

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO.**



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGON**

TEMA DE TESIS:

**“IMPLEMENTACIÓN Y COMUNICACIÓN DE SISTEMAS INTEGRADOS
CON TERMINAL DE VALVULAS PARA PROCESOS INDUSTRIALES”**

TESISTA:

JUAN CARLOS BARCENA ORTELA

ASESOR:

ADRIÁN PAREDES ROMERO





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A DIOS, LA VIRGEN Y A MI MADRE, QUE EN VERDAD ES UNA PERSONA
EXCEPCIONAL Y ÚNICA, GRACIAS MA POR TODO Y POR LO QUE SOY.*

*A MIS TIOS ESPINOSA, POR SER UN EJEMPLO PARA MI Y POR SUS GRANDES
CONSEJOS Y A TODOS LOS QUE FOMARON PARTE DEL DESARROLLO DE ESTE
TRABAJO.*

GRACIAS.

INDICE

INTRODUCCION.

CAPITULO 1.

CONCEPTOS TEORICOS.

1.1	Definiciones básicas de la neumática.	3
1.2	Características de la neumática.	6
1.3	Funciones de la neumática.	7
1.4	Actuadores neumáticos.	8
1.5	Válvulas de vías.	11
1.6	Electrónica. Conceptos básicos.	14
1.7	PLC's y elementos básicos de programación.	15
1.8	Relación neumática y electrónica.	17

CAPITULO 2.

PRINCIPIOS DE CONTROL Y AUTOMATIZACION.

2.1	Qué es el control, para que sirve, y como se divide.	18
2.1.1	Control ó Mando.	19
2.1.2	Mandos en sistemas.	22
2.1.3	Clasificación de los diferentes tipos de mando según la representación de la información (DIN 19237).	24
2.1.4	Clasificación de los diferentes tipos de mando según el procesamiento de las señales.	25
2.2	Qué es la automatización.	26

CAPITULO 3.

TERMINAL DE VALVULAS.

3.1	Introducción y breve historia.	30
3.2	Nodo de control Maestro y Esclavos.	35
3.3	Parte eléctrica de una terminal de válvulas.	37
3.3.1	Módulos eléctricos que componen una terminal de válvulas.	39
3.4	Parte neumática en una terminal de válvulas.	43
3.4.1	Accionamiento, tipos las válvulas solenoides.	44
3.5	Accesorios en la Terminal de Válvulas.	45
3.6	Puntos a considerar para la implementación de una terminal de válvulas.	48
3.7	Ventajas y beneficios de las terminales de válvulas.	49

CAPITULO 4.

COMUNICACION DE SISTEMAS CON TERMINAL DE VALVULAS.

4.1	Introducción.	50
4.2	Redes de comunicación.	51
4.3	Comunicación en los distintos niveles jerárquicos de la Automatización.	53
4.4	Modos de funcionamiento para transmisión de información y relación transmisor – receptor.	55
4.5	Topologías para la transferencia de datos digitalmente.	57
4.6	Funciones de control de acceso al medio.	59
4.7	Transmisión de información.	
4.7.1	Transmisión de una señal.	60
4.7.2	Tecnología de transmisión eléctrica.	62
4.7.3	Ampliación del medio de transmisión.	63
4.7.4	Tecnología de transmisión por fibra óptica.	63
4.8	Sincronización.	64
4.9	Protección de errores en la transmisión.	65
4.10	Comunicación efectiva para intercambiar información.	66
4.11	Bus de campo.	68
4.11.1	Transmisión en sistemas de bus de campo.	69
4.11.2	Sistemas de bus de campo cerrados y abiertos.	70
4.11.3	ASI (Actuator – Sensor – Interface).	71
4.12	Configuración de un dispositivo.	71
4.13	Puntos a considerar en un sistema de red y su nodo de comunicación.	72

CAPITULO 5.

IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL.

5.1	Factores iniciales para implementar un proyecto.	74
5.2	Factores a considerar para implementar un proyecto.	75
5.3	Consideraciones para implementar la neumática en un proyecto.	77
5.3.1	Acondicionamiento del aire.	77
5.3.2	Elementos de acondicionamiento del aire antes y después del compresor	78
5.3.3	Unidades de mantenimiento.	81
5.3.4	Compresión del aire.	83
5.3.5	Fuerza y aire de escape.	84
5.4	Medios de trabajo ó tipos de energía de potencia.	84
5.5	Criterios de selección para los medios de trabajo.	85
5.6	Diseño de un proyecto.	85
5.7	Consideraciones en la implementación del control ó PLC.	86
5.8	Implementación en el equipo de control.	88

CAPITULO 6.

APLICACION DE UN SISTEMA INTEGRADO CON TERMINAL DE VALVULAS FESTO Y RED DE COMUNICACION CON DEVICE NET.

6.1	Red de comunicación Device Net.	90
6.2	Terminal de válvulas CPX.	93
6.3	Interacción de equipo Allen Bradley y Festo.	95
	6.3.1 Diagnóstico del sistema.	97
	6.3.2 Direccionamiento	98
6.4	Recomendaciones antes de operar el equipo.	98
6.5	Implementación de una terminal de válvulas en una planta de tratamiento de aguas.	99
	6.5.1 Ejemplo automatización área de filtros	102
6.6	Pasos a seguir para trabajar con el software.	103
CONCLUSIONES		105
GLOSARIO		107
BIBLIOGRAFIA		111

INTRODUCCIÓN.

Las necesidades de la industria en la actualidad requiere de soluciones más completas que satisfagan todas sus áreas, entre otras cosas esto significa mayor productividad, menores tiempos de paros, mejor asesoría de la implementación de un sistema de automatización, seguridad, y un mejor costo considerando la calidad del producto y el servicio de las partes involucradas, responsables de poner en marcha un sistema.

Por ejemplo en el área de fabricantes de maquinaria e integradores de equipo es de suma importancia tener estos factores en consideración, así como una gama de conocimientos bien cimentados en varias ramas de la ingeniería.

Las aplicaciones y los adelantos tecnológicos demandan de un mayor conocimiento en el área de la automatización, conociendo el campo de acción del equipo electrónico, mecánico, neumático y de los diversos campos de la ingeniería que nos permitirán una implementación de equipo más completo y de mayor flexibilidad. La evolución de máquinas y dispositivos automatizados van de la mano de la electrónica, la informática, nuevos materiales etc.

Las máquinas encargadas de hacer una función específica, como ensamblar partes de automóviles, envasadoras, embolsadoras de alimentos además de un sin fin de aplicaciones, facilitan y mejoran la vida del ser humano que se ve reflejada en una mayor productividad y seguridad para el individuo y el proceso.

Se hace más frecuente que las máquinas ó dispositivos de automatización interactúen con el hombre en forma cotidiana, de ahí que se requiera de hacer dispositivos más confiables y flexibles para uso del ser humano.

Al diseñar una máquina, sabemos que se tienen que considerar muchos elementos para poder funcionar una ó más máquinas a la vez. El considerar los elementos ó factores más adecuados redundará en un sistema automatizado óptimo en la planta pero al mismo tiempo se generarán mejores productos ó servicios al cliente ó usuario final.

Este trabajo de tesis es el paso para involucrarnos dentro del campo de la automatización, a través del conocimiento de conceptos relacionados al tema y a consideraciones que se deben tomar en cuenta al implementar un equipo automatizado en general y enfocado a una planta de tratamiento de aguas.

En el mercado de la automatización se poseen de muchas marcas, productos y servicios que proporcionan soluciones a diversos problemas ó diseño de máquinas. Pero solamente algunas poseen la capacidad de dar soluciones en forma integral abarcando el mayor número de campos de la automatización a través de tecnología, productos y servicios más completos y de mayor calidad.

Es viable decir que muchas de estas tecnologías deben ser compatibles con muchas otras marcas, para que el equipo automatizado sea lo más flexible posible tratando de disminuir la posibilidad de cambiar todo el equipo ya instalado.

Nuestra meta será enfocar el concepto de integración total al tema de esta tesis: Implementación y comunicación de Sistemas Integrados con Terminal de Válvulas para Procesos Industriales y dirigirla a una planta de tratamiento de aguas en el área de filtraje de forma breve, mostrando las múltiples ventajas que se tiene el implementar este concepto tomando en consideración las características mencionadas con anterioridad.

Esta tesis esta dividida en los principales factores a considerar en una automatización: fundamentos, control, Terminal de Válvulas (tema central y propuesta), comunicación, Implementación y ejemplo.

Disfruten la lectura de esta tesis, que busca llegar no sólo a Ingenieros y personas a fin, sino también a personas en general de distintas profesiones y actividades para el entendimiento de un sistema automatizado con recomendaciones basadas en información, en mi experiencia profesional y de equipo.

CAPITULO 1. CONCEPTOS TEORICOS.

1.1 DEFINICIONES BÁSICAS DE LA NEUMÁTICA.

La palabra neumática viene del griego *pneuma* que significa soplo. Actualmente es parte de la física que se encarga de las propiedades mecánicas de los gases. La neumática tiene su origen de todo lo que proviene del aire. El aire es un elemento disponible en cualquier momento. En la actualidad el campo de la neumática es muy grande y significativa en el desarrollo de automatismos.

El aire es la fuente de energía para la neumática que es traducida a mecanismos de automatización provenientes de una serie de elementos y pares que a su vez dan como resultado movimientos y transmisión de fuerzas en un mecanismo.

PROPIEDADES DEL AIRE.

El aire, al igual que todos los gases no tiene una forma definida, cambia a la más mínima fuerza y, además ocupa el volumen máximo disponible.

El aire está compuesto fundamentalmente de 78% Vol de nitrógeno, 21% Vol de oxígeno, además de contener huellas de dióxido de carbono, argón, hidrógeno, neón, helio, criptón y xenón.

UNIDADES FUNDAMENTALES Y UNIDADES DERIVADAS. Como ciencia física que es la neumática se derivan una serie de conceptos con sus respectivas magnitudes físicas y su clasificación en el sistema de valores cuantificables. Tomando como base el sistema internacional de unidades las magnitudes más importantes para nuestro estudio son:

UNIDADES FUNDAMENTALES.

MAGNITUD	NOMBRE Y SÍMBOLO
Longitud (l)	metro (m)
Masa (M)	kilogramo (kg)
Tiempo (t)	segundo (s)
Temperatura (T)	Kelvin (k.), $1^{\circ}\text{C} = 273^{\circ}\text{K}$

UNIDADES DERIVADAS.

MAGNITUD	NOMBRE Y SIMBOLO
Fuerza (F)	Newton (N), $1\text{N} = 1\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$
Superficie (A)	metro cuadrado (m^2)
Volumen (V)	metro cúbico (m^3)
Caudal (Q)	(m^3/s)
Presión (P)	Pascal (Pa) $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$ $1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$

Las unidades derivadas expuestas en la columna anterior son consideradas las más importantes dentro de la neumática, a continuación se explican cada una de ellas brevemente.

FUERZA. El concepto de fuerza es más claro tomando en cuenta la segunda ley de Newton del movimiento: *Siempre que una fuerza no-balanceada actúe sobre un cuerpo, se produce una aceleración en la dirección de la fuerza que es directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la masa del cuerpo.*

Fuerza = Masa * Aceleración

$$F = m * a$$

En caso de caída libre, a es sustituida por la aceleración normal de la gravedad $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Para la neumática traducida en movimiento, la fuerza es de suma importancia ya que de aquí se deriva la buena selección del actuador neumático (giratorio ó lineal) para mover ó realizar una función en específico.

SUPERFICIE. Es el límite ó termino de un cuerpo que lo separa y distingue de otro. Y esta definida en valores de acuerdo al área del cuerpo en cuestión.

VOLUMEN. Se define como el espacio que ocupa un cuerpo ya sea sólido, líquido ó gaseoso.

CAUDAL. Es la cantidad de volumen que pasa o atraviesa en un conducto ó área en un determinado tiempo.

Las variables que se involucran en este concepto son el área y la velocidad (m^2 por ejemplo en el caso de área y m/s para el caso de la velocidad). Al multiplicar estas dos variables el resultado será m^3/seg .

PRESION.

Podemos definirla como la fuerza aplicada a una determinada área. En esta definición tomamos en cuenta los conceptos anteriormente mencionados. Para entender mejor el significado de presión se explica lo siguiente:

“La fuerza que ejerce un fluido sobre las paredes de un recipiente que lo contiene siempre actúa perpendicularmente a dichas paredes”.

Al traducir dicho concepto al recipiente, se sabe que es afectado por la presión atmosférica, además de la presión originada por el propio peso.

1 Pascal corresponde a la presión que ejerce una fuerza perpendicular de 1Newton (N) sobre una superficie de 1m^2

La presión que impera en la superficie terrestre es la denominada: presión atmosférica ó presión de referencia.

La mayoría de los dispositivos que miden la presión directamente, en realidad miden la diferencia entre la presión absoluta y la presión atmosférica. El resultado es la llamada presión manométrica.

Presión absoluta = presión manométrica + presión atmosférica.

Presión manométrica = presión absoluta – presión atmosférica.

Presión absoluta.

Es el valor relacionado a la presión cero (en vacío). La presión absoluta como lo indica la ecuación anterior es la suma de la presión atmosférica más la sobrepresión ó subpresión. En la práctica suelen utilizarse sistemas de medición de la presión que sólo indican el valor de la sobrepresión (p_e+).

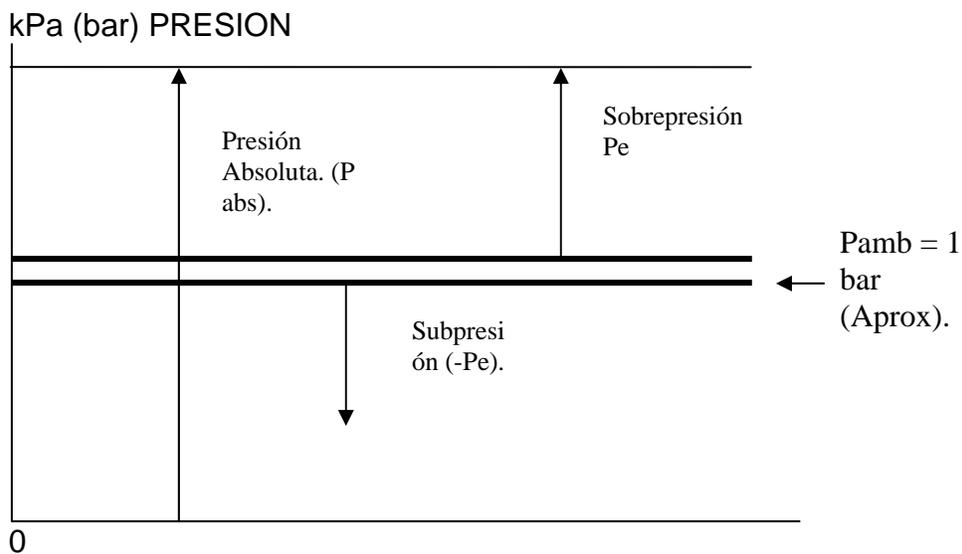
SOBREPRESIÓN.

Es la presión que se encuentra arriba de la presión atmosférica ó presión de referencia.

SUBPRESIÓN.

Es la presión que se encuentra por debajo de la presión atmosférica.

De manera gráfica podemos relacionar los diferentes tipos de presión.



Cabe mencionar que la presión atmosférica no es constante, puesto que su valor cambia según la ubicación geográfica y las condiciones meteorológicas.

1.2 CARACTERISTICAS DE LA NEUMATICA.

Hemos mencionado lo que es la neumática y algunas definiciones relacionadas, pero cuáles son las características principales al utilizar neumática, mencionaremos las más importantes antes de entrar de lleno a los elementos que nos permitirán diferentes tipos de movimientos utilizando el aire como medio de energía.

Son características que muestran una ventaja con respecto a otros tipos de energía.

Almacenamiento: Hay la posibilidad de poder almacenar el aire comprimido, ya sea en acumuladores grandes que utilizan los compresores ó en acumuladores ó depósitos pequeños y medianos de capacidad de 0.1 litros a 2 litros.

Composición o estructura: Los elementos de trabajo son de composición muy sencilla, y por lo tanto hay una reducción en costo. Los elementos neumáticos son muy confiables en cuanto funcionamiento, y cuando se presenta una falla son fáciles de detectar.

Disponibilidad del aire: En cualquier lugar tenemos cantidades ilimitadas de aire.

Limpieza: El aire comprimido que no esta lubricado no contamina el medio ambiente. Se requerirá de lubricación cuando se presenten en un sistema ciclos de conmutación muy rápidos, ó cuando el elemento neumático-actuante es muy grande.

Seguridad: No se corren riesgos en ambientes explosivos o donde se presente fuego.

Sobrecarga: los elementos neumáticos no presentan sobrecarga en cuanto funcionamiento y nos referimos a que los elementos ó dispositivos neumáticos pueden funcionar hasta que estén totalmente detenidos.

Transporte: El transporte o derivación del aire comprimido se hace a través de tuberías y mangueras. En las tuberías pueden ser del material tradicional de galvanizado ó también de tuberías de material de aluminio ó de poliamida rígido que permiten una conexión e instalación más rápida, segura y sencilla.

La manguera puede ser de distintos materiales, sin embargo de los materiales más recomendables y usados en la industria es el poliuretano y la poliamida cuando se requiere una mayor resistencia a la temperatura.

Temperatura: Como sabemos al momento de comprimir el aire por medio del compresor hay un cambio brusco de la temperatura que hará que el aire se condense.

Velocidad: El aire comprimido es un medio de trabajo considerablemente rápido.

1.3 FUNCIONES DE LA NEUMATICA.

En las empresas ó plantas se hace necesario el uso de la neumática en diversos campos realizando muchas funciones mejor y más rápidamente, de forma más regular y sobre todo durante más tiempo sin sufrir los efectos de la fatiga, sustituyendo así la fuerza muscular y la habilidad manual del ser humano. Este cambio refleja la obtención del máximo provecho del proceso a un costo mínimo sin afectar físicamente al operario debido a constantes movimientos repetitivos ó a grandes esfuerzos.

La neumática tiene sus principales aplicaciones en técnicas como: embalar, bloquear, llenar, apilar piezas, desplazar piezas, estampar, prensar piezas, dosificar, accionar ejes entre otras.

La neumática como medio de energía puede conformar un sistema completo de automatización ayudado por actuadores, y elementos de proceso de señales puramente neumáticos ó ayudados por otro tipo de medios de trabajo ó energías como la electrónica, la mecánica e hidráulica. La neumática en vez de ser reducida la participación en el campo de la automatización, ha fortalecido su presencia con ayuda de estas energías generando soluciones más efectivas y productivas.

Como todo sistema la neumática se divide en diferentes etapas, tomando en cuenta sus elementos. El objetivo será el de conducir la transmisión de señales desde el abastecimiento de energía hasta el trabajo ó movimiento de un elemento neumático.

Estas etapas son cuatro:

- 1.- Abastecimiento de energía,
- 2.- Recepción de señales de entrada,
- 3.- Procesamiento de señales.
- 4.- Elementos de maniobra y elementos actuadores.

La primera etapa esta representada por el compresor, acumulador de aire, unidades de mantenimiento (regulador de presión, filtro y lubricador).

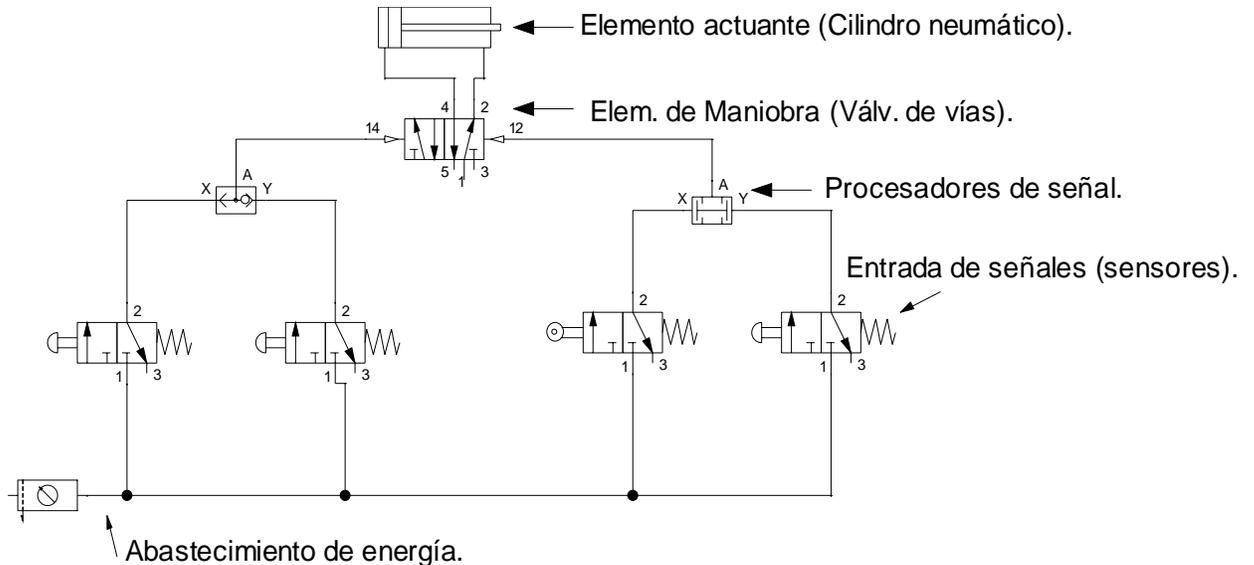
En la segunda etapa tenemos los elementos neumáticos que se encargan del sentido de señales, estos son: Válvulas de vías con pulsador, válvulas de rodillo, detectores de proximidad, sensores neumáticos.

La siguiente etapa es la de procesamiento y es aquí donde se implementa la lógica ó procesamiento de las señales del sistema. Compuesta por: Válvulas de vías (circuitos de pasos secuenciales), válvulas de presión, temporizadores neumáticos, contadores.

La última etapa, como se indica es la compuesta por elementos actuadores y los elementos de maniobra. Los elementos de maniobra (válvulas de vías) son los encargados de controlar y mandar en el momento en que se indique a los elementos actuadores. Los elementos actuadores son: cilindros neumáticos, bombas giratorias, indicadores ópticos, actuadores para válvulas de proceso, actuadores giratorios.

Cabe hacer notar que las válvulas de vías se encuentran en tres de las cuatro etapas que conforman el sistema neumático. Su función puede acoplarse perfectamente de acuerdo a la etapa en que se les asigne.

Lo anterior quedaría en forma esquemática de la siguiente manera:



Cada elemento es importante para un sistema neumático, puesto que cada uno cumple una función muy importante dentro del sistema. A continuación se explicará cada uno de estos elementos que conforman las diferentes etapas del sistema neumático.

1.4 ACTUADORES NEUMATICOS.

ACTUADORES LINEALES.

Elementos que caracterizan a la neumática son sus **actuadores lineales**, los cuáles se pueden implementar en un automatismo teniendo la confianza de que se tratan de elementos baratos de actuación lineal, son de fácil instalación, limpios, de muy fácil mantenimiento, robustos y ligeros, además que se tienen en diferentes tamaños.

Tomando en cuenta que la neumática tiene limitantes en cuanto a fuerzas de presión muy grandes, se establecerá la siguiente relación, son datos que se manejan de manera general, se podría decir que son características de los actuadores neumáticos:

DIÁMETRO:	6 hasta 320mm
CARRERA:	1 hasta 2000mm
FUERZA:	2 hasta 50,000 newtons.
VELOCIDAD DEL EMBOLO	0.2 hasta 1m/s.

Los actuadores tienen diferentes características de acuerdo a la aplicación en la industria, que permiten un mejor funcionamiento del mismo y mayor durabilidad.

Por lo tanto los elementos de actuación lineal estarán divididos de dos formas: Cilindros de simple efecto y en Cilindros de doble efecto.

Cilindros de Simple efecto.- Este cilindro internamente está compuesto por un resorte para su regreso o el avance como condición inicial. Este tipo de cilindro tiene una sola entrada de aire; al ser alimentada de aire esta entrada vence la fuerza del resorte y permite que cambie de posición el vástago del pistón ya sea de manera extendida ó retraída. Al momento de dejar de suministrar aire en la cámara del pistón el resorte vuelve a su forma original y hace que el vástago del pistón también retorne a su posición original. Para el caso de válvulas de proceso accionadas neumáticamente, también es válida la descripción anterior considerando un actuador accionado con pistón y cremallera y regreso por resorte.

Cilindro de Doble efecto.- Este tipo de cilindro en su estructura es similar al del cilindro de simple efecto, sin embargo aquí se prescinde del resorte. Compuesto por dos entradas de aire (una de avance y de retroceso), este tipo de cilindro es el más común utilizado para fuerzas medianas (en el orden de 100 Newtons a 20,000 Newtons). Cuando se alimenta una entrada de aire en una de las cámaras del cilindro neumático, la otra cámara desfoga siguiendo su camino hasta la válvula de vías. Y de manera contraria cuando se alimenta la otra entrada del aire la cámara que contiene aire hasta ese momento desfoga y permite que la cámara contraria se llene de aire, repercutiendo un cambio en el movimiento del vástago del pistón.

De estas dos clasificaciones parten las demás variables de los actuadores lineales como pueden ser por ejemplo cilindros con doble vástago y cilindros de vástago hueco. Por mencionar algunos otros ejemplos tenemos actuadores neumáticos con material resistente a la alta temperatura, con protección anticorrosiva, con baja fricción, con normas alimenticias, en acero inoxidable así como actuadores con modificaciones especiales: con vástago cuadrado, extensión de vástago, cuerdas especiales (diferentes al estándar).

ACTUADORES CON ACCIONAMIENTO GIRATORIO Y MOTORES NEUMÁTICOS.

La neumática no solamente ha servido para desplazamientos lineales en sus aplicaciones, sino que además posee la versatilidad de realizar movimientos giratorios. Los elementos de accionamiento giratorio se dividen en: Accionamiento giratorio y motores neumáticos.

Uno de los actuadores neumáticos de accionamiento giratorio deben su movimiento a la fuerza ejercida por la entrada de aire en una cámara y desfogue en la otra cámara, de igual manera que los actuadores lineales pero la construcción interna es diferente. Internamente este actuador tiene una "paleta" que divide las dos cámaras del actuador giratorio.

Este tipo de actuadores giratorios son muy versátiles aunque los pares de giro no son muy grandes y los grados de giro son limitados.

Otro tipo de actuadores giratorios son aquellos que internamente están compuestos por un pistón y cremallera, esto quiere decir que a partir de un movimiento lineal se transforma en un movimiento giratorio.

Este tipo de construcción del actuador giratorio permite tener un mayor par de giro que el que puede proporcionar un actuador giratorio de construcción por "paletas".

AMORTIGUACIÓN EN LOS ACTUADORES NEUMÁTICOS.

Los actuadores poseen dos tipos de amortiguamiento que evitan el rápido deterioro del actuador.

Una es la amortiguación fija y la otra es la amortiguación variable. La amortiguación fija es aquella que posee el actuador neumático en los finales de carrera y evita que el impacto del émbolo hacia las tapas ó finales de carrera sea con demasiada fuerza.

La amortiguación variable se distingue por la forma de regular el amortiguamiento en los finales de carrera del actuador a través de una pequeña cámara de aire. Esta regulación se hace por medio de un tornillo que reduce ó aumenta la pequeña cámara de aire que posee el actuador en los finales de carrera. Mientras más grande sea la cámara de aire mayor amortiguamiento tendrá el vástago del pistón al final de la carrera.

OTROS TIPOS DE ACTUADORES.

No solamente en la automatización se trabajan con actuadores neumáticos, aunque sean muy económicos y sencillos de utilizar; también existen actuadores eléctricos, electrónicos, electrohidráulicos, son elementos que pueden generar cambios de estado ó conmutaciones, así como también desplazamientos lineales y rotativos.

Los ejemplos de este tipo de actuadores son: dispositivos de indicación (ej: zumbadores y timbres), electromotores (ej: motores de corriente continua y motores de alterna), actuadores hidráulicos (ej: pueden ser de simple y doble efecto), motores electrohidráulicos (ej: motores de movimiento lento y servoaccionamientos).

1.5 VALVULAS DE VIAS.

Válvulas de vías. Son dispositivos que influyen en el “paso”, el “bloqueo” y la “dirección” del flujo del aire. El símbolo de las válvulas informa sobre la cantidad de conexiones, la posición de conmutación y sobre el tipo de accionamiento.

La posición inicial de una válvula equipada con un sistema de reposición (que puede ser por ejemplo, un muelle) se refiere a la posición que ocupan las piezas móviles de la válvula cuando no esta conectada.

La posición normal de una válvula es aquella, que se refiere al estado en que se encuentran las piezas móviles de la válvula montada en un sistema neumático cuando se conecta la alimentación de presión de la red neumática ó, cuando corresponda eléctrica.

SIMBOLOGÍA.

Las válvulas de vías pueden ser de dos, tres, cuatro ó más orificios, cada orificio es una vía (sin incluir los pilotajes).

Para representar las válvulas utilizaremos símbolos, los cuáles de ninguna manera representan el sentido constructivo del elemento, su labor es únicamente dar una idea de funcionamiento.

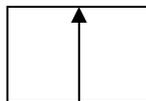
Estas válvulas se representan por medio de cuadros.



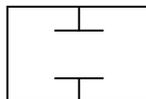
La cantidad de cuadros indica la cantidad de posiciones que puede tener la válvula.



En el interior de estos cuadros se representa de una manera esquemática por medio de flechas el sentido de circulación del aire a presión.

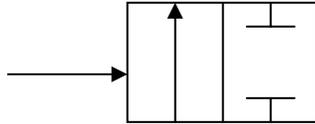


Cuando no hay flujo de aire, se representa por medio de líneas transversales.



La unión de las canalizaciones es representada por un punto.

La otra posición se obtiene por la translación lateral de los cuadrados coincidente con las conexiones.



La designación de una válvula está en función de su cantidad de vías y la cantidad de posiciones que pueda tener. Por ejemplo una válvula que tenga en su símbolo dos cuadrados, dos posiciones, tres conexiones, tres vías, la designación es una válvula 3/2 vías

Para evitar errores en el montaje de estos elementos, los orificios para las conexiones, se identifican por letras, o bien por medio de números.

ORIFICIOS	NUMEROS	LETRAS.
Alimentación	1	P
Utilización	2,4,6	A,B,C
Escapes	3,5	R,S
Pilotajes	12,14	Y,Z

Esta diferencia es definida por los dos tipos de sistemas que existen para describir esta simbología: el sistema internacional de medidas y el sistema inglés.

Válvulas de 2/2 vías. Tienen dos conexiones y dos posiciones (posición abierta ó cerrada). En la posición cerrada estas válvulas no evacuan el aire (a diferencia de las válvulas de 3/2 vías que sí lo hacen).

Válvulas de 3/2 vías.

Se tienen tres conexiones y dos posiciones, la tercera conexión sirve para desfogar el aire del conducto transmisor de la señal. Para entender, se sabe que la alimentación entra por el orificio P (1) y la conducción de dicho aire esta obturada por un elemento que al accionarse la válvula por ejemplo mecánicamente da paso dicho aire a la salida A (2). Cuando se deja de accionar la válvula regresa a su posición inicial y el aire que queda entre el actuador y la válvula desfoga ó se evacua por el puerto R (3).

Para este tipo de válvulas hay las funciones normalmente abiertas y cerradas. Al decir abiertas ó cerradas se refiere a la posición en que se encuentran inicialmente antes de mandar ó activar una válvula para dar paso de aire a la salida ó detener el paso de aire a la salida. Los accionamientos para hacer los cambios iniciales de las válvulas pueden ser de diferentes tipos como se explicarán más adelante.

Válvulas de 4/2 vías.

