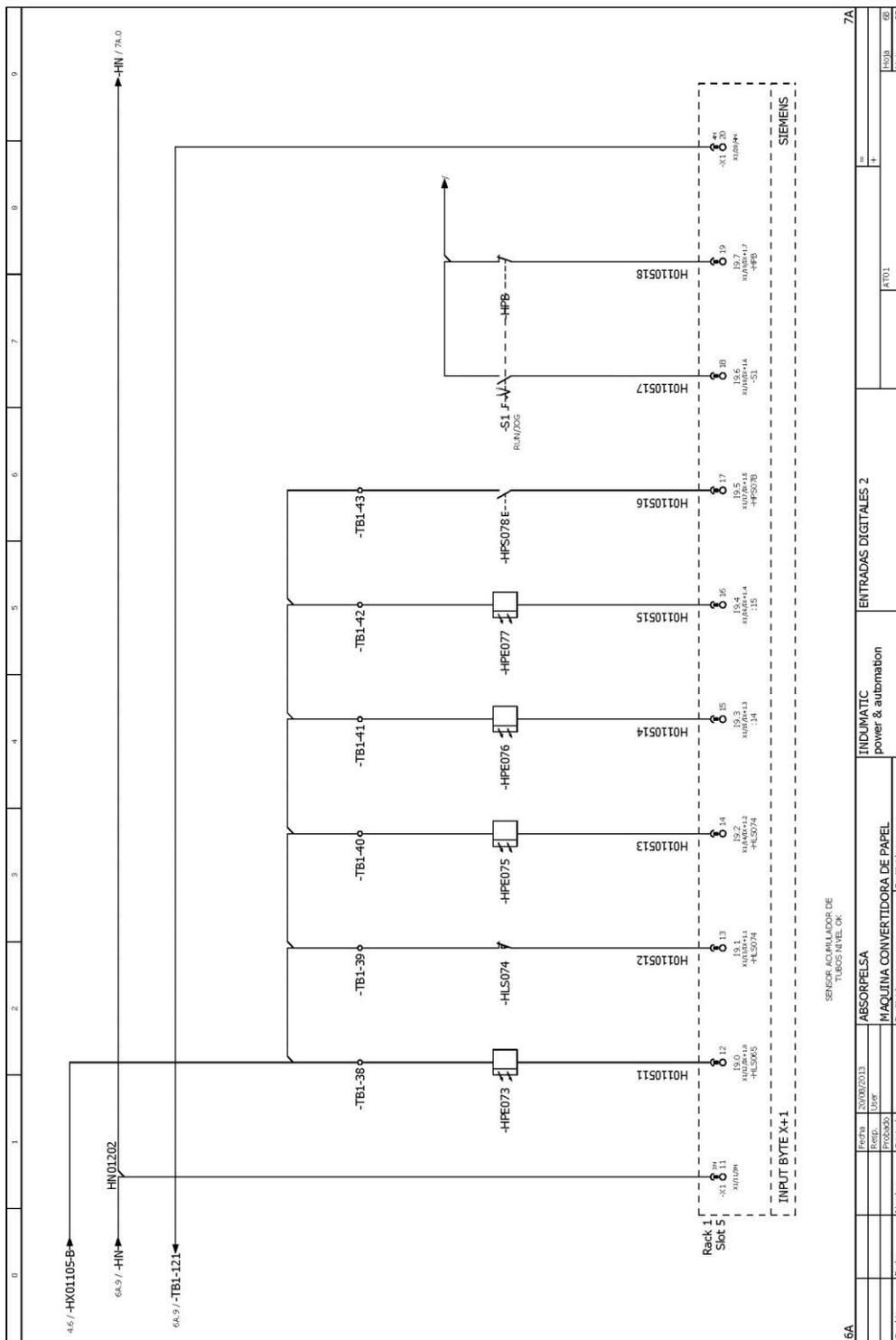
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ABSORPELSA MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL Sarrubus.pcr		INDUMATIC power & automation Sarrubus.pcr		ALIMENTACION				
Fecha	20/08/2013	=						
Revis	User	+						
Elabor				AT01				
Nombre								
Fecha								
Cambio								



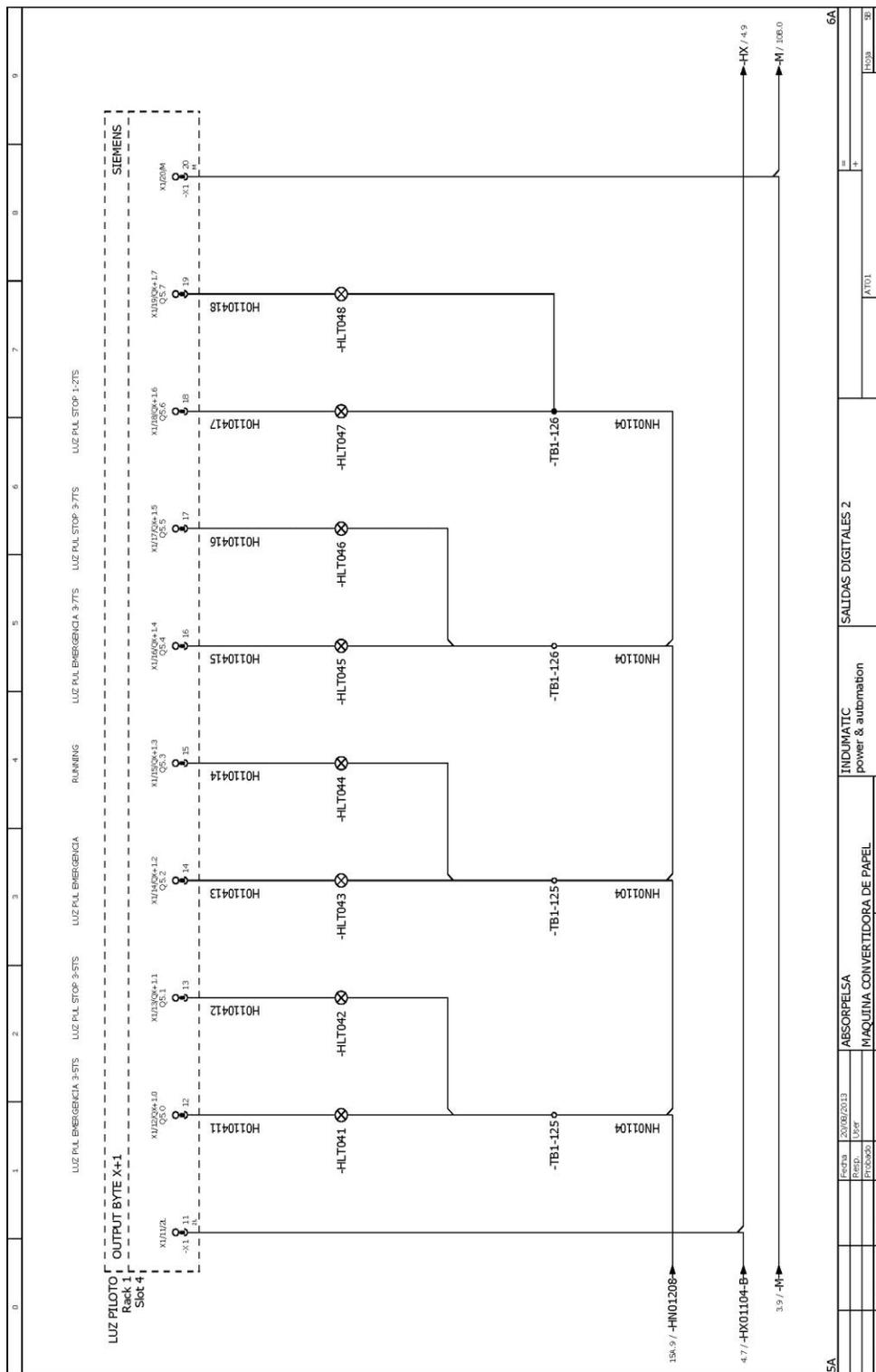




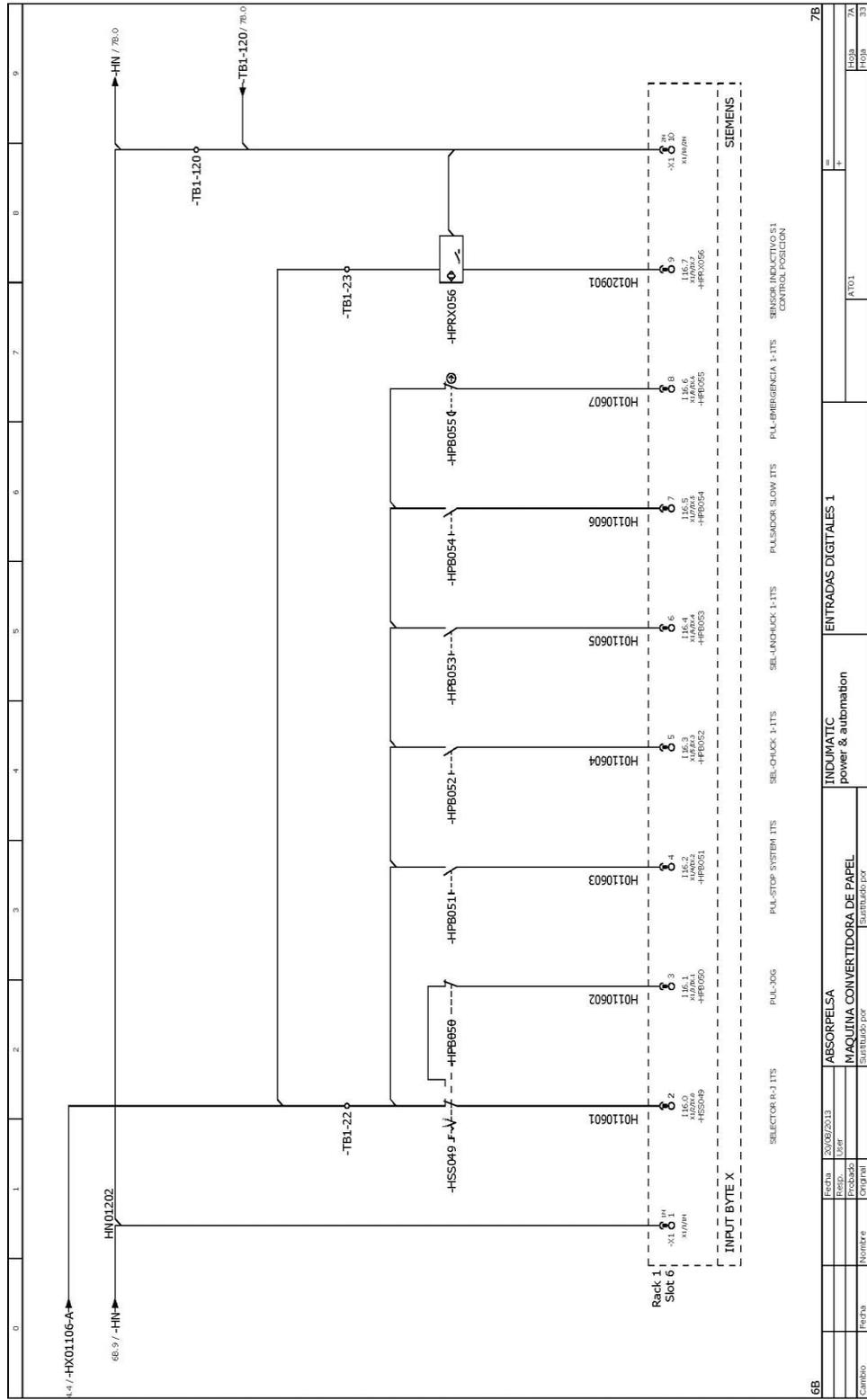
5B	Fecha: 20/06/2013		Resp.: User	
	Combo: Original		Nombre: Scambus.por	
6B			Fecha: 20/06/2013	
			Resp.: User	
			Combo: Original	
			Nombre: AT01	

