

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

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

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

**AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA IMPRESORA 4-HIGH
ROTATIVA PARA EDIMPRES S.A**

**AUTORES: GABRIELA CADENA MIER
PAUL HINOJOSA LÓPEZ**

SANGOLQUÍ-ECUADOR

2010

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el siguiente proyecto titulado “AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA IMPRESORA 4-HIGH ROTATIVA PARA EDIMPRES S.A” fue desarrollado en su totalidad por la Srta. Gabriela Soledad Cadena Mier con C.I. 0401085733 y el Sr. Paul Santiago Hinojosa López con C.I. 1715438915 bajo nuestra dirección.

Ing. Víctor Proaño
DIRECTOR

Ing. Rodolfo Gordillo
COORDIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres, que con su apoyo incondicional, aliento y estímulo posibilitaron la conquista de esta meta: Nuestra formación profesional.

A EDIMPRES S.A. y a los compañeros de trabajo por la confianza depositada en nosotros.

A nuestros amigos y compañeros por estar en los momentos felices y tristes de la carrera.

A nuestros profesores por sus enseñanzas a lo largo de estos años que nos ayudaron a culminar este gran proyecto.

DEDICATORIA

*A mi madre, su tenacidad, cariño y comprensión
son mi fuerza para superar las adversidades.*

A Dari, por su afecto y paciencia

A Sami, mi dulce niña

GABY

Dedico esta tesis

A mis padres

A mis abuelos

A mi hermano

PAUL

PRÓLOGO

Este proyecto tiene por objetivo automatizar la rotativa 4-HIGH de la empresa EDIMPRES S.A.. Se modificaron los antiguos sistemas de la máquina por sistemas motorizados y neumáticos, por ende su forma de operación cambió.

El trabajo comprende la ingeniería básica, donde se dan fundamentos teóricos de la impresión offset y se analizan los sistemas antes y después de la automatización, la ingeniería de detalle, en ella se detallan los diferentes planos de ubicación, conexión e instalación de los elementos de la máquina y las pruebas de funcionamiento.

La automatización se centra en tres sistemas, el de presión que utiliza un sistema neumático y puede ser activado manualmente o automáticamente, el sistema de registro que fue motorizado pero que aún depende de los operarios para su funcionamiento y el sistema de balance de agua/tinta del que actualmente sólo se implementó para su funcionamiento manual y se realizó el diseño de la parte automática para que sea implementada a futuro.

Mediante pruebas de funcionamiento hechas durante la implementación se comprobó el funcionamiento correcto de los tres sistemas. Además, la ingeniería implementada permitió obtener una mejor calidad de impresión, disminuir los desperdicios, el espacio y los tiempos de impresión.

INDICE

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....	1
1.1.1. Sistema de impresión offset	1
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO	2
1.3. ALCANCE DEL PROYECTO	3

CAPITULO 2

INGENIERIA BÁSICA

2.1. TEORÍA FUNDAMENTAL.....	5
2.1.1. Sistema de impresión offset	5
Sistema de entintado y sistema de mojado.....	6
Mantilla de caucho y sistema de presión.....	7
Registro.....	8
2.1.2. Teoría del color	11
2.1.3. Modelos de color	12
Modelo de color RGB	12
Modelo de color CMYK.....	13
2.2. DEFINICIÓN DEL PROCESO	14
2.2.1. Sistema de Presiones.....	15
2.2.2. Sistema de Registro	18
2.2.3. Sistema de balance tinta/agua	21

2.3. FILOSOFÍA DEL FUNCIONAMIENTO.....	22
2.3.1. Sistema de presiones.....	23
2.3.2. Sistema de registro	28
2.3.3. Sistema de balance tinta/agua	32
2.4. ELABORACIÓN DEL P&ID Y ANÁLISIS DEL PROCESO	34
2.4.1. Simbología	34
2.4.2. Análisis de los procesos	38
2.5. ESPECIFICACIONES DE SENSORES, ACTUADORES Y EQUIPOS	42
2.5.1. Controlador Lógico Programable.....	42
Módulos de entradas.....	43
Módulos de salidas	43
2.5.2. Motores para registro.....	44
Motor de registro lateral.	44
Motor de registro circular.....	45
2.5.3. Motores para alimentación de tinta y agua.....	46
Motores para alimentación de agua.....	46
Motores para alimentación de tinta.	48
2.5.4. Pistones de los sistemas de presiones	49
Pistones para la Presión de Papel.	49
Pistones para la Presión de Alimentación de Tinta, Forma de Tinta y Agua.....	50
2.5.5. Electroválvulas.....	51
Solenoides	51
Válvula	51
2.5.6. Sensores	52
Sensores inductivos para los motores de registro circular.....	52
Fin de carrera utilizado para los motores de registro lateral.....	54

Fin de carrera utilizado para los motores de registro circular.	55
2.5.7. Equipo.....	57
Tarjetas de control de motores DC.....	57
Relés para funcionamiento de motores AC de registro.	58
Relés para activación de electroválvulas.....	59
Contactores.....	61
2.6. ARQUITECTURA DEL SISTEMA	62

CAPITULO 3

INGENIERÍA DE DETALLE

3.1. DETALLE DE UBICACIÓN E INSTALACION DE SENSORES Y ACTUADORES	64
3.1.1. Diagramas de ubicación de sensores y actuadores	64
3.1.2. Instalación de actuadores y sensores	69
3.2. DIAGRAMAS DE CONEXIÓN Y MONTAJE.....	70
3.2.1. Diagramas de conexión	70
Motores de registro.....	70
Motores de agua y tinta.	71
Presiones.....	72
3.2.2. Diagramas de montaje	72
3.3. LOGICA DE CONTROL	76
3.3.1. Diagrama lógico del sistema de Registro.....	76
3.3.2. Diagrama lógico del sistema de Presiones en modo Manual:.....	77
3.3.3. Diagrama lógico del sistema de Presiones en modo Automático:	79

3.3.4. Diagrama lógico de los motores de distribución de agua y tinta en modo MANUAL:	81
3.3.5. Diagrama lógico de motores de distribución de agua y tinta en modo AUTOMATICO:	83
3.3.6. Diagrama lógico de la función de centrado de motores de registro.....	85
3.3.7. Variables utilizadas en la programación del PLC.....	86

CAPITULO 4

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1. PRUEBAS INICIALES.....	92
4.1.1. Sistema de presiones.....	95
4.1.2. Motores de registro.....	96
4.1.3. Motores de agua y tinta.....	97

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES	99
5.2. RECOMENDACIONES	100

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO 1. DIAGRAMA P&ID

ANEXO 2.	U-MR: DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS MOTORES DE REGISTRO
ANEXO 3.	U-MA: DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS MOTORES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y TINTA
ANEXO 4.	U-N: DIAGRAMA DE UBICACIÓN DEL SISTEMA NEUMÁTICO
ANEXO 5.	R-L: REGISTRO LATERAL
ANEXO 6.	R-CT: REGISTRO CIRCULAR AL LADO DE TIRO
ANEXO 7.	R-CR: REGISTRO CIRCULAR AL LADO DE RETIRO
ANEXO 8.	P-SN: INSTALACIÓN DE PISTONES PARA SISTEMA DE PRESIONES
ANEXO 9.	R-U1: DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA EL REGISTRO DE LA UNIDAD 1
ANEXO 10.	R-U2: DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA EL REGISTRO DE LA UNIDAD 2
ANEXO 11.	R-U3: DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA EL REGISTRO DE LA UNIDAD 3
ANEXO 12.	R-U4: DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA EL REGISTRO DE LA UNIDAD 4
ANEXO 13.	I-R: ENTRADAS AL PLC DE LOS BOTONES DE REGISTRO
ANEXO 14.	D-MAA: DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA LOS MOTORES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y D-MAT DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA LOS MOTORES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA
ANEXO 15.	D-AMA: DIAGRAMA DE ENERGIA DE LAS TARJETAS DE CONTROL DE MOTORES DC
ANEXO 16.	D-N: DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA EL SISTEMA NEUMÁTICO
ANEXO 17.	D-SN: DIAGRAMA DEL SISTEMA NEUMÁTICO
ANEXO 18.	I-FC1-PB: ENTRADAS AL PLC DE LOS FINES DE CARRERA, BOTONES DE PRESIÓN Y DE ACTIVACIÓN DE MOTORES DE AGUA Y TINTA
ANEXO 19.	D-PP: DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DEL PANEL PRINCIPAL
ANEXO 20.	U-CR: DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LAS CAJAS DE REVISIÓN

ANEXO 21.	D-B1: DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE BORNERAS DE LA UNIDAD 1
ANEXO 22.	D-B2: DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE BORNERAS DE LA UNIDAD 2
ANEXO 23.	D-B3: DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE BORNERAS DE LA UNIDAD 3
ANEXO 24.	D-B4: DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE BORNERAS DE LA UNIDAD 4
ANEXO 25.	D-PC: DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DEL PANEL DE CONTROL
ANEXO 26.	I-FC2: ENTRADAS AL PLC DE LOS FINES DE CARRERA DE REGISTRO CIRCULAR RETIRO Y CONEXIÓN A LOS MOTORES AC
ANEXO 27.	D-MAT: DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA LOS MOTORES DE DISTRIBUCIÓN DE TINTA
ANEXO 28.	PROGRAMA EN LADDER DEL PLC
ANEXO 29.	PROGRAMA EN LADDER DEL CONTROL AUTOMATICO DEL BALANCE TINTA/AGUA

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1.1.1. Sistema de impresión offset

La empresa EDIMPRES S.A. se dedica a la impresión de diversos diarios, libros y trabajos comerciales de la industria gráfica. Para ello se utilizan diferentes métodos de impresión entre los que se encuentra las llamadas rotativas. Estas son máquinas offset que pueden ser monocolor o multicolor, las cuales están formadas por dos o más grupos de impresoras offset simples unidas en forma longitudinal según los colores de impresión.

Actualmente, la empresa cuenta entre otras con una impresora multicolor que está formada por una torre de cuatro unidades, y varias unidades simples. Los resultados de impresión con esta torre son muy buenos ya que se obtiene un buen registro (calidad de la superposición de los colores de impresión) y el papel no se rompe frecuentemente.

Debido a estas dos ventajas se decidió apilar cuatro unidades simples para crear una nueva torre. Esta nueva rotativa multicolor es de funcionamiento manual, por lo que, para realizar la impresión correctamente se necesita la sincronía de cuatro operarios, cada uno de ellos se encarga del funcionamiento y control de una unidad de color que son cyan, magenta, amarillo y negro. Otra consecuencia del funcionamiento manual es el desperdicio

de papel, agua y tinta que se producen en cada arranque de la máquina hasta que los operarios obtengan un buen registro de impresión.

El presente proyecto propone la automatización de dicha máquina para evitar las desventajas que se generan con el funcionamiento manual de la rotativa y cumplir con los objetivos de EDIMPRES S.A los cuales son, aparte de entregar la mejor calidad de impresión para sus clientes y tener una mayor eficiencia en la planta en la utilización de materia prima como son la tinta y el papel, ampliar la cantidad de páginas a color, tener una torre adicional para realizar mayores cantidades de trabajos comerciales, tener capacidad de formar grupos de trabajo para ser más productivos, poseer un backup en caso que la torre entre en mantenimiento correctivo o preventivo y finalmente tener una mayor capacidad de utilizar las diferentes configuraciones de impresión.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO

Actualmente dentro de la industria la automatización se ha convertido en un punto clave para mejorar la eficiencia, productividad y calidad de los procesos involucrados en la elaboración de los productos; además esta abre un camino para incorporar factores tecnológicos que puede traer beneficios al proceso de manufactura.

El rendimiento y confiabilidad de una maquinaria se ven comprometidos a estar bajo las tendencias tecnológicas actuales, teniendo así que renovar sus antiguos sistemas de control a nuevos sistemas en los que se podrán adecuar dispositivos y mecanismos que permitan sacar el mejor provecho de un determinado proceso de producción. Es así, como la automatización traerá grandes beneficios, como son, entre otros, disminución de tiempo de arranque, ahorro de espacio, evitar la elaboración de tareas repetitivas por parte de los operarios y la detección y corrección de fallas de una manera más eficiente.

Dentro EDIMPRES S.A la automatización dentro del proceso de impresión traerá beneficios que se reflejarán en aspectos económicos y de calidad. Mediante esta se podrá hacer el control de la rotativa de manera centralizada mediante un solo operario, el cual

podrá tener el control total de la misma sin tener que hacer maniobras o movimientos que pongan en peligro su integridad física.

También es conocido que en todas las industrias un factor clave a disminuirse son los desperdicios que se producen durante la elaboración del producto. Es así que mediante la automatización de la rotativa podrán disminuirse los desperdicios de materia prima, tinta, agua y papel, debido a que se podrá lograr un registro bueno en poco tiempo gracias a la ventaja de tener el control de toda la máquina en un solo panel y tener un control más fino gracias a la utilización de sensores.

Un factor crítico en la impresión es el equilibrio agua/tinta, al realizar la automatización de la impresora, mediante los sensores necesarios podrá determinarse, la cantidad de agua y de tinta necesarias para lograr la impresión nítida de los ejemplares, en un menor tiempo y a la vez menos desperdicios.

Es de esta manera que la necesidad de la automatización de la impresora rotativa se ven reflejadas, ya que esta permitirá mejorar varias tareas que se llevan a cabo durante el proceso de impresión. Las ventajas que se lograrán serán tanto para el consumidor como para la empresa. La ventaja para el consumidor será que se brindarán ejemplares con una impresión de buena calidad y para la empresa se logrará abaratar costos operativos en mano de obra, materia prima y espacio y también tener maquinaria que opera según las tendencias tecnológicas actuales.

1.3. ALCANCE DEL PROYECTO

Con la elaboración del siguiente proyecto se trata de mejorar el sistema de impresión de EDIMPRES S.A mediante la automatización de la máquina rotativa para mejorar la eficiencia y calidad de impresión, disminuir la cantidad de desperdicios de materia prima producidos durante la impresión y para proveer a la empresa un nuevo sistema acorde a nuevas tecnologías y que satisfaga otras necesidades de esta.

Para su elaboración se utilizará equipos de impresión antiguos existentes en la empresa a los cuales se les adaptarán mecanismos, instrumentación y actuadores necesarios para su automatización, así como también, para llevar a cabo el control se utilizará un PLC Allen Bradley, el cual será el núcleo del nuevo sistema.

El alcance que se quiere lograr mediante este proyecto es el de diseñar, programar y montar el nuevo sistema de impresión de la rotativa utilizando las herramientas y conocimientos necesarios para su culminación. Además, se proveerá a la empresa de planos de conexión, programación del PLC y documentación del proyecto, los cuales podrán ser útiles en caso de que se requiera hacer mantenimiento, si se presentara alguna falla o si se desean hacer cambios sobre la máquina.

CAPITULO 2

INGENIERÍA BÁSICA

2.1. TEORÍA FUNDAMENTAL

2.1.1. Sistema de impresión offset

La impresión offset se basa en la aplicación de tinta sobre una plancha metálica, compuesta generalmente de aluminio.

La tinta está constituida de una materia grasa. La plancha toma la tinta en las zonas donde hay un compuesto lipófilo, el resto de la plancha (zona hidrófila) se moja con agua para que repela la tinta. La imagen o el texto forman parte de las zonas donde se ubica la tinta.

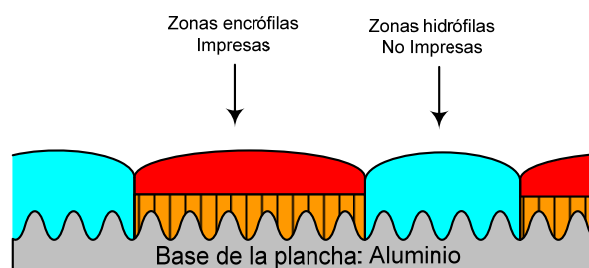


Figura. 2. 1. Mientras la zona impresora es lipófila, tiene afinidad con sustancias grasas como la tinta; la zona no impresora es hidrófila, tiene afinidad con sustancias acuosas.

La impresión offset se basa entonces en mantener en una misma superficie el contacto de dos elementos que no se mezclan, como el agua y el aceite, en este caso el agua y la tinta.

La relación entre el agua y la tinta es uno de los principales factores que influyen en la calidad de impresión. Un exceso de agua puede llevar a una excesiva emulsificación de la tinta y un contenido de agua en defecto puede evitar la correcta transferencia de tinta a la mantilla de caucho y posteriormente al papel.

Sistema de entintado y sistema de mojado. La tarea del sistema de entintado y de mojado es transferir a la plancha, de manera uniforme y continua, la tinta y agua necesarias para la impresión.

La plancha no tiene contacto directo con el tintero ni el depósito de agua sino que luego de un sistema de rodillos se logra ese contacto. De manera simplificada se observa este proceso en la siguiente figura.

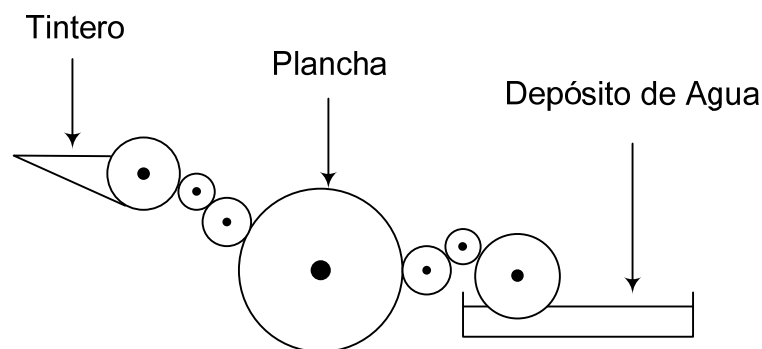


Figura. 2. 2. La tinta y el agua no se transfieren directamente a la plancha, antes pasan por una serie de rodillos

En el caso de la tinta el sistema es más complejo puesto que cumple las siguientes funciones:

- Batir la tinta transformándola desde un estado plástico a un estado semilíquido.
- Distribuir una capa delgada, en comparación con el espesor de tinta del rodillo del tintero, a los rodillos dadores.
- Depositar una fina película uniformemente igualada sobre las áreas imagen de la forma impresora.
- Eliminar la solución de mojado de la plancha litográfica, emulsificar parte de esta solución en la tinta y permitir la evaporación del resto.
- Recoger, de la plancha litográfica, todas las partículas sueltas de materias extrañas y mantenerlas en suspensión hasta la limpieza del mecanismo.¹

A continuación se muestra un típico grupo de entintado:

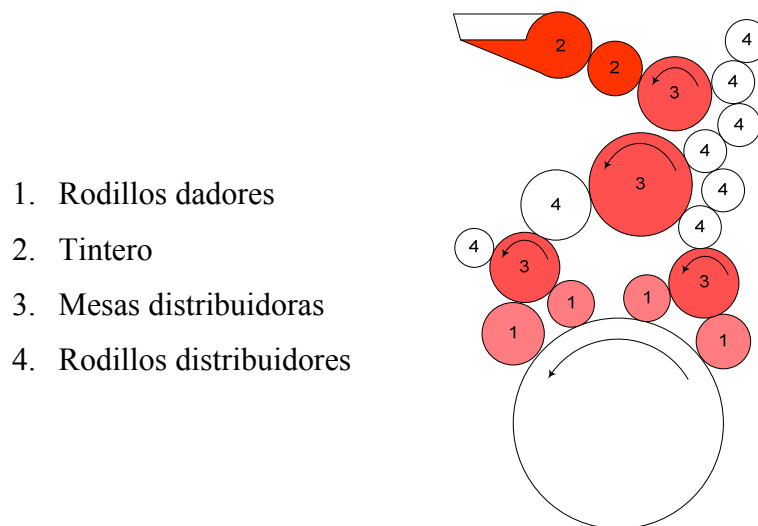


Figura. 2. 3. Sistema de entintado

Mantilla de caucho y sistema de presión. La impresión de tipo offset (o indirecto) se diferencia de la litografía por la utilización de una mantilla de caucho (o rodillo de caucho), la cual es la encargada de transferir la tinta de la plancha al papel. Su elaboración es compleja y es parte fundamental de una buena impresión.

¹ www.hera.cnice.mecd.es, "Sistema Impresión Offset"

Esta transferencia al papel se la realiza con la ayuda de un rodillo de presión o impresión, el cual realiza una contrapresión con la mantilla de caucho logrando que la tinta se impregne en el papel.

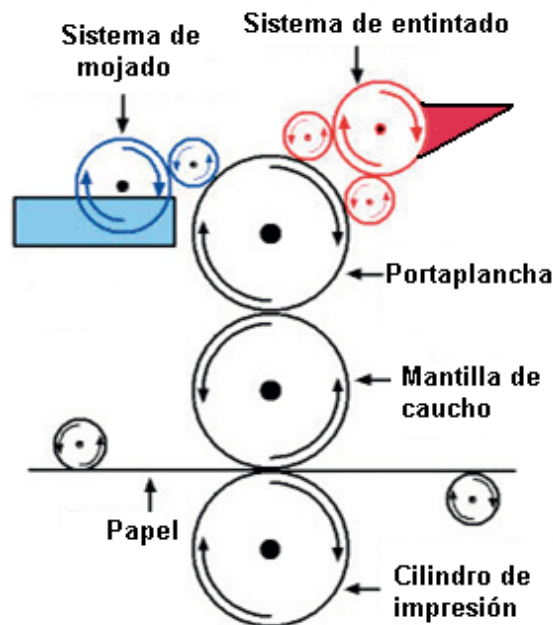


Figura. 2. 4. En todas las máquinas offset hay tres tipos de cilindros que son: el portaplanchas, la mantilla de caucho y el de presión o impresor.

Registro. Para imprimir a color se debe realizar la superposición exacta de 4 colores los cuales son Cyan, Magenta, Amarillo y Negro, técnicamente a este proceso se lo llama registro.

Cualquier imperfección en la superposición de los colores altera desfavorablemente el resultado final, aunque el resto de factores que contribuyen a la buena calidad de la impresión (tinta-agua-presiones) hayan sido perfectos.



1.

1. Foto con buen registro
2. Foto con registro inexacto mala superposición del magenta.



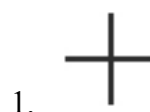
2.

Figura. 2. 5. Ejemplo de mal registro

El registro de las hojas se compone de dos movimientos exactos y bien sincronizados. Cada color debe ser regulado de manera horizontal y vertical.

Para la regulación horizontal (o lateral) se mueve el portaplancha axialmente mediante un mecanismo similar al de un tornillo que desplaza el eje del portaplancha.

1. Una cruz de color gris con buen registro
2. La misma cruz con el registro lateral de color cyan inexacto



1.



2.

Figura. 2. 6. Ejemplo de registro lateral

Para la regulación vertical (o circunferencial), el cilindro portaplancha gira radialmente al ajustar dos tornillos. Según el ajuste de estos tornillos el eje se mueve en sentido horario o anti-horario.

1. Una cruz de color gris con buen registro
2. La misma cruz con el registro circunferencial de color cyan inexacto.



Figura. 2. 7.Ejemplo de registro lateral: 1

Hasta ahora se ha hablado de la forma de funcionamiento de la máquina y de los rodillos que esta tiene para llevar a cabo la impresión, pero los gráficos anteriores son simplemente ilustrativos para indicar el funcionamiento de cualquier rotativa. La distribución de los rodillos de los sistemas de presiones, registro, entintado y mojado en la máquina que se va a trabajar es de la siguiente manera:

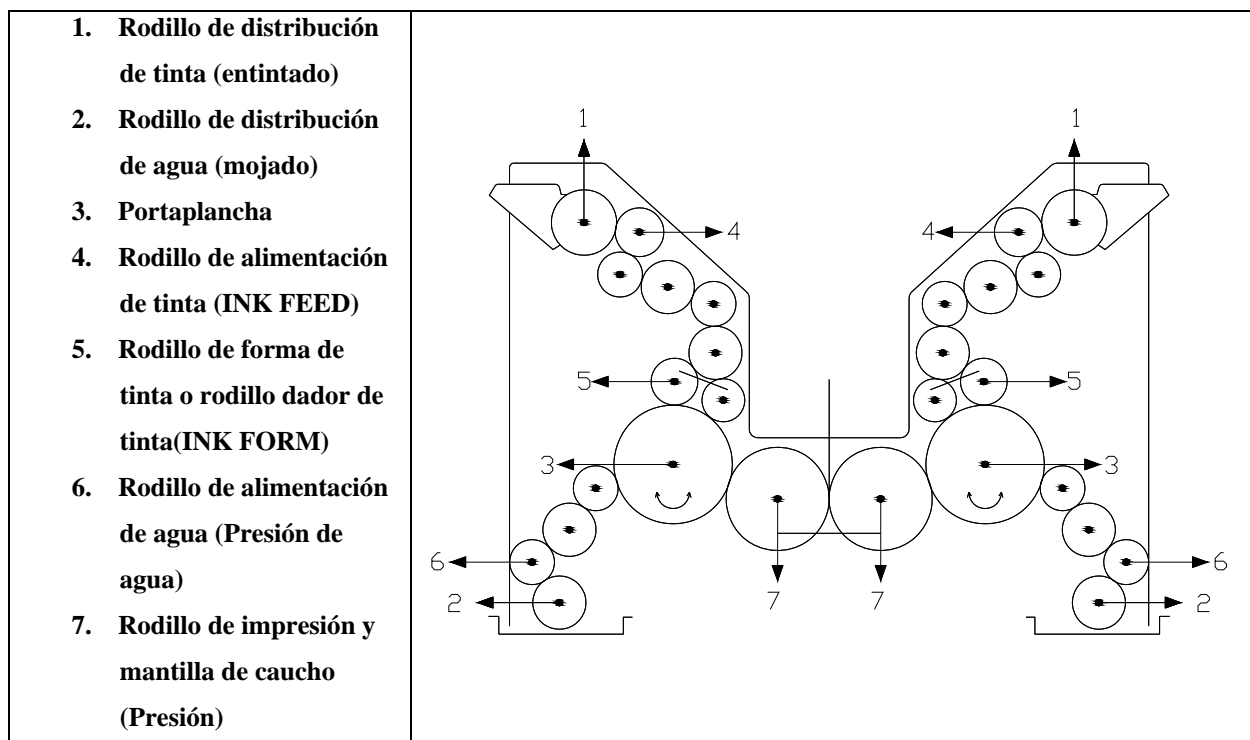


Figura. 2. 8. Descripción de los rodillos de la máquina rotativa

Para mayor comprensión, estas numeraciones se van a mantener durante todo el documento para referirnos a cierto rodillo dentro de la rotativa.

2.1.2. Teoría del color

El color es una característica de los objetos que los humanos percibimos cuando hay luz. La luz está constituida por ondas electromagnéticas las cuales, según su longitud de onda, forman diferentes tipos de luz como infrarroja, visible, ultravioleta o blanca, como se observa en el siguiente gráfico.

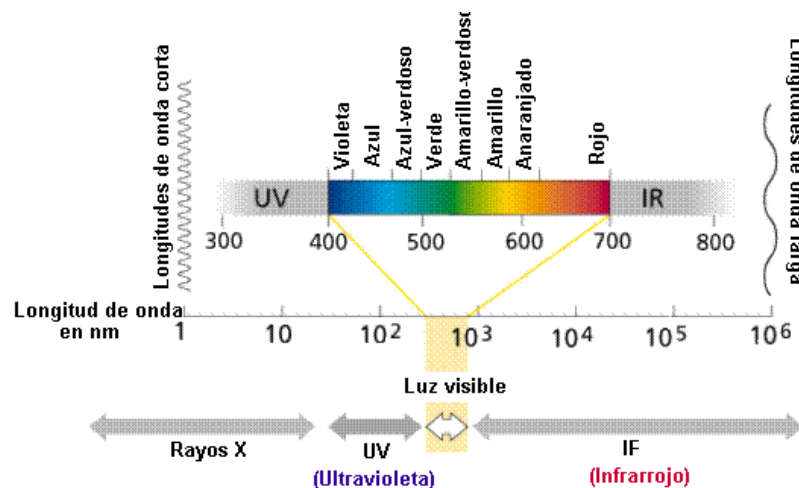


Figura. 2. 9. Espectro Visible

Lo que el ser humano percibe como color son en verdad las ondas electromagnéticas que han sido reflejadas por un objeto cuando, sobre este, incide la luz solar la cual contiene a todos los colores. Cuando un objeto absorbe todos los colores contenidos en la luz solar se lo ve de color negro y al contrario si refleja todos los colores se lo percibe de color blanco.

