



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
UNIDAD CULHUACAN

**AUTOMATIZACIÓN DE UN TALADRO
PARA PERFORAR PAPEL**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECANICO

PRESENTA :

Y A E L R Í O S A L C Á N T A R A

ASESORES:

ING. ENRIQUE MARTÍNEZ RAMÍREZ
ING. EZEQUIEL A. SANTILLÁN LECHUGA



MÉXICO, D.F.

FEBRERO 2008

ÍNDICE

Introducción

Capítulo 1 Generalidades

Automatización industrial

- 1.1.1 La automatización en la industria
- 1.1.2 Qué es un sistema automatizado?
 - Objetivos de la automatización

Control por PLC

- El computador en el control de procesos industriales
- Necesidad y usos del PLC
- Arquitectura de un PLC
- Arquitectura básica de un sistema de control
- 1.2.5 Concepto de programa
- 1.2.6 Diferentes sistemas de programación
- 1.2.7 Sistema de programación Ladder

Neumática

- 1.3.1 Ventajas y desventajas la Neumática
- 1.3.2 Propiedades del aire comprimido
 - Producción del aire comprimido
 - Tipos de compresores
 - Elementos neumáticos de trabajo
- 1.3.6 Válvulas
 - Válvulas distribuidoras
- 1.3.8 Simbología Normalizada

Sensores

- 1.4.1 Tipos de Sensores
- 1.4.2 Simbología
 - Tipos de Salida
- 1.4.4 Alimentación
 - Tipo de Conexión

Corte de papel

- Generalidades
 - Recomendaciones para ángulo adecuado
 - Cuidados y mantenimiento
- 1.5.4 Afilado
- 1.5.5 Calidad en el corte

Capitulo 2 Desarrollo del proyecto

- 2.1 Descripción del Proyecto
- 2.2 Croquis de Situación
- 2.3 Secuencia de operaciones
- 2.4 Condiciones de operación
- 2.5 Diagrama de Movimientos
- 2.6 Programa en PLC
 - 2.6.1 Tabla de Direccionamientos
 - 2.6.2 Programa
- 2.7 Diagrama Neumático
- 2.8 Circuito de Potencia Eléctrico
- 2.9 Circuito de Control

Capitulo 3 Costos

- 3.1 Costos del Equipo
- 3.2 Costos de producción
- 3.3 Amortización

Conclusiones

Anexos

Simbología

Bibliografía

ANEXO
SIMBOLOGÍA

JUSTIFICACIÓN

Artes Impresas Eon es una imprenta la cual cuenta con maquinaria moderna que ofrece buena calidad y rapidez en su servicio para los diferentes procesos de producción. Sin embargo, en el proceso de perforado se tiene una máquina rudimentaria un taladro manual el cual genera estancamiento de producto, es decir, existe un cuello de botella ya que se vuelve un proceso muy lento. Por lo tanto la **automatización de un taladro para perforar papel** es la solución a este problema.

**AUTOMATIZACIÓN DE UN TALADRO
PARA PERFORAR PAPEL**

JUSTIFICACIÓN

Artes Impresas Eon es una imprenta la cual cuenta con maquinaria moderna que ofrece buena calidad y rapidez en su servicio para los diferentes procesos de producción. Sin embargo, en el proceso de perforado se tiene una máquina rudimentaria un taladro manual el cual genera estancamiento de producto, es decir, existe un cuello de botella ya que se vuelve un proceso muy lento. Por lo tanto la ***automatización de un taladro para perforar papel*** es la solución a este problema.

ÍNDICE

| | Página |
|--|--------|
| Introducción | 1 |
| Capítulo 1 Generalidades | 2 |
| 1.1 Automatización industrial | 2 |
| 1.1.1 La automatización en la industria | 2 |
| 1.1.2 Qué es un sistema automatizado? | 2 |
| 1.1.3 Objetivos de la automatización | 3 |
| 1.2 Control por PLC | 3 |
| 1.2.1 El computador en el control de procesos industriales | 3 |
| 1.2.2 Necesidad y usos del PLC | 3 |
| 1.2.3 Arquitectura de un PLC | 4 |
| 1.2.4 Arquitectura básica de un sistema de control | 5 |
| 1.2.5 Concepto de programa | 6 |
| 1.2.6 Diferentes sistemas de programación | 6 |
| 1.2.7 Sistema de programación Ladder | 7 |
| 1.3 Neumática | 9 |
| 1.3.1 Ventajas y desventajas la Neumática | 9 |
| 1.3.2 Propiedades del aire comprimido | 10 |
| 1.3.3 Producción del aire comprimido | 11 |
| 1.3.4 Tipos de compresores | 12 |
| 1.3.5 Elementos neumáticos de trabajo | 13 |
| 1.3.6 Válvulas | 14 |
| 1.3.7 Válvulas distribuidoras | 15 |
| 1.3.8 Simbología Normalizada | 16 |
| 1.4 Sensores | 16 |
| 1.4.1 Tipos de Sensores | 16 |
| 1.4.2 Simbología | 20 |
| 1.4.3 Tipos de Salida | 20 |
| 1.4.4 Alimentación | 21 |
| 1.4.5 Tipo de Conexión | 21 |
| 1.5 Corte de papel | 21 |
| 1.5.1 Generalidades | 21 |
| 1.5.2 Recomendaciones para ángulo adecuado | 22 |
| 1.5.3 Cuidados y mantenimiento | 22 |
| 1.5.4 Afilado | 23 |
| 1.5.5 Calidad en el corte | 24 |

| | |
|------------------------------------|----|
| Capitulo 2 Desarrollo del proyecto | 27 |
| 2.1 Descripción del Proyecto | 27 |
| 2.2 Croquis de Situación | 30 |
| 2.3 Secuencia de operaciones | 31 |
| 2.4 Condiciones de operación | 31 |
| 2.5 Diagrama de Movimientos | 32 |
| 2.6 Programa en PLC | 33 |
| 2.6.1 Tabla de Direccionamientos | 33 |
| 2.6.2 Programa | 34 |
| 2.7 Diagrama Neumático | 37 |
| 2.8 Circuito de Potencia Eléctrico | 38 |
| 2.9 Circuito de Control | 39 |
| | |
| Capitulo 3 Costos | |
| 3.1 Costos del Equipo | 41 |
| 3.2 Costos de producción | 43 |
| 3.3 Amortización | 45 |
| | |
| Conclusiones | 47 |
| | |
| Anexos | |
| Simbología | 48 |
| | |
| Bibliografía | 54 |

INTRODUCCIÓN.

Las primeras máquinas simples que sustituían una forma de esfuerzo en otra forma que fueran manejadas por el ser humano, tal como levantar un peso pesado con sistema de poleas o con una palanca. Posteriormente las máquinas fueron capaces de sustituir formas naturales de energía renovable, tales como el viento, mareas, o un flujo de agua por energía humana.

Hoy en día, la parte más visible de la automatización actual puede ser la robótica industrial. Algunas ventajas son repetitividad, control de calidad más estrecho, mayor eficiencia, integración con sistemas empresariales, incremento de productividad y reducción de trabajo. Algunas desventajas son requerimientos de un gran capital, decremento severo en la flexibilidad, y un incremento en la dependencia del mantenimiento y reparación. Por ejemplo, Japón ha tenido necesidad de retirar muchos de sus robots industriales cuando encontraron que eran incapaces de adaptarse a los cambios dramáticos de los requerimientos de producción y no eran capaces de justificar sus altos costos iniciales.

Para mediados del siglo 20, la automatización había existido por muchos años en una escala pequeña, utilizando mecanismos simples para automatizar tareas sencillas de manufactura. Sin embargo el concepto solamente llegó a ser realmente práctico con la adición (y evolución) de las computadoras digitales, cuya flexibilidad permitió manejar cualquier clase de tarea. Las computadoras digitales con la combinación requerida de velocidad, poder de cómputo, precio y tamaño empezaron a aparecer en la década de 1960s. Antes de ese tiempo, las computadoras industriales eran exclusivamente computadoras analógicas y computadoras híbridas. Desde entonces las computadoras digitales tomaron el control de la mayoría de las tareas simples, repetitivas, tareas semiespecializadas y especializadas.

Las computadoras especializadas, referidas como Controlador lógico programable, son utilizadas frecuentemente para sincronizar el flujo de entradas de sensores y eventos con el flujo de salidas a los actuadores y eventos. Esto conduce para controlar acciones precisas que permitan un control estrecho de cualquier proceso industrial automático que es programado para simular seres humanos que prueban manualmente una aplicación. Esto es acompañado por lo general de herramientas automáticas para generar instrucciones especiales (escritas como programas de computadora) que direccionan al equipo automático en prueba en la dirección exacta para terminar las pruebas.

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 Automatización industrial.

1.1.1 La automatización en la industria.

La *automatización Industrial* es el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias y/o procesos industriales substituyendo a operadores humanos.

El alcance va más allá que la simple mecanización de los procesos ya que ésta provee a operadores humanos mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo, la automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano. La automatización como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un mero sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

1.1.2 Qué es un sistema automatizado?

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- a) Parte de Mando
- b) Parte Operativa

La Parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera etc.

La Parte de Mando suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

1.1.3 Objetivos de la automatización

- a) Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- b) Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- c) Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- d) Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- e) Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- f) Integrar la gestión y producción.

1.2 Control por PLC

1.2.1 El computador en el control de procesos industriales .

La aplicación del computador en el control de procesos supone un salto tecnológico enorme que se traduce en la implantación de nuevos sistemas de control en el entorno Industria y posibilita el desarrollo de la navegación espacial. Desde el punto de vista de la aplicación de las teorías de control automático el computador no está limitado a emular el cálculo realizado en los reguladores analógicos. El computador permite la implantación de avanzados algoritmos de control mucho más complejos como pueden ser el control óptimo o el control adaptativo. El objetivo en un principio era sustituir y mejorar los reguladores analógicos, pero este objetivo se fue ampliando dada las capacidades de los computadores en realizar un control integral de las plantas de fabricación, englobando también la gestión de la producción.

La realización física de los automatismos ha dependido continuamente del desarrollo de la tecnología implementándose en primer lugar mediante tecnologías cableadas como la neumática, circuitos de relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas. En las dos últimas décadas se han abandonado las tecnologías cableadas sustituidas por los autómatas programables "PLCs".

1.2.2 Necesidad y usos del PLC.

Un proceso industrial se puede caracterizar como una operación o secuencia de operaciones en las que las variables del proceso (sean éstas temperaturas, desplazamientos, tiempos, etc) están debidamente acotadas para obtener resultados repetibles.

La gran mayoría de los procesos industriales requieren algún tipo de coordinación, supervisión o control. La necesaria automatización de estas funciones puede ser llevada a cabo de muy diferentes formas, pero hasta hace algunos años, la práctica común consistía en el control de secuencias de operación en base a cuadros de relés y la utilización de módulos especiales para control de variables continuas como la temperatura y tableros de indicadores (luminosos, por ejemplo) para proveer la interfaz con un operador supervisor.

Lamentablemente, cuando debía cambiarse el proceso, debían realizarse modificaciones substanciales en el sistema de control del proceso y esto podría implicar grandes costos y demoras. Cuando el proceso era tal que eran previsible modificaciones periódicas del mismo, este sistema de supervisión y control estaba fuera de consideración y se requería algún tipo de reconfigurabilidad en el mismo diseño inicial. Así, una secuencia que en un sistema en el que no se requería facilidad de modificación, estaba gobernada por un cuadro de relés, podía ser gobernada por un secuenciador a levas en un sistema más flexible.

Para llevar más allá la idea de la flexibilidad, se concibió la posibilidad de utilizar una computadora especializada en el tipo de tareas que normalmente se requería de un control de un proceso industrial: sensado de contactos, actuación de relés y contactores, conteo, temporización, procesamiento de señales continuas (por contraposición a las señales discretas o lógicas), etc. Esta computadora fácilmente programable para tareas de control, y concebida para ser utilizada en un ambiente industrial, es lo que se conoce como PLC, acrónimo de Programmable Logic Controller, o sea controlador lógico programable.

1.2.3 Arquitectura de un PLC

Como toda computadora, el PLC posee una CPU, Memoria, periféricos, etc. Analizaremos las funciones de cada elemento.

La CPU, también llamada unidad central de proceso es la encargada de ejecutar el programa almacenado en la memoria por el usuario. Podemos considerar que la CPU toma, una a una, las instrucciones programadas por el usuario y las va ejecutando. Cuando llega al final de la secuencia de instrucciones programadas, la CPU vuelve al principio y sigue ejecutándolas de manera cíclica.

Los periféricos constituyen la interfaz entre el PLC y el sistema controlado. Son como mínimo entradas y salidas lógicas (o sea capaces de tomar solo dos valores: 1 ó 0, abierto o cerrado, presente o ausente) y pueden también, dependiendo de la sofisticación de cada PLC, incluirse entradas y salidas analógicas (o sea, capaces de tomar cualquier valor entre determinados máximo y

mínimo) o entradas especiales para pulsos de alta frecuencia como los producidos por encoders, o salidas para lazos de 4 a 20 mA.

Todas las salidas del PLC deben protegerse contra las sobretensiones que aparecen sobre ellas, principalmente en el momento del apagado de las cargas a las que están conectadas.

Existen dos formas constructivas básicas para los PLC: el tipo fijo y el tipo modular. El primero consiste en un solo gabinete en el que se integran la CPU, la fuente de alimentación (para el propio PLC y con capacidad de reserva que le permite también alimentar algunos sensores), y una determinada cantidad de entradas y salidas. La posibilidad de expandir este tipo de PLC es baja o nula. Por otra parte están los PLC modulares, en los que la CPU, la fuente de alimentación, las entradas, las salidas, etc., son cada una un módulo que se elige en función de la aplicación y se monta en riel o rack para conseguir la capacidad de cálculo, entradas, salidas, etc. que la aplicación requiera. La capacidad de expansión en este caso es altísima ya que fácilmente se alcanzan miles de puntos de entrada y salida, conexión a redes locales, dispositivos especiales de visualización, etc.

1.2.4 Arquitectura básica de un sistema de control.

Un sistema de control que emplea un PLC puede esquematizarse como se muestra a continuación:

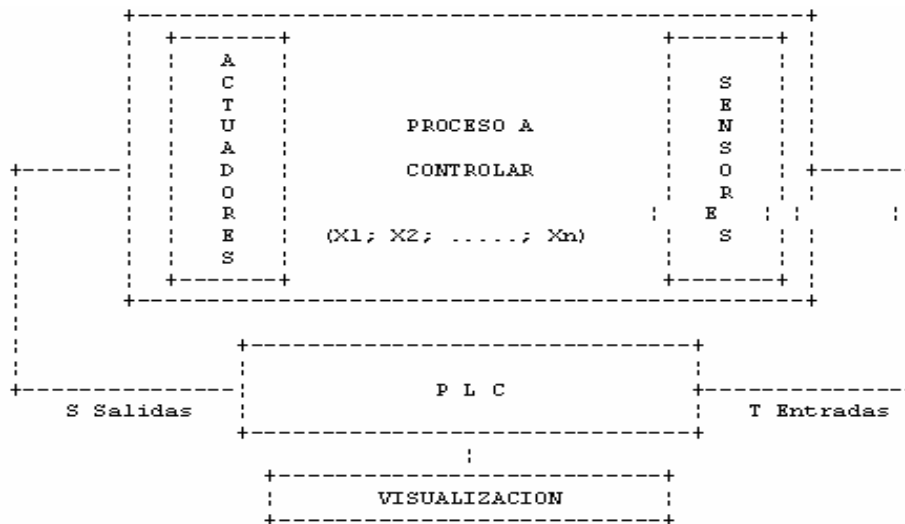


Fig. 2.1 Arquitectura básica de un sistema de control .