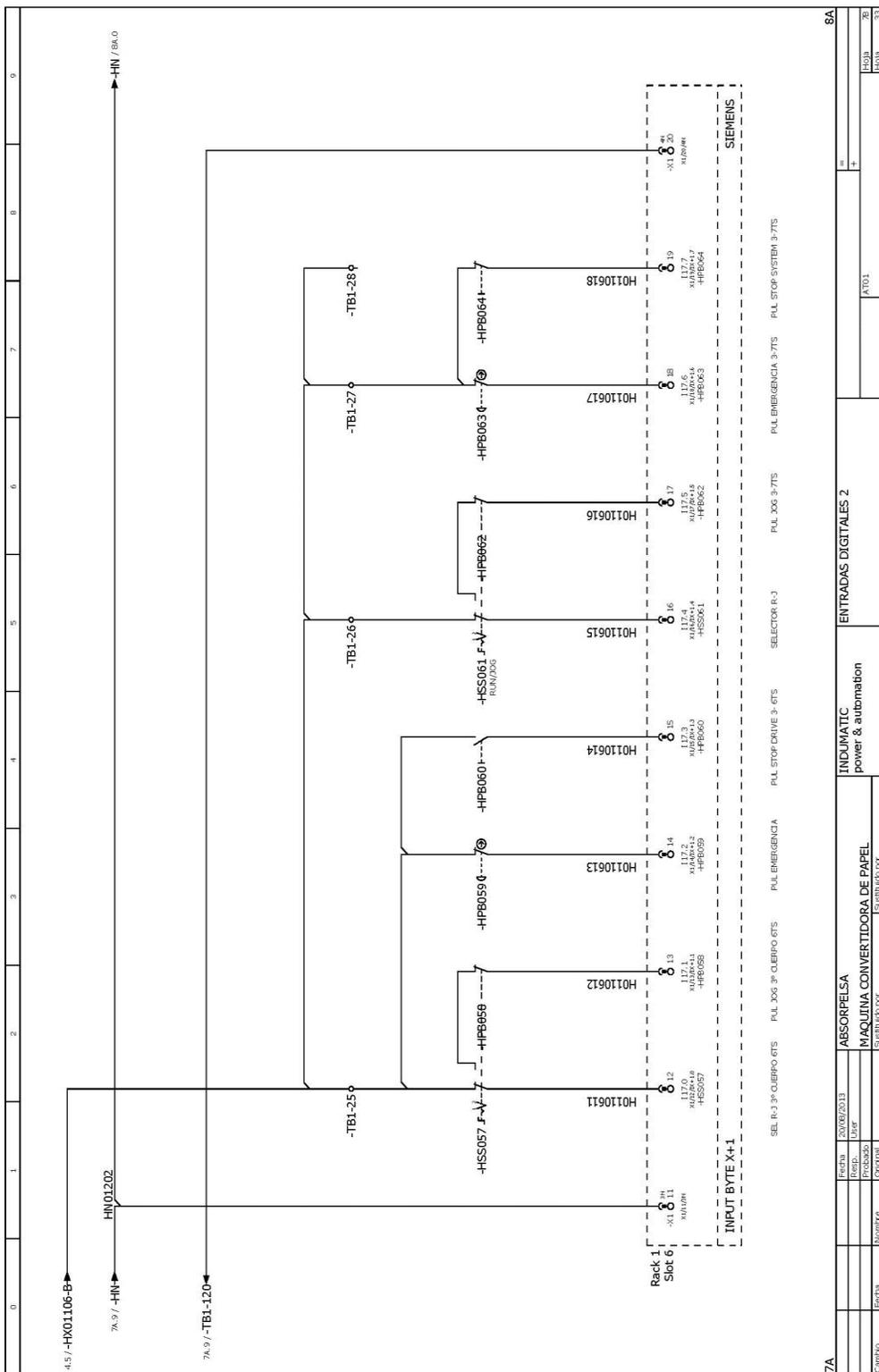


6A	SENOR ACUMULADOR DE TUBOS EN EL CR.	INDUIMATIC power & automation	ENTRADAS DIGITALES 2	7A
Fecha	20/03/2013	ABSORPHELSA		
Resp.	Luzer	MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL		
Proyecto				
Objeto				
Numero				
Fecha				
Numero				
Objeto				
Proyecto				
Objeto				
Numero				

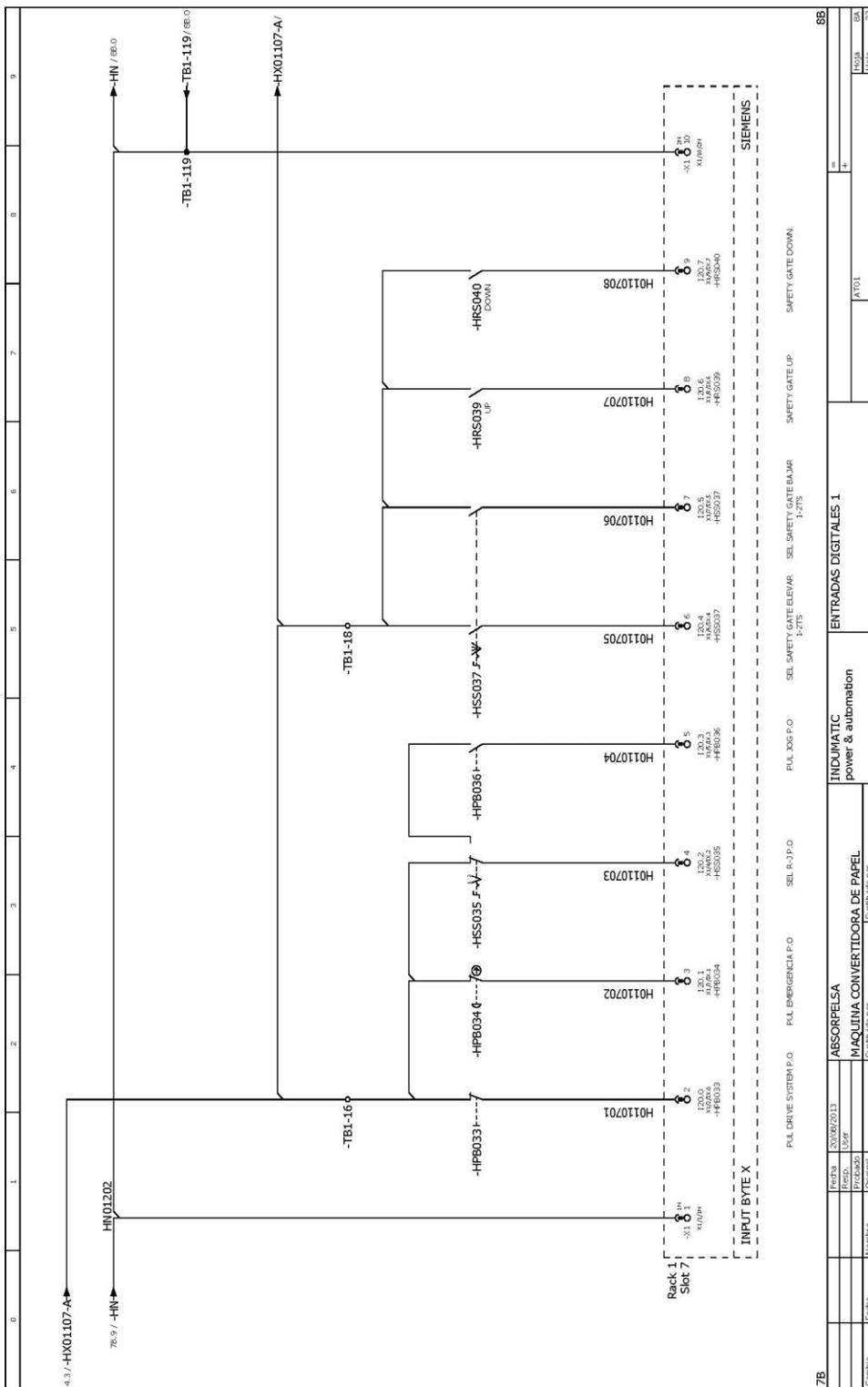


5A		Fecha: 20/06/2013		INDUMATIC		6A	
Resp: User		Absorpelesa		power & automation		#	
Original		MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL		SALIDAS DIGITALES 2		+	
Nombre		Sustituido por		Sustituido por		AVD1	
Fecha		Sustituido por		Sustituido por		H09	
						H09	
						H09	

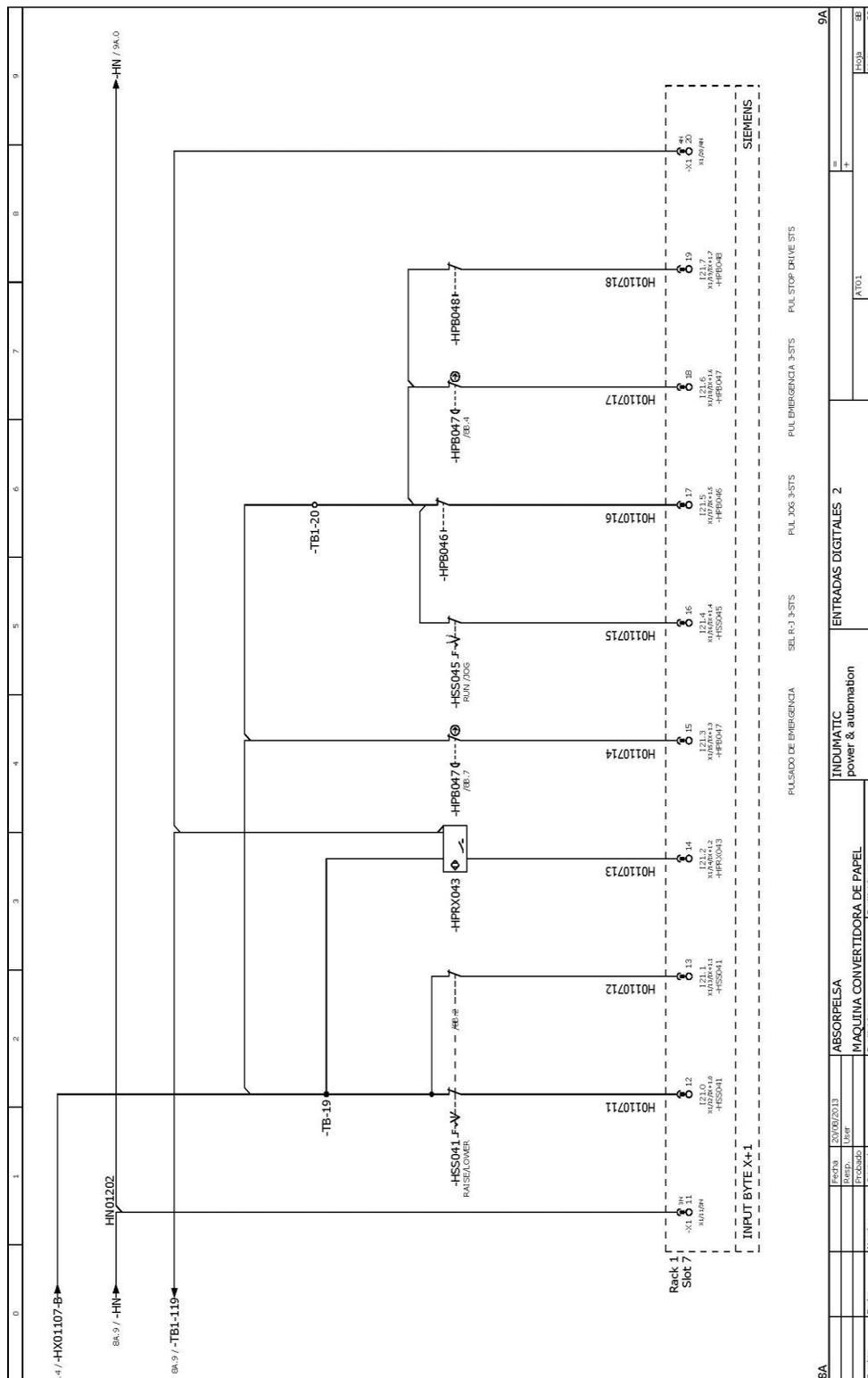




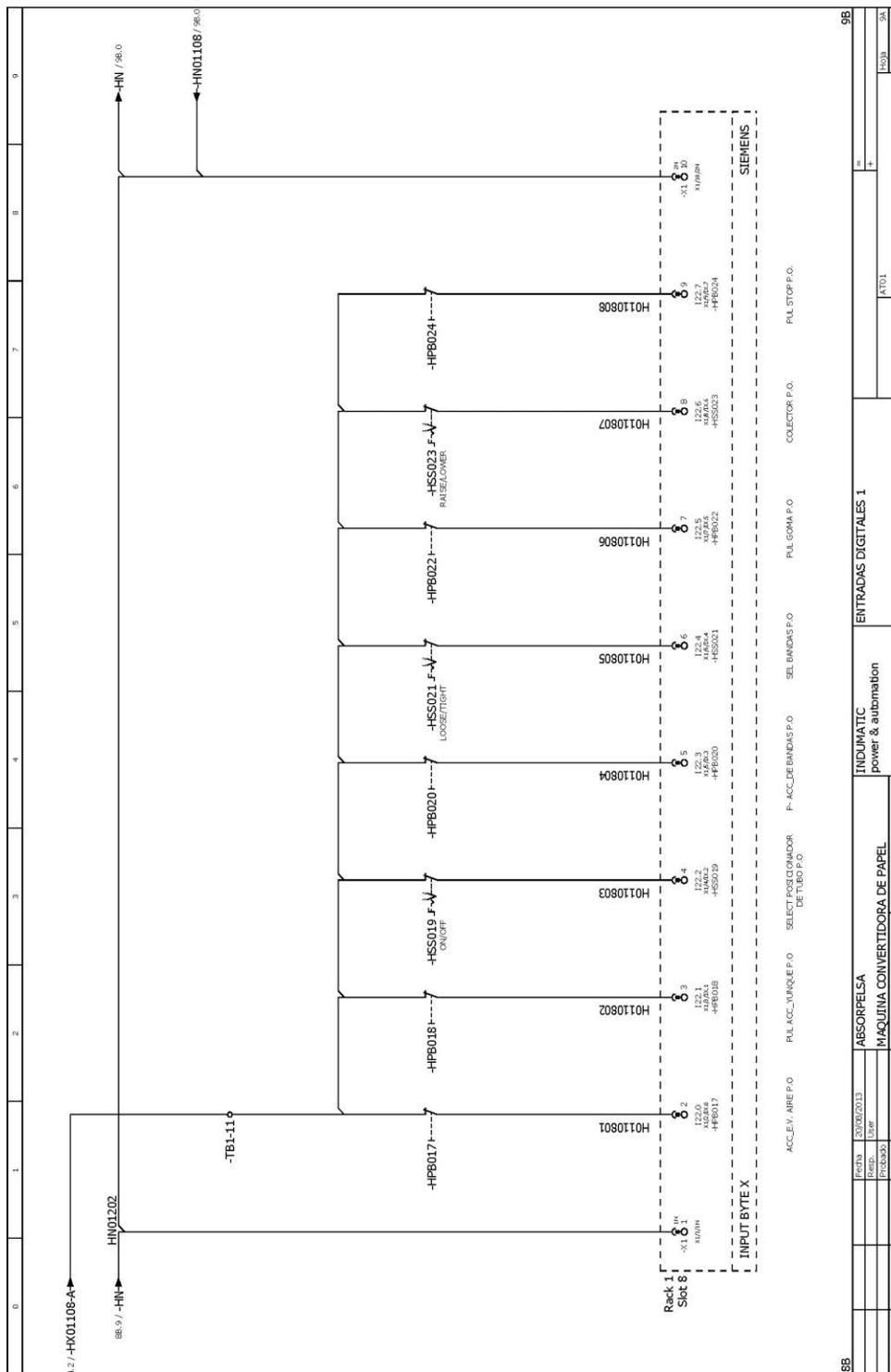
7A	Fecha: 20/09/2013	Usuario: User	Descripción: MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL	Entradas Digitales 2	INDUMATIC power & automabon	Entradas Digitales 2	8A
7A	Fecha: 20/09/2013	Usuario: User	Descripción: MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL	Entradas Digitales 2	INDUMATIC power & automabon	Entradas Digitales 2	8A
7A	Fecha: 20/09/2013	Usuario: User	Descripción: MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL	Entradas Digitales 2	INDUMATIC power & automabon	Entradas Digitales 2	8A