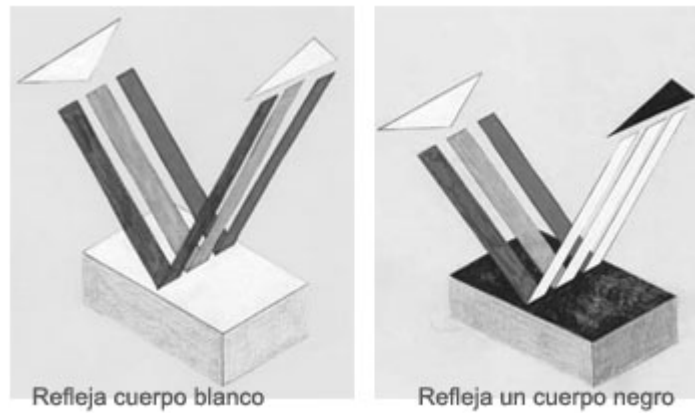


Figura. 2. 10. Absorción y Reflexión

La Teoría del Color habla de la forma en que deben combinarse los colores, ya sean de luz o pigmento, para obtener un color con el efecto y características deseadas.

2.1.3. Modelos de color

Modelo de color RGB



Figura. 2. 11. Síntesis aditiva de color

Este modelo utiliza como colores primario los colores de luz o de síntesis aditiva los cuales son Rojo, Verde y Azul. La fusión de estos tres colores dan como resultado el color blanco, de ahí su nombre síntesis aditiva debido a que su combinación genera uno de los

colores con mayor luz y la cual implica que se emita luz directamente de una fuente de iluminación de algún tipo, y las diferentes combinaciones de estos generan la mayoría de los colores del espectro visible. Al contrario, cuando ninguno de estos tres colores se mezcla se percibe el color negro.

Este modelo es utilizado en los monitores de ordenadores, televisores, proyectores de video y todos los sistemas que utilizan combinaciones de materiales que fosforecen los tres colores primarios que utiliza.

Modelo de color CMYK

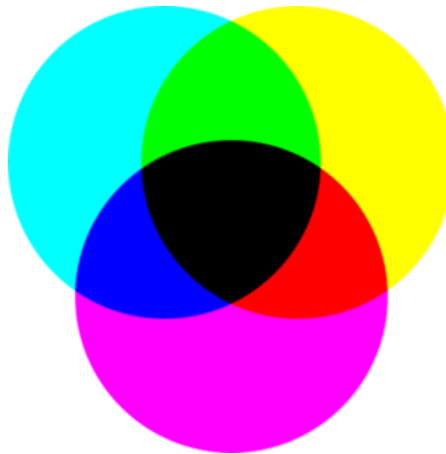


Figura. 2. 12. Síntesis sustractiva de color

Utiliza los colores de la síntesis sustractiva que son aquellos que se obtienen de la luz reflejada por los pigmentos aplicados a los objetos. Es decir, el color que se percibe de un objeto depende del espectro electromagnético que este refleja o dicho de otra forma las partes del espectro que no son absorbidas por el objeto.

Los colores que se usan son el Cyan, Magenta y Amarillo. La fusión de estos tres colores da como resultado el color negro, teóricamente, de ahí su nombre de síntesis

sustractiva ya que su combinación genera uno de los colores de menos luz y más oscuro. Se dice que teóricamente ya que la combinación de estos tres colores no da como resultado un negro auténtico debido a que ninguna de estas tintas de color absorberá completamente todas las longitudes de onda. Debido a esto, dentro de este modelo, se incluye al color Negro, de aquí su nombre CMYK.

Este modelo es utilizado en pintura, impresiones, tintas, óleos, acuarelas, entre otros. Este es el modelo que define los colores de la forma que los obtiene una impresora láser una imprenta de cuatricomía.

En las impresiones a color se combinan las tintas de cada uno de estos colores para obtener las diferentes tonalidades que se requieran y la tinta negra se la utilizará para producir ese único tono. De acuerdo a la cantidad de color que se desee mostrar en una imagen se basará el porcentaje de tinta que se pondrá en esa impresión. Por ejemplo, el Cyan es el color opuesto al Rojo, lo que significa que actúa como un filtro de este último color, por lo tanto para regular la cantidad de color rojo en cierta imagen se jugará con el porcentaje de Cyan con el que se hará la impresión. Lo mismo sucede con los otros dos colores, el Magenta es el color opuesto al Verde y el Amarillo es el color opuesto al Azul.

2.2. DEFINICIÓN DEL PROCESO

En esta sección se describen brevemente los mecanismos que utiliza la impresora cuando es operada de forma manual, es decir su funcionamiento antes de la automatización. Esta descripción permite comprender de mejor manera la razón de por qué se instalan nuevos mecanismos e instrumentos durante la automatización los cuales logran facilitar la operación de la máquina.

Antes de esta descripción se definen ciertos términos que se utilizan para la identificación de ciertas partes de la máquina:

- **Lado de operador.** Describe una posición hacia donde se mueve el portaplanchas en sentido lateral. Cuando se habla de “operador” significa que el rodillo portaplancha debe moverse hacia el lado frontal de la máquina, donde se encuentra manejándola el operador.
- **Lado de transmisión.** Este término significa que el rodillo portaplancha debe moverse hacia el lado de atrás de la máquina.
- **Lado de tiro.** La rotativa con la que se va a trabajar tiene la característica de imprimir sobre los dos lados de la hoja. Poniéndose al frente de la máquina es la parte izquierda de la máquina, la cual realiza la impresión sobre este lado del papel.
- **Lado de retiro.** Es la parte derecha de la máquina, la cual realiza la impresión sobre este lado del papel.

2.2.1. Sistema de Presiones

Actualmente la máquina rotativa funciona con palancas de activación manual. Estos mecanismos sirven para el funcionamiento en tres áreas: sistema de entintado, sistema de mojado y el sistema de presión del papel.

En el sistema de entintado se utiliza el movimiento de dos palancas las cuales permiten el movimiento de dos rodillos de todo el sistema. El movimiento de la primera palanca se lo conoce como INK FEED y permite la alimentación de tinta a todo el sistema de entintado, pero sin transmitir la tinta a la placa, para ello se utiliza el movimiento de la segunda palanca que se lo conoce como INK FORM el cual permite ejercer presión entre un rodillo que contiene tinta y el portaplanchas. A continuación se muestra un esquema del funcionamiento de este sistema.

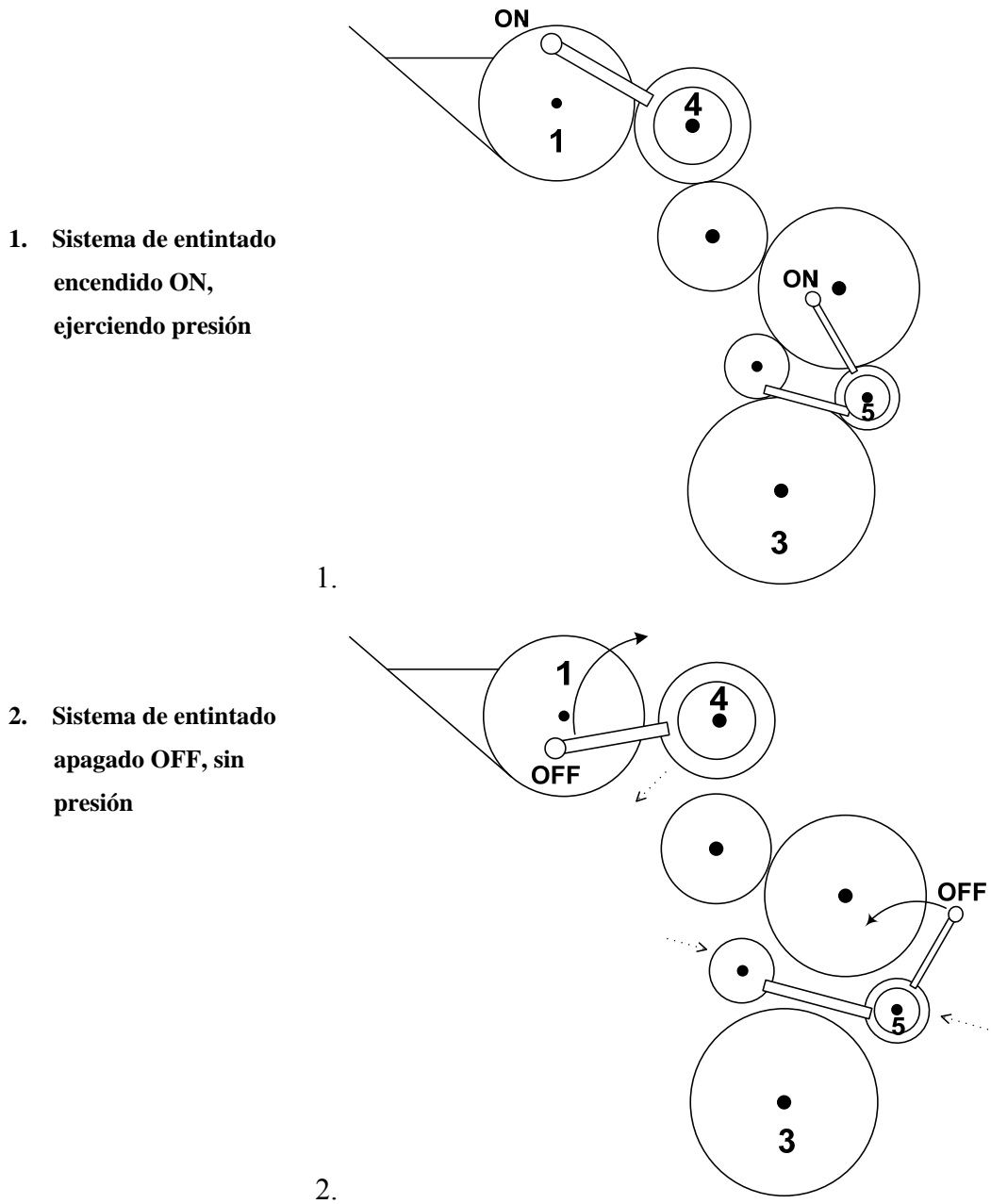
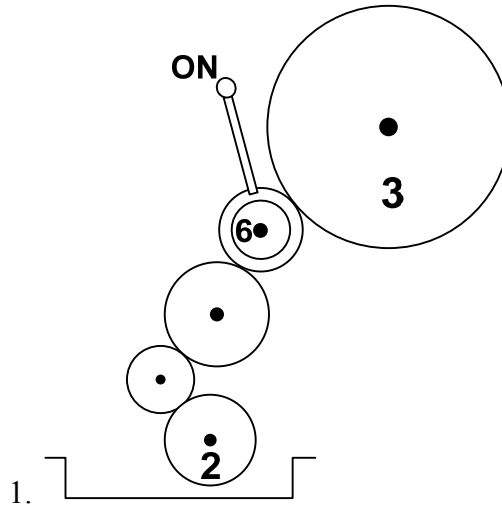


Figura. 2. 13. Sistema de entintado

El sistema de mojado funciona de manera similar que el sistema de entintado, es decir, permite la transmisión de agua hacia la plancha mediante el movimiento de una palanca la cual mueve un rodillo el mismo que transfiere el agua hasta la plancha. Se lo conocerá como Presión de Agua.

1. Sistema de presión de agua encendido ON, ejerciendo presión



2. Sistema de presión de agua apagado OFF, sin presión

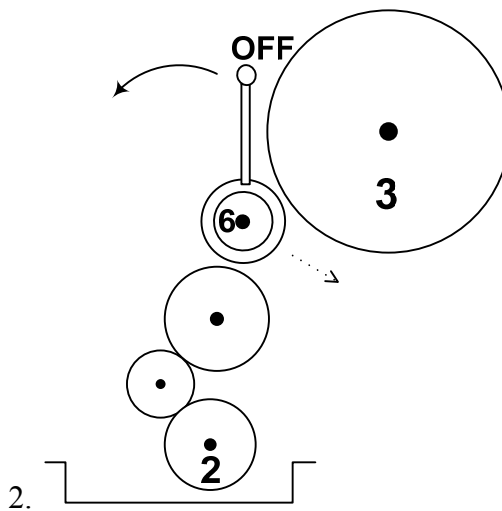


Figura. 2. 14.Sistema de mojado

Finalmente para el área de presión del papel, el operario debe ejercer una tarea similar a las anteriores, el movimiento de una palanca permite que el rodillo de impresión genere contrapresión con la mantilla de caucho para que la tinta se transfiera al papel. En el caso de la rotativa el rodillo de impresión que genere contrapresión con la mantilla de TIRO será la mantilla de RETIRO y viceversa.

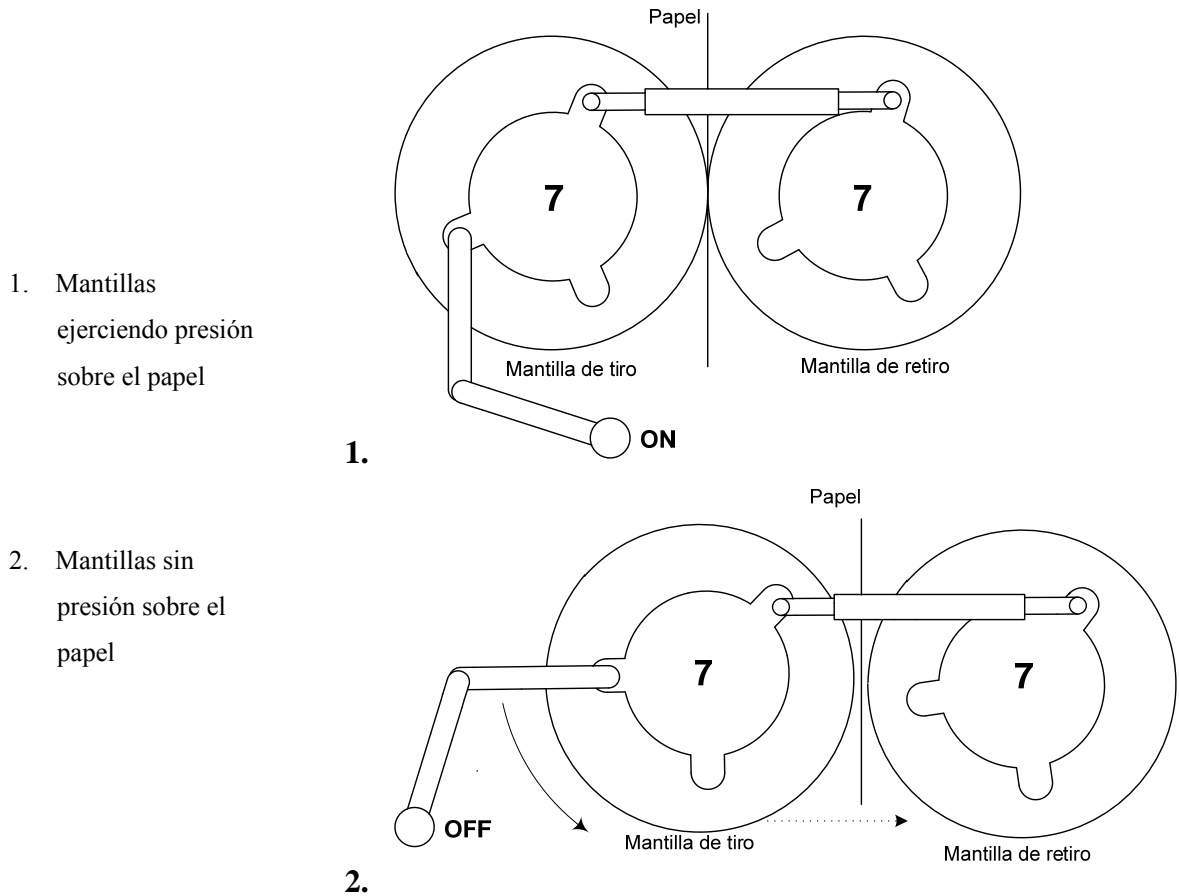


Figura. 2. 15. Sistema de presión del papel

2.2.2. Sistema de Registro

En cuanto al registro, para lograr que coincida la impresión de los diferentes colores que utiliza la rotativa se manejan dos mecanismos que permiten controlar los movimientos circular y lateral del rodillo que contiene la placa.

Para el control del movimiento lateral del rodillo se utiliza una perilla graduada, la cual permite realizar este movimiento según la cantidad requerida por el operario como se muestra a continuación.

1. Perilla graduada
2. Mecanismo que permite el movimiento lateral con la perilla

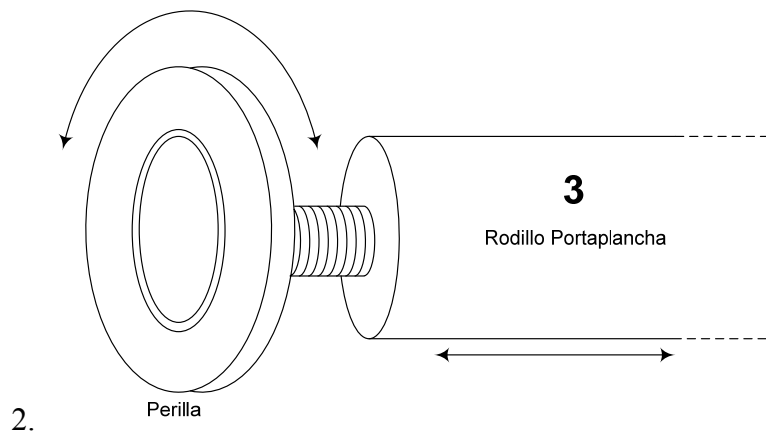
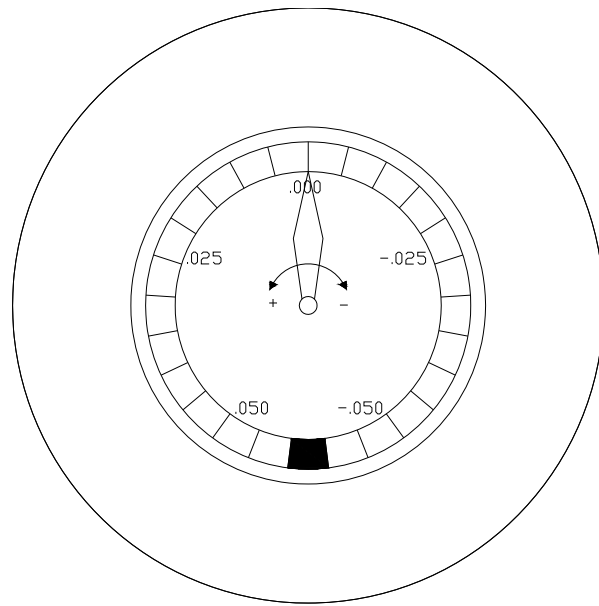


Figura. 2. 16. Mecanismos para registro lateral

De igual manera, para el control del movimiento circular se utilizan mecanismos un poco más complejos, los cuales mediante engranajes permite el movimiento circular del rodillo que contiene la placa. Para realizar este movimiento en forma manual deben moverse los tornillos de ajuste según el movimiento requerido. A continuación se indican los mecanismos que permite este movimiento.

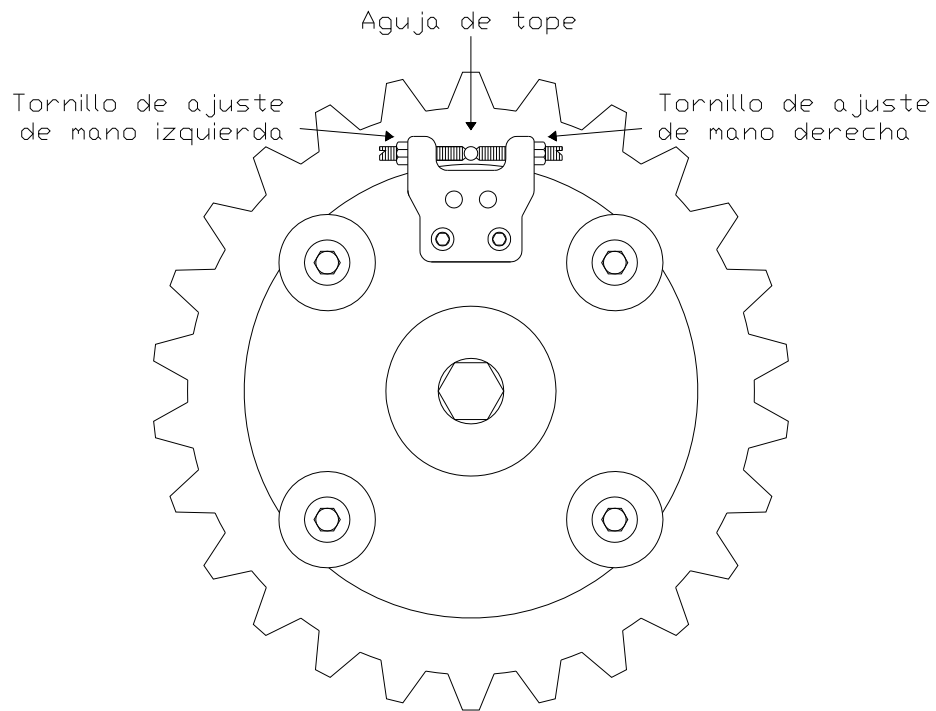


Figura. 2. 17. Mecanismo para registro circular en el lado de tiro

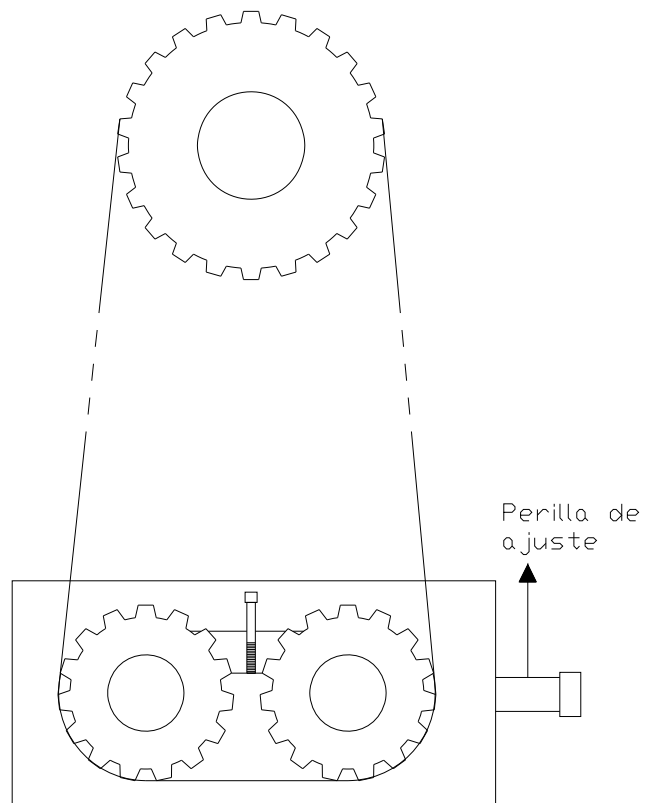


Figura. 2. 18. Mecanismo para registro circular en el lado de retiro

La utilización de estos dos movimientos, el de registro circular y el de lateral, es muy importante dentro de la impresión porque permite definir parte de la calidad del producto como se mencionó en la parte 2.1.1 del Funcionamiento de una impresión offset.

2.2.3. Sistema de balance tinta/agua

Con el funcionamiento sin automatización de la rotativa el sistema que controla el flujo de tinta es mecánico el cual se mueve con mayor o menor velocidad según la velocidad a la que se mueva el eje principal de la máquina. El inconveniente de este sistema es que los operadores no pueden controlar manualmente el flujo de tinta por separado, es decir el flujo de tinta en cada unidad de impresión.

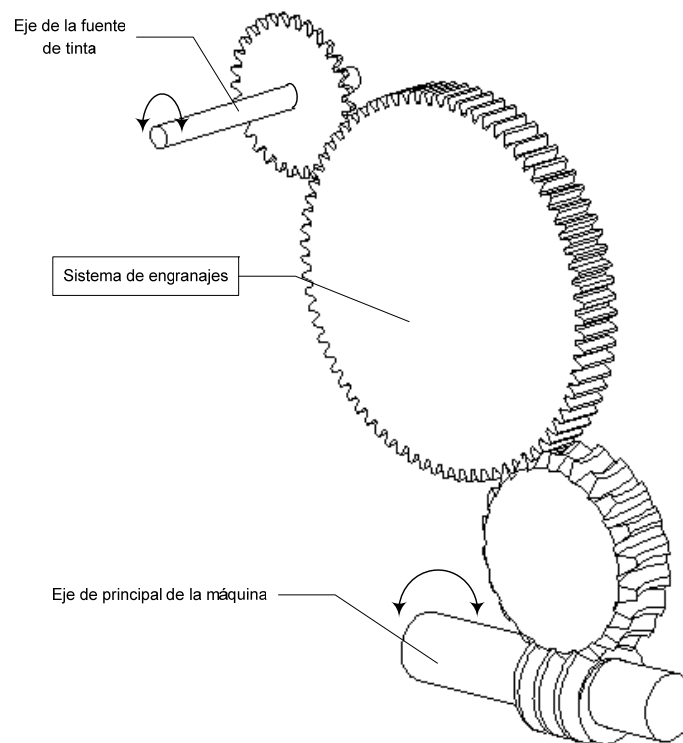


Figura. 2. 19. Sistema mecánico para el balance de tinta/agua

El control de la cantidad de agua utiliza un motor el cual es controlado por medio de un potenciómetro para regular su velocidad y por lo tanto el flujo de agua. Esto tiene la

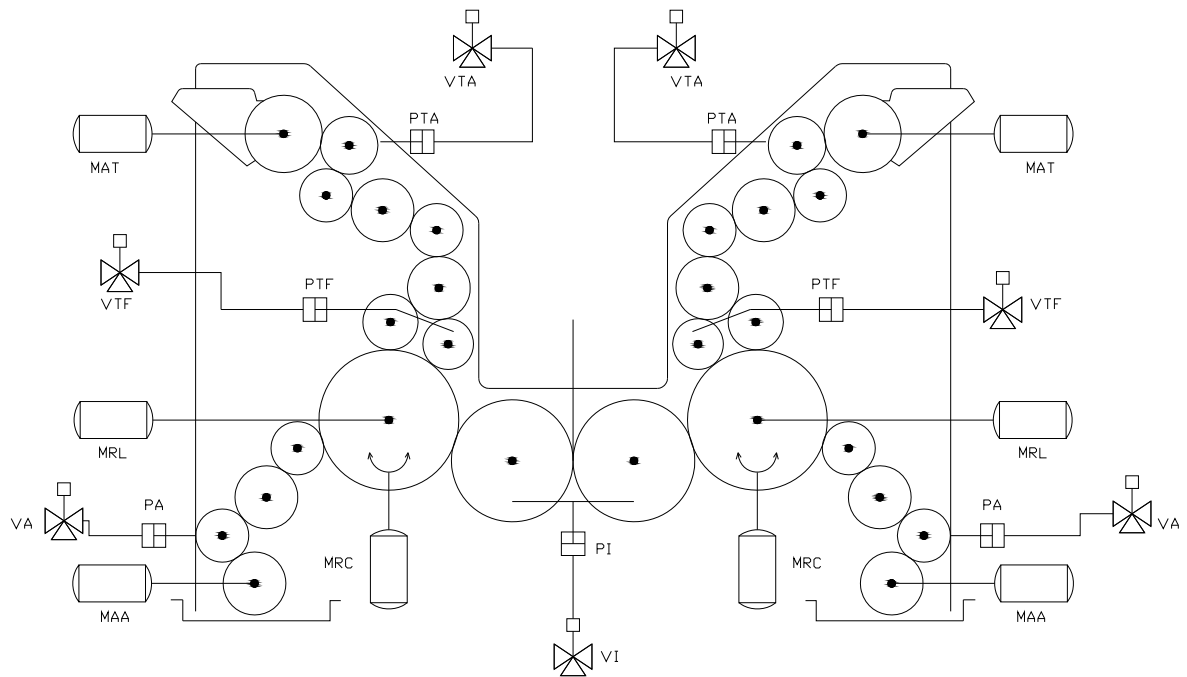
ventaja de tener un control manual, por lo que el operario pondrá la cantidad que crea conveniente en ciertos casos, pero trae ciertos inconvenientes, uno de ellos se daría debido a la desatención de los operarios, los cuales a pesar del aumento de la velocidad del papel no incrementan la cantidad de agua o que en el arranque de la máquina no pongan la velocidad del agua en cero.