Vemos aquí un esquema de un proceso controlado por un PLC. El proceso está caracterizado por N variables X1 Xn. Existen también T entradas al PLC,

correspondiendo cada una a un sensor de alguna de las variables del proceso y a las salidas del PLC que llegan a cada uno de los actuadores. Estos actuadores son dispositivos de diferente tipo que permiten modificar el estado del sistema tal como un PLC puede controlar simultáneamente varias variables, además de funciones de secuenciamiento, coordinación con otros procesos, visualización de estados, alarmas, etc., todo integrado en un solo gabinete, y que además es reprogramable

para adaptarse a posibles cambios en el diseño con facilidad, se comprende la importancia que tienen hoy en día los PLC en la automatización industrial.

1.2.5 Concepto de programa.

¿Cuál es la principal diferencia entre la implementación de un sistema de control de la forma tradicional (cuadro de relés, hardware especial, etc.) y la implementación con PLC ?.

La diferencia es la misma que cuando una tarea relativamente compleja es realizada por varias personas trabajando a la vez, pasa a ser realizada por una sola persona. Si cada persona se encargaba de una parte pequeña de la tarea total (digamos: "Encienda el quemador si la temperatura baja de 60°C y apáguelo si sube de 65°C") podemos considerar que no será necesario entrenamiento ni instrucciones especiales para ejecutar esta parte del trabajo. Por el contrario, cuando una sola persona se encarga de todo el trabajo casi sin ninguna duda requerirá una lista de todas las actividades a realizar, como hacerlas, y que hacer en caso que sea imposible cumplir con el trabajo. En el primer caso tenemos un equipo de personas trabajando simultáneamente o "en paralelo", en el segundo caso, tenemos una sola persona atendiendo secuencialmente las distintas subtareas que forman la tarea total. Esta única persona representa al PLC, y la lista de instrucciones que usa como recordatorio es el PROGRAMA del PLC. De esta analogía, se pueden extraer algunas conclusiones adicionales.

1.2.6 Diferentes sistemas de programación .

Con el fin de simplificar la tarea de programación, y de hacerla accesible a quienes no han tenido experiencia previa con computadoras, se han concebido distintos métodos más o menos standard de programación de PLC.

Uno de estos métodos, es la utilización de códigos de operación en la forma de listado que le indica al PLC la secuencia exacta de operaciones a realizar. Habitualmente estas operaciones son del tipo: "examine el estado de la entrada n", "active la salida m"; codificadas con siglas conocidas con el nombre de MNEMONICOS, del tipo LOD N, OUT M, etc.

Otro método consiste en la utilización de símbolos gráficos que representan determinadas operaciones básicas del PLC. La principal ventaja de este sistema es que está standardizado y que no depende de la marca de PLC que se está programando. Además, existen programas para computadora

personal que permiten contruir los programas de PLC de forma gráfica, por manipulación de estos símbolos.

Finalmente, el método de programación LADDER, que dada su sencillez y similitud con un diagrama eléctrico es el más difundido.

1.2.7 Sistema de programación Ladder

El nombre de este método de programación (que significa escalera en inglés) proviene de su semejanza con el diagrama del mismo nombre que se utiliza para la documentación de circuitos eléctricos de máquinas, etc. Veamos uno de estos diagramas.

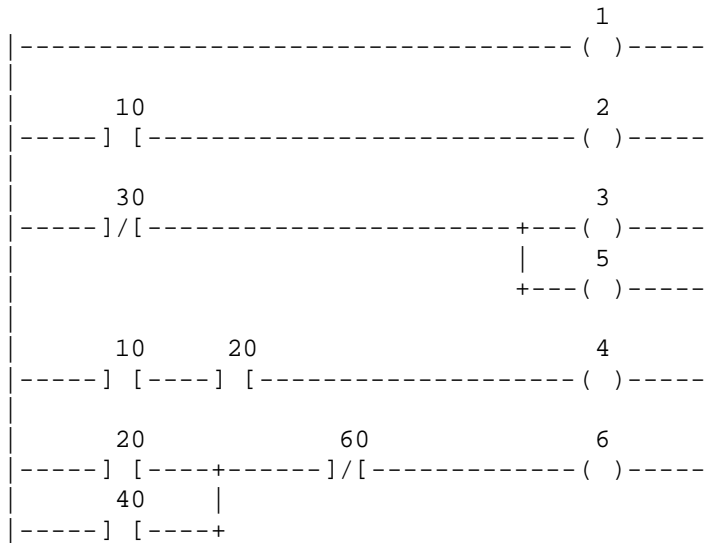


Fig. 2.2 programación Ladder

Consideremos primero el diagrama como circuito eléctrico. Aquí la línea vertical a la izquierda representa un conductor con tensión, y la línea vertical a la derecha representa tierra o masa. Los corchetes --] [-- representan contactos normalmente abiertos y los símbolos --]/[-- representan contactos normalmente cerrados. Los paréntesis --()-- representan cargas, por lo general bobinas de relés, lámparas indicadoras, etc.

Nótese que debido a que la carga puede ser la bobina de un relé cuyos contactos se encuentran en otros rungs, puede hacerse depender la conexión o activación de determinadas cargas del estado no solo de los contactos utilizados en el rung en el que se encuentra esa carga, sino también de otros rungs.

Con esta simbología, la salida 1, en el primer renglón o RUNG, está permanentemente conectada, ya que esta alimentada entre tensión y masa independientemente de cualquier contacto. En el segundo rung, la carga 2 se activará solo cuando el contacto 10 esté cerrado (lo que para un contacto normalmente abierto como 10 significa que debe estar actuado), ya que solo así podrá circular corriente. En el tercer rung, las cargas 3 y 5 (conectadas en paralelo) se activarán cuando el contacto 30 no esté actuado (30 es un contacto normalmente cerrado, no debe estar actuado si queremos que por él circule corriente).

El cuarto rung muestra la conexión en serie de dos contactos (los llamados 10 y 20) para que solo se conecte la carga cuando AMBOS se encuentren cerrados. En el último rung, la carga 6 se activará si el contacto 60 no está actuado y si ADEMÁS están cerrados los contactos 20 ó 40 (o ambos). Cuando las cargas son bobinas de relés, sus contactos reciben el nombre de la carga.

A continuación se muestran los símbolos de cada elemento a través de un plc siemens:




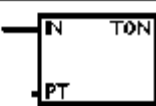
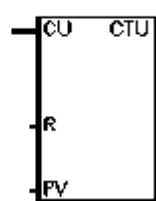
| SÍMBOLO | ELEMENTO |
|------------------------------|---|
| CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO |  |
| CONTACTO NORMALMENTE CERRADO |  |
| BOBINA |  |
| TIMERS |  |
| CONTADORES |  |

Fig. 2.3 Símbolos Básicos.

1.3 Neumática

La neumática constituye una herramienta muy importante dentro del control automático en la industria. El aire comprimido es una de las formas de energía más antiguas que conoce el hombre y la aprovecha para reforzar sus recursos físicos.

La neumática se cuenta entre los más antiguos conocimientos de la humanidad, no fue sino hasta el siglo pasado cuando empezaron a investigarse sistemáticamente su comportamiento y sus reglas. Sólo desde aprox. 1950 podemos hablar de una verdadera aplicación industrial de la neumática en los procesos de fabricación.

A pesar de que esta técnica fue rechazada en un inicio, debido en la mayoría de los casos a falta de conocimiento y de formación, fueron ampliándose los diversos sectores de aplicación. En la actualidad, ya no se concibe una moderna explotación industrial sin el aire comprimido. Este es el motivo de que en los ramos industriales más variados se utilicen aparatos neumáticos.

1.3.1 Ventajas y desventajas de la Neumática

- Ventajas de la Neumática

- El aire es de fácil captación y abunda en la tierra

- El aire no posee propiedades explosivas, por lo que no existen riesgos de chispas.

- Los actuadores pueden trabajar a velocidades razonablemente altas y fácilmente regulables

- El trabajo con aire no daña los componentes de un circuito por efecto de golpes de ariete.

- Las sobrecargas no constituyen situaciones peligrosas o que dañen los equipos en forma permanente.

- Los cambios de temperatura no afectan en forma significativa.

- Energía limpia

- Cambios instantáneos de sentido

- Desventajas de la neumática

- En circuitos muy extensos se producen pérdidas de cargas considerables

- Requiere de instalaciones especiales para recuperar el aire previamente empleado

- Las presiones a las que trabajan normalmente, no permiten aplicar grandes fuerzas

Altos niveles de ruido generados por la descarga del aire hacia la atmósfera

1.3.2 Propiedades del aire comprimido.

La superficie del globo terrestre está rodeada de una envoltura aérea. Esta es una mezcla indispensable para la vida y tiene la siguiente composición:

Nitrógeno aprox. 78% en volumen

Oxígeno aprox. 21% en volumen

Además contiene trazas, de bióxido de carbono, argón, hidrógeno, neón, helio, criptón y xenón

Causará asombro el hecho de que la neumática se haya podido expandir en tan corto tiempo y con tanta rapidez. Esto se debe, entre otras cosas, a que en la solución de algunos problemas de automatización no puede disponerse de otro medio que sea más simple y más económico.

Las siguientes propiedades del aire comprimido que han contribuido a su uso.

- Abundante: Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
- Transporte: El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.
- Almacenable: No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos. Además, se puede transportar en recipientes (botellas).
- Temperatura: El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.
- Antideflagrante: No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.
- Limpio: El aire comprimido es limpio y, en caso de faltas de estanqueidad en elementos, no produce ningún ensuciamiento. Esto es muy importante por ejemplo, en las industrias alimenticias, de la madera, textiles y del cuero.
- Constitución de los elementos: La concepción de los elementos de trabajo es simple si, por tanto, precio económico.
- Velocidad: Es un medio de trabajo muy rápido y, por eso, permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas. (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos pueden regularse sin escalones.)

- A prueba de sobrecargas : Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden hasta su parada completa sin riesgo alguno de sobrecargas.
Para delimitar el campo de utilización de la neumática es preciso conocer también las propiedades adversas.
- Preparación: El aire comprimido debe ser preparado, antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).
- Compresible : Con aire comprimido no es posible obtener para los émbolos velocidades uniformes y constantes.
- Fuerza: El aire comprimido es económico sólo hasta cierta fuerza. Condicionado por la presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bar), el límite, también en función de la carrera y la velocidad, es de 20.000 a 30.000 N (2000 a 3000 kp).
- Escape : El escape de aire produce ruido. No obstante, este problema ya se ha resuelto en gran parte, gracias al desarrollo de materiales insonorizantes.
- Costos: El aire comprimido es una fuente de energía relativamente cara ; este elevado costo se compensa en su mayor parte por los elementos de precio económico y el buen rendimiento (cadencias elevadas).

Como consecuencia de la automatización y racionalización, la fuerza de trabajo manual ha sido reemplazada por otras formas de energía; una de éstas es muchas veces el aire comprimido

1.2.3 Producción del aire comprimido.

Generadores (Compresores)

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. Los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central. Entonces no es necesario calcular ni proyectar la transformación de la energía para cada uno de los consumidores. El aire comprimido viene de la estación compresora y llega a las instalaciones a través de tuberías.

Los compresores móviles se utilizan en el ramo de la construcción o en máquinas que se desplazan frecuentemente.

En el momento de la planificación es necesario prever un tamaño superior de la red, con el fin de poder alimentar aparatos neumáticos nuevos que se adquieran en el futuro. Por ello, es necesario sobredimensionar la instalación, con objeto de que el compresor no resulte más tarde insuficiente . Es muy importante que el aire

sea puro. Si es puro el generador de aire comprimido tendrá una larga duración. También debería tenerse en cuenta la aplicación correcta de los diversos tipos de compresores.

1.3.4 Tipos de compresores

Según las exigencias referentes a la presión de trabajo y al caudal de suministro, se pueden emplear diversos tipos de construcción.

Se distinguen dos tipos básicos de compresores:

El primero trabaja según el principio de desplazamiento. La compresión se obtiene por la admisión del aire en un recinto hermético, donde se reduce luego el volumen. Se utiliza en el compresor de émbolo (oscilante o rotativo).

El otro trabaja según el principio de la dinámica de los fluidos. El aire es aspirado por un lado y comprimido como consecuencia de la aceleración de la masa (turbina).

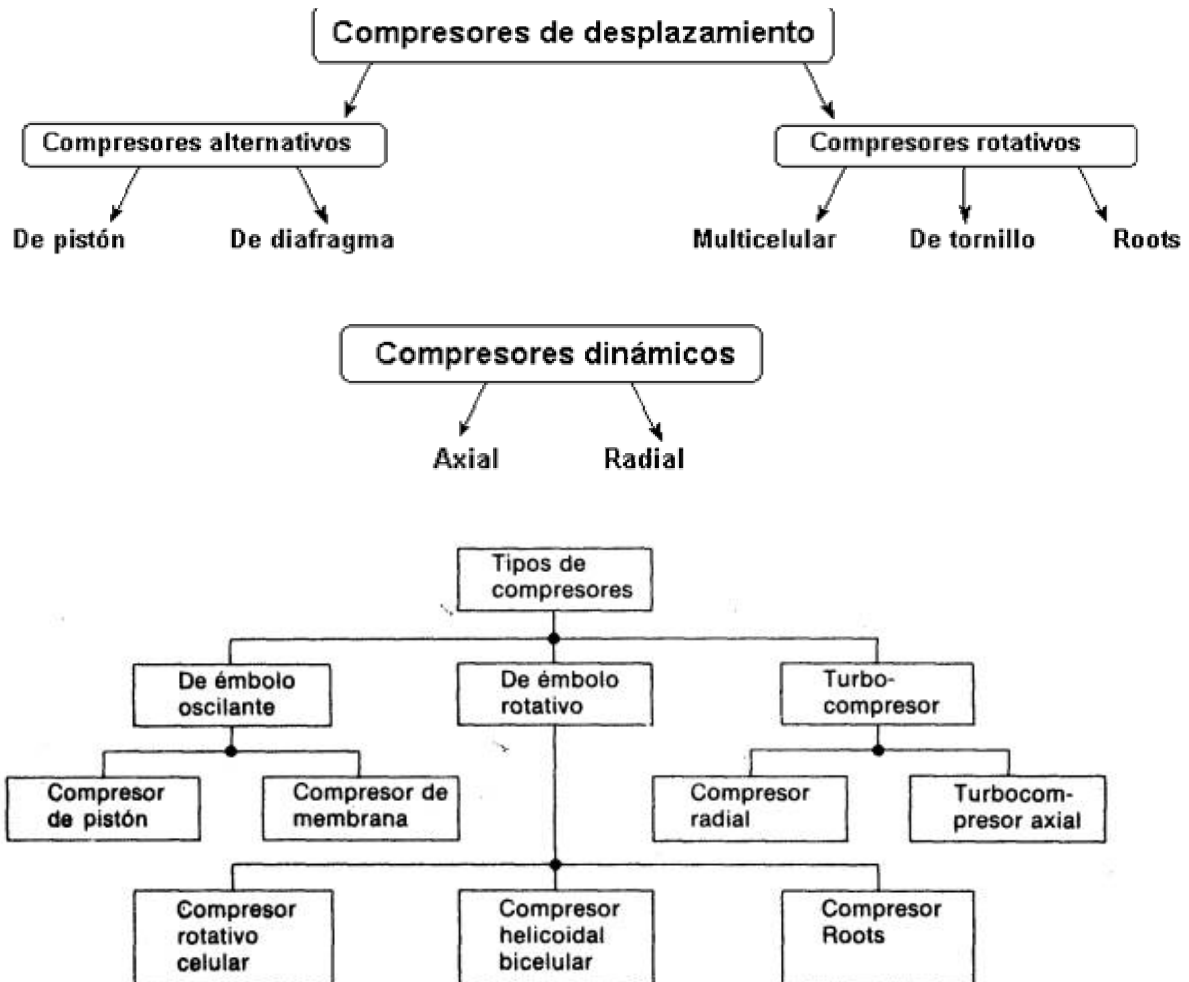


Fig. 3.1 Tipos de Compresores.