Fecha	20/02/2013	Revisión	01
Elaborado		Revisado	
Verificado		Revisado	
Comprobado		Revisado	
Fecha		Revisión	
Elaborado		Revisado	
Verificado		Revisado	
Comprobado		Revisado	
Fecha		Revisión	
Elaborado		Revisado	
Verificado		Revisado	
Comprobado		Revisado	

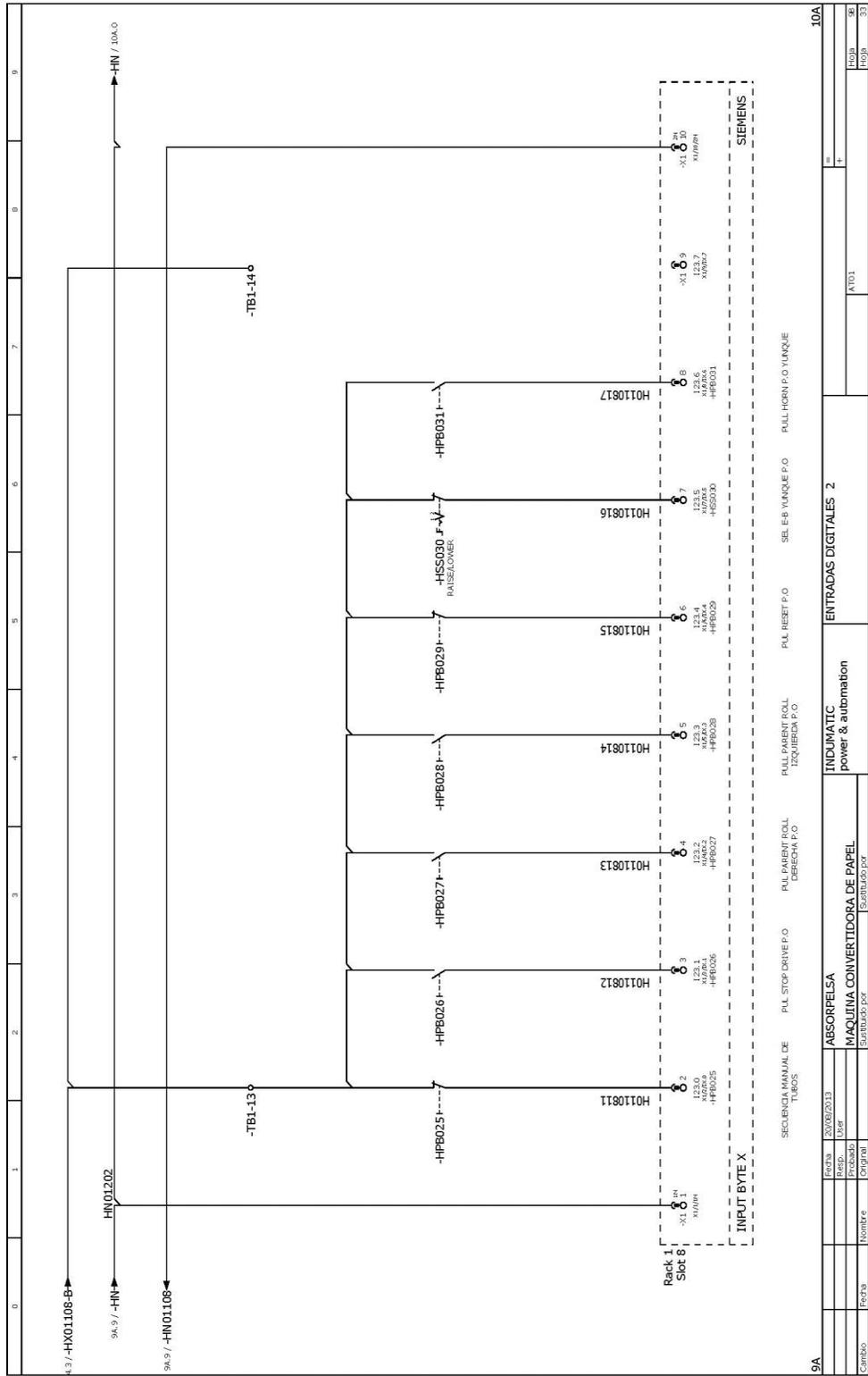


9A	Fecha: 30/09/2013 Rep.: User	ABSORPELSA	ENTRADAS DIGITALES 2	Hoja: 8B
	Procedido:	INDUMATIC power & automation		Hoja: 33
Combo:	Nombre: <input type="text"/>	MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL		
	Origen:	Reemplazado por:		



88

98



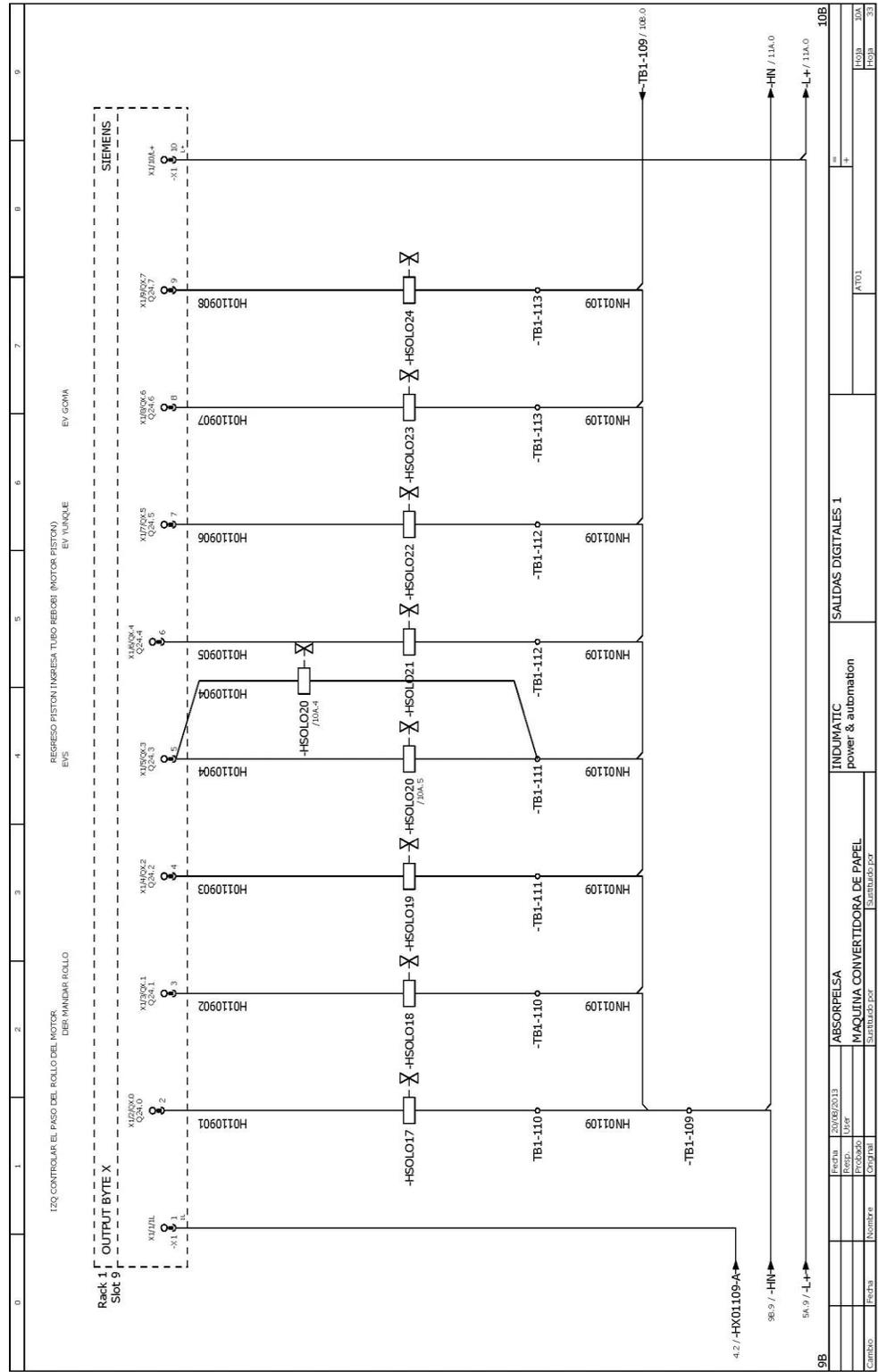
9A

Fecha	20/03/2013
Recp.	User
Revis	
Original	
Nombre	
Fecha	

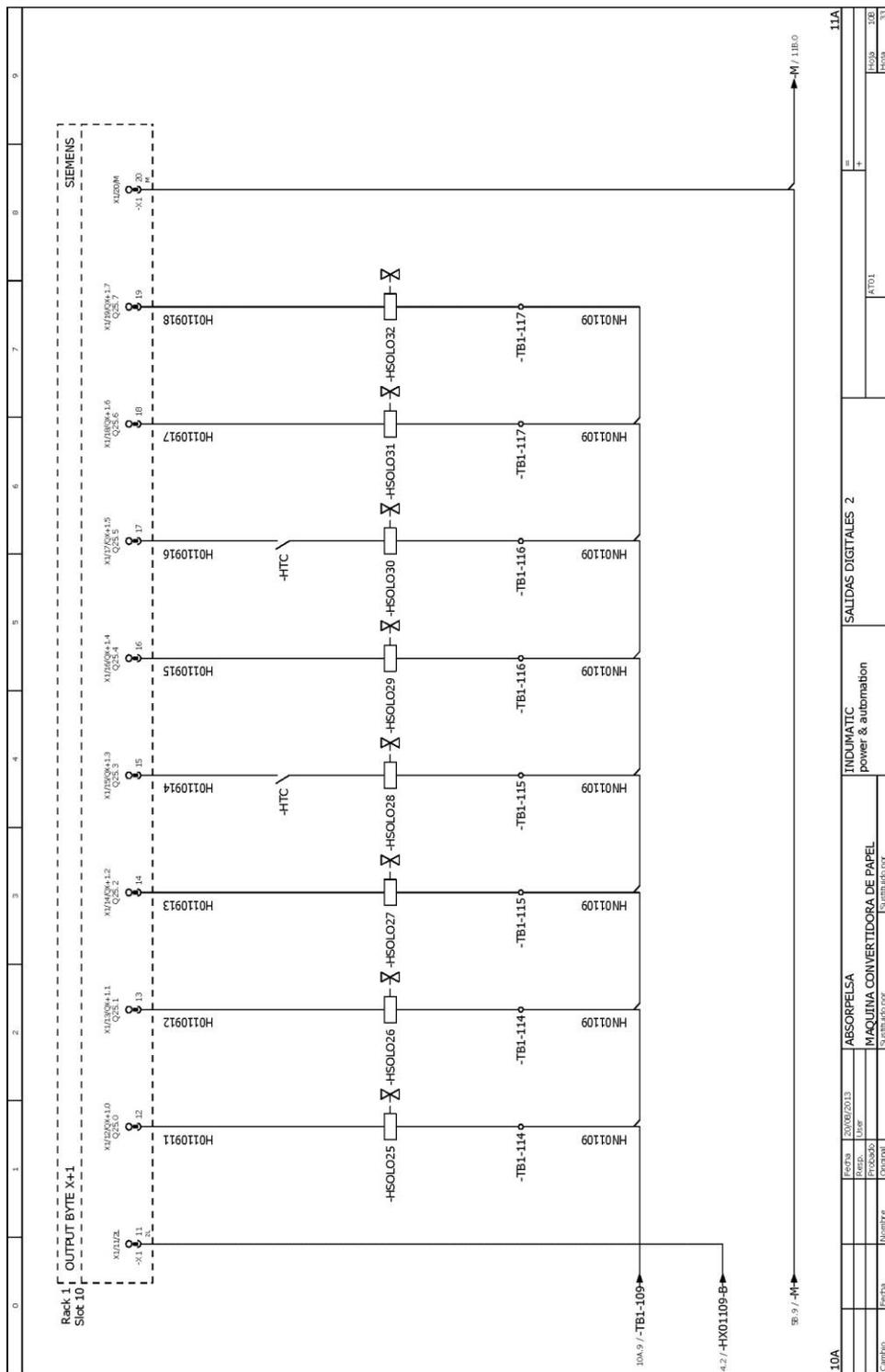
SECUENCIA MANUAL DE TUBOS	
PULL STOP DRIVE P.O.	PULL PARENT ROLL CONTROL P.O.
PULL STOP DRIVE P.O.	PULL PARENT ROLL INQUIRY P.O.
PULL RESET P.O.	PULL HORN P.O. YUNQUE
SEL-E R YUNQUE P.O.	PULL HORN P.O. YUNQUE