Este tipo de válvulas tienen una entrada, dos salidas y un desfogue. Una de las salidas siempre estará activada hasta que la válvula se accione y entonces se haga el cambio de una salida a otra. Se puede decir que esta válvula es la combinación de dos válvulas de 3/2 vías, una abierta en reposo y otra cerrada en reposo. Ese tipo de válvulas es utilizada para trabajar actuadores de doble efecto.

Válvulas de 5/2 vías

En funcionamiento es similar a la válvula de cuatro vías y dos posiciones, la diferencia más importante es que la válvula de 5/2 vías tiene un desfogue más, lo que permite tener conmutaciones de la válvula más rápidas y por consiguiente más eficientes al trasladar estos beneficios a los elementos actuadores que son controlados por las válvulas.

Estas válvulas definitivamente tienden a sustituir las válvulas 4/2 vías

Válvulas de 5/3 vías.

Estas válvulas tienen 5 vías (5 conexiones) y 3 posiciones, imaginemos que se toman las dos posiciones de una válvula 5/2 pero agregando una posición central más que puede ser con centros cerrados ó con centros abiertos (desfogue) ó con centros a presión (alimentación).

Para diferentes funciones se utilizan estas válvulas, la función más conocida es la de mantener en posición intermedia ó a la posición deseada a un actuador neumático lineal de acuerdo al operario, sin embargo hay que considerar una serie de elementos mecánicos, físicos externos al actuador para poder seleccionar el tipo de válvula adecuado.

DISEÑOS DE VALVULAS.

Existen diferentes factores que determinan el diseño de una válvula: vida útil, tiempos de conmutación, tipos de accionamiento, tipos de conexión y tamaño.

Por diseño existen dos tipos de válvulas: las válvulas de asiento y las válvulas de corredera.

Las válvulas de asiento tienen elementos internos que permiten la salida del aire por medio de bolas, discos, platos ó conos. Las piezas internas de este tipo de válvula casi no se desgastan y por consecuencia tienen una vida útil muy larga.

Para el accionamiento de esta válvula se requiere de una fuerza relativamente grande ya que se tiene que superar la fuerza del muelle de recuperación y un poco de la presión del aire.

Las válvulas de corredera son aquellas que en su interior las conexiones son unidas ó cerradas mediante correderas cilíndricas, planas ó circulares.

TIPOS DE ACCIONAMIENTO. Los tipos de accionamiento de válvulas neumáticas dependen de las exigencias que plantee el sistema.

Accionamiento mecánico.

Accionamiento neumático.

Accionamiento eléctrico.

Combinación de tipo de accionamiento.

Los símbolos que se utilizan para representar los tipos de accionamiento están contenidos en la norma DIN ISO 1219.

1.6 ELECTRONICA CONCEPTOS BASICOS.

La electrónica, así como los conceptos eléctricos tienen una relación directa en los procesos de automatización, sobre todo en lo referente en la parte de control.

Señales. Las señales son informaciones, se representan por el valor o variación del valor de una característica física. Esta variación puede afectar a la transmisión, el tratamiento o la memorización de informaciones. Serán de importancia durante el análisis de la información, ya que su representación estará involucrada en un proceso de automatización.

Señal analógica. Es una señal de entrada, en la cuál están coordinadas punto por punto diferentes informaciones en un campo continuo de valores del parámetro de señales de salida (DIN 19226).

Señal discreta. Señales cuyo parámetro de informaciones sólo puede adoptar un número de valores dentro de determinados límites.

Señal digital. Es una señal discreta con un número definido de valores del parámetro de señales en el tiempo. A cada uno le corresponde una información bien determinada, pero con la diferencia, de que los valores son un múltiplo de un número entero de la unidad base E.

Señal binaria. Es una señal digital con sólo dos valores del parámetro de señales.

Sensores. Son elementos que se encargan de recabar ó de recibir de primer instancia los estados externos en una maquinaria ó instalación y transmitirlos a un PLC ó control similar. Los sensores transmiten señales eléctricas, esto le sirve al control como un PLC; ejemplo de sensores son: detectores de proximidad (interruptores, pulsadores), iniciadores ó sensores de proximidad (sensores inductivos y capacitivos), barreras fotoeléctricas, sensores de temperatura.

Hardware. Se define como los periféricos ó elementos físicos encargados de activar ó desactivar las funciones controlables de una instalación ó maquinaria.

El hardware puede ser un PLC ó una computadora como dispositivo procesador de señales e información. En el caso del PLC consta de una unidad central de proceso (CPU), lo que internamente realice el CPU se denomina como procesador.

Un ejemplo de señales que puede procesar un CPU son señales binarias compuestas regularmente por un bit, estado cero (inactivo) ó estado uno (activo). Otros elementos de hardware por los cuáles se establece la comunicación entre la unidad central y sensores / actuadores son los módulos de entrada y salida, los cuáles se verán con mayor detalle en el capítulo de Terminal de Válvulas.

Los módulos de entradas y salidas tienen un determinado número de entradas y salidas, cada entrada ó salida puede ser activada ó desactivada.

Software Son programas ó secuencias lógicas determinados para enlazar lógicamente instrucciones como es la activación ó desactivación de un mando en una máquina ó instalación.

El cambiar un software no es motivo de un cambio en el hardware.

1.7 PLC´s Y ELEMENTOS BASICOS DE PROGRAMACION.

PLC (Control Lógico Programable).

Es el encargado de enlazar y relacionar lógicamente señales de entrada binarias para dar respuestas deseadas al programa para su solución. Las salidas pueden ser activaciones (señal 1) y desactivaciones (señal 0).

Es el elemento más importante de Hardware a considerar como elemento de control y procesador, a diferencia de una computadora su uso es más sencillo e industrial. Existen computadoras industriales que se utilizan a nivel de campo, es decir donde se encuentran las máquinas, sin embargo los PLC´s siguen siendo la alternativa más económica y versátil para el control de maquinaria en campo.

Sus siglas en inglés significan Programable Logic Control (Control Lógico Programable).

Dentro del software un PLC tiene diferentes formas de utilería para programar, depende de marcas y formas de programación, diferentes tipos de programación.

Referente al software y a los tipos de programación los más comunes son de escalera, diagrama de funciones, por bloques y lenguajes más avanzados como lo es el lenguaje C y Visual Basic.

Existen obviamente más lenguajes y dependen de su utilización a la conveniencia del programador y estándares de programación que requiere la máquina ó instalación de una empresa.

El sistema de programación se encarga de traducir el programa a código máquina, éste es el que interpreta el PLC.

ENTRADAS Y SALIDAS.

Estos elementos conectan los sensores y los actuadores en un PLC. El programa que previamente ha sido diseñado en cualquiera de los lenguajes de programación puede activar y desactivar entradas y salidas en un PLC ó módulos diseñados para esta función.

Las entradas y salidas vienen acompañadas de números, llamados números de dirección. Estos números vienen definidos por el cableado seleccionado, por la designación de enchufes y/o por el número de enchufe de módulo E/S. (entradas y salidas).

Es importante mencionar que una vez designadas las entradas y salidas con sus correspondientes números de dirección no se cambien, ya que el programa del control ya no podrá identificarlo.

ELEMENTOS DE PROGRAMACION.

Un poco adentrarnos en la forma de programación mencionaré de manera general algunas instrucciones que se utilizan en la mayor parte de los lenguajes de programación.

Algunas instrucciones importantes que utilizan los lenguajes de programación son los mencionados a continuación.

Recordadores ó Flags. Se describe como una memoria de un bit que sirven para activar ó desactivar señales binarias y no estrictamente corresponden físicamente a un elemento externo al PLC.

Esto quiere decir que un Flag es una salida sin tarjeta de salidas, o sea sin conexión entre la electrónica interna del PLC y los actuadores ó elementos externos al PLC.

DIRECCION O DIRECCIONAMIENTO.

Es el encargado de dar la información a la unidad lógica (PLC) de con qué señales debe realizar un enlace o a que actuadores deben transmitirse el resultado de un enlace.

LISTADO DE DIRECCIONES.

Una vez que se han definido las direcciones en un PLC, estas se guardan en un apartado del programa donde además se contiene la denominación exacta de cada sensor ó actuador. También figuran en este listado los calificativos abreviados y los comentarios sobre el significado de la información en las entradas y salidas.

Se utilizan en esta lista de direcciones también abreviaturas, éstas son etiquetas identificadoras de los sensores y los actuadores, las abreviaturas se utilizan también después para la programación.

LENGUAJES DE PROGRAMACION.

Los lenguajes de programación se utilizan para resolver una tarea de control con un número determinado de instrucciones.

Los lenguajes de programación más importantes y de mayor uso son:

- lenguaje diagrama de escalera ó de contactos.
- lenguaje diagrama de funciones.
- lenguaje listado de instrucciones.

SISTEMAS FÍSICOS DE PROGRAMACIÓN, EQUIPO DE PROGRAMACION.

El equipo programador se utiliza para introducir y editar programas, se traducen al código del PLC, se implementan en el PLC y finalmente se comprueban los programas.

El elemento que más se utiliza para este fin es el ordenador ó mejor conocido como computadora y a este se le incorpora el software específico para el sistema de control. Una ventaja de este tipo de equipo programador es que para mayor claridad y mejor documentación, los programas memorizados pueden ser impresos.

Existen otros tipos de equipos especiales de programación como lo son los equipos programadores de bolsillo, los cuáles se pueden utilizar para modificar los programas en la máquina.

Por ejemplo en el caso de la programación de robots, es común utilizar programadores tipos displays que representan las diferentes funciones y movimientos de los robots.

1.8 RELACION NEUMATICA Y ELECTRÓNICA.

Hemos visto y analizado los conceptos más importantes derivados de la electrónica y la neumática y que relacionan a la automatización.

Dentro de la neumática se desarrolla un concepto global que involucra la divulgación de sistemas integrados que unen elementos neumáticos con elementos electrónicos, tenemos como ejemplo:

Las interfaces electrónicas (traducidos a un control) ofrecen mayor flexibilidad para el usuario.

Esta integración se traduce en una solución más eficiente, más fiable y más económica; con el tiempo se exigirá cada vez más la solución de sistemas completos.

Esta concepción esta considerada como una tendencia.

Es muy importante considerar la innovación de productos, así como la tendencia sostenida a la miniaturización de los sistemas.

El implementar sistemas electroneumáticos se pueden enfocar a la sustitución de equipos antiguos (ya sea puramente electrónicos ó puramente neumáticos), a la larga este factor se puede considerar como parte importante de crecimiento en productividad de una empresa.

Dentro del ramo de fabricantes de maquinaria así como de integradores de sistemas se exige cada vez sistemas más completos que solucionen sus problemas de aplicaciones.

La aplicación de un sistema como el propuesto abarca soluciones completas y necesarias para la automatización de un proceso.

Nos debemos valer de una gran creatividad, muchas veces partiendo de la innovación de los productos, lo cuál influirá en la introducción exitosa de nuestro sistema.

CAPITULO 2.

PRINCIPIOS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN.

2.1 QUE ES EL CONTROL, PARA QUE SIRVE, Y COMO SE DIVIDE.

En un sistema automatizado debemos considerar muchos conceptos de importancia que van de la mano para entender el campo en el que estamos trabajando.

Empezando por conocer y entender, qué es la ingeniería. Para muchas personas significan distintas cosas o áreas de trabajo, y esto es debido a que la ingeniería abarca muchos campos de la ciencia y tecnología implementada por todas partes del mundo. La ingeniería como concepto básico tiene en común en todas las ramas de la misma, el ingenio con que se resuelven necesidades del hombre. Una de las definiciones de la ingeniería extraída de un libro sería la siguiente:

“es la función específica que un grupo coherente de expertos aporta al proceso creador de una realización técnica. Dichos expertos se ocupan primordialmente en aplicar y dirigir hacia fines prácticos y económicos los fenómenos que los científicos descubren y formulan en teorías”.

Una de las ramas de la ingeniería es la ingeniería de control, ésta se encarga de analizar y diseñar sistemas con el propósito de llegar a un objetivo. Un sistema lo podemos relacionar como una parte del medio el cuál vamos a analizar, ó en el cuál estemos trabajando ó simplemente formando parte de él.

SISTEMA DE CONTROL. Por lo tanto un sistema de control se interesa en el conocimiento y control de una parte del medio con el fin de proporcionar una solución económica y útil para la sociedad. Un sistema de control es una interconexión de componentes que de acuerdo a señales de entrada y la misma configuración del sistema buscan una respuesta deseada. Dichos sistemas implementados tienen características como autoorganización, adaptación, aprendizaje etc.

Dentro de la ingeniería de control, se tiene la oportunidad ó necesidad de controlar sistemas de automatización industrial, como lo es controlar máquinas y procesos industriales. La automatización es el control de un proceso industrial (producción, fabricación, ensamble etc) por medios automáticos en vez de humanos.

Las siguientes definiciones basan sus fundamentos en la teoría de retroalimentación y el análisis de sistemas lineales, e integra al mismo tiempo los conceptos de las teorías de redes y de comunicación.

2.1.1 CONTROL Ó MANDO.

Controlar o mandar es la acción de manipular una serie de factores a la conveniencia y beneficio del ser humano, algunos conceptos serían

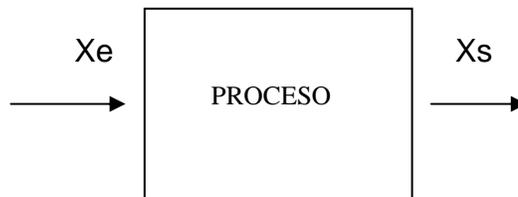
“Elementos que transmiten la energía o movimiento, con el fin de registrar la variación del estado de funcionamiento o gobernar otro órgano”.

“Conjunto de los órganos, con los cuáles es modificada, por lo general automáticamente, la potencia de una máquina o su funcionamiento”.

Una definición de mando o control más formal sería la que nos proporciona la norma DIN 19226 y que para uso de esta tesis es válida:

“Mandar o controlar, es el fenómeno engendrado en el interior de un sistema, durante el cuál uno ó varios parámetros considerados de entrada, actúa sobre, según leyes propias del sistema, otros parámetros considerados de salida. Este fenómeno origina una acción a través del órgano de transferencia, como tal ó a través de la cadena de mando”.

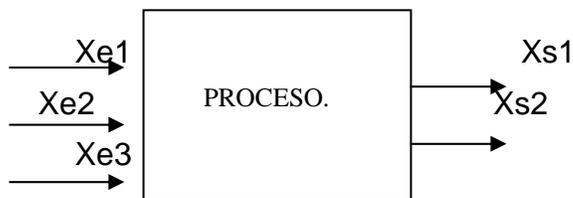
Por lo tanto un componente o proceso que vaya a ser controlado lo podemos representar de la siguiente manera:



Donde X_e = Entrada.

X_s = Salida.

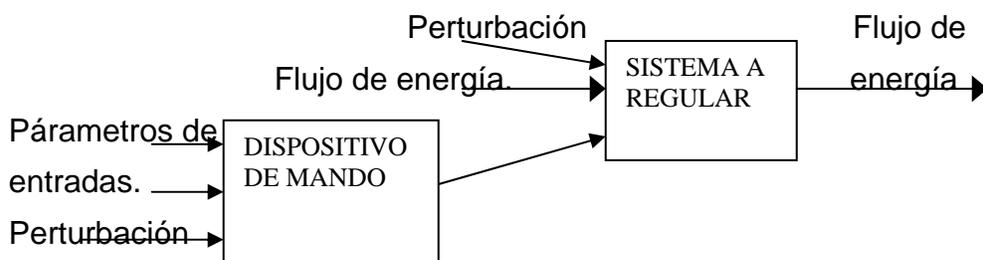
Podemos tener varios parámetros de entrada, los cuáles introducen señales de información, estas señales son procesadas y restituidas como señales de salida designadas por X_{s1} , X_{s2}



Donde $X_s = f(X_e)$.

Esta relación de entrada-salida representa en otras palabras la relación causa-efecto de un proceso, muchas veces esta salida es beneficiada con una amplificación de potencia.

SISTEMA DE CONTROL DE CIRCUITO ABIERTO. Este tipo de sistema es el más genérico; se utiliza un regulador o actuador de control a fin de obtener la respuesta deseada. Este tipo de circuito es lineal y no tiene regreso, es decir no hay una retroalimentación que le indique en que punto esta y que mejoras puede obtener, no corrige las perturbaciones del sistema.



Circuito Abierto.

SISTEMA DE CONTROL DE CIRCUITO CERRADO. A diferencia del circuito abierto, en este caso se utilizará una medición adicional a la salida real para que sea comparada con la respuesta de salida deseada; el punto de retroalimentación de este circuito será el punto de medición adicional que mandará una señal para que sea comparada y así obtener finalmente una respuesta de salida deseada.

Una definición formal sería:

“Un sistema de control con retroalimentación es aquel que tiende a mantener una relación preescrita de una variable del sistema con otra, comparando funciones de estas variables y usando las diferencias como medio de control”.

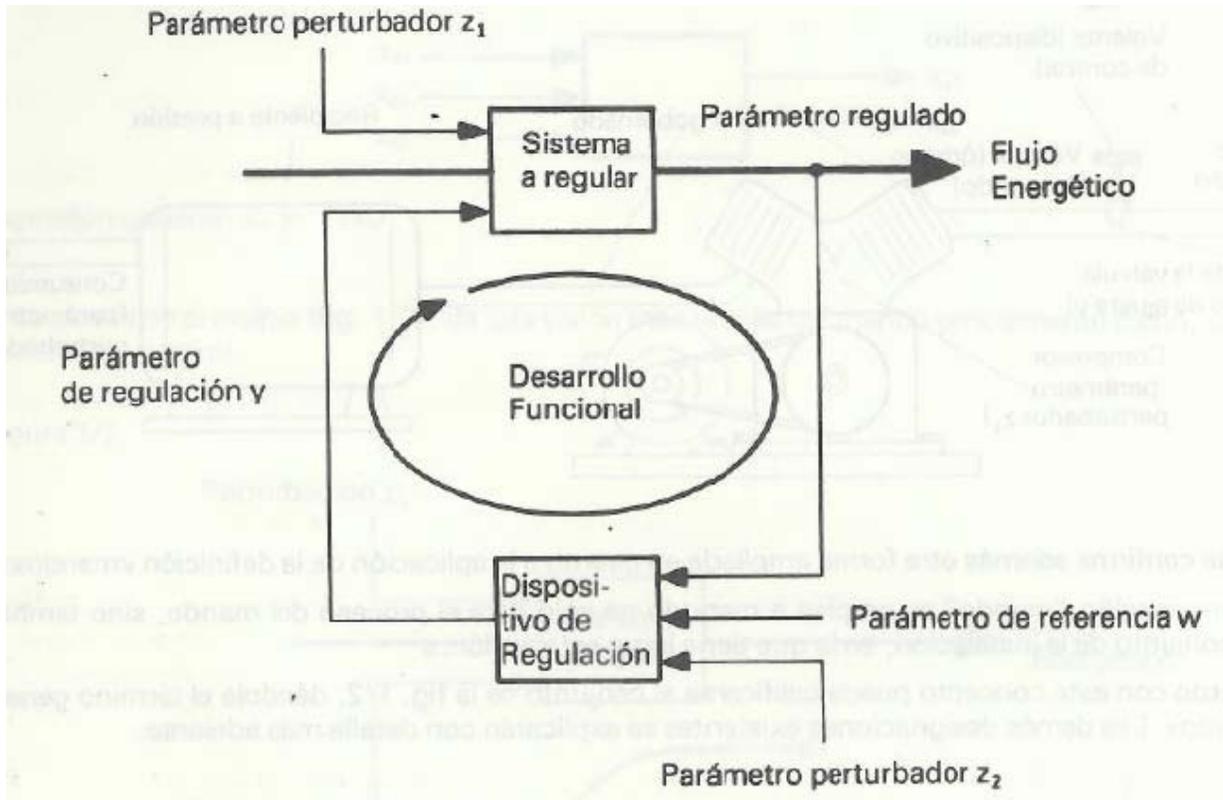
El concepto retroalimentación es el fundamento para el análisis y diseño de los sistemas de control.

REGULACIÓN. NORMA DIN 19226.

Bien ahora veremos que la retroalimentación de un sistema esta en función al concepto “regulación” (comúnmente conocido en Europa) que según la norma DIN 19226 dice:

“Regular es el fenómeno, mediante el cuál: el parámetro de salida se toma constantemente en consideración y comparado a otro de referencia, antes de ser adaptado, en función del resultado, a otro valor del parámetro de entrada. El

desarrollo funcional que resulta entonces es un circuito cerrado. La regulación tiene por finalidad adaptar el valor del parámetro a regular, a pesar de influencias parásitas ó perturbadoras, el valor predeterminado como parámetro de referencia”.



MANDO. Lo podemos definir como la forma de actuar o dirigir un proceso dentro de un sistema.

Los mandos se pueden diferenciar de diferentes formas ó criterios, por ejemplo: diferenciación según la energía de mando utilizada, ó diferenciación según el funcionamiento, considerando la representación de la información y el tratamiento de las señales, para esta última diferenciación se puede decir que esta conglomerada ó regida únicamente por dos normas: la norma DIN 19226 (técnica de regulación y técnica de mando, definiciones y denominaciones) y por otro lado la norma 19237 (norma preliminar (técnica de mando, definiciones).

2.1.2 MANDOS EN SISTEMAS.

Es importante mencionar las diferentes divisiones que se tienen de un mando para entender su implicación dentro de un sistema.

Tomaremos como base dos normas: la norma DIN 19226 y DIN 19237 referentes a los distintos tipos de mando existentes, ésta última referenciada al procesamiento de las señales y a su representación.

En ambas normas hay algunas similitudes en sus significados, sobretodo la referente a los mandos bajo programación secuencial, sin embargo se hace necesario la explicación de las dos para una mejor comprensión del Mando.

La norma DIN 19226 divide al Mando en tres partes: Mando Sensitivo, Mando por retención y Mando Programado, éste último con una subdivisión: Mando secuencial, Mando por tiempo y Mando por desplazamiento.

Mando Sensitivo.

Es aquel que guarda una relación directa entre el accionamiento de este mando y su respuesta del sistema, no existen memorias.

Un ejemplo de este mando sería un actuador neumático con su respectiva válvula de accionamiento manual.

Al accionar la válvula el vástago del actuador avanza y retrocede inmediatamente dejando de accionar la válvula manual, como se ve existe una relación directa entre el accionamiento y el avance del actuador.

Mando con retención.

Este tipo de mando se caracteriza por tener memorias al ser accionado en su primera etapa, esto quiere decir que al ser accionado por primera vez permanece la respuesta del sistema a menos que un accionamiento contrario cambie o regrese a su posición original.

Ejemplo. Un actuador o cilindro neumático será accionado por una válvula para su avance y regresará a su posición original por otro accionamiento independiente del primero.

Para esto se requerirá como elementos neumáticos: un cilindro neumático, dos válvulas de accionamiento manual, y una válvula de memoria con pilotajes neumáticos, siendo esta válvula la pieza más importante para que se cumpla la condición de memoria en el sistema.

Al accionar la válvula para el avance del actuador este permanecerá en esta condición a pesar de que se deje de accionar la válvula de accionamiento, debido a que la válvula de memoria permite estar en este estado únicamente recibiendo un pequeño pulso neumático en una de sus entradas de pilotaje. Una vez alcanzada la respuesta de avance del cilindro neumático, para regresarlo en su posición original se requerirá de otro pulso neumático que vendrá de la otra válvula de accionamiento hacia el otro pilotaje de la válvula de memoria.

Es así como se cumple que para dicho mando se requiere de sólo un pulso de accionamiento manual para que realice la acción sin que se tenga que permanecer activado de manera constante las válvulas de accionamiento.

Mando Programado.

Los mandos programados son aquellos que reciben ciertas ordenes en función a condiciones predeterminadas como es el tiempo y el desplazamiento. Los mandos programados se dividen en:

Mando Programado en función del tiempo, Mando Programado en función del desplazamiento y Mando secuencial.

Mando Programado en función del tiempo. Este tipo de mando condiciona la respuesta ó magnitud de salida con respecto al tiempo. El tiempo como sabemos puede estar dado en segundos, minutos u horas. Para que se lleguen a cumplir las condiciones de tiempo se requieren de elementos que permitan almacenar o distribuir unidades de tiempo para el sistema; estos elementos suelen ser memorias electrónicas, tarjetas perforadas (en la actualidad casi no se usan), árbol de levas (elementos mecánicos que permiten establecer tiempos de acuerdo a la estructura de las levas).

Mando Programado en función al desplazamiento. Este tipo de mando condiciona su respuesta tomando en cuenta el recorrido del elemento a controlar en el sistema de mando.

Los elementos externos a este tipo de mando ayudarán al sistema a confirmar en cada momento ó al final de cada movimiento terminado la posición del elemento actuante. Dichos elementos pueden ser sensores digitales ó analógicos.

Mando secuencial. Este tipo de mando tiene la función de seguir una serie de instrucciones paso a paso de acuerdo a un programa establecido en el sistema. Este programa se puede encontrar de manera fija ó almacenada, esto último de manera que pueda recuperarse vía : memoria electrónica, cintas perforadas u otros medios de memorización. Un elemento que permite almacenar de forma electrónica una serie de programas combinados y que además se conoce por ser versátil y muy flexible es el PLC (Control Lógico Programable).

Este tipo de Mando se hace acompañar también de elementos externos (sensores) para complementar las instrucciones y de esa manera seguir una serie de pasos que ejecutará el sistema.

Las anteriores clasificaciones de mando nos dan una idea muy clara de los mandos de acuerdo al tipo y a su relación con los elementos externos que actúan en un sistema para seguir una serie de instrucciones. En la Norma DIN 19237 nos dará también una clasificación de lo que son los mandos dirigidos principalmente al procesamiento de las señales y a la presentación de la información, teniendo como similitudes en el punto de Mandos Secuenciales.

Es importante adicionar al concepto de mando esta norma (DIN 19237) para tener una visión más clara de los tipos de mando.

2.1.3 CLASIFICACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE MANDO SEGÚN LA REPRESENTACION DE LA INFORMACION (DIN 19237).

Mando Digital. La representación de información es mediante números, ejemplos de unidades funcionales digitales son los contadores, registros y memorias. Las señales digitales son muestras en el tiempo las cuáles asumen ciertos valores. Una señal digital se puede formar a través de una señal analógica.

Mando Analógico. La representación de información es a través de señales analógicas, esto quiere decir de señales continuas en el tiempo. Una señal analógica puede ser por ejemplo una medición de temperatura ó una medición continua de un posicionador en un actuador servoneumático.

Mando Binario. La representación de este tipo de información a través de dos únicos valores: "1"Y "0", también conocidos como valor "alto" y "bajo".

Elementos relacionados para usar este tipo de información son los temporizadores y memorias.

La relación de los valores 1 y 0 corresponden a valores de contacto activado y sin activar. Cuando no se manejan contactos los valores que pueden asumir el "alto" y "bajo " son variados incluyendo la tolerancia permitida. En el caso de los PLC`s los márgenes de tensión para definirlos como lógica 1 y 0 serían: De -3 V a 5V como lógica cero y de 11V a 30 V como señal de lógica uno. En la práctica (las más usadas) estarían en rangos de: -30V a 5 V para lógica cero y +13 V a 30 V para lógica uno.

2.1.4 CLASIFICACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE MANDO SEGÚN EL PROCESAMIENTO DE LAS SEÑALES.

Mandos Sincrónicos. Este tipo de mando procesa las señales de manera rítmica y ordenada, esto puede ser a través de un tren de impulsos.

Mandos Asincrónicos. Este tipo de mando procesa las señales de manera no rítmica, es afectada externamente por una señal de entrada imprevista ó momentánea. No manejan señales de impulso.

Mando Combinatorio ó por enlaces lógicos. En este tipo de mando esta relacionado al uso de la álgebra booleana para el procesamiento de señales a la entrada y salida. Estas por ejemplo pueden ser funciones: NOT, AND (conjunción), OR (disyunción)

Mando Secuencial. Tomando en cuenta el procesamiento de señales, este tipo de mando es aquel que esta condicionado a seguir una serie de pasos para cumplir una serie de instrucciones que harán funcionar un sistema. Este tipo de mandos por ejemplo permiten la programación de saltos y bifurcaciones.

Para este mando existen dos clasificaciones: Mandos secuenciales en función del tiempo y Mandos secuenciales en función del proceso.

Mandos secuenciales en función del tiempo. En este tipo de mando la instrucción siguiente se basa únicamente en el tiempo. Las condiciones de conmutación están dadas por elementos como: temporizadores, contadores de tiempo ó controladores con velocidad constante.

Mandos secuenciales en función del proceso. En este tipo de mando la conmutación de paso a paso esta en función al proceso del sistema, también llamado recorrido de los elementos actuantes.

De lo anterior nos podemos dar cuenta como es que a través de estos conceptos podemos abarcar la parte de control de un sistema y sus diferentes vertientes. Dichas normas con el tiempo van cambiando o renovándose, sin embargo la esencia de los conceptos aún sigue siendo la misma.

Al hablar de un mando requerimos de fuerzas, medios de trabajo y control que hagan funcionar ó dar movimiento a un sistema, estos son: Mecánica, Electricidad, Electrónica, Hidráulica, Neumática y Neumática a Baja Presión.

2.2 QUE ES LA AUTOMATIZACIÓN.

Es liberar al hombre de manipulaciones repetitivas que requieren poco ó ningún esfuerzo mental. En procesos en los que hay que observar forzosamente un determinado orden de trabajos individuales, unos dispositivos automatizados adecuadamente pueden suplir ésta actividad humana de forma más rápida, con una calidad constante y perseverancia incansable.

BREVE HISTORIA DE LA AUTOMATIZACIÓN.

Para llegar hasta lo que el día de hoy es la automatización tendríamos que hablar del origen de los mecanismos que posteriormente se convertirían en piezas fundamentales para la mecanización de máquinas y procesos.

Los griegos fueron quienes generalizaron el empleo de los mismos, empezando por la *palanca*, que permite multiplicar la fuerza gracias a un punto de apoyo. Sin embargo este mecanismo aún dependía del uso de la fuerza del hombre, se tenía que pasar al uso de las fuentes de energías exteriores. La aplicación de una fuente de energía exterior al hombre para el manejo de una herramienta podría constituir una primera definición de *máquina*.

Gracias a hombres como Leonardo Da Vinci (1452 – 1519), el Renacimiento vio el despertar del pensamiento técnico desarrollado en la Edad Antigua.

Pero fue en el siglo XVII y sobre todo en el XVIII cuando se multiplicaron los perfeccionamientos de las herramientas y máquinas.

Disponiendo ya de energía abundante, las máquinas evitaban la fatiga del hombre, pero no los había reemplazado totalmente.

Pronto se advirtió que la máquina podía manipular las herramientas tan bien como el hombre y que era capaz, mediante mecanismos tan sencillos, como la leva.

A principios del siglo XIX, las máquinas eran todavía ingenios técnicos bastante toscos. Ciertamente, podían reemplazar al hombre en la realización de tareas elementales repetitivas, pero de forma muy limitada.

A diferencia del hombre, eran insensibles a su entorno, incapaces de prever, de adaptarse, de mejorar. En resumen no eran inteligentes.

Los autómatas habían intrigado a los pensadores del siglo XVIII; y el mito del robot, esclavo mecánico con forma humana, capaz de servir pero también de desobedecer, cobró un auge durante el siglo XIX. Desde entonces los ingenieros se han esforzado por hacer las máquinas más inteligentes.

A fines del siglo XIX algunos de los principios de automación fueron aplicados por Watt en su regulador centrífugo y por North-Rop en el uso del telar automático.

En 1902 mediante el aparato llamado *Telekino*, el ingeniero español Torres Quevedo consiguió desplazar objetos a distancia y dirigirlos gracias a ondas

hertzianas, también llevó a cabo la construcción de un jugador mecánico de ajedrez.

En 1946 D. S. Harder, de la empresa Ford Motor Company, utilizó por primera vez la palabra automatización al referirse al sistema de fabricación en cadena que usaba la compañía.