1.3.5 Elementos neumáticos de trabajo.

Lo energía del aire comprimido se transforma por medio de cilindros en un movimiento lineal de vaivén, y mediante motores neumáticos, en movimiento de giro.

Elementos neumáticos de movimiento rectilíneo (cilindros neumáticos)

A menudo, la generación de un movimiento rectilíneo con elementos mecánicos combinados con accionamientos eléctricos supone un gasto considerable.

- Cilindros de simple efecto.

Estos cilindros tienen una sola conexión de aire comprimido. No pueden realizar trabajos más que en un sentido. Se necesita aire sólo para un movimiento de traslación. El vástago retorna por el efecto de un muelle incorporado o de una fuerza externa.

El resorte incorporado se calcula de modo que haga regresar el émbolo a su posición inicial a una velocidad suficientemente grande.

En los cilindros de simple efecto con muelle incorporado, la longitud de éste limita la carrera. Por eso, estos cilindros no sobrepasan una carrera de unos 100 mm.

Se utilizan principalmente para sujetar, expulsar, apretar, levantar, alimentar, etc.

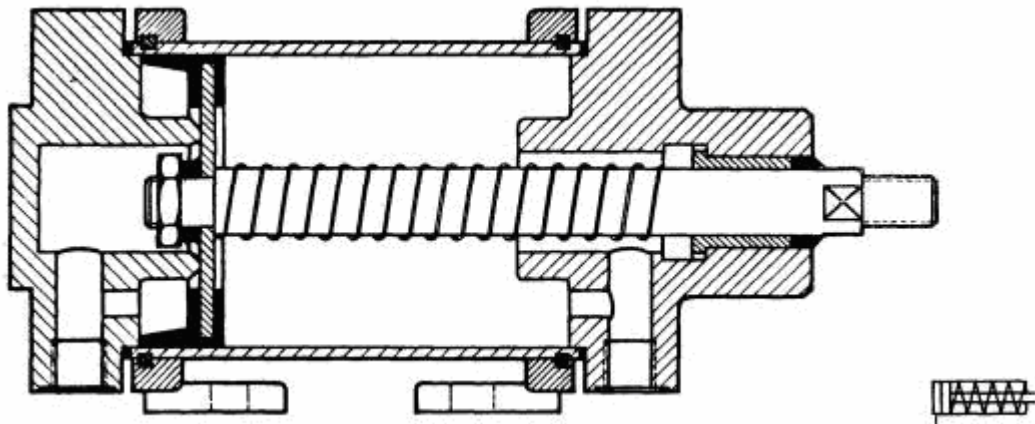


Fig.3.2 Cilindro de Simple efecto

- Cilindros de doble efecto

La fuerza ejercida por el aire comprimido anima al émbolo, en cilindros de doble efecto, a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno

Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial. En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago salido.

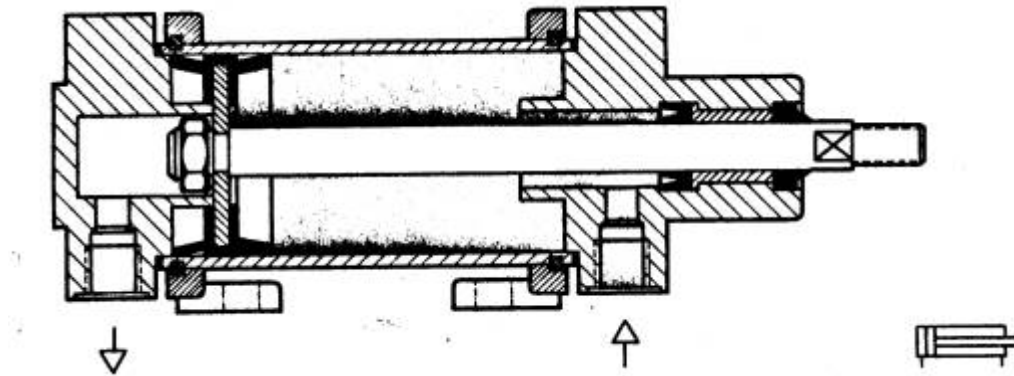


Fig. 3.3 Cilindro de Doble Efecto

1.3.6 Válvulas.

Los mandos neumáticos están constituidos por elementos de señalización, elementos de mando y una parte de trabajo. Los elementos de señalización y mando modulan las fases de trabajo de los elementos de trabajo y se denominan válvulas. Los sistemas neumáticos e hidráulicos lo constituyen:

1. Elementos de información
2. Órganos de mando
3. Elementos de trabajo

Para el tratamiento de la información y órganos de mando es preciso emplear aparatos que controlen y dirijan el flujo de forma preestablecida, lo que obliga a disponer de una serie de elementos que efectúen las funciones deseadas relativas al control y dirección del flujo del aire comprimido o aceite.

En los principios del automatismo, los elementos reseñados se mandan manual o mecánicamente. Cuando por necesidades de trabajo se precisaba efectuar el mando a distancia, se utilizaban elementos de comando por émbolo neumático (servo).

Actualmente, además de los mandos manuales para la actuación de estos elementos, se emplean para el comando procedimientos servo-neumáticos y electro-neumáticos que efectúan en casi su totalidad el tratamiento de la información y de la amplificación de señales.

La gran evolución de la neumática y la hidráulica ha hecho, a su vez, evolucionar los procesos para el tratamiento y amplificación de señales, y por tanto, hoy en día se dispone de una gama muy extensa de válvulas y distribuidores que nos permiten elegir el sistema que mejor se adapte a las necesidades.

Hay veces que el comando se realiza neumáticamente o hidráulicamente y otras nos obliga a recurrir a la electricidad por razones diversas, sobre todo cuando las distancias son importantes y no existen circunstancias adversas.

Las válvulas en términos generales, tienen las siguientes misiones:

1. Distribuir el fluido
2. Regular caudal
3. Regular presión

Las válvulas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por una bomba hidráulica o almacenado en un depósito. En lenguaje internacional, el término "válvula" o "distribuidor" es el término general de todos los tipos tales como válvulas de corredera, de bola, de asiento, grifos, etc.

1.3.7 Válvulas distribuidoras.

Estas válvulas son los componentes que determinan el camino que ha de tomar la corriente de aire, a saber, principalmente puesta en marcha y paro (Start-Stop). Son válvulas de varios orificios (vías) los cuales determinan el camino el camino que debe seguir el fluido bajo presión para efectuar operaciones tales como puesta en marcha, paro, dirección, etc.

Pueden ser de dos, tres, cuatro y cinco vías correspondiente a las zonas de trabajo y, a la aplicación de cada una de ellas, estará en función de las operaciones a realizar.

Para representar las válvulas distribuidoras en los esquemas de circuito se utilizan símbolos; éstos no dan ninguna orientación sobre el método constructivo de la válvula; solamente indican su función. Hay que distinguir, principalmente:

1. Las vías, número de orificios correspondientes a la parte de trabajo.
2. Las posiciones, las que puede adoptar el distribuidor para dirigir el flujo por una u otra vía, según necesidades de trabajo.

1.3.8 Simbología Normalizada.

Los sistemas de potencia hidráulicos y neumáticos transmiten y controlan la potencia mediante el empleo de un fluido presurizado (líquido o gases) dentro de un circuito cerrado.

Generalmente, los símbolos que se utilizan en los diagramas de circuitos para dichos sistemas son, figuras, de corte y gráficos. Los símbolos de figuras, resultan muy útiles para mostrar la interconexión de los componentes. Es difícil normalizarlos a partir de una base funcional. Ver anexo.

1.4 Sensores

Son elementos electrónicos que con la sola presencia del elemento a detectar, varían la señal de salida. No hace falta que hagan contacto físico con dicho elemento. Trabajan sumergidos en agua, aceite, polvos, etc.

Se eligen por el material del objeto a detectar, y por el entorno y el ambiente donde van a ser instalados. Los materiales de los objetos a detectar se dividen básicamente en metálicos y no metálicos.

Debe tenerse en cuenta las siguientes condiciones del ambiente: Humedad, Temperatura, Acidez, Polvo y Explosividad.

1.4.1 Tipos de Detectores

Los más usuales son los siguientes:

1. Inductivos
2. Capacitivos
3. Magnéticos
4. Ópticos
5. Ultrasónicos

1.4.1.1 Detectores Inductivos

Se compone de un circuito tanque donde el inductor es el elemento detector, y un capacitor tiene un valor tal que pone al sistema en resonancia. Un circuito comparador mide la tensión del capacitor con respecto a una tensión patrón prefijada.

Cuando el circuito tanque está en resonancia, la tensión en el capacitor es máxima. En esas condiciones, el comprador no entrega salida. Si se acerca un elemento metálico al inductor, se producen en él corrientes de Foucault que lo sacan de resonancia. En esas circunstancias, la tensión en el capacitor cae, y el

comparador entrega una salida proporcional a la diferencia entre la máxima y la que ahora existe en el capacitor. Detecta cualquier tipo de metal porque inducen corriente en el elemento que se acerca.

1.4.1.2 Detectores capacitivos.

Tienen una composición similar a los inductivos, siendo en este caso el inductor fijo, y el capacitor el elemento sensor. Presentan una superficie expuesta al ambiente que constituye una de las placas del capacitor, que contra el ambiente posee una capacidad tal que el circuito tanque está en resonancia. Poseen un oscilador similar a los inductivos que dependiendo de la capacidad varía su frecuencia, al cambiar la geometría o el dieléctrico del capacitor. Detectan cualquier material sea magnético o no, metálico, plástico, líquido, etcétera porque varía la constante y dieléctrica. Un comparador con una frecuencia patrón ajustado mediante un potenciómetro da la salida que se amplifica.

1.4.1.3 Detectores magnéticos

Tienen diferentes principios de funcionamiento, pudiendo ser de los siguientes tipos:

- De estado sólido
- Pick Up 1) Pasivos
 2) Activos
- Reed Switch

Los sensores magnéticos de estado sólido detectan por efecto hall. Detectan la presencia de un campo magnético sobre una de sus caras. Funcionan con tensión de alimentación de entre 10 a 30 V., pero corriente de salida menor o igual que 50 mA.

Los Pick Up pasivos producen fuerza electromotriz inducida al variar la reluctancia del circuito y por consiguiente el flujo. Se usan para medir velocidad de ejes, sincronización de mecanismos, etc. Esta f.e.m.i. puede llegar a 150 V.

Los Pick Up activos. Para entrehierros, grandes del orden de 4 mm la f.e.m.i. es muy chica para ser detectada como señal de salida. Entonces se agrega un comparador que da US igual 100% cuando existe señal. Además corrige la forma de ondas debido a la histéresis.

Los Reed Switch son ampollas de vidrio un contacto metálico en atmósfera de un gas inerte, que se cierra por la acción de un campo magnético exterior, por ejemplo, la proximidad de un imán permanente manejan corrientes de ésta sin contar. Son muy baratos (\$0,50), pero tienen poca vida útil porque se magnetizan.

1.4.1.4 Detectores ópticos.

Son elementos que mediante la emisión y recepción de un haz de luz, generalmente infrarroja, detectan cualquier elemento que provoque la interrupción de dicho haz. Pueden ser en el espectro de la luz visible o invisible, y la señal emitida puede llevar algún tipo de modulación, por ejemplo, ser una onda cuadrada de 5kHz., que se demodula en el receptor, para evitar accionamientos intempestivos, debido por ejemplo a reflejos de la luz visible. De esa manera permiten ser usados a la intemperie a la luz del día, por ejemplo en control perimetral de cercos.

El emisor puede estar constituido por fototransistores, fotodiodos, y el receptor por LDR (Light Dependent Resistance), que son celdas de Cadmio cuya resistencia varía con la luz.

En función del recorrido que se le provoca al haz, se pueden clasificar en diferentes tipos:

- De óptica alineada
- De óptica reflexiva.

A su vez pueden ser:

- a) Directa
- b) Indirecta

De óptica alineada

Son de muy bajo costo de electrónica, pero caros porque las lentes deben de ser de buena calidad. Se usan para montaje a la intemperie pero, además necesitan filtros para evitar accionamientos inesperados. Permiten cubrir grandes distancias (aprox. 100 mts.), pero se dificulta su alineación. Para evitar esto, se modula la luz con una señal codificada, y además, se trabaja en bandas no visibles. Tal vez con esto, las distancias sean mucho menores, pero se garantiza evitar señales intempestivas. Se usan en control de perímetro.

De óptica reflexiva

Este tipo de sensores, detectan el reflejo del haz emitido bien en el objeto a detectar o bien en un pequeño espejo colocado convenientemente. Por ese motivo, emisor y detector están montados sobre el mismo cuerpo.

Entonces se dividen en dos tipos:

a) de reflexión directa (o reflexión en el objeto)

Detectan por color. Lo único que no detecta es negro opaco. Para evitar accionamiento intempestivo, se utiliza luz polarizada. Debido a que el haz emitido forma un cono al igual que el recibido, tienen una distancia mínima de funcionamiento. También deben calibrarse en función del color del objeto a detectar.

b) de reflexión indirecta (por reflexión en espejos).

El principio es similar a los de óptica alineada, pero como emisor y receptor están juntos, debe hacerse rebotar el haz sobre un espejo, detectando cualquier objeto que interrumpa su camino. Hay que tener cuidado que el elemento a detectar no tenga superficies brillantes, porque efectuarán detecciones erróneas. Para evitar esto, se recomienda montarlos el ángulo. Los de recepción directa pueden usarse en reflexión indirecta, pero poseen una zona muerta. Los elementos reflectantes pueden ser de diversos tipos, pero los más comunes son los del tipo ojos de gato.

1.4.1.5 Otros tipos de Detectores

- Detectores de metales del tipo anillo

Es una variante de los inductivos. Son detectores de metales en conductos, por ejemplo viruta en tolvas de plástico, en industria alimenticia, etc. La variante es en la forma física, pero el principio de funcionamiento es el mismo.

- Arcos Detectores de metales

Con similar principio de funcionamiento, son los utilizados en accesos a edificios, bancos, aeropuertos, etc.

1.4.2 Simbología según DIN 1219

La simbología tiene en cuenta el tipo de detector y el tipo de salida, indicando dichas características según las figuras referenciadas en 1 y 2.

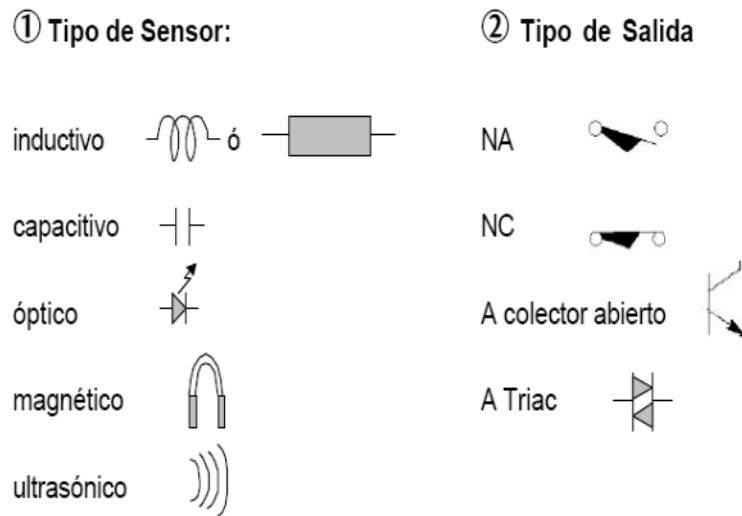


Figura 4.1

1.4.3 Tipos de Salidas.

Pueden ser principalmente de dos tipos, en función de la corriente de carga que van a controlar. Para corrientes de cierta importancia, como por ejemplo bobinas de contactores, donde la corriente puede llegar a algunos Amperes, se utilizan los de salida a Relé (o contacto seco), pudiendo ser la salida tipo NA o NC.