INDUMATIC power & substation	
ENTRADAS DIGITALES 2	
A101	

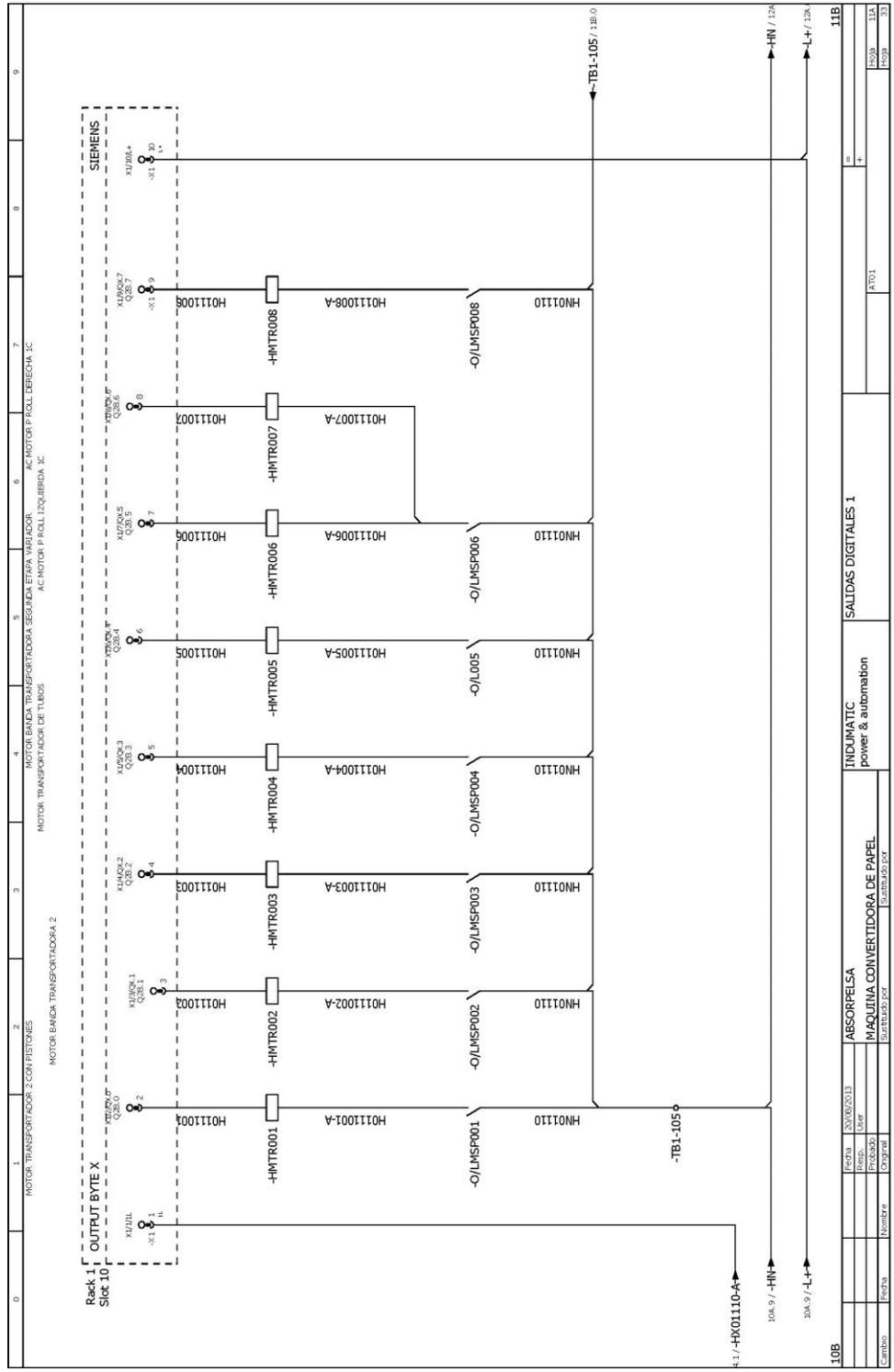
10A	
=	
+	
H0110811	86
H0110817	33



98		Fecha: 20/08/2013		ABSORPELSA		INDUMATIC		SALIDAS DIGITALES 1	
Resp: User		Elaborador		MANTENEDORA DE PAPEL		power & automation		A101	
Cambio		Nombre		Cambio por		Cambio por		Hoja 304	
Fecha		Nombre		Cambio por		Cambio por		Hoja 305	



10A	Fecha	30/08/2013	INDUMATIC		SALIDAS DIGITALES 2		11A
	Para	Use	power & automation				#
	Proceso		MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL				#
Cambio	Fecha	Nombre	Substituto por	Substituto por			HTD
							HTD



10B

11B

Cambio	Fecha	30/05/2013
	Proceso	1
	Nombre	11A
	Formato	11B

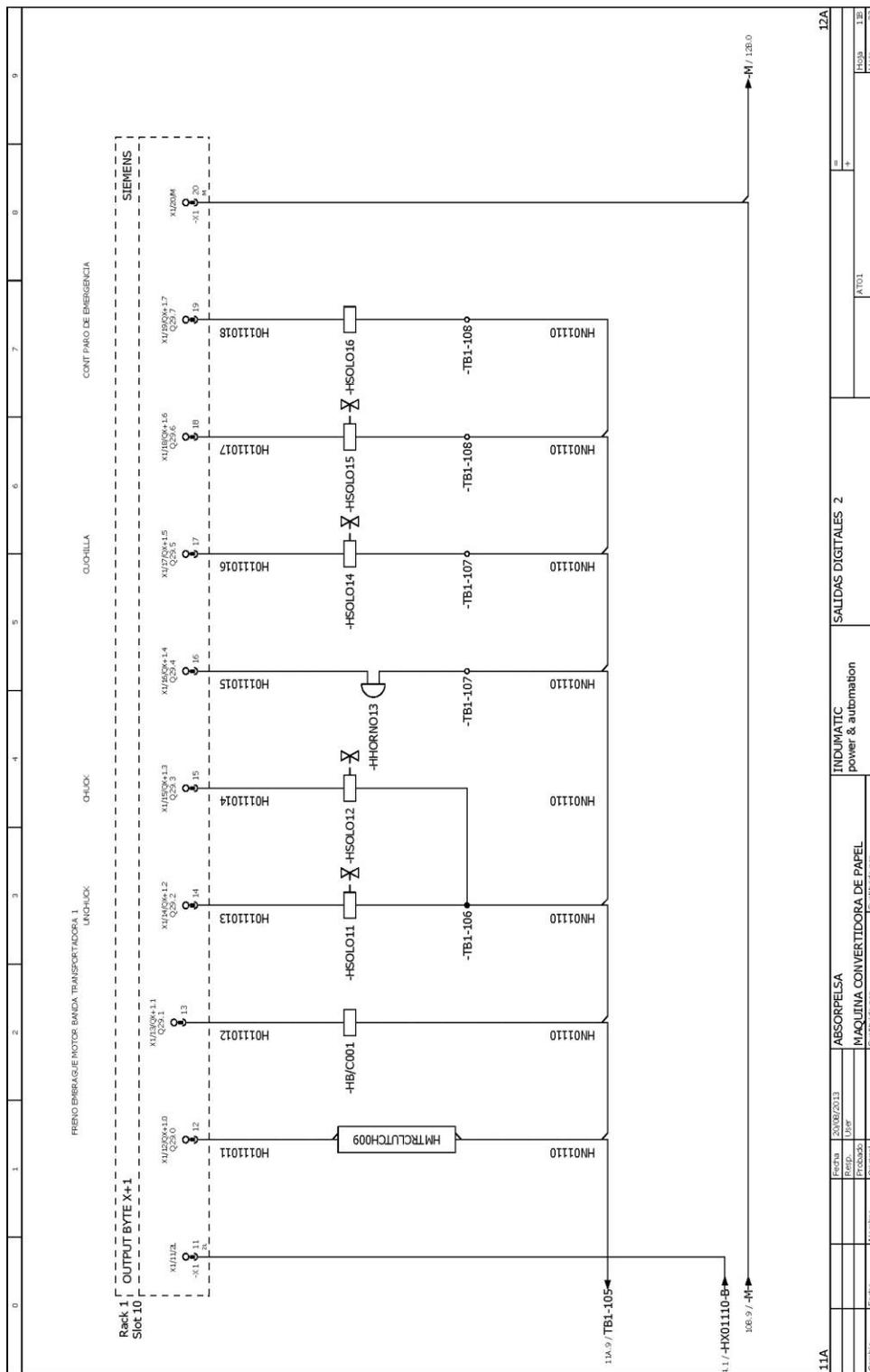
MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL
Salidas: doc

INDUJATIC
power & automation

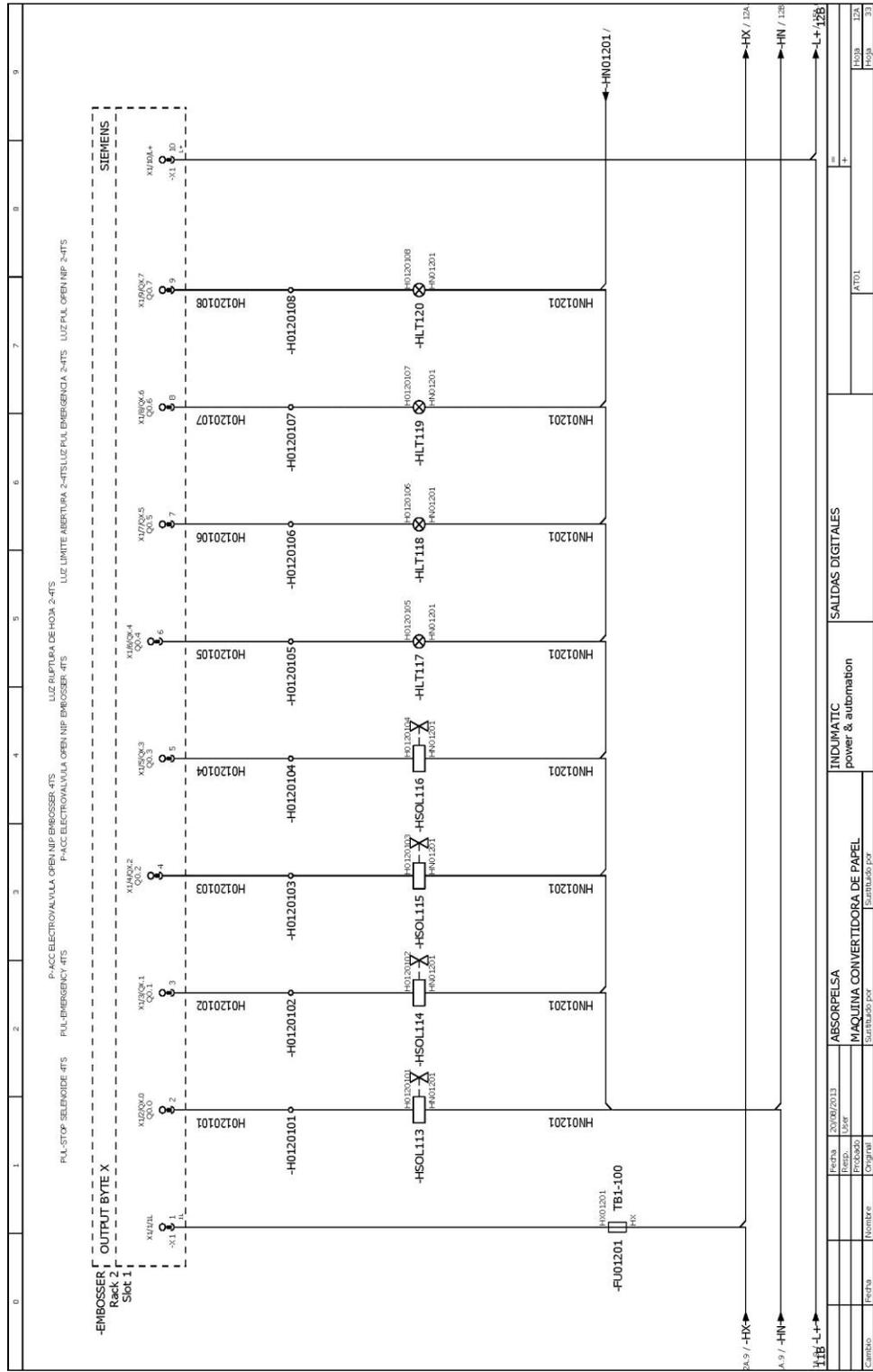
INDUJATIC
power & automation

INDUJATIC
power & automation

SALIDAS DIGITALES 1
AT01



11A	Fecha	20/06/2013	ABSORPELSA	INDUMATIC	12A
	Elaborado	UFAR	MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL	power & automation	
	Revisado		SALIDAS DIGITALES 2		
	Original		SALIDAS DIGITALES 2		
Cambo	Fecha	Nombre	Substituto por	AT01	H208 138 H209 331