El norteamericano Norbert Wiener (1894 – 1964), que está considerado como el padre de la cibernética, fue el primero en definir un nuevo campo de conocimientos: el que comprende los sistemas capaces de evolucionar con independencia hacia una dirección determinada empleando informaciones exteriores a ellos mismos.

Para que las máquinas llegaran a ser inteligentes era preciso que, además se hicieran sensibles a informaciones cada vez más numerosas y precisas.

Las máquinas debían de analizar la información para integrarlas a su funcionamiento y poder conseguir mayor autonomía en la resolución de problemas de complejidad creciente. Es importante mencionar que ninguna máquina es creada realmente a partir de la nada, todas toman su forma de las máquinas existentes. Cada máquina tiene un historial, constituido por sus planos de fabricación y sus instrucciones de funcionamiento, que le es exterior y permite la creación de nuevas máquinas.

PIRAMIDE DE LA AUTOMATIZACIÓN.

Tenemos que a través de los años la automatización poco a poco ha seguido extendiéndose en diferentes etapas. En los inicios de la ejemplificación de esta estructura se tenían las siguientes divisiones ó etapas:

1.- La primera etapa, que es la que se encuentra hasta arriba es la de supervisión (computadoras y visualización).

2.- La segunda etapa llamada también :celda (Comunicación entre los controles ó PLC), esta etapa muchas veces se ve reflejada en los tableros de control de un sistema.

3.- Nivel de campo: Este nivel estará relacionado con todos los elementos que se encuentran en conjunción de un procesos o de un mecanismo.

En este nivel encontraremos sensores, actuadores neumáticos etc. Sin embargo dentro de esta etapa se ve posibilidad de implementar una terminal de válvulas a nivel de campo.

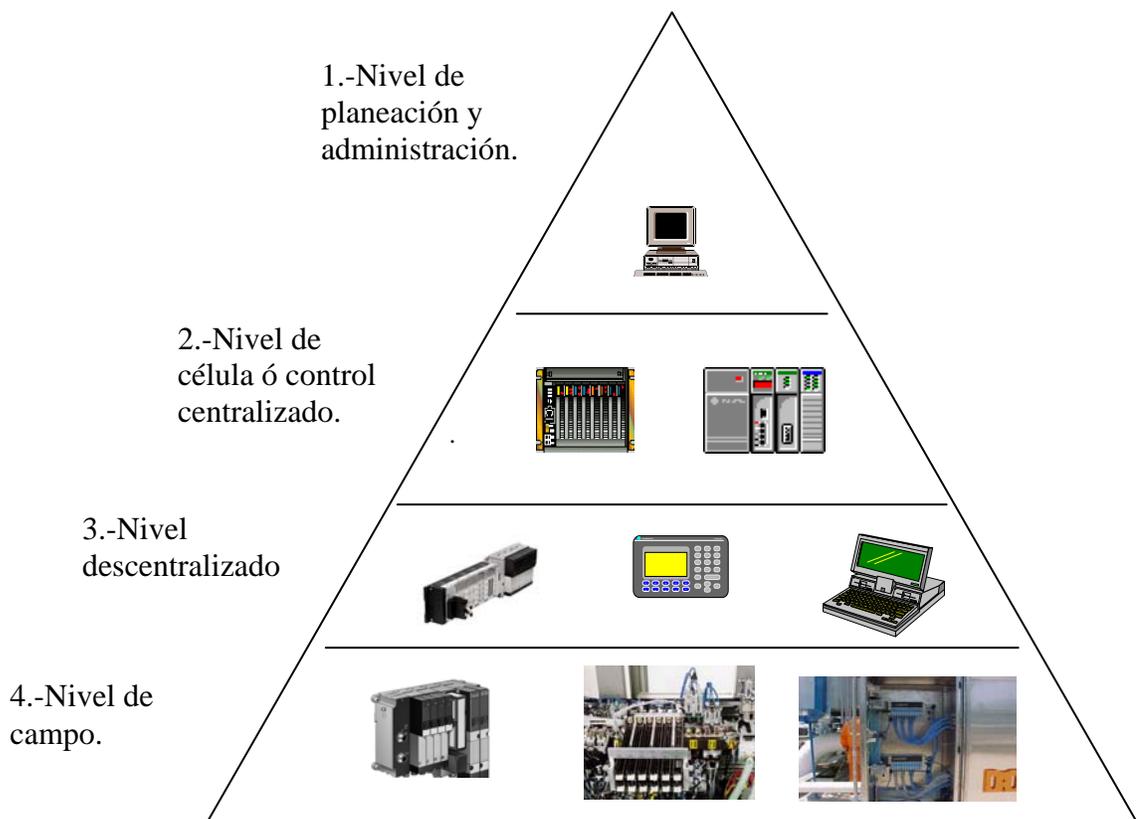
La anterior clasificación abarcaría un período de 1991 a 1993 antes de que se perfeccionara ó se agregará un nivel más como se describe a continuación.

En la actualidad esta estructura ha sido complementada por una etapa mas, quedando la pirámide de la automatización de acuerdo a la siguiente jerarquización.

JERARQUIZACIÓN EN LA PRODUCCION AUTOMATIZADA.

Para la automatización hay cuatro niveles de organización para describir de manera detallada las etapas del que esta compuesto un automatismo.

- Nivel de administración de empresa.
- Nivel de célula ó celda.
- Nivel de Control.
- Nivel de Campo.



NIVEL DE ADMINISTRACIÓN.

Aquí es en donde se residen los objetivos, la planificación y estrategia de un sistema desde lo más alto de la pirámide. En esta etapa se tiene una visión general de las actividades relacionadas.

NIVEL DE CELULA Ó DE CELDA.

Es en este nivel donde se puede tener control en las mismas células de forma individual que a su vez tendrán comunicación con otras celdas ó células de trabajo.

Es en este nivel donde se concentra la parte más importante del control, es la parte medular del control, es la etapa donde se plantean a nivel control todos los objetivos y planes plasmados en la etapa del nivel de administración. Es una etapa aún centralizada.

NIVEL DE CONTROL DE PROCESO.

Es aquí donde las tareas de producción planteadas con anterioridad son convertidas en procesos, procesos de producción. Es una etapa de elementos descentralizados.

NIVEL DE CAMPO.

Es el nivel más bajo de la pirámide la automatización y es donde diversos dispositivos se interconectan entre sí (dispositivos de campo). Es aquí donde se da la recepción de señales como por ejemplo los sensores y donde se realiza las acciones de trabajo una vez que han sido procesadas las instrucciones formuladas con anterioridad. Los actuadores neumáticos son ejemplo de elementos de trabajo.

CAPITULO 3.

TERMINAL DE VÁLVULAS.

3.1 INTRODUCCION Y BREVE HISTORIA.

Cuando hablamos de terminal de válvulas estamos hablando de un elemento que une dos tecnologías o formas de energía encaminadas al ramo de la automatización: la neumática y la electrónica.

La terminal de válvulas es el elemento conformado de manera integral de una parte eléctrica, neumática y de control que permite la automatización de un sistema ó proceso.

Una terminal de válvulas centralizada (parte eléctrica,neumática y control en un solo bloque) pueden tener diferentes módulos que permitan satisfacer diferentes aplicaciones en campo.

Las válvulas neumáticas que conforman la terminal estarán controlando a su vez cualquier elemento que utilice neumática ó aire para su funcionamiento.

Es importante notar la evolución que parte de una de una válvula sencilla con características como el número de vías y el tamaño de la válvula neumática, hasta llegar a una terminal de válvulas completa.

Posteriormente el tipo de aplicación requería que una válvula estuviera con otras más para mayor comodidad del sistema y menor espacio al instalar las mismas. Surgieron entonces los manifolds de válvulas que son estructuras donde se montan directamente las válvulas y donde se pueden intercambiar las válvulas de forma independiente sin tener que desmontar el manifold completo.

Una vez que se tenían ya de manera agrupada las válvulas neumáticas en el manifold se pensó en agregar una parte muy importante en los sistemas de control moderno y esa es la parte eléctrica y posteriormente la parte de comunicación.

La parte eléctrica empezó a tener características como el tipo de conexión y módulos de entradas y salidas.

La parte de comunicación empezó a tener su importancia para el enlace de las terminales de válvulas dentro de un sistema de control.

Se empezó a utilizar entonces protocolos de comunicación los cuáles permiten que dicha comunicación se extienda a niveles más altos para monitoreo de plantas en la industria.

Estos protocolos de comunicación llamados también comunicación vía bus de campo tienen la finalidad de mantener el control y supervisión de nuestra terminal de válvulas en donde se encuentren instaladas.

Hoy en día este tipo de elementos son utilizados en diversos segmentos de la industria, esto les permite tener una mejor instalación en sus sistemas agregando seguridad a los mismos.

Hasta antes de 1990 la forma de comunicación en sistemas de automatización se centraba en un PLC el cuál se instalaba en un gabinete y se mantenía de forma aislada de los elementos de trabajo en las máquinas automatizadas.

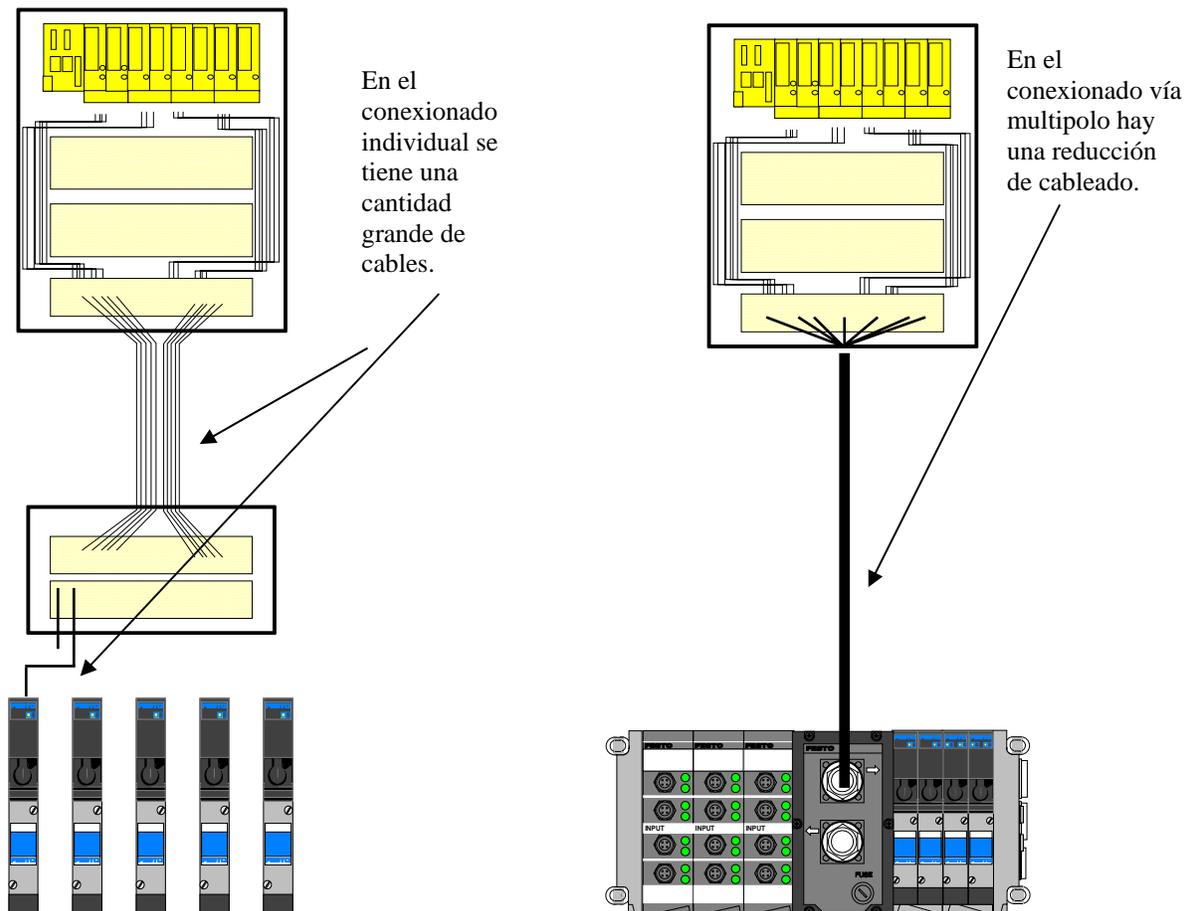
Muchas de esas máquinas se mantenían aisladas unas de otras y no se podía tener comunicación entre ellas.

Las máquinas eran pequeñas, y las plantas producían en partes sus diversas áreas de producción sin tener un control adecuado de toda la planta. Se tenía demasiado cableado por el hecho de mantener conectado el PLC con el sistema ó máquina que iba a producir ó al trabajar alguna función automatizada.

El conexionado convencional, el cuál era una conexión individual por elemento hacía que la instalación fuera engorrosa y si hubiera un error en el sistema fuera difícil detectar en donde se encontraba la falla.

En la actualidad, se sigue instalando este tipo de sistemas.

Posteriormente aparece el conexionado vía conector multipolo. El cableado multipolo reduce la cantidad de cables y de bornes por conexionado individual, aunque la parte de diagnóstico seguía siendo difícil, por ejemplo detectar una falla.



Otro cambio fue la reducción de espacios basados en la centralización de válvulas neumáticas, así mismo ya no tener que conectarlas de manera individual.

En los siguientes dos años el conexionado multipolo se convirtió en conexionado vía bus de campo. El Bus de campo empezó a hacer una ventaja en los sistemas de control tanto por su versatilidad y la forma de diagnosticar fallas.

También permitió la descentralización de la parte de control a niveles de campo, esto quiere decir que desde la planta o cerca de las máquinas se podía maniobrar o controlar el sistema sin necesidad de ir forzosamente a un PLC instalado desde un tablero de control central.

Con esto obviamente se redujeron los módulos que se integraban desde el PLC central y se transportaron a una terminal de válvulas que estaría cerca de los elementos motrices de control (en este caso neumático). Estos módulos serían por ejemplo módulos de entradas y salidas digitales, módulos analógicos.

Como se ve ya se tenía reducción en el cableado y en espacio desde el PLC maestro instalado en un tablero central.

Para el año 1993 el concepto de la pirámide de automatización se clasifica básicamente en:

Desde la punta de la misma en la parte de Comunicación ó supervisión (computadoras, visualización).

Después le seguía la parte de fieldbus (ó control vía bus de campo). En otros libros esta etapa se define como el nivel de celda (comunicación entre los controles ó PLC's).

Finalmente la parte de sensado y actuadores (estos últimos los que permiten la parte de trabajo ó movimientos de un sistema ó máquina). En otros libros esta etapa esta definida como la de nivel de campo (donde se encuentran las terminales de válvulas), es aquí donde se darán la orden a actuadores neumáticos y se recibirán señales de sensores.

Para los siguientes años la parte de fieldbus toma mayor importancia y era transportada totalmente a la terminal de válvulas teniendo así en la terminal de válvulas el control ya sea vía master ó esclavo sin perder la comunicación con un PLC Maestro en la planta.

Las terminales de válvulas podían integrarse con un master y programarse desde ese punto, teniéndose el concepto de terminal de válvulas programable

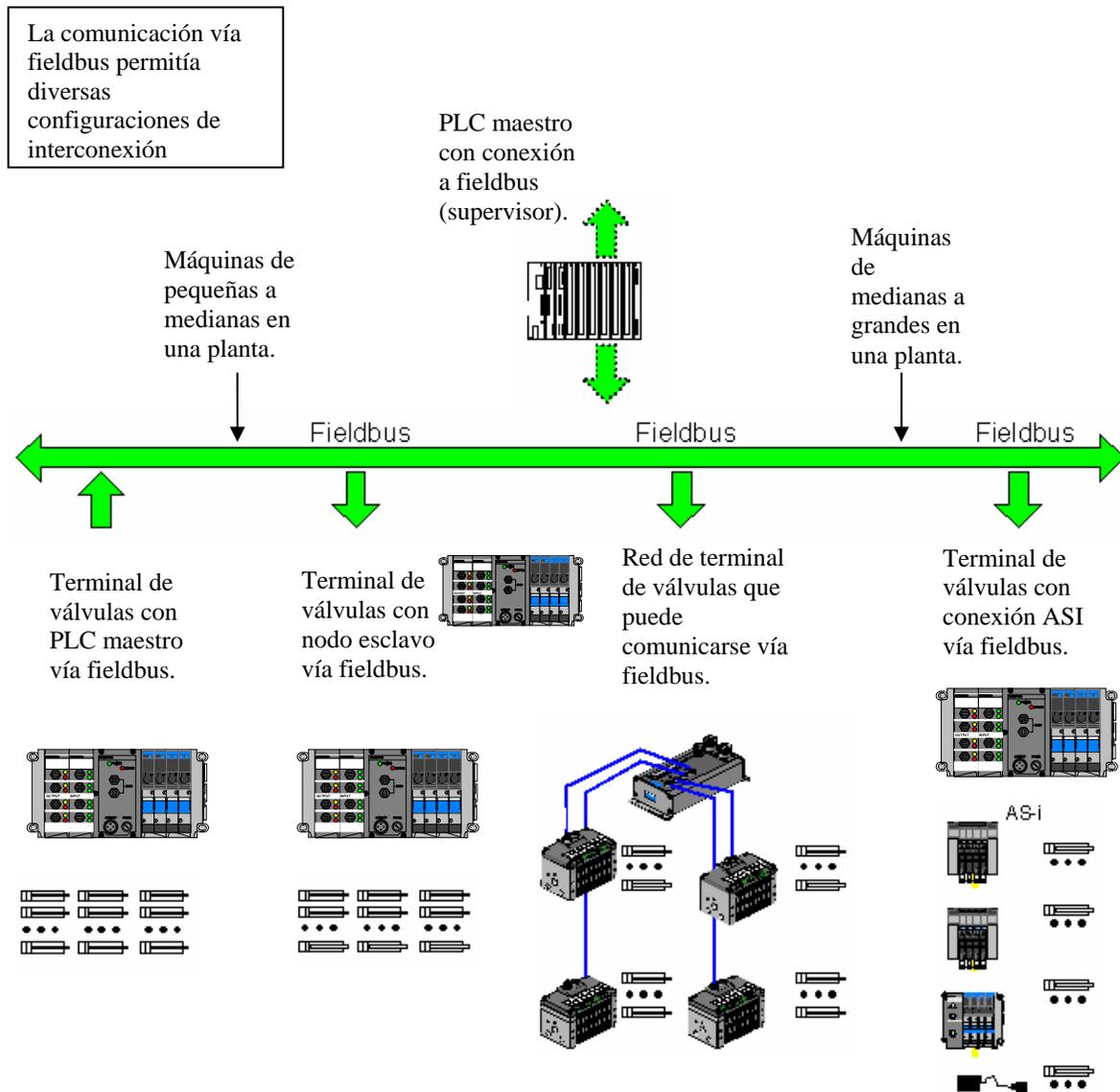
Esto trajo como origen también que varios elementos electrónicos como los sensores también pudieran conectarse a un bus de campo, al mismo tiempo también el tener entradas y salidas descentralizadas, lo que permitía una mayor flexibilidad al sistema.

De 1994 a 1996 la pirámide toma más énfasis en el bus de campo.

Para el año de 1996 la pirámide de automatización tenía en su parte más baja otro nivel lo cuál acrecentaría la flexibilidad de un sistema: el nivel de I/O (entradas/salidas) vía bus de campo.

En 1996 se da mayor interés al pre-procesamiento con PLC descentralizado. Es decir que dentro de la pirámide de la automatización en la etapa de bus de campo, se podía tener un PLC, ó una PC con master fielbus trabajando como "master"

Se empezó a tener mayor comunicación entre terminal de válvulas. Para el siguiente año aumentó la forma de extender los módulos de entradas y salidas en una misma red, incluso utilizando redes más pequeñas que a sus vez estaban conectadas a una red fielbus principal. Los programas de cada uno de los sistemas de red empezaron a ser abiertos para que no hubiera problemas de comunicación entre las mismas; aún así surgieron diferentes protocolos de comunicación que tenían su propia forma de comunicación y no eran compatibles con otra forma de comunicación que no fuera el propio.



A partir de este año, los sistemas de control combinados con la parte neumática empiezan a ser muy flexibles, teniendo la posibilidad de centralizar y descentralizar los equipos de control sin perder la comunicación entre ellos.

Por ejemplo podemos tener varias células de trabajo funcionando en una planta, cada una independiente en su función pero a la vez comunicadas entre sí para informar el estado de cada una de ellas, y controladas por un supervisor central ó PLC central.

En el caso de válvulas independientes la descentralización consiste en que aparte de tener un control central en la red, las válvulas neumáticas pueden comunicarse independientemente, considerando que tengan el puerto de comunicación según el protocolo a utilizar.

Sistemas con pequeñas redes integradas a otra red principal se empezaron a utilizar hasta la actualidad.

Ventajas al tener este tipo de sistemas: Neumática centralizada, flexibilidad en la parte eléctrica (módulos analógicos, digitales etc), posibilidad de expansión, neumática descentralizada, módulos de entradas y salidas adicionales ya sean centralizados en una terminal de válvulas ó descentralizados con I/O remotos.

El estar informados del funcionamiento de equipos que conforman nuestro sistema automatizado nos da la confianza tanto para el personal que instala ó desarrolla la ingeniería como personal de las plantas ó usuarios finales.

3.2 NODO DE CONTROL MAESTRO Y ESCLAVOS.

En la actualidad al hablar de una terminal de válvulas es imprescindible el tomar en cuenta al Nodo de Comunicación ó PLC integrado de la misma.

Esta parte es de suma importancia para la comunicación y control de la terminal de válvulas. Es la parte del cerebro y comunicación del sistema. Los nodos son también conocidos como PLC's ó nodos remotos según su configuración.

Con respecto a los nodos de comunicación integrados en la terminal de válvulas pueden ser inteligentes ó remotos.

En años anteriores el nodo físicamente venía representado con dos elementos, en la actualidad es sólo un elemento el que representa el nodo.

Los nodos con los que puede trabajar la terminal de válvulas son variados debido a las diferentes marcas de PLC que hay en el mercado. Entre algunas marcas de PLC que podemos mencionar están: Klockner Moeller, Siemens, ABB, Honeywell, GE-Fanuc, Allen Bradley, Omron.

Hay marcas mejor posicionadas en el mercado mexicano que otras, lo cuál es muy importante para optar en una alternativa que ofrezca un buen soporte técnico, calidad en el equipo y servicio.

Como ya se ha comentado los nodos en las terminales de válvulas pueden ser PLC's, estos a su vez trabajarán en la plataforma de programación de la marca que se esté utilizando; de acuerdo al tipo de PLC's se manejan diferentes lenguajes ó protocolos de comunicación.

Para entender en parte la función de un nodo de comunicación, que forma una terminal de válvulas, tenemos que entender que es un PLC y las diferentes formas en que está configurado.

Los PLC se distinguen por su número de entradas, número de salidas (pueden ser bobinas), tipos de interface.

Nos encontramos entonces que muchas características de los PLC serán iguales ó similares a los que tenga un nodo de una terminal de válvulas.

Características importantes de un nodo son:

Datos remanentes. Estos datos son los que se encuentran como memoria fija y no cambian.

Control de interrupciones para contadores/timers rápidos.

El control de estas variantes me permite en ciclos rápidos tener un mejor control desde el PLC integrado.

Mejora del diagnóstico para bus de campo.

El diagnóstico desde el PLC integrado ó desde un nodo remoto con los protocolos de comunicación de fieldbus me permite una detección más exacta de posibles errores en el PLC ó red de comunicación.

Driver de comunicación para interface serial ó algún otro puerto de comunicación.

Permite la comunicación desde una computadora ó elemento serial de comunicación.

La posibilidad de conectar elementos a nuestro nodo está en la capacidad de memoria y características propias del mismo.

Un promedio de conexión de módulos eléctricos en una terminal de válvulas sería de once módulos, el software puede ser programado en listado de instrucciones o en lenguaje en escalera. También puedo visualizar desde una pantalla ó display conectado directamente al nodo.

Lo anteriormente mencionado, se pueden enlistar en las siguientes características propias del nodo con la terminal de válvulas:

Tipo de PLC.

Protocolo utilizar.

Número de entradas.

Bobinas permitidas.

Número de salidas.

Tipo de interface. Como ejemplo se tienen las siguientes: RS 485, RS 422, Fibra óptica, sim a RS 485, ISO 11898.

Entradas y salidas analógicas.

Entradas y salidas digitales.

Cantidad y tipos de módulos eléctricos.

Lenguajes de programación.

Modelos de programación y posibilidad de actualización de programas.

Características Multitasking.

Rangos de Direcciones (están especificados según la configuración que vaya a utilizar). Los diferentes rangos son:

--rango de direcciones (sin fieldbus).

--rango de direcciones para diagnóstico y comunicación.

--rango de direcciones adicionales para master fieldbus.

Operandos de programación:

Flag words (banderas)/words remanentes (palabras remanentes).

Timers (temporizadores).

Contadores.

Registros.

Unidades de funciones.

Programas trabajando simultáneamente.

Módulos de programas.

Módulos de función.

Kbytes de memoria para programa y datos

Otras de las características que tendrían que considerarse con la interacción del nodo de comunicación y los periféricos a él serían:

Datos técnicos a considerar en un nodo de comunicación:

- Marca del PLC.
- Topología del Fieldbus.
- Sistema de Bus (maestro - esclavo).
- Máxima velocidad de transporte.
- Longitud máxima de cable para máxima velocidad.
- Longitud máxima de cable.
- Tipos de cable.
- Entradas y salidas analógicas

3.3 PARTE ELECTRICA DE UNA TERMINAL DE VÁLVULAS.

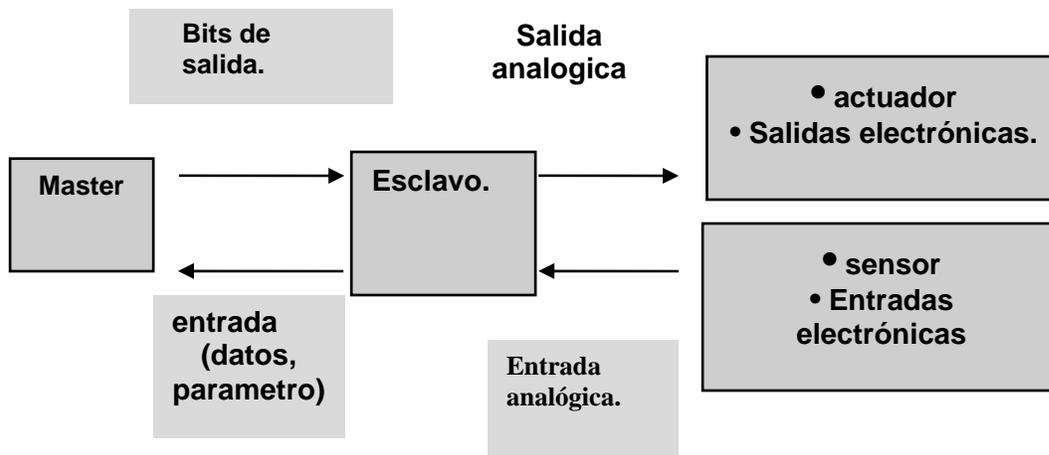
Esta parte es importante pues de aquí se deriva como se debe conectar de manera correcta desde un sensor hasta distintas señales de entrada ya sea digitales ó analógicas y/o señales de salida.

Por ejemplo pueden ser arranque de motores, unidades de indicación, dispositivos eléctricos, neumáticos e hidráulicos.

En caso de ser analógicos tenemos como ejemplo: medición de temperatura ó de presión, salida de datos como un valor analógico.

Siendo los valores más comunes: I/O: 0...20 mA, 4 a 20 mA ó 0... 10 V. Como son señales analógicas los datos pueden ser transferidos por ejemplo en partes de 4 bits.

Hay que considerar bits de información adicional o reservados para una tarea en especial.



Es importante destacar que la conexión eléctrica puede ser: individual, multipolo y por medio de Fieldbus.

Se pueden agrupar módulos, en un promedio de once.

La terminal de válvulas en la parte eléctrica debe ofrecer tecnología flexible en su conexionado de sensores y actuadores.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE UNA TERMINAL DE VÁLVULAS.

Muchos son los factores ó características que determinan la implementación de la parte eléctrica de una terminal de válvulas, a continuación se mencionan las más importantes.

NUMERO DE ENTRADAS. Viene definido por el número de sensores ó elementos captadores de información que van a ser procesados por un controlador. Pueden ser entradas analógicas y/o digitales.

NUMERO DE SALIDAS. Una vez procesada la información a través de un controlador, que puede ser un PLC, hay una respuesta del mismo controlador ó PLC que por medio de las salidas mandará la función deseada por el proceso. Pueden ser salidas analógicas ó digitales.

BOBINAS DE LAS VALVULAS. De los puntos importantes a definir en esta parte serían el voltaje de operación y el tipo de protección de la bobina.

CONEXIÓN A BUS DE CAMPO. Es la capacidad de la parte eléctrica de una terminal de válvulas de poder comunicarse a un bus de campo ó a un sistema de red de comunicación como por ejemplo Ethernet.

COMBINACION DE ENTRADAS Y SALIDAS. El número de entradas y salidas pueden ser acopladas en un mismo módulo para versatilidad ó conveniencia del usuario.

CONEXIÓN Y COMUNICACIÓN DE UN PLC. La parte eléctrica aumenta su importancia cuando se considera un PLC dentro de una terminal de válvulas en su conjunto. Este mismo PLC puede ser Maestro ó Esclavo según los requerimientos del sistema.

TIPO DE PROTECCION. Este tema es un factor importante en la selección de la parte eléctrica de una terminal de válvulas. Muchos ambientes donde se van a implementar los equipos de control son muy agresivos, como puede ser el ambiente de la región, químicos y sustancias esparcidas en el ambiente, protección contra cortos circuitos. Existen diversas protecciones para esta parte, sin embargo en algunos casos la parte eléctrica puede ser protegida por un gabinete ó armario de control.

NUMERO DE "ESCLAVOS" EN LA RED. Como se mencionó con anterioridad el PLC puede actuar como master ó simplemente como un nodo de comunicación que está a la orden de un control más "alto" dentro de la pirámide de la automatización. De ser así el sistema estaría en una red de comunicación restringida a un número determinado de estos nodos.

DIAGNOSTICO. Es la parte de información y reportes que una terminal de válvulas tiene a través de su parte eléctrica y de control para determinar la situación de funcionamiento y comportamiento de su sistema.

CONEXIÓN DE ELEMENTOS ANALÓGICOS. En la terminal de válvulas debe haber la capacidad de conectar dispositivos analógicos que requiera el sistema: sensores de temperatura, sensores de presión etc.

CONSUMO DE CORRIENTE. Todos los elementos conectados en la parte eléctrica de una terminal de válvulas (por ejemplo sensores de barrera, sensores de los cilindros) generarán un consumo de corriente a lo cuál hay que considerar todo en su conjunto para no tener una sobrecarga del sistema. Una fuente de voltaje ayuda a resolver este problema, sin embargo debe ser seleccionada correctamente para no implementar este elemento a su límite de capacidad en el suministro de corriente. Estos valores también vienen relacionados con el consumo de potencia de las bobinas que está dado en Watts y los valores promedio serían de 0.5W a 6.2W por bobina.

TIPO DE CONEXIÓN ELÉCTRICA. Esta puede ser conexión individual, multipolo ó con conexión a fieldbus. Ejemplos de conexionado individual: M12 según DIN 43650.

CONEXIÓN MULTIPOLO Ó DIRECTA A BUS DE CAMPO. Este tipo de conexión esta acoplada directamente al conjunto de válvulas que conforman la terminal de válvulas.

A diferencia de la terminal de válvulas tradicional su diseño es más compacto y no necesariamente tendría que tener un PLC.

Como datos consideraremos las siguientes variables importantes para cálculos de válvulas solenoides.