Para cargas pequeñas, generalmente elementos electrónicos, la salida es a transistor con colector abierto, pudiendo ser del tipo PNP o NPN. Es raro ver salidas a colector cerrado (equivalente a un NC). En todos los casos de salida a transistor, debe tenerse presente que si se manejan elementos de carga inductivos tales como relés, pueden aparecer sobre tensiones externas al sensor producto de la autoinducción de dichos elementos, que pueden dañar el transistor de salida. Para protegerlos, deben agregarse al circuito elementos tales como diodos con polaridad inversa que cierran el circuito de la sobretensión. Una variante de estos, cuando se debe trabajar en C.A., son los de salida a Triac.

1.4.4 Alimentación.

En general, estos elementos se colocan lejos de sus fuentes de alimentación externas, y su electrónica tiene su propia fuente de alimentación interna de tensión regulada, por lo que permiten alimentarlos en un amplio rango de valores de tensión, por ejemplo de entre 15 y 90V., independizando su elección de los valores de la tensión disponible y de la distancia de su ubicación desde la fuente principal.

1.4.5 Tipo de Conexión

En función del circuito de control que se pretenda armar, los detectores pueden ser de distintos tipos:

- A 3 hilos
de C.C.
de C.A.
- A 2 hilos
de C.C.
de C.A.

A 3 hilos de C.C. son los más comunes, y pueden ser salida a relé o a transistor. Los de salida a relé pueden ser tipo P o tipo N dependiendo de la polaridad que entrega el contacto del relé. A su vez, el contacto puede ser NA o NC.

Los de salida a transistor, pueden ser a colector abierto tipo P (o PNP) o tipo N (o NPN). Son raros de encontrar, pero existen también los de colector cerrado, equivalentes a un NC, y generalmente traen el diodo de protección internamente

1.5 El corte de papel

1.5.1 Generalidades.

Antes apenas se conocían problemas de corte. Se procesaban papeles, incluso también cartoncillo o pergamino, pero no se conocía la enorme variedad de materiales. Hoy en día cabe más bien preguntarse:

¿Qué es lo que no se corta, se cortan los más diferentes materiales. Empezando por el más delgado papel de copia, pasando por planchas y láminas de plástico, recubrimientos de suelos, hasta hojas de metal y madera chapeada. Hoy se cortan en guillotinas rápidas, con toda precisión y sin desperdicio, incluso gruesas chapas para las que antes había que emplear una sierra circular. Del mismo modo que son variados los materiales, también son múltiples las cualidades que se exigen a una moderna guillotina. Debe ser precisa, muy precisa, permitir cortar rentablemente tanto pequeñas como grandes tiradas y, básicamente: debe cortar bien cualquier material. Su cliente se fija, cada vez

más, en la calidad de un impreso o su corte, y descubre si el corte es recto o si la hoja presenta una rebaba. El cliente es exigente y no sólo con la impresión. Una guillotina debe cortar en forma exacta y limpia, siendo además lo suficientemente robusta como para procesar los materiales más duros.

Los problemas de corte que, a pesar de todo, se producen, son casi sólo originados por una presión de pisón incorrecta, un ángulo de corte inadecuado o una cuchilla embotada. Las experiencias acumuladas durante muchos años con las guillotinas, han sido recopiladas para Vd. en el presente folleto. Es posible que no haya sido considerado algún material de terminado; no obstante, esperamos que las distintas tablas le faciliten los datos para cortar todavía mejor.

1.5.2 Recomendaciones para ángulo de corte adecuado.

Incluso cuando se trabaja con una moderna guillotina rápida, pueden producirse diferencias en el corte, aunque la máquina esté perfectamente ajustada y el guillotista coloque correctamente el material. La causa de las diferencias está en la gran variedad de materiales. Lo ideal sería cortar siempre materiales iguales en una guillotina, ya que cada material requiere un determinado ángulo de la cuchilla. Lo difícil está en la elección del ángulo correcto, cuando se cortan continuamente materiales distintos en cortos intervalos. En estos casos, es recomendable elegir un ángulo intermedio de 24°. Si el cliente no pide expresamente un determinado ángulo de cuchilla, se suministran las cuchillas con un ángulo de corte de 24°. Esto también es válido para la ejecución básica de nuevas guillotinas. La calidad de corte y la rentabilidad de la guillotina rápida dependen principalmente del ángulo de corte adecuado y de la calidad de la cuchilla.

1.5.3 Cuidado y mantenimiento de la cuchilla.

La cuchilla debe guardarse con todo cuidado en su caja protectora,

1. para evitar accidentes, y
2. para protegerla y evitar que pueda dañarse el filo.

Al cambiar la cuchilla, ésta no debe colocarse nunca sobre la mesa de la máquina sin una protección de cartón o madera. Debe procurarse que las superficies de la cuchilla y el porta-cuchillas no tengan ninguna deformación y estén completamente limpias. Los agujeros roscados de la cuchilla así como sus tornillos deben estar siempre en perfecto estado, ya que de ello depende el firme y exacto asentamiento de la cuchilla. Al colocar deben enroscarse primero ligeramente todos los tornillos, para evitar que puedan dañarse al apretarlos más fuertemente después. Una vez fijada la cuchilla y con la mesa de la máquina libre de todas las herramientas, se puede ajustar la cuchilla. En la posición inferior debe ajustarse la cuchilla exactamente paralela a la mesa y con un ligero contacto en el listón de corte. Previamente se gira o se cambia el listón de corte. Tengan en cuenta las correspondientes instrucciones en el manual de la guillotina rápida.

1.5.4 Afilado de la cuchilla

La cuchilla debe afinarse esmeradamente ya que de ello dependen en gran parte la calidad del corte y la duración de la cuchilla. Para el afinado se emplean piedras rectangulares, no excesivamente pequeñas, para evitar que se tuerzan. Para el afinado previo, para la eliminación de la rebaba, se recomienda una piedra de granulación fina y suave y para el acabado una piedra al aceite de Arkansas. Al efectuar el afinado, es importante que la cuchilla se apoye bien sobre un plano, para que pueda deslizarse la piedra de forma precisa y segura a lo largo del filo. Si no existe un apoyo firme, el afinado resulta defectuoso y aumenta el peligro de accidentes, ya que es fácil herirse con el agudo filo de la cuchilla. Antes del afinado, es importante limpiar a fondo la cuchilla. Naturalmente, la piedra debe estar también limpia. Esto se consigue guardándola en una mezcla de petróleo y aceite. Deben utilizarse siempre piedras sin hendiduras o rayas. De lo contrario, el afinado resultaría incorrecto y dañaría el filo. Las piedras defectuosas se pueden utilizar de nuevo después de un rectificado.

Fenómenos propios del afilado defectuoso

- a) Si al afilar se nota que el ruido no es uniforme, así como tampoco la intensidad de las chispas, la cuchilla no está paralela a la superficie de afilado.
- b) Si al fijar la cuchilla en la máquina se nota que los extremos del filo sobresalen, es que la mordaza de sujeción se flexiona por su punto medio o que las guías el carro están gastadas. Por ello, el filo se vacía en su centro y la cuchilla, una vez colocada en la guillotina, no queda plana en todo el largo del listón de corte y no corta por su centro.
- c) Si la zona cercana al filo se vuelve marrón o azul, existe un sobrecalentamiento y la cuchilla "se quema". Las causas son:
 - Aproximación excesiva de la muela
 - Avance demasiado rápido
 - Refrigeración insuficiente
 - Abrasivo inadecuado

El ángulo de corte de la cuchilla depende de la naturaleza del material a cortar. La regla fundamental es: Materiales blandos - Ángulo de corte más agudo
Materiales duros - Ángulo más obtuso. Los ángulos de corte se sitúan entre 17° y 28°.

1.5.5 Calidad del corte.

Material a cortar blando

Se entiende por materiales blandos p. ej. el papel cebolla, el papel de copia, el papel de seda y el papel secante. Estos materiales y otros similares tienen propiedades que se comportan durante el corte de forma desagradable:

- 1 Malas propiedades de deslizamiento
- 2 Elevada cantidad de aire en la pila

La propia blandura del material

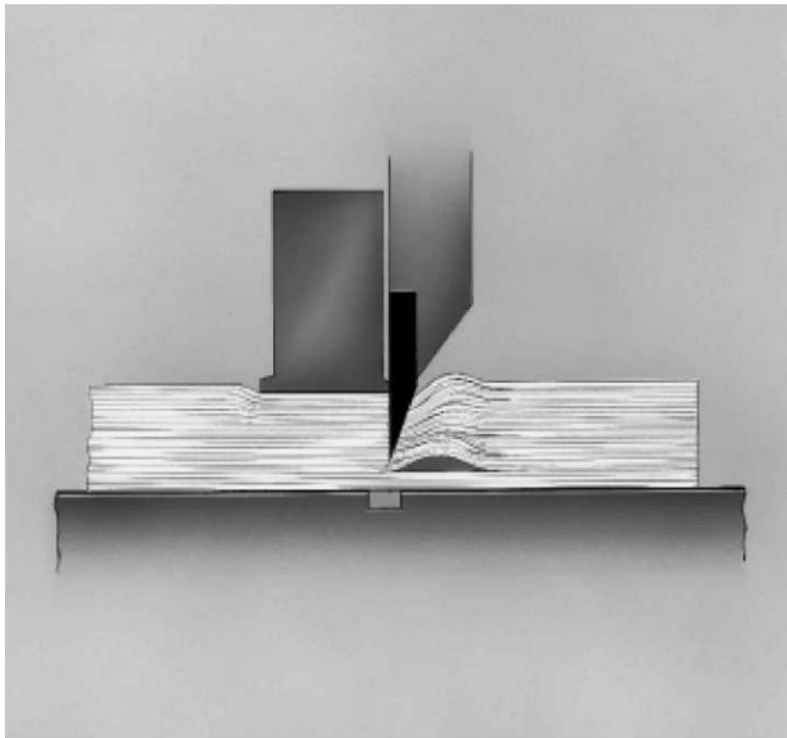


Figura 5.1 Fenómeno de deslizamiento

Debido a las malas propiedades de deslizamiento del material, éste se acumula delante de la cuchilla. Ésta se enclava y con ello puede aumentar excesivamente la presión de corte.

Por esta razón procure que el material se coloque siempre en el lado izquierdo, si la cuchilla se desplaza de izquierda a derecha. Si el material a cortar se colocara en el lado derecho, se favorecería la acumulación del mismo, ya que el tope derecho impide adicionalmente la salida del material.

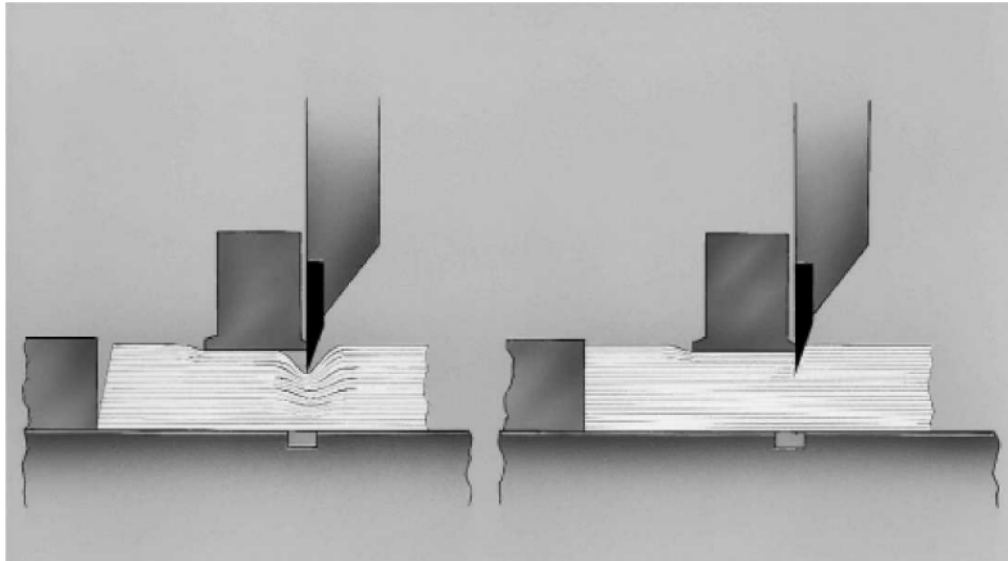


Figura 5.2 Volumen de aire y blandura del papel

Debido al volumen de aire y a la blandura del material, el mismo tiende a salirse de debajo del pisón al efectuarse el corte. Esto provoca un sobrecorte, es decir, las hojas superiores de la posteta quedan más cortas que las inferiores. Para evitar este engorroso efecto con esta clase de materiales, es necesario elegir un ángulo de corte más agudo y/o aumentar el tiempo del prensado. También puede mejorarse el resultado del corte alisando con especial cuidado el bisel. Además téngase en cuenta que una cuchilla embotada tiene mayor fuerza de tracción que una cuchilla cortante. El gráfico lo muestra claramente.

También la presión del prensado y el pisón tienen su papel importante.

Aquí una regla básica:

Material blando - presión elevada

Material duro - presión baja.

La presión de prensado se ajusta progresivamente desde 150 a más de 7000 daN. Si se prensa material blando con presión elevada, el contorno del pisón deforma el mismo. Esto se puede evitar utilizando una plancha de protección. En casos de especial dificultad, se encola en la parte inferior de la plancha protectora una tira de cartón de 4 a 5 mm de grosor, la cual termina sin canto hacia detrás.

Material a cortar normal

Se califican de normales aquellos materiales que pueden cortarse bien con un ángulo de 24° y un prensado medio, por ejemplo papel de escribir y de imprimir. "Por qué cortar en este caso con presión de prensado media"? Se podría sacar la conclusión de que, al cortar materiales no delicados, se puede aplicar la presión que se quiera. Nada más lejos de la verdad, ya que si la presión es excesiva pueden producirse fácilmente sobrecortes. Básicamente es válido: "No elegir nunca una presión de prensado superior a la necesaria". Debe ser por tanto sólo la suficiente para impedir que el material se desplace o se mueva hacia delante.

Material a cortar duro

En el caso de materiales duros, por ejemplo papel couché o engomado, cartulina y plásticos, puede ocurrir que la cuchilla se desvíe durante el corte. De ocurrir así, ello es debido a un ángulo de la cuchilla demasiado agudo. La cuchilla se tiene que afilar con otro ángulo. Para no perder demasiado material, se afila un microbisel con un ángulo más obtuso.

Esto tiene además la ventaja de que a pesar de disponer de un ángulo más obtuso, se mantiene un buen flujo del material delante de la cuchilla.

Al manipular materiales duros es especialmente negativo un filo de la cuchilla achaflanado por detrás en el afinado. Este defecto produce en materiales duros siempre un sobre-corte. Pero también se origina sobrecorte por la existencia de zonas deformadas o de suciedad en la superficie de fijación de la cuchilla o del porta-cuchillas, debido a lo cual, la cuchilla no queda atornillada absolutamente vertical. Lo mismo ocurre con cuchillas que son más gruesas en la parte superior que en la inferior (defecto de fabricación de la cuchilla o del afilado). Estos defectos se manifiestan por zonas brillantes en el plano cortado del material.