Fecha	20/02/2013
Procesado	Original
Nombre	Santibáñez

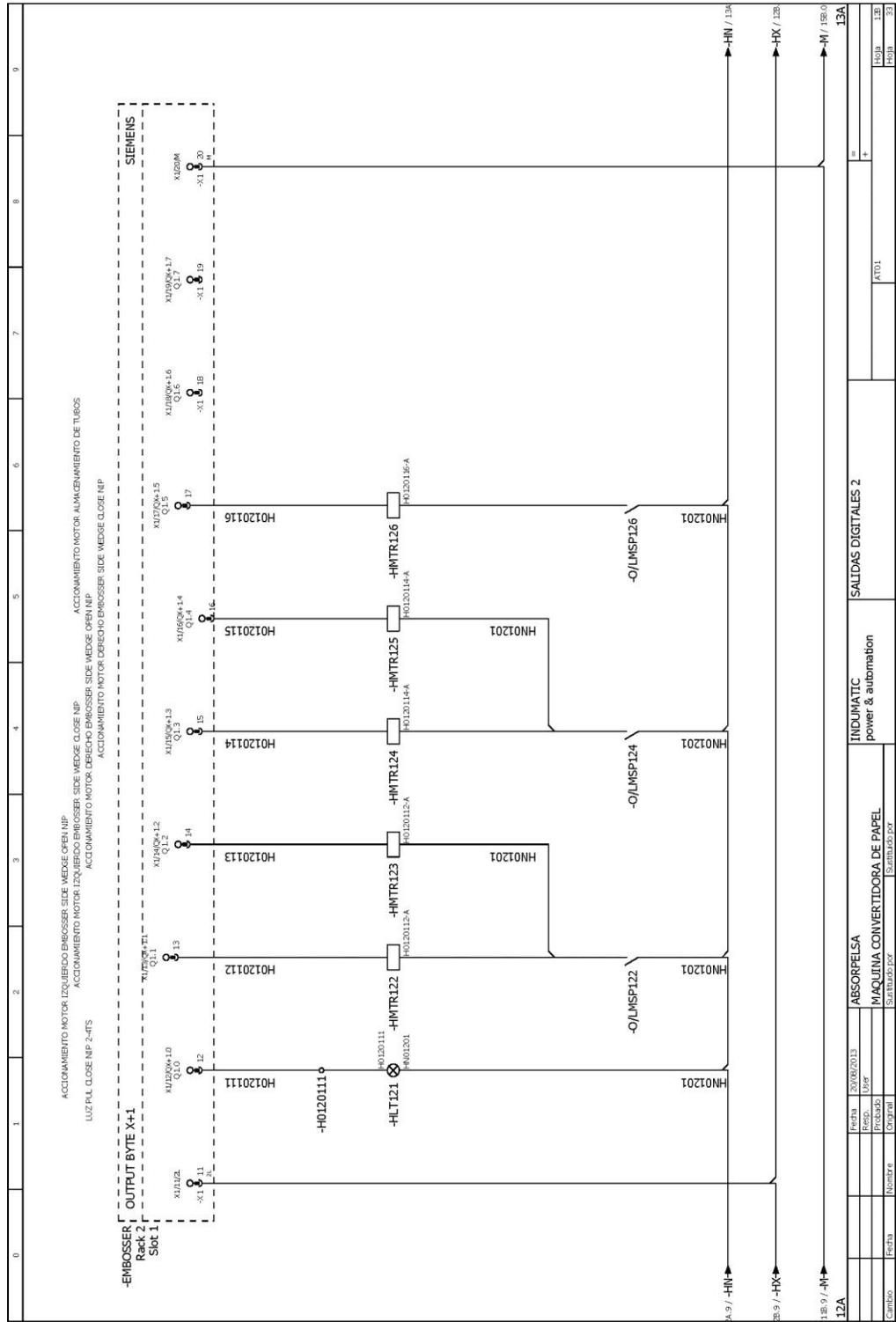
ABSORFELSA
MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL

INDUMATIC
power & automation

SALIDAS DIGITALES

ATOL

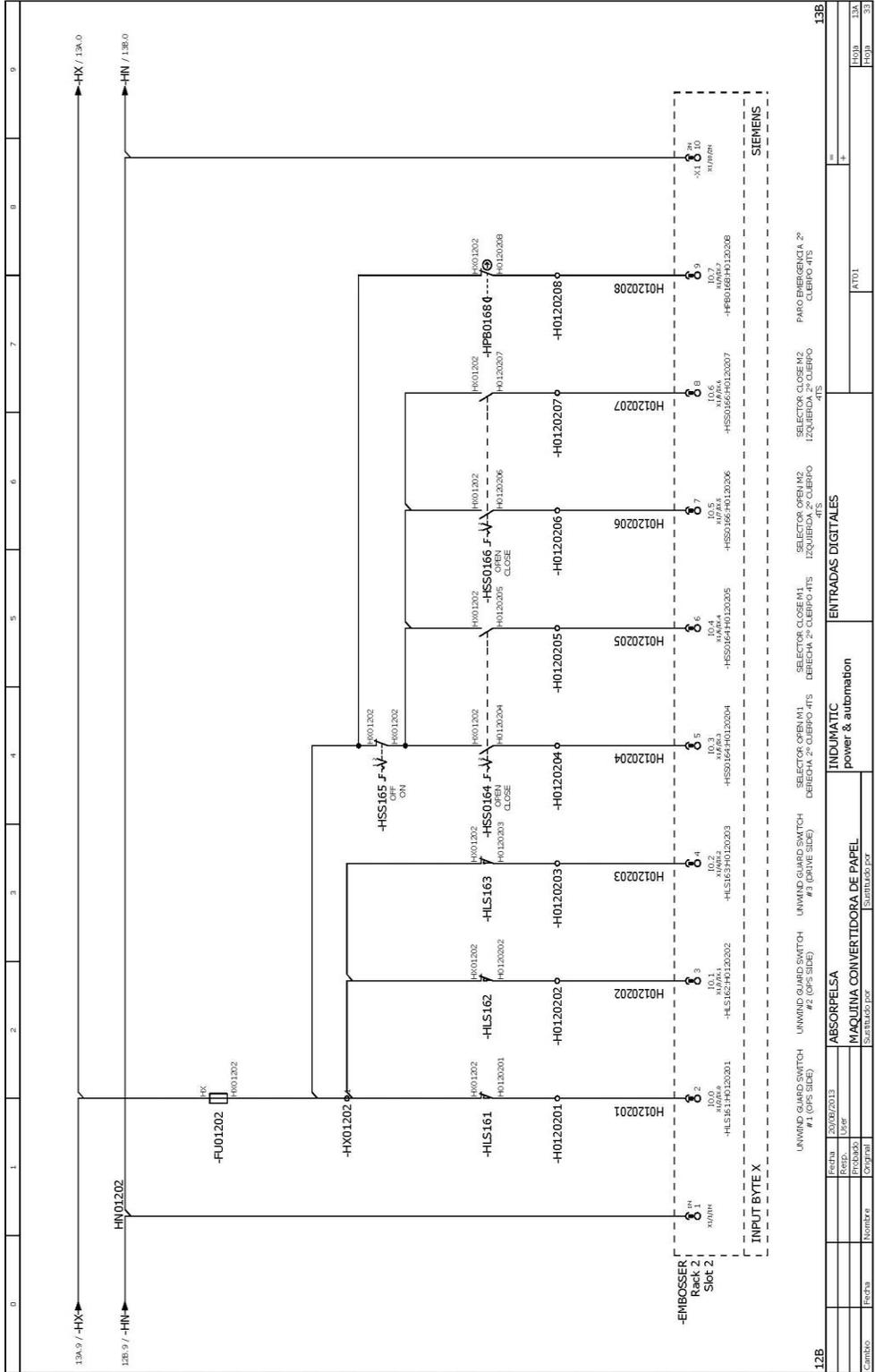
12K



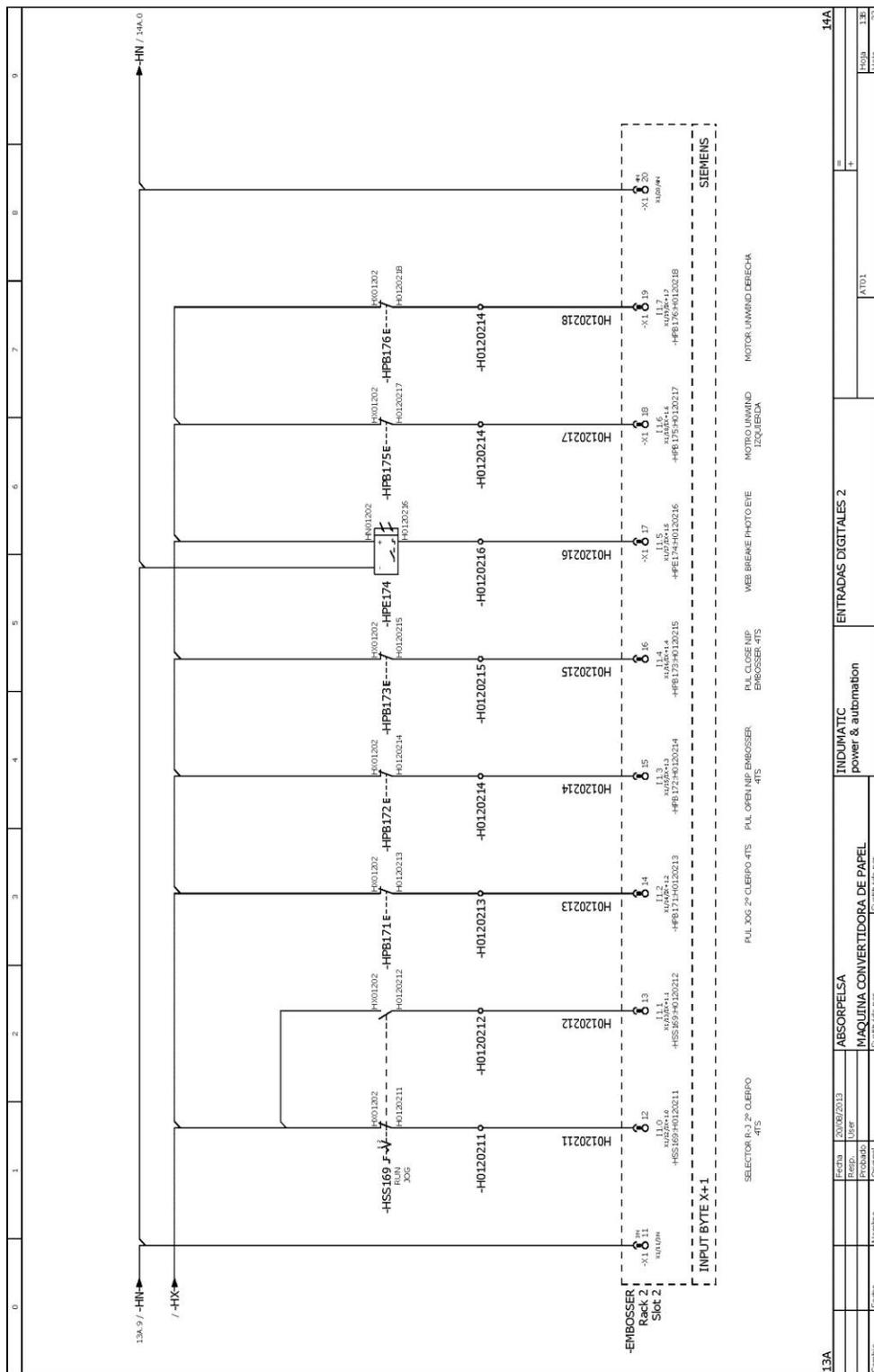
Fecha	20/06/2013
Revisión	1/01
Proyecto	AT01
Original	Substituido por

ABSORFELSA	INDUMATIC	SALIDAS DIGITALES 2
MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL	power & automation	
Substituido por		