Como se puede observar durante toda esta descripción, la necesidad de cuatro o más operarios para manejar la máquina es obligatoria debido a que durante el proceso de impresión se deben realizar varios movimientos en cada una de las unidades de color. Estos movimientos no podría realizarlos un solo operario ya que debería desplazarse de una unidad a otra en corto tiempo lo que ocasionaría que sufra algún tipo de accidente y además se generaría mayor cantidad de desperdicios.

2.3. FILOSOFÍA DEL FUNCIONAMIENTO

En esta parte se tratará acerca de cómo se utilizarán diferentes dispositivos electrónicos y neumáticos para hacer la automatización de la rotativa, tomando en cuenta aquellos sistemas que son fundamentales para el funcionamiento de la máquina como son: el sistema de presiones, el de registro y el de balance de tinta/agua.

A continuación se muestra un gráfico en el que se representa la máquina y los elementos electrónicos y neumáticos que se instalarán sobre ella:



- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. MAT: Motor de Alimentación de Tinta 2. MAA: Motor de Alimentación de Agua 3. PTA: Pistón para presión de Alimentación de Tinta 4. VTA: Válvula para presión de Alimentación de Tinta 5. PTF: Pistón para presión de Forma de Tinta | <ol style="list-style-type: none"> 6. VTF: Válvula para presión de Forma de Tinta 7. PA: Pistón para presión de Agua 8. VA: Válvula para presión de Agua 9. PI: Pistón para presión de impresión 10. VI: Válvula para presión de impresión |
|--|--|

Figura. 2. 20. Distribución de elementos en la rotativa

2.3.1. Sistema de presiones

Para el cambio del funcionamiento manual al automático de este sistema se utiliza un sistema electro-neumático, el cual permite sustituir los movimientos realizados por los operarios en cada una de las unidades a una sola acción realizada por un único operario.

En el sistema automático, los actuadores son los pistones, los cuales reemplazan el movimiento que efectuaba el operador, el cual realizaba una fuerza en cierta dirección con su brazo para mover las palancas de la máquina. Estos pistones son activados por

electroválvulas las cuales reciben una señal electrónica desde el PLC para su activación o desactivación.

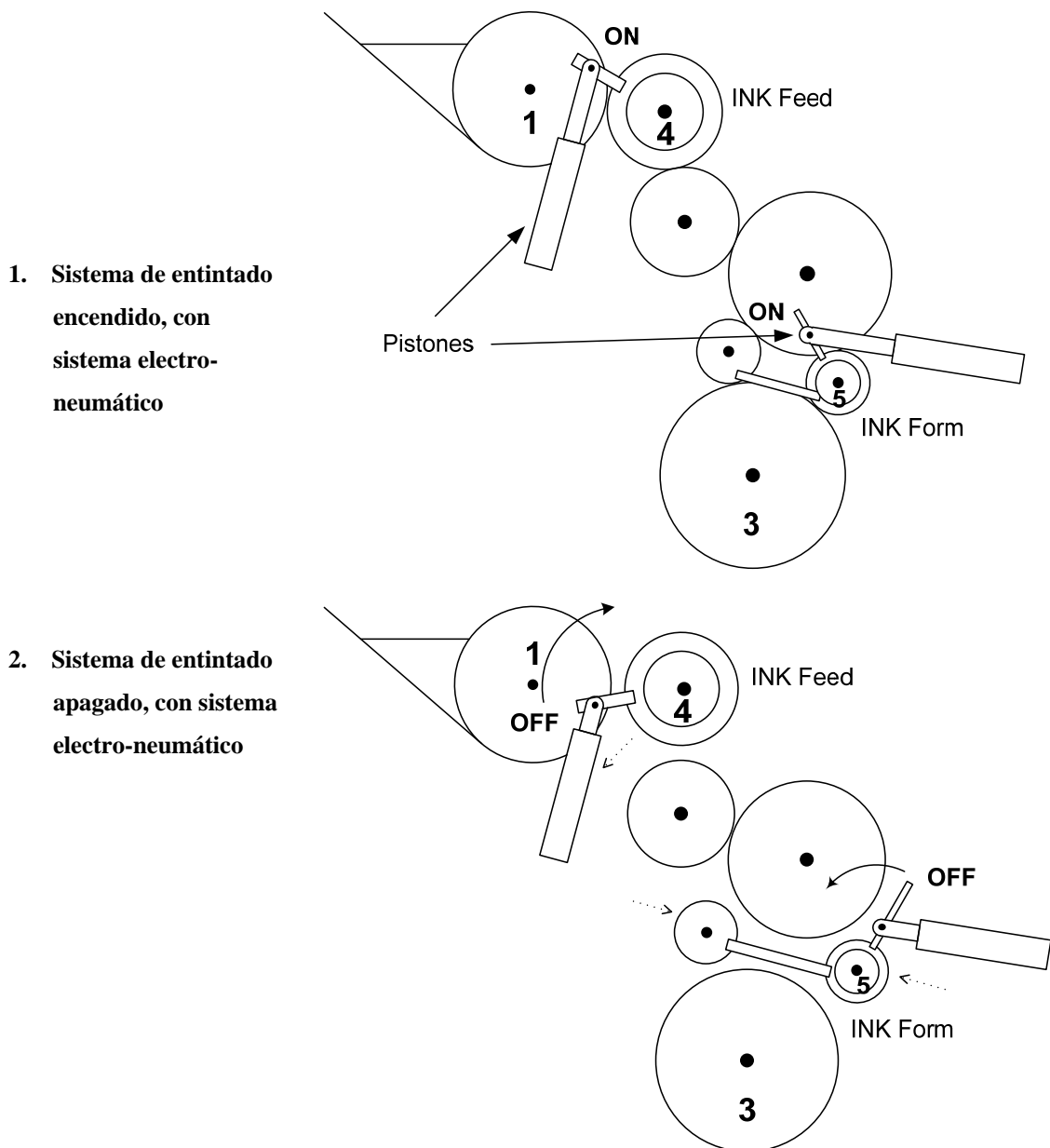


Figura. 2. 21. Sistema de entintado con adaptación de pistones para funcionamiento automático

Los pistones se utilizan en los sistemas de entintado, mojado y presión de papel, los cuales funcionan de manera similar. Las presiones en el sistemas de entintado, como se mencionó anteriormente, difieren un poco de los demás. Para este se utilizan dos pistones, el primero permite la transferencia de tinta al sistema, esta presión se la conoce como Presión de Alimentación de Tinta o INK FEED también llamado Tintero, y el segundo

permite la transferencia de tinta a la plancha, esta presión se llama Presión de Forma de Tinta o INK FORM también llamada Tinta, este sistema se indica en la Figura. 2.21.

A continuación se muestra cada uno de estos sistemas de presión dentro de una unidad de la máquina:

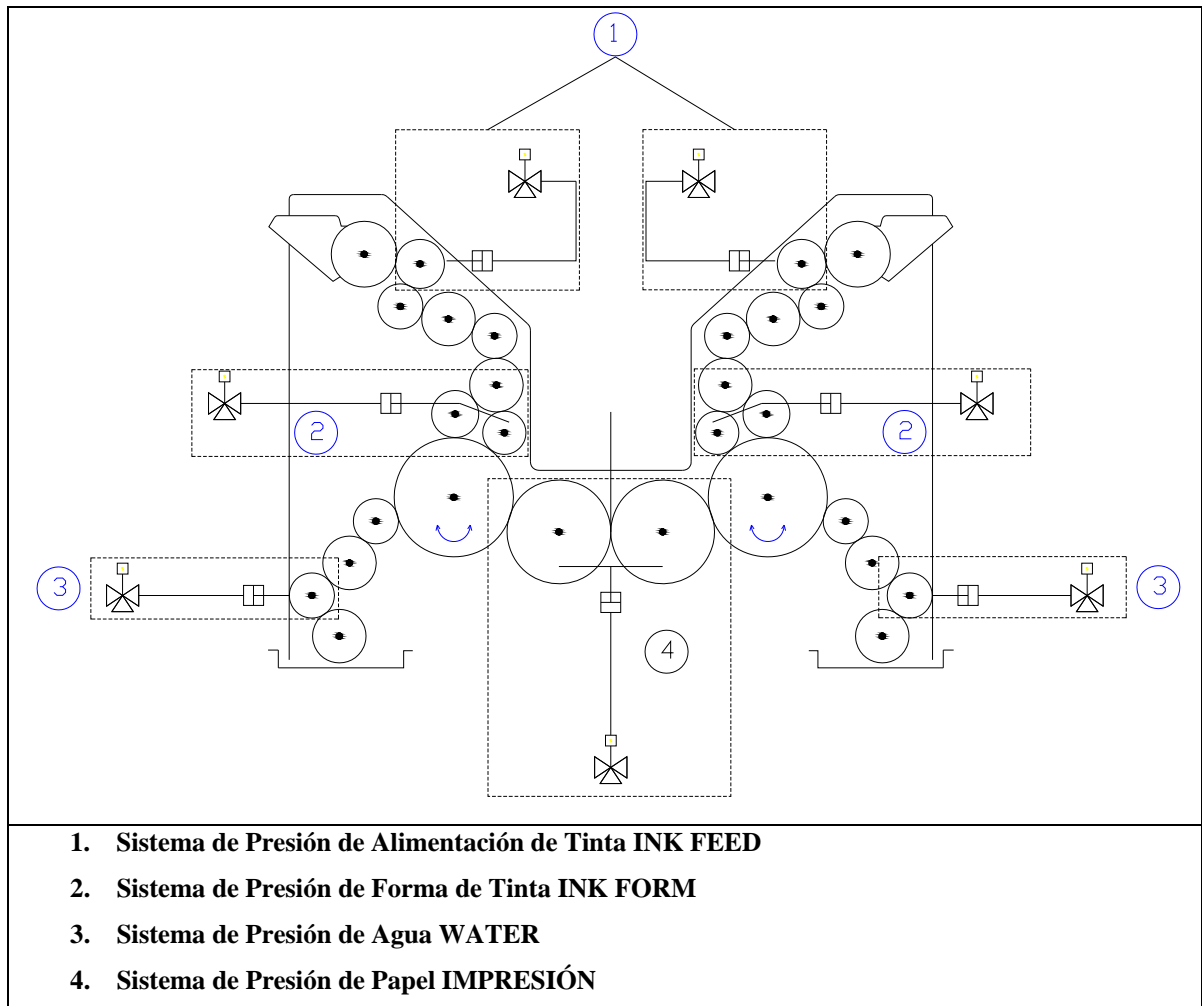


Figura. 2. 22. Sistemas de presión en una unidad de la rotativa

Para la instalación de los pistones es necesario tomar en cuenta la dirección del movimiento que la palanca hace para activar o desactivar cualquiera de los tres sistemas. Se debe colocar el pistón en la misma dirección que el movimiento de la palanca para ejercer la fuerza en la dirección correcta y con el mínimo esfuerzo para la activación de cada mecanismo. Y por otro lado se debe tomar en cuenta que cuando la electroválvula

esté desactivada el pistón haga que la palanca, y por ende el respectivo mecanismo, esté desactivado y viceversa.

La activación de los pistones, que permiten ejercer o quitar las diferentes presiones, lo hace un operador mediante un pulsador ubicado en un panel principal de control. Esta señal del pulsador va directamente a una entrada del PLC activando una salida del mismo la cual permite la activación de la electroválvula.

Además de esta activación el operador también tiene otro par de interruptores ubicados en cada unidad de la máquina en la parte frontal de la misma, estos permiten la desactivación de las electroválvulas que activan las presiones de agua, alimentación de tinta y forma de tinta.

Uno de estos interruptores se ubica en el panel de la parte frontal de la máquina en el lado de tiro de la máquina y por tanto desactiva las presiones de este lado; en el diagrama P&ID, que se muestra en el siguiente subcapítulo, este interruptor en la primera unidad es el HS 11, y como se observará este símbolo se encontrará en todos los sistemas de presiones de la primera unidad en el lado de tiro de la rotativa. El otro interruptor se ubica en el panel de la parte frontal de la máquina en el lado de retiro desactivando las presiones de este lado, en el diagrama P&ID este interruptor en la primera unidad se muestra como HS 12.



Figura. 2. 23. Panel en la parte frontal de la máquina con interruptores para desactivación de electroválvulas

Es necesario recalcar que la activación de estos interruptores no dependerá del PLC, estos no tienen ninguna relación con alguna entrada del mismo. También debe recalcar que ninguno de estos dos interruptores permitirá la desactivación de la electroválvula de presión de papel.

En el panel principal de control existen 4 pulsadores que permiten la activación de las presiones de alimentación de tinta, de alimentación de forma de tinta, de agua y de papel, respectivamente. El operador tiene que presionar uno de estos pulsadores para activar cierto tipo de presión en las cuatro unidades, es decir si necesita activar la presión de agua presiona únicamente el pulsador de presión de agua, activando dicha presión sobre el papel en las cuatro unidades de color, tanto en la parte de tiro como en retiro, y para desactivarla presiona el mismo pulsador. En el diagrama P&ID se debe notar que el pulsador para la presión de agua se representa con el mismo nombre HS-3 para todas las unidades.

Para visualizar fácilmente las presiones que se encuentran activadas, se colocan indicadores luminosos en el panel principal de control. Estos se encienden cuando el operador presiona el pulsador que activa cierta presión y se apaga al desactivarla, se cuenta con un indicador por cada tipo de presión existente

2.3.2. Sistema de registro

Para la automatización del registro se utilizan varios motores AC los cuales permiten realizar los movimientos circular y lateral del rodillo que contiene la placa como se explicó anteriormente.

A continuación se muestra la ubicación de cada uno de estos motores:

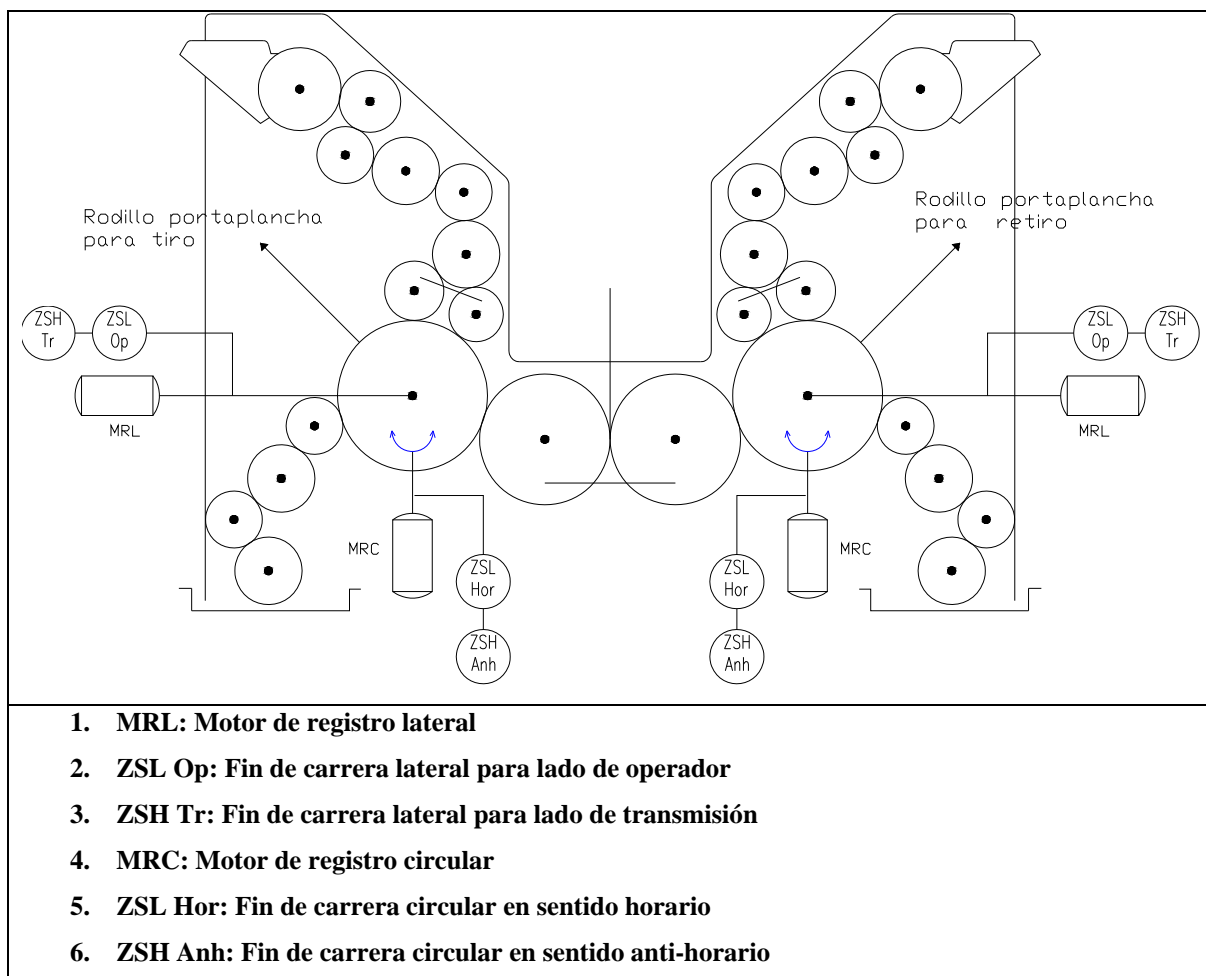


Figura. 2. 24. Ubicación de los motores de registro en una unidad de la rotativa

Como se puede observar en el gráfico existen cuatro motores por unidad, dos para el registro lateral, uno en el lado de tiro y otro en el de retiro, y dos para el registro circular, uno en el lado de tiro y otro en el lado de retiro. Se debe tomar en cuenta que la unidad dos únicamente posee dos motores ya que en esta sólo se controla el registro lateral.

Además por cada motor se colocan dos fines de carrera los cuales limitan el movimiento de los motores en cierto sentido.

En el diagrama P&ID que se muestra en el siguiente subcapítulo se utiliza la nomenclatura reflejada en la Figura. 2.24 para representar a los motores y a los fines de carrera.

Para el control del registro circular se instala un motor AC el cual permite manejar el movimiento del rodillo en sentido horario o anti-horario. A continuación se presenta una figura representativa del acoplamiento del motor con la parte mecánica que permite este movimiento.

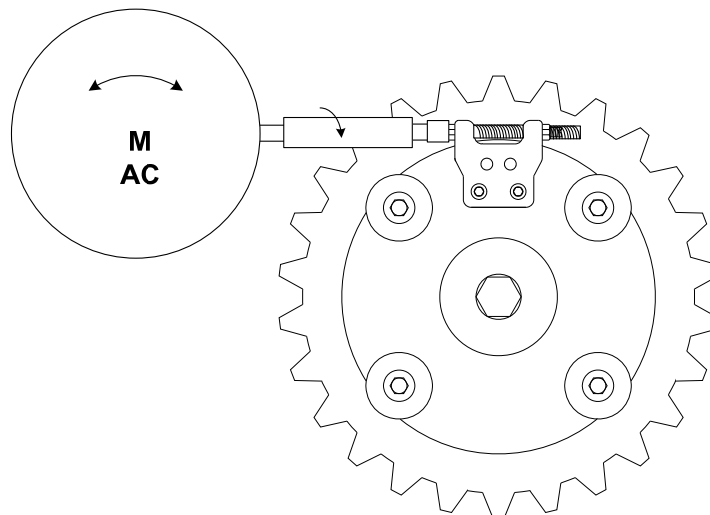


Figura. 2. 25. Diagrama representativo del acoplamiento del motor AC con el mecanismo para el registro circular en el lado de tiro

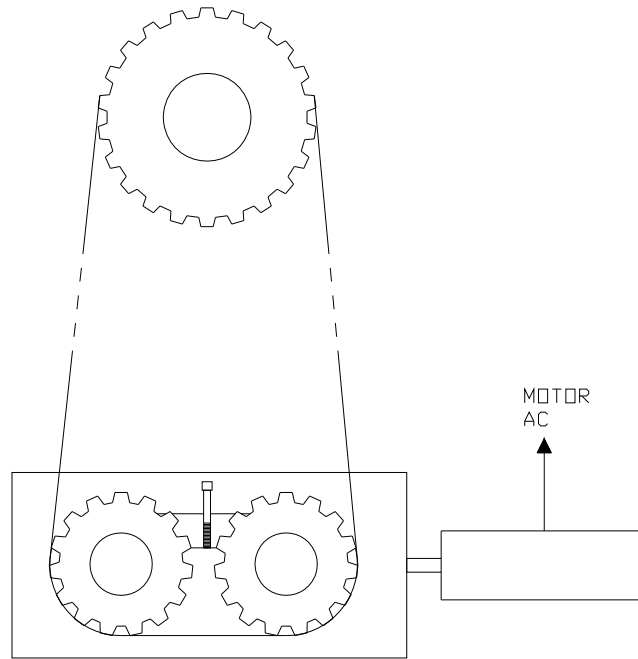


Figura. 2. 26. Diagrama representativo del acoplamiento del motor AC con el mecanismo para el registro circular en el lado de retiro

El movimiento que realiza el motor AC hacia un lado u otro es limitado por fines de carrera ubicados al final de cada movimiento, horario u anti-horario. Para el registro circular en el lado de tiro se utilizan como fines de carrera sensores inductivos los cuales al activarse envían una señal al PLC el mismo que interrumpe el movimiento del motor en cierto sentido. La señal enviada al PLC también permite activar o desactivar los LED que se encuentran en el panel principal de control, los cuales indican al operador si puede seguir realizando el movimiento en cierto sentido.

Para el lado de retiro se utilizan fines de carrera a 110VAC los cuales al activarse bloquean directamente el movimiento del motor en ese sentido. Además de bloquear el movimiento directamente en el motor, estos fines de carrera envían una señal al PLC para indicar al operador, en el panel principal de control, que no puede seguir haciendo el movimiento en ese sentido.

La indicación que se proporciona al operador se la hace mediante un LED ubicado en el panel principal de control cerca al pulsador que permite el movimiento circular. Este LED, mientras el fin de carrera no se active, se enciende cada vez que el operador presiona el pulsador del movimiento que desea realizar, pero si el fin de carrera está activo el LED no se enciende indicando al operador que ya no puede realizar ese movimiento.

El control del registro lateral se lo hace igualmente con un motor AC, pero para lograr que el rodillo se mueva del lado de operador al de transmisión o viceversa se adapta al eje del motor el mecanismo ya existente en el sistema manual de la máquina.

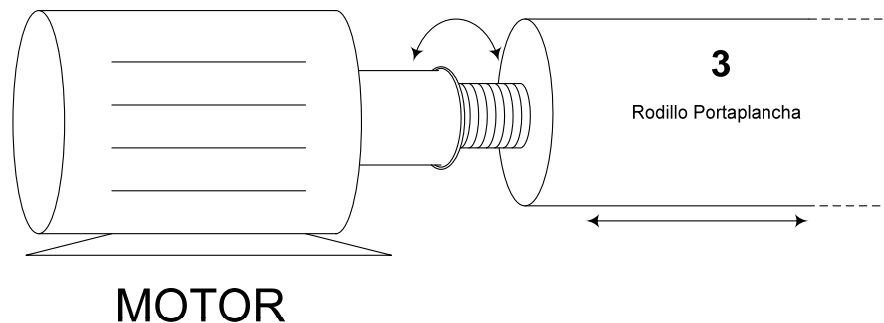


Figura. 2. 27. Representación del acoplamiento del motor con el mecanismo del registro lateral

De la misma manera que en el registro circular se limita el movimiento del motor hacia operador o transmisión mediante dos fines de carrera, uno para limitar el movimiento hacia operador y otro para el movimiento hacia transmisión. Los fines de carrera utilizados funcionan a 24V y a diferencia de los de registro circular en el lado de retiro, los cuales directamente bloqueaban el movimiento del motor hacia cierto lado, estos envían una señal al PLC y este último es el que mediante una de sus salidas bloquea el movimiento del motor en cierto sentido. Es decir, si en la primera unidad en el lado de tiro se activara el fin de carrera lateral al lado de operador este envía una señal a una entrada del PLC desactivando la salida que permite el movimiento en ese sentido.

Además el PLC proporciona información al operador acerca de si puede o no realizar cierto movimiento. Igualmente que para el registro circular esta indicación la hace mediante un LED. Por ejemplo, si el operador está presionando el pulsado para el movimiento de registro lateral al lado de operador y el fin de carrera no está activo el LED se enciende, pero si el fin de carrera se activa el LED deja de encenderse lo que indica al operador que ya no puede realizar más este movimiento.

Al igual que en el sistema de presiones el control del registro lo hace el operador por medio de pulsadores ubicados en un panel principal de control. Los pulsadores con los que cuenta el operador son ocho por unidad, excepto la segunda que únicamente tiene cuatro. Cuatro de los ocho botones permiten manejar el registro en el lado de tiro y los otros en el lado de retiro. De estos cuatro pulsadores dos permitirán el movimiento lateral, el uno hacia el operador y el otro hacia la transmisión, y dos permiten el movimiento circular, uno en sentido horario y otro en sentido anti-horario. La segunda unidad no permite manejar el registro circular. De la misma manera se instalan indicadores luminosos para cada uno de los movimientos como se mencionó anteriormente, los cuales permiten informar al operador si puede seguir realizando el movimiento hacia cierto lado.

Dentro de este sistema cabe recalcar que la segunda unidad no posee control del registro circular por lo cual únicamente tiene los pulsadores que permiten manejar el registro lateral y además esta puede servir de referencia para el registro de las otras unidades.

2.3.3. Sistema de balance tinta/agua

Para este sistema se utilizan motores DC en cada uno de los rodillos de agua y tinta los cuales, en su funcionamiento en modo automático varían su velocidad de acuerdo a la velocidad del papel. Para esto se sensa la velocidad del papel mediante la utilización de un sensor inductivo ubicado en el eje principal el cual permite el movimiento del papel.

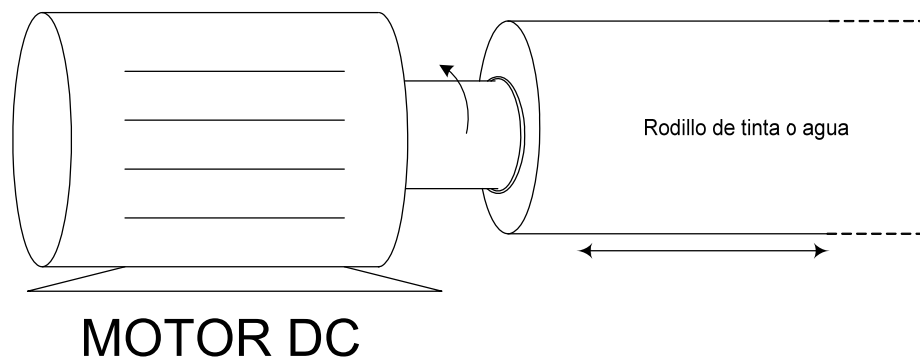


Figura. 2. 28. Motor con rodillo de tinta o agua

En el control automático del sistema de entintado se desea mejorar la desventaja de poder manejar de manera separada la cantidad de tinta en cada una de las unidades, pero sin perjudicar el funcionamiento del sistema en modo automático. Para esto se adaptan motores individuales para cada unidad de tinta tanto en el tiro como en el retiro.

En el sistema de aguas se va a conservar el sistema existente pero se le agrega el funcionamiento en modo automático, es decir el control de la velocidad del motor según la velocidad del rollo de papel.

Como se ha mencionado en ciertas ocasiones la máquina puede funcionar en modo manual o automático. Para la selección de estos modos se utilizan dos pulsadores, el uno para activar el modo manual y el otro para activar el modo automático. Estos pulsadores funcionan de tal manera que cuando se activa uno de los modos el otro se desactiva. En cualquiera de estos dos modos para iniciar el funcionamiento de los motores de alimentación de agua y tinta es necesario primero su activación. Para esto se cuenta con dos pulsadores más, los cuales permiten encender los motores de distribución de agua y los motores de distribución de tinta, respectivamente.

En el caso del control manual del balance tinta/agua se utilizan potenciómetros los cuales controlan la velocidad de movimiento de los motores que manejan este sistema. Estos potenciómetros se colocan de igual manera en el panel principal de control.