Diferencias de corte producidas por materiales irregulares

Corte convexo o cóncavo significa que el material queda demasiado corto en aquellas partes en las que la presión es menor. Así se produce un corte convexo en las postetas, que son más altas en el centro, porque los dos extremos son extraídos hacia fuera por la cuchilla. Con material grapado, el canto contrario al grapado queda más corto por ser allí menor la presión. Si las diferencias de altura en la posteta son menores que 4 mm, se recomienda el empleo de la chapa protectora flexible, que compensa la diferencia de altura y permite igualar la presión. Si la diferencia es mayor que 4 mm, debe compensarse además con algo de cartón. Puede producirse un corte cóncavo con material alrededor ondulado ya que, al prensarlo, las ondulaciones son empujadas hacia atrás y después del corte, vuelven a su posición primitiva. Para disminuir un corte cóncavo, es necesario reducir la presión de prensado al mínimo posible. Otra forma de mejorar el corte consiste en cortar la posteta a partir del centro, es decir, al forma-tizar, los cortes de separación se efectúan desde el centro. Luego, el corte de formato acabado desbarba los bordes exteriores.

CAPITULO 2. DESARROYO DEL PROYECTO

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La automatización, como ya se ha mencionado antes, tiene por objeto mejorar la productividad de una empresa, mejorar las condiciones de trabajo del personal, realizar operaciones difíciles, simplificar el mantenimiento, integrar la gestión y producción y mejorar la calidad del producto. Es decir la automatización es una herramienta muy importante que ayuda a mejorar los procesos productivos reduciendo costos y mejorando la calidad. Si bien es cierto que, el costo para automatizar un proceso es un tanto elevado, también es cierto que ofrecerá grandes beneficios y pronto se recuperara la inversión inicial.

Artes Impresas EON es una empresa que esta convencida de usar esta herramienta para agilizar su proceso de perforado de papel (en específico calendarios) ya que en estos momentos existe estancamiento de producto en esa área.

La grafica 2.1 muestra de forma general el proceso de perforado manual y cómo sería el automático. Como se observa, en la forma manual, el operador realiza un gran esfuerzo repetitivo en el brazo izquierdo al final de la jornada este esta cansado u disminuye se producción. Además necesita de un ayudante que lo apoye, en ocasiones dos, en el trabajo de acercar el producto en la mesa 1 y retirar el producto perforado.

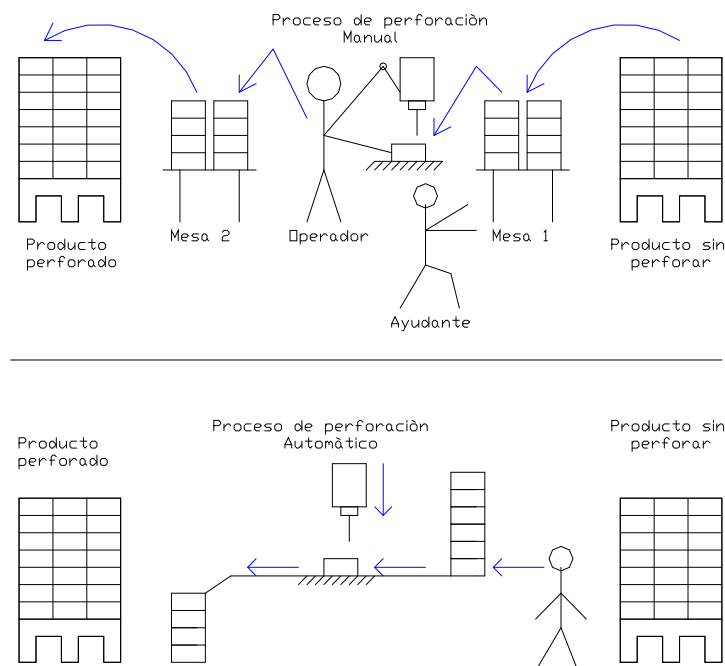


Figura 2.1 Diagrama esquemático
Proceso de perforación manual-automático

Se utilizara la técnica de la Neumática y el control por PLC para lograr nuestro objetivo de automatizar un taladro.

Al automatizar este proceso el operador solo tendrá que poner los calendarios en el alimentador y recogerlos del otro lado en el receptor. Un elemento neumático 1 colocara el calendario en posición, un sensor óptico de color S1 verificara que este puesto de forma correcta, otro actuador 2 sujetara para que no se mueva al ser perforado, un tercer cilindro perforara el producto y un elemento 4 lo saca de la bancada cayendo en el receptor.

La siguiente figura muestra el taladro que se usa en estos momentos. Como se observa, este es muy rudimentario nos brinda poca calidad y baja velocidad de producción.



Figura 2.2 Taladro manual para perforar papel

Este taladro solo puede hacer un orificio a la vez, esto es una gran desventaja, al automatizar este proceso se modificaría el soporte de la broca para poder colocar dos y así realizar dos orificios al mismo tiempo.

El producto que se va a perforar en gran escala son calendarios para el grupo JUMEX., estos requieren de dos perforaciones uno en el extremo superior derecho y otro en el superior izquierdo. Los orificios sirven para que se les pueda poner un broche.

La siguiente figura muestra los calendarios perforados y ya terminados.



Figura 2.3 Calendarios grupo JUMEX

La grafica siguiente muestra de manera general el proceso de producción de nuestros productos.

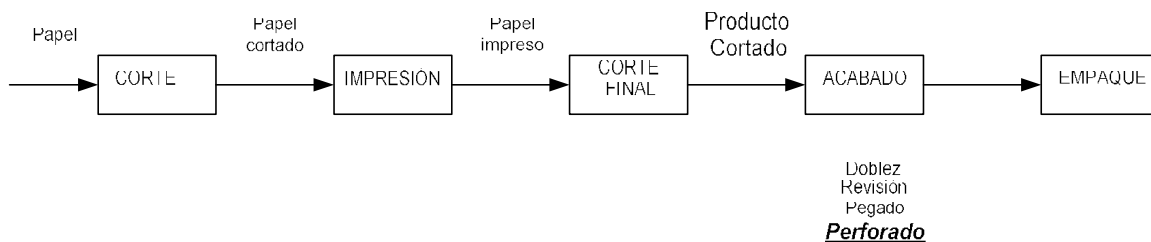


Figura 2.4 Proceso de producción

2.2 Croquis de Situación.

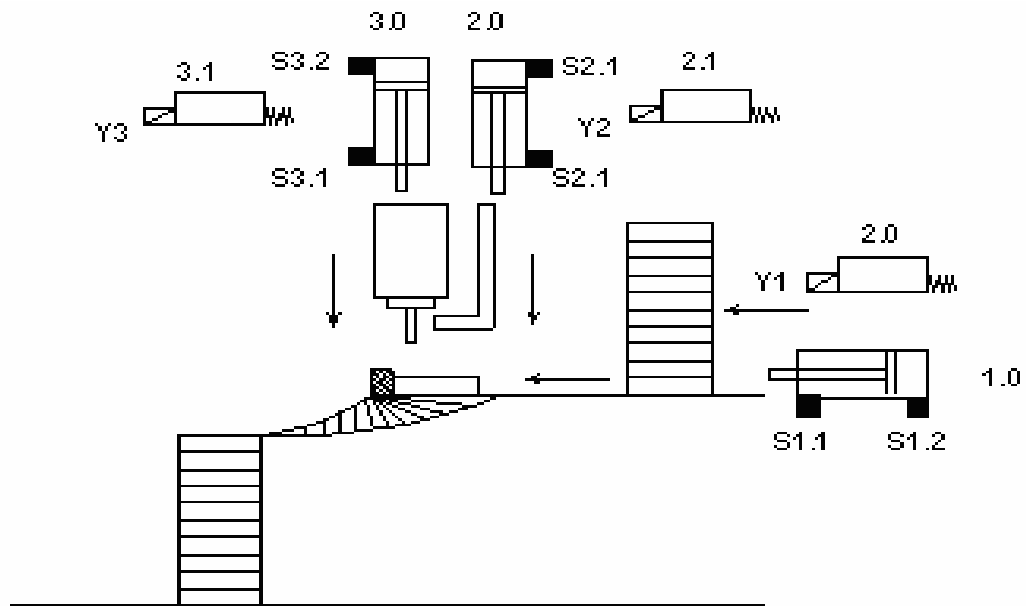


Fig. 2.4 Vista Frontal

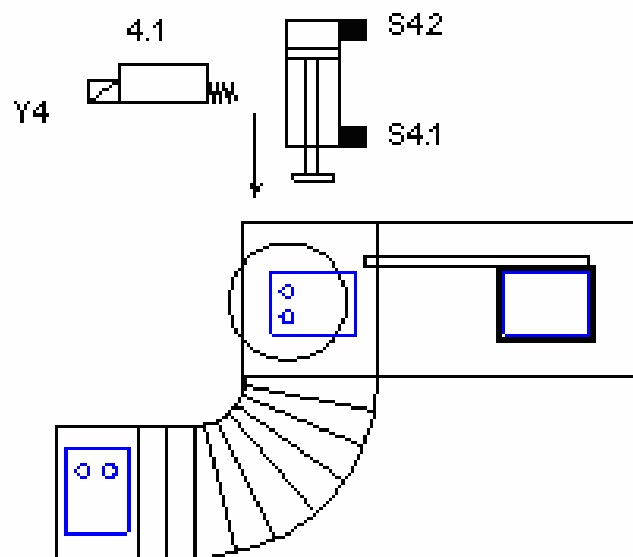


Fig. 2.5 Vista Superior

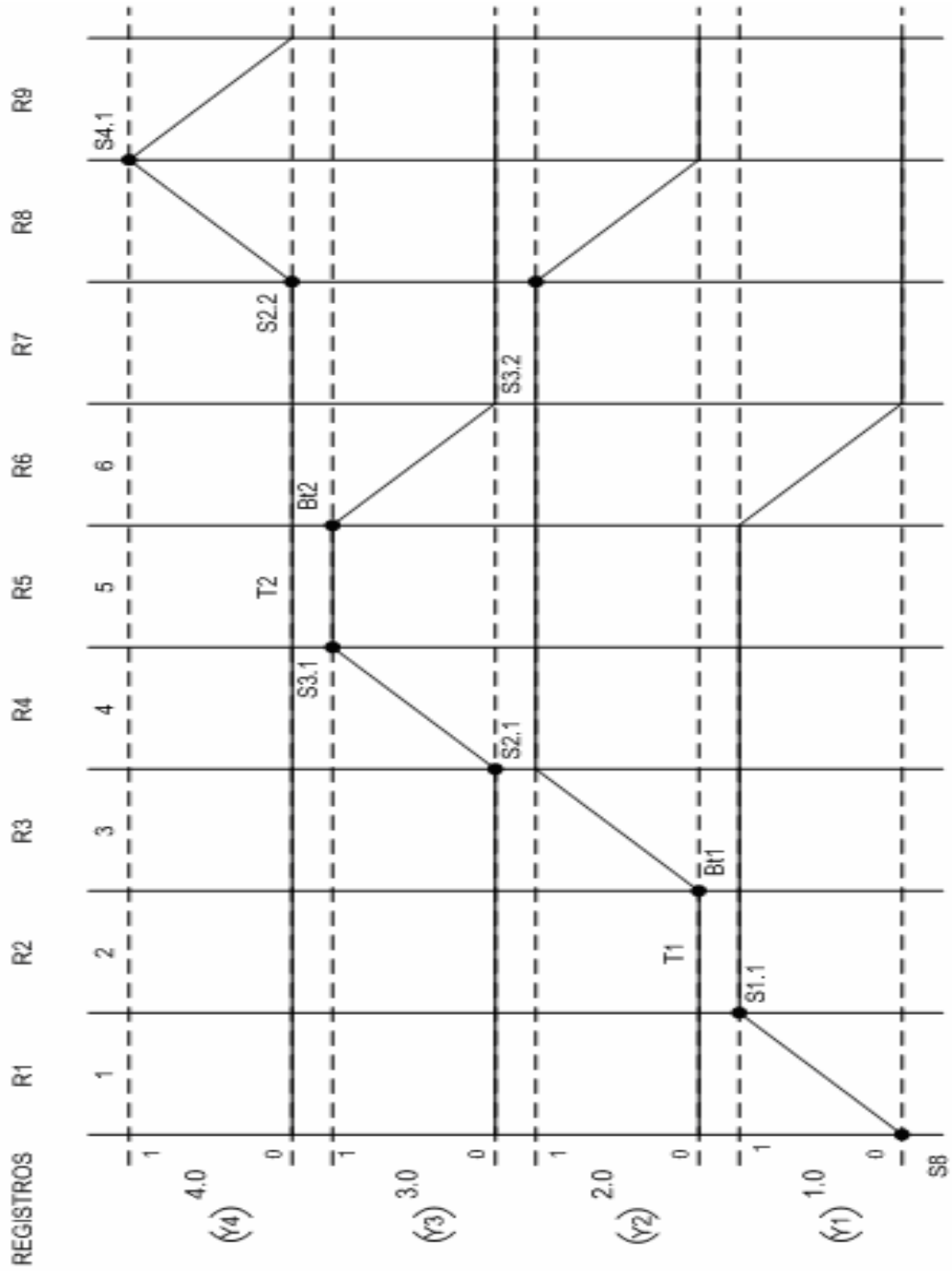
2.3 Secuencia de Operaciones

| Pasos | Operación |
|-------|-------------------------------|
| 1 | Actuador 1.0 avanza |
| 2 | 2 sgs de espera |
| 3 | Actuador 2.0 avanza |
| 4 | Actuador 3 avanza |
| 5 | 1 s. de espera |
| 6 | Actuadores 3.0 y 1.0 regresan |
| 7 | Actuador 2.0 regresa |
| 8 | Actuador 4.0 avanza |
| 9 | Actuador 4.0 regrsa |

2.4 Condiciones de Operación

| Pasos | Condicion | Elemento activado/desactivado |
|-------|--|-------------------------------|
| 1 | Si esta S1.2, S2.2, S3.2, S4.2, S6 y S8; y no esta S7 | entonces se activa Y1 |
| 2 | Si esta S1.1 | entonces se activa T1 |
| 3 | Si esta S2.2, S3.2, S4.2, BT1; y no esta S7 | entonces se activa Y2 |
| 4 | Si esta S3.2, S4.2 y S2.1; y no esta S7 | entonces se activa Y3 |
| 5 | Si esta S3.1; | entonces se activa T2 |
| 6 | Si esta BT2 y no esta S7 | entonces se deactiva Y3 y Y1 |
| 7 | Si esta S3.2 y no esta S7 | se desactiva Y2 |
| 8 | Si esta S2.2 y no esta S7 | entonces se activa Y4 |
| 9 | Si esta 4.1 | se desactiva Y4 |

2.5 Diagrama de movimientos



2.6 Programa en PLC

Para programar se utilizara el siguiente PLC.