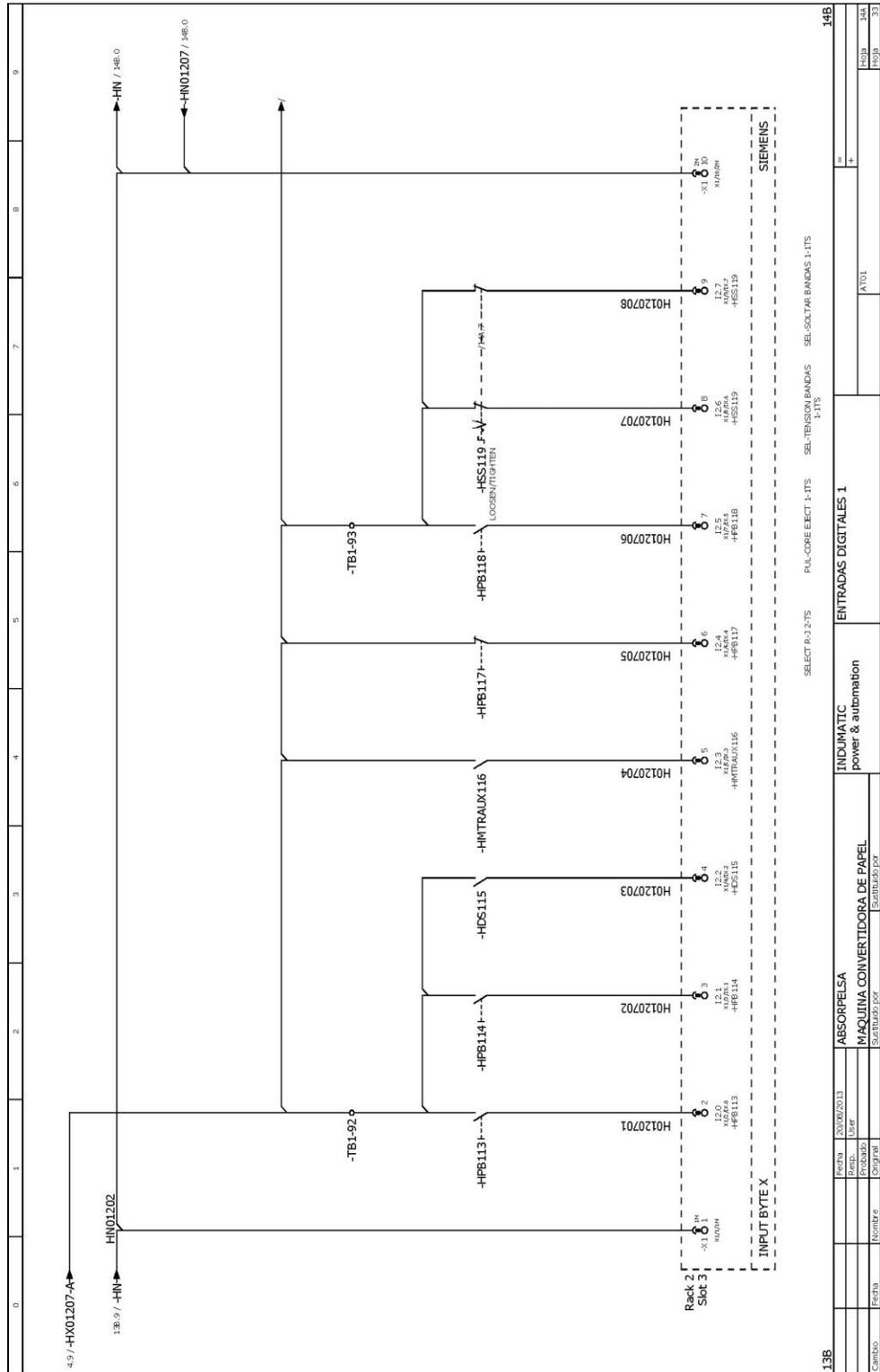
12A	13A
18.9 / -M	18.9 / 18.0
28.9 / -HX	HK / 128
A.9 / -HN	HN / 138

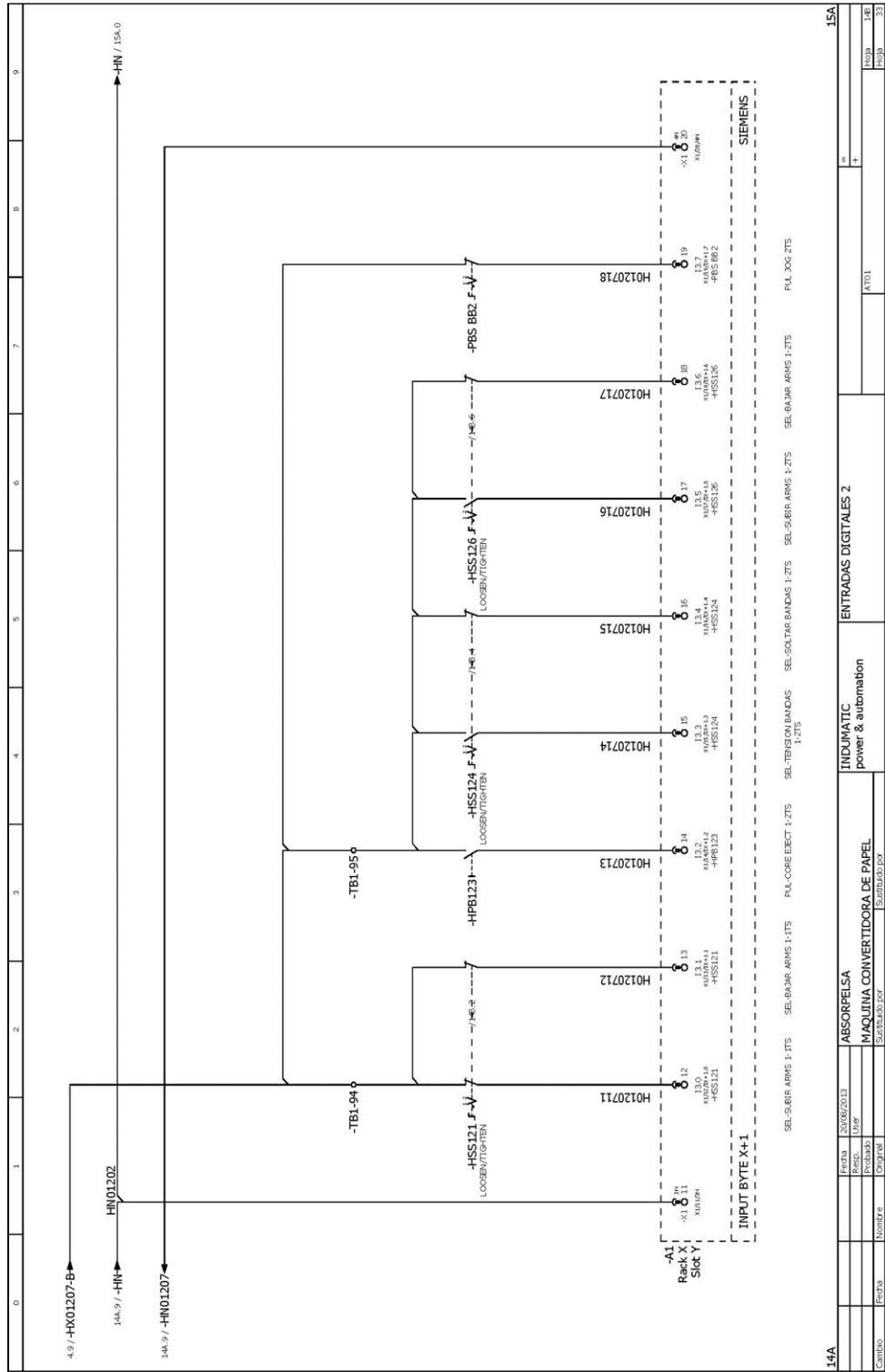


12B	UNIMIND GUARD SWITCH #1 (OPS SIDE)	UNIMIND GUARD SWITCH #2 (OPS SIDE)	UNIMIND GUARD SWITCH #3 (DRIVE SIDE)	SELECTOR OPEN M1 DERIECA 2' CUERPO 4TS	SELECTOR CLOSE M1 DERIECA 2' CUERPO 4TS	SELECTOR OPEN M2 IZQUIERDA 2' CUERPO 4TS	SELECTOR CLOSE M2 IZQUIERDA 2' CUERPO 4TS	PARO EMERGENCIA 2' CUERPO 4TS	13B
	ABSORPELSA	MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL	INDUMATIC power & automation	ENTRADAS DIGITALES					
Fecha: 20/08/2013	Resp: USF	Original	Numero	A101				13K	33
Cambo	Fecha	Original	Numero	A101				13K	33

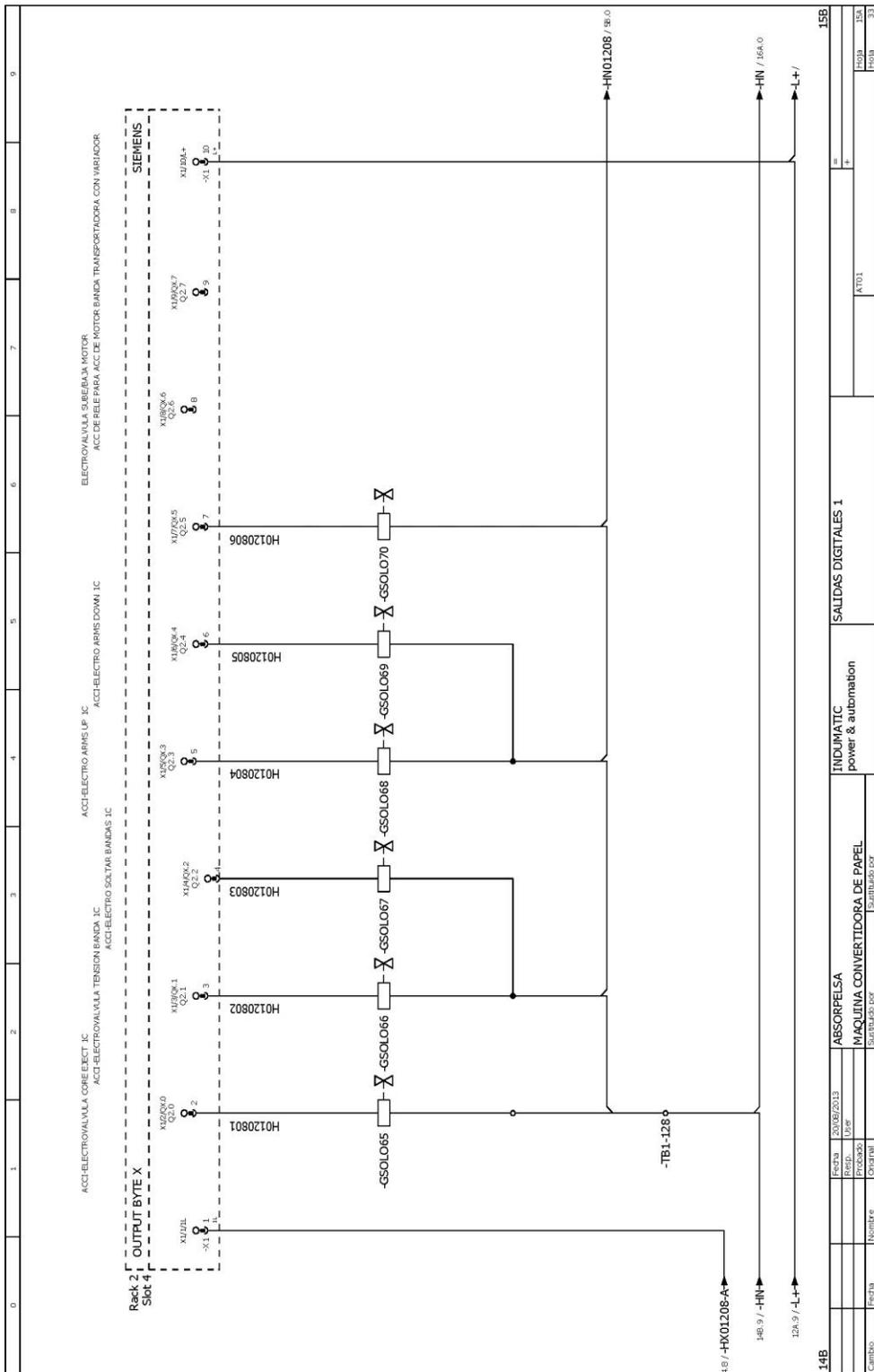


13A		Fecha: 20/09/2013		ABSORPESLA		ENTRADAS DIGITALES 2		14A	
Repd. User		Sustituido por		MÁQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL		INDUIMATIC power & automation		=	
Probado		Sustituido por						+ ATO1	
Original		Sustituido por						Hoja 13B	
Fecha		Nombre						Hoja 33	