2.4. ELABORACIÓN DEL P&ID Y ANÁLISIS DEL PROCESO

2.4.1. Simbología

ACTUADORES		
Símbolo	Significado	Explicación
MRL-XY	Motor de Registro Lateral X= Número de la Unidad Y= 1: Lado de Tiro 2: Lado de Retiro	Motores AC para el movimiento del registro lateralmente
MRC-XY	Motor de Registro Circular X= Número de la Unidad Y= 1: Lado de Tiro 2: Lado de Retiro	Motores AC para el movimiento del registro circularmente
MAT-XY	Motor Alimentación de Tinta X= Número de Unidad Y= 1: Lado de Tiro 2: Lado de Retiro	Motores DC para la distribución de tinta
MAA-XY	Motor Alimentación de Agua X= Número de Unidad Y= 1: Lado de Tiro 2: Lado de Retiro	Motores DC para la distribución de agua
PI-X	Pistón Impresión X= Número de Unidad	Pistón que ejerce la fuerza para activar el sistema de Presión de Papel
PA-XY	Pistón Agua X= Número de Unidad Y= 1: Lado de Tiro	Pistón que ejerce la fuerza para activar el sistema de Presión de Agua

	2: Lado de Retiro	
PTA-XY	Pistón Alimentación de Tinta X= Número de Unidad Y= 1: Lado de Tiro 2: Lado de Retiro	Pistón que ejerce la fuerza para activar el sistema de Presión de Alimentación de Tinta INK FEED
PTF-XY	Pistón Forma de Tinta X= Número de Unidad Y= 1: Lado de Tiro 2: Lado de Retiro	Pistón que ejerce la fuerza para activar el sistema de Presión de Forma de Tinta INK FORM
VI-X	Electroválvula Impresión X= Número de Unidad	Electroválvula que activa el pistón PI-X correspondiente
VA-XY	Electroválvula Agua X= Número de Unidad Y= 1: Lado de Tiro 2: Lado de Retiro	Electroválvula que activa el pistón PA-XY correspondiente
VTA-XY	Electroválvula Alimentación de Tinta X= Número de Unidad Y= 1: Lado de Tiro 2: Lado de Retiro	Electroválvula que activa el pistón PTA-XY correspondiente
VTF-XY	Electroválvula Forma de Tinta X= Número de Unidad Y= 1: Lado de Tiro 2: Lado de Retiro	Electroválvula que activa el pistón PTF-XY correspondiente

Tabla. 2. 1. Simbología de los actuadores

SENSORES		
Símbolo	Significado	Explicación
ZSL-X0Y	Switch de posición baja X= Número de Unidad Y= 1: Registro Lateral Tiro 2: Registro Circular Tiro	Fin de carrera para el eje del sistema de registro lateral hacia operador y circular en sentido horario

	3: Registro Lateral Retiro 4: Registro Circular Retiro	
ZSH-X0Y	Switch de posición alta X= Número de Unidad Y= 1: Registro Lateral Tiro 2: Registro Circular Tiro 3: Registro Lateral Retiro 4: Registro Circular Retiro	Fin de carrera para el eje del sistema de registro lateral hacia transmisión y circular en sentido anti-horario
ST-1	Transmisor de Velocidad	Sensor que detecta la velocidad del eje principal de máquina, por lo tanto la velocidad del papel

Tabla. 2. 2. Simbología de los sensores

PULSADORES E INTERRUPTORES		
Símbolo	Significado	Explicación
HS-X	Switch Manua X= 1: Presión de papel 2: Presión de agua 3: Presión alimentación de tinta 4: Presión forma de tinta	Pulsador ubicado en el panel de control que permite la activación de los distintos sistemas de presión
HS- XY	Switch Manual X= Número de Unidad Y= 1: Lado de Tiro 2: Lado de Retiro	Interruptor accionado de forma manual que permite la activación/desactivación de las electroválvulas
HS-X0YA	Switch Manual X= Número de Unidad Y= 1: Registro Lateral Tiro 2: Registro Circular Tiro 3: Registro Lateral Retiro 4: Registro Circular Retiro A= Sentido de movimiento	Pulsador ubicado en el panel de control que permite activar los motores de registro lateral hacia operador y registro circular en sentido horario
HS-X0YB	Switch Manual	Pulsador ubicado en el panel de

	<p>X= Número de Unidad</p> <p>Y= 1: Registro Lateral Tiro</p> <p>2: Registro Circular Tiro</p> <p>3: Registro Lateral Retiro</p> <p>4: Registro Circular Retiro</p> <p>B= Sentido de movimiento</p>	control que permite activar los motores de registro lateral hacia transmisión y registro circular en sentido anti-horario
--	---	---

Tabla. 2. 3. Simbología de pulsadores e interruptores

EQUIPOS Y FUNCIONES LÓGICAS		
Símbolo	Significado	Explicación
PLC	Controlador Lógico Programable	Es el dispositivo que posee la lógica necesaria para llevar a cabo el control de todos los sistemas
SC-X0Y	Controlador de velocidad X= Número de unidad Y= 1: Registro Lateral Tiro 2: Registro Circular Tiro 3: Registro Lateral Retiro 4: Registro Circular Retiro	Tarjeta de control de velocidad para los motores DC
ZCV-X	Controlador de posición de válvula X= 1: Presión de papel 2: Presión de agua 3: Presión alimentación de tinta 4: Presión forma de tinta	Relé que permite la activación/desactivación de las electroválvulas correspondientes
ZC-X0Y	Controlador de posición X= Número de Unidad Y= 1: Registro Lateral Tiro 2: Registro Circular Tiro 3: Registro Lateral Retiro 4: Registro Circular Retiro	Relés que permiten la activación/desactivación de los motores de registro

SY-X	Computador de velocidad X= 1: Alimentación de Tinta 2: Alimentación de Agua	Operaciones del PLC que calculan la velocidad de los motores DC según la velocidad del eje principal
ZAL-X0Y	Alarma de posición baja X= Número de Unidad Y= 1: Registro Lateral Tiro 2: Registro Circular Tiro 3: Registro Lateral Retiro 4: Registro Circular Retiro	Alarma generada por el PLC cuando los fines de carrera ZSL-X0Y correspondientes se activan. Evita el movimiento de los motores de registro lateral hacia operador y de registro circular de tiro en sentido horario
ZAH-X0Y	Alarma de posición alta X= Número de Unidad Y= 1: Registro Lateral Tiro 2: Registro Circular Tiro 3: Registro Lateral Retiro 4: Registro Circular Retiro	Alarma generada por el PLC cuando los fines de carrera ZSH-X0Y correspondientes se activan. Evita el movimiento de los motores de registro lateral hacia transmisión y de registro circular de tiro en sentido anti-horario

Tabla. 2. 4. Simbología de equipos y funciones lógicas

El diagrama P&ID se encuentra en la sección de anexos en el plano P&ID. En el mismo se pueden apreciar todas las variables mencionadas y los diferentes procesos que se analizarán en la siguiente sección.

2.4.2. Análisis de los procesos

El primer proceso que se analiza es el de registro tanto para el control del registro lateral como circular. El recorrido debe mantenerse dentro de los límites de los fines de carrera ZSL-X0Y y ZSH-X0Y, ubicados en el mecanismo que mueve el motor, esto se lo realiza para no exceder las capacidades mecánicas y trabar los ejes.

Cuando el operador presiona el pulsador HS-X0YA del panel principal de control para mover cierto registro de cierta unidad o el pulsador HS-X0YB para realizar el movimiento contrario, este envía una señal eléctrica hacia una entrada del PLC.

Dentro del PLC, la lógica permite el movimiento del motor que maneja ese registro activando al relé controlador ZC-X0Y siempre y cuando el fin de carrera de ese motor en ese sentido no se encuentre activado. Es decir, permite el movimiento en cierto sentido siempre y cuando alguna de las señales ZAH-X0Y y ZAL- X0Y, la correspondiente a ese movimiento, generada por el PLC, no se encuentre activa.

Este proceso se refleja claramente en el diagrama P&ID:

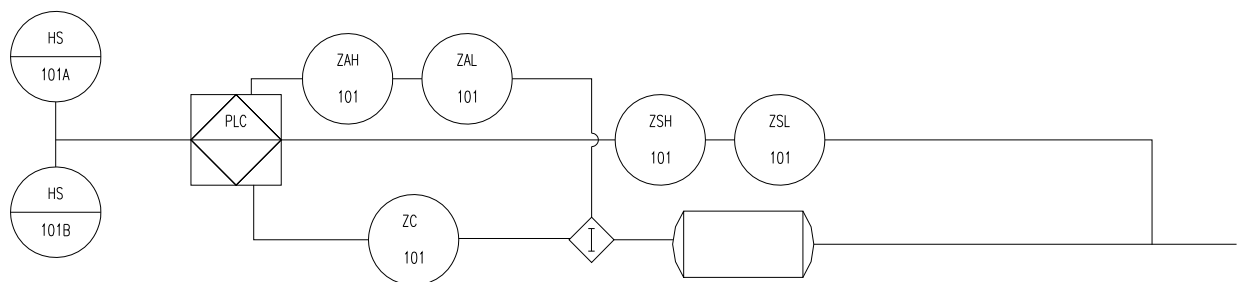


Figura. 2. 29. Diagrama P&ID del proceso de registro

El segundo proceso a analizar es el de distribución de agua y tinta. Como se ha mencionado anteriormente este va a ser automático dependiendo de la velocidad principal del eje y por tanto del papel. El sensor que permite medir la velocidad del eje es el ST-1 en el diagrama P&ID.

La señal de este sensor es procesada por el PLC, el cual mediante diferentes cálculos y mediante un porcentaje ingresado por el operador genera un valor que es entregado por medio del módulo de salidas análogas del PLC al controlador SC-X0Y. El valor entregado por la salida análoga debe estar comprendido entre 0 y 5V.

Según el valor de voltaje que reciba el controlador el motor de distribución de agua o tinta MAT-XY o MAA-XY, correspondiente, se mueve a mayor o menor velocidad.

Este proceso puede observarse claramente en el diagrama P&ID así:

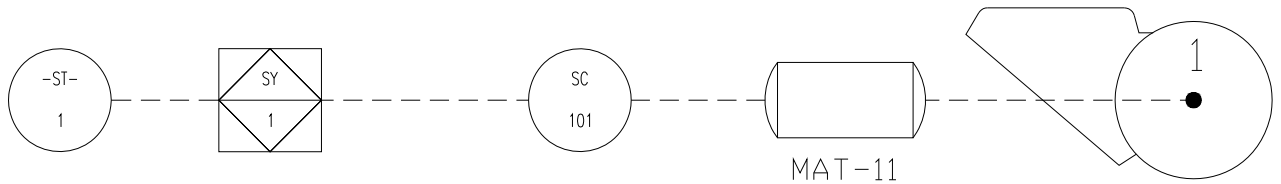


Figura. 2. 30. Diagrama P&ID del proceso de distribución de agua y tinta

Los siguientes procesos a analizar son los de presión. En el análisis de estos procesos existe una pequeña diferencia entre el sistema de presión de papel y los demás sistemas de presiones. En los sistemas de presiones de tinta y de agua existe un interruptor manual en la máquina el cual permite desactivar esos sistemas cuando sea requerido por los operadores.

Cuando el operador necesita ejercer presión sobre el papel, para llevar a cabo la impresión, presiona el pulsador HS-X0Y que permite llevar a cabo esta acción y que se encuentra en el panel principal de control. La señal de este pulsador llega a una entrada del PLC el cual envía mediante una salida de relé una señal al controlador ZCV-X que activa el solenoide de la electroválvula VI-XY y por tanto el pistón PI-XY que permite ejercer la fuerza para lograr ejercer la presión sobre el papel. Este sistema se refleja en el siguiente diagrama:

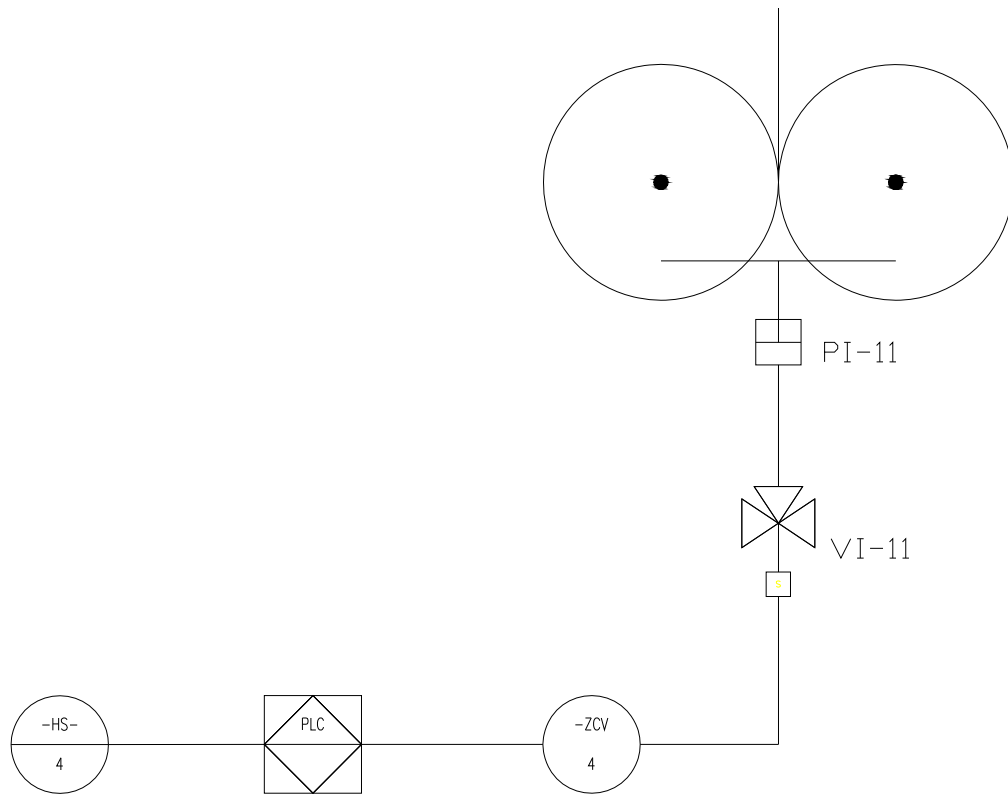


Figura. 2. 31. Diagrama P&ID del proceso de presión de papel o impresión

Para los sistemas de presiones de alimentación de tinta, forma de tinta y agua, como se dijo antes, aparte de todos los elementos mencionados se aumenta un interruptor HS-XY el cual permite la desactivación de uno de estos sistemas cuando sea requerido por el operador. El operador tiene que desactivar todo el sistema correspondiente a cada unidad pudiendo diferenciar entre tiro o retiro. El proceso funciona de la misma manera que en el sistema de presión de papel pero para que pueda ser activado por el operador es necesario que el interruptor HS-XY esté activado, a continuación se muestra este proceso:

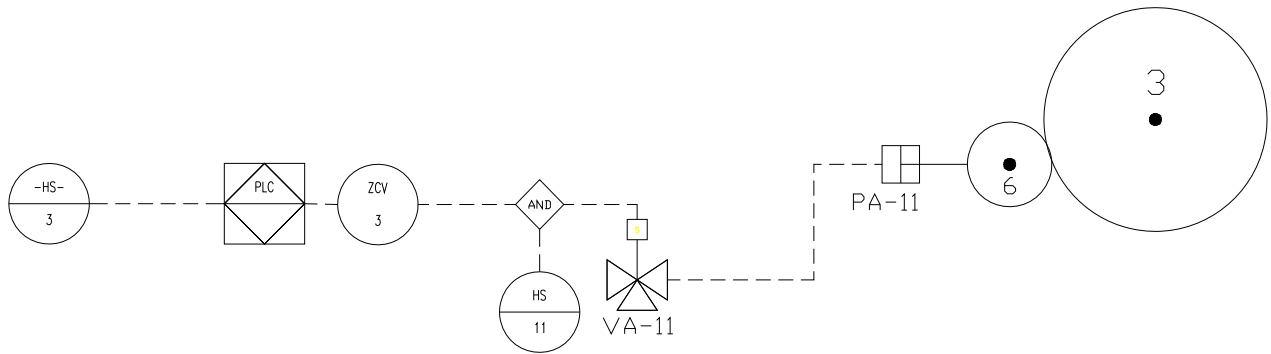


Figura. 2. 32. Diagrama P&ID del proceso de presión de alimentación de tinta, forma de tinta o agua

2.5. ESPECIFICACIONES DE SENSORES, ACTUADORES Y EQUIPOS

2.5.1. Controlador Lógico Programable

El PLC que se utiliza es de la marca Allen Bradley modelo SLC-500. Utiliza el CPU SLC5/03 cuyas características más importantes son:

- PLC modular
- Tamaño de memoria Total: 16 Kbytes
- Control de hasta 4096 puntos de entrada y salida
- Canal DH-485, RS-232 incorporados
- Carga de la fuente de alimentación de 175 mA a 24VDC

Para esta aplicación se utilizan cinco módulos los cuales son:

- Dos módulos de entrada 1746-IB32
- Un módulo de entrada 1746-IA16
- Un módulo de salida 1746-OW8
- Un módulo de salida 1746-OB32E

A continuación se muestran las principales características de los mismos.

Módulos de entradas

Referencia	Descripción del módulo	Categoría de voltaje	Número de entradas	Puntos por común
1746-IB32	Drenador de corriente de DC	24VDC	32	8
1746-IA16	AC	100/120 VAC	16	16

Tabla. 2. 5. Especificaciones de los módulos de entrada

Módulos de salidas

Referencia	Descripción del módulo	Categoría de voltaje	Número de salidas	Puntos por común	Corriente Max. continua por punto a 30°C
1746-OW8	Relé de DC/AC	5 a 265 VAC 5 a 125 VDC	8	4	2 A a 24 VDC 2.5 A a 120 VAC
1746-OB32E	Surtidor de DC de corriente protegida electrónicamente	24 VDC	32	16	0.1 A

Tabla. 2. 6. Especificaciones de los módulos de salida

2.5.2. Motores para registro

Motor de registro lateral. Utilizado en:

- MRL-XX

Para este registro se utilizan motores AC síncronos. En el diagrama P&ID estos son los representados por las siglas MRL-XX.

Sus especificaciones son las siguientes:

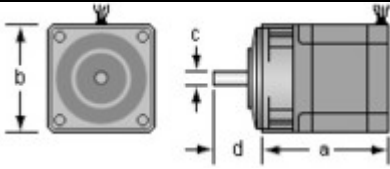
Fabricante:	Superior Electric
Modelo:	KSL093T1YG4
Voltaje de alimentación:	120 VAC
Frecuencia:	50/60 Hz
Corriente:	1 A RMS
Número de fases:	1
Velocidad:	18 rpm
Torque mínimo:	17.4 N- m
Tamaño:	NEMA 34
Dimensiones:	 <p> a: 156 mm b: 85.5 mm c: 12.7 mm d: 45.5 mm </p>

Tabla. 2. 7. Especificaciones de los motores de registro lateral

Este motor a diferencia de los que se utilizan para el registro circular requiere de una resistencia y un capacitor adicional para su funcionamiento los cuales deben conectarse de la siguiente manera:

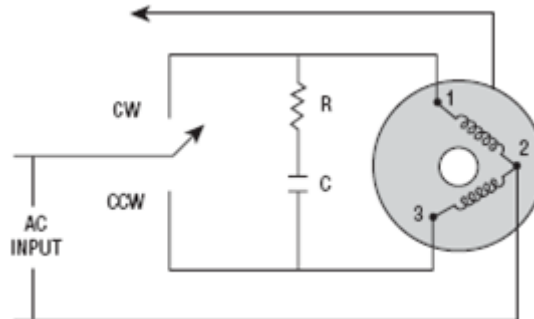


Figura. 2. 33. Conexión del motor AC de registro lateral

Los valores de estos elementos deben ser:

Resistencia	
Resistencia:	150 Ω
Potencia:	100W
Capacitor	
Capacidad:	11 μ F
Voltaje:	240 V

Tabla. 2. 8. Especificaciones de los elementos para funcionamiento de los motores AC

Motor de registro circular. Utilizado en:

- MRC-XX

De la misma manera se utilizan que en el registro lateral se utilizan motores AC síncronos. En el diagrama P&ID estos son los representados por las siglas MRC-XX.

Sus especificaciones son las siguientes:

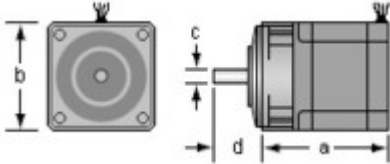
Fabricante:	Superior Electric
Modelo:	SS451CT
Voltaje de alimentación:	120 VAC
Frecuencia:	60 Hz
Corriente:	0.8 A RMS
Número de fases:	1
Velocidad:	72 rpm
Torque mínimo:	3.18 N· m
Tamaño:	NEMA 34
Dimensiones:	 <p> a: 180 mm b: 86 mm c: 9.53 mm d: 30.2 mm </p>

Tabla. 2. 9. Especificaciones de los motores de registro circular

Este motor ya incorpora el capacitor para su funcionamiento el cual es de $14\mu\text{F}$ a 250V.

2.5.3. Motores para alimentación de tinta y agua

Motores para alimentación de agua. Utilizado en:

- MAA-XX

Para este sistema se utilizan motores DC. En el diagrama P&ID estos son los representados por las siglas MAA-XX.

Sus especificaciones son las siguientes:

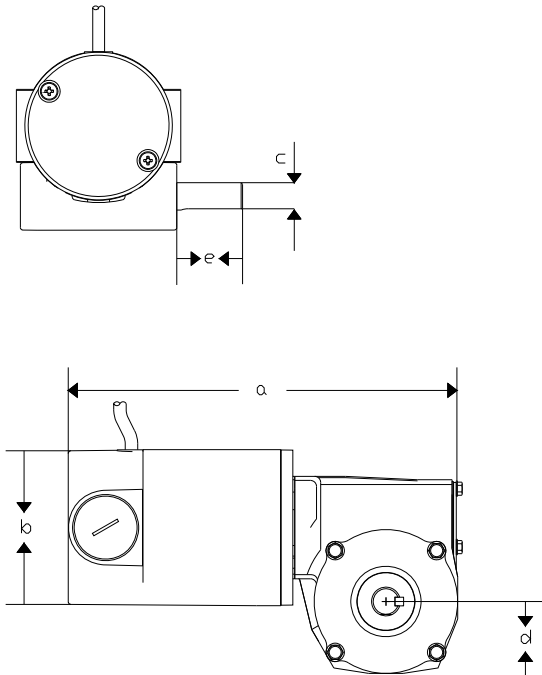
Fabricante:	Bodine Electric
Modelo:	33A3BEPM-5R
Voltaje de alimentación:	90/130 VDC
Corriente:	0.71 A
Potencia:	1/12 HP
Velocidad:	50 rpm
Torque mínimo:	5.1 N· m
Dimensiones:	 <p> a: 227 mm b: 86.1 mm c: 15.9 mm d: 41.4 mm e: 41.4 mm </p>

Tabla. 2. 10. Especificaciones de los motores para alimentación de agua

Motores para alimentación de tinta. Utilizados en:

- MAT-XX

Para este sistema se utilizan motores DC. En el diagrama P&ID estos son los representados por las siglas MAT-XX.

Sus especificaciones son las siguientes:

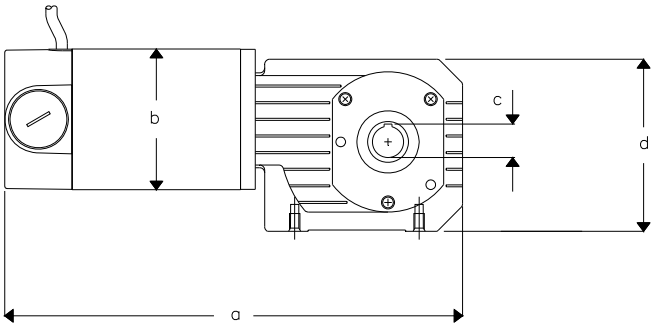
Fabricante:	Bodine Electric
Modelo:	33A3BEPM-5R
Voltaje de alimentación:	90/130 VDC
Corriente:	1.4/1.8 A
Potencia:	1/8 / 1/4 HP
Velocidad:	6.2/8.9 rpm
Torque:	42.9 N· m
Dimensiones:	 <p> a: 282.6 mm b: 86.1 mm c: 21.3 mm d: 105 mm </p>

Tabla. 2. 11. Especificaciones de los motores para alimentación de tinta

2.5.4. Pistones de los sistemas de presiones

Se utilizan dos tipos de pistones. Para el sistema de presión de papel se utiliza un pistón más grande que para los demás sistemas, ya que estos pistones mueven los rodillos de la mantilla los cuales son más grandes.

Pistones para la Presión de Papel. Utilizados en:

- PI-XX

Todos los pistones a utilizarse son de marca Norgren. Las especificaciones de los pistones para presión de papel son:

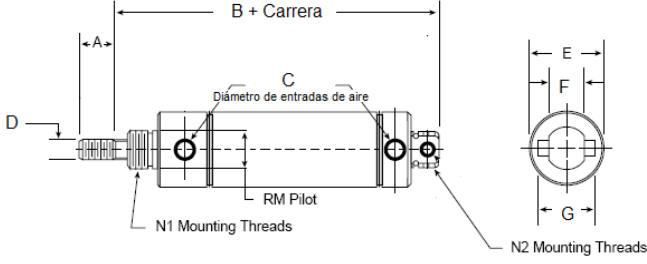
Fabricante:	Norgren
Modelo:	RLG06A-DAP-AA00
Tipo	Doble Acción
Presión de operación:	250psig (17.2bar)
Diámetro:	2" (50.8mm)
Carrera:	6" (152.4mm)
Dimensiones:	 <p> A: 22.4mm B+ carrera: 153.9 mm C: ¼ NPT D: 15.7 mm E: 52.8 mm F: 19.1 mm G: 41.4 mm </p>

Tabla. 2. 12. Especificaciones de los pistones para el sistema de presión de papel

Pistones para la Presión de Alimentación de Tinta, Forma de Tinta y Agua.