- Consumo (En Watts).
- intensidad de la bobina (en miliamperes).
- tiempo de conmutación.

3.3.1 MODULOS ELECTRICOS QUE COMPONEN UNA TERMINAL DE VALVULAS.

Es la parte que comprende todos los elementos relacionados con la parte de comunicación y señalización del sistema. En la práctica consta máximo de 12 módulos. Los módulos de la terminal de válvulas pueden ser:

- Módulo analógico proporcional.
- Módulo analógico universal.
- Módulo de salidas de alta corriente.
- Módulo de suministro de potencia adicional.
- Módulo multipol de entradas y salidas digitales.
- Módulos de entradas y salidas individuales.
- Módulos para aumentar el número de válvulas ó entradas/salidas de una red.
- Módulo con conexión a un bus de campo, conexión a red.
- Módulo con conexión a ASI.

Como podemos notar hay una gran variedad en los módulos eléctricos que permiten que la terminal de válvulas sea más completa en funcionamiento. Entrando más a detalle en cada uno de los módulos eléctricos, se explican a continuación.

CONSIDERACIONES TEORICAS EN LOS MODULOS ANALÓGICOS ASÍ COMO SEÑALES ANALOGICAS.

Antes de describir los módulos analógicos que pueden componer una terminal de válvulas haremos las siguientes precisiones.

Tomando en cuenta algún modelo de módulo como ejemplo,

- Se requerirá de un convertidor de señal de entrada analógica de 12 bits valores binarios para después almacenarlos dentro de una tabla de entradas, considerada por el software.
- Se tendrá que considerar el rango decimal del convertidor analógico – digital (entrada ó salida de valores del convertidor analógico – digital).
- El número de bits significativos y la resolución depende del rango de entrada seleccionada.

La siguiente tabla muestra de manera ordenada lo mencionado:

Rango de entrada	Dec. ADC Rango (input image table)	Bits significativos	Resolución nominal.
0...10V	0...4095	12	$10V/4096=2.44mV/bit$
4...16mA	0...4095*	11	$16mA/2048=7.813uA/bit$

* Desde LSB (low significant Bit = bit menos significativo) es siempre cero. Sólo los valores usados son 0,2,4,6...4092, 4094, 4096. Así son 2048 permutaciones de bit posibles.

MÓDULO ANALÓGICO PROPORCIONAL. Cuando requerimos de variables analógicas en nuestro proceso, como lo es controlar una variable de presión de aire con determinados valores de voltaje ó corriente, este módulo es el indicado. Sus características de este módulo como ejemplo pueden ser de tres entradas analógicas y una salida analógica; módulo que puede manejar valores de 0-10V ó 4 a 20mA, resolución de 10 bits.

Características de un módulo proporcional serían:

- 3 entradas analógicas.
- 1 salida analógica.
- módulo de 0-10V ó 4 a 20mA.
- resolución de 10bits.
- Utilización de este módulo en diferentes protocolos de comunicación.

MÓDULO ANALÓGICO UNIVERSAL. De igual forma que el anterior módulo, cuando requerimos de controlar en forma análoga alguna variable, como lo es la temperatura se utiliza este módulo; como ejemplo este módulo posee de una entrada analógica, una salida analógica y con la capacidad de manejar un valor de corriente de 4-20mA.

El módulo analógico universal tiene las mismas características que el anterior sin embargo sus características de número de entradas y salidas es diferente, lo cuál sólo muestra que existen diferentes configuraciones que redundarán en el costo del mismo. Para este caso quedaría:

- 1 entrada analógica.
- 1 salida analógica.
- módulo de 4-20mA.

MÓDULO DE SALIDAS DE ALTA CORRIENTE. Como ejemplo se pueden manejar cuatro salidas de dos amperes cada salida; para que pueda trabajar este módulo necesita de un módulo de suministro de potencia adicional que se le tendrá que adicionar a nuestro bloque con terminal de válvulas.

Características más comunes de este tipo de módulo:

- 4 salidas, 2 amperios por salida.

MODULO DE SUMINISTRO DE POTENCIA ADICIONAL. Este módulo puede manejar un máximo de : 25 amp a 24Vcd que dispone de un fusible a 25 amp. Tiene conexión directa al módulo de salida de alta corriente. El suministro de potencia desde el nodo: máximo 10 amp. Suministro de potencia adicional: máximo 25 amp. Lo anterior son características promedio de este tipo de módulo.

MÓDULOS INDIVIDUALES DE ENTRADAS/SALIDAS. Para los módulos de entradas podemos tener la siguientes versiones: con entrada transistorizada PNP (4 entradas con conector M12 ú 8 entradas con conector M12); con entrada transistorizada NPN (4 entradas con conector M12 ú 8 entradas conector M12). El módulo de salida está compuesto por una salida transistorizada PNP (4 salidas conexión M12).

En conclusión se pueden tener diferentes números de entradas por conector y al ser entradas transistorizadas las configuraciones se dividen en PNP ó NPN.

Las salidas de igual forma son transistorizadas y pueden ser de diferentes números de salidas por conector.

Variantes pueden ser módulos de 16 entradas PNP ó NPN con 8 conectores rosca m12 con 2 entradas por conector. Pueden variar el tipo de rosca por ejemplo en m8 teniendo de esta manera una entrada por conector.

Otras características de los módulos de entrada es el máximo suministro de potencia por sensor, protección contra corto circuito ó sobrecarga en la entrada, el tipo de protección y en algunos casos suministro adicional de potencia para sensores.

MÓDULO MULTIPIN DE ENTRADAS Y SALIDAS. Estos están compuestos por un número definido de entradas y salidas. Recibe el nombre de multipin ya que de un solo módulo se tiene concentrados entradas y salidas a través de un sólo

conector. Los valores de corriente por cada salida por ejemplo pueden ser de 0.5amp.

Este tipo de módulos por configuración ocupan dos o más posiciones dentro de la terminal de válvulas, es decir que dentro de la memoria del PLC estará ocupando tres posiciones en el arreglo pero no en posiciones físicas.

MODULO TIPO INTERFACE PARA EXPANSIÓN DE REDES DE COMUNICACIÓN. Sirve para aumentar el número de válvulas neumáticas integradas en forma descentralizada a la red con terminal de válvulas. Un ejemplo de este tipo de módulos es el compuesto por cuatro líneas, con características de 16 entradas/16 salidas por línea, 64 entradas y 64 salidas en total.

Este tipo de módulo permite tener centralizado algunas señalizaciones dentro de la terminal de válvulas y a su vez descentralizar a una red más pequeña otros elementos sin perder conectividad de todo el sistema.

MODULO ASI.

ASI, Actuator sensor interface como significan sus siglas, es un tipo de red al cuál se le pueden agregar elementos como sensores, válvulas neumáticas y otros dispositivos, su alcance es considerado como de mediano alcance.

El considerar un módulo de este tipo dentro de una terminal de válvulas agranda aún más la conectividad de diversos dispositivos descentralizados de la terminal de válvulas.

Mencionaremos algunos ejemplos de conectividad con la red ASI y generalidades que caracterizan a este tipo de red.

Tomemos en cuenta cuatro formas de conectarme a una red ASI:

- Grupo de válvulas conectadas en grupo y con su módulo con conexión a ASI.

- Grupo de válvulas conectadas en grupo pero incluyendo conexión directa en el cabezal hacia la red ASI.

- Con conexión individual directamente a la válvula.

- Con módulos remotos de entradas y salidas con conexión directa a ASI.

En la red ASI se tiene una longitud máxima de 100 metros con opción de repetidores a una extensión de hasta 300 metros.

En la red puedo tener máximo conectados 31 esclavos con la dirección (1...32), además de tener un máximo de 124 entradas/salidas.

Este sistema de bus sustituye el cableado paralelo en la instalación del PLC a sensores y actuadores.

Se puede mencionar varias características técnicas de este tipo de red, por mencionar algunas:

Tiempo total del ciclo < 5 ms, con un número máximo de 31 esclavos.

Tipo de cable que se utiliza: plano, fácil y rápida instalación, ninguna instalación causada por polaridad inversa.

Ya que se ha mencionado los principales módulos de los que puede constituirse una terminal de válvulas, es importante hacer mención que no todos los módulos de una terminal de válvulas se tienen que utilizar, esto se tiene que realizar de acuerdo a la aplicación y a las necesidades de la automatización de los procesos.

3.4 PARTE NEUMÁTICA EN UNA TERMINAL DE VALVULAS.

La flexibilidad de una terminal de válvulas también está centrada en los diversos tamaños de válvulas solenoides y/o neumáticas que pueden integrarse.

La parte neumática de la terminal podemos decir que es la parte de 'potencia' de nuestro sistema, es en la que se distribuye el aire comprimido a sus diferentes actuadores ó elementos neumáticos para que nos produzcan un trabajo ó una función específica.

Se tiene que poder combinar diferentes tamaños de válvulas, en una palabra tiene que ser versátil.

Anteriormente ya se han explicado los diferentes tipos de válvulas que existen y su funcionamiento, ahora al conformar toda la neumática con comunicación y accionamiento eléctrico estaremos completando la estructura de lo que es una terminal de válvulas.

Las válvulas pueden agruparse para formar parte de una terminal de válvulas y al mismo tiempo en la parte de arriba se tiene una tapa con la conexión eléctrica directa.

Por ejemplo como se ve en la siguiente gráfica:



DeviceNet

FESTO

Una terminal de válvulas con conexión directa a un bus de campo, en este caso se hace referencia de unos de los más conocidos a nivel mundial: Profibus y Device Net; para el caso de FESTO es una marca que permite la comunicación con ambos protocolos de comunicación, además de tener su propio bus de campo. Estas terminales suelen ser muy modernas, gracias a su diseño compacto y flexibilidad.

Los diferentes tipos de válvulas agrupadas dentro de una terminal de válvulas, nos permiten disponer de diferentes configuraciones para un mejor funcionamiento de un sistema.

Por ejemplo se pueden tener terminal de válvulas con características ó capacidad de conexión de:

26 bobinas. Lo cuál representa 26 electroválvulas de simple solenoide ó 13 electroválvulas de doble solenoide, ó combinación de ambas hasta 26 bobinas.

La modularidad es un punto importante en la configuración de una terminal de válvulas; esto quiere decir que una vez que se ha establecido una configuración básica de terminal de válvulas, a futuro tiene que haber la posibilidad de considerar integraciones de diversos elementos para la mejora ó expansión de un proceso.

Cuando conformamos la parte neumática en nuestra terminal se deben considerar las diferentes opciones de control y distribución de aire como los son los diferentes tipos de accesorios, tipos de válvulas etc, lo que permitirá una optimización del sistema que se desea implementar. Las ejecuciones más importantes serían las siguientes.

3.4.1 ACCIONAMIENTO, TIPOS DE LAS VÁLVULAS SOLENOIDES.

Es la forma en que se activan cada una de las válvulas solenoides que conforman la terminal de válvulas.

Este accionamiento puede ser eléctrico ó neumático. Como se mencionó en el capítulo de descripción de las válvulas solenoides, éstas pueden tener simple ó doble accionamiento.

Al referirse de simple accionamiento se sabe que la válvula conmuta al energizar la solenoide y cuando se deja de energizar regresa a su posición original con ayuda de un resorte que se encuentra en la construcción interna de la válvula. También puede regresar con ayuda de un pilotaje neumático.

Al referirse de doble accionamiento se sabe que la construcción de la válvula estará compuesta por dos bobinas, únicamente bastará de un pulso eléctrico para que la válvula solenoide se active y conmute y regrese a su posición original. Una de la dos bobinas estará accionada mientras exista el pulso eléctrico, aunque deje accionar una de las bobinas la válvula se mantendrá conmutada hasta que no reciba la otra bobina el pulso para volver a su posición original. No se deben energizar la dos bobinas al mismo tiempo.

La explicación de doble ó simple accionamiento eléctrico se puede trasladar a las válvulas con accionamiento neumático. La diferencia es que en vez de tener pulsos eléctricos se tendrán pilotajes neumáticos.

Al mencionar que es de simple y doble solenoide es al accionamiento eléctrico que ya anteriormente se ha explicado.

TIPOS DE VÁLVULAS.

Esta en función al número de vías y posiciones de las que están compuestas las válvulas solenoides ó válvulas neumáticas.

Por número de vías éstas pueden ser de 3 ó 5 vías.

Por número de posiciones éstas pueden ser de 2 ó 3 posiciones. Al ser de tres posiciones inevitablemente estamos hablando de una válvula de doble accionamiento.

El tener tres posiciones una válvula, nos habla de una válvula que va a tener una posición intermedia al no estar energizada ninguna de las dos bobinas.

Esta posición intermedia tiene tres distintas configuraciones: centros cerrados, centros presurizados, centros a desfogue.

TAMAÑO DE LAS VALVULAS.

Viene definido por el ancho ó por el puerto de conexión de la válvula. Los puertos más usuales son $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$.

Valores más comunes al referirse al ancho de la válvula: 10mm, 14mm, 18mm y 24mm.

Para el caso de válvulas normalizadas ISO la clasificación de tamaños viene dada por los números del 1 al 3, teniendo como correspondencia que para tamaño 1 los puertos de entrada y salidas neumáticas serán de $\frac{1}{4}$ para el tamaño 2 serán de $\frac{3}{8}$ y para el tamaño 3 serán de $\frac{1}{2}$.

CAUDAL DE LAS VÁVULAS SOLENOIDES.

Es la cantidad de aire que pasa a través de una válvula solenoide y viene muchas veces definido por el tamaño y la estructura de la misma. Los valores están dados de 250 lt/min a 4300 lt/min valores promedio.

3.5 ACCESORIOS EN LA TERMINAL DE VALVULAS.

Los accesorios son los diferentes elementos que complementan el buen funcionamiento de la terminal de válvulas sobre todo en la parte neumática. Los accesorios son muy variados y de mucha utilidad, no todos se utilizan y sólo se seleccionan los que son adecuados para el proceso que se va implementar.

Los más importantes son:

SILENCIADORES. Siempre que exista equipo neumático en un sistema es imprescindible la utilización de estos elementos para la disminución del ruido al cambio ó conmutación de las válvulas en los desfogues.

BASES PARA LAS VALVULAS SOLENOIDES. En estos elementos es donde se montan los diferentes tipos de válvulas a implementar y es en estos mismos donde se pueden adicionar otros elementos como ayuda para las válvulas solenoides. Cada base puede tener una válvula ó dos válvulas. Existen también las sub-bases que éstas pueden ser aquellas que por su construcción permiten la unión de una ó más sub-bases para extender el número de válvulas solenoides en una terminal de válvulas. El tamaño de la base esta en función al tamaño de la válvula solenoide seleccionada para la terminal de válvulas.

BOBINAS TIPO SANDWICH. Estas se pueden adicionar a las válvulas solenoides ó electroválvulas, sin embargo su utilización es mínima.

REGULADORES DE FLUJO. Como su nombre lo dice regulan el flujo de aire en las válvulas solenoides, éstos son montados directamente en las bases de las válvulas ó por módulos. La regulación se puede realizar en una base que tiene dos válvulas solenoides y de ahí seleccionar que válvula se requiere regular ó ambas.

--Reguladores de flujo en ambas válvulas. En una base que tiene para adaptarse dos electroválvulas se pueden adaptar reguladores de flujo, ya sea en una ó en las válvulas que componen la base.

---Reguladores de flujo en una sola válvula. En una base sólo una de las electroválvulas es regulada.

REGULADORES DE PRESIÓN. Estos elementos se encargan de fijar los valores de presión a utilizar en la terminal de válvulas, de igual forma que en los reguladores de flujo se pueden montar en las bases de las válvulas solenoides ó por módulos.

Las variantes que existen son:

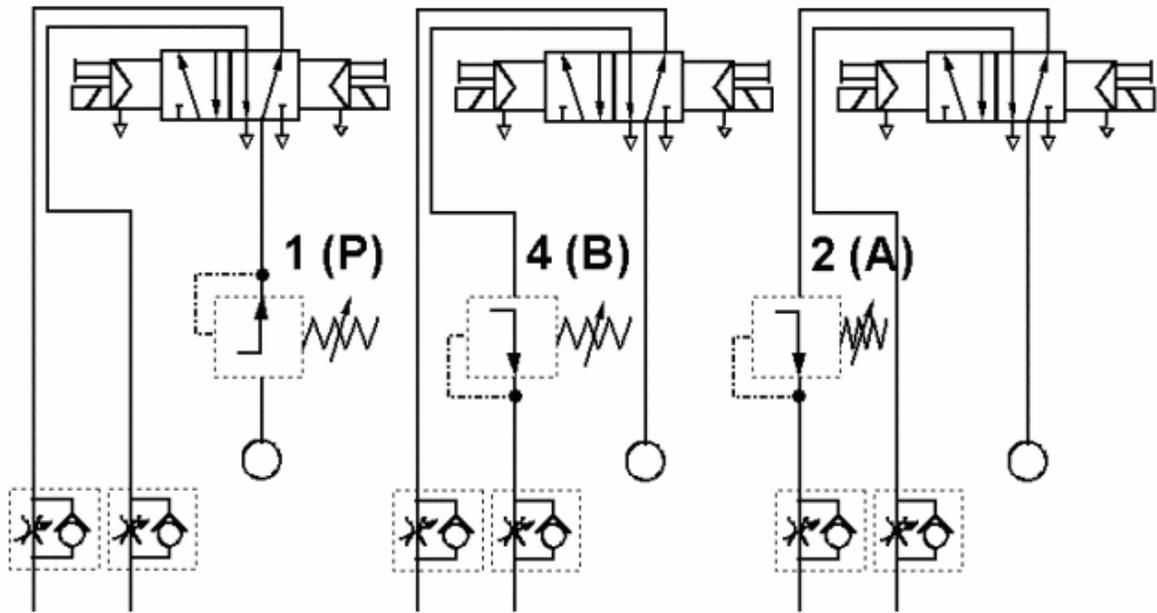
--Regulador de presión para puerto P (1). La regulación se realiza en el puerto de alimentación de la electroválvula ó en la alimentación de la terminal de válvulas en su conjunto.

--Regulador de presión para puerto A (2). La regulación se realiza en uno de los puertos de salida de la electroválvula, El puerto A según la nomenclatura americana para válvulas solenoides es donde inicialmente a la salida existe flujo de aire, posición inicial.

--Regulador de presión para puerto B (4). La regulación se realiza en uno de los puertos de salida de la electroválvula. El puerto B de acuerdo a la nomenclatura americana para válvulas solenoides es donde una vez accionada la electroválvula pasa a tener flujo de aire. Posición asumida una vez accionada la electroválvula para dejar su posición inicial.

--Regulador doble para puertos A Y B ó 2 y 4. El regulador permite realizar su función en ambas salidas de la electroválvula.

Ejemplos de conexiónado se muestra en la siguiente gráfica:



PLACAS FINALES. Son indispensables en cualquier terminal de válvulas, nos indican la finalización de los módulos que componen una terminal de válvulas, ya sean módulos eléctricos ó neumáticos. Estas pueden estar compuestas con ó sin regulador de presión.

MANOMETROS. Son dispositivos de medición de presión que permiten visualizar a que valor de presión se está trabajando en un sistema de terminal de válvulas ya sea por cada válvula ó por todo el sistema.

DISCO SEPARADOR (SEPARADOR DE PRESIONES). El disco separador nos permite tener diferentes presiones en las electroválvulas que conforman la terminal de válvulas.

PLACA INTERMEDIA (SEPARADOR DE PRESIONES). Realiza la misma función que el disco separador pero por su construcción se coloca de distinta manera dependiendo del tipo de terminal de válvulas que este utilizando.

TAPAS CIEGAS. Cuando existe un lugar sin ocupar en las bases donde se colocan las electroválvulas de la configuración de las terminales de válvulas, se coloca una tapa ciega para cerrar dichos conductos y así no dejar pasar aire.

ADAPTADORES PARA VÁLVULAS DE DIFERENTES TAMAÑOS. Estos elementos nos permiten tener la flexibilidad de adaptar a nuestro sistema diferentes tamaños de electroválvulas. Estos módulos tienen opción de integrarles reguladores de caudal para el control de pilotaje del accionamiento de las válvulas.

ACCESORIOS ESPECIALES.

Los accesorios especiales son aquellos que no son muy comunes en todas las terminales de válvulas. Un ejemplo de ello son los adaptadores que se implementan entre el nodo de comunicación ó plc y el módulo neumático de una terminal de válvulas. Casi siempre la unión de estos elementos se realiza de manera directa sin ningún adaptador.

Algunas terminales de válvulas de acuerdo a las electroválvulas que van a utilizar definen como accesorios complementarios los llamados módulos. Tienen las mismas funciones que los accesorios.

MODULOS DE DIFERENTES PRESIONES. En una terminal de válvulas que puede tener diferentes valores de presión de acuerdo al proceso.

MODULOS PARA PRESIONES COMPLEMENTARIAS. Una vez que ha sido suministrado nuestro sistema de aire y se requiere de más demanda del mismo entonces se hace necesario este módulo que permite suministrar en otro lugar de la terminal de válvulas el aire necesario para un buen funcionamiento del sistema.

MODULOS DE DIFERENTES PRESIONES. Permite suministrar en cualquier otro lugar de la terminal de válvulas de los diferentes valores de presión si es que lo requiere el sistema.

3.6 PUNTOS A CONSIDERAR PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA TERMINAL DE VÁLVULAS.

De manera general los puntos a considerar para la implementación de una terminal de válvulas son:

- 1.- Tipo de conexión (principio de conexión).
- 2.-Número de válvulas máximo para integrar nuestra terminal.
- 3.-Alimentación de voltaje.
- 4.-Tipo de válvulas para implementar en la Terminal de Válvulas. (5/2, 3/2).
- 5.-Tipo de protocolo (si la conexión es en bus de campo).
- 6.-Que conexiones neumáticas va a utilizar nuestra Terminal de Válvulas.
- 7.-Que accesorios eléctricos se considerarán en la Terminal de Válvulas.
- 8.-Montaje de la terminal de válvulas.
- 9.-Tipo de placas que se utilizan para montar las válvulas.
- 10.-Accionamiento de las válvulas (eléctrico, neumático).
- 11.-Placas que se adaptan en medio de las válvulas (accesorios).
- 12.-Módulos eléctricos de la terminal de válvulas.
- 13.-Voltaje de la terminal de válvulas.
- 14.-Tipos de nodo.
- 15.-Diagnóstico.
- 16.-Flexibilidad.
- 17.-Velocidad de comunicación (Ver capítulo Comunicación de una terminal de válvula).

18.-Protección contra corto-circuito.

3.7 VENTAJAS Y BENEFICIOS DE LAS TERMINALES DE VÁLVULAS.

Esta parte final trata de sólo nombrar algunos beneficios al implementar una terminal de válvulas, dichas ventajas y beneficios dependerá del proceso y que tan grande se requiere dar el alcance en el control de todo el sistema.

Se debe tener una visión muy amplia del proyecto al momento de seleccionar la terminal de válvulas

1. Se elimina la potencialidad de errores eléctricos al cablear las válvulas.
2. No es necesario el cableado de las válvulas.
3. No se requieren pruebas de cableado para las válvulas.
4. Menos fallas de cableado para los dispositivos de I/Os.
5. No se requiere de un gabinete con una cantidad grande de componentes.
6. La terminal de válvulas con un PLC integrado, es una unidad muy compacta.
7. Hay elementos que se pueden conectar directamente al bus, por ejemplo si se utiliza Device Net.
- 8.- No se necesita armario de maniobra. Protección IP 65.
- 9.- Control local independiente.
- 10.-Unidad premontada y pre-verificada para ahorrar la complejidad del cableado y del entubado.
- 11.- Se eliminan muchas veces el gabinete, ó se reducen el tamaño de los gabinetes, ya no es necesario tener demasiadas tarjetas de entradas y salidas en los gabinetes.
12. El poder tener varios protocolos de comunicación abiertos permite flexibilidad en la comunicación.

Muchas de las ventajas se ven reflejadas una vez que se han satisfecho las necesidades de automatización de una empresa ó integrador.

El implementar una terminal de válvulas requerirá de un estudio a fondo de todo lo que conlleva su instalación, ya que los beneficios se verán en toda la automatización en conjunto, ahorrando en puntos que no necesariamente están dados en el producto sino en la solución, en una mayor productividad y sobre todo en seguridad del sistema.

CAPITULO 4.

COMUNICACIÓN DE SISTEMAS CON TERMINAL DE VÁLVULAS.

4.1 INTRODUCCION.

La comunicación en redes en la actualidad ha representado relevante importancia para los sistemas automatizados que trabajan en una planta. La seguridad en los sistemas así como la confiabilidad de adquisición de datos son unos de los objetivos de la comunicación en un sistema de red que enlaza sistemas automatizados.

Los elementos como son las computadoras industriales ó Plc's han permitido a través del control y la supervisión, la disminución de tiempos muertos en la producción de un producto, así como una mejor calidad de los mismos.

Dicha supervisión se realiza en cada una de las etapas de los procesos manteniendo comunicada una red ó un sistema de comunicación automatizado, asegurando el buen funcionamiento de las máquinas interconectadas.

Estos sistemas electrónicos permiten una alta flexibilidad en el control y monitoreo de las diferentes etapas de producción.

Al hablar de una compañía ó planta donde se tiene que armar ó procesar un producto para su acabado ó proceso final hablamos de diferentes etapas ó procesos a los cuáles tiene que viajar nuestro producto ya sea en una línea de producción ó un proceso de tratamiento de aguas como ejemplo.

Estas diferentes etapas pueden recibir el nombre de células de producción, para el caso por ejemplo de una planta de tratamiento de aguas el concepto de mantener comunicadas las diferentes zonas de tratamiento de aguas es el mismo que el de una línea de producción.

En una línea de producción (producción celular) el producto se va formando en las diferentes células que conforman todo el proceso. La falta de comunicación y coordinación de estas células puede repercutir en un mal ensamble de la pieza, aumento en una de las células de producción y por lo tanto disminución ó faltante de material en otra célula propiciando un costo y tiempos muertos.

Por lo anterior es importante mantener una adecuada comunicación y por lo tanto control de todo el sistema para su funcionamiento correcto.

Una de las opciones de comunicación para estos sistemas es la comunicación fieldbus y la comunicación vía ethernet. La comunicación fieldbus de alguna manera ha sido más su enfoque a los procesos y la comunicación ethernet a la adquisición de datos.

Sin embargo ambas vías de comunicación han tomado su importancia de acuerdo a la implementación que se requiere hacer de un sistema.

El fieldbus basa su importancia en la disminución de cableado (únicamente dos hilos) y en la flexibilidad de poder implementar elementos como sensores, PLC's, dispositivos analógicos sobre la misma red.

Los sistemas buscan unificar de acuerdo a diferentes normas los sistemas de comunicación para enlazar y flexibilizar sus operaciones. Fieldbus es un ejemplo de esto al igual que Ethernet.

Como ya se ha mencionado anteriormente la importancia de los sistemas de comunicación tienen el objetivo de eliminar producciones en serie relativamente rígidas e inflexibles a través de una supervisión y control altamente flexibles, incluyendo los sistemas descentralizados compuestos por sensores, actuadores y salas de control.

En los inicios de la comunicación fieldbus, uno de los propósitos era unir los elementos de campo (bus de campo) y las computadoras de proceso utilizando cables paralelos con la finalidad de transmitir información. Al utilizar este tipo de comunicación en sistemas muy grandes resultaba muy costosa su implementación.

Posteriormente con el desarrollo de la tecnología electrónica se verían disminuidos los costos de elementos como los sensores, dispositivos digitales y analógicos.

Para este momento la comunicación de elementos en el área de campo (bus de campo) se podía realizar localmente sin la posibilidad de mantener comunicación con otros controles "maestros" que se encontraban en otros puntos de la planta ó línea de producción.

Después la fabricación de buses de datos digitales permitió el establecimiento formal de los buses de campo o también llamado en sus siglas en inglés field bus. Esto permitiría una comunicación confiable en las diferentes células de producción a un bajo costo.

El desarrollo de los sistemas de comunicación empezó a involucrar a la electrónica comenzando desde los años 70`s; era la electrónica analógica la que permitió la transferencia de datos con los valores conocidos de 4/20 ma. Este tipo de transferencia se caracteriza por una amplia distribución y relativo bajo costo considerando una conexión punto a punto.

No obstante la cantidad de información que se podía transmitir era pequeña y al pasar a un controlador las señales se tienen que convertir en digitales.

La economía de los dispositivos digitales como los son los chips montados en elementos como sensores y otros dispositivos convino a transformar la parte de comunicación a la "digitalización" de los sistemas ya en los comienzos del año 2000.

Empecemos entonces a describir la comunicación digital, junto con sus conceptos y factores que describen este tipo de comunicación.

4.2 REDES DE COMUNICACION.

Es una serie de elementos interconectados para transferir información. Las redes de comunicación hoy en día tienen mucha importancia para el campo del control.

De acuerdo a la distribución de datos, velocidad y otros factores se elige la red a conveniencia del usuario y a la necesidad del proceso.

Existen diferentes tipos de red, las más importantes son:

RED LAN (Comunicación de red local ó sus siglas en inglés: Local Area Network). Este tipo de red conecta distintos dispositivos independientes en una zona territorialmente limitada como pueden ser las oficinas de una empresa junto con sus edificios. Características de este tipo de redes son la alta velocidad con una buena relación de costo.

Un ejemplo muy importante para este tipo de red es la llamada red Ethernet.

Para esta red, en el caso de un acceso simultáneo de varias estaciones, intenta de nuevo transportar esta información a través del medio, después de un intervalo de tiempo aleatorio.

El medio de transmisión para este tipo de red son cables coaxiales ó de fibra óptica y la velocidad de transmisión es de 10 Mbits / s.

Se utiliza este tipo de red para la comunicación local entre empresas ó divisiones de dichas empresas.

RED WAN (Redes de área amplia ó sus siglas en inglés Wide Area Network).

Como su nombre lo indica es la encargada de comunicar a varios elementos conectados en la Red a grandes distancias (aproximadamente 19 km).

Pueden realizarse tanto redes punto a punto como redes de difusión (broadcasting). Este tipo de redes se utilizan para comunicaciones entre empresas o entre las divisiones de una empresa.

En este tipo de redes se puede tener acceso a un bus y realizar la selección de la ruta de la información a través de la red.

REDES PUNTO A PUNTO.

Este tipo de comunicación interconecta de manera individual datos, agrupa los datos y comparte recursos. Un ejemplo de este tipo es la interconexión de sistemas de cómputo.

REDES DE DIFUSION.

Estas ya son redes empaquetadas que se transmiten por radio ó por satélite.

La característica importante para esta comunicación y que difiere de la comunicación punto a punto es que al transmitirse la información todos los receptores que se hallan en la zona de cobertura del transmisor pueden recibir la información.

CLASIFICACION DE LAS REDES WAN.

Se clasifican en redes públicas y privadas.

Las redes privadas son aquellas dirigidas a los procesos que tienden a ser en grandes áreas, ejemplo de ello son: oleoductos de petróleo ú oleoductos de gas.

Las redes públicas abarcan un área también muy grande, ejemplo de este tipo de redes es la red de telefonía.

4.3 COMUNICACIÓN EN LOS DISTINTOS NIVELES JERARQUICOS DE LA AUTOMATIZACION.

Hemos visto en el capítulo de PRINCIPIOS DE CONTROL las diferentes etapas ó niveles por los cuáles esta compuesta la Pirámide la Automatización; ahora con esa misma idea enfocaremos este concepto a los sistemas de comunicación de cada una de las etapas.

Existen una gran cantidad de datos que circulan en las diferentes etapas de los niveles jerárquicos de la automatización, estos datos van siendo generados por documentos que va generando una empresa: pedidos del cliente, transportes, entregas.

Para que el flujo de información sea analizada se requiere que se pueda dividir en varios niveles jerárquicos y están sometidas a los siguientes factores:

- Número de estaciones de comunicación.
- Desarrollo del volumen de datos.
- Vida de los datos.
- Período de tiempo de actualización.