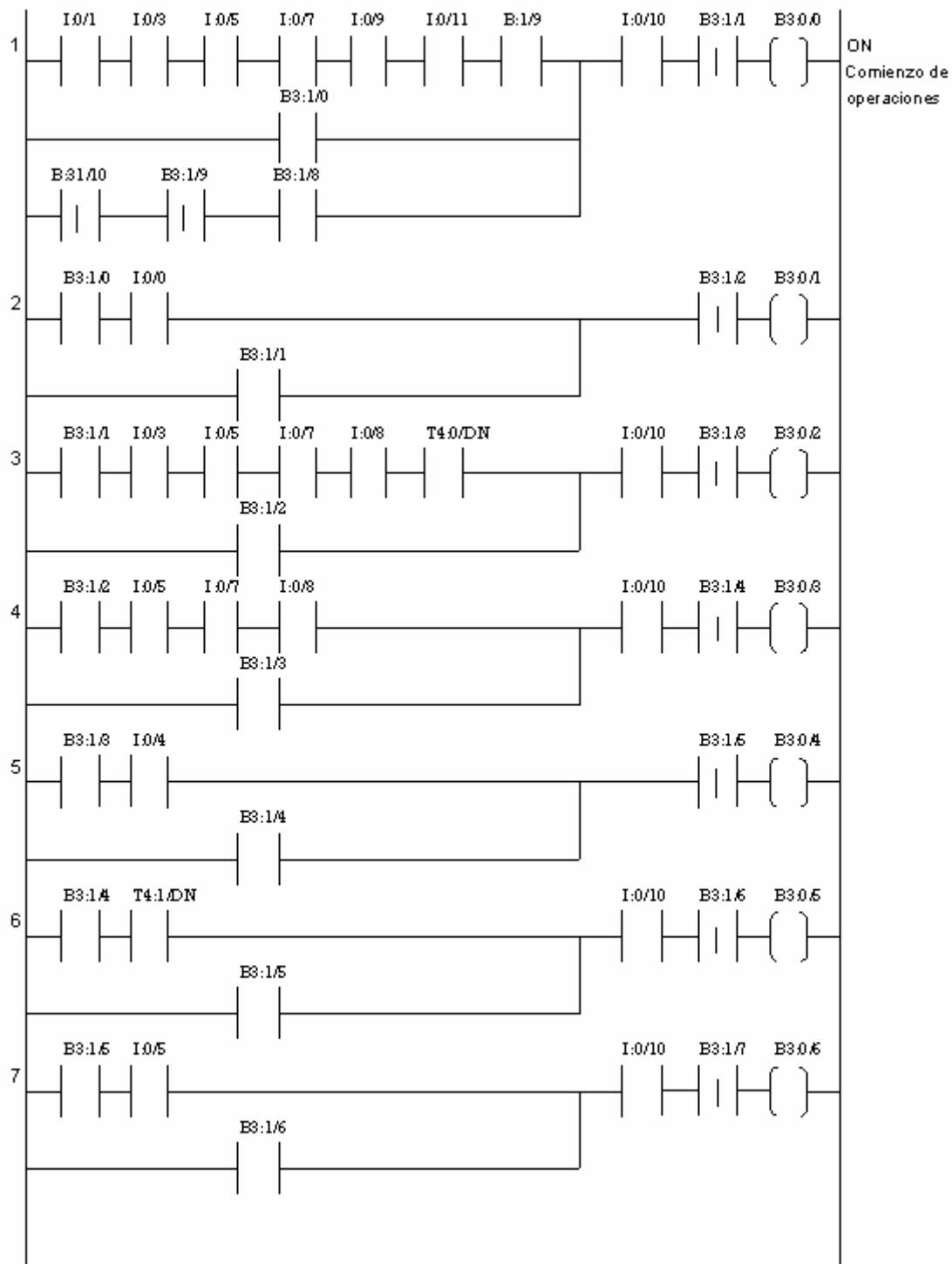
Allen Bradley
Micrologix

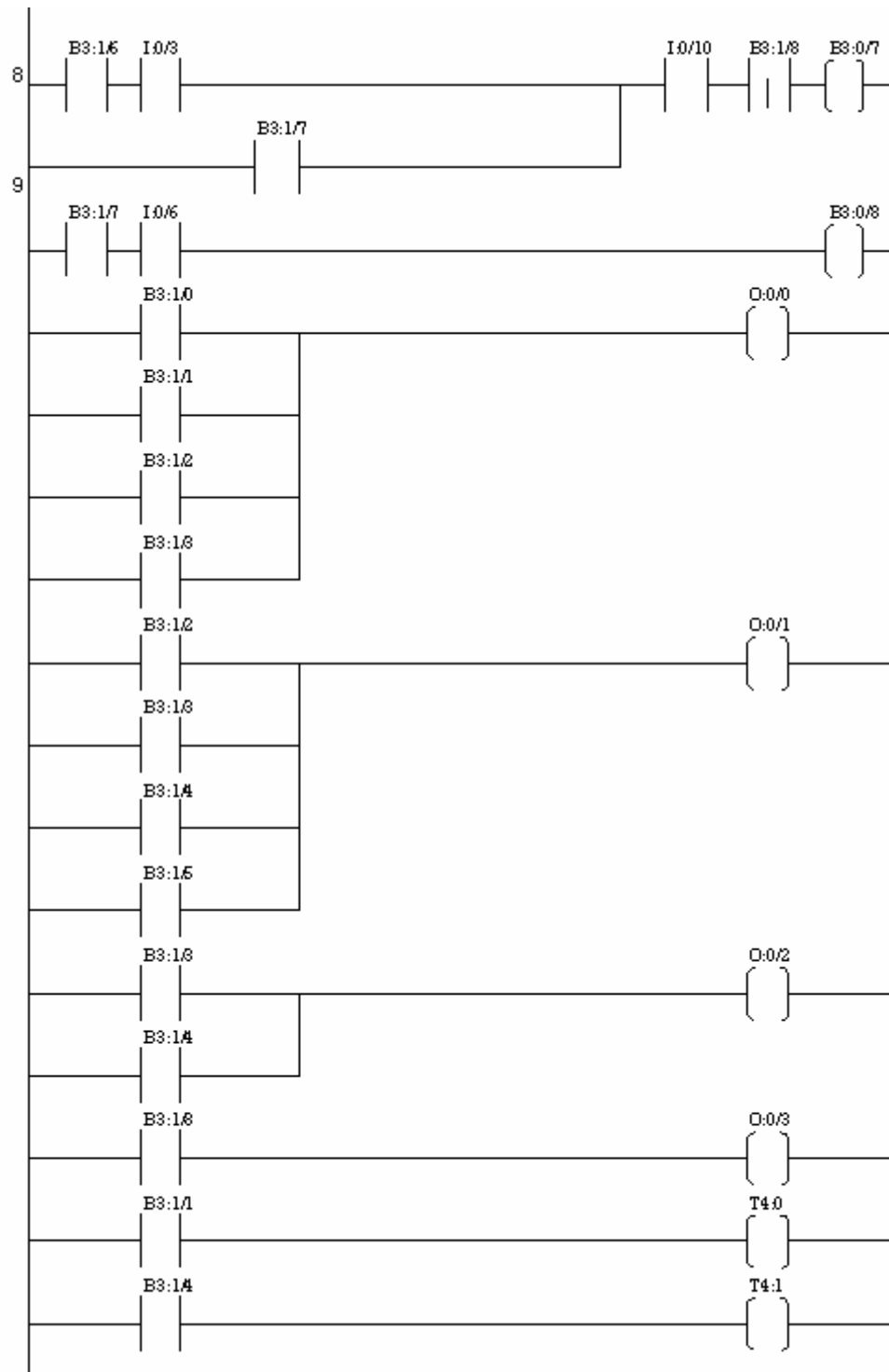
Entradas I : 0/0.....I : 0/15
Salidas O :0/0.....O : 0/9
Registros B3:0/0.....B3:0/15
B3:1/0.....B3:1/15
Timer T4:0.....T4:n
T4:0/DN.....T4:n/DN

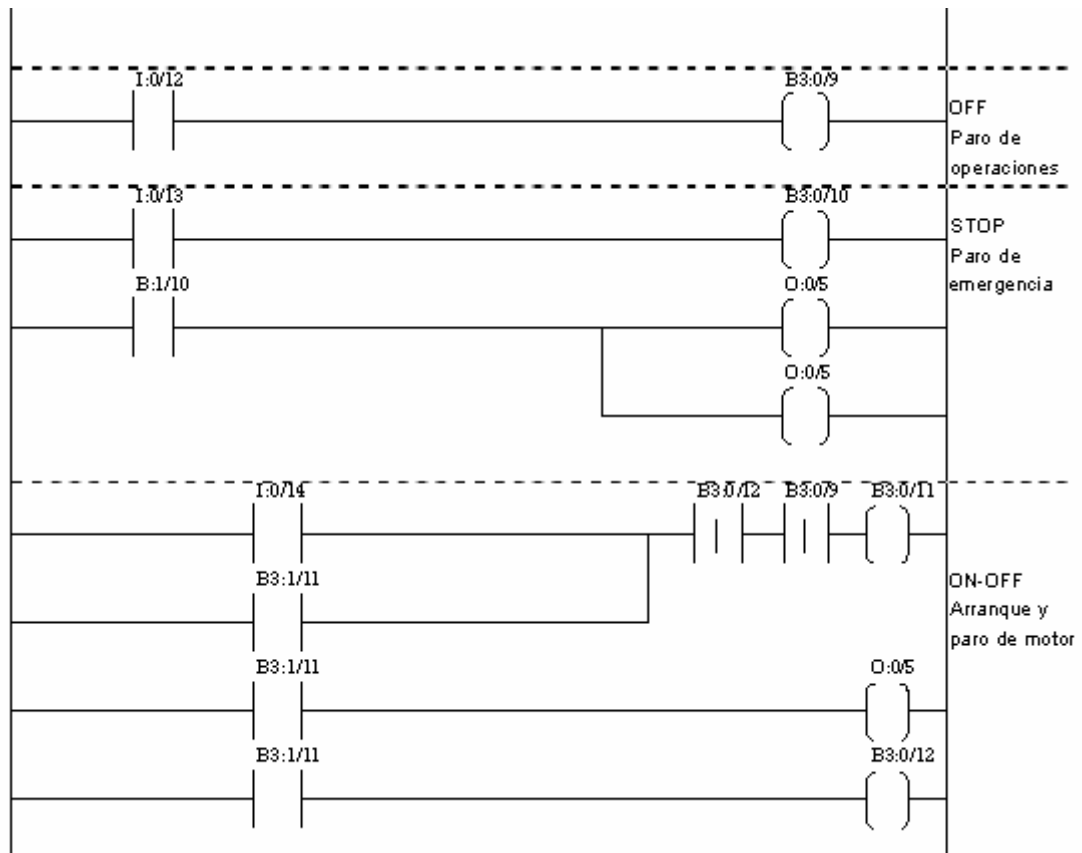
2.6.1 Tabla de Direccionamientos

| Entradas | Asignación |
|----------|---------------------|
| I:0/0 | Sensor S1.1 |
| I:0/1 | Sensor S1.2 |
| I:0/2 | Sensor S2.1 |
| I:0/3 | Sensor S2.2 |
| I:0/4 | Sensor S3.1 |
| I:0/5 | Sensor S3.2 |
| I:0/6 | Sensor S4.1 |
| I:0/7 | Sensor S4.2 |
| I:0/8 | Sensor S5 |
| I:0/9 | Sensor S6 |
| I:0/10 | Sensor S7 |
| I:0/11 | Botón ON |
| I:0/12 | Botón OFF |
| I:0/13 | Botón STOP |
| I:0/14 | Botón S11 ON Motor |
| I:0/15 | Botón S12 OFF Motor |
| Salidas | |
| O:0/0 | Bobina Y1 |
| O:0/1 | Bobina Y2 |
| O:0/2 | Bobina Y3 |
| O:0/3 | Bobina Y4 |
| O:0/4 | Bobina K2 |
| O:0/5 | Bobina K1 |