Utilizados en:

- PTA-XX
- PTF-XX
- PA-XX

Para los sistemas de presión de tinta y agua los pistones a utilizarse tienen las siguientes especificaciones:

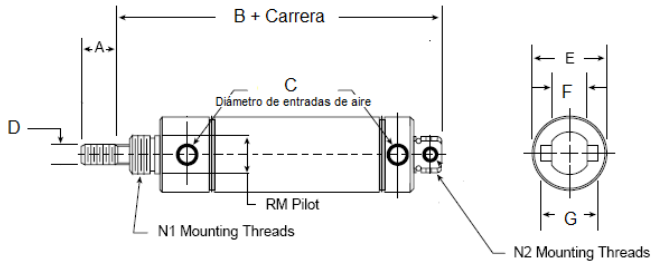
Fabricante:	Norgren
Modelo:	RLE05A-DAP-AA00
Tipo	Doble Acción
Presión de operación:	250psig (17.2bar)
Puertos de alimentación:	Laterales
Diámetro:	1/4"(31.75mm)
Carrera:	5" (127mm)
Dimensiones:	 <p> A: 19.1 mm B+ carrera: 130 mm C: 1/8 NPT D: 10.9 mm E: 34 mm F: 12.7 mm G: 22.4 mm </p>

Tabla. 2. 13. Especificaciones de los pistones de los sistema de presiones INK FEED, INK FORM y agua

2.5.5. Electroválvulas.

Utilizadas en:

- V-XX-XX
- V-X-##

Las características del solenoide y la válvula que permiten la activación de los pistones en los sistemas de presión son:

Solenoide

Marca:	HERION
Número de referencia:	.0247
Voltaje de operación:	110 VAC
Potencia al arranque:	18 VA
Potencia estable:	10 VA
Tipo de conector:	DIN

Tabla. 2. 14. Especificaciones de los solenoides de las electroválvulas

Válvula

Marca:	HERION
Número de referencia:	8110132
Activación:	Solenoide
Retorno:	Resorte
Tipo de válvula:	5/2
Número de vías:	4
Presión de operación :	30 psi - 150 psi
Tamaño de conector:	1/4"

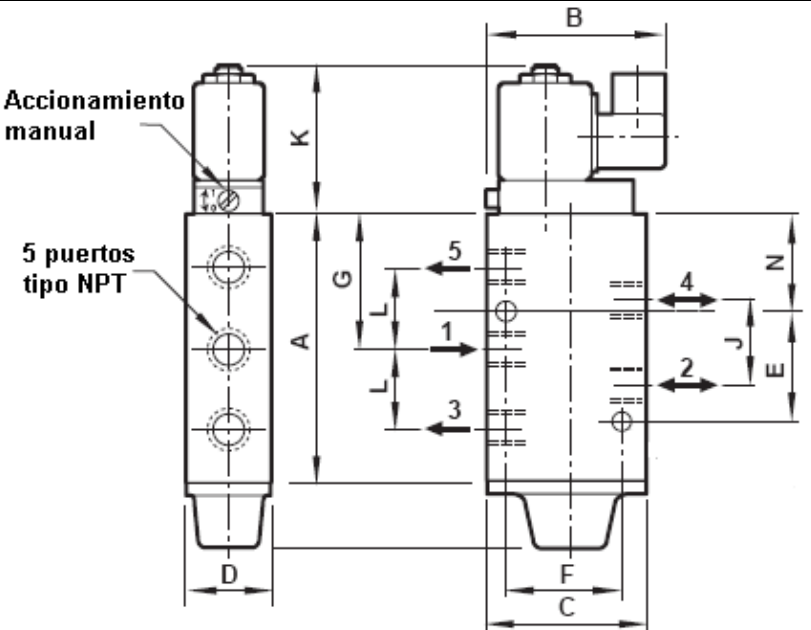
<p>Dimensiones de la válvula con el solenoide:</p>	 <p>Dimensiones:</p> <table data-bbox="582 896 845 1209"> <tr> <td>A: 102</td> <td>G: 51</td> </tr> <tr> <td>B: 66</td> <td>J: 24</td> </tr> <tr> <td>C: 55</td> <td>K: 61</td> </tr> <tr> <td>D: 30</td> <td>L: 24</td> </tr> <tr> <td>E: 67</td> <td>M: 7</td> </tr> <tr> <td>F: 40</td> <td>N: 14</td> </tr> </table>	A: 102	G: 51	B: 66	J: 24	C: 55	K: 61	D: 30	L: 24	E: 67	M: 7	F: 40	N: 14
A: 102	G: 51												
B: 66	J: 24												
C: 55	K: 61												
D: 30	L: 24												
E: 67	M: 7												
F: 40	N: 14												

Tabla. 2. 15. Especificaciones de las válvulas de las electroválvulas

2.5.6. Sensores

Sensores inductivos para los motores de registro circular. Utilizados en:

- ZSL-102
- ZSH-102
- ZSL-302
- ZSH-302
- ZSL-402
- ZSH-402

De la misma manera que se requiere fines de carrera para el sistema de registro lateral, se debe limitar al registro circular, para ello se utilizan sensores inductivos.

Los sensores inductivos utilizados tienen las siguientes características:

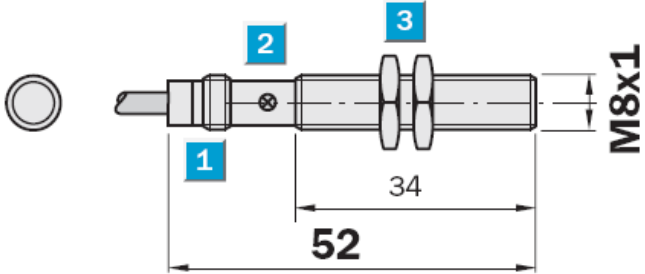
Eléctricas	
Voltaje de operación:	24 V DC
Voltaje limite de operación:	10 V DC (min.), 30 V DC (max.)
Corriente de salida:	200 mA (óhmica) / 100 mA (inductiva)
Histéresis máxima:	15%
Tipo de salida:	NPN
Tipo de conmutación:	Normalmente abierto (NO)
Frecuencia de operación:	400 Hz
Retraso luego de la activación:	30 ms
Activación de LED:	En presencia
Mecánicas	
Distancia de detección:	2 mm
Conector:	M8x1mm
Dimensiones:	 <p>1. Conector 2. LED 3. Tuercas</p>

Tabla. 2. 16. Especificaciones de los sensores inductivos

Debido a que es un sensor inductivo con salida de tipo NPN se la debe conectar de la siguiente manera:

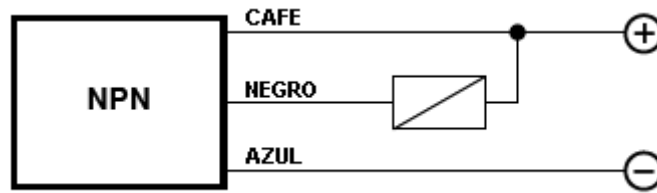


Figura. 2. 34. Conexión del sensor inductivo

Fin de carrera utilizado para los motores de registro lateral. Utilizados en:

- ZSL-101
- ZSH-101
- ZSL-103
- ZSH-103
- ZSL-201
- ZSH-201
- ZSL-203
- ZSH-203
- ZSL-301
- ZSH-301
- ZSL-303
- ZSH-303
- ZSL-401
- ZSH-401
- ZSL-403
- ZSH-403

Los fines de carrera utilizados son como el que se muestra a continuación:



Figura. 2. 35. Fin de carrera de 24VDC

Sus características son:

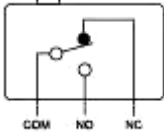
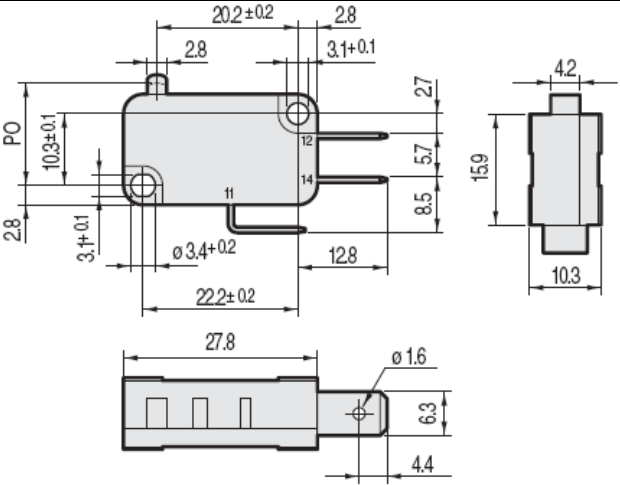
Corriente máxima:	5 A a 125VAC
Frecuencia de operación:	20 operaciones/min
Funcionamiento:	
Dimensiones (mm):	 <p>Numeración de los contactos:</p> <p>11 = Común (COM) 12 = Normalmente Cerrado (NC) 14 = Normalmente Abierto (NA)</p>

Tabla. 2. 17. Especificaciones de los fines de carrera para el registro lateral

Fin de carrera utilizado para los motores de registro circular. Utilizados en:

- ZSL-104
- ZSH-104
- ZSL-304
- ZSH-304
- ZSL-404
- ZSH-404

Los fines de carrera utilizados son como el que se muestra a continuación:



Figura. 2. 36. Fin de carrera a 110VAC

Sus características son:

Corriente máxima:	15 A a 125VAC
Frecuencia de operación:	20 operaciones/min
Funcionamiento:	
Dimensiones (mm):	<p>OP: Posición al activarse (Operating position) FP: Posición desactivado (Free position)</p>

Tabla. 2. 18. Especificaciones de los fines de carrera para el registro circular

2.5.7. Equipo

Tarjetas de control de motores DC. Estas tarjetas son las que permiten realizar el control de velocidad de los motores DC para la distribución de agua y de tinta.

Proveen alto torque y mediante el DIP switch que poseen se la puede calibrar para el funcionamiento de diferentes tipos de motores. Para realizar el control preciso de velocidad estas tarjetas utilizan la modulación por ancho de pulso (PWM).

Las especificaciones básicas de estas son:

Marca:	Bodine Electric
Modelo:	0780 VER BIEN MODELO
Entrada	
Voltaje de entrada:	115VAC±10%
Frecuencia:	50/60Hz
Fases:	1
Salida	
Voltaje de salida:	0 a 130 VDC ajustable
Máxima corriente de salida, continua:	1.25 A
Máxima corriente de salida, pico:	2.20 A
Temperatura de operación:	0°C a 40°C
Medios para ajuste de velocidad:	<ul style="list-style-type: none"> - Potenciómetro de 10kΩ - Señal aislada de 0-5VDC
Indicadores:	<ul style="list-style-type: none"> - LED Verde: Encendido - LED Rojo: Límite de corriente

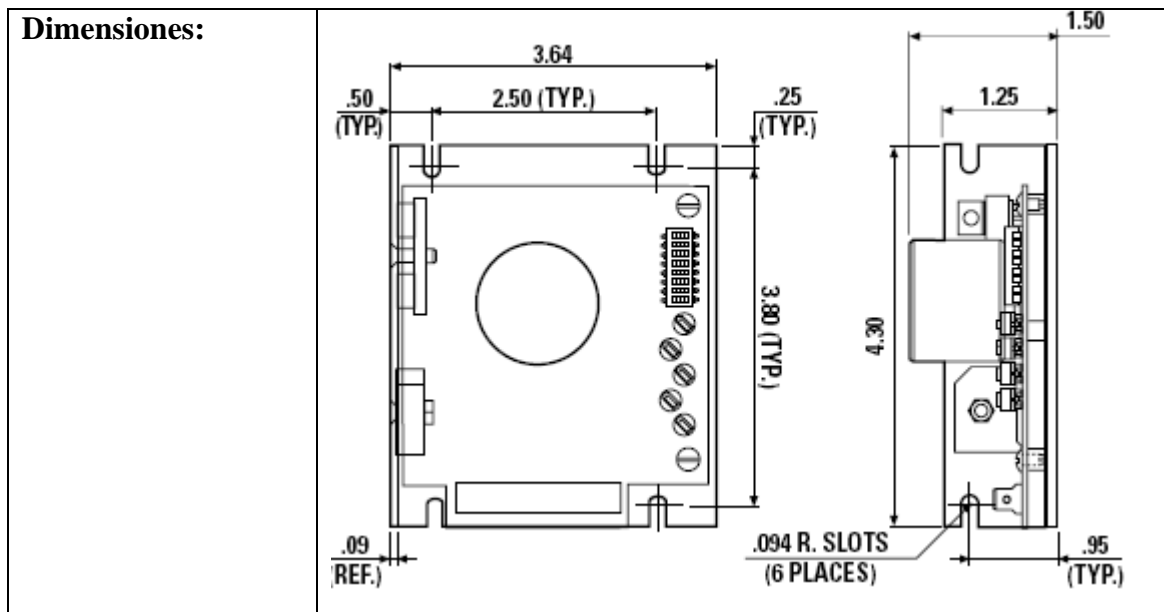


Tabla. 2. 19. Especificaciones de las tarjetas de control de los motores DC

Relés para funcionamiento de motores AC de registro. Los relés utilizados para activar los motores AC son nuevos relés de la serie RINT de Releco, los cuales son especialmente fabricados para funcionar directamente con los PLC debido a que tiene diodos freewheeling incorporados, por lo que las corrientes de la bobina del relé no afectarán a las salidas del PLC.

Además, no requieren de una polarización específica del voltaje para la activación de la bobina y el consumo de corriente es muy bajo. Esto es beneficioso para el módulo de salidas del PLC las cuales son salidas transistorizadas, que para su mejor funcionamiento no deben tener cargas que consuman corrientes superiores a las especificadas por el fabricante. Una importante ventaja es el reducido espacio que ocupan, ocupan casi el mismo ancho que una bornera.

A continuación se muestran sus características básicas:

Marca:	RELECO
Modelo:	RINT R1/UC24V
Entrada:	
Entrada sin polarida:	Si
Voltaje de operación:	24 VDC
Corriente absorbida:	7.1 mA
Salida:	
Voltaje máximo:	250 VAC
Corriente máxima:	6 A
Tiempo de operación:	5 ms
Tiempo de apertura:	2.5 ms
LED indicador de estado:	Si
Dimensiones:	

Tabla. 2. 20. Especificaciones de los relés que manejan los motores de registro

Relés para activación de electroválvulas. Estos relés van a utilizarse para la activación de las electroválvulas de cada uno de los sistemas de presiones. Es decir cada relé activa 8 solenoides de electroválvulas para cada sistema de presión a excepción del sistema de presión de papel ya que este relé solo activa 4 solenoides.

Según las especificaciones que se dieron anteriormente de las electroválvulas, cada solenoide consume 18VA pico (inrush), es decir a 110VAC consumirían 163mA. Por lo tanto, si cada relé activa 8 solenoides debe ser capaz de soportar una corriente pico de $163\text{mA} \times 8 = 1.31 \text{ A}$.

De acuerdo a este valor el relé a utilizarse tiene las siguientes características:

Marca:	RELECO
Modelo:	RINT R1/UC24V
Entrada:	
Entrada sin polarida:	Si
Voltaje de operación:	24 VDC
Corriente absorbida:	32 mA
Salida:	
Voltaje máximo:	250 VAC
Corriente máxima:	10 A
Tiempo de operación:	10 ms
Tiempo de apertura:	8 ms
LED indicador de estado:	Si
Dimensiones:	

Tabla. 2. 21. Especificaciones de los relés que manejan las electroválvulas

Contactores. Estos permiten la activación de las tarjetas de control de los motores DC para la distribución de agua y de tinta.

Para la selección del tipo de contactor que debe usarse se toma en cuenta la corriente de entrada máxima de las tarjetas de control, la cual es de 2.5A. Un contactor permite la activación de todas las tarjetas de control de los motores DC de alimentación de agua, por lo tanto este debe ser capaz de soportar $8 \times 2.5A = 20 A$.

Las características del contactor seleccionado son:

Marca:	MOELLER
Modelo:	DILLM12-10
Entrada	
Entrada sin polarida:	Si
Voltaje de operación:	24 VDC
Corriente absorbida:	150 mA
Salida	
Voltaje máximo:	115 VAC
Corriente máxima(continua):	20 A
Potencia máxima:	1 HP
Contactos auxiliares:	1 NO
Dimensiones:	

Tabla. 2. 22. Especificaciones de los contactores para protección de las tarjetas de control

2.6. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El sistema de control que se implementa sobre la máquina rotativa puede explicarse mediante un sistema piramidal jerárquico en el que se observan desde los instrumentos que permiten el sensamiento de las diferentes variables para llevar a cabo el control, hasta las acciones que realiza el operador sobre la rotativa.

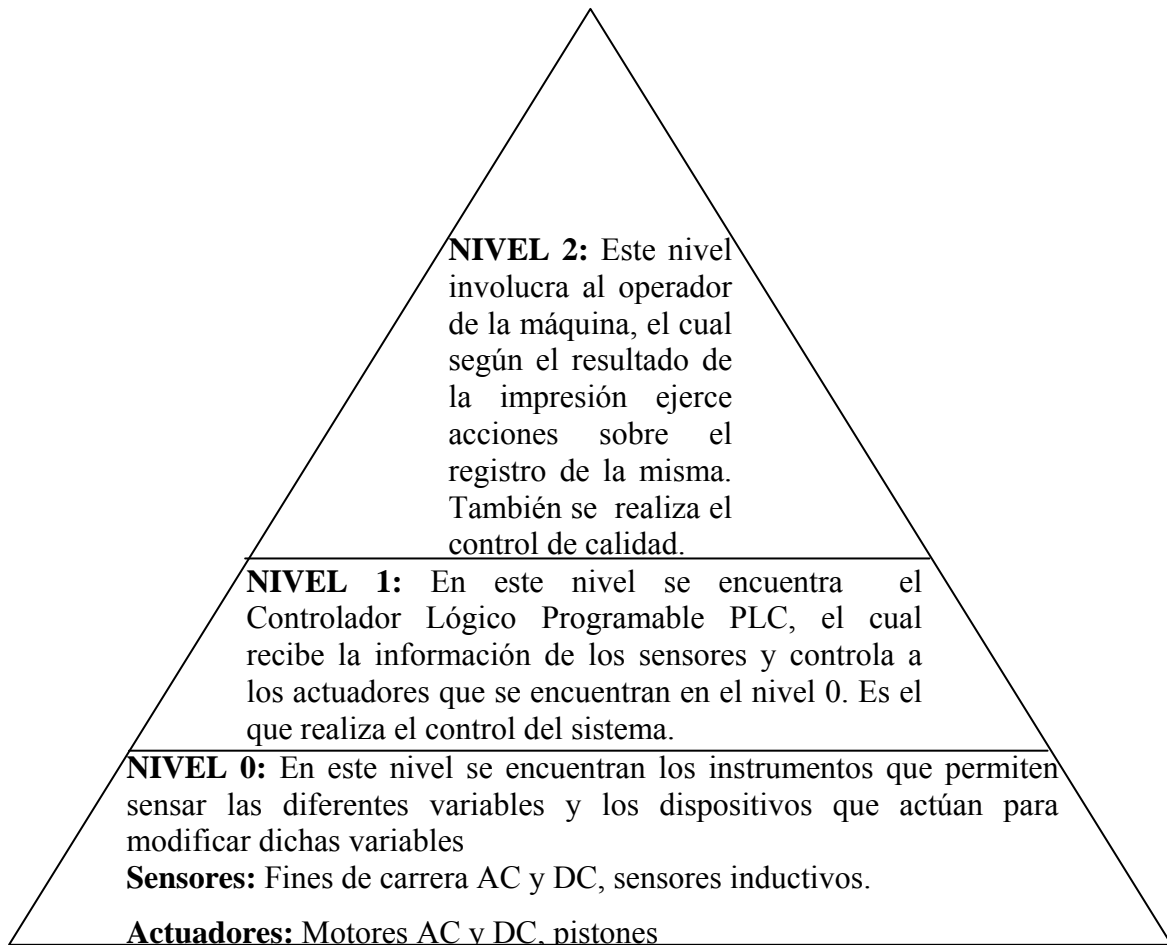


Figura. 2. 37. Niveles de Arquitectura del Sistema

El sistema de control a elaborarse es de poca complejidad, como puede verse en la pirámide. Para su funcionamiento se utilizan sensores los cuales enviarán la señal al PLC para que este lleve a cabo el control necesario sobre cada variable mediante actuadores, los cuales son motores AC y DC y pistones.

El sistema no requiere de interconexión con otras rotativas ni otros sistemas por lo que no se requiere de redes industriales ni de otros PLCs interconectados. Tampoco se requiere tener un control remoto del sistema ni monitoreo del mismo, este no es un sistema SCADA.

Debido a que la ubicación del panel principal de control es cercana a la rotativa y a la sencillez del sistema este no utiliza transmisores de señales sino que se usa cableado directo desde el panel de control hasta la máquina para la transmisión de señales de los sensores hacia el PLC y desde el PLC hacia los actuadores.

CAPITULO 3

INGENIERÍA DE DETALLE

3.1. DETALLE DE UBICACIÓN E INSTALACION DE SENSORES Y ACTUADORES

3.1.1. Diagramas de ubicación de sensores y actuadores

En esta sección se explicará en un primer lugar la ubicación de los actuadores y luego su instalación con sus respectivos sensores, cabe recalcar el hecho que la instalación y los mecanismos son puramente mecánicos por lo que no se entrará en mayores detalles.

La ubicación de los motores de registro se lo puede apreciar en el diagrama U-MR **DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS MOTORES DE REGISTRO** en el que se puede observar que los motores de registro lateral están ubicados en la parte delantera, uno en tiro y otro en retiro en cada unidad, por lo tanto en total se tiene 8 motores. Esto también puede observarse en la siguiente fotografía.

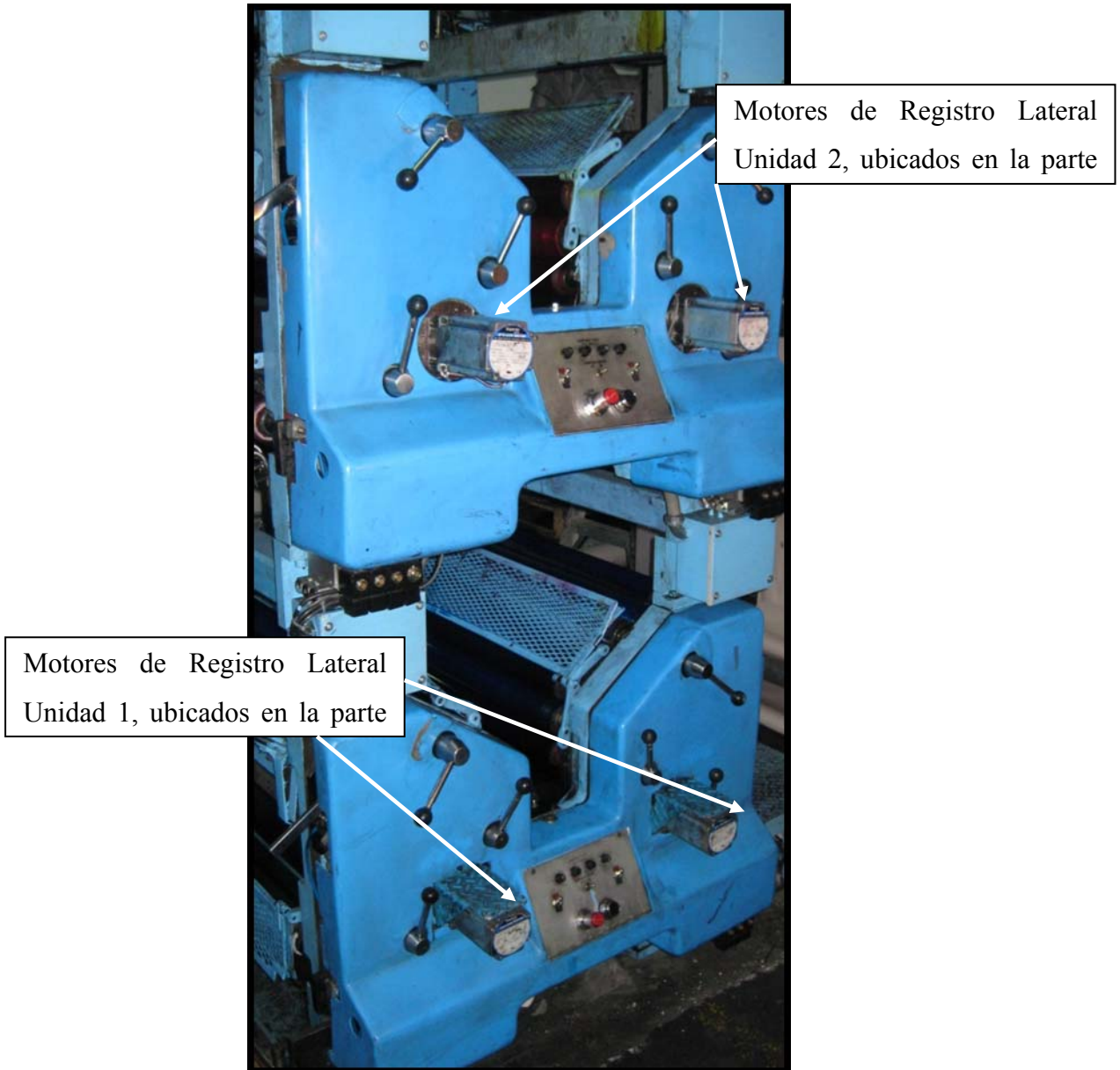


Figura. 3. 1. Fotografía de la rotativa con la distribución de los motores de registro lateral

Mientras que los motores de registro circular se los sitúa en la parte trasera de la máquina, en el tiro tienen un determinado mecanismo como se explicará más adelante en los Diagramas de Instalación, mientras que en retiro el movimiento requerido se transmite mediante bandas, por lo que para las unidades 3 y 4 se los ubica a los costados de la unidad 2. En total son 6 motores puesto que la unidad 2 no tiene registro circular.

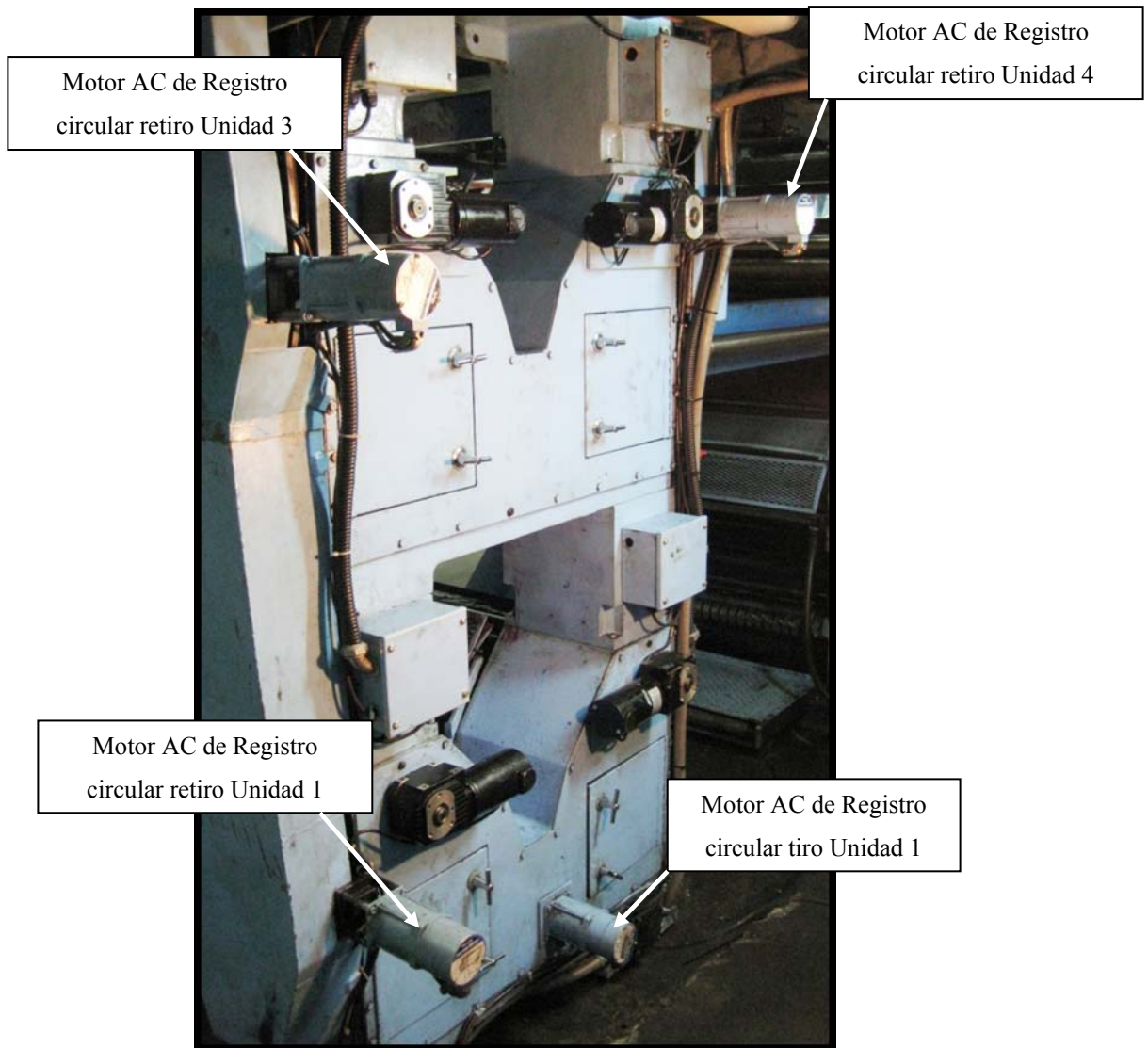


Figura. 3. 2. Fotografía de la rotativa con la distribución de los motores de registro circular

La ubicación de los motores de agua y tinta está presentada en el diagrama U-MA DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS MOTORES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y TINTA en donde se observa que los motores de agua están ubicados en la parte delantera e inferior de cada unidad, lo cual es lógico tomando en cuenta que los rodillos que transmiten el agua están ubicados en la parte inferior.



Figura. 3. 3. Fotografía de la ubicación de los motores de distribución de agua en la rotativa

Mientras que los motores de tinta están ubicados en la parte trasera superior de cada unidad. En cada unidad se tiene motores de agua y tinta tanto en tiro como en retiro por lo que en total se tienen 8 motores de agua y 8 motores de tinta.