Los niveles jerárquicos son:

NIVEL DE GESTION CORPORATIVA. Es la parte más alta del nivel jerárquico de comunicación y es la central de proceso de datos. Es considerada como una red pública y su comunicación es global.

NIVEL DE ADMINISTRACION DE PRODUCCION. Aquí se realiza el proceso de la información especificando una tarea. Esta parte mantiene comunicada a una red de la empresa con una red pública, aquí la comunicación es local.

NIVEL DE ADMINISTRACION DE PROCESO. Aquí se realiza el proceso de la información orientado a un panel de control. Mantiene la comunicación con la red de la empresa y los buses de campo (encargados del proceso de datos). Es considerada esta parte como una comunicación local en tiempo real.

PROCESO DE LA INFORMACION A NIVEL DE CAMPO. En esta etapa se realiza un proceso descentralizado de datos. La comunicación en este punto es entre el proceso de datos y el mismo bus de campo. La comunicación es local en tiempo real.

NIVEL DE CAMPO, MEDICION Y CORRECCION. Es la parte más baja de la jerarquización en los niveles de comunicación y aquí es donde se adquieren los valores de medición de un proceso. En esta etapa existe una gran cantidad de dispositivos que procesan datos cortos con una elevada frecuencia.

Se derivan de cada una de las etapas características como: distancia, velocidades para la transmisión de datos, frecuencia y tamaño de los flujos de información requeridos.

En la parte más alta de la pirámide de la automatización es característico tener información suficiente y concreta para que los directivos que se encuentran en esta etapa puedan tomar decisiones.

En la parte más baja de la pirámide de la automatización tenemos una gran cantidad de información que es captada por los elementos que se encuentran en el área de campo.

En la estructura jerárquica de la información la relación costo – prestaciones, disponibilidad de equipo, aceptación en el mercado y la facilidad para utilizar estos sistemas son características importantes al seleccionar un bus de campo.

Al hablar de la comunicación de sistemas en diferentes niveles de automatización, tenemos que mencionar las siguientes definiciones.

ESTRATEGIA DE MIGRACION.

Este concepto se relaciona a la adecuada interpretación de la información en los diferentes niveles de comunicación existentes por ejemplo entre un bus campo y otra red existente. La transición de la información entre el bus de campo y la otra red es lo que se llama estrategia de migración.

PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.

Un protocolo de comunicación es el lenguaje por el cuál se van a comunicar los elementos conectados al bus de campo. Existen diferentes protocolos de comunicación sujetos a las marcas que existen en el mercado, sin embargo la clasificación general de los protocolos esta dada por protocolos de comunicación cerrados y protocolos de comunicación abiertos.

SISTEMAS CERRADOS DE COMUNICACIÓN.

Este tipo de sistemas fue mayormente utilizado al comienzo de la creación del bus de campo como consecuencia de que cada marca de comunicación tenía su propio protocolo, y por lo tanto había restricción en la utilización de componentes en la red. Cada fabricante restringía el número de elementos conectados a la red a sólo su marca.

En la actualidad siguen existiendo este tipo de sistemas. Las ventajas de estos sistemas son los bajos requerimientos de configuración y puesta a punto.

SISTEMAS ABIERTOS DE COMUNICACIÓN.

Los sistemas abiertos se caracterizan por tener compatibilidad con diferentes marcas de protocolos. Existe facilidad de comunicación sin muchas adaptaciones adicionales.

Para este tipo de sistemas surge un punto importante que es la homologación de una serie de acuerdos que faciliten la comunicación. Por mencionar los más importantes serían:

- 1.- Acuerdo sobre el idioma oficial.
- 2.- Acuerdo sobre la transmisión de la señal eléctrica.
- 3.-Sincronización del tema de la negociación.
- 4.- Guía de la conversación.
- 5.-Detección de los errores de transmisión.
- 6.-Protección de la información confidencial.

La declaración y estandarización han permitido una correcta comunicación y generación de las telecomunicaciones internacionales.

Existen diversas asociaciones que se encargan de revisar y describir dichas estandarizaciones; una de las más importantes en el área de comunicaciones de sistemas abiertos es el modelo surgido en la ISO (International Standard Organization) y es el llamado modelo OSI (Open Systems Interconnection) y se refiere la estandarización del comportamiento externo de la comunicación. Permite clasificar los sistemas existentes de comunicación y forma base para la creación de nuevos estándares de comunicación.

PRINCIPIOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACION.

Como se ha dicho con anterioridad para intercambiar información entre participantes ó usuarios y de ahí generar la comunicación se requieren de ciertas reglas para su transmisión.

Para transmitir datos técnicos (por ejemplos figuras, textos, sonidos y video) es necesario convertirlos a un formato estándar, en pocas palabras en datos digitales. De no estar representados en datos digitales se requerirán en muchos casos de complejos sistemas de conversión.

Hay dos conceptos técnicos importantes que surgen de lo mencionado anteriormente entre una serie de participantes: Sintaxis y Semántica.

Sintaxis. Son las reglas de comunicación implementadas al intercambiar información.

Semántica. Es el significado de la información transmitida y se busca que sea entendible para cada uno de los usuarios.

En la transmisión de información técnica no debe existir malas interpretaciones en el significado de la información, es por eso la razón de que diseñadores y programadores deben asegurar la misma interpretación de la información intercambiada cuando se programen aplicaciones de equipo de automatización.

4.4 MODOS DE FUNCIONAMIENTO PARA TRANSMISION DE INFORMACIÓN Y RELACION TRANSMISOR – RECEPTOR.

Los modos de funcionamiento son conexiones duplex y simplex.

El más importante es del tipo Duplex ya que es la más flexible en cuanto a traslado de comunicación.

CONEXIÓN DUPLEX.

SEMIDUPLEX / HALFDUPLEX.

Una conexión de este tipo requiere de las siguientes consideraciones: a) una línea de conexión bidireccional ó b) dos líneas de conexión unidireccionales.

Si existiera una sola conexión bidireccional la transmisión se realiza en un solo sentido y en un determinado momento, el cambio de sentido de la información se realiza después de haber pasado el tiempo y el sentido que primero transmitió la información. A este método se le conoce como semiduplex ó half-duplex.

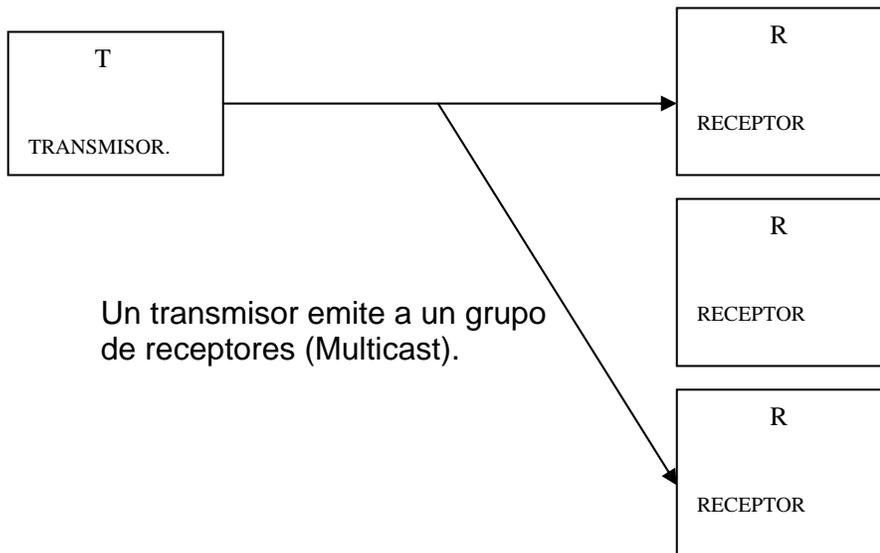
FULL DUPLEX.

Si existieran dos líneas unidireccionales ó bidireccionales, en todo momento sería posible la transmisión permanente en ambos sentidos. El funcionamiento de este sistema Duplex también es conocido como Full Duplex.

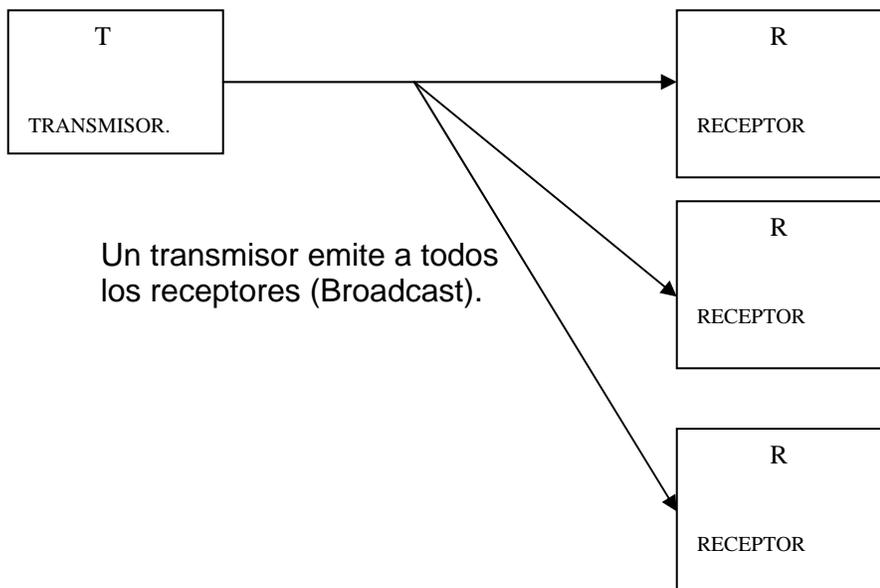
Las relaciones existentes entre transmisor y receptor en cuanto la forma y cantidad de información a transmitir se muestra en la siguiente figura:



En este caso un transmisor emite a un receptor (peer to peer).



Un transmisor emite a un grupo de receptores (Multicast).



Un transmisor emite a todos los receptores (Broadcast).

CICLO DE MENSAJE, MAESTRO (MASTER), ESCLAVO (SLAVE).

Los ciclos de mensajes son intervalos de tiempo donde se mantiene el flujo de información entre participantes o usuarios.

El Master ó Maestro es un dispositivo cuyo módulo de transmisión de datos (controlador de bus) puede abrir y finalizar un ciclo de mensaje. Las funciones importantes de un Master son:

- Transmite el mensaje emitido a varias direcciones de destino.
- Define la relación de comunicación ya sea comunicación participante a participante ó a varios (relación de comunicación multicast ó broadcast).
- Los participantes solamente pueden responder cuando el Master lo ha autorizado y siempre y cuando sea el único Maestro conectado a la Red, éste puede empezar un ciclo de mensaje en cualquier momento, si por el contrario existieran varios Maestros en la red, éstos deberán asignarse entre sus capacidades quién puede permanecer activo.

Los Slaves ó esclavos son dispositivos que activan su transmisor y transmiten los datos requeridos por un dispositivo Maestro. Esta supeditado a lo que ordene el dispositivo Maestro. Los esclavos solamente pueden responder a requerimientos dentro de los ciclos de mensaje.

RELACIONES MAESTRO/ ESCLAVO Y RELACIONES MAESTRO / MAESTRO..

Relación Maestro / Esclavo. Es la relación establecida en secuencia entre un Maestro y un número determinado de esclavos (n esclavos), y se ejecutan dentro de la misma transferencia de mensaje.

Relación Maestro / Maestro. Como se menciona con anterioridad solamente un Maestro se debe mantener activo durante la transferencia de información, y dicha transferencia se realiza por medio de un ciclo de mensaje que generalmente es abierto. Si es necesario se transmiten otros datos al mismo tiempo, por ejemplo, para la configuración ó parámetros.

4.5 TOPOLOGÍAS PARA LA TRANSFERENCIA DE DATOS DIGITALMENTE.

Existen dos tipos diferentes de conexión:

1.-aquellas que utilizan rutas de transmisión punto a punto entre un transmisor y un receptor a la vez. Ejemplos de topologías son: topología de estrella, topología de red y topología de anillo.

La transmisión punto a punto se utiliza principalmente para la conectividad en computadoras con dispositivos periféricos ó para sistemas de control remoto.

2.- aquellas que utilizan rutas de transmisión mutua para la conexión física de varios pares transmisor / receptor. Ejemplo de topología para este tipo de conexión es la topología de bus.

TOPOLOGIA TIPO ESTRELLA.

Este tipo de topología utiliza una estación para la recepción centralizada durante la transmisión de datos. Las líneas de transmisión son punto a punto hacia los participantes conectados. Esta estación centralizada es de vital importancia para el funcionamiento impecable de la red.

TOPOLOGÍA TIPO ANILLO.

Este tipo de topología utiliza líneas de transmisión punto a punto en funcionamiento símplex (en un solo sentido). Por ejemplo si quiero transmitir información de una estación a otra puede ser que estén otras estaciones intermedias en las que necesariamente pasará la información.

TOPOLOGIA TIPO RED.

Este tipo de topología utiliza líneas de transmisión punto a punto en funcionamiento dúplex. Son posibles varias líneas de transmisión entre dos participantes.

Se requiere poner atención en el direccionamiento.

TOPOLOGIA TIPO BUS.

Este tipo de topología para todas las líneas de transmisión entre las diferentes estaciones utiliza la línea de bus como único medio de transmisión.

Es posible conectar varios pares transmisor / receptor por medio de una sola línea física.

Este tipo de bus forma la base de muchos sistemas de comunicación digital en particular en áreas locales y es utilizada a menudo en sistemas de bus de campo.

TOPOLOGIA TIPO ARBOL.

Es la combinación de las topologías de bus y de estrella. La topología en árbol también se utiliza en los sistemas de bus de campo, en especial si deben realizarse estructuras jerárquicas.

ARQUITECTURA MULTIMASTER.

Este tipo de arquitectura se desprende de la topología del sistema de bus, el cuál se explico con anterioridad. En la arquitectura multimaster se utilizan varios maestros en el sistema.

Las estaciones que se encuentran conectadas a la red son capaces de asumir la función de maestro, lo que necesitan es estar equipadas con la función de control de acceso al medio para asumir y ejercer la función de maestro.

Para la tecnología de la automatización se utilizan las siguientes funciones de control de acceso al medio.

- 1.- Acceso Múltiple por detección de portadora con detección de colisión.
- 2.-Método de escrutado (Polling).
- 3.-Método de Paso de Testigo (Token Passing).

4.6 FUNCIONES DE CONTROL DE ACCESO AL MEDIO.

Acceso Múltiple por Detección de Portadora con detección de colisión.

Hay una supervisión constante por parte de cada estación al medio de transmisión (línea de bus) para observar si hay intercambio de señales (detector de portadora). Si una estación detecta que el medio de transmisión no se está utilizando en un momento determinado, la estación verifica los requerimientos de transmisión de datos y si hay requerimientos esta estación transmite de manera espontánea al medio de transmisión.

Las otras estaciones reconocen que el medio de transmisión está siendo utilizado y evitan sus transmisiones durante el período de tiempo de transmisión que se origina inicialmente, con esto se evita la colisión por el acceso de las estaciones.

A pesar de las previsiones que toma el sistema, no se garantiza que un mensaje sea transmitido dentro de un período de tiempo especificado. La ventaja de este tipo de acceso es el mínimo esfuerzo requerido para el control de acceso en cada estación.

Método de Escrutado (Polling).

En este tipo de acceso se requiere de un master ó maestro. Una estación no puede acceder al medio, es decir a la transmisión de datos, hasta que no le haya sido asignado el derecho de acceso (función de Master) desde la estación de control del bus.

Se garantiza una adaptación al tiempo máximo dentro del cuál se hayan transmitido todos los mensajes. Una variante del método de escrutación (polling) es la transferencia de la función central de la estación de control del bus de un maestro a otro (flying master/ maestro flotante). Un Maestro que ejerza la función de escrutación, interroga a las demás estaciones por si hay requerimientos de transmisión, una vez que ha realizado sus propios requerimientos de transmisión pasa la función de estación de control del bus a otro Maestro, dicho Maestro escruta de nuevo todas las estaciones existentes en la red buscando requerimientos de transmisión.

La principal ventaja de este método es su fiabilidad, por ejemplo si una estación central de control queda interrumpida, la función de todo el sistema de bus se detiene.

Si una estación se detiene con el principio de maestro flotante, entonces la función de escrutación puede seguir realizándose por las estaciones restantes.

Método de paso de testigo (Token Passing).

En este método se transmite una cadena de bits especial, llamado testigo, de un Maestro a otro en una secuencia especificada.

La estación que tiene el testigo, tiene la función de Maestro, es decir el derecho de acceso al bus, en el medio de transmisión, por un período de tiempo determinado por un número especificado de secuencias de transmisión (ciclos de mensaje).

El tiempo de ciclo del testigo es la suma total de todos los tiempos de transmisión del testigo para cada Maestro durante un ciclo.

Este tiempo es corto en comparación con el de escrutinio.

Una de las desventajas es la complejidad de realizar el método de acceso al medio en la estación, sin embargo su fiabilidad es uno de los puntos fuertes de este tipo de método. Si una estación falla, simplemente no es tenida en cuenta en el anillo de paso de testigo, todas las demás estaciones siguen funcionando en el anillo de testigo lógico.

Hablando de sistemas de bus de campo con referencia a este tipo de método, se tiene Profibus (protocolo de comunicación utilizado por Siemens) el cuál utiliza este método de paso de testigo para pasar el derecho de acceso al bus entre Maestros (Masters), además de la relación explicada de master/slave, entre estaciones activas (Masters) y estaciones pasivas (slaves).

4.7 TRANSMISION DE INFORMACION.

4.7.1 TRANSMISIÓN DE UNA SEÑAL.

Para empezar a explicar esta parte, mencionaremos los siguientes elementos básicos: una estación la cuál representa información en grupos de 8 bits (bytes) ó palabras (varios bytes). Esto es para implementar un software de funciones de procesamiento el cuál utilizará una representación en paralelo de la información.

Partiendo del concepto anterior tenemos que transformar esta información en paralelo, en donde todos los bits se guardan simultáneamente en células de memoria, se transfiere a una representación en serie, en donde se transmite un bit cada vez en la línea disponible.

En el caso estándar ó más conocido esta secuencia de bits en serie debe codificarse y a continuación convertirse en la señal correspondiente de acuerdo con el método de transmisión (modulado, demodulado).

Conversión serie/paralelo y paralelo/serie.

La representación paralela (byte - word) se convierte en representación serial (secuencia de bits) y viceversa de acuerdo a lo siguiente.

- 1.- Registro de desplazamiento.
- 2.-Circuito asíncrono transmisor / receptor (UART)
- 3.-Circuito síncrono / asíncrono transmisor /receptor (USUART).

Registro de desplazamiento. Son circuitos de memoria tipo Flip Flop encadenados en etapas. La información se transmite a la célula de memoria por medio de un pulso de paso en un circuito de tiempo (línea de desplazamiento), por lo que permite que la combinación de entrada en paralelo salga en serie, o bien que la entrada bit por bit (un bit para cada pulso del reloj) salga en paralelo después de un determinado número de pasos del reloj.

Circuito asíncrono transmisor / receptor. Son circuitos con conversión paralelo/serie, capaces de tener registros de transmisión y recepción para almacenamiento temporal, así como funciones adicionales para la sincronización

de la transmisión (añadiendo y quitando bits de inicio y de paro) y para la seguridad de los datos (añadiendo y quitando bits de paridad).

Circuito síncrono / asíncrono transmisor / receptor. Contienen registros de desplazamiento que generan pulsos de reloj y buffers de datos para almacenamiento intermedio de datos en paralelo.

CODIFICACION.

CODIFICACION BIT. Las señales codificadas en serie deben convertirse a una forma de señal adecuada para la transmisión, este proceso de conversión se conoce como formateado. Los grupos básicos de formato de señales son digitales codificadas de formato libre y formatos de autotemporización.

METODOS DE TRANSMISION DE SEÑALES A TRAVÉS DE UNA LÍNEA DE BUS.

En principio hay dos métodos que se desprenden de esta descripción:

- Transmisión de cadenas de pulsos binarios (eléctricos), señales de datos no modulados (transmisión en banda base).
- Transmisión de cadenas de pulsos binarios con portadora de señal modulada (transmisión en banda portadora y banda ancha).

En el primer tipo de transmisión, las señales digitales en serie se transmiten en una cadena de pulsos de forma de onda rectangular, lo que significa que requiere una gran amplitud de banda en el medio de transmisión para obtener una óptima reproductibilidad de las señales.

Aquí solo se establece un canal de transmisión. Este método de transmisión es el más ampliamente utilizado.

Para el caso del método de modulación, se modula una amplitud portadora $x(t)$ de la frecuencia portadora f_t para una señal útil digital (serial):

$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi) \quad \omega = 2\pi f_t$$

Por mencionar, ya que no es parte del estudio de esta tesis, solamente diremos que existen tres métodos de modulación de la amplitud de la portadora:

- Modulación de la amplitud A (Codificación por desplazamiento de amplitud ASK). Transmisión de señales portadoras en estado 1 ó 0.
- Modulación de frecuencia f_t (Codificación por desplazamiento de frecuencia FSK). Transmisión de una frecuencia F_1 en cero ó f_2 en uno.
- Modulación de fase ϕ (Codificación por desplazamiento de fase PSK).
- Modulación de fase diferencial DPSK. La información se halla en la diferencia de fase entre dos etapas sucesivas de la señal portadora modulada con la señal digital, la ventaja que tiene esta modulación es que la posición de la fase solamente debe almacenarse por la duración del paso.

Con los métodos de modulación anteriormente descritos debemos diferenciar entre la transmisión de banda por banda portadora y banda ancha.

En el caso de transmisión por banda portadora, la banda de frecuencia efectiva es pequeña.

La transmisión por banda portadora solamente puede transmitirse a una frecuencia, en un determinado momento, solamente puede realizarse una conexión lógica entre dos participantes.

En el caso de transmisión por banda ancha, es posible transmitir varios canales con diferentes frecuencias portadoras y modulación de señales (señales útiles).

Cabe recalcar que la transmisión por banda ancha se pueden efectuar muchas transmisiones simultáneamente, ya que existen canales con diferentes frecuencias dentro del rango de frecuencias de transmisión (funcionamiento en multiplexado de frecuencia). Lo anterior significa que se pueden utilizar para la transmisión simultánea de diferentes formas de información: voz, imagen de video, gráficos, información digital.

Continuando con el tema de modulación y demodulación en los sistemas, éstos sistemas requieren de modems para realizar dicha función. los modems son considerados como: cajas separadas (no en el caso de sistemas de bus de campo), tarjetas enchufables para diferentes sistemas de bus de computadora (Bus PC, multibus), componente integrado MAU (Medium attachment unit).

Anteriormente se ha mencionado la sincronización como parte de la explicación de conceptos relacionados en la transmisión de información, sin embargo es necesario tomar este concepto aparte para un mejor estudio del tema. (Capítulo 4.8).

4.7.2 TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA.

Son dos las principales líneas de transmisión eléctricas que se utilizan: pares trenzados y cables coaxiales.

PARES TRENZADOS.

Son líneas de bus económicas y sirven como acopladores mecánicos de bus y del elemento de conversión del controlador de bus.

Aquí tenemos una relación directa entre la velocidad de transmisión y la longitud efectiva de la línea.

CABLES COAXIALES.

Ellos nos proporcionan una elevada calidad de transmisión y alta inmunidad a las interferencias, permiten velocidades de transmisión de hasta 300Mbits/s. Compensando la velocidad y las distancias de transmisión, por ejemplo con una velocidad de transmisión 50 Mbits/s es posible cubrir distancias de hasta varios kilómetros.

Se recomienda para evitar interferencias y ruido en la transmisión conectar a tierra el apantallado ó blindaje tanto en el caso de los cables coaxiales como en los pares trenzados.

Hay que poner mucha atención en los extremos de las líneas de transmisión ya que son en estos puntos donde se produce ruido eléctrico que a su vez se convierten en reflexiones de las señales transmitidas. Para evitar estas reflexiones y para alcanzar un ajuste óptimo de la potencia, las líneas eléctricas se cierran en ambos lados con una resistencia R_t (resistencia terminadora).

4.7.3 AMPLIACION DEL MEDIO DE TRANSMISIÓN.

Cuando por características de la línea así como por características del transmisor y la sensibilidad del receptor se requieren de obtener distancias mayores para la transmisión se utilizan los llamados repetidores.

El objetivo de estos repetidores es la de garantizar tráfico bidireccional, para realizar dicha función se requiere de las siguientes dos consideraciones:

a).- Por medio de una señal de control externa (repetidores controlados externamente).

b).- Por medio de detección de ruta independiente (repetidores controlados automáticamente).

En los sistemas de bus de campo se prefieren los repetidores controlados automáticamente, ya que para el caso de los repetidores controlados externamente se requiere de una línea de control por separado.

Esto permite tener diferentes topologías como las mencionadas con anterioridad.

Finalmente el número de repetidores que se pueden conectar en un sistema de bus es limitado.

4.7.4 TECNOLOGIA DE TRANSMISION POR FIBRA OPTICA.

Ya que se ha mencionado las características de la transmisión eléctrica y todo lo que involucra, pasaremos a la descripción de la transmisión por fibra óptica.

Este tipo de transmisión facilita una conexión unidireccional punto a punto entre dos estaciones, pero que se requiere para el acoplamiento?, se requieren de elementos de acoplamiento mecánico / ópticos ó convertidores eléctrico / ópticos, así como cables de fibra óptica.

Debido al acoplamiento, se producen pérdidas por absorción y reflexión durante la transmisión, por lo que las señales deben regenerarse por medio de repetidores en la línea. El parámetro de atenuación depende del tipo de fibra.

La transmisión de fibra óptica de señales se realiza en fibras de plástico ó de vidrio. Las fibras pueden ser únicas ó agrupadas con otras fibras con recubrimientos de protección de poliéster ó de poliamida. Dependiendo del diseño y el perfil del índice de refracción, es posible el paso de diversas ondas naturales comúnmente llamados modos, es decir, guías de ondas de una determinada longitud de onda.

Acoplamiento mecánico y óptico.

En este punto debe distinguirse entre las conexiones separables (conexiones enchufables) y las conexiones permanentes. Los puntos de derivación y

mezcladores son para el acoplamiento y desacoplamiento de ondas de luz en cables de fibra óptica de varios transmisores ópticos ó a varios receptores ópticos. Los puntos de derivación son multi - puertos los cuáles tienen un mínimo de tres conexiones, que utilizan reflectores de partición del haz en el punto de intersección de fibras para la división de la luz ó para facilitar la transferencia de la luz a través del recubrimiento de vidrio a la parte interior del núcleo de vidrio de la fibra por medio de un cambio óptico.

Los mezcladores son acopladores en estrella, en cuyo extremo se hallan acoplados de 4 a 32 puertos de cable de fibra óptica. Los mezcladores de reflexión solamente tienen puertos en un extremo reflejando el extremo opuesto.

Otro de los elementos que generan señales ópticas moduladas son los diodos luminiscentes ó diodos láser, los diodos luminiscentes son diodos semiconductores que emiten luz por emisión espontánea. Los diodos láser emiten luz conforme al principio de la amplificación de la luz por medio de la emisión estimulada de radiación.

Los diodos luminiscentes funcionan con pequeñas corrientes a diferencia de los diodos láser que funcionan con corrientes mayores, estas diferencias influyen en la formación del rayo de luz en forma de lóbulo.

Los fotodiodos emplea el efecto de absorción de radiación de luz en un semiconductor y éstos se emplean para la conversión de señales ópticas en señales eléctricas. Los tipos importantes de fotodiodos son: los fotodiodos PIN y los fotodiodos de avalancha.

4.8 SINCRONIZACION.

Al tener dos señales, uno como pulso de reloj en el transmisor y otra como pulso de reloj en el receptor, normalmente se tienen secuencias de pasos diferentes. Para eliminar esta fuente de errores, se realiza una sincronización de estaciones con el fin de armonizar dichos pulsos, muy en particular, el ángulo de fase, ya que las frecuencias son virtualmente idénticas.

Para realizar esto se requiere información sobre el pulso del reloj, que se transmite en un circuito de tiempo ó se pone a disposición con la información útil en el formato de señal suministrado. Para ello se utilizan los métodos siguientes:

- Sincronización por medio de un bit de inicio por carácter. Requiere de la utilización de un bit de inicio (start), 8 bits de datos, que contienen el significado del carácter a transmitir en forma codificada, un bit de paridad para detección de errores y un bit de paro (stop). El bit de inicio y el de paro se utilizan para la sincronización durante la transmisión asíncrona. El bit de inicio siempre deberá asumir el valor cero y el bit de paro siempre el valor uno. Un receptor puede conectarse en cualquier momento. Después de un número finito de intentos, el receptor encuentra el bit de inicio. Cuando el generador de pulsos de reloj del receptor ha sido sincronizado, se realiza la exploración de los valores de los bits adicionales,

generalmente en el “punto medio del bit”. No hay grandes requerimientos para mantener una sincronización constante de las frecuencias de pulsos.

- Sincronización por medio del cambio de estado de la señal. Esto quiere decir que la sincronización se realiza al cambio de transición de 0 a 1 ó de 1 a 0. Para esto es necesario que tal cambio de estado se produzca realmente dentro de los períodos de tiempo requeridos para la sincronización. Los mensajes son transmitidos en bloques por el transmisor hacia el receptor (unidades de datos de protocolo) consistiendo en una secuencia de caracteres. A su vez dichos caracteres están hechos de bits y pueden variar en longitud (por ejemplo 8 bits).
- Sincronización de bloque. En este tipo de sincronización existe reconocimiento del inicio y del final del bloque por parte del receptor de un mensaje, lo cual proporciona una fiabilidad adicional en relación con la verificación de la correcta transmisión. Métodos adicionales a este método son modificaciones de pulsos / datos, por ejemplo combinaciones de nivel de pulso / dato para indicar el inicio del bloque y el uso de intervalos entre pulso al final del bloque.

4.9 PROTECCION DE ERRORES EN LA TRANSMISION.

Es importante resaltar este punto, ya que una buena transmisión de datos también dependerá de que tan exento esté de errores en la transmisión.

Con la transmisión digital de datos es frecuente que se presenten interferencias en las líneas de transmisión, causadas principalmente por los campos electromagnéticos presentes en el área de trabajo.

Algunos métodos de protección eliminan dichos errores aparte de localizarlos.

Este proceso tiene cierta complejidad, es necesario añadir un número de “ n ” de caracteres redundantes con “ m ” caracteres al campo de información a proteger, utilizando un procedimiento especial y transmitir estos caracteres simultáneamente.

Existen diferentes métodos de protección de errores, los que más frecuentemente se utilizan son:

- 1.- Comprobación de Paridad (parity check).
- 2.- Uso de códigos cíclicos.

Para el primer caso de métodos de protección hay que mencionar las dos diferentes comprobaciones por paridad. Uno es la paridad de línea y otro es la paridad de bloque.

Para la paridad en línea se aplica en caracteres individuales del campo de información. Para la paridad en bloque se aplica a todo el campo de información. El método de la paridad en línea se utiliza frecuentemente para la protección de los caracteres de la UART (mencionado con anterioridad).

Para la paridad de bloque se crea un bit de paridad para cada caracter del campo de información a transmitir, en este caso el error puede corregirse cambiando el valor del bit localizado como erróneo.

Para el segundo caso que es el uso de códigos cíclicos se utilizan con los métodos de comprobación cíclica de la redundancia (CRC). Para establecer la falla, en el receptor se calcula una secuencia residual dividiendo la cadena de caracteres del campo de información, esta secuencia residual se evalúa. La precisión se muestra por el hecho que el resto asume un valor específico, de lo contrario se identifica un error.