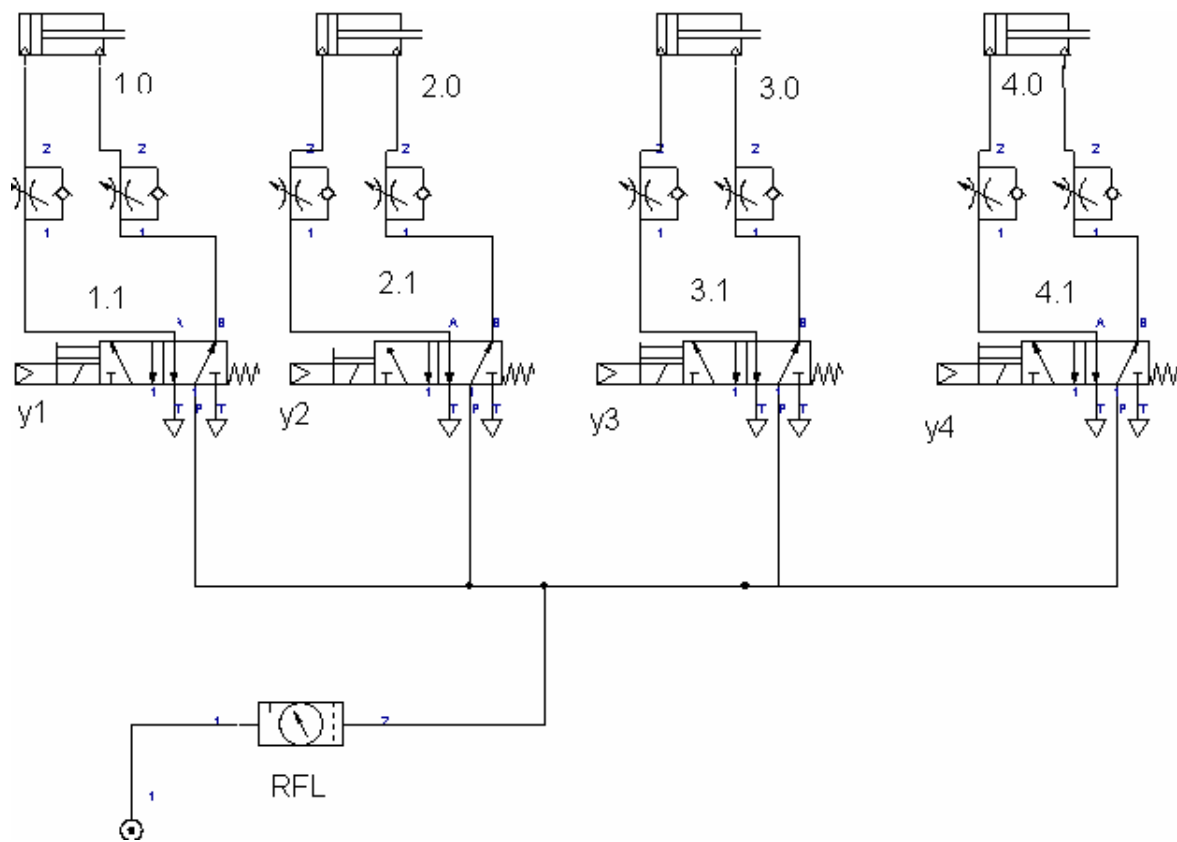
2.6.1 PROGRAMA



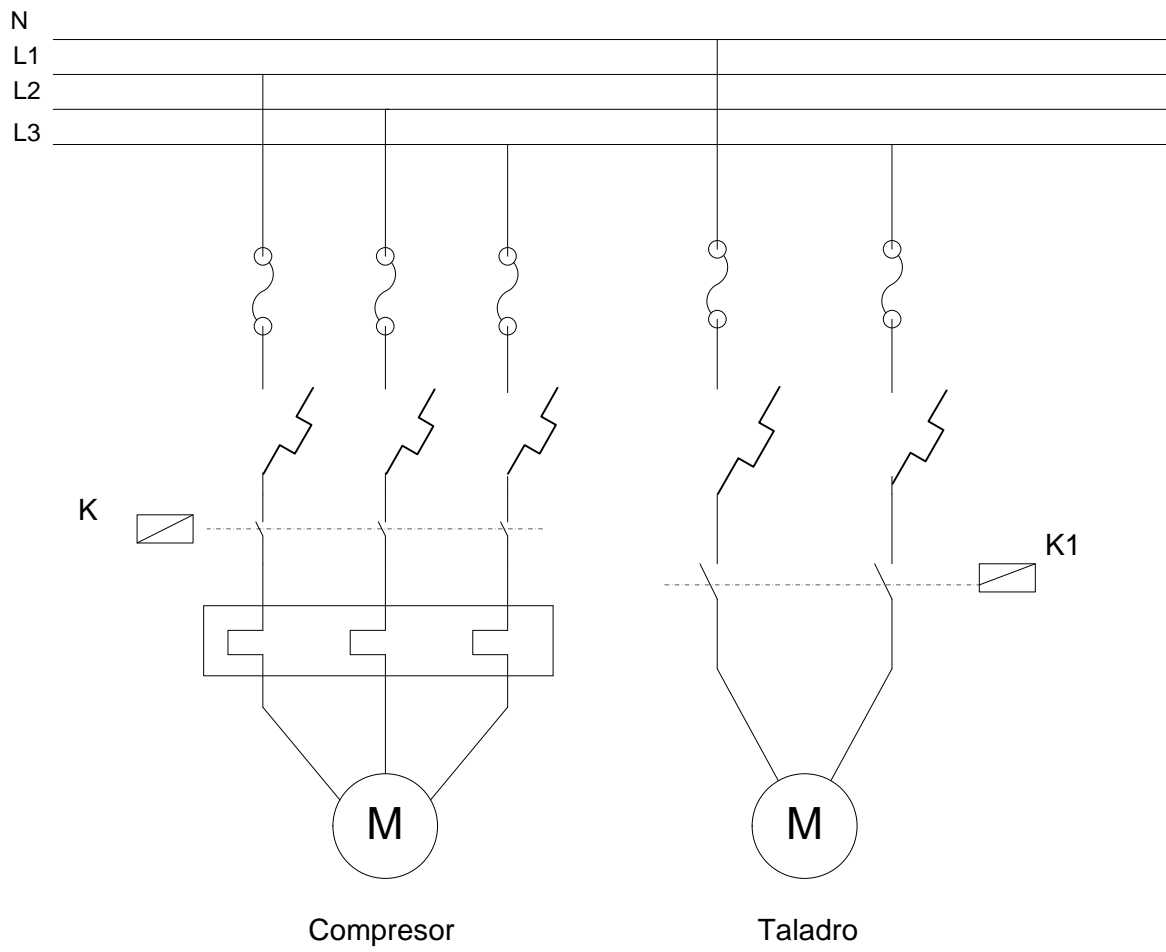




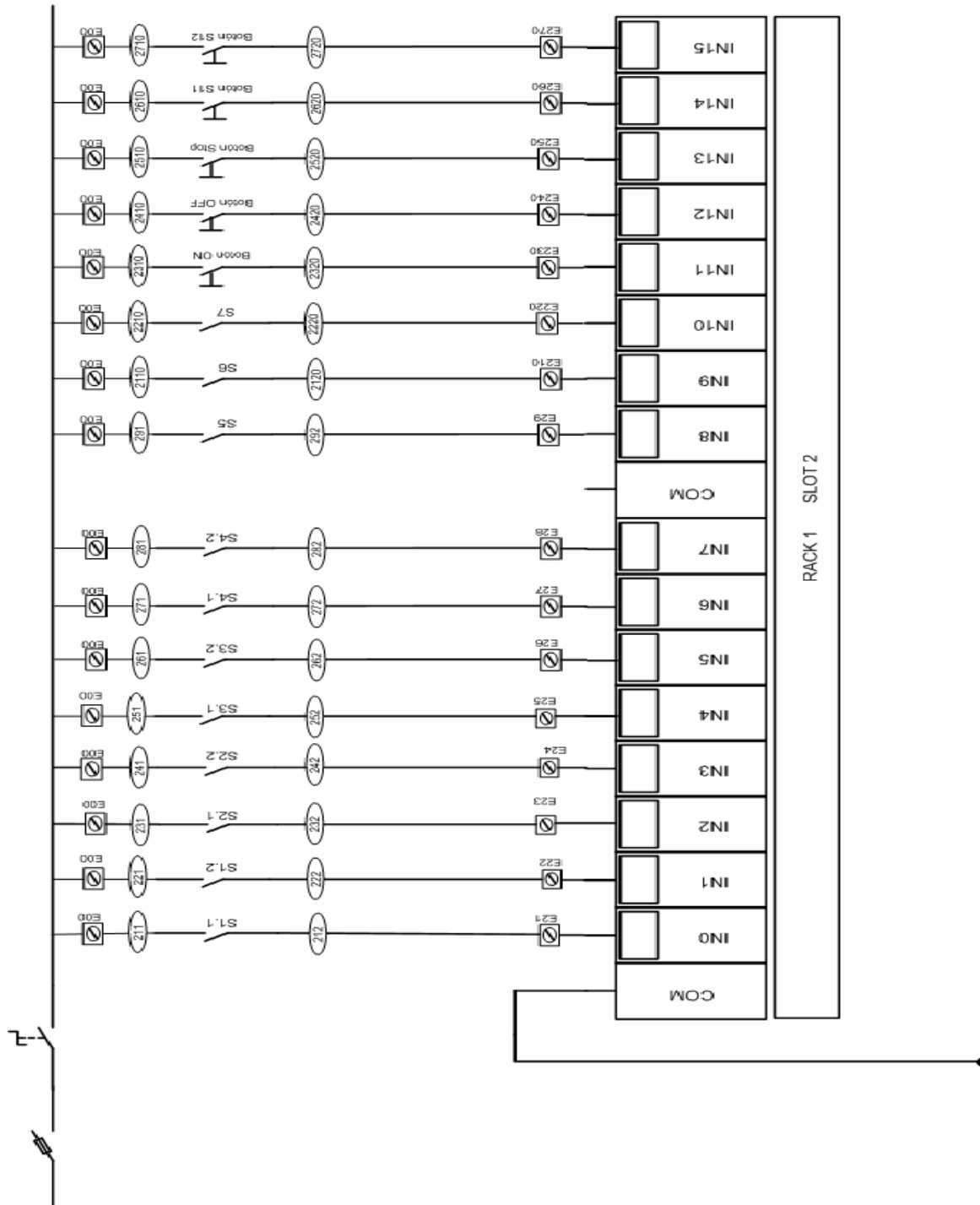
2.7 Circuito Neumático

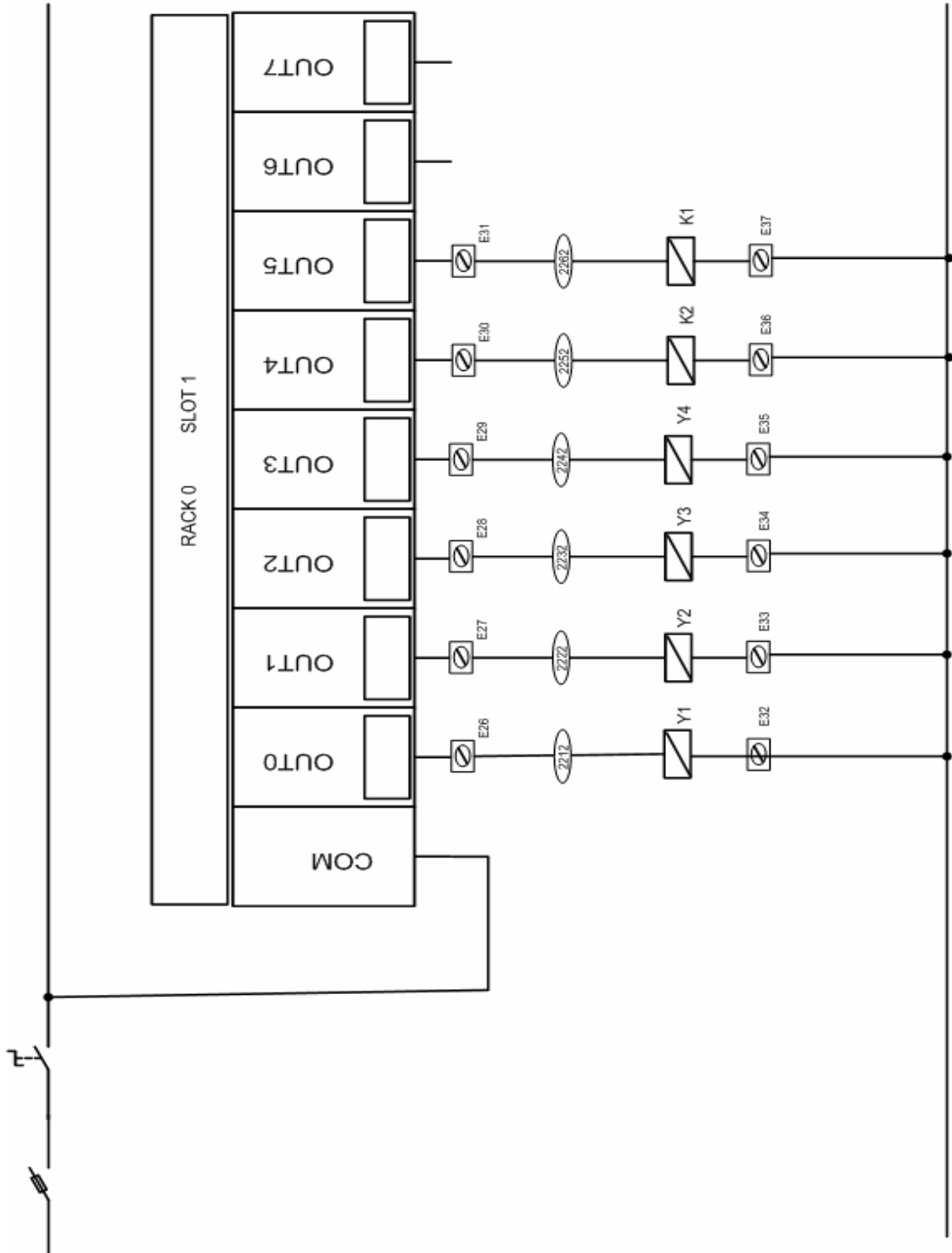


2.8 Circuito de potencia eléctrico



2.9 Circuito de Control





CAPITULO 3. COSTOS

3.1 Costos del equipo

Las siguientes tablas muestran el costo de cada uno de los elementos que se utilizarán en este proyecto.

| EQUIPO NEUMÁTICO | | | |
|--|---------------------------|-----------------|--------------|
| Descripción | Precio Unitario \$ | Cantidad | Total |
| Electroválvula con muelle 5/2 MFH-5-PK-3 Festo | 1506 | 4 | 6024 |
| Placa base normalizada NAS-3/8-2A-ISO Festo | 382 | 1 | 382 |
| Sensor Optico de Color SOEC-RT-Q50-PS-S-/L Festo | 12657 | 1 | 12657 |
| Cilindro de doble efecto DNC-32-400PPV-A Fest | 1789 | 2 | 3578 |
| Cilindro de doble efecto DNC-40-100PPV-A Festo | 1776 | 1 | 1776 |
| Cilindro de doble efecto DNC-80-100-PPV-A-Q Festo | 5198 | 1 | 5198 |
| Unidad de Mantenimiento FRC-3/8-D-MIDI Festo | 1588 | 1 | 1588 |
| Tubo Flexible 6 mm | 24 | 15 | 360 |
| Tubo Flexible 8mm | 28 | 10 | 280 |
| Racor Rápido | 39 | 16 | 624 |

| EQUIPO ELÉCTRICO | | | |
|---|---------------------------|-----------------|--------------|
| Descripción | Precio Unitario \$ | Cantidad | Total |
| Microinterruptor básico fin de carrera c/pal y roldana 15a 480V | 77.38 | 3 | 232.14 |
| Microinterruptor botón fin de carrera 15A 125-480V HARTMANN | 137.4 | 1 | 137.4 |
| Boton operador corto color verde diámetro 30mm Cutler Hamer | 113.14 | 4 | 452.56 |
| Boton operador stop color rojo diámetro 30mm Cutler Hamer | 297.27 | 1 | 297.27 |
| Block de Contactos 2NA Cutler Hamer | 124.33 | 1 | 124.33 |
| Block de Contactos 1NA + 1NC Cutler Hamer | 124.33 | 1 | 124.33 |
| Contactador Magnético Tripolar CA 18A 220V Telemecanic | 391.9 | 1 | 391.9 |
| Interruptor de seguridad servicio industrial con mecanismo de acción rápida de 3 polos 30A 120/240V NEMA 1 SQUARE D | 405.78 | 1 | 405.78 |
| Cartuchos fusibles Mercury 30A 250V | 13.8 | 3 | 41.4 |
| PLC ALLEN BRADLEY MICROLOGIX | 4500 | 1 | 4500 |

Subtotal 39174.11
I.V.A. 5876.1165

Costo
Total \$45050.2265

3.2 Costos de producción.

Se hizo un estudio de tiempos de producción para el proceso de perforación de calendario. En este se observó que el taladro manual que actualmente se utiliza, perfora en promedio tres calendarios por minuto, operándolo un trabajador hábil y experimentado. Aunque es un proceso sencillo y cualquier persona puede aprender rápidamente, no deja de ser un proceso manual el cual utiliza el esfuerzo humano y sus habilidades para realizar el trabajo; es por esto que al final de la jornada disminuye la producción.

Tabla de estudio de tiempos.

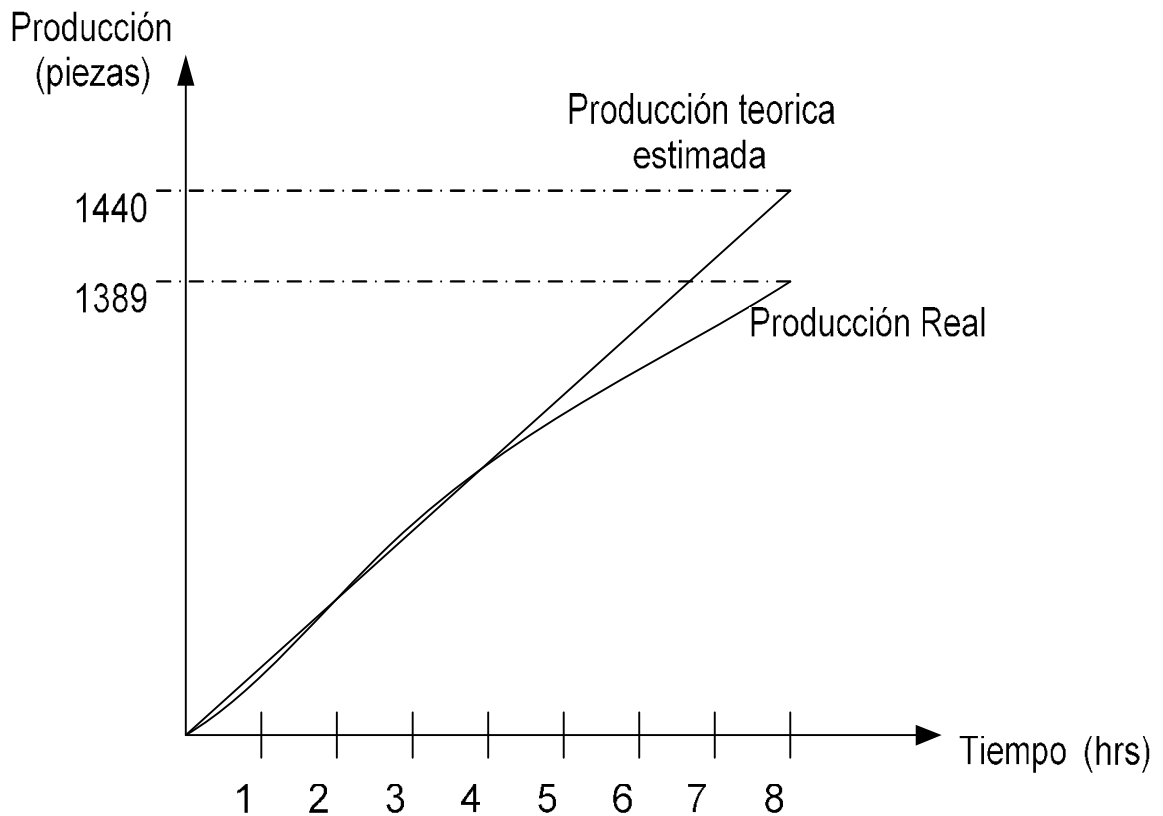
| Operación: Perforación de Calendario | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| No. | Descripción de la actividad | Ciclos (en segundos) | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Tomar calendario y colocarlo en posición | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 3 |
| 2 | Bajar manualmente palanca de taladro | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 | 4 | 6 |
| 3 | Subir palanca | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 4 | Voltear calendario | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 |
| 5 | Bajar manualmente palanca de taladro | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 3 | 6 | 5 | 4 | 4 |
| 6 | Subir palanca | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 7 | Retirar calendario | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| Total | | 18 | 24 | 20 | 21 | 17 | 19 | 24 | 26 | 18 | 22 |
| Promedio: 20.9 segundos | | | | | | | | | | | |

La tabla anterior indica el promedio que tarda un operador en perforar 1 calendario 20.9 segundos, ó lo que es lo mismo, 3 piezas por minuto.