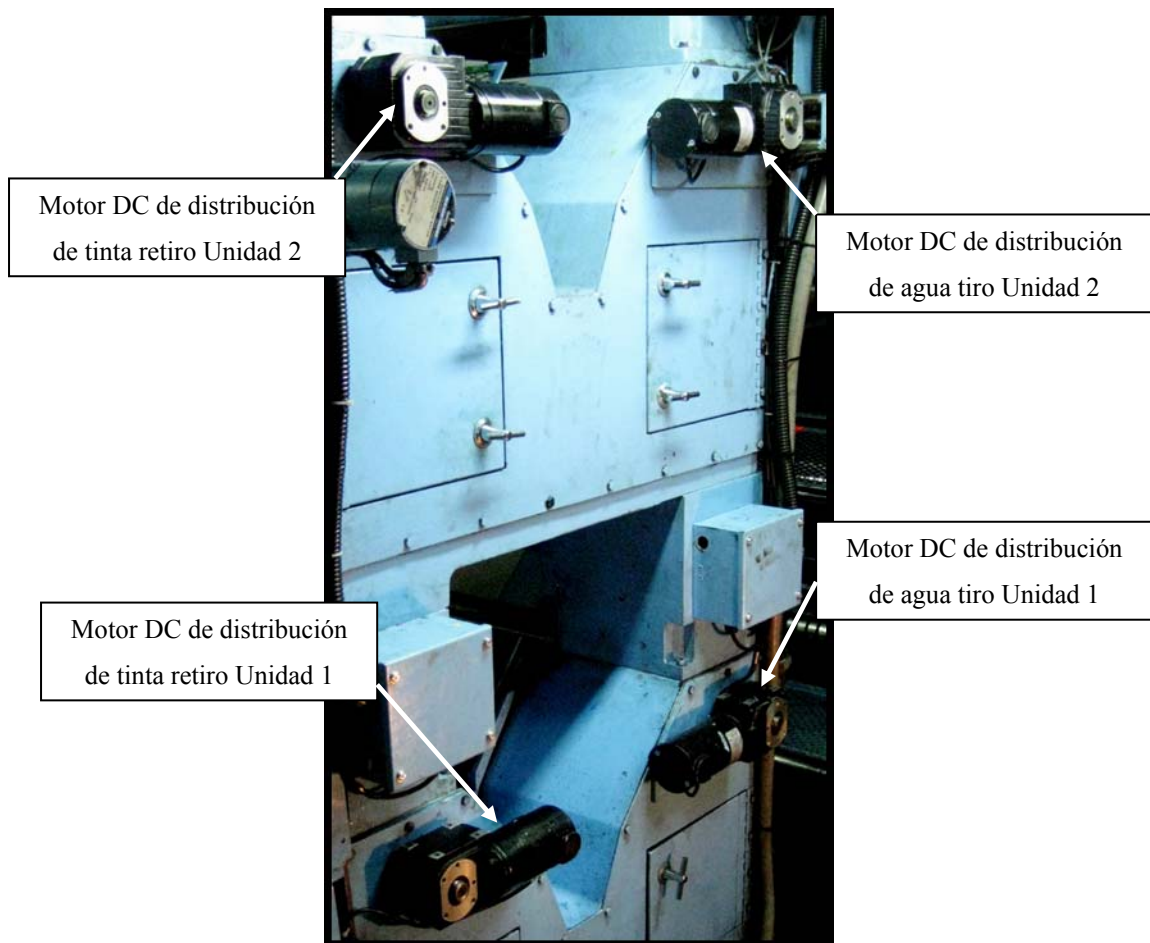


Figura. 3. 4. Fotografía de la ubicación de los motores de distribución de tinta en la rotativa

El diagrama U-N DIAGRAMA DE UBICACIÓN DEL SISTEMA NEUMÁTICO, muestra la ubicación de los pistones y las electroválvulas.

El sistema de presiones se lo ubica en la parte delantera de cada unidad, puesto que cuando la máquina era manual las palancas que activaban cada mecanismo se encontraban en la parte delantera. En cada unidad existe un pistón para la presión del papel, mientras que dos pistones que controlan el tomador de tinta o INK Feed, dador de tinta o INK Form y el agua, estos se encuentran tanto en tiro como en retiro.

Las electroválvulas están situadas en el lado correspondiente a cada pistón, es decir si un pistón activa el agua en tiro, su respectiva electroválvula también estará situada en tiro.

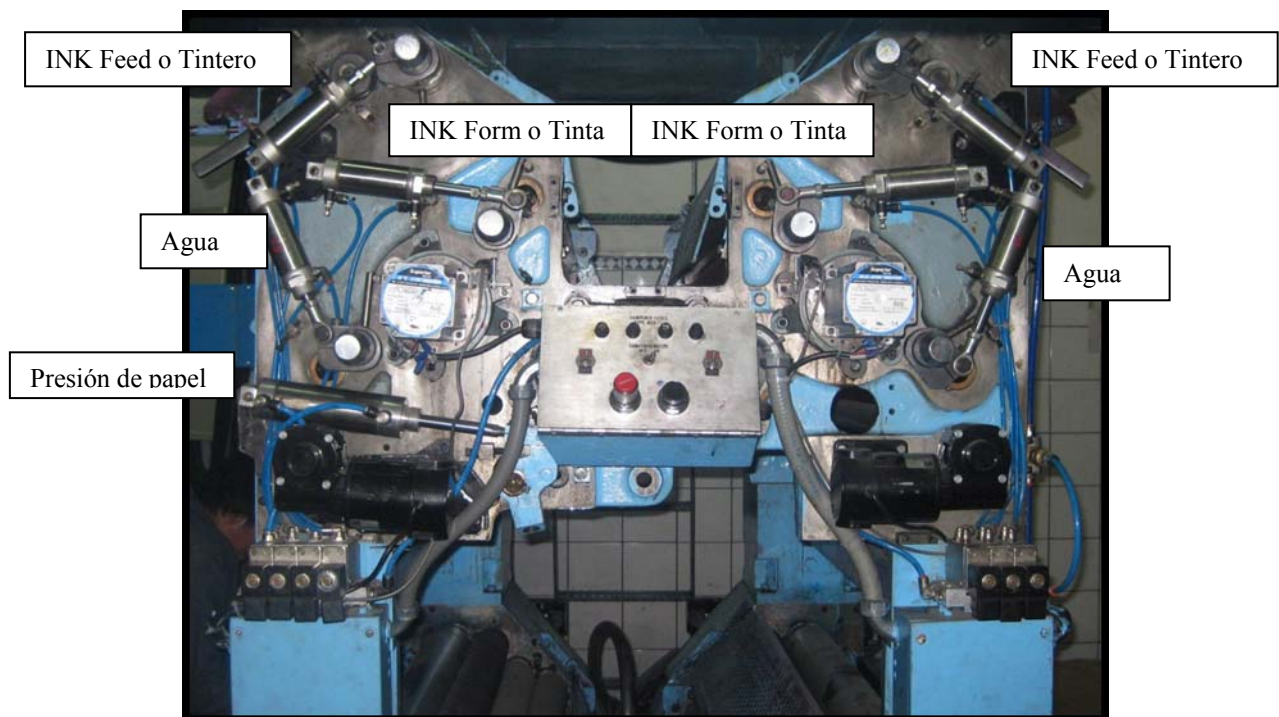


Figura. 3. 5. Fotografía de la distribución de los pistones y electroválvulas en la rotativa

En total se tienen 28 electroválvulas, puesto que existen 8 pistones de tomador de tinta, 8 pistones de dador de tinta, 8 pistones de agua y 4 pistones de impresión.

3.1.2. Instalación de actuadores y sensores

En los planos de instalación cabe recalcar que todas las piezas no están necesariamente a escala y algunos pueden variar a la realidad pero sirven para comprender el funcionamiento de los diferentes sistemas así como la ubicación de los sensores.

En el plano R-L REGISTRO LATERAL se puede observar el mecanismo de registro lateral. El motor en el eje tiene un sinfín, una pieza que funciona como tornillo, y en el portaplancha se tiene una tuerca que empata con el sinfín. Entonces, cuando gira el motor este desplaza al portaplancha como si tuviéramos el tornillo estable en la mano y lo hacemos girar, la tuerca se desplaza. Pero de la misma manera que un tornillo y una tuerca al ejercer mucha fuerza la tuerca se traba, este mecanismo puede trabarse por lo que se puso dos fines de carrera, con lo que se deja un rango de movimiento determinado, evitando el mantenimiento.

En el plano R-CT REGISTRO CIRCULAR AL LADO DE TIRO se observa el mecanismo de registro circular en el tiro. En este caso el motor hace girar un pequeño árbol transmisor que hace girar una pieza mecánica la cual esta enganchada a todo el eje del portaplancha, haciendo girar a todo el portaplancha circularmente.

De la misma manera que para el registro lateral se debe utilizar fines de carrera para evitar que la maquina se trabe, en este caso se utilizó sensores inductivos.

En el plano R-CR REGISTRO CIRCULAR AL LADO DE RETIRO se observa el mecanismo de registro circular en el retiro. Este mecanismo es una mezcla de los dos previamente explicados. En primer lugar el motor tiene en su eje un sinfín, el cual mueve a la estructura donde se encuentran las dos ruedas dentadas que guían a la banda. Al desplazar estas ruedas dentadas la banda transmite ese movimiento a una rueda dentada

ubicada en la unidad a moverse el registro. A su vez esta última rueda dentada, mediante otro mecanismo indicado en el plano, transmite el movimiento al eje del portaplancha logrando así su movimiento para controlar el registro circular. Los fines de carrera utilizados son del tipo mini-interruptor a 110VAC, ampliamente utilizados en la industria.

Finalmente, el plano P-SN INSTALACIÓN DE PISTONES PARA SISTEMA DE PRESIONES muestra cómo funciona el sistema neumático. Entre el pistón y el mecanismo anterior a la automatización se añadió una pieza que permite el movimiento del sistema tal como si una persona estuviese accionando manualmente esta presión. Al activar el pistón, mediante la electroválvula, esto produce un desplazamiento de los rodillos, con lo que en el caso del agua y el dador y tomador de tinta se transmite sea el agua o la tinta y en el caso de la presión de papel se ejerce una fuerza con la que se transmite al papel el agua y la tinta.

3.2. DIAGRAMAS DE CONEXIÓN Y MONTAJE

3.2.1. Diagramas de conexión

Los diagramas de conexión se los dividirá en diagramas de control y los de potencia, los de control generalmente se refieren a las salidas y entradas del PLC y las bobinas de los relés, mientras que los diagramas de potencia se refieren a los contactos de los relés y los actuadores.

Motores de registro. Los motores de registro son motores AC que deben girar hacia los 2 sentidos según las necesidades, para lograr esto se utiliza los diagrama mostrados en los planos R-U1 DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA EL REGISTRO DE LA UNIDAD 1, R-U2 DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA EL REGISTRO DE LA UNIDAD 2, R-U3 DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA EL REGISTRO DE LA UNIDAD 3 Y R-U4 DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA EL REGISTRO DE LA UNIDAD 4 . Algunos motores tienen

integrado el capacitor y resistencia necesarios para su funcionamiento mientras que otros tienen que ser conectados como se muestra en los diagramas.

Para cada motor se utilizan 2 relés nombrados con la terminación A y B, los cuales corresponden al sentido de motor, por ejemplo para los motores de registro lateral, si se quiere llevar al portaplancha hacia operador se debe activar el relé A, mientras que para llevarlo hacia transmisión se debería activar el relé B correspondiente.

El control de los relés se lo realiza con el PLC, el mismo que previene el accionamiento de los dos relés correspondientes a un motor al mismo tiempo, evitando el daño del motor.

Como ya se mencionó en la sección 2.5. los relés utilizados son especialmente fabricados para ser accionados por salidas de tipo transistor de PLC por lo que la bobina no consume corriente excesiva y tiene incorporado un diodo de realimentación para que en el apagado la corriente de la bobina no dañe al transistor.

Para activar los motores de registro se utilizan pulsadores los cuales se conectan a un módulo de entradas del PLC como se puede observar en el plano I-R ENTRADAS AL PLC DE LOS BOTONES DE REGISTRO.

Motores de agua y tinta. El control de los motores de agua y tinta se los puede realizar tanto manualmente con potenciómetros o automáticamente con las salidas análogas del PLC.

Los motores DC se conectan a la tarjeta directamente como se muestra en los planos D-MAA DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA LOS MOTORES DE

DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y D-MAT DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA LOS MOTORES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA.

Las tarjetas son protegidas por fusibles y funcionan con 110V AC como se muestra en el plano D-AMA DIAGRAMA DE ENERGIA DE LAS TARJETAS DE CONTROL DE MOTORES DC.

Presiones. Para el sistema de presiones se utilizó relés que son activados con las salidas a relé del PLC como puede observarse en el plano D-N DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA EL SISTEMA NEUMÁTICO. Adicionalmente, se presenta el plano de conexión neumática D-SN DIAGRAMA DEL SISTEMA NEUMÁTICO.

Adicionalmente, los sistemas de presión de agua, tintero y tinta pueden ser activados y desactivados manualmente por lo que cada unidad, tanto en tiro como en retiro tienen interruptores los cuales activan o desactivan las electroválvulas de los tres sistemas al mismo tiempo sin importar el estado del relé correspondiente.

La activación de los pistones y de los motores de agua y de tinta se hace mediante pulsadores ubicados en el panel de presiones, la señal de estos pulsadores va a un módulo de entradas del PLC como se muestra en el plano I-FC1-PB ENTRADAS AL PLC DE LOS FINES DE CARRERA, BOTONES DE PRESIÓN Y DE ACTIVACIÓN DE MOTORES DE AGUA Y TINTA.

3.2.2. Diagramas de montaje

En los diagramas de montaje se muestra los elementos con sus dimensiones reales tal y como están instalados en el panel principal, el panel de principal de control y las cajas de revisión.

Para la distribución del panel principal se tomo en cuenta el orden de cada unidad, las tarjetas de control de los motores DC están divididas en dos columnas, la primera es de agua y la segunda de tinta, cada unidad está organizada de arriba hacia abajo de unidad 1 hasta unidad 4 comenzando por tiro y luego retiro.

Tanto las borneras donde se conectan los fines de carrera como los relés que comandan los motores de registro están organizados por unidad y en el siguiente orden: lateral tiro, lateral retiro, circular tiro y circular retiro, esto coincide también con el orden de las entradas del PLC.

En lo que se refiere a la organización general del panel, los breakers y portafusibles se encuentran en la parte inferior, el PLC en la parte superior y en la parte central borneras y relés. Esta distribución mencionada puede verse en el plano D-PP DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DEL PANEL PRINCIPAL.

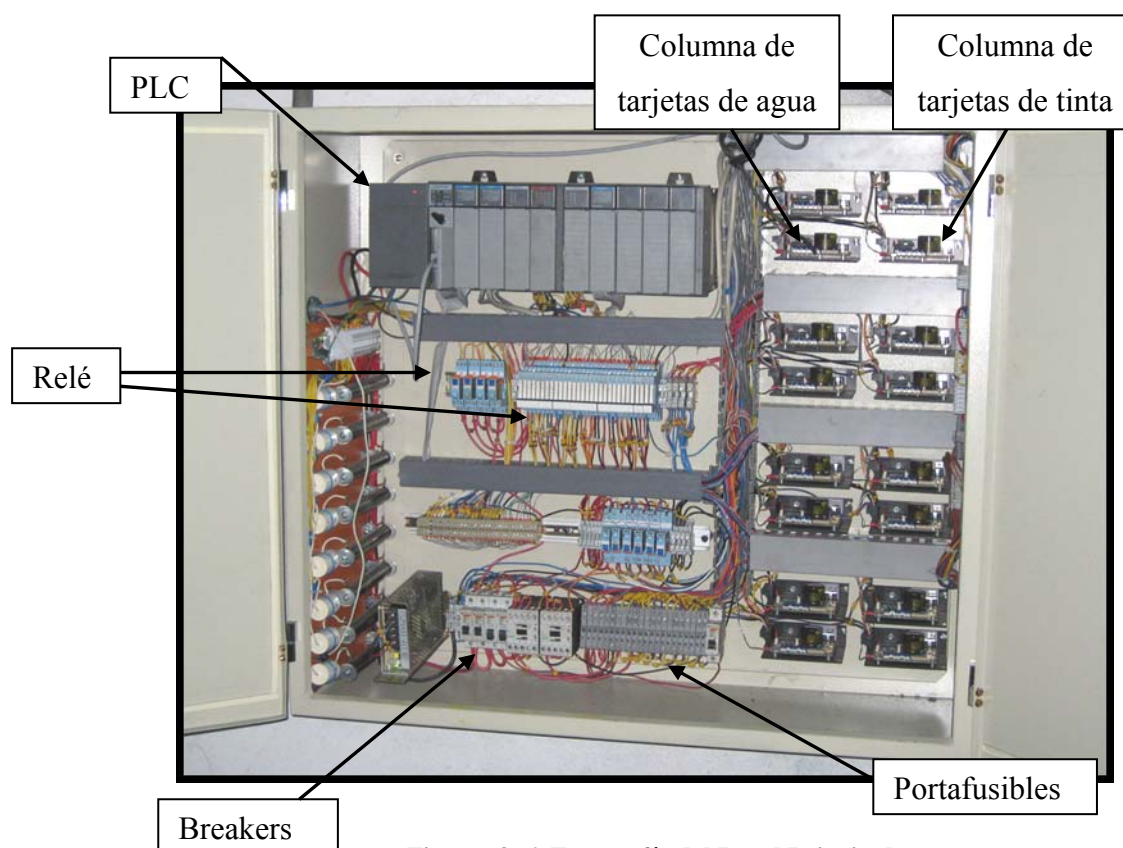


Figura. 3. 6. Fotografía del Panel Principal

En lo que se refiere a las cajas de revisión se las ubicó como se muestra en el plano U-CR DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LAS CAJAS DE REVISIÓN, según la cercanía de los sensores y actuadores se los conecta en su respectiva caja de revisión con borneras las mismas que se conectan con el panel principal.

En los diagramas D-B1 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE BORNERAS DE LA UNIDAD 1 correspondiente a la unidad 1, D-B2 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE BORNERAS DE LA UNIDAD 2 correspondiente a la unidad 2, D-B3 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE BORNERAS DE LA UNIDAD 3 correspondiente a la unidad 3 y D-B4 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE BORNERAS DE LA UNIDAD 4 correspondiente a la unidad 4, se muestra como están distribuidas las borneras en las diferentes cajas de revisión. En las siguientes fotografías se muestra como fue el proceso de conexión de una de estas cajas de revisión.

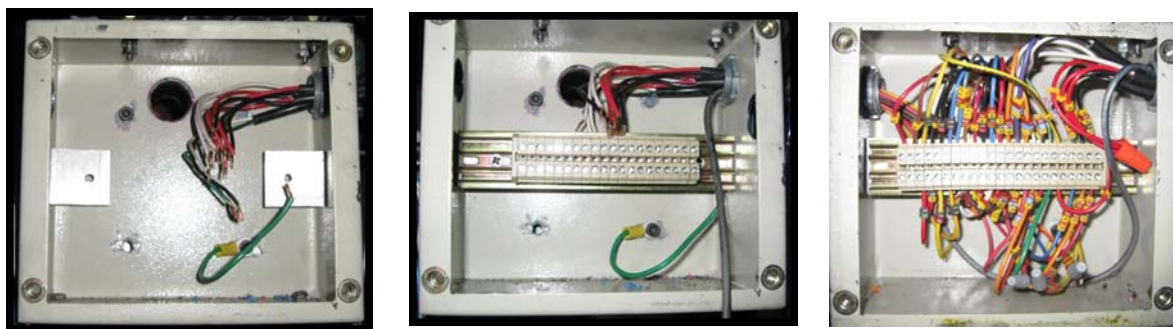


Figura. 3. 7. Fotografía del proceso de conexión de las borneras de una caja de revisión

En lo que se refiere al panel de control donde está localizada la HMI, se ubicó los diferentes componentes como se muestra en el plano D-PC DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DEL PANEL DE CONTROL. A continuación se muestra una fotografía del panel de control.

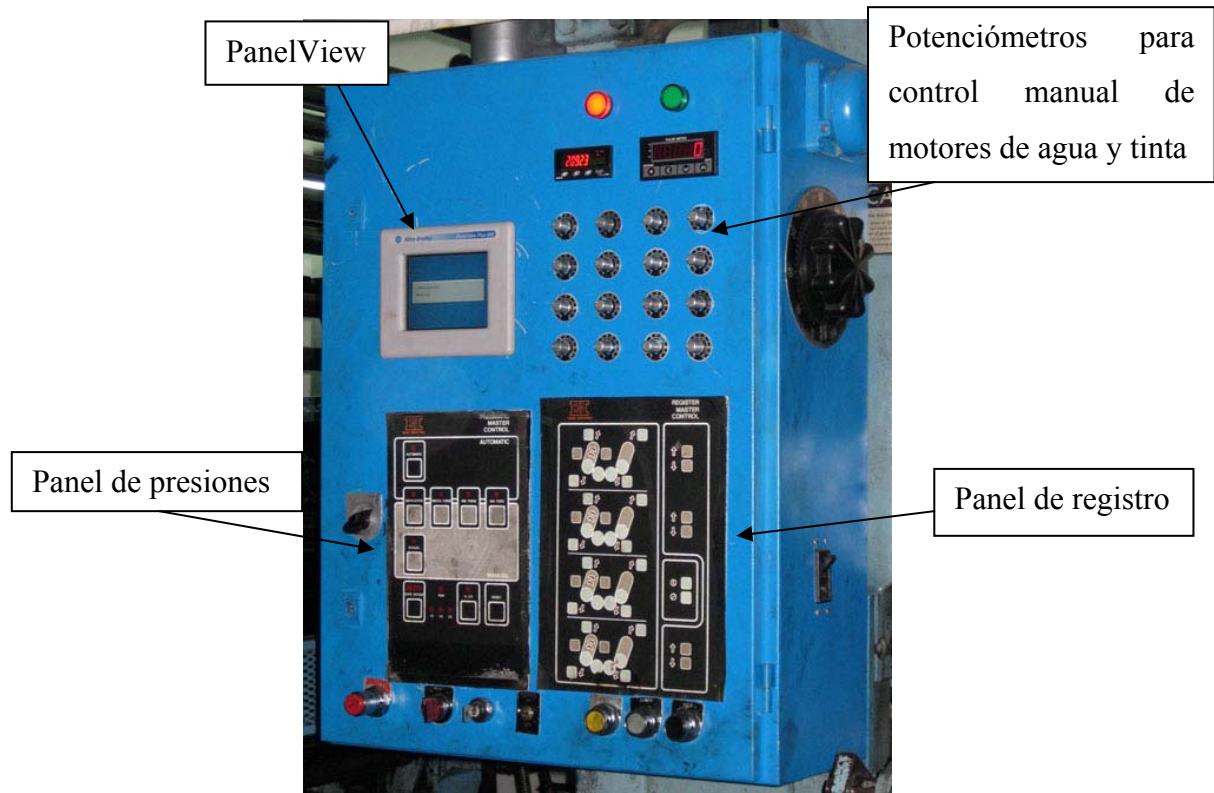


Figura. 3. 8. Fotografía del Panel Principal de Control

3.3. LOGICA DE CONTROL

A continuación se explicara la lógica de control de cada uno de los procesos utilizados en la automatización de la máquina rotativa mediante diagramas de flujo, acompañados con una breve explicación del mismo.

3.3.1. Diagrama lógico del sistema de Registro

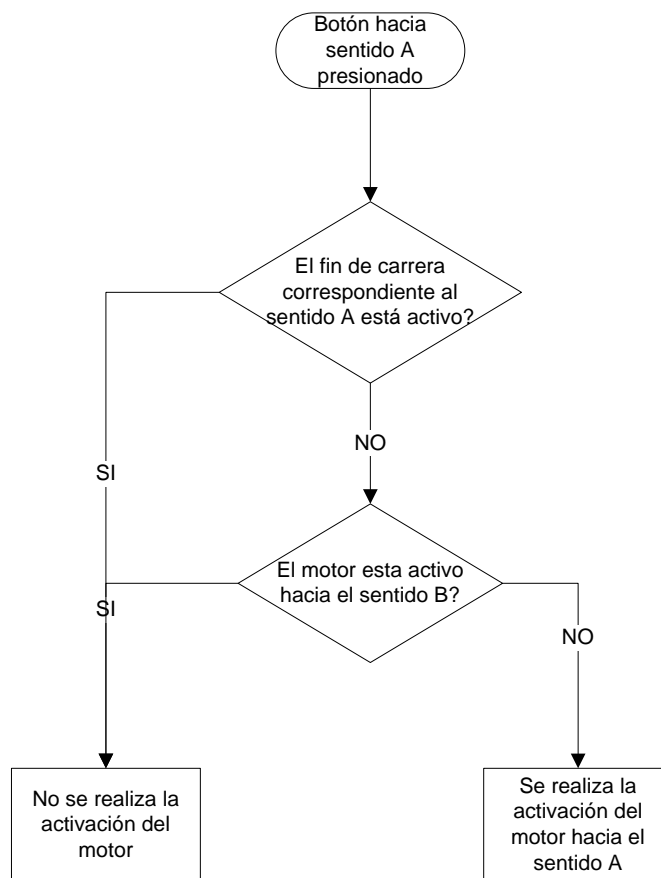


Figura. 3. 9. Diagrama lógico del sistema de registro

- El operador presiona en el panel de registro un botón para realizar el desplazamiento hacia el sentido A.
- Si el fin de carrera correspondiente al sentido A está activado, entonces no se realizará la activación del motor hacia el sentido A.

- Si el motor está activo hacia el sentido B, entonces no se realizará la activación del motor hacia el sentido A.
- Caso contrario, se realizará el movimiento del motor hacia sentido A mientras el operador tenga presionado el pulsador.

3.3.2. Diagrama lógico del sistema de Presiones en modo Manual:

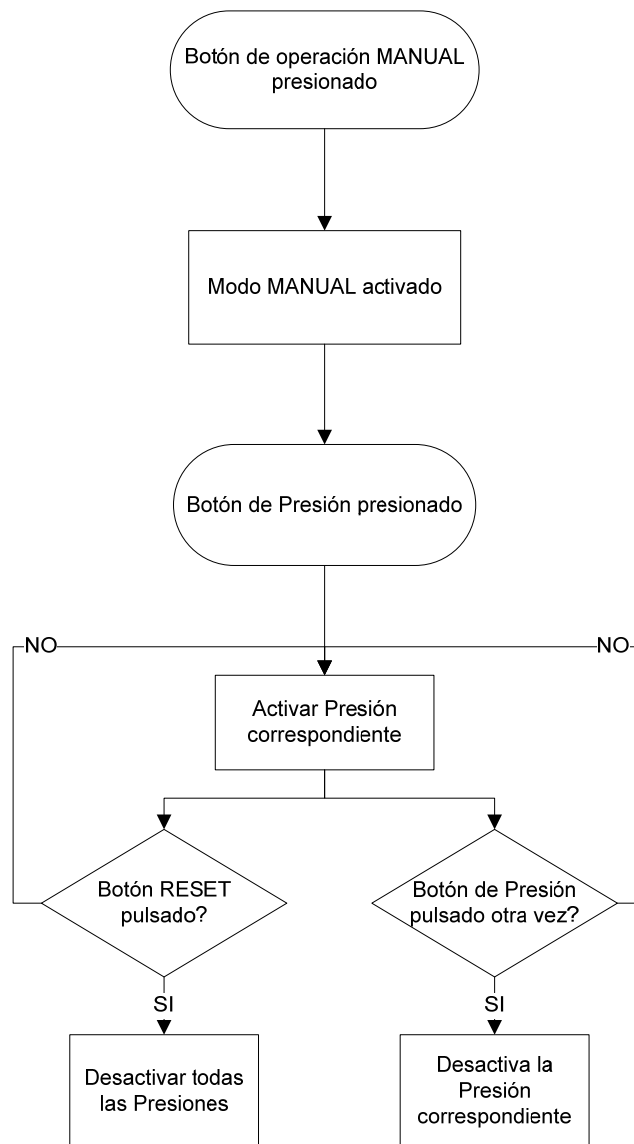


Figura. 3. 10. Diagrama lógico del sistema de presiones en modo manual

-
- El operador presiona en el panel de presiones el botón para activar el modo MANUAL.
 - El operador presiona el botón correspondiente a la presión que desea activar (Agua, Presión de papel, INK FEED o INK FORM).
 - Se activa la presión correspondiente.
 - Si el operador presiona nuevamente el botón de la presión activada, esta se desactiva.
 - Si el operador presiona el botón de RESET, se desactivan todas las presiones activadas hasta ese momento.