Pasando después de estos métodos, si el mensaje recibido está libre de errores continua con su evaluación. Si es erróneo, se necesita un procesamiento del error. Este procesamiento se describe de la siguiente manera: los mensajes erróneos son ignorados y no se devuelve el reconocimiento al transmisor ó no se transmite la respuesta. Esto lleva a un límite de tiempo en la estación transmisora, por lo tanto el transmisor propone una nueva transmisión del mensaje hasta un máximo de “*n*” veces y un nuevo arranque del temporizador. Después de un número “*n*” de intentos de transmisión, la conexión se considera defectuosa.

4.10 COMUNICACIÓN EFECTIVA PARA INTERCAMBIAR INFORMACION.

La finalidad en los medios de transmisión, es poder intercambiar información a pesar de la amplia variedad existente de métodos de transmisión y de acceso a la comunicación.

Para el intercambio de información es importante que todas las estaciones hablen el mismo lenguaje, debe comprobarse si el interlocutor aún esta participando y que la transmisión esté libre de errores.

El sistema de comunicación vía bus de campo sustituye al cableado punto a punto por medio de una línea ó un cableado en anillo.

Los sistemas de comunicación también se les conoce como apilados de comunicación, el intercambio de datos siempre se realiza entre capas de un mismo nivel.

La interpretación de la tarea de comunicación es posible en cada etapa activando bytes de banderas (flag bytes) antepuestos a los datos útiles a transmitir. A diferencia del cableado punto a punto, en donde la utilización de datos se define directamente por el cableado directo del hardware, los bytes de bandera conducen el tipo y contenido de los datos transmitidos por una comunicación abierta, esta estructura de datos es conocida como unidad de datos de protocolo (PDU). Con PDU es posible definir inequívocamente una tarea de comunicación, también en el medio físico.

Entonces de aquí derivamos el concepto de protocolo.

El protocolo es un acuerdo en relación con el significado de los bytes de banderas en relación con la identificación de la tarea y del tipo del método de procesamiento. Estos acuerdos son característicos entre el equipo de comunicación de diferentes dispositivos.

El establecer un medio de comunicación en los sistemas que entiendan un mismo lenguaje para el intercambio de información es a lo que llamamos un modelo de referencia OSI, complementando con lo que se había mencionado de los apilados de comunicación tenemos que: OSI (Open Systems Interconnection) es también conocido como el modelo OSI de 7 capas.

En el modelo de referencia OSI, las capas superiores utilizan la funcionalidad de las capas inferiores. La transmisión por señales eléctricas ó por radio, representa el nivel inferior, independientemente de las propiedades en las que los intérpretes operan y de cómo la información es recibida por el oyente.

Otro punto ó principio en el modelo de referencia OSI es la comunicación transparente. Cada capa de comunicación se comunica solamente con sus niveles adyacentes. Los mensajes de las capas altas no son comprendidos por las capas bajas.

En los límites de la capa el nivel superior es el requeridor y la capa inferior el respondedor. Una capa debe estar informada sobre qué servicio debe proporcionar ó requerir, esto es acordado de antemano por el requeridor y el respondedor, alcanzándose así un acuerdo mutuo en relación con el intercambio de información.

El significado de los términos anteriormente mencionados y los mecanismos para el diálogo en la capa límite, y el principio de intercambio de información por medio de PDU's son las principales definiciones contenidas en el modelo de referencia OSI

El modelo de referencia OSI define 7 capas (layers), en las que las capas 7 a 4 (capas de aplicación, presentación, sesión, y transporte) representan las capas independientes de la red y las capas 3 a 1 (red, enlace de datos y capa física), las capas dependientes de la red.

Se explica de manera breve cada una de estas etapas.

MODELO OSI. CAPAS 1 A 3.

Capa Física. Esta definida por la conexión física de dispositivos con el medio común y la realización física de las cadenas de bits a transmitir. Aquí también se define la distribución mecánica de los pines de los conectores, las resistencias terminales de los buses, etc.

Capa de enlace de datos. En esta capa se comprueba y protege la correcta transmisión de las secuencias de bits. Se asegura la transmisión sin errores de los datos codificados en binario entre dos ó más estaciones y en caso de error se indican los mensajes correspondientes. El acceso deberá realizarse de forma que solamente una estación tiene el derecho a acceder al mismo medio y es capaz de procesar los ciclos de mensaje.

Capa de Red. Esta capa realiza la conducción (routing), la selección de la ruta en un sistema de comunicación entre las estaciones fuente y destino. En automatización se construyen principalmente estructuras de línea y de anillo.

MODELO OSI. CAPAS 4 A 7.

Capa de transporte. Tiene la función de desacoplar las capas que dependen de la red y las que no dependen de la red proporcionando los correspondientes servicios. Lo anterior se aplica por ejemplo en la segmentación en paquetes de datos, (descomponiendo grandes conjuntos de datos en paquetes más pequeños) que debido a su tamaño no podrían ser transportados en una sola exhibición. Esta capa raramente se utiliza en automatización, particularmente en buses de campo, debido a razones de rendimiento no soporta la segmentación en el apilado de la comunicación.

Capa de sesión. Esta capa contiene las funciones que permiten el establecimiento y esclarecimiento de las conexiones lógicas entre estaciones, las relaciones de comunicación y la administración de éstas en la fase de transferencia de datos. En esta capa también se tiene el control del flujo de datos, se asegura que no sobrepase la capacidad de una conexión y rechaza requerimientos de servicio que no pueden ser ejecutados. Este proceso es particularmente utilizado en los sistemas de bus de campo. Sin embargo, para evitar la pérdida de rendimiento que se produce con un gran número de capas cuando se cruzan los límites de las capas, estas funciones se integran en la capa 7 (última capa).

Capa de presentación. En esta parte se ejecuta la codificación de los datos de la aplicación en una forma estandarizada de representación la cuál es utilizada por todas las estaciones del bus. Esta funcionalidad es también definida en los sistemas de bus de campo y no está introducida explícitamente en el apilado de comunicación.

Capa de aplicación. En esta capa se pone a disposición la funcionalidad de las capas individuales al proceso de aplicación en forma de servicios. Los servicios de la capa de aplicación a menudo se combinan en grupos, que gestionan diferentes tipos de procesos de aplicación. Los servicios de aplicación son las interfaces para los procesos. Como un ejemplo de lo que es un proceso de aplicación es el fax. El fax proporciona la facilidad de transmitir documentos escritos, la creación de un documento para transmitir y su inserción en el aparato fax es un proceso de aplicación.

4.11 BUS DE CAMPO

El Bus de Campo es la parte de comunicación entre los elementos más cercanos al proceso hacia otros dispositivos de control que se encuentran en los niveles más altos de la jerarquía de la comunicación.

Existen diferentes marcas de bus de campo, las cuáles son definidas a implementar según necesidades y especificaciones del usuario.

A nivel de campo (field bus) se pueden estandarizar una presentación de datos. Un sistema de bus de campo asegura el intercambio sistemático correcto de la información entre dos participantes.

El intercambio y transmisión de datos involucra una conexión lógica y una conexión física de los usuarios ó participantes.

Una conexión lógica es el equipo de transmisión adecuado para la conectividad en un bus de campo –lo cuál es de nuestro interés- la conexión lógica puede ser el software ó elementos que permitirán la conectividad: sistema de bus, controlador de bus.

La conexión física es el medio de transmisión entre participantes y esta puede ser por ejemplo: una línea eléctrica, cable con fibra óptica.

La conexión física entre participantes se obtiene a través de líneas. El sentido de transmisión de las mismas son:

UNIDIRECCIONAL.- Es un mismo sentido. Del emisor 1 al receptor 2.

BIDIRECCIONAL.- Es en ambos sentidos. Desde el emisor 1 al receptor 2 y desde el emisor de 2 al receptor de 1.

4.11.1 TRANSMISIÓN EN SISTEMAS DE BUS DE CAMPO.

Es de suma importancia tomar en cuenta los medios de transmisión físicos con los cuáles viajará la información a través del bus de campo.

Existen elementos como son las líneas eléctricas, la fibra óptica, los elementos acopladores de señales (conectores y conexiones mecánicas) y elementos de conversión de señales internas en la estación de señales de transmisión.

La configuración de cada uno de estos elementos así como para su implementación depende del medio de transmisión utilizado.

Las transmisiones por medio eléctrico son fáciles de instalar, sin embargo cuando aumenta el uso de este tipo de líneas en función del tiempo de transmisión, se requieren de líneas de transmisión muy costosas ya que se utilizan cables coaxiales.

Las interferencias son otros de los inconvenientes para este tipo de transmisiones.

A diferencia de las transmisiones vía fibra óptica éstas evitan las interferencias y son más seguras. Se recomiendan este tipo de transmisiones para frecuencias elevadas de transmisión en ambientes incluso peligrosos (ambientes antiexplosivos).

Por mencionar algunas consideraciones en la implementación de este tipo de transmisión vía fibra óptica son: la falta de topologías en la implementación, la necesaria conversión de las señales en eléctrica a óptica y de óptica a eléctrica, y finalmente al utilizar fibra óptica se requieren de elementos tecnológicamente más complejos.

Finalmente como resumen para estos dos tipos de transmisión, el más utilizado en buses de campo son los métodos de transmisión eléctricos.

Los medios de transmisión ópticos son utilizados cuando se requieren altas velocidades de transmisión y para salvar grandes distancias entre grupos ó estaciones de equipos automatizados y más aún cuando hay elementos de interferencia intermedios a esta comunicación.

4.11.2 SISTEMAS DE BUS DE CAMPO CERRADOS Y ABIERTOS.

En un sistema cerrado y un sistema abierto aparte de la implementación de una conexión física entre los dispositivos individuales, debe establecerse una conexión lógica con el fin de intercambiar datos entre ellos.

En un sistema automatizado, los componentes representan las diferentes funciones de automatización que contribuyen a la solución del conjunto de la tarea de automatización, por ejemplo la adquisición de valores de medición ó el control PID. Las funciones de automatización cuando se procesan en sistemas de computadoras centrales son conectadas directamente al proceso a automatizar a través de sensores y actuadores, lo cuál conduce a la tecnología de cableado paralelo, por ejemplo basada en los 4-20 ma.

En la actualidad es posible descentralizar los métodos de procesamiento de información, esto quiere decir distribuir las funciones de automatización en campo permitiendo que los periféricos cumplan con los requerimientos tecnológicos.

Aquí es donde se utilizan los sistemas de bus en serie, los cuáles solamente realizan funcionalidad absolutamente necesaria según el modelo de referencia OSI, facilitando la interoperabilidad y conectividad de dispositivos de diferentes fabricantes y la integración a mayores niveles jerárquicos de una empresa.

Existen diferentes protocolos de comunicación como son Profibus y Device Net. Las características que deben tener este tipo de protocolos es que debe estar soportado por un gran número de fabricantes.

En ambos es posible descentralizar dispositivos de automatización desde el nivel de bus de campo al nivel de prestaciones medias (nivel de célula). Los protocolos de comunicación optimizan de acuerdo a su área de aplicación y por lo tanto tienen interfaces menos complejas.

La relación que tiene el bus de campo con una terminal de válvulas es la integración de ambos dentro de un sistema automatizado. El flujo de información entre todos los participantes deber ser armoniosa y entendible considerando desde la administración de empresa y la administración individual de cada uno de los elementos que conforman los distintos niveles de automatización y el propio control del proceso.

Alguna de las características importantes a considerar dentro de un sistema de bus con terminal de válvulas y su comunicación son distancia de comunicación, velocidad de transmisión, frecuencia y tamaño de los flujos de información requeridos.

Otros puntos aunque no considerados como técnicos pero que también son de suma importancia es el costo / prestaciones, disponibilidad del equipo de comunicación de diferentes proveedores, aceptación del mercado de este tipo de comunicación y facilidad de manejo.

4.11.3 ASI (ACTUATOR- SENSOR- INTERFACE).

Otro protocolo ó sistema abierto de bus que se implementa a nivel de sensores y actuadores es el llamado ASI (Actuator – Sensor – Interfaz). Es un sistema económico para incluir en esta área de campo del nivel jerárquico de automatización.

Este sistema ofrece las siguientes posibilidades:

- Sistema estandarizado, independiente del fabricante, sin bus específico de una marca.
- Compatible, gracias a su máxima resistencia a interferencias eléctricas.
- Acoplamiento de los elementos en lugares indistintos mediante uniones mecánicas.

Esto es otro ejemplo de cómo sustituir la tecnología clásica de la instalación, donde cada actuador y cada sensor era conectado individualmente (en paralelo) con la unidad de mando, por lo general un PLC. Para ello se necesita que los cables partan de los submódulos de entradas y salidas de la unidad de mando, pasan por la regleta de bornes de conexión, hasta llegar a cada uno de los actuadores.

El sustituir este tipo de conexionado redujo drásticamente el costo de cableado, y se implementó un sistema de bus sencillo.

Los cables de bus son capaces de transmitir todas las informaciones de control.

4.12 CONFIGURACION DE UN DISPOSITIVO.

La comunicación entre dos dispositivos para el intercambio de datos ó mensajes se realiza por medio de canales de comunicación, y es donde tenemos que distinguir entre los canales de comunicación lógicos y físicos.

En un canal de comunicación físico se caracteriza por algunas de las siguientes características: 1.-Dirección del dispositivo, 2.-Medio de transmisión, incluyendo el interfaz al medio de transmisión. 3.-Parámetros adicionales que se requieren para ejecutar la transferencia de datos como por ejemplo velocidad de transferencia y los parámetros de tiempo. Su descripción debe incluir implícitamente el control de acceso a la unión del medio de transmisión.

Es decir que aparte de la configuración de los canales de comunicación lógicos para la transferencia de datos, los dispositivos deben conectarse físicamente, ya sea a través de líneas bifilares convencionales ó a través de cables de fibra óptica ó más recientemente también vía radio. El canal físico representa el medio de transmisión, la capa física y partes de la capa representan el enlace de datos del bus de campo.

En un canal de comunicación lógico se realiza la comunicación con el proceso de aplicación

Aparte del direccionamiento del canal de comunicación, también es necesario definir su tipo.

TRAFICO DE DATOS ACICLICOS.

Esto es la conexión y desconexión de la transmisión de un telegrama y su telegrama de respuesta asociado.

TRAFICO DE DATOS CICLICOS.

En este caso no es necesario que la transmisión de datos sea iniciada por el proceso de aplicación. Este método es efectivo para el intercambio de datos ya que libera al proceso de aplicación de actividades adicionales para controlar la comunicación.

DISPOSITIVO ESCLAVO (SLAVE).

El Esclavo no tiene la facilidad de acceder al bus inmediatamente para transmitir un mensaje, en el caso de un evento espontáneo (alarmas), sin embargo debe poder hacerlo iniciándolo de ser posible a través del Master ó Maestro.

Esto es conocido como iniciativa del esclavo, donde el esclavo es capaz de transmitir la alarma con el requerimiento de transmisión a través del Maestro en lugar de los datos de usuario requeridos si se establece una alarma.

4.13 PUNTOS QUE CONSIDERAR EN UN SISTEMA DE RED Y SU NODO DE COMUNICACIÓN.

Algunos de los puntos que hay que considerar en un sistema de red y su nodo de comunicación son:

COMUNICACION.

Topología del field-bus.

Sistema de bus

Parametrización

Supervisión del mismo sistema.

Configuración de la terminal de válvulas con respecto al protocolo a utilizar.

Direccionamiento (asignación de lugares dentro del PLC ó programa de la red)

Configuración de entradas y salidas de acuerdo a tabla en matriz

Asignación de la dirección de I/O.

VELOCIDAD.

Máxima velocidad de transporte

Longitud máxima de cable para máxima velocidad

Velocidad de transmisión del nodo de la terminal de válvulas

CONSIDERACIONES FISICAS DEL EQUIPO.

Longitud máxima de cable

Tipos cable

Entradas y salidas analógicas que soporta el nodo

Número de Maestros y Esclavos que soporta la red

Número de repetidores a utilizar en la red

Máximo de repetidores en la red

Gateways a instalar.

Códigos de I/O

Consideración de una resistencia terminal (en algunos casos protegida por un conector IP 65).

TIEMPO.

tiempo de conmutación

tiempo de ciclo (tiempo el cuál circula la información por toda la red)

DISTANCIA.

Distancia máxima entre el cable de comunicación y el cable de potencia

Distancia para evitar ruidos externos (ejemplo: ruido eléctrico de las fuentes, convertidores de frecuencia)

DIAGNOSTICO.

Métodos de diagnóstico. Ejemplos de diagnósticos son: separación de la comunicación y fallas periféricas. Las fallas periféricas puede ser un cortocircuito sobre un cable periférico, éstas pueden ser evaluadas dentro del Master del PLC. Un buen método de diagnóstico permite una localización exacta de la falla, de simple mantenimiento. Detección de sobrecarga.

CORRIENTE Y VOLTJE.

Corriente total

Voltaje de caída (ejemplo: voltaje de caída máximo permitido sobre una longitud de 100m) voltaje de operación de esclavos y masters

Fuentes de poder adicionales si se requiere de mayor demanda de corriente

SEGURIDAD.

Clase de protección de los cables y del equipo (tipos de protección IP).

Protección contra corto circuito

Protección con conexión a tierra

La versatilidad en una terminal de válvulas esta en función a la capacidad de comunicación a través de las interfaces de fieldbus.

CAPITULO 5.

IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL.

Para el buen desarrollo de un proyecto se debe de tener todas las consideraciones en los distintos ramos que conforman un sistema. Detalles que por pequeños que sean, son de importancia para la buena terminación de un proyecto.

Implementar sistemas de control de automatización, no es nuevo, sin embargo cada vez se ve la imperiosa necesidad de adquirir mayores conocimientos en el ramo de la automatización.

Esto es debido a las diversas formas de generación de energía, así como las distintas formas de controlar un sistema.

Esto dependerá de la necesidad del usuario y de la mejor solución para implementar un sistema automatizado.

Y para esto se requiere de conocimientos muy amplios en el ramo de la automatización.

Las diferentes formas de control pueden actuar solas ó combinadas, esto último cada vez mucho más frecuente, debido a las mayores prestaciones que puede tener un sistema automatizado con estas características.

Automatizar es buscar la mejor manera de hacer una función ó una actividad dando como resultado mayor productividad en un proceso, mayor comodidad para usuarios que manejan la maquinaria.

Antes de decidir ó llegar a la conclusión de implementar un proyecto, hay que analizar que verdaderamente se requiere y que todo surge de una necesidad explícita y que beneficiará a una empresa, a una comunidad ó una máquina.

La información relacionada a la implementación de un proyecto no persigue como objetivo establecer una serie de reglas a las que hay que seguir. Sin embargo son recomendaciones que a través de la experiencia se mencionan por su importancia.

5.1 FACTORES INICIALES PARA IMPLEMENTAR UN PROYECTO.

Para que podamos decir que un proyecto se inclinará al éxito, considerando su análisis antes de implementarlo tomemos en cuenta los siguientes puntos.

Identificar las necesidades. Esta puede manifestarse como un descontento de algo que no esta funcionando correctamente ó bien por la intuición de una mejora en un sistema.

Muchas veces la necesidad no es del todo evidente; por lo general, se identifica de repente a partir de una circunstancia adversa o de una serie de circunstancias fortuitas que surgen casi al mismo tiempo.

Por ejemplo, la necesidad de hacer algo acerca de una máquina empacadora de alimentos pudiera detectarse por el nivel de ruido, por las variaciones en el peso del paquete y por las ligeras, pero perceptibles, variaciones de calidad del empaque ó la envoltura.

Definición del problema. Debe abarcar todas las condiciones para el objeto que ha de ser diseñado. Las condiciones o especificaciones son las cantidades de entrada y de salida, las características y dimensiones del espacio que deberá ocupar el objeto, y todas las limitaciones a estas cantidades.

Las especificaciones definen el costo, la cantidad de piezas a fabricar, la duración esperada, el intervalo ó variedad de capacidades, la temperatura de trabajo y la confiabilidad. Entre dichas condiciones sobresalen las velocidades necesarias, las intensidades de alimentación en las máquinas, las limitaciones de temperatura, el alcance máximo, las variaciones esperadas en las variables y las restricciones en tamaño y peso.

La habilidad y calificación del personal disponible y la situación competitiva son también condiciones o restricciones inherentes. En una planta de Tratamiento de Aguas el problema se enfoca en la necesidad de una mejor calidad del agua para el usuario.

Análisis y optimización. Se debe analizar el sistema a diseñar, con el fin de determinar si su funcionamiento cumplirá las especificaciones, el análisis podría revelar que el sistema no es óptimo. Si el diseño no resultase satisfactorio en una de dichas pruebas ó en ambas, el procedimiento de síntesis deberá iniciarse otra vez. Para el análisis y la optimización se requiere que se ideen ó imaginen modelos abstractos del sistema que admitan alguna forma de análisis matemático; al crearlos se espera encontrar alguno que reproduzca lo mejor posible el sistema físico real.

Evaluación. Es la demostración definitiva de que un diseño es acertado y, por lo general, incluye pruebas de un prototipo en laboratorio ó taller. Es cuando se desea observar si el diseño satisface realmente la necesidad ó las necesidades. La comunicación del diseño a otras personas es el paso final y vital en el proceso de diseño.

Presentación. Es una tarea de venta. Cuando el Ingeniero presenta ó expone una nueva solución al personal administrativo de alto nivel (directores, gerentes ó supervisores, por ejemplo) se esta tratando de demostrar que la solución propuesta es la mejor. Se llegará a un éxito cuando se repitan los factores como: venta de conceptos, diseños, soluciones nuevas y cosas semejantes a la dirección ó gerencia de empresa. Consideremos tres medios de comunicación a utilizar: la comunicación escrita, la oral y la gráfica.

5.2 FACTORES A CONSIDERAR PARA IMPLEMENTAR UN PROYECTO.

Llegada la conclusión de una necesidad explícita a resolver, consideremos los siguientes factores que influyen en la implementación de un sistema en general y no sólo de un sistema neumático.

--Medios de control preferidos.

Por la conveniencia del usuario el cuál puede estar más familiarizado con una y otra forma de energía de control.

--Equipos ya instalados.

Se tendrá que evaluar la posibilidad de poder adecuar un nuevo sistema a los anteriores ya instalados, buscando elementos de conexión compatibles en el área de control así como de la comunicación de nuestro sistema.

--Conocimientos técnicos disponibles.

Es importante tener la documentación disponible de nuestro sistema implementado ó a implementar y saberla interpretar con conocimientos adquiridos en la práctica así como de conocimientos teóricos requeridos en el área.

--Sistemas ya instalados.

En esta parte hay que considerar analizar los sistemas instalados en una planta en forma general y completa. Probablemente nuestra propuesta para implementar un equipo corresponde a un área de producción de la planta, pero no esta demás analizar de que otras partes consta la planta en su totalidad para poder implementar el sistema más adecuado.

Al decir sistemas, hablamos de formas de trabajar y del equipo a instalar en conjunto. Que tanto afecta la instalación al estar interconectado con todos los demás elementos.

Otros puntos muy importantes y los cuáles no es intención profundizar serían los siguientes:

Elaboración de un análisis de los peligros en el proceso (seguridad).

Identificar y definir los puntos críticos de control que tendrían que ser controlables para obtener medidas fiables de verificación y vigilancia.

Implementación de procedimientos eficientes de control y monitorización de estos puntos críticos de control.

Documentación y control regular de si las medidas definidas en base al análisis de peligros corresponde todavía al desarrollo actual de la producción (verificación).

Evitar riesgos biológicos, químicos y físicos.

Si es necesario considerar elementos con resistencia a la corrosión (evitar riesgos físicos).

Facilidad de mantenimiento del equipo de control y actuadores.

Considerar la relación costo – prestación de la oferta del proyecto tomando en cuenta los servicios.

Posicionamiento de una marca reconocida mundialmente combinado con el conocimiento de la aplicación de los productos en el proyecto.

Innovación en el desarrollo, producción y distribución del proyecto.

5.3 CONSIDERACIONES PARA IMPLEMENTAR LA NEUMÁTICA EN UN PROYECTO.

Por la importancia que tiene la neumática en la implementación de un proyecto y por la relación con este trabajo, se describe lo siguiente.

La energía neumática así como otro tipo de energías tienen sus ventajas y limitantes como lo son la fuerza, espacio, tiempo y velocidad en el proceso de la información. La neumática tiene su ventaja más importante en la flexibilidad y variedad de aplicaciones en casi todas las ramas de la producción industrial.

La automatización de dispositivos y maquinaria con neumática ha sido posible a la existencia de una gran variedad de elementos de trabajo, mando y regulación, que permiten una construcción económica, sencilla y confiable.

La neumática combinada con otras formas de energía como lo es la electrónica y la hidráulica aumentan la potencialidad de un proceso ó proyecto. Tal es el caso de la automatización en plantas de tratamiento de aguas donde desde los actuadores que mueven las válvulas de proceso hasta el control central hay una gran cantidad de elementos que permiten el control automatizado de toda la planta.

Para un análisis que nos permita acercarnos más a la importancia de cada una de las formas de energía para su implementación en los sistemas de automatización, se explican primero las consideraciones para implementar neumática en un proyecto.

5.3.1 ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE.

Este punto es uno de los más trascendentes a tomar en cuenta cuando hablamos de un sistema automatizado que involucre equipo neumático. Hay que considerar el tratamiento del aire desde su generación hasta el punto donde el equipo neumático se encuentra trabajando. Es por eso que comenzaremos a analizar este punto desde su generación y posteriormente analizaremos los elementos que se encuentran cerca de los equipos neumáticos y que permiten tener una mejor calidad del aire. El mantener una apropiada calidad del aire redundará en una vida más útil del equipo neumático instalado en un proyecto.

En grandes ciudades el número de partículas por metros cúbico suspendidos en el aire como son: vapor de agua, polvo, arena, hollín y cristales de diferentes sales, puede alcanzar la cifra de 500,000 partes/m³.

De manera general los contaminantes que causan trastornos en un sistema neumático son:

- 140 millones de partículas sucias existentes en cada m³.
- 17 gramos de agua por m³.
- Agentes abrasivos (aceites usados en la compresión el aire).
- Óxido que se produce y desprende de la red de aire comprimido.

Al momento de hacer uso de un compresor para la generación de aire comprimido estas partículas son aspiradas por el mismo compresor y alimentadas a la línea de aire comprimido. La calidad del aire comprimido en el punto de consumo, viene definida por tres parámetros:

Pureza. Referida a la humedad y a la suciedad por partículas sólidas contenidas en el aire.

Presión. Referida al valor adecuado y constante en la línea de aire.

Lubricación. Esta es utilizado de acuerdo a la necesidad del sistema.

La pureza a lo cuál esta referenciada la parte de acondicionamiento del aire está determinada por los siguientes factores:

- la calidad del aire de aspiración.
- filtro de aspiración.
- tipo de compresor utilizado.
- mantenimiento del compresor.
- separador de partículas sólidas contenidas.
- refrigerador posterior.

--sistemas de distribución de aire (tubería, disposición etc). Una mala instalación en el tendido de tubería para la distribución del aire repercutiría en un daño acelerado de los elementos neumáticos de trabajo.

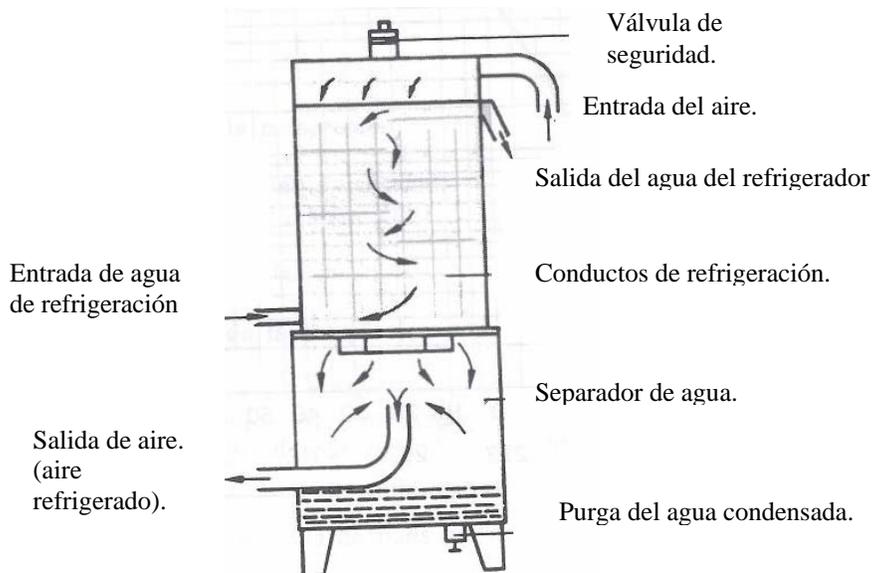
Para la instalación de tubería y su cálculo en la distribución de la misma se consideran los siguientes parámetros: caudal, presión, longitud de la tubería y caída de presión.

Por lo tanto es importante desde el compresor tener en cuenta el debido acondicionamiento del aire.

5.3.2 ELEMENTOS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE ANTES Y DESPUES DEL COMPRESOR.

Considerar los siguientes elementos: filtro de aspiración (el cuál evitara la entrada de polvo al compresor) y refrigerador intermedio y final (tendrán la función de separar el condensado).

El elemento refrigerador está dado en forma gráfica de la siguiente manera:

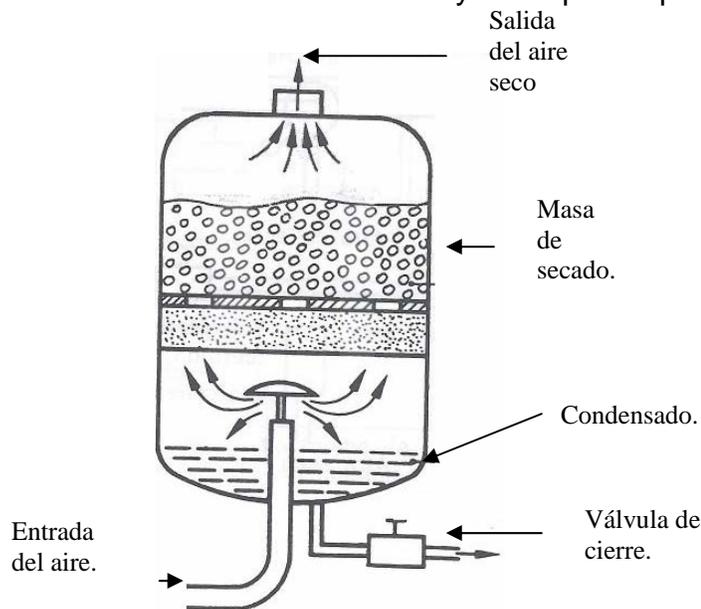


De no ser suficientes los refrigeradores intermedios y finales para obtener aire comprimido totalmente seco, entonces se hace uso de elementos secadores, es decir entrar a una etapa de secado del aire. En esta etapa gracias a los elementos de secado podemos obtener una reducción en el contenido del agua hasta: 0.001 g/m³ en casos especiales.

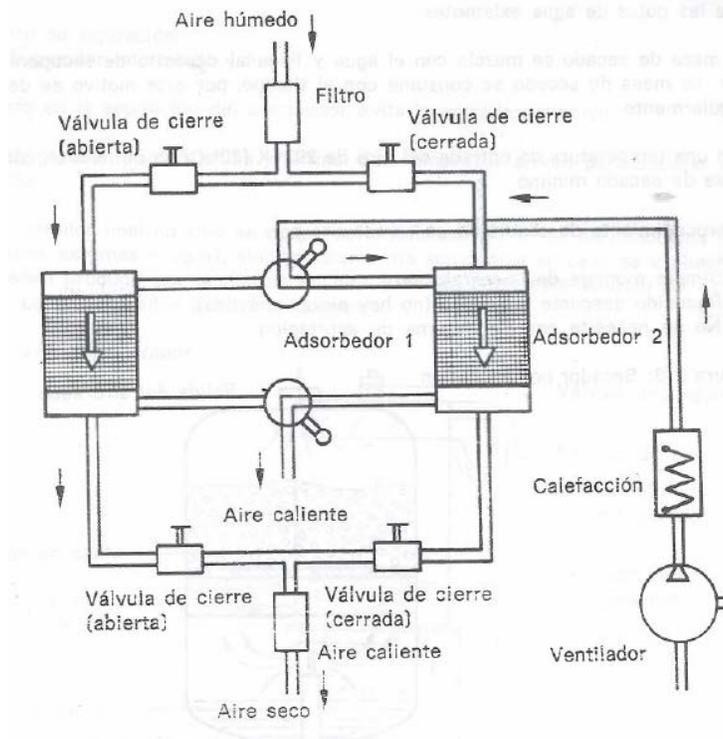
Los procesos de secado existentes son:

- 1.-Secado por Absorción.
- 2.-Secado por Adsorción.
- 3.-Secado en frío.