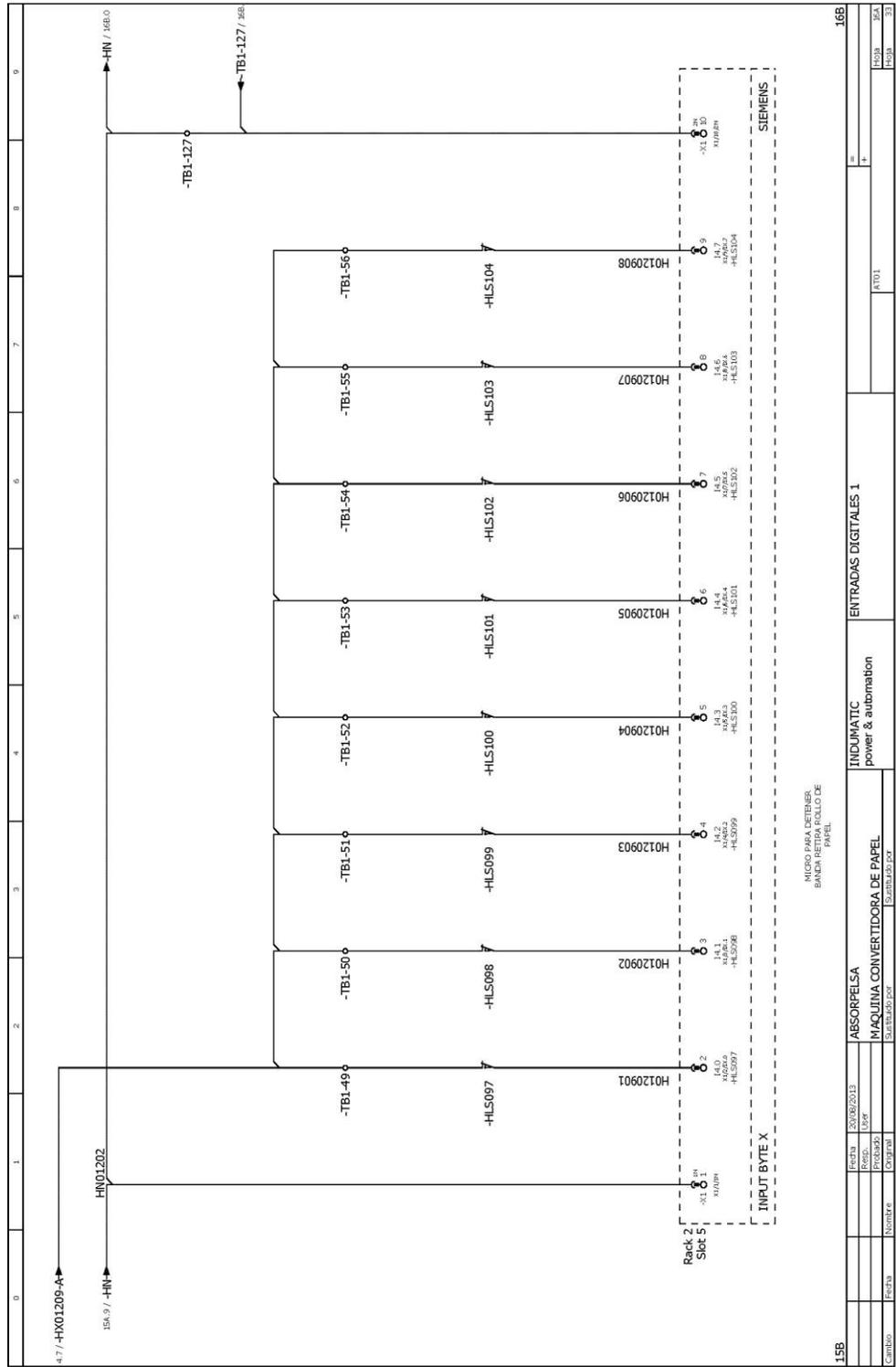


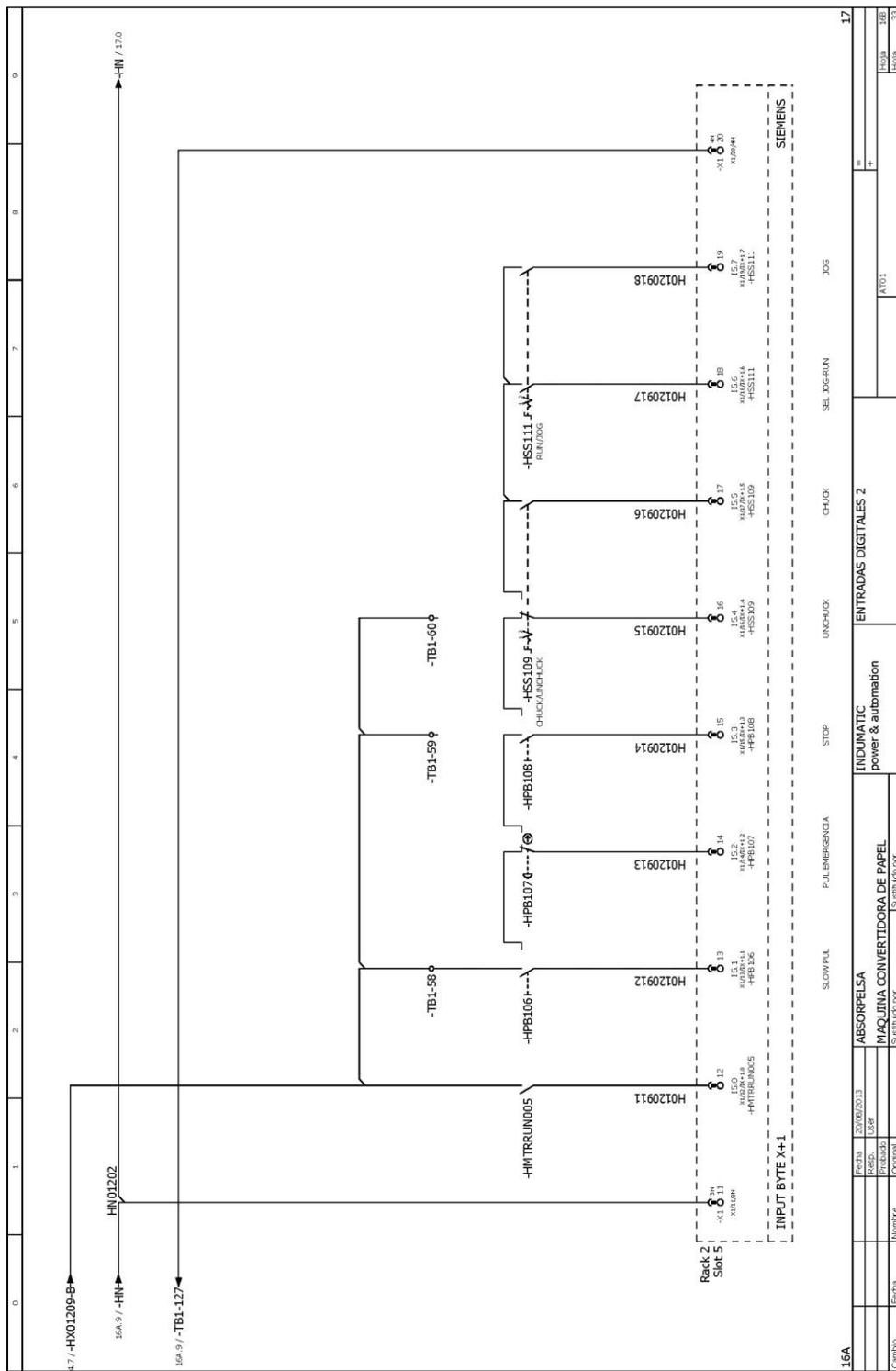


Forma	20/06/2013	ABSORFELSA	ENTRADAS DIGITALES 2	15A
Reservado	Uso	MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL	INDUMATIC	
Original	Original	MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL	power & automation	
Forma	Nombre	Subcarabaz.doc		
Forma	Nombre	Subcarabaz.doc		



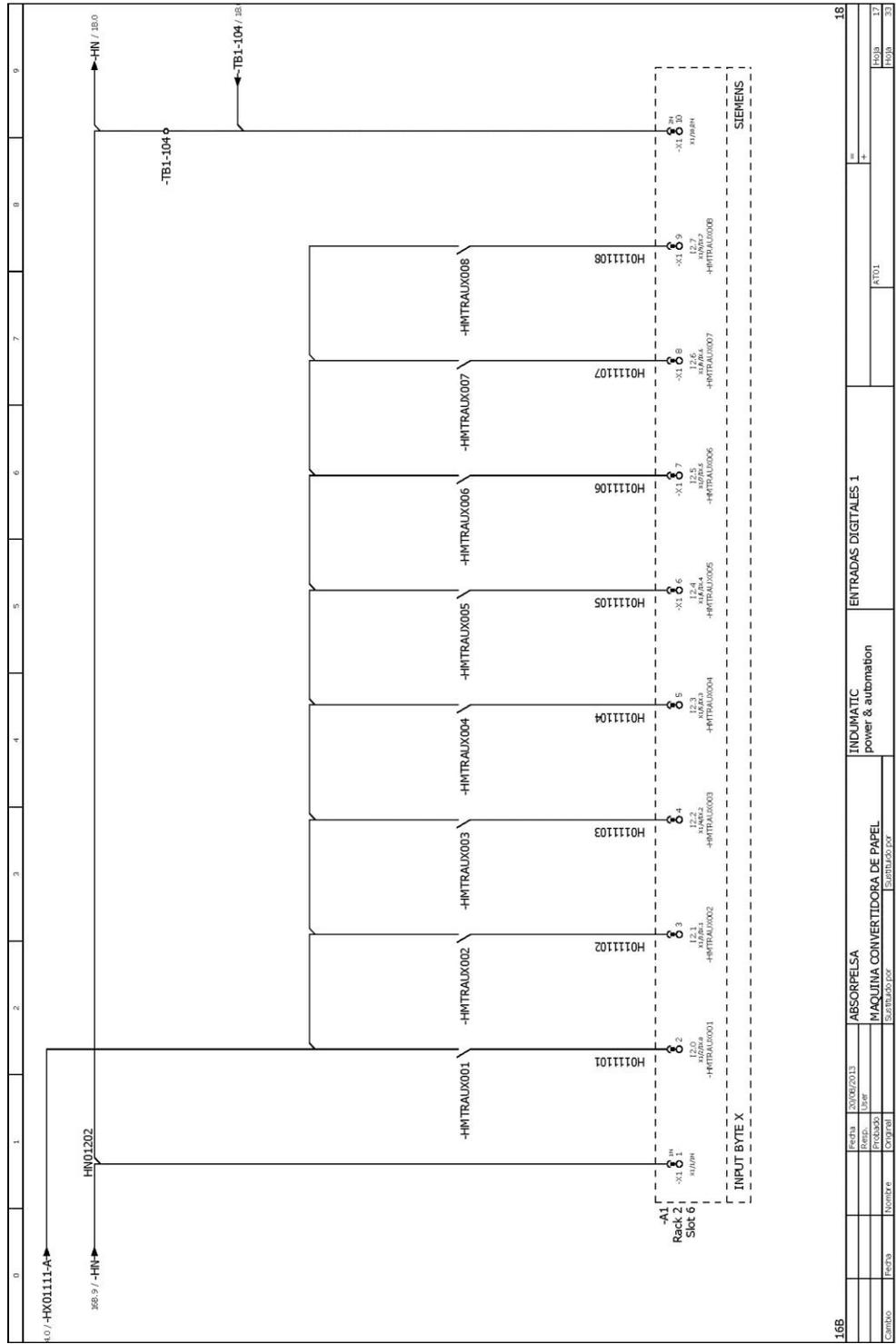
14B	Fecha: 20/08/2013	Prep: User	Revis: []	INDUIMATIC		SALIDAS DIGITALES 1		15B
Cambo:	Fecha:	Nombre:	Original	MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL		power & automation		15A
			Substituto por	Substituto por				15B
						AT01		15A
								15B