3.3.3. Diagrama lógico del sistema de Presiones en modo Automático:

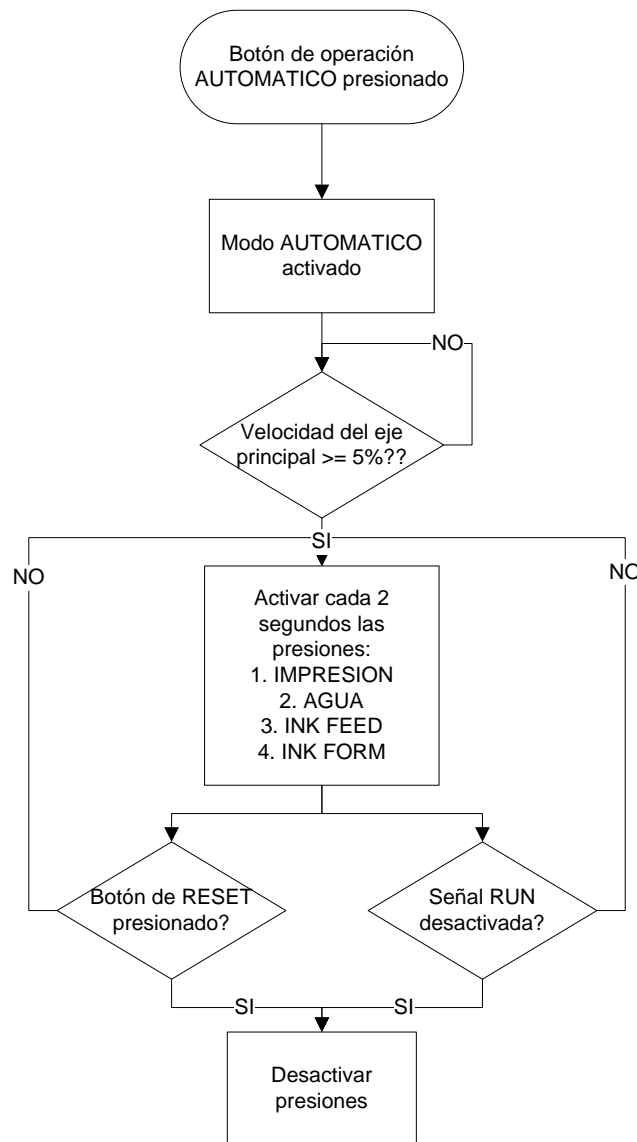


Figura. 3. 11. Diagrama lógico del sistema de presiones en modo automático

- El operador presiona en el panel de presiones el botón para activar el modo AUTOMÁTICO.
- Se activa el modo AUTOMÁTICO.
- Si la velocidad del eje principal supera el 5% de la velocidad máxima, se activan secuencialmente, cada 2 segundos, las presiones en el siguiente orden:
 - Impresión
 - Agua
 - Ink Feed

- Ink Form

- Si el operador presiona el botón de RESET, se desactivan todas las presiones.
- Si la señal de RUN (señal que indica movimiento del eje principal) se desactiva, se desactivan todas las presiones.

3.3.4. Diagrama lógico de los motores de distribución de agua y tinta en modo MANUAL:

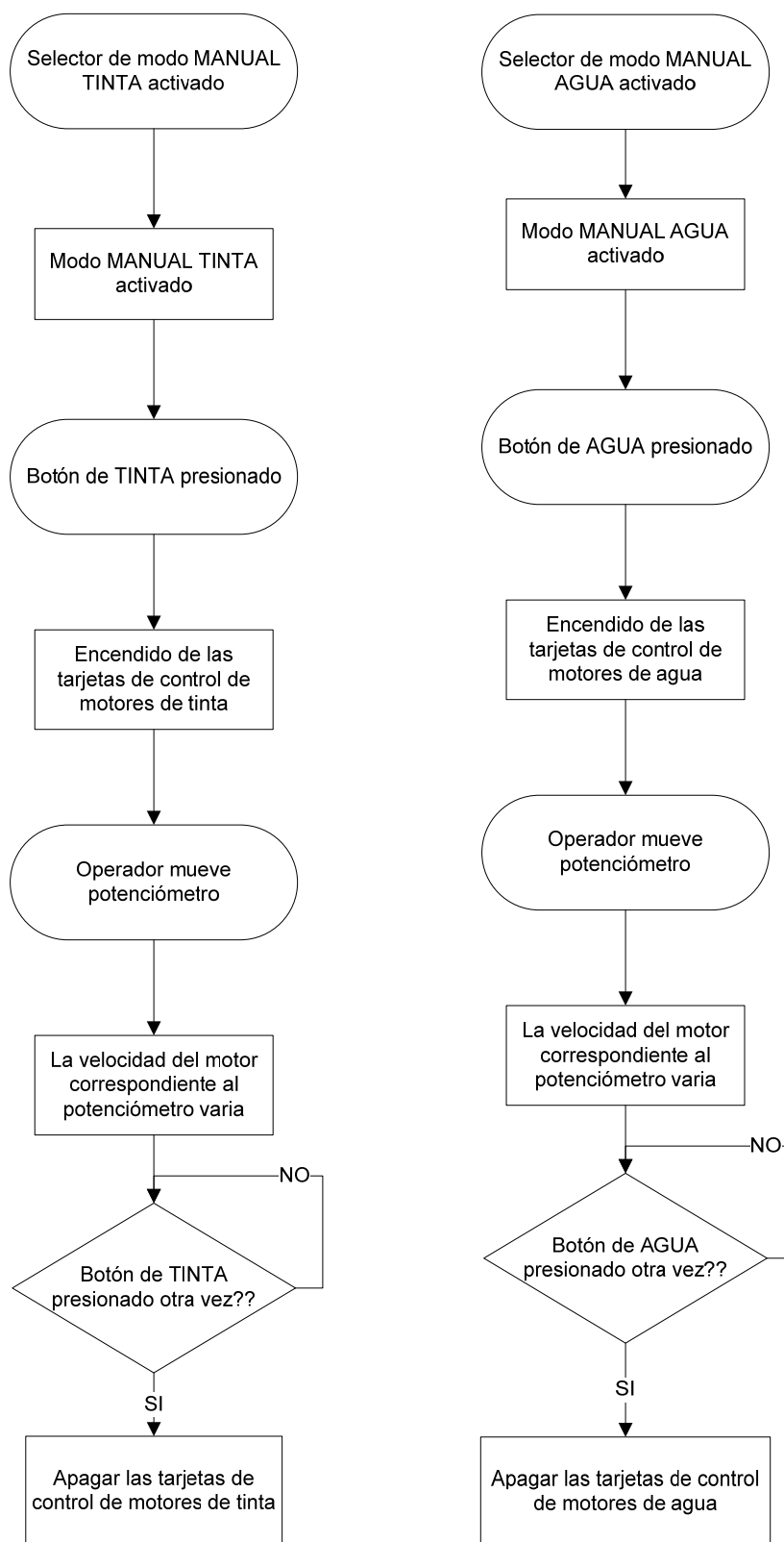


Figura. 3. 12. Diagrama lógico de los motores de distribución de agua y tinta en modo manual

- El operador activa mediante un selector el modo MANUAL TINTA.
- Se activa el modo MANUAL TINTA.
- El operador presiona el botón de TINTA en el panel principal de control.
- Se activan las tarjetas de control de los motores DC de Tinta.
- Mediante los potenciómetros el operador puede controlar la velocidad de cada uno de los motores de tinta.
- Si el operador presiona el botón de TINTA nuevamente se apagan las tarjetas de control.
- Para los motores de AGUA se realiza el mismo procedimiento.

3.3.5. Diagrama lógico de motores de distribución de agua y tinta en modo AUTOMATICO:

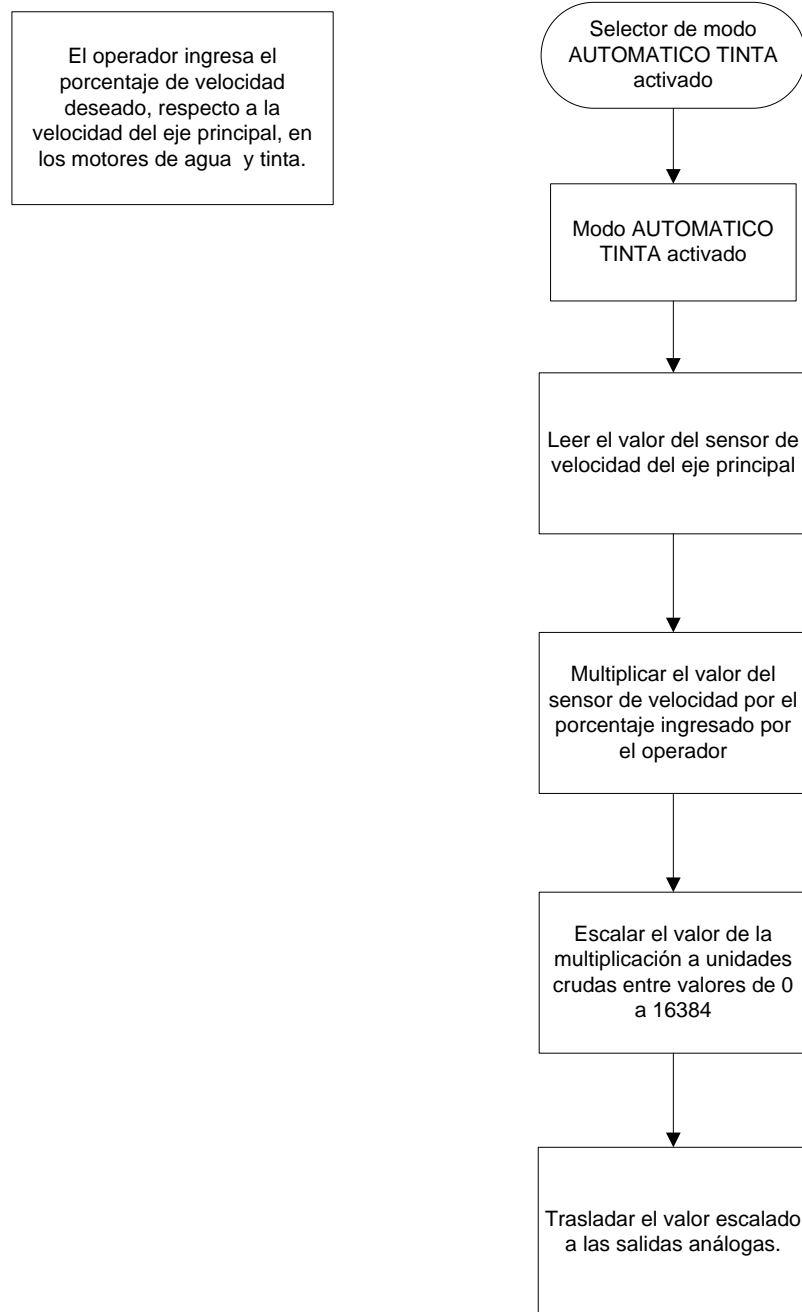


Figura. 3. 13. Diagrama lógico de motores de distribución de agua y tinta en modo automático

Antes de iniciar este proceso será necesario que el operador ingrese el porcentaje de velocidad deseado para el movimiento de los motores respecto a la velocidad del eje principal.

- El operador activa mediante un selector el modo AUTOMATICO TINTA, activando el mismo.
- Por medio del PLC, leer el valor del sensor de velocidad del eje principal.
- El valor de la velocidad del eje principal se multiplicará por el valor del porcentaje de velocidad deseado por el procesador.
- El resultado de la multiplicación se escalará a unidades crudas entre 0 a 16384.
- Se traslada el valor escalado a las salidas análogas que permiten la variación de la velocidad de los motores DC de tinta o agua mediante las tarjetas de control.

3.3.6. Diagrama lógico de la función de centrado de motores de registro

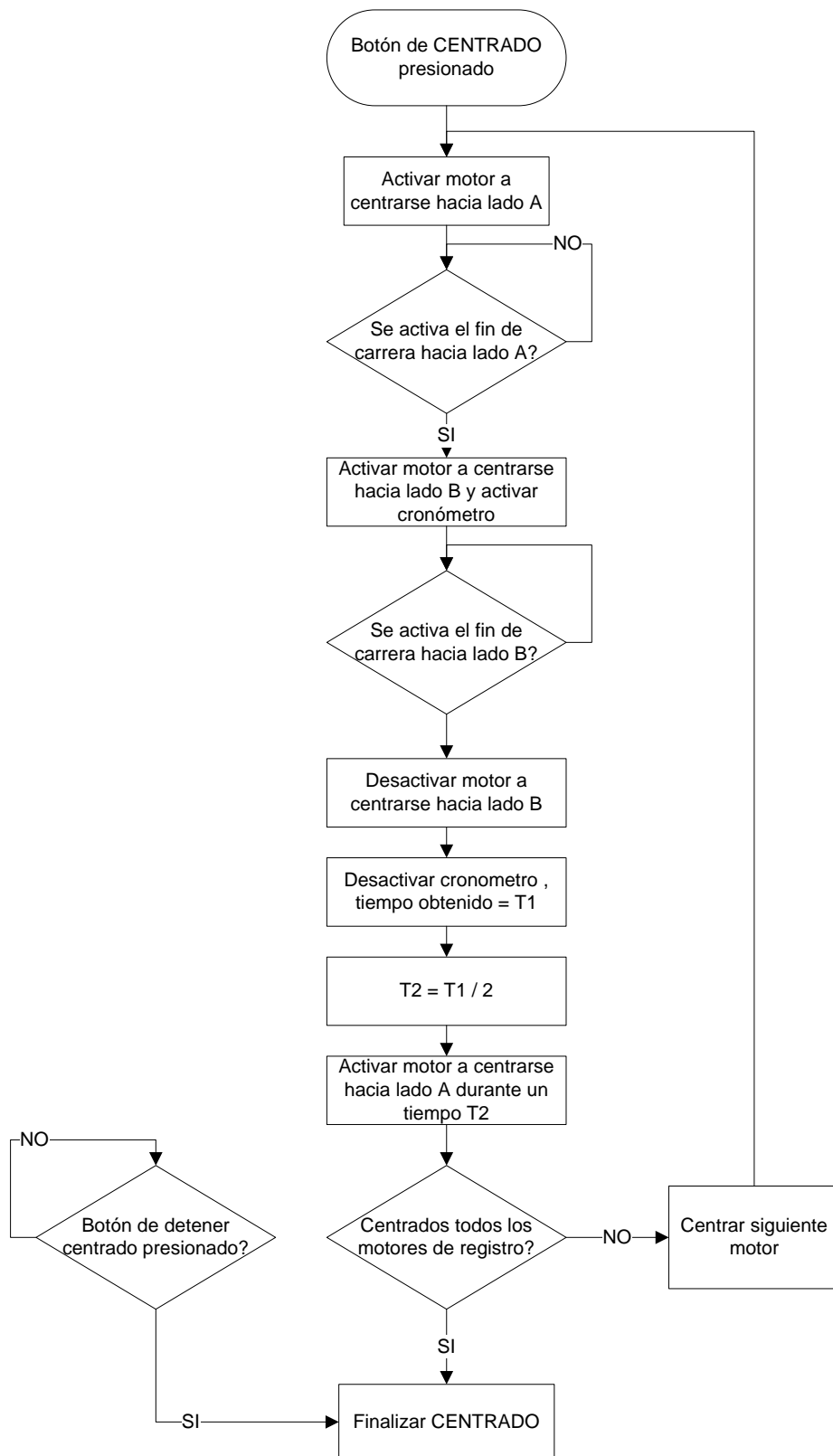


Figura. 3. 14. Diagrama lógico de la función Centrado

- El operador presiona el botón de CENTRADO que se encuentra en el panel de registro.
- El primer motor (motor de registro lateral tiro unidad 1) se activa hacia el lado A.
- Cuando activa el fin de carrera hacia el lado A, el motor cambia de movimiento y empieza a moverse hacia el lado B. Al mismo tiempo se activa un cronómetro.
- Cuando el motor llega al fin de carrera del lado B, se detiene el movimiento del motor hacia este lado y se finaliza la cuenta del cronómetro.
- El tiempo cronometrado (T1) se divide para 2 (T2).
- Se activa el movimiento del motor hacia el lado A durante un tiempo T2.
- Una vez concluido este ciclo se centran de la misma manera los demás motores.
- En cualquier momento durante el proceso el operador puede presionar el botón de DETENER CENTRADO, deteniendo el centrado de los motores.

3.3.7. Variables utilizadas en la programación del PLC

En programa del PLC se encuentra en la sección de ANEXOS. Cabe recalcar que se encuentra la programación del PLC que actualmente se encuentra en la máquina y pero también se realizó el programa que se tendría que agregar para la automatización de los motores de agua y tinta, mediante salidas análogas.

Dentro del programa se utilizan diferentes entradas y salidas que a continuación se muestran en las siguientes tablas en donde se refiere a la entrada del PLC, al sensor o actuador que se acciona que corresponde a la columna TAG y su respectiva descripción.

ENTRADA	TAG	DESCRIPCION
I1.1/0	ZSH_101	Fin de carrera, registro lateral, operador, Tiro, Unidad: 1
I1.1/1	ZSL_101	Fin de carrera, registro lateral, transmisión, Tiro, Unidad: 1
I1.1/2	ZSH_103	Fin de carrera, registro lateral, operador, Retiro, Unidad: 1
I1.1/3	ZSL_103	Fin de carrera, registro lateral, transmisión, Retiro,

		Unidad: 1
I1.1/4	ZSH_102	Fin de carrera, registro circular, horario, Tiro, Unidad: 1
I1.1/5	ZSL_102	Fin de carrera, registro circular, antihorario, Tiro, Unidad: 1
I1.1/6	ZSH_201	Fin de carrera, registro lateral, operador, Tiro, Unidad: 2
I1.1/7	ZSL_201	Fin de carrera, registro lateral, transmisión, Tiro, Unidad: 2
I1.1/8	ZSH_203	Fin de carrera, registro lateral, operador, Retiro, Unidad: 2
I1.1/9	ZSL_203	Fin de carrera, registro lateral, transmisión, Retiro, Unidad: 2
I1.1/10	ZSH_301	Fin de carrera, registro lateral, operador, Tiro, Unidad: 3
I1.1/11	ZSL_301	Fin de carrera, registro lateral, transmisión, Tiro, Unidad: 3
I1.1/12	ZSH_303	Fin de carrera, registro lateral, operador, Retiro, Unidad: 3
I1.1/13	ZSL_303	Fin de carrera, registro lateral, transmisión, Retiro, Unidad: 3
I1.1/14	ZSH_302	Fin de carrera, registro circular, horario, Tiro, Unidad: 3
I1.1/15	ZSL_302	Fin de carrera, registro circular, antihorario, Tiro, Unidad: 3
I1.1/16	ZSH_401	Fin de carrera, registro lateral, operador, Tiro, Unidad: 4
I1.1/17	ZSL_401	Fin de carrera, registro lateral, transmisión, Tiro, Unidad: 4
I1.1/18	ZSH_403	Fin de carrera, registro lateral, operador, Retiro, Unidad: 4
I1.1/19	ZSL_403	Fin de carrera, registro lateral, transmisión, Retiro, Unidad: 4
I1.1/20	ZSH_402	Fin de carrera, registro circular, horario, Tiro, Unidad: 4
I1.1/21	ZSL_402	Fin de carrera, registro circular, antihorario, Tiro, Unidad: 4
I1.1/22	PB_MANUAL	Botón activa modo manual del sistema de presiones
I1.1/23	PB_AUTO	Botón activa modo automático del sistema de presiones
I1.1/24	HS_1	Botón activa presión de impresión
I1.1/25	HS_2	Botón activa presión de agua
I1.1/26	HS_3	Botón activa presión de tinta
I1.1/27	HS_4	Botón activa presión de tintero
I1.1/28	PB_MOT_AGUA	Botón activa motores de agua
I1.1/29	PB_MOT_TINTA	Botón activa motores de tinta
I1.1/30	PB_RESET	Botón desactiva todo el sistema de presiones

Tabla. 3. 1. Entradas del módulo 1: fines de carrera y botones de activación

ENTRADA	TAG	DESCRIPCION
I1.2/0	HS_101_A	Botón para registro lateral, hacia operador, Tiro, Unidad: 1
I1.2/1	HS_101_B	Botón para registro lateral, hacia transmisión, Tiro, Unidad: 1
I1.2/2	HS_103_A	Botón para registro lateral, hacia operador, Retiro, Unidad: 1
I1.2/3	HS_103_B	Botón para registro lateral, hacia transmisión, Retiro, Unidad: 1
I1.2/4	HS_102_A	Botón para registro circular, sentido horario, Tiro, Unidad: 1
I1.2/5	HS_102_B	Botón para registro circular, sentido antihorario , Tiro, Unidad: 1
I1.2/6	HS_104_A	Botón para registro circular, sentido horario , Retiro, Unidad: 1
I1.2/7	HS_104_B	Botón para registro circular, sentido antihorario , Retiro, Unidad: 1
I1.2/8	HS_201_A	Botón para registro lateral, hacia operador, Tiro, Unidad: 2
I1.2/9	HS_201_B	Botón para registro lateral, hacia transmisión, Tiro, Unidad: 2
I1.2/10	HS_203_A	Botón para registro lateral, hacia operador, Retiro, Unidad: 2
I1.2/11	HS_203_B	Botón para registro lateral, hacia transmisión, Retiro, Unidad: 2
I1.2/12	HS_301_A	Botón para registro lateral, hacia operador, Tiro, Unidad: 3
I1.2/13	HS_301_B	Botón para registro lateral, hacia transmisión, Tiro, Unidad: 3
I1.2/14	HS_303_A	Botón para registro lateral, hacia operador, Retiro, Unidad: 3
I1.2/15	HS_303_B	Botón para registro lateral, hacia transmisión, Retiro, Unidad: 3
I1.2/16	HS_302_A	Botón para registro circular, sentido horario, Tiro, Unidad: 3
I1.2/17	HS_302_B	Botón para registro circular, sentido antihorario , Tiro, Unidad: 3
I1.2/18	HS_304_A	Botón para registro circular, sentido horario , Retiro, Unidad: 3
I1.2/19	HS_304_B	Botón para registro circular, sentido antihorario , Retiro, Unidad: 3
I1.2/20	HS_401_A	Botón para registro lateral, hacia operador, Tiro, Unidad: 4
I1.2/21	HS_401_B	Botón para registro lateral, hacia transmisión, Tiro, Unidad: 4

I1.2/22	HS_403_A	Botón para registro lateral, hacia operador, Retiro, Unidad: 4
I1.2/23	HS_403_B	Botón para registro lateral, hacia transmisión, Retiro, Unidad: 4
I1.2/24	HS_402_A	Botón para registro circular, sentido horario, Tiro, Unidad: 4
I1.2/25	HS_402_B	Botón para registro circular, sentido antihorario , Tiro, Unidad: 4
I1.2/26	HS_404_A	Botón para registro circular, sentido horario , Retiro, Unidad: 4
I1.2/27	HS_404_B	Botón para registro circular, sentido antihorario , Retiro, Unidad: 4
I1.2/28	PB_CENTRAR	Botón para activar el centrado automático
I1.2/29	PB_CENTRADO RESET	Botón para cancelar el centrado automático

Tabla. 3. 2. Entradas del módulo 2: botones de registro.

ENTRADA	TAG	DESCRIPCION
I:4/0	ZSH_104	Fin de carrera, registro circular, horario, Retiro, Unidad: 1
I:4/1	ZSL_104	Fin de carrera, registro circular, antihorario, Retiro, Unidad: 1
I:4/2	ZSH_304	Fin de carrera, registro circular, horario, Retiro, Unidad: 3
I:4/3	ZSL_304	Fin de carrera, registro circular, antihorario, Retiro, Unidad: 3
I:4/4	ZSH_404	Fin de carrera, registro circular, horario, Retiro, Unidad: 4
I:4/5	ZSL_404	Fin de carrera, registro circular, antihorario, Retiro, Unidad: 4
I:4/6	RUN	Señal RUN
I:4/7	5x100	Señal de 5% de la velocidad total

Tabla. 3. 3. Entradas del módulo 4: Fines de carrera y señales RUN y 5%

SALIDA	TAG	DESCRIPCION
O:5/0	ZCV_1	Presión de impresión
O:5/1	ZCV_4	Presión de tinta
O:5/2	ZCV_3	Presión de tintero
O:5/3	ZCV_2	Presión de agua
O:5/4	SC_02_04	Motores agua
O:5/5	SC_01_03	Motores tinta

Tabla. 3. 4. Salidas módulo 5: para activación de presiones

SALIDA	TAG	DESCRIPCION
O:6/0	MRL_11_A	Motor para registro lateral, hacia operador, Tiro, Unidad: 1
O:6/1	MRL_11_B	Motor para registro lateral, hacia transmisión, Tiro, Unidad: 1
O:6/2	MRL_12_A	Motor para registro lateral, hacia operador, Retiro, Unidad: 1
O:6/3	MRL_12_B	Motor para registro lateral, hacia transmisión, Retiro, Unidad: 1
O:6/4	MRC_11_A	Motor para registro circular, sentido horario, Tiro, Unidad: 1
O:6/5	MRC_11_B	Motor para registro circular, sentido antihorario , Tiro, Unidad: 1
O:6/6	MRC_12_A	Motor para registro circular, sentido horario , Retiro, Unidad: 1
O:6/7	MRC_12_B	Motor para registro circular, sentido antihorario , Retiro, Unidad:1
O:6/8	MRL_21_A	Motor para registro lateral, hacia operador, Tiro, Unidad: 2
O:6/9	MRL_21_B	Motor para registro lateral, hacia transmisión, Tiro, Unidad: 2
O:6/10	MRL_22_A	Motor para registro lateral, hacia operador, Retiro, Unidad: 2
O:6/11	MRL_22_B	Motor para registro lateral, hacia transmisión, Retiro, Unidad: 2
O:6/12	MRL_31_A	Motor para registro lateral, hacia operador, Tiro, Unidad: 3
O:6/13	MRL_31_B	Motor para registro lateral, hacia transmisión, Tiro, Unidad: 3
O:6/14	MRL_32_A	Motor para registro lateral, hacia operador, Retiro, Unidad: 3
O:6/15	MRL_32_B	Motor para registro lateral, hacia transmisión, Retiro, Unidad: 3
O:6/16	MRC_31_A	Motor para registro circular, sentido horario, Tiro, Unidad: 3
O:6/17	MRC_31_B	Motor para registro circular, sentido antihorario , Tiro, Unidad: 3
O:6/18	MRC_32_A	Motor para registro circular, sentido horario , Retiro, Unidad: 3
O:6/19	MRC_32_B	Motor para registro circular, sentido antihorario , Retiro, Unidad:3
O:6/20	MRL_41_A	Motor para registro lateral, hacia operador, Tiro, Unidad: 4
O:6/21	MRL_41_B	Motor para registro lateral, hacia transmisión, Tiro, Unidad: 4
O:6/22	MRL_42_A	Motor para registro lateral, hacia operador, Retiro, Unidad: 4

O:6/23	MRL_42_B	Motor para registro lateral, hacia transmisión, Retiro, Unidad: 4
O:6/24	MRC_41_A	Motor para registro circular, sentido horario, Tiro, Unidad: 4
O:6/25	MRC_41_B	Motor para registro circular, sentido antihorario , Tiro, Unidad: 4
O:6/26	MRC_42_A	Motor para registro circular, sentido horario , Retiro, Unidad: 4
O:6/27	MRC_42_B	Motor para registro circular, sentido antihorario , Retiro, Unidad:4
O:6/29	MODO_AUTO	Led al activarse el modo automático del sistema de presiones
O:6/30	MODO_MANUAL	Led al activarse el modo manual del sistema de presiones

Tabla. 3. 5. Salidas módulo 6: para activación de motores de registro

CAPITULO 4

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

A medida que se realizaba la implementación del proyecto se procedió a revisar que cada actuador, sensor y los diferentes elementos que componen los sistemas tengan un buen funcionamiento.

Las diferentes pruebas están divididas por cada sistema y también en el funcionamiento correcto del programa.