SECADO POR ABSORCION. Este proceso se basa en un método puramente químico. Un filtro previo separa grandes cantidades de agua y de aceite del aire comprimido en rotación. El recipiente de secado contiene la masa ó material de secado, la cuál absorbe del aire las gotas de agua existentes. Se mezcla el agua y la masa de secado llegando al depósito de recuperación inferior. Con el tiempo la masa de secado se va consumiendo y se requiere que se cambie regularmente.

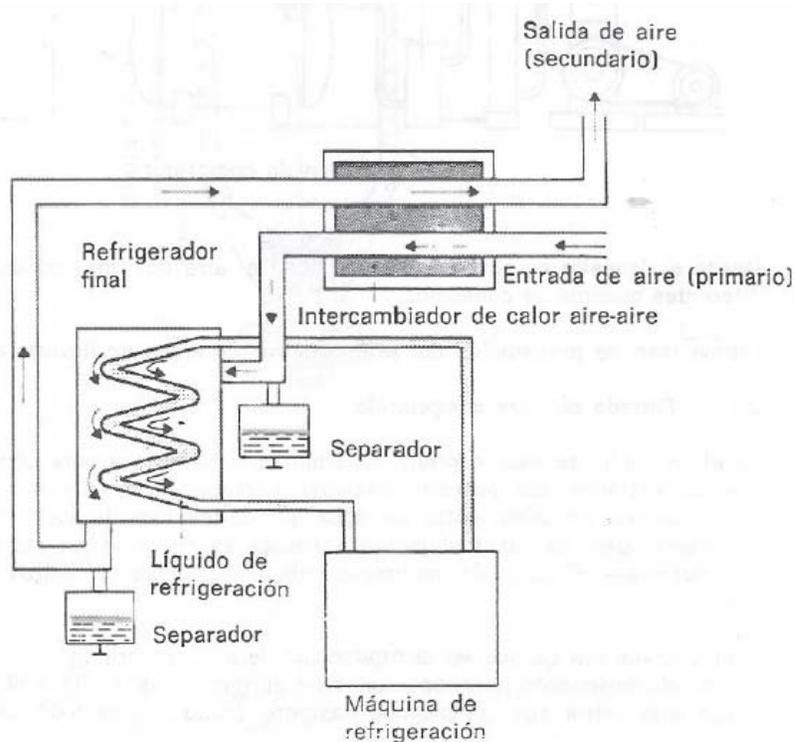


Secado por Adsorción.- Este método está compuesto por un agente secador, también denominado gel secador, es un granulado compuesto principalmente de óxido de silicio. El principio es el depósito de materias en la superficie de cuerpos sólidos. Se utilizan dos unidades de adsorción, si el gel de la primera unidad de adsorción está saturado, el equipo conmuta a la segunda unidad. Entretanto, la primera unidad es regenerada mediante un proceso de secado con aire caliente.



Secado en frío.- Este proceso está basado en que si se enfría el aire comprimido a una temperatura menor que el punto de rocío, aparece una condensación y se separa el agua. Consta de dos etapas de enfriamiento. El aire comprimido entra en el secador en frío, pasa por el intercambiador de calor en la primera parte de la instalación, aquí es donde se enfría el aire comprimido caliente que se debe secar. Debido a esto se separa parte del agua y aceite.

El aire comprimido pre-enfriado una vez terminada esta primera etapa pasa a la segunda parte del aparato de refrigeración (refrigeración final). El aire comprimido se enfría a una temperatura de 274.7 K (1.7 C). La refrigeración se realiza en un serpentín del aparato de refrigeración, donde circula un líquido de refrigeración. Nuevamente se separan el agua y las impurezas de aceite restantes.



Una vez resuelta la adecuada implementación de elementos que permiten una mejor calidad del aire desde su generación pasamos ahora al acondicionamiento del aire a través de los elementos que se encuentran más cerca del proceso ó del equipo de trabajo. Esto se hace por medio de unidades de mantenimiento, las cuáles están compuestas por tres elementos esenciales: un filtro, un regulador y un lubricador (si es necesario).

Dependiendo de la aplicación y de los requerimientos del sistema se pueden representar estos tres elementos en conjunto ó de manera individual.

5.3.3 UNIDADES DE MANTENIMIENTO.

FILTRO. Este elemento es el encargado de retener partículas muy pequeñas de sólidos que representan suciedad en la línea de aire, permite además contener el condensado del aire que surge de los cambios de temperatura que tiene el aire al circular por la línea de distribución.

En su interior el Filtro consta de un cartucho de filtraje el cuál puede tener diferentes grados de filtración que se adapten a las necesidades de la calidad del aire. Este grado de filtración dependerá del tamaño de los poros del cartucho filtrante. El condensado es acumulado en el depósito ó vaso y puede ser evacuado de manera manual ó automática.

Es importante que este condensado sea evacuado de manera oportuna antes de que alcance el nivel máximo permitido en el vaso del filtro ya que dicho

condensado pasará a la línea de aire y como consecuencia afectaría a los elementos neumáticos que estén trabajando.

Los grados de filtración varían de acuerdo a la aplicación a la que son implementados. El grado de filtraje normal de trabajo es de 40 micrones, sin embargo existen otros filtros con cartuchos filtrantes de 5 micrones y menores, estos últimos se aplican en industrias como la farmacéutica donde las exigencias de la calidad del aire es muy importante.

Los filtros se tienen que revisar con cierta regularidad para determinar y cambiar de manera oportuna el cartucho filtrante.

REGULADOR. Este elemento tiene como función mantener un nivel de presión fijo en la línea de aire donde se va a trabajar; es importante mantener un nivel fijo ya que la línea de alimentación de aire desde el compresor tiene diversas fluctuaciones con respecto a los valores de presión de alimentación. Los valores de presión pueden ser desde 1 hasta 10 bars, sin embargo la presión de trabajo en general recomendada para los sistemas neumáticos es de 6 bars.

Su funcionamiento se basa en tres componentes importantes por los cuáles esta conformado el regulador: una membrana, un muelle y un tornillo. Como base tenemos que considerar que el valor de presión en la entrada tiene que ser siempre mayor con respecto al valor de presión a la salida del regulador.

LUBRICADOR. Este tercer elemento que conforma el equipo para mantener acondicionado el aire de trabajo de las líneas neumáticas no siempre es considerado para su instalación.

Se recomienda sólo en dos casos su utilización:

- Cuando los elementos neumáticos van a trabajar a grandes velocidades y
- Cuando los actuadores neumáticos son muy grandes.

La mayoría de los elementos neumáticos ya están conformados con una lubricación original de fábrica y su uso en diversas aplicaciones es más que suficiente.

Sin embargo cuando se necesite lubricar se tendrá que realizar de manera permanente ya que al lubricar el sistema los equipos neumáticos pierden su lubricación de origen ó de fábrica.

Una excesiva lubricación al sistema produciría problemas a las piezas neumáticas de trabajo, una forma sencilla de verificar que la lubricación sea la correcta es la de poner una hoja a una distancia aproximada de 30 cm del lubricador y haciendo funcionar la parte lubricadora mantenerla por 30 segundos, al ser disparada la lubricación hacia la hoja podrá notarse si la lubricación es buena y suficiente. Si en la hoja escurre aceite de manera abundante la lubricación en el sistema tendrá que ser menor. Si en la hoja se aprecian apenas pequeños rocíos de aceite quiere decir que se requiere de un poco más de aceite para lubricar el sistema.

Esta acción se recomienda realizarla hasta que el nivel de aceite en la hoja sea de manera equilibrada y uniforme.

La idea de considerar el aceite que viene del compresor como el mismo para lubricar los equipos neumáticos es totalmente equivocada, ya que dicho aceite por

su constitución es perjudicial para los elementos neumáticos. Se deben utilizar aceites de los llamados minerales, además de considerar a la salida del compresor un separador de aceite para que no contamine la línea neumática.

Al considerar una línea neumática con lubricación se tienen que tener mayores atenciones en el aspecto de mantenimiento: revisar en lapsos de mediano plazo que las tuberías no tengan impregnado demasiado aceite que pueda mezclarse con el aire lo cuál trae como consecuencia mayor suciedad en la línea, esto puede presentarse debido a que la en la instalación neumática deje de operar por un tiempo por motivo de días festivos ó paro de la línea.

Una unidad de mantenimiento ya se por partes ó integrada de forma conjunta será seleccionada para su uso tomando en cuenta valores como el caudal y el tamaño de la tubería.

5.3.4 COMPRESION DEL AIRE.

La generación del aire a presión empieza por la compresión de aire. El compresor es el elemento que realiza la aspiración y compresión del aire atmosférico, es en este punto donde se origina agua, en forma de vapor a la red aire comprimido.

La cantidad de agua se forma en función de la humedad relativa del aire, la cuál depende de la temperatura del aire y de la presión.

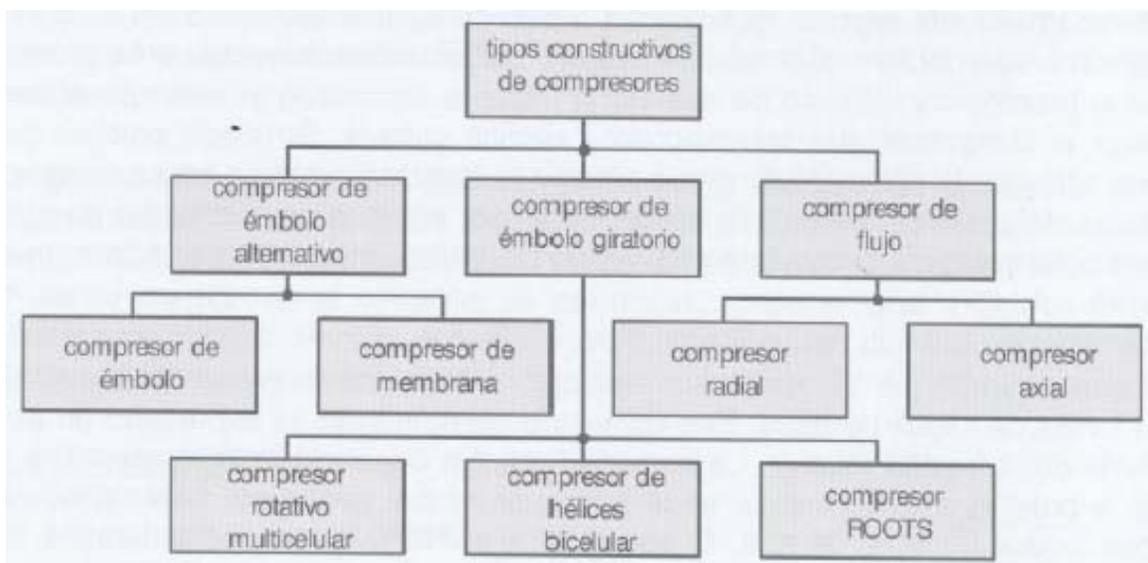
En caso de que sobrepasara la humedad relativa del aire, aparece el agua en forma de gotas.

HUMEDAD ABSOLUTA. Es la cantidad de agua que contiene un m³ de aire.

HUMEDAD RELATIVA. Es la cantidad de agua que un m³ de aire puede admitir a una determinada presión y temperatura.

Prácticamente todos los compresores, algunos más que otros, añaden partículas de desgaste y aceite de su propio cuerpo al flujo de aire, esto por su propio funcionamiento y diseño.

La elección del compresor depende de la presión de trabajo y el consumo ó cantidad de aire necesaria. Los compresores se clasifican de acuerdo a su construcción. El siguiente esquema ejemplifica los diferentes tipos de compresores.



COMPRESOR DE EMBOLO. Este tipo de compresores comprimen el aire que entra a través de una válvula de aspiración, posteriormente el aire pasa al sistema a través de una válvula de escape. Este tipo de compresores son utilizados con frecuencia debido a su amplia gama de presiones.

Las presiones óptimas para estos compresores son:

Hasta 400 kPa	(4 bar) una etapa.
Hasta 1500 kPa	(15 bar) dos etapas.
Más de 1500 kPa	(15 bar) tres ó más etapas.

COMPRESOR DE MEMBRANA. Otro tipo de compresor es el de membrana, en donde la cámara de compresión está separada del émbolo mediante una membrana, ofreciendo la ventaja de no dejar pasar aceite del compresor al aire. Esta es una razón por la que este tipo de compresor suele utilizarse en la industria de alimentos, farmacéutica y química.

COMPRESOR DE EMBOLO GIRATORIO. Este tipo de compresor comprimen el aire con un émbolo que gira; durante el proceso de compresión se reduce continuamente la cámara donde se comprime el aire.

COMPRESOR DE FLUJO. Se recomienda para grandes caudales, se dividen en dos tipos: axial y radial. Mediante uno ó dos rodetes de turbina se pone en circulación el aire, esta energía en movimiento se convierte en energía de presión.

5.3.5 FUERZA Y AIRE DE ESCAPE.

El rango de operación recomendable de la neumática respecto a fuerza esta entre 20,000 y 30000 newtons considerando la carrera y la velocidad, así mismo considerando una presión comúnmente usada de 6 y 7 bars (600 y 700kPa)

El aire de escape de las válvulas resulta ser ruidoso, si embargo existen elementos que pueden atenuar este ruido como lo son los silenciadores.

5.4 MEDIOS DE TRABAJO O TIPOS DE ENERGIA DE POTENCIA.

Un medio de trabajo es donde se origina la potencia ó el medio de energía para mover ó suministrar a un sistema.

Los más importantes son los siguientes:

NEUMÁTICA. Ya ampliamente se han mencionado las características de este tipo de energía. Como implementación en un proyecto el aire comprimido es un medio energético relativamente costoso, no obstante estos costos energéticos son compensados por la economía de los elementos neumáticos, el bajo mantenimiento de los mismos y por el rendimiento (número de ciclos).

ELECTRICIDAD. Este tipo de energía es la que mayor infraestructura tiene en cualquier parte. La acumulación de la misma es muy difícil. En cuanto a transmisión es limitada (considerando un circuito RL, resistencia inducción).

El costo es económico. Para producir movimientos lineales este tipo de energía es complicado y caro, se utilizarían electroimanes de elevación para motores lineales, generalmente tienen poca fuerza.

Para producir movimientos giratorios es sencillo, buen rendimiento pero difícil regulación del número de RPM (revoluciones por minuto). Este tipo de energía no es sobrecargable. Normalmente no se dispone de protección contra explosiones.

HIDRÁULICA.

Algunas características son: las velocidades de las señales son rápidas. El tiempo de cambio ó conmutación de los elementos es mayor a 10ms.

La hidráulica se utiliza para mover grandes cargas, sus movimientos son uniformes y por esa razón no tiene escalonamientos. En cuanto a limpieza del equipo se requiere de poner mayor atención, ya que el aceite es un elemento que se utiliza en estos equipos.

Como conclusión los medios de trabajo ó elementos de movimiento son aquellos que transforman la energía suministrada a un sistema en movimientos con un fin preestablecido.

5.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA LOS MEDIOS DE TRABAJO.

Los criterios de selección y características de los sistemas, al elegir los medios de trabajo son:

FUERZA. Hay que preguntarnos cuanta carga hay que mover, por ejemplo para la apertura de una válvula de proceso se requiere seleccionar un adecuado actuador giratorio con el torque suficiente para la apertura o cierre de válvula. Las diferentes fuentes de energía nos ofrecen distintos rangos de fuerzas para analizar cuál de éstas es la más conveniente para nuestra aplicación.

TIPO DE MOVIMIENTO. Este puede ser de manera lineal, giratorio ó rotativo.

CARRERA. Los actuadores neumáticos tienen un límite en cuanto a su carrera ó al grado de giro al cuál se van a desplazar. Es por esta razón que en función a estas características se selecciona el más adecuado. Para los actuadores de $\frac{1}{4}$ de vuelta el grado de giro es de 90 grados.

VELOCIDAD. Como esta relacionada con el tiempo, su trascendencia esta basada en el término de ciclo de una acción durante el proceso. Su consideración la hace muy importante, ya que el proceso se rige a la velocidad y sincronización de la apertura y cierre de una válvula de proceso por ejemplo en el caso del segmento de tratamiento de aguas. En general para válvulas de proceso la apertura y cierre se realiza de manera regulada para evitar golpes de ariete que afecten a la válvula.

5.6 DISEÑO DE UN PROYECTO.

Qué tan importante es el diseño para el desarrollo de un proyecto? Es muy importante ya que cuando estamos desde el diseño de una máquina, un proceso ó como se menciona en este capítulo de un proyecto desde el inicio hay muchas posibilidades para que tenga un término exitoso.

Diseñar es poder formular un plan para satisfacer una demanda humana, evitando lo más posible el deterioro al medio ambiente.

Una respuesta adecuada en el momento en que se desarrolla un proyecto en algunas ocasiones puede ser no apropiada para el futuro, también se tienen que considerar esos puntos al diseñar, para una posible expansión del proyecto ó considerar cambios parciales ó en su totalidad.

Pero no importa qué palabras se usen para describir la función de diseñar; en Ingeniería es también el proceso en el que se utilizan principios científicos y métodos técnicos (matemáticos, computación, electrónica, métodos gráficos y lenguaje común), para llevar a cabo un plan que satisfaga cierta necesidad ó demanda.

Al terminar un proyecto es importante considerar la calidad con la que se realizó el proceso, que no le afecten los agentes externos que se encuentran en el ambiente del proceso ó proyecto.

Generalmente se tienen que tomar en cuenta varios factores en un caso de diseño determinado, algunos de los más importantes son los siguientes:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1.- Resistencia. | 13.-Ruido. |
| 2.-Confiabilidad. | 14.- Estilización. |
| 3.-Propiedades Térmicas. | 15.-Forma. |
| 4.-Corrosión. | 16.-Tamaño |
| 5.-Desgaste. | 17.-Flexibilidad. |
| 6.-Fricción (ó rozamiento). | 18.-Control |
| 7.-Procesamiento. | 19.-Rigidez |
| 8.-Utilidad | 20.-Acabado de superficies. |
| 9.-Costo | 21.-Lubricación. |
| 10.-Seguridad. | 22.-Mantenimiento. |
| 11.-Peso | 23.-Volúmen. |
| 12.-Duración. | 24.-Responsabilidad Legal. |

En todo este proceso no debemos olvidar las NORMAS y CODIGOS que son parámetros que definen especificaciones de cómo trabajar bajo ciertas reglas.

5.7 CONSIDERACIONES EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL Ó PLC.

Se ha analizado de manera general los puntos a considerar al implementar un proyecto, ahora nos concretaremos en enfocar puntos a considerar al implementar la parte de control en un sistema ó automatización.

Cuando surge un problema ó una tarea de automatización la primer pregunta que surge es Cómo resolver el problema? Y cuál será la forma correcta de proceder para dar una mejor solución al problema.

Dividido en diferentes etapas podemos mencionar los siguientes como pasos a seguir para resolver un problema.

CONSIDERACIONES PREVIAS.

Es aquí donde se establece la descripción del problema y nos planteamos un plano de situación del problema, se realiza los primeros esbozos, así como la recopilación de información.

A manera de estudio en papel hay que realizar un diagrama espacio – fase para saber la secuencia de movimientos de los elementos a controlar.

Hay que realizar y verificar cuidadosamente un diagrama de conexión de la máquina ó instalación.

Todo esto nos permite conocer el modo de funcionamiento de los sensores y actuadores que realizarán la tarea de control de movimientos.

LISTADO DE DIRECCIONES.

Es en esta etapa se describen para el PLC los elementos de entrada y salida que forman parte del programa del PLC.

Es una lista que se encuentra en una parte de la utilería del PLC y la define y describe el programador.

Generalmente la estructura de este listado esta formado por cuatro puntos:

Descripción del operando.

Símbolo.

Comentario del programador.

Dibujo ó símbolo del operando.

Un ejemplo que se puede generalizar para los distintos tipos de programación es el mostrado a continuación:

⊗	O0.0	CilindroA	CILINDRO A
⊗	O0.1	CilindroB	CILINDRO B
⊗	O0.2	Mordaza	MORDAZA
{}	I0.0	Boton	BOTON ARRANQUE
{}	I0.1	SensorA0	cilindro horiz
{}	I0.2	SensorA1	CILIN HORIZ ATRAS
{}	I0.3	SensorB0	CILINDRO VERT. ARRIBA
{}	I0.4	SensorB1	CILINDRO VERTICAL ABAJO
	T0		TIMER MORDAZA

La primer columna muestra el operando y su correspondiente dibujo ó símbolo, que en el ejemplo son entradas (I0.0 AL I0.4), salidas (O0.0 AL O0.2) y un temporizador (T0).

La segunda columna representa la descripción del operando lo cuál significa como esta representado cada operando en relación a los elementos externos del PLC ó a las instrucciones internas del PLC como lo puede ser por ejemplo un temporizador ó un flag.

La tercera columna es el comentario ó descripción más exacta definida por el programador.

PROGRAMACIÓN.

La programación depende de la complejidad y naturaleza del problema así como de la preferencia del programador.

Es esta parte es la que se encarga de diseñar la serie de instrucciones a seguir en el problema de automatización planteado inicialmente.

Como se mencionó en el capítulo de Conceptos Teóricos los tipos de programación más importantes son: el diagrama de escalera, diagrama de funciones y listado de instrucciones.

Cuando se utiliza el tipo de programación en diagrama de escalera es más fácil cuando se tienen tareas de programación complejas y aleatorias.

La programación en diagrama de escaleras se recomienda utilizar cuando el orden de las instrucciones en el programa no es importante, cuando el programador esta acostumbrado a esquemas eléctricos y dispone de ellos para solución de programación.

En algunos casos es conveniente utilizar este tipo de programación cuando la tarea de solución es compleja para evitar una serie de instrucciones muy extensa que dificulte el entendimiento del programa.

La programación en “listado de instrucciones” es una programación secuencial y lleva de acuerdo a su estructura un orden que mientras no acabe de cumplir una orden no pasa a la siguiente. Este tipo de programación es relativamente sencilla de realizar y su utilización de uso común.

La programación en “diagrama de funciones” se recomienda utilizarlo se requiere llevar un proceso cronológico y lógico.

Es importante destacar en esta etapa de la programación mantener separada la propia confección del programa y el teclado del programa.

Ya que de una se deriva la idea y bosquejo de manera integral de la solución de la tarea y del otro el planteamiento directo en la memoria del control.

5.8 IMPLEMENTACIÓN EN EL EQUIPO DE CONTROL.

Propiamente es la introducción interna del programa al código máquina para que éste a su vez realice las actividades que le fueron encomendadas por el PLC.

En esta etapa, es decir en el código máquina han de utilizarse las direcciones PLC precisas.

Es recomendable en esta etapa aunque no siempre necesario realizar una comprobación del programa de control, de ser posible con otra persona operador capacitado, para que se tenga una segunda opinión del programa y no se vuelvan a cometer los mismos errores que pudieron presentarse en programa original diseñado por el primer programador.

Criterios de selección y propiedades del sistema, a tomar en cuenta al elegir los medios de control.

- Fiabilidad de los elementos.
- Sensibilidad frente a factores externos.

Para poder implementar un sistema neumático tenemos que seguir de ciertas recomendaciones, sobre todo de instalación de tubería etc.

Para calcular la tubería principal tenemos que considerar los siguientes parámetros :

- Caudal.
- Presión.
- Longitud de la tubería.
- Caída de presión.

Estos datos se tienen que conseguir.

Avances ó beneficios obtenidos en los adelantos de la automatización.

Mantener a la industria en buen estado. (instalaciones limpias y cómodas para trabajar).

Tecnología de punta para no quedar rezagados en cuanto a producción del producto.

Mantener el equipo que pueda ayudar a ser más fácil el trabajo del ser humano.

Realizar el producto con mejor calidad.

Tiempo de fabricación del producto terminado(más cortos).

CAPITULO 6.

APLICACION DE UN SISTEMA INTEGRADO CON TERMINAL DE VALVULAS FESTO Y RED DE COMUNICACIÓN CON DEVICE NET.

Con anterioridad se ha mencionado la importancia de tener el respaldo de compañías serias y responsables para la implementación de un automatismo en un proceso.

Es por esta razón por la cuál en este ejemplo de aplicación que sirve como propuesta para automatizar una planta de tratamiento de aguas en el área de filtración se consideran dos marcas de compañías líderes en el mercado: Festo y Allen Bradley, compañías que ofrecen a los usuarios el respaldo, la confianza en sus equipos, servicio y puesta en marcha.

Ahora conoceremos, sin profundizar demasiado, el uso de este tipo de equipos para la automatización en una planta de tratamiento de aguas ó planta potabilizadora.

Conoceremos de manera general los procesos por los cuáles pasa el agua y en donde se sugiere la automatización de los mismos.

Hemos estudiado y mencionado con anterioridad en los capítulos que anteceden a este, aspectos a considerar para implementar un proyecto general, así como la teoría necesaria para entender los procesos de automatización.

Conoceremos ahora también características importantes de la red Device net y la terminal de válvulas de Festo a implementar en el proceso.

Las terminales de válvulas como ya se ha mencionado con anterioridad pueden o no pueden tener PLC integrado ó lo que sería un control maestro, que en muchos casos también pueden ser controles esclavos sujetos a otro controlador conectado a la red.

El software que se utilizará será con la marca con la que se maneje la red a utilizar, que este caso será la red Device Net.

6.1 RED DE COMUNICACIÓN DEVICE NET.

Es una red ó eslabón de combinación que conecta dispositivos industriales, como son limits switches, terminal de válvulas, arrancadores de motores. Es una organización estructural de datos que se comunican entre sí.

Basado en el protocolo de combinación CAN (Controller Area Network.), como se ha mencionado con anterioridad este tipo de protocolo es “abierto”, caracterizado por un tiempo de respuesta rápido, alta confianza en el equipo e instalación, además de bajo costo.

CAN originalmente fue descubierto por BOSCH en Alemania para uso en la industria automotriz.

Device Net trabaja en base al modelo “productor/consumidor”, concepto que refiere que donde se encuentre los datos de la fuente son identificados inmediatamente por los consumidores.

De los elementos que se encuentren en la red, cualquiera que requiera los datos puede recibir paquetes de información.

CAMBIO DE ESTADO.

Los datos únicamente se envían por el “productor” cuando el estado de un objeto ha cambiado.

COMUNICACIÓN CICLICA.

Esto es cuando el dato de un dispositivo, el tiempo no es crítico, por ejemplo los datos de un sensor de temperatura, es transmitido a una menor frecuencia en intervalos regulares.

Esto guarda el ancho de banda de la red libre de los tiempos críticos de los dispositivos.

MENSAJES EXPLICITOS.

Este método es usado específicamente para dispositivos en el diagnóstico de datos.

Varios métodos de comunicación son soportados en ambos: estructuras tipo individual y multimaster.

Un controlador puede ser Maestro para algunos esclavos en la red y simultáneamente actúa como esclavo para un control Maestro más arriba de la Jerarquía de la automatización.

BYTE DE STROBE.

Compuesto de 8 bits, esta encargado del diagnóstico en la Terminal de Válvulas. Por cada bit es un punto de diagnóstico, estos pueden ser entradas, salidas y válvulas considerando variables de “rotura”, corto circuito y bajo voltaje.

COMUNICACIÓN POLLED.

Todos los dispositivos con esta comunicación se establecen y son enviados a un cambio de datos solicitados como cíclicos con una secuencia predefinida.

AMBIENTE DE PROGRAMACION.

En ambiente Windows. Los dispositivos que son especificados en la red están dados por los EDS (Electronic Data Sheets) e iconos que simplifican el proceso de selección de un dispositivo.

El tamaño de las entradas y salidas de la Terminal de Válvulas son desplegadas como características del dispositivo usando los parámetros función.

El Baud Rate de la red esta dado por los siguientes valores:

--125Kbps 500 m (1640ft).

--250Kbps 250 m (820 ft).

--500Kbps 100 m (328 ft).

en paquetes de 0 a 8 bytes.

A través de la Red Device Net se pueden tener conectados directamente los elementos de campo y proceso.

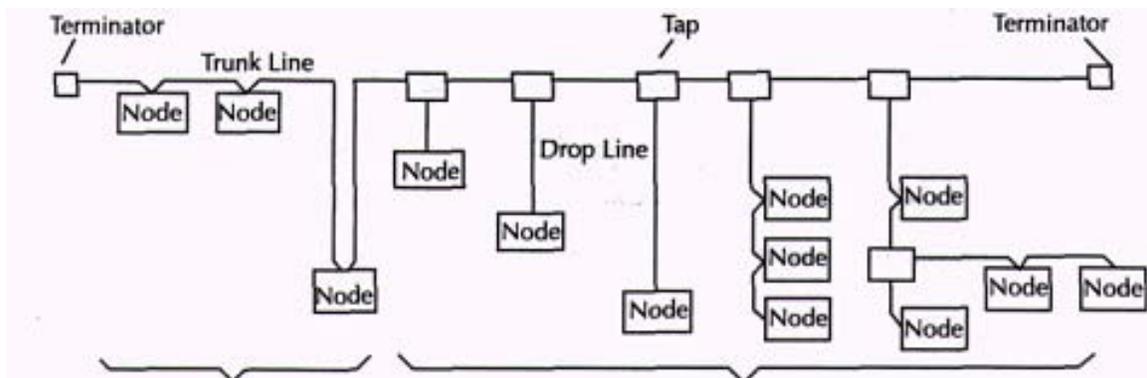
Cable troncal.Red Device Net.



TOPOLOGÍA DE DEVICE NET.

Las características de la red en Device Net es:

- Lineal.
- Señalización y alimentación en el mismo cable.
- Se pueden quitar ó reemplazar dispositivos de la red bajo alimentación del mismo.
- Los nodos pueden ser removidos ó insertados de la red sin necesidad de apagar la fuente de a red.
- Se pueden agregar en cualquier punto de la red elementos y dispositivos.
- La corriente de la línea troncal es de 8 amperes.
- Cualquier elemento de Device Net puede producir y consumir mensajes.
- Se pueden disponer de los EDS (Electronic Data Sheets) de cada componente de Device Net.
- Comunicación punto a punto, controlador a controlador, controlador a HMI.
- Normalmente se puede trabajar como Maestro / Esclavo los controles que se encuentran en la red.
- Intercambio de datos predefinido por el SCAN LIST.
- La actualización cíclica de datos como el status I/O.



6.2 TERMINAL DE VALVULAS CPX.

Ampliamente en el capítulo 3 se ha explicado la definición y características de una terminal de válvulas.

Ahora nos enfocaremos en el equipo a utilizar para la implementación de este equipo en el proyecto.

Características Generales.

Certificación CE (Comunidad Europea).

La Terminal de Válvulas considera una configuración, parametrización y diagnóstico del sistema.

Permite encontrar errores y por consecuencia se reducen los tiempos muertos de la máquinas ó sistemas.

Cumple con la norma IP 65, lo cuál quiere decir que se puede montar directo en la máquina sin necesidad de un gabinete.

Características eléctricas.

Se pueden integrar hasta 10 módulos eléctricos, incluyendo el módulo de fieldbus.

Se pueden adaptar hasta 9 módulos: ya sean módulos digitales y analógicos, agregando un nodo de comunicación a fieldbus, e interface neumática.

Conexión eléctrica flexible para sensores y actuadores.

La conexión eléctrica es flexible y se tienen conexiones por ejemplo tipo M12 con 5 pines y 8 pines, M8 de 3 pines, conector Sub D, tipo clamp, y Harax.

La terminal de válvulas se puede utilizar sin la necesidad de acoplar válvulas neumáticas.

Se puede utilizar como un remoto de entradas / salidas.

El módulo de CPX permite un diagnóstico de entradas y salidas de las válvulas.

Las características de los módulos pueden ser ajustados tomando en cuenta los parámetros del software.

Los módulos pueden tener:

Entradas digitales de 8 y de 4.

Salidas digitales de 4.

Entradas salidas: 8 entradas y 8 salidas.

Entradas Analógicas: 2 bloques 4 a 20 miliamperes, 0-10Volts.

Salidas Analógicas: 2 bloques 4- 20 miliamperes, 0-10 Volts.

Las tensiones son separadas cuando se trata de actuadores y válvulas con respecto a electrónica y sensores.

Es importante mencionar que aunque la alimentación de las válvulas este desconectada se puede realizar la comunicación al bus de campo y lectura de entradas.

Existe alimentación adicional de salidas, separadas de las válvulas.

Características neumáticas.

Es una terminal de válvulas al cuál se le pueden adaptar diferentes tamaños de válvulas.

En este tipo de terminales se pueden manejar diferentes tipos de válvulas, de diferente tamaño y manejo de caudal: de 300 lt/min a 800 lt/min.

Esta terminal de válvulas tiene módulos de flujo y numerosas funciones adicionales neumáticas (como las mostradas en el capítulo 3).

Características mecánicas.

Es modular. El ensamble es sencillo y flexible.

Conexión vía tirantes.

Es una terminal compacta que permite economizar espacio en los lugares donde se va a instalar el equipo.

Se puede montar en la pared o en riel.

La terminal de válvulas se puede montar dentro de un gabinete con conexión directa tipo clamp o se puede montar sin la necesidad de un gabinete con protección IP 65.

En caso que se requiera de un cambio de módulo no se afecta la instalación del cableado.

Cuando se requiera agregar de nuevos módulos a la terminal de válvulas únicamente hay que variar la extensión de los tornillos que unen los módulos.

Características configuración y de comunicación.

Comunicación con Device Net.

Esta terminal tiene la posibilidad de manejarse con otros protocolos que no sea Device Net, adaptándose al 90% de protocolos existentes en el mercado.

Puede ser utilizada como módulo remoto de entradas y salidas.

Se puede configurar transfiriendo los parámetros al bus de campo, por ejemplo en los módulos de entrada en caso de presentarse un corto circuito hay un tiempo de detección rápida y por ejemplo en los módulos de salida se presenta un estado de seguridad en caso de interrupción del bus de campo.

Parametrización de módulos.

Para entender de forma más clara escogeremos un módulo de 8 entradas digitales. Gracias a esta característica de la Terminal de Válvulas las funciones se pueden cambiar sencillamente por medio de la configuración del software.

Reduce el número de módulos y por consecuencia la suma de espacio requerido.

Por ejemplo se puede reducir el tiempo de retardo en un módulo de entrada, normalmente de 3ms cambiarlo a 0.1 ms trabajando de esa manera como un módulo de entradas rápidas para procesos de igual manera rápidos.

Alternativamente la respuesta de la válvula después de la interrupción del fieldbus puede ser ajustada.

Dependiendo de los módulos a utilizar la parametrización puede ser utilizada por interfaces como: Ethernet, Fieldbus, PLC integrado en la Terminal de Válvulas y unidad de control.

Por lo tanto existirían tres tipos de parametrización: Tiempo de retardo, ampliación del tiempo del impulso y Diagnósticos.

Debounce Time, se refiere al tiempo de retardo que se puede cambiar de estándar a módulos de entradas rápidas.

Ampliación del tiempo de impulse.. Es una modificación del impulso del tiempo, al efectuarse una señal de entrada rápida ésta se encuentra disponible para el sistema de control.

6.3 INTERACCIÓN DE EQUIPO ALLEN BRADLEY Y FESTO.

Se tienen dos casos para la conectividad de estas dos marcas lo cuál significa mayor flexibilidad en el sistema que se automatizará.

1.- El primer caso es cuando el nodo que esta dentro de la terminal válvulas se comporta como control Maestro y puede tomar sus propias decisiones independientemente que puede reportar a un control Maestro central en otro nivel de la jerarquización de automatización de un proceso.

2.- El segundo caso es cuando el nodo que esta dentro de la terminal de válvulas se comporta únicamente como un esclavo de la red, obedeciendo las instrucciones de un PLC central que será de la marca Allen Bradley.

Para nuestro caso y nuestro análisis el nodo de bus de campo de Festo será utilizado como esclavo dentro de la red de Device Net.

Consideremos las siguientes etapas para la implementación del equipo.

Allen Bradley tiene distintas gamas de PLC muy completas, por mencionar algunas familias están la de tipo SLC 500 y LOGIX. La plataforma de programación que se utilizará para este caso práctico será el RS LOGIX.

INSTALACIÓN DEL SISTEMA.

Consideremos el cableado para la unión de los elementos de control. Debemos tener un cable troncal de la línea y un cable de caída el cuál son las ramificaciones de todo el sistema.

De acuerdo a la velocidad que se requiere en el sistema es el cableado que se instala, por ejemplo para una velocidad de 250 Kb/seg el cable grueso tendrá una longitud máxima de 250m y el cable delgado será de 100m.

Las características del cable de caída a esa misma velocidad será de longitud única de 6m y máxima acumulada de 78m.

Otro punto a considerar es el tipo de conexión de bus. Verificar que grado de protección tiene y medida de conexionado. En este caso se tiene una protección IP 65 y la conexión es 2 x M12.

El conexionado es sencillo y flexible sin problemas de error. El tipo es llamado comercialmente T – TAP. Es importante considerar que no hay que incrementar ó acumular la longitud del cable de caída “longitud cero de caída”.

La cantidad de variables como son módulos eléctricos, módulos digitales de salida, módulos digitales de entrada, módulos analógicos e interfaces neumáticas esta en función del proceso.

TRANSFERENCIA DE DATOS.

De manera puntual es transferencia de datos cíclicos. Se tiene como características la transferencia tipo Polled IO, cambio de estado cíclico, STROBE E/S para estado del byte.

Seleccionable el tamaño de entradas y salidas, que pueden ser 0 a 64 bytes, leídos vía “datos del sistema”, seleccionable en la configuración del scanner (parámetros de E/S).

Datos de la Tabla del sistema (parámetros bajo datos de diagnóstico los cuáles son vinculados a el modelo de Device Net.

Mensajes explícitos al programar.

- Lectura de datos desde el modelo objeto CPX.
- Escritura de parámetros, modelo objeto CPX.
- Obtener la ejecución en el programa del PLC.

Configuración de los dispositivos EDS.

- Basado sobre mensajes explícitos.
- Tiene acceso a los parámetros del sistema, mientras esta en operación la red.

MODELO OBJETO DEVICE NET.

- Parámetros del sistema.
- Parámetros del módulo.
- Parámetros de Diagnóstico.
- Diagnóstico de los datos del sistema.
- Diagnóstico de los datos del módulo.
- Diagnóstico de los datos de memoria.
- Datos del sistema.
- Datos del módulo.

Tabla de sistema

Parámetros centrales y datos de memoria.

El modelo objeto de Device Net vincula la tabla del sistema a el objeto especificado en Device Net.

NODO DE COMUNICACIÓN.

El nodo de comunicación a utilizar es el dirigido a la red Device Net. El máximo total de entradas es de 512 bits mismo cantidad de bits para el máximo total de salidas.

Esto lo podemos traducir en el número máximo de entradas digitales que es de 512. El número máximo de salidas digitales es de 512.

En cuanto al máximo de entradas y salidas analógicas será de 18.

Es la parte de unión con la red Device Net y la Terminal de Válvulas.

Aquí se procesa

INDICADORES Y AJUSTES.

En este sentido la mayoría de estos elementos disponen de led's ó indicadores que muestran de manera visible diferentes funciones de la terminal de válvulas. Estos led's nos indican los estados del módulo, estados de la red, estatus de entradas y salidas, potencia del sensor y circuitos electrónicos, carga de potencia de válvulas y salidas, falla del sistema, parámetros modificados ó modo de forzar activado.

Para la parte de SETTINGS se establece la dirección de la estación (0-63), velocidad ó baud rate (125 KBd, 250 KBd, 500 KBd, Auto – Baud) y el modo de diagnóstico (estado del Byte, IO palabra de diagnóstico y sin diagnóstico).

6.3.1 DIAGNOSTICO DEL SISTEMA.

El diagnóstico a la red es por medio del scanner Device Net.
La comunicación interrumpe al participante.

DIAGNOSTICO ESPECIFICO DEL DISPOSITIVO PROVISTO POR EL SISTEMA CPX.

Estado del byte transferencia cíclica a el archivo de entrada. Objetos de diagnóstico específico dentro del modelo objeto accesible vía "mensajes explícitos".

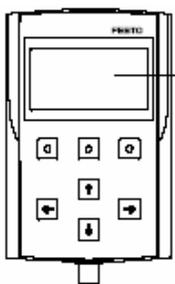
Diagnóstico de la interface E/S.

Accesos específico CPX al programa del PLC a leer la forma de los datos de la tabla del sistema.

Los detalles de las funciones de diagnóstico son necesarias mantenerlas en orden para una rápida localización de la falla en la instalación eléctrica y más aún en la reducción de tiempo en las plantas de producción ó proceso.

Como ya se ha mencionado con anterioridad se disponen en la Terminal de Válvulas de una serie de leds que indican los puntos de diagnóstico.

Además se puede hacer uso de un elemento externo tipo "Hand Held", el cual es una unidad de control de "bolsillo".



Unidad de control Hand Held.

Al utilizar una red de comunicación como lo es Device Net, el diagnóstico se realiza a través del mismo Field Bus.

Principales diagnósticos son:

Identificación de bajo voltaje en las salidas y válvulas. Posibles causas: Voltaje de la válvula menor que el voltaje nominal suministrado.

Detección de corto circuitos debido a sensores, válvulas y salidas en general. Posibles causas: Por un mal conexionado de las bobinas.

Detección de carga abierta por olvido de una bobina de solenoide. Posibles causas: Que la válvula neumática no esté conectada. Que la bobina de la válvula se encuentre abierta.

Historial de los últimos 40 errores detectados en la Terminal de Válvulas.

Los mensajes de diagnóstico pueden ser leídos, visualizado, y evaluado por el bus a través del control central Master.

6.3.2 DIRECCIONAMIENTO.

Varios módulos CPX ocupan diferentes números de dirección de entradas y salidas en la Terminal de Válvulas. El máximo espacio en Dirección depende del Sistema de bus implementado.

Por ejemplo: 1 nodo de bus ó control, 9 módulos de entradas y salidas, 1 interface neumática

Memory: Start Word:

Bits 15 - 0	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0:2.0	02. CPX-FB11-1															
0:2.1	02. CPX-FB11-1															
0:2.2	02. CPX-FB11-1															
0:2.3	02. CPX-FB11-1															
0:2.4	02. CPX-FB11-1															
0:2.5									02. CPX-FB11-1							
0:2.6																
0:2.7																
0:2.8																

6.4 RECOMENDACIONES ANTES DE OPERAR EL EQUIPO.

Desconectar la fuente de alimentación antes de insertar ó retirar conectores.

Utilizar fuentes de alimentación que garanticen aislamientos fiables de las tensiones de funcionamiento según normas

Conectar un conductor de tierra de suficiente sección transversal.

Al combinar equipos de dos marcas diferentes hay que poner especial atención a las descargas electrostáticas. Cuidar de no tocar los contactos.

Observar normas para el manejo de componentes sensibles

6.5 IMPLEMENTACION DE UNA TERMINAL DE VALVULAS EN UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS.

DESCRIPCION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS.

Para la implementación de un sistema de comunicación se tienen que considerar diversos factores como es la distancia de comunicación: 20 metros max por ejemplo.

Una Planta de Tratamiento de Aguas se divide en Plantas de Aguas Residuales, Potables y Purificadoras.

De acuerdo a la zona donde se vaya a implementar son los métodos a utilizar para el tratamiento del agua, todos con el mismo objetivo: proporcionar agua de buena calidad para consumo industrial y humano.

Se tienen diferentes opciones para la distribución de equipo: válvulas solenoides independientes concentradas en un gabinete (comunicación punto a punto, válvulas solenoides con comunicación a bus de campo (por mencionar algunos). Se pueden combinar cada una de las opciones de acuerdo a los DTÍ's del proceso.

De manera general explicaremos las etapas en las que tiene que pasar el agua para su proceso.

Como punto inicial tenemos que saber la capacidad de la Planta, que es el caudal que va a llegar inicialmente y cuanto se requiere que se obtenga al final del tratamiento del agua. Por ejemplo con capacidad de 75 lps (litros por segundo).

En este caso analizaremos brevemente una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

REJILLA AUTOMÁTICA. Este elemento actúa como un separador de partículas mayores de 3mm.

ETAPA DEL CARCAMO. Esta etapa antecede al área de ozonización. Por ejemplo en éstas áreas se pueden instalar 3 válvulas de compuerta.

En el cárcamo se tienen bombas que permite la oxigenación del agua

ETAPA DE MEZCLA RAPIDA (SBR). Aquí es donde se agita el agua, se le agrega coagulante.

Antes de entrar en esta etapa se encuentra un separador coalescente que tiene como función evitar aceite, gravas y arenas.

FLOCULACION.

En esta etapa se da la acumulación de partículas desestabilizadas y micro partículas y posteriormente la formación de copos de tamaño deseado. Uno debe añadir otra sustancia química llamada floculante en orden de facilitar la formación de copos llamados flóculos.

Flóculo. Es una masa floculada que es formada por la acumulación de partículas suspendidas. Puede ocurrir de forma natural, pero es usualmente inducido para que sea capaz de eliminar ciertas partículas de agua residual.

ETAPA DE TRATAMIENTO DE LODOS.

Aquí es donde se separan los lodos del separador coalescente y del SBR. Como proceso del tratamiento de lodos esta el área de purga de lodo, almacén de lodos, filtro banda y contenedor de lodos.

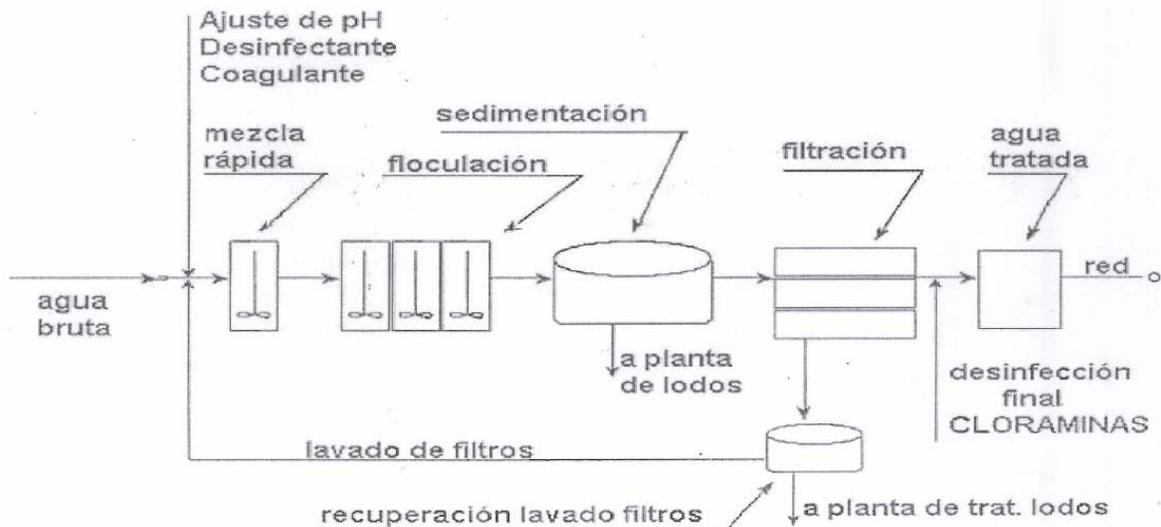
Aquí se tienen la aireación, clorificación de un tanque.

ETAPA DE LOS FILTROS. En esta etapa se sedimentan los desechos que vienen del agua.

En el área de filtros los materiales que se manejan es carbón activo y arena sílica. Regularmente el tiempo que dura el agua en el filtro es de 12 horas.

DESINFECCION. Mediante cloraminas. Las cloraminas es un complejo químico que consiste en amoníaco y cloro. Sirve como desinfectante del agua en suministros de agua público ya que el cloro puede reaccionar con partículas orgánicas formando productos peligrosos. Las formas en las que las cloraminas existen dependen de las propiedades físico – químicas de la fuente del agua.

ESQUEMA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO



La propuesta de utilizar una terminal de válvulas es de mantener en control cada una de las etapas de tratamiento de aguas pudiendo diagnosticar desde el área de campo de las válvulas que conducen el agua hasta un nivel de supervisión más alto.

Esto a su vez aparte de controlar toda una Planta permitiría estar en comunicación con otras Plantas de Agua distribuidas en una zona como Delegación, Municipio, Ciudad ó hasta País.

Cada una de las etapas requiere estar monitoreada constantemente para una regulación y control del fluido. Se requiere evitar fugas, mantener una presión constante, y evitar en menor proporción el control por medio humano.

Esto permitiría reportar de manera exacta evaluaciones como cantidad de agua suministrada y tratada para consumo, historial de posibles fallas en la Planta, control de cierre y apertura de válvulas de proceso, estudio de acuerdo a resultados para una mejor optimización de la Planta entre otros puntos.

El número de elementos por controlar dependerá de cuantas variables se quieren controlar en todo el proceso de tratamiento de agua para obtener una mejor optimización.

Para la implementación hay que considerar variables analógicas y digitales.

Ejemplos de elementos analógicos que se tomarían en cuenta a medir son: medidores de flujo, medidores de nivel, turbiedad entre otros. En este caso para las entradas analógicas lo importante es saber como llegará al PLC la señal, ya sea en amperaje ó voltaje.

Cabe recalcar que la implementación se realiza con dos marcas de automatización que tienen el soporte necesario para la puesta en marcha de este proceso.

Es importante recordar que las consideraciones para implementar un proyecto están dadas en capítulos anteriores y la intención no es explicar a detalle el funcionamiento de una Planta de Tratamiento de Aguas sino destacar la importancia de la automatización de procesos con Terminal de Válvulas.

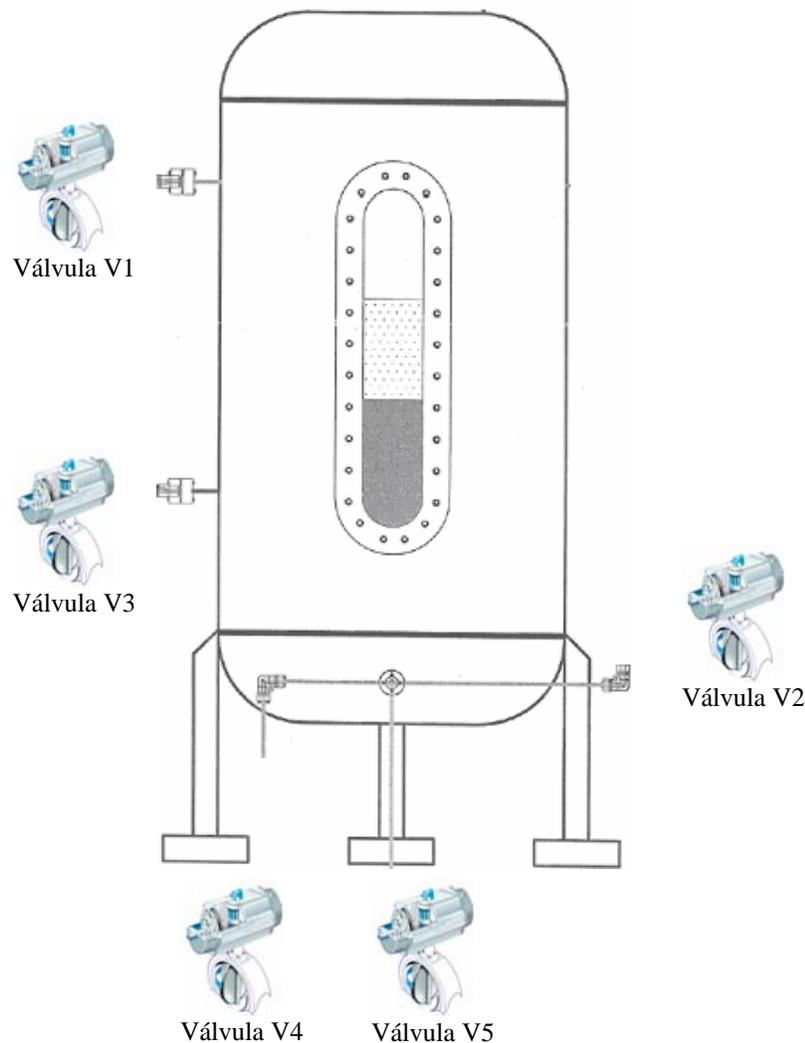
6.5.1 EJEMPLO AUTOMATIZACIÓN AREA DE FILTROS.

Puntualmente tomando como ejemplo tomaremos en cuenta el área de filtros. Esta área de Filtros se resume a la sedimentación de suciedad que viene del agua para después ser dirigida a la salida con menos impurezas de las que tenía al inicio.

El agua entra a la válvula 1, entra al filtro y permanece ahí 12 horas, hasta que es desalojada a la válvula 2. Todas las demás válvulas están cerradas.

Al terminar pasamos a la etapa de retrolavado que se encarga de limpiar el filtro. La parte de retrolavado dura en promedio 15 minutos. La válvula 3 es la entrada para que salga a la válvula 4. Todas las demás válvulas están cerradas.

Cuando el filtro se traslada a una Planta Purificadora se incluye otro proceso que es el de enjuagado, el cuál tiene una duración de 3 minutos. Se implementan válvulas de mariposa ya que su cierre es más rápido.



El equipo más importante a utilizar será:
Módulos de entrada digital
Módulos de entrada analógica.
Interface neumática para válvulas del tipo MPA.
Placa final para la terminal de válvulas.
Válvula de proceso tipo Mariposa.
Actuador neumático para apertura y cierre de válvula de proceso
Accesorios como sensores y visualizadores para válvulas de proceso.
Conectores y Manguera.
Gabinete de Control.

6.6 PASOS A SEGUIR PARA TRABAJAR CON EL SOFTWARE.

En la parte del control a través del software seleccionado tomaríamos los siguientes pasos:

1.- Instalación de los archivos EDS para el sistema CPX.

Estructura de los archivos EDS.

Visualización del sistema y datos del módulo.

Colocando parámetros del Sistema.

Colocando parámetros del módulo.

2.- Selección de los participantes.

3.- Examinando la red física.

4.- Selección de los participantes fuera de línea.

5.- Crear la lista de SCAN (SCAN LIST) para el Device Net scanner.

6.- Determinar el tamaño de transmisión y recepción.

Seleccionar el tipo de comunicación.

Defina el tamaño del dato Rx/Tx, selección del tipo de comunicación.

Ir a on line en RSNetworks

Descargue los parámetros del dispositivo vía RsNetworks. Grupo: SysData, RxSize, TxSize.

Selección el tipo de comunicación.

Defina parámetros E/S. Dispositivo requiere tamaño del dato. Tipo de comunicación

CPX suministrados vía E/S Strobed. Byte de diagnóstico.

Transferir datos de E/S via Polled, Cambio de estado / cíclico

Debido a el byte de diagnóstico de strobed E/S alojándose en las entradas del archivo de el PLC.

7.- Coloque los parámetros del dispositivo (sistema y datos de los módulos).

8.-Activación autoreemplazo del dispositivo (ADR).

Seleccione dispositivo.

Cargue la configuración del dispositivo. Guarda los valores actuales de los parámetros del dispositivo.

Active recobrar configuración.

9.-Cargue la configuración.

El sistema debe estar dispuesto para mejoras futuras tomando en cuenta el control descentralizado y centralizado.

CONCLUSIONES.

Los fundamentos bien cimentados de automatización, llevar un orden en la implementación de una automatización así como la experiencia son factores para un buen desarrollo de cualquier tema y es así como quise enfocar esta tesis.

Se han dado puntos muy importantes que hay que considerar para la implementación de un sistema automatizado de manera general y enfocado a una planta de tratamiento de aguas de manera muy breve.

El agua es en la actualidad considerada elemento clave en la supervivencia del ser humano y en la buena convivencia entre países para su desarrollo.

Es entonces de vital importancia hacernos de sistemas que permitan el debido control y supervisión del vital líquido que en la actualidad ya escasea y su demanda aumenta para consumo humano e industrial. Es necesario aprovechar al máximo el agua de desecho y de mar, formar programas serios de concientización de ahorro del agua. Se deben crear Programas con inversión gubernamental y privado para solucionar y resolver problemas que actualmente se presentan en el consumo de este líquido.

Es por eso es que la tesis nos mostró como la tecnología es y será la herramienta una vez mas, para ayuda del hombre, en este caso aplicada en la tecnología del agua.

El por qué haberlo implementado en una terminal de válvulas lleva consigo lograr una adecuada planeación e implementación de tecnología en el proceso del tratamiento del agua. En la automatización del mismo proceso se busca un mejor control del fluido y menos desperdicio, así como la monitorización continua en los diferentes niveles de la jerarquización de una Planta de Tratamiento de Aguas.

El implementar Terminal de Válvulas en Procesos industriales es una ventaja competitiva con respecto a otros procesos y es una opción de seguridad y flexibilidad muy importante. Hay que revisar procesos y mejorarlos, no siempre lo que es de última tecnología es caro, basta con saber de que consta una automatización completa y en donde se puede ahorrar.

Cuando hablamos de beneficios es muy importante considerar una visión integral de todo el sistema.

Esto quiere decir que el análisis no se fundamenta en productos ó procesos aislados. El costo que puede ser más alto en un área, al final del camino será menos costoso ya que se compensa en seguridad, menor tiempo de mantenimiento, menor cableado, arranque rápido y fácil en paros de emergencia, disminución de espacios, sistemas modulares, equipo confiable con absoluta seguridad y excelente conectividad.

Seguridad es un tema de mayor trascendencia y se percibe en dos frentes: en el usuario y el proceso.

Es por eso que el diagnóstico toma su importancia en la terminal de válvulas, ya que puede decidir que instrucción a seguir de acuerdo a la decisión del usuario.

No tengo la menor duda que este tema mencionado en la tesis es de gran interés para aquellos que buscamos que la automatización sea un medio o herramienta para ayudar al hombre en sus necesidades como lo es de contar con agua para su consumo.

Desde mi planteamiento teórico, pasando por la descripción de lo que es una Terminal de Válvulas hasta llegar a la implementación de un proyecto, en particular de una Planta de Tratamiento de agua considero que acercará a muchas personas relacionadas con la Automatización como son ingenieros y otras mas que aunque no sean a fines a la automatización se interesan por entender para que sirve y como se relaciona este tema para la ayuda del ser humano.

Es muy claro que si los sistemas en la actualidad están funcionando con tecnología tradicional, pueden quedarse rezagados debido al acelerado avance de las tecnologías de información y automatización.

Es importante mantener los sistemas de control y automatización actualizados y con posibilidades de modificaciones posteriores para mejoras de los mismos sistemas.

Esta tesis propone a ingenieros y personas interesadas a revisar los procesos actuales de automatización en diversos campos, de mostrar de manera concreta puntos a considerar para llevar un orden al implementar un proceso de automatización.

Como cada especialidad se requiere estar bien preparado y saber donde vamos a aplicar lo que se ha aprendido en las aulas y que el conocimiento no termina ahí, siempre habrá mejoras en los procesos y como profesionistas es obligación de buscar mejoras en nuestra área de trabajo y como personas buscar todos los días ser mejores en lo personal.

La ética, buscar el bien común, así como nuestro profesionalismo siempre tendrá un resultado positivo como es la satisfacción de uno mismo.

GLOSARIO.

A

Álgebra booleana. Es un método de análisis matemático en el cuál se basa la lógica de automatización.

Anillo de testigo. Basado en este tipo de comunicación (anillo), cada uno de los elementos conectados son verificados para su buen funcionamiento.

Areación. Proceso del tratamiento del agua, el cuál el agua se deja sin movimiento para la oxigenación de la misma.

B

Bifiliares. Formado por dos hilos de conducción.

Bifurcaciones. Punto donde se divide en dos direcciones la información.

Bit. Unidad básica de información, que puede tomar los valores 1 y 0 y es utilizada en numeración binaria.

Bits de paridad. Conjunto de bits encargados de la seguridad y reconocimiento de la información transmitida.

Bus ó bus de campo. Sistema de comunicación a nivel de campo ó proceso.

Bytes. Conjunto de 8 bits.

C

Chip. Unidad de almacenamiento físico que recopila datos por ejemplo imagen, voz etc.

Coagulante. Partícula líquida en suspensión que se unen para crear partículas con un volumen mayor.

Coalescente. Proviene de los residuos sólidos precipitados en un filtro después de que la filtración tiene lugar

Comunicación peer to peer. Comunicación de igual a igual ó también llamada de punto a punto.

Configuración. Forma como esta compuesta un sistema ó dispositivo tomando en cuenta distintas variables para su arranque ó funcionamiento.

Conmutación. Cambio de un estado a otro de manera electrónica

D

Display. Elemento electrónico que despliega gráficas y datos. Pantalla.

Driver. Elemento físico de control de un equipo automatizado.

DTI'S. Se consideran como mapas, esquemas de distribución de un proceso.

E

Embalar. Acción de colocar convenientemente dentro de cajas ó envoltorios.

Ethernet. Es un sistema de comunicación, control y adquisición de datos basado en protocolos TC IP el cuál esta relacionado a Internet.

F

Fieldbus. Dominación en inglés del concepto bus de campo.

Flip flop. Tren de pulsos los cuáles se transmiten de manera constante. Se transmiten de manera secuencial. Es un pulso de reloj.

G

Galvanizado. Aplicación de una capa de metal sobre otro mediante el calor ó electrolíticamente.

H

Hand Held. Elemento interface utilizado para el diagnóstico del sistema terminal de válvulas.

HMI (Human - Machine - Interface). Elemento interface de comunicación entre el operador y una máquina.

I

Interface. Punto físico y de comunicación entre dos usuarios ó elementos electrónicos.

ISO (International Standardization Organization). Norma de estándares internacionales que unifican criterios en este caso sirve para elementos relacionados a la automatización.

L

Lenguaje en escalera. Utilizado en la programación de controladores basado en contactos.

Limits swtichs. Sensores que detectan los límites de trabajo en los movimientos de un dispositivo lineal ó giratorio.

Lóbulo. En forma de ondas que sobresale de un objeto.

M

Manifold. Es el conjunto de un grupo de válvulas solenoides montadas en un bloque de material plástico ó de aluminio generalmente.

Masters ó maestros. En el área de redes se traduce como el control que tiene la parte de decisión y controla todo el sistema.

N

Network. Concepto traducido al español como la red de trabajo y que para automatización es la red de comunicación y donde se conectan diferentes dispositivos.

Normas DIN. Son normas europeas definidas principalmente por Alemania.

O

On line. En línea, cuando un sistema esta en tiempo real con respecto al programa en el controlador.

Ozonización. Con respecto a una Planta de Tratamiento de aguas, se refiere a un estado alotrópico (cuando un elemento químico se presenta en mas de una forma cristalina) del oxígeno, producido por la electricidad, de cuya acción resulta un gas muy oxidante. Se encuentra en muy pequeñas proporciones en la atmósfera después de las tempestades.

P

Panel de control. Definido como una pantalla ó dispositivo de control ó visualización externa a una máquina.

Parámetros. Son