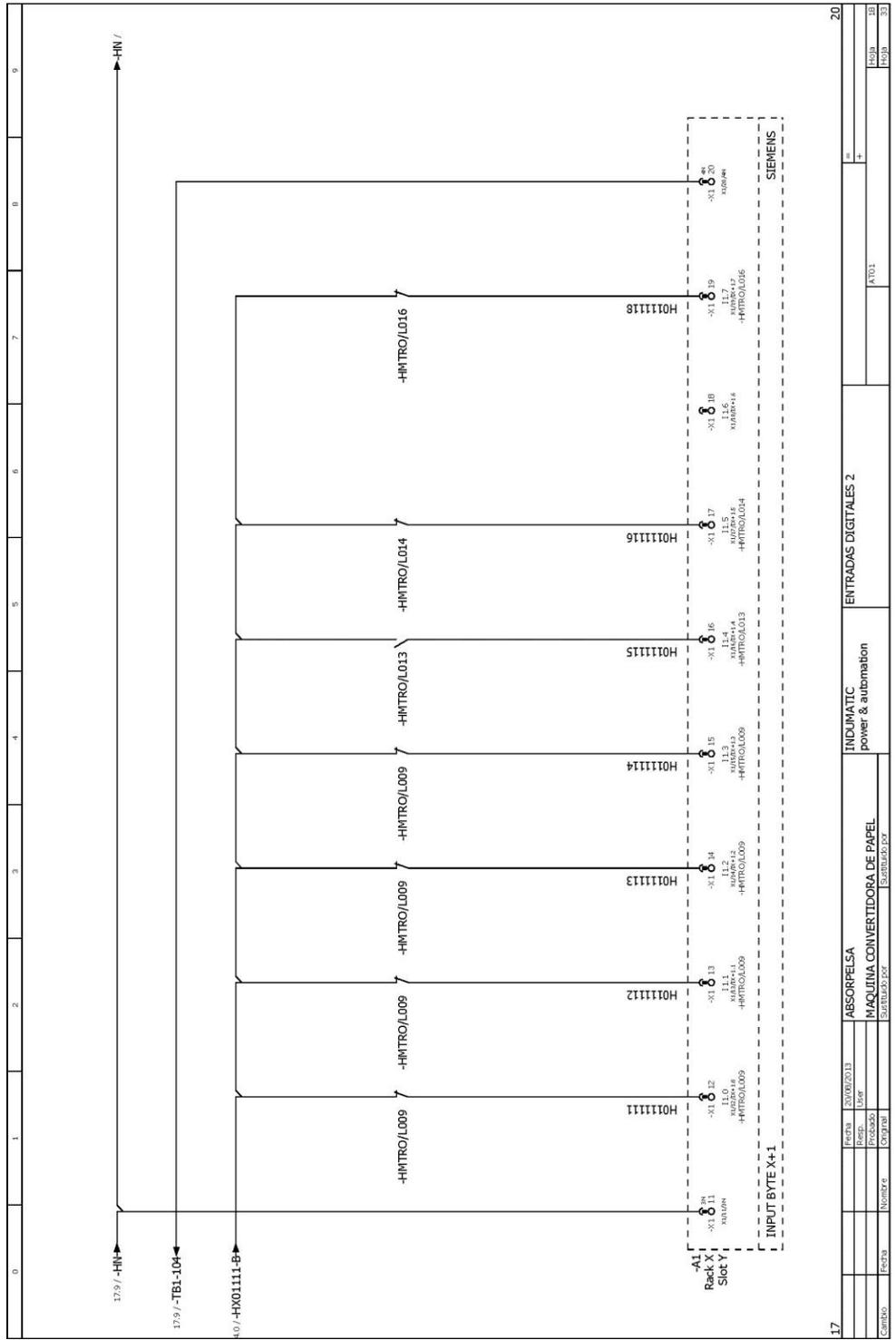


16A

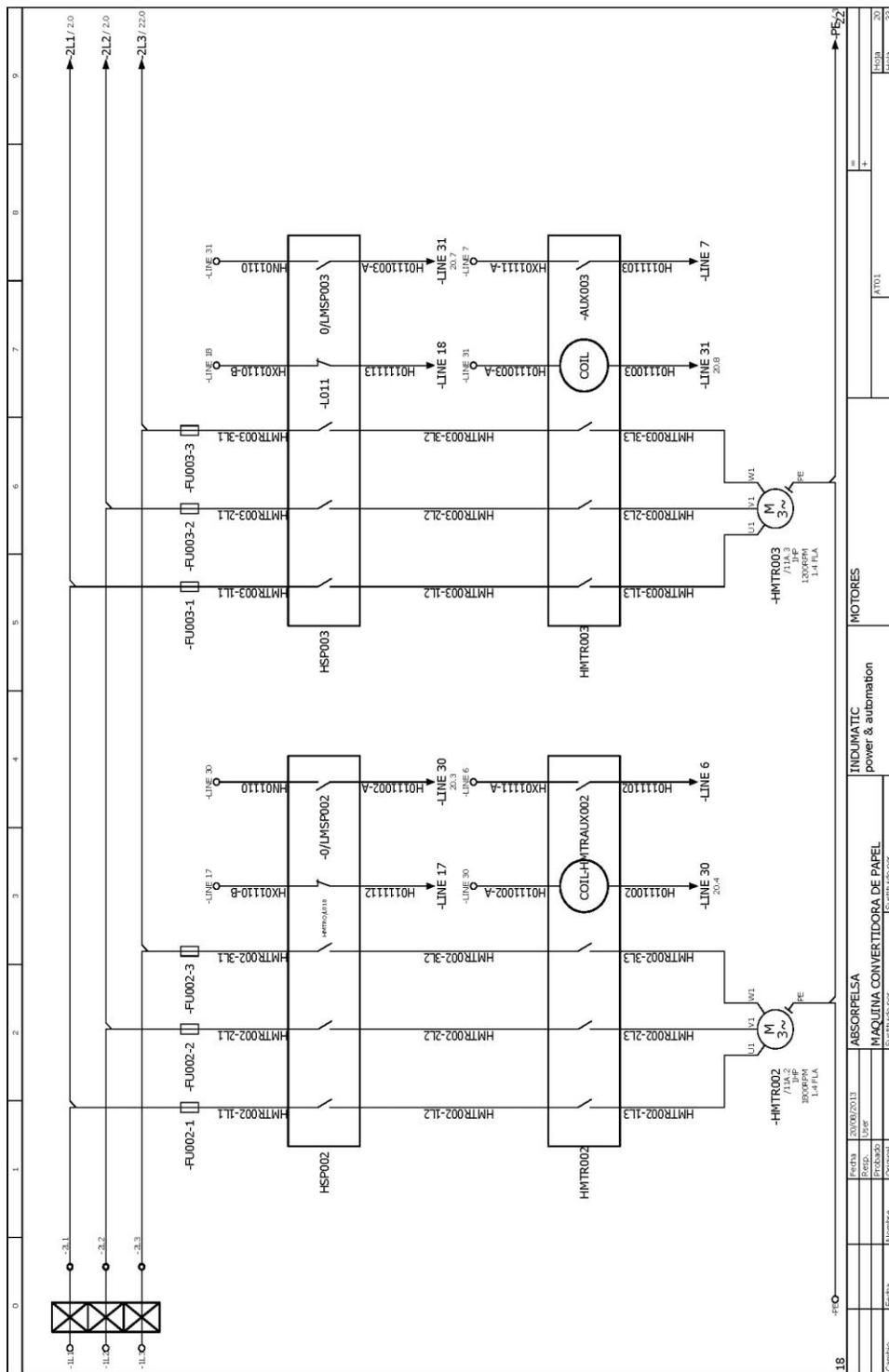
Fecha	20/06/2013	ABSORFELSA	INDUJMATIC	ENTRADAS DIGITALES 2	305	17
Realizado por	User	MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL	power & automation			
Revisado por		Santibáñez				
Nombre						
Fecha						
Cambio						

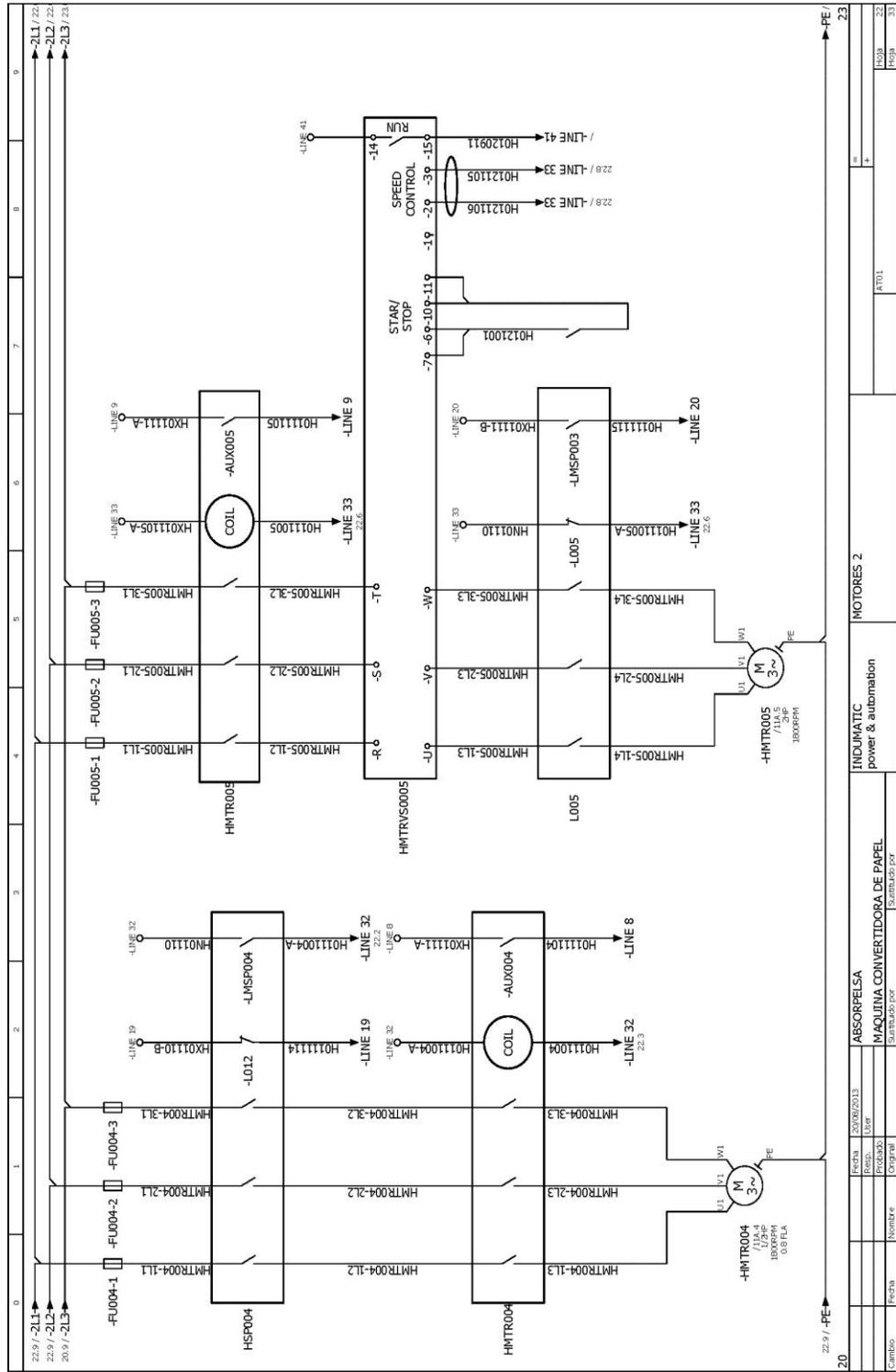


168	Fecha	20/06/2013	ABSORPELSA	ENTRADAS DIGITALES 1	16
	Revis	Usar	INDUMATIC power & automation		
	Probas		MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL		17
	Original		Subtelsa.pdf		18
Comido	Fecha	Nombre	Subtelsa.pdf		19
					20
					21
					22
					23
					24
					25
					26
					27
					28
					29
					30
					31
					32
					33



17	Fecha	20/06/2013	ABSORPELSA	INDUMATIC	ENTRADAS DIGITALES 2		20
	Resp.	User	MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL	power & automabon			
	Probador		Status: por			A101	
Combo	Fecha	Nombre	Original	Status: por			
				Status: por			
				Status: por			
				Status: por			

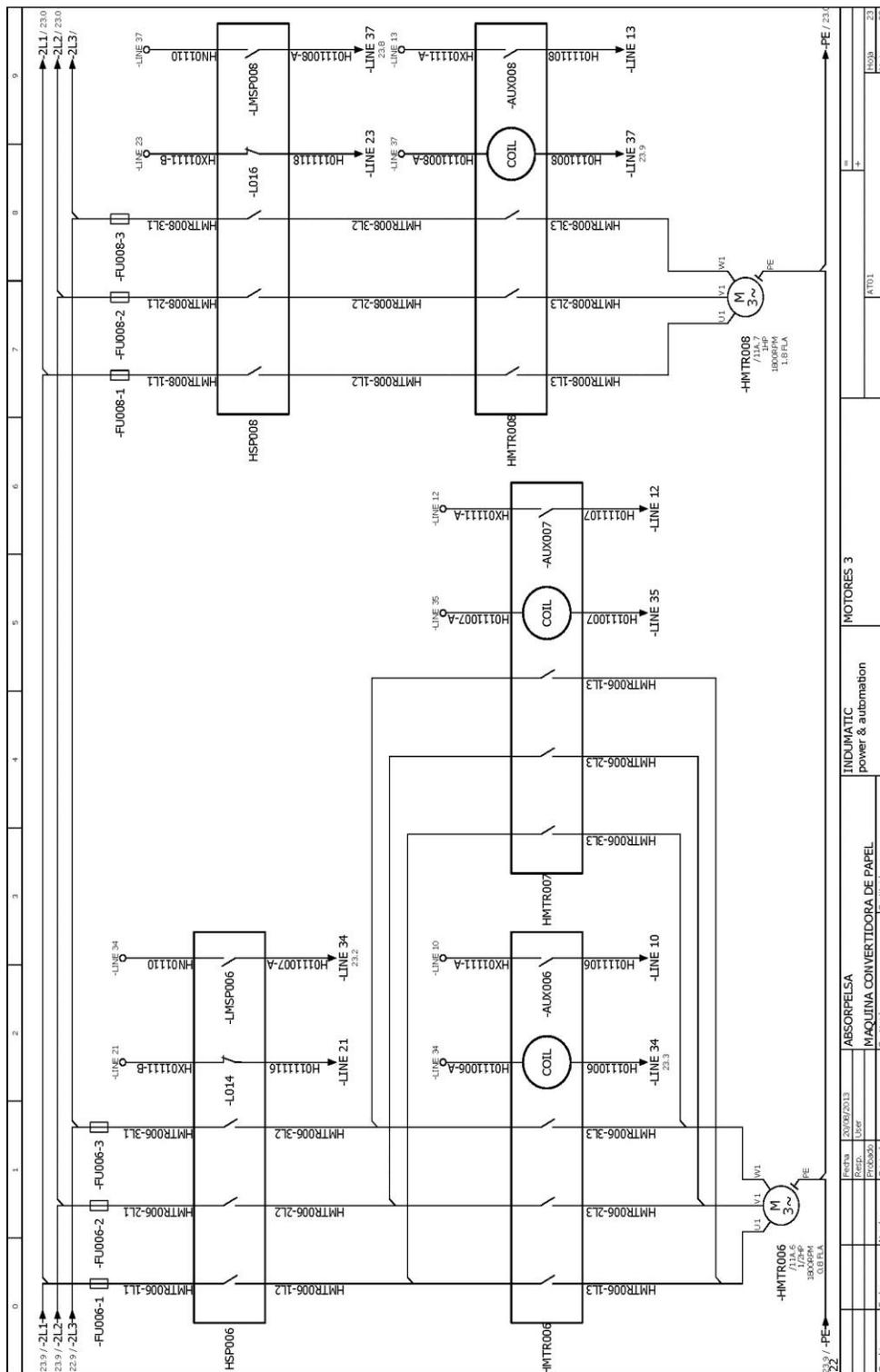




20	22.9 / -PE	23	23
21	22.9 / -PE	23	23
22	22.9 / -PE	23	23
23	22.9 / -PE	23	23

Fecha	20/08/2013	Resp.	Ufer
Proyecto		Original	
Nombre		Sumabos por	
Apellido		Sumabos por	

INDUMATIC	MOTORES 2
power & automabon	
MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL	
Sumabos por	



Cambio		Fecha	Nombre	Cargar	Proceder	Revisar	20/09/2013	20/09/2013	20/09/2013
INDUMATIC		MAQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL		Semiusuario		Semiusuario		Semiusuario	
INDUMATIC		power & automation		Semiusuario		Semiusuario		Semiusuario	
MOTORES 3		MOTORES 3		MOTORES 3		MOTORES 3		MOTORES 3	
AT01		AT01		AT01		AT01		AT01	
23		23		23		23		23	

FICHA DE ENTREGA

El presente proyecto fue entregado en el Departamento de Eléctrica y Electrónica, y reposa en la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE desde:

Sangolquí, _____ del 2013

Elaborado por:

Sr. Darío Guerrero

171730067-5

Autoridad:

Ing. Luis Orozco

Director de la Carrera de Ingeniería en Electrónica

Automatización y Control