De acuerdo a los datos anteriores se perforaran 180 piezas en 1 hora, y en una jornada de trabajo de 8 horas 1440 piezas en promedio. Sin embargo, esto no sucede en la práctica debido al cansancio del operador.

En la gráfica 4.1 se aprecia una caída de producción en las últimas horas de la jornada de trabajo comparada con la producción estimada. Al automatizar el proceso se busca que no existe esta caída de producción, por el contrario, se vuelva constante. De esta forma habrá un incremento en la producción solo considerando el factor cansancio.

En realidad, el sobrecosto esta en el exceso de personal y las muchas horas extras



Gráfica 4.1 Tiempo-Producción
Perforación de calendario

3.3 Amortización

Se estima que al automatizar la perforadora se incrementara la producción en un 33%, es decir, se perforaran 4 piezas por minuto en lugar de tres .

Cabe mencionar que esta área solo produce durante el segundo semestre del año, ya que el trabajo del calendario es por temporada. Si consideramos que se trabajan dos turnos y por tanto en cada turno se encuentra trabajando un operador con su respectivo ayudante. Entonces podemos hacer el siguiente analisis:

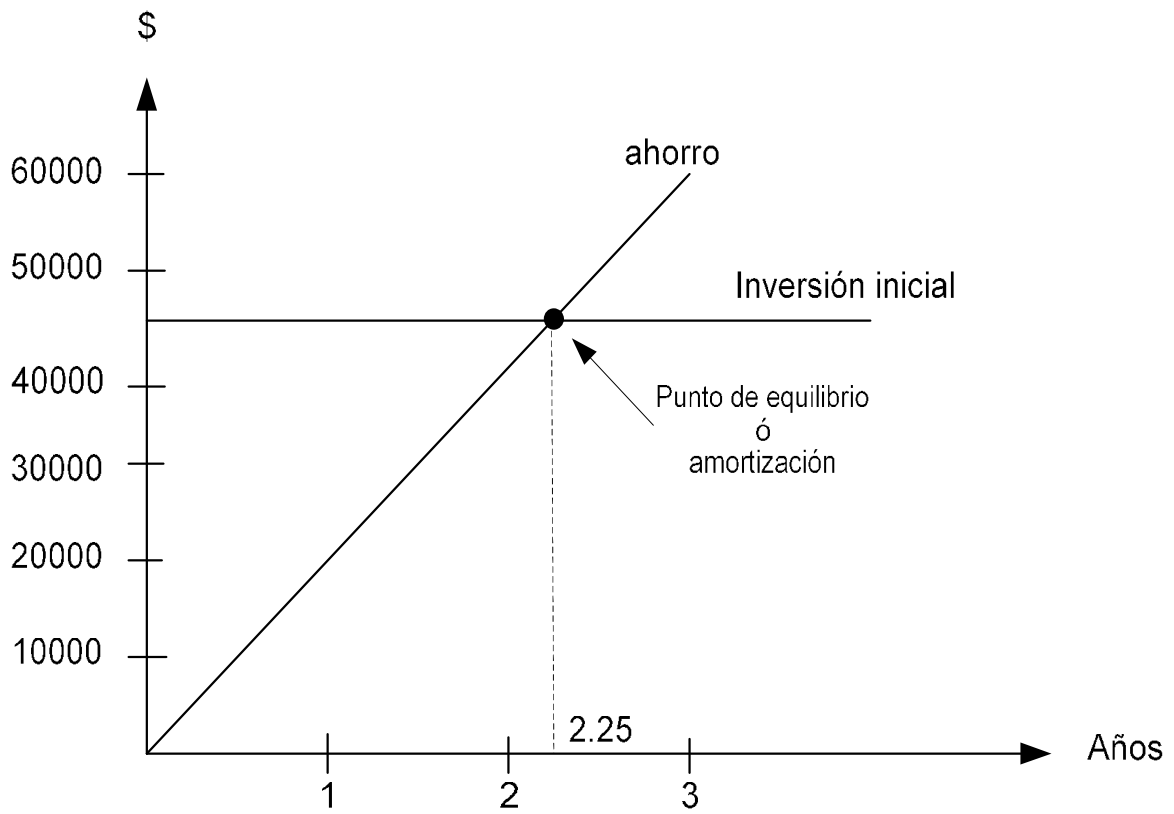
Salario del trabajador

- Operador \$150.00
- Ayudante \$ 75.00
-

En el año se pago de nómina por concepto de operación de la perforadora \$54000 (operadores) más \$27000 (ayudantes), en total \$81000 ; sin contar las horas extras. Trabajando 6 meses.

Ahora bien, al automatizar el proceso disminuirá el tiempo de producción y en lugar de demorarse 6 meses solo tomará 4.5 meses. Por tanto se ahorrara aproximadamente \$ 20250.00 Por otro lado, podemos considerar seguir trabajando el mismo tiempo, pero tendremos 1.5 meses para dedicarlo a otros productos, a esto se le llama costo de oportunidad y no lo tenemos cuantificado.

Para saber el tiempo en que vamos a recuperar la inversión inicial se realiza una grafica \$-años la cual indica el ahorro, el gasto inicial y el punto de equilibrio ó amortización el cual es de 2.25 años, es decir, en 2 años y 3 meses aproximadamente se recuperara la inversión inicial.



Grafica 4.2 Amortización

CONCLUSIONES

La Automatización Industrial ha efectuado un enorme progreso en las últimas décadas. Elementos de hardware cada día más potentes, la incorporación de nuevas funcionalidades, y el desarrollo de las redes de comunicación industriales, permiten realizar excelentes sistemas de Automatización Industrial en tiempos mínimos.














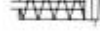





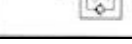
En la actualidad las empresas han entrado a la era de la globalización y, por tanto, sienten los efectos de la apertura comercial, sinónimo de competencia. Ante estos efectos negativos, los empresarios se preguntan cómo van a enfrentar el reto competitivo; saben que esto será posible si elevan su productividad y lo que esto conlleva.

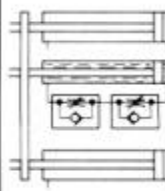




Como ya se ha mencionado antes la automatización es una excelente herramienta para aumentar la productividad y calidad en una empresa, muchas de ellas optan por automatizar alguno o varios de sus procesos, en nuestro caso no seremos la excepción.

Este proyecto ofrece a nuestra empresa una buena opción para aumentar la productividad, mejorar la calidad y disminuir costos de producción en el área de perforado de calendario y así tener un arma más con que competir en el mercado.

ANEXO

Simbología

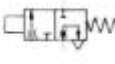

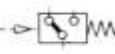

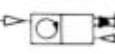






| Denominación | Significado | Símbolo | Denominación | Significado | Símbolo | |
|-------------------------------------|--|--|------------------------------|---|---|--|
| TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA | | | | | | |
| Compresor | Con volumen de desplazamiento constante (solo un sentido de flujo) |  | Cilindro de doble efecto | Cilindros en los que la presión tiene efecto en ambos sentidos, a voluntad (avance y retroceso) |  | |
| Motor neumático | Con volumen de desplazamiento constante |  | | Con un solo vástago | |  |
| | Con un sentido de flujo |  | | Con doble vástago | |  |
| | Con dos sentidos de flujo |  | | | | |
| | Con volumen de desplazamiento variable |  | | | | |
| Motor giratorio | Con un sentido de flujo |  | Cilindro con amortiguación | Con amortiguación simple no regulable (efecto solo en un sentido) |  | |
| | Con dos sentidos de flujo |  | | Con amortiguación en ambos lados, no regulable (efecto en ambos lados) |  | |
| Cilindro de simple efecto | Cilindros, en los que la presión solo tiene efecto en un mismo sentido (para avance) |   | | Con amortiguación simple, regulable |  | |
| | Retroceso por una fuerza no determinada | | | Con amortiguación en ambos lados, regulable |  | |
| | Retroceso por muelle | | | Freno hidráulico | Regulación en un sentido |   |
| Amortiguación hidráulica | Regulación en un sentido |  | Regulación en ambos sentidos |  | | |

| Denominación | Significado | Símbolo |
|--------------------------------------|---|---|
| Unidad de avance oleo neumática | Unidad que consta de cilindro neumático y freno hidráulico con regulación de velocidad en dos sentidos |  |
| Cilindro con accionamiento constante | Cilindro neumático, en el que una vez conectado el aire comprimido alcanzada una posición final del émbolo, el movimiento del émbolo se invierte automáticamente hasta que se cierra el aire de entrada |  |
| Multiplicador de presión | Dispositivo que convierte una presión X a una presión Y mayor; Para medios de presión con idénticas características, p.e. un presión neumática X se convierte a una presión Y mayor Para dos medios de presión diferentes, p.e. una presión neumática X se convierte a una presión Y hidráulica mayor |  |
| Convertidor de presión | Dispositivo que convierte a una presión neumática a una presión hidráulica siempre igual, ó viceversa |  |
| VÁLVULAS DE MANDO | | |
| 2/2-vías | Dos conexiones, posición de reposo cerrada Dos conexiones, posición de reposo abierta |  |

| Denominación | Significado | Símbolo |
|--|--|---------|
| Válvula selectora | Cualquiera de las dos entradas conecta con la salida, mientras que la otra entrada queda cerrada cuando se establece presión en una de ellas | |
| Válvula de escape rápido | Cuando la abertura de entrada está sin aplicación de presión, entonces la salida está a libre escape a la atmósfera | |
| Válvula de estrangulación | Con estrangulación regulable | |
| Regulador unidireccional (válvula anti-retorno con estrangulación) | Regulador con paso de aire en un sentido y estrangulación constante en el otro sentido Con estrangulación regulable | |
| Válvula secuencial | Cuando la presión en la entrada sobrepasa un cierto valor, se abre su paso hacia la salida | |
| Válvula reguladora de presión | Válvula que mantiene ampliamente constante la presión de salida, a pesar de alteraciones en la presión de entrada Sin escape (no se compensan los regímenes excesivos) Con escape (se compensan los regímenes excesivos) | |
| Regulador de presión diferencial | La presión de salida se reduce a un valor fijo, que depende de la presión de entrada | |
| Válvula de aislamiento o cierre | | |
| Válvula de simultaneidad | La salida solamente conduce aire a presión cuando los dos entradas se hallen bajo presión | |

| Denominación | Significado | Símbolo |
|---|---|---------|
| TRANSMISIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LA ENERGÍA. | | |
| Fuente de presión | | |
| Conducción de trabajo | Conducción para transmisión de energía | |
| Conducción de mando | Conducción para transmisión de la energía de mando (ajuste y regulación incluidos) | |
| Conducción de salida o fuga | Conducción para escape de aire | |
| Unión de conducción flexible | Para unir piezas móviles | |
| Conducción eléctrica | Conducción para transmisión de energía eléctrica | |
| Unión entre conducciones | Uniones fijas, p.e. soldado, atornillado (inclusive Fittings y racores) | |
| Cruce de conducciones | Conducciones no unidas entre si | |
| Lugar de escape del aire | | |
| Orificio de salida | Sin dispositivo para conexión Con rosca para conexión | |
| Toma de energía | Conexión de presión en aparatos y conducciones para toma de energía o para mediciones Con tapón de cierre Con conducción de conexión | |
| Accionamientos rápidos | Unido, sin válvula antirretorno que abre mecánicamente Unido, con válvulas antirretorno que abren mecánicamente Desacoplado, con final abierto Desacoplado, fin cerrado mediante válvula antirretorno sin muelle | |

| Denominación | Significado | Simbolo |
|---------------------------------------|---|---------|
| Unión de giro | Unión de conducción que permite giro en ángulo durante el funcionamiento 1 paso 3 pasos | |
| Silenciador | | |
| Recipiente (depósito aire comprimido) | | |
| | Aparato para separar partículas de suciedad | |
| Separador de agua | Accionamiento manual Con purga automática | |
| Filtro con separador de agua | Este aparato es una combinación de filtro y separador de agua Accionamiento manual Con purga automática | |
| Secador de aire | Aparato en el que se seca el aire (p.e. mediante químicos) | |
| Lubricador | Aparato en el que se enriquece el aire con un pequeño flujo de aceite para la lubricación de los elementos de trabajo | |
| Manómetro | | |
| Unidad de mantenimiento | Unidad de aparatos que consiste de filtro, regulador de presión, manómetro, y lubricador Símbolo simplificado | |
| Indicación óptica | Indicación de presión mediante color | |
| TIPOS DE ACCIONAMIENTO | | |
| Accionamiento muscular | En general (sin indicación del tipo de accionamiento) Mediante pulsador Mediante palanca Mediante pedal | |

| Denominación | Significado | Símbolo |
|--|---|---|
| Interruptor de aproximación | Emisor neumático de accionamiento magnético. Al aproximarse un campo magnético se pone en funcionamiento una válvula y se emite una señal de salida neumática |  |
| Final de carrera eléctrico | Según conexión, los finales de carrera pueden emplearse como contacto de trabajo, de reposo o conmutador |  |
| Convertidores de señales neumático/eléctrico | Las señales neumáticas se convierten en señales de salida eléctricas |  |
| Presostato | El aparato conmuta con un presión determinada, regulable |  |
| Contador totalizador | Una señal neumática impulsa al contador (sumando) |  |
| Contador con preselección | El contador cuenta señales neumáticas hacia atrás (restando) y da una señal determinada |  |
| Detector reflex (sensor de flujo anular) | El sensor de flujo anular emite una señal neumática al acercarse un objeto |  |
| Emisor por obturación de fuga | Al cerrarse la tobera alimentada con aire, se emite una señal neumática |  |
| Tobera emisora de la barrera de aire | La tobera produce un flujo de aire orientado hacia la tobera receptora |  |
| Tobera receptora de la barrera de aire | La tobera receptora se usa en combinación con la tobera emisora como barrera de aire para el registro de objetos |  |
| Detector de horquilla | Para la detección sin contacto de objetos pequeños |  |

Bibliografía

Automatización de Procesos Industriales.
Ing. de Sistemas y Automática; Emilio García Moreno
1ª edición, 1ª imp. (15/06/2005).

Automatización neumática y electroneumática
Salvador Millán Teja
Publicación: 1995

Automatización y control
Dante Jorge Dorantes González
Publicación: 2004

Ingeniería de la Automatización Industrial
Ramón Piedrafita Moreno
2ª EDICIÓN (Editorial Ra-ma)

Manual "El Corte en la Práctica"
Heidelberg, División Guillotinas

Paginas Web:

www.abcdatos.com/tutoriales/tutorial/
www.monografias.com/trabajos10/humed/humed.shtml -
www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/tipos.htm
www.imh.es/formacion-continua/cursos/mantenimiento-y-montaje/catalogo/sensores-tipos-y-aplicaciones - 29k