4.1. PRUEBAS INICIALES

Se procedió a comprobar las diferentes conexiones en el panel principal, esto se refiere a sin energía medir continuidad y con energía comprobando las diferentes tensiones.

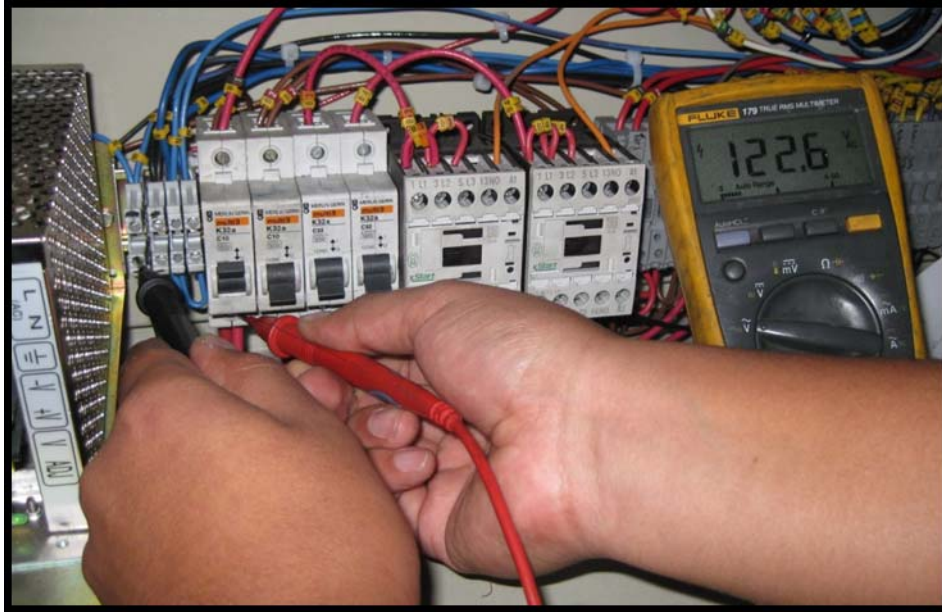


Figura. 4. 1. Medición de continuidad y tensión para verificar conexión

Luego se procedió a comprobar que los sensores funcionen correctamente, para ello se los activó manualmente y en el PLC debían activar las diferentes entradas con el orden planificado.

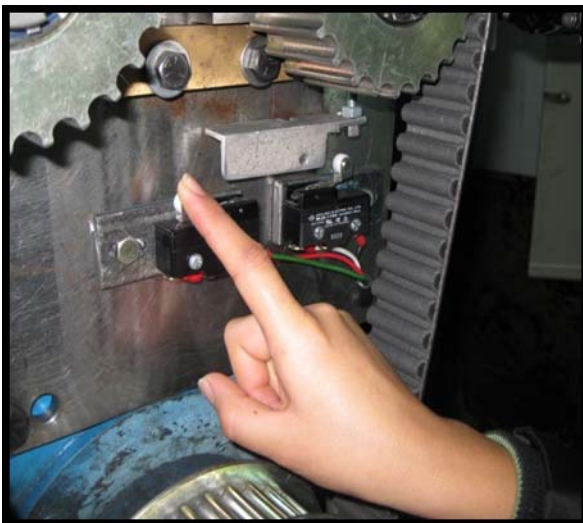


Figura. 4. 2. Comprobación de activación manual de fin de carrera y entrada correspondiente en el PLC

De la misma manera se comprobó que los botones que comandan el registro y las presiones activen las entradas correspondientes en el PLC.

Para comprobar que las salidas del PLC estén funcionando correctamente se las activa de manera que activen el relé o contactor correspondiente pero sin energizar aún el actuador, entonces sea con los LEDS que tienen los relés o con el movimiento del contactor se puede comprobar en una primera etapa el buen funcionamiento de las salidas del PLC.

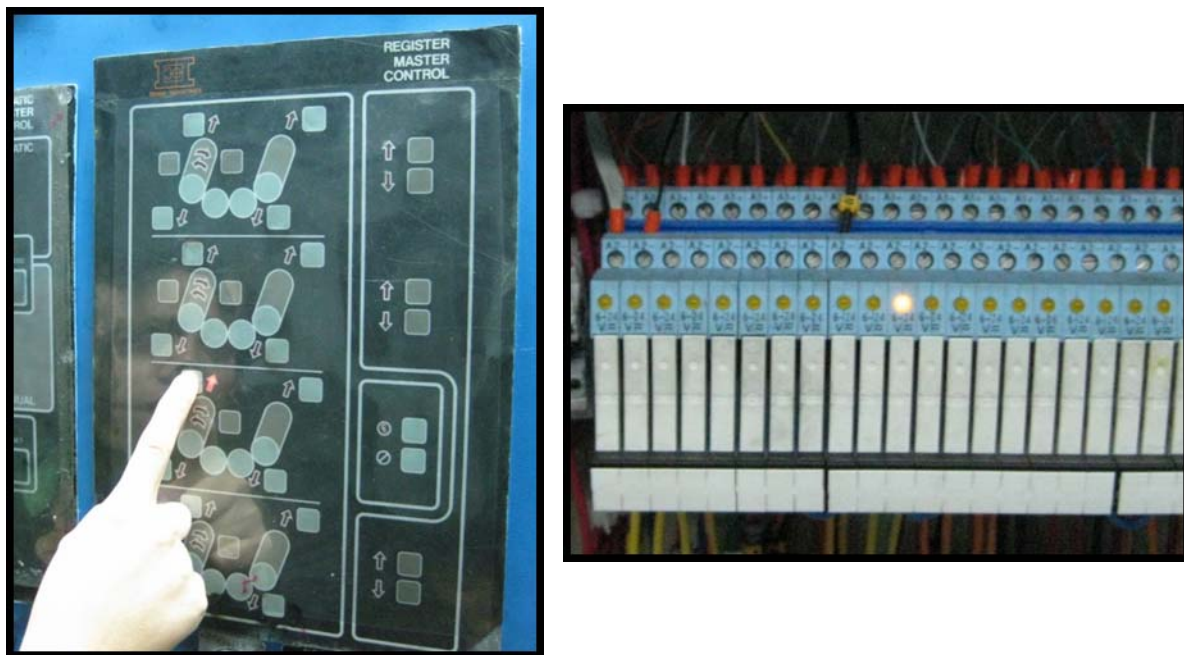


Figura. 4. 3. Comprobación de activación de motores de registro y del respectivo relé

Finalmente se comprobó el funcionamiento correcto de los actuadores en los diferentes sistemas, como se describe a continuación:

4.1.1. Sistema de presiones

Se realizaron las pruebas para la activación de las electroválvulas, las mismas que no dieron los resultados esperados debido a una falla en el diseño inicial por lo que se procedió a modificar el diseño cambiando los interruptores simples por interruptores triples, puesto que al utilizar interruptores simples las electroválvulas se ponían en serie cuando se ponía ciertas configuraciones. Finalmente, se logró el funcionamiento óptimo del sistema de presiones.

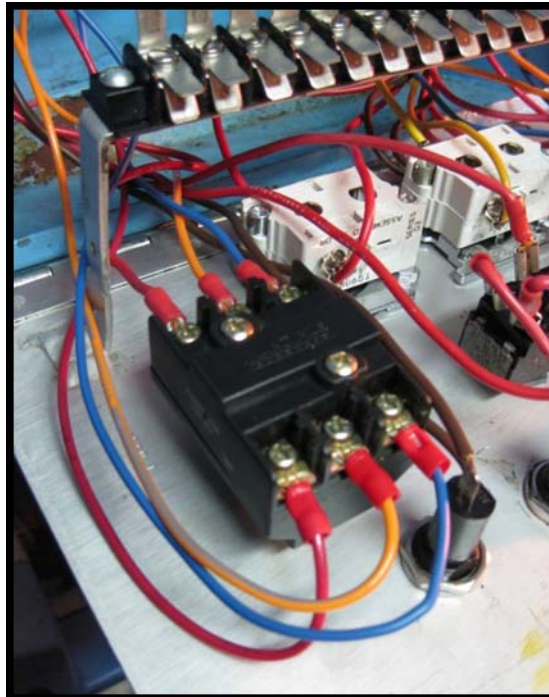


Figura. 4. 4. Interruptor triple para la activación/desactivación manual de electroválvulas



Figura. 4. 5. Fotografía del sistema de presiones, pulsadores de activación, pistones y relés

4.1.2. Motores de registro

Para las pruebas de los motores de registro simplemente se procedió a activarlos mediante el panel de registro llevándolos hacia un determinado lado, si el movimiento se realiza en la dirección correcta se lo llevó a la dirección opuesta y además se comprobó el funcionamiento correcto de los fines de carrera. En el caso de que el motor se haya movido en la dirección contraria a la deseada, se procedió a intercambiar los cables del mismo

cambiando así el sentido de giro. Luego se procedió a comprobar el correcto funcionamiento de los fines de carrera.

4.1.3. Motores de agua y tinta

Los motores de agua y tinta funcionan con la ayuda de las tarjetas correspondientes, por lo que se procedió a verificar la correcta activación de estas. Para ello se comprobó que los dip switch que contiene la tarjeta y los potenciómetros que permiten variar la velocidad de los motores en forma manual estén establecidos de la misma manera y que ningún LED de error de la tarjeta esté activado.

Luego se verificó el sentido de giro correcto de los motores. En este caso un mecanismo existente en la máquina en cada una de las unidades no permite el giro hacia los dos sentidos, por lo que hubo que prestar atención, si los motores no tenían movimiento generalmente era porque estaban conectados al revés y su movimiento trabado debido al mecanismo mencionado anteriormente. No era recomendable dejarlos mucho tiempo en este estado porque el torque aumentaba y los LEDs de error se activaban. Para solucionar este problema, en los motores que lo presentaron, simplemente se intercambiaron los cables cambiando así el sentido de giro.

Finalmente se verificó, con los potenciómetros, si los motores variaban su velocidad a medida que cambia el valor de los potenciómetros.



Figura. 4. 6. Potenciómetros para variar la velocidad de los motores de tinta y agua

Por último, se procedió a realizar las pruebas con toda la máquina en movimiento, se activó el centrado automático y a partir de este punto se procedió a realizar las diferentes modificaciones mecánicas para poner a punto el registro.

Las pruebas de impresión recopilada durante el ciclo de prueba de la máquina se muestran en el apartado de ANEXOS. Ahí podrá observarse cómo inicialmente el registro obtenido era de muy mala calidad y para mejorarlo fue necesario hacer ciertos cambios mecánicos. A medida que se van haciendo las modificaciones mecánicas se puede apreciar en las siguientes impresiones que el registro mejora de manera notable, hasta llegar a obtener el registro de la calidad deseada.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se realizó el mejoramiento del sistema de presiones en el cual se puede desactivar cualquier unidad tanto en tiro como en retiro dependiendo de las necesidades de impresión.
- Se realizó el diseño del control automático para los motores de tinta y de agua los mismos que se podrán implementar en un futuro, completando otra etapa en la automatización de la máquina.
- Se añadieron algunas mejoras como los fines de carrera que hacen que el mantenimiento de la máquina se reduzca e informa al operador de mejor manera los límites de funcionamiento.
- Se logró simplificar la operación de la máquina, centralizando el control en un solo panel, eliminando la necesidad de los operarios de desplazarse por toda la máquina y concentrando sus esfuerzos en un mejor registro, además eliminando los desperdicios de materia prima como son las tintas, el agua y el papel.
- Se optimizó el tiempo para lograr un buen registro gracias al botón de CENTRADO, el cual da a los operarios una pauta de la ubicación de los motores y por tanto del portaplancha. A partir de esta ubicación el operario realiza los movimientos necesarios para lograr un registro correcto.
- Se aplicaron los conocimientos adquiridos en estos años de estudio pero durante la implementación se obtuvieron experiencias que no se aprenden en ningún curso.

5.2. RECOMENDACIONES

- Al encender los motores de agua o tinta se recomienda iniciar con los potenciómetros en cero y a medida que se incrementa la velocidad del eje principal ir incrementando el valor del potenciómetro, esto se lo hace para no tener un consumo inicial muy alto y que se active el breaker de protección.
- Para el registro no se recomienda activar muchos motores al mismo tiempo puesto que se puede activar el breaker de protección correspondiente por el consumo inicial.
- Al elaborar un diseño revisarlo las veces que sea necesario hasta asegurarse que las conexiones que van a realizarse son las correctas para evitar problemas que podrían dañar varios elementos y actuadores.
- En el cableado, para facilitar el reconocimiento de los cables que vienen desde lugares alejados es recomendable utilizar cables de distintos colores o identificarlos con marquillas.
- Después de elaborar las conexiones en el panel principal es necesario marcar cada uno de los cables con los códigos correspondientes a los planos que se entregó a la empresa. Estos códigos permiten que los operadores y técnicos que trabajan en la empresa puedan reconocer los circuitos que están en el panel y puedan hacer cambios en estos circuitos si lo requirieran.
- Al momento de desconectar un motor se recomienda esperar unos minutos para que el motor se descargue y no haya peligro de electrocución.

BIBLIOGRAFÍA

- **CREUS, Antonio**, Instrumentación Industrial, **6º Edición**, Alfaomega, México, **1997**.
- **ROCKWELL AUTOMATION**, Manual del Prensador 266.
- **ROCKWELL AUTOMATION**, SLC 500 Instruction Set, **Reference Manual**.
- **ROCKWELL AUTOMATION**, SLC 500 Systems Selection Guide.
- **ROCKWELL AUTOMATION**, Módulos de E/S y controladores programables SLC 500.
- **4D TECHNOLOGIES**, AutoCAD Electrical 2008 Tutorials.
- **4D TECHNOLOGIES**, Autodesk Inventor 2008 Tutorial Series.

ANEXO 1
DIAGRAMA P&ID

ANEXO 2

U-MR: DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS MOTORES DE REGISTRO

ANEXO 3

**U-MA DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS
MOTORES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y
TINTA**

ANEXO 4

U-N: DIAGRAMA DE UBICACIÓN DEL SISTEMA NEUMÁTICO

ANEXO 5

R-L: REGISTRO LATERAL

ANEXO 6

R-CT: REGISTRO CIRCULAR AL LADO DE TIRO

ANEXO 7

R-CR: REGISTRO CIRCULAR AL LADO DE

RETIRO

ANEXO 8
P-SN: INSTALACIÓN DE PISTONES PARA
SISTEMA DE PRESIONES

ANEXO 9

R-U1 DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA EL REGISTRO DE LA UNIDAD 1

ANEXO 10

R-U2: DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA EL REGISTRO DE LA UNIDAD 2

ANEXO 11

R-U3: DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA EL REGISTRO DE LA UNIDAD 3

ANEXO 12

R-U4: DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA EL REGISTRO DE LA UNIDAD 4

ANEXO 13

I-R: ENTRADAS AL PLC DE LOS BOTONES DE REGISTRO

ANEXO 14

**D-MAA: DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA
PALA LOS MOTORES DE DISTRIBUCIÓN DE
AGUA Y D-MAT DIAGRAMA DE CONTROL Y
POTENCIA PALA LOS MOTORES DE
DISTRIBUCIÓN DE AGUA**

ANEXO 15

D-AMA: DIAGRAMA DE ENERGIA DE LAS TARJETAS DE CONTROL DE MOTORES DC

ANEXO 16

D-N: DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA EL SISTEMA NEUMÁTICO

ANEXO 17

D-SN: DIAGRAMA DEL SISTEMA NEUMÁTICO

ANEXO 18

**I-FC1-PB: ENTRADAS AL PLC DE LOS FINES DE
CARRERA, BOTONES DE PRESIÓN Y DE
ACTIVACIÓN DE MOTORES DE AGUA Y TINTA**

ANEXO 19

**D-PP: DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DEL
PANEL PRINCIPAL**

ANEXO 20

**U-CR: DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LAS
CAJAS DE REVISIÓN**

ANEXO 21
D-B1 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE BORNERAS
DE LA UNIDAD 1

ANEXO 22

**D-B2: DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE BORNERAS
DE LA UNIDAD 2**

ANEXO 23

D-B3: DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE BORNERAS DE LA UNIDAD 3

ANEXO 24

**D-B4: DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE BORNERAS
DE LA UNIDAD 4**

ANEXO 25

D-PC: DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DEL PANEL DE CONTROL

ANEXO 26
PROGRAMA EN LADDER DEL PLC

ANEXO 27

**PROGRAMA EN LADDER DEL CONTROL
AUTOMATICO DEL BALANCE TINTA/AGUA**

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO 2

INGENIERIA BASICA

FIGURA. 2. 1. MIENTRAS LA ZONA IMPRESORA ES LIPÓFILA, TIENE AFINIDAD CON SUSTANCIAS GRASAS COMO LA TINTA; LA ZONA NO IMPRESORA ES HIDRÓFILA, TIENE AFINIDAD CON SUSTANCIAS ACUOSAS.	5
FIGURA. 2. 2. LA TINTA Y EL AGUA NO SE TRANSFIEREN DIRECTAMENTE A LA PLANCHA, ANTES PASAN POR UNA SERIE DE RODILLOS.....	6
FIGURA. 2. 3. SISTEMA DE ENTINTADO.....	7
FIGURA. 2. 4. EN TODAS LAS MÁQUINAS OFFSET HAY TRES TIPOS DE CILINDROS QUE SON: EL PORTAPLANCHAS, LA MANTILLA DE CAUCHO Y EL DE PRESIÓN O IMPRESOR.....	8
FIGURA. 2. 5. EJEMPLO DE MAL REGISTRO.....	9
FIGURA. 2. 6. EJEMPLO DE REGISTRO LATERAL	9
FIGURA. 2. 7.EJEMPLO DE REGISTRO LATERAL: 1	10
FIGURA. 2. 8. DESCRIPCIÓN DE LOS RODILLOS DE LA MÁQUINA ROTATIVA	10
FIGURA. 2. 9. ESPECTRO VISIBLE.....	11
FIGURA. 2. 10. ABSORCIÓN Y REFLEXIÓN.....	12
FIGURA. 2. 11. SÍNTESIS ADITIVA DE COLOR	12
FIGURA. 2. 12. SÍNTESIS SUSTRACTIVA DE COLOR.....	13
FIGURA. 2. 13. SISTEMA DE ENTINTADO.....	16
FIGURA. 2. 14.SISTEMA DE MOJADO	17
FIGURA. 2. 15. SISTEMA DE PRESIÓN DEL PAPEL.....	18
FIGURA. 2. 16. MECANISMOS PARA REGISTRO LATERAL	19
FIGURA. 2. 17. MECANISMO PARA REGISTRO CIRCULAR EN EL LADO DE TIRO	20
FIGURA. 2. 18. MECANISMO PARA REGISTRO CIRCULAR EN EL LADO DE RETIRO ...	20
FIGURA. 2. 19. SISTEMA MECÁNICO PARA EL BALANCE DE TINTA/AGUA	21
FIGURA. 2. 20. DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS EN LA ROTATIVA.....	23

FIGURA. 2. 21. SISTEMA DE ENTINTADO CON ADAPTACIÓN DE PISTONES PARA FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO	24
FIGURA. 2. 22. SISTEMAS DE PRESIÓN EN UNA UNIDAD DE LA ROTATIVA	25
FIGURA. 2. 23. PANEL EN LA PARTE FRONTAL DE LA MÁQUINA CON INTERRUPTORES PARA DESACTIVACIÓN DE ELECTRO VÁLVULAS	27
FIGURA. 2. 24. UBICACIÓN DE LOS MOTORES DE REGISTRO EN UNA UNIDAD DE LA ROTATIVA	28
FIGURA. 2. 25. DIAGRAMA REPRESENTATIVO DEL ACOPLAMIENTO DEL MOTOR AC CON EL MECANISMO PARA EL REGISTRO CIRCULAR EN EL LADO DE TIRO.....	29
FIGURA. 2. 26. DIAGRAMA REPRESENTATIVO DEL ACOPLAMIENTO DEL MOTOR AC CON EL MECANISMO PARA EL REGISTRO CIRCULAR EN EL LADO DE RETIRO.....	30
FIGURA. 2. 27. REPRESENTACIÓN DEL ACOPLAMIENTO DEL MOTOR CON EL MECANISMO DEL REGISTRO LATERAL	31
FIGURA. 2. 28. MOTOR CON RODILLO DE TINTA O AGUA.....	33
FIGURA. 2. 29. DIAGRAMA P&ID DEL PROCESO DE REGISTRO	39
FIGURA. 2. 30. DIAGRAMA P&ID DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y TINTA.....	40
FIGURA. 2. 31. DIAGRAMA P&ID DEL PROCESO DE PRESIÓN DE PAPEL O IMPRESIÓN.....	41
FIGURA. 2. 32. DIAGRAMA P&ID DEL PROCESO DE PRESIÓN DE ALIMENTACIÓN DE TINTA, FORMA DE TINTA O AGUA.....	42
FIGURA. 2. 33. CONEXIÓN DEL MOTOR AC DE REGISTRO LATERAL.....	45
FIGURA. 2. 34. CONEXIÓN DEL SENSOR INDUCTIVO	54
FIGURA. 2. 35. FIN DE CARRERA DE 24VDC.....	54
FIGURA. 2. 36. FIN DE CARRERA A 110VAC	56
FIGURA. 2. 37. NIVELES DE ARQUITECTURA DEL SISTEMA	62

CAPITULO 3

INGENIERIA DE DETALLE

FIGURA. 3. 1. FOTOGRAFÍA DE LA ROTATIVA CON LA DISTRIBUCIÓN DE LOS MOTORES DE REGISTRO LATERAL	65
---	----

FIGURA. 3. 2. FOTOGRAFÍA DE LA ROTATIVA CON LA DISTRIBUCIÓN DE LOS MOTORES DE REGISTRO CIRCULAR.....	66
FIGURA. 3. 3. FOTOGRAFÍA DE LA UBICACIÓN DE LOS MOTORES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LA ROTATIVA.....	67
FIGURA. 3. 4. FOTOGRAFÍA DE LA UBICACIÓN DE LOS MOTORES DE DISTRIBUCIÓN DE TINTA EN LA ROTATIVA.....	67
FIGURA. 3. 5. FOTOGRAFÍA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS PISTONES Y ELECTROVÁLVULAS EN LA ROTATIVA.....	68
FIGURA. 3. 6. FOTOGRAFÍA DEL PANEL PRINCIPAL	73
FIGURA. 3. 7. FOTOGRAFÍA DEL PROCESO DE CONEXIÓN DE LAS BORNERAS DE UNA CAJA DE REVISIÓN.....	74
FIGURA. 3. 8. FOTOGRAFÍA DEL PANEL PRINCIPAL DE CONTROL	75
FIGURA. 3. 9. DIAGRAMA LÓGICO DEL SISTEMA DE REGISTRO	76
FIGURA. 3. 10. DIAGRAMA LÓGICO DEL SISTEMA DE PRESIONES EN MODO MANUAL	77
FIGURA. 3. 11. DIAGRAMA LÓGICO DEL SISTEMA DE PRESIONES EN MODO AUTOMÁTICO	79
FIGURA. 3. 12. DIAGRAMA LÓGICO DE LOS MOTORES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y TINTA EN MODO MANUAL	81
FIGURA. 3. 13. DIAGRAMA LÓGICO DE MOTORES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y TINTA EN MODO AUTOMÁTICO.....	83
FIGURA. 3. 14. DIAGRAMA LÓGICO DE LA FUNCIÓN CENTRADO	85

CAPITULO 4

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

FIGURA. 4. 1. MEDICIÓN DE CONTINUIDAD Y TENSIÓN PARA VERIFICAR CONEXIÓN	93
FIGURA. 4. 2. COMPROBACIÓN DE ACTIVACIÓN MANUAL DE FIN DE CARRERA Y ENTRADA CORRESPONDIENTE EN EL PLC.....	94
FIGURA. 4. 3. COMPROBACIÓN DE ACTIVACIÓN DE MOTORES DE REGISTRO Y DEL RESPECTIVO RELÉ	94

FIGURA. 4. 4. INTERRUPTOR TRIPLE PARA LA ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN MANUAL DE ELECTROVÁLVULAS.....	95
FIGURA. 4. 5. FOTOGRAFÍA DEL SISTEMA DE PRESIONES, PULSADORES DE ACTIVACIÓN, PISTONES Y RELÉS.....	96
FIGURA. 4. 6. POTENCIÓMETROS PARA VARIAR LA VELOCIDAD DE LOS MOTORES DE TINTA Y AGUA	98

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO 2

INGENIERIA BASICA

TABLA. 2. 1. SIMBOLOGÍA DE LOS ACTUADORES.....	35
TABLA. 2. 2. SIMBOLOGÍA DE LOS SENSORES.....	36
TABLA. 2. 3. SIMBOLOGÍA DE PULSADORES E INTERRUPTORES.....	37
TABLA. 2. 4. SIMBOLOGÍA DE EQUIPOS Y FUNCIONES LÓGICAS.....	38
TABLA. 2. 5. ESPECIFICACIONES DE LOS MÓDULOS DE ENTRADA.....	43
TABLA. 2. 6. ESPECIFICACIONES DE LOS MÓDULOS DE SALIDA.....	43
TABLA. 2. 7. ESPECIFICACIONES DE LOS MOTORES DE REGISTRO LATERAL.....	44
TABLA. 2. 8. ESPECIFICACIONES DE LOS ELEMENTOS PARA FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES AC.....	45
TABLA. 2. 9. ESPECIFICACIONES DE LOS MOTORES DE REGISTRO CIRCULAR.....	46
TABLA. 2. 10. ESPECIFICACIONES DE LOS MOTORES PARA ALIMENTACIÓN DE AGUA.....	47
TABLA. 2. 11. ESPECIFICACIONES DE LOS MOTORES PARA ALIMENTACIÓN DE TINTA.....	48
TABLA. 2. 12. ESPECIFICACIONES DE LOS PISTONES PARA EL SISTEMA DE PRESIÓN DE PAPEL.....	49
TABLA. 2. 13. ESPECIFICACIONES DE LOS PISTONES DE LOS SISTEMA DE PRESIONES INK FEED, INK FORM Y AGUA.....	51
TABLA. 2. 14. ESPECIFICACIONES DE LOS SOLENOIDES DE LAS ELECTROVÁLVULAS.....	51
TABLA. 2. 15. ESPECIFICACIONES DE LAS VÁLVULAS DE LAS ELECTROVÁLVULAS.....	52
TABLA. 2. 16. ESPECIFICACIONES DE LOS SENSORES INDUCTIVOS.....	53

TABLA. 2. 17. ESPECIFICACIONES DE LOS FINES DE CARRERA PARA EL REGISTRO LATERAL.....	55
TABLA. 2. 18. ESPECIFICACIONES DE LOS FINES DE CARRERA PARA EL REGISTRO CIRCULAR.....	56
TABLA. 2. 19. ESPECIFICACIONES DE LAS TARJETAS DE CONTROL DE LOS MOTORES DC	58
TABLA. 2. 20. ESPECIFICACIONES DE LOS RELÉS QUE MANEJAN LOS MOTORES DE REGISTRO	59
TABLA. 2. 21. ESPECIFICACIONES DE LOS RELÉS QUE MANEJAN LAS ELECTROVÁLVULAS.....	60
TABLA. 2. 22. ESPECIFICACIONES DE LOS CONTACTORES PARA PROTECCIÓN DE LAS TARJETAS DE CONTROL.....	61

CAPITULO 3

INGENIERIA DE DETALLE

TABLA. 3. 1. ENTRADAS DEL MÓDULO 1: FINES DE CARRERA Y BOTONES DE ACTIVACIÓN.....	87
TABLA. 3. 2. ENTRADAS DEL MÓDULO 2: BOTONES DE REGISTRO.....	89
TABLA. 3. 3. ENTRADAS DEL MÓDULO 4: FINES DE CARRERA Y SEÑALES RUN Y 5%.....	89
TABLA. 3. 4. SALIDAS MÓDULO 5: PARA ACTIVACIÓN DE PRESIONES	89
TABLA. 3. 5. SALIDAS MÓDULO 6: PARA ACTIVACIÓN DE MOTORES DE REGISTRO	91

HOJA DE ENTREGA

Este proyecto de grado fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, a _____ de 2010

Srta. Gabriela Soledad Cadena Mier
C.I. 0401084733

Sr. Paul Santiago Hinojosa López
C.I. 1715438915

Ing. Víctor Proaño
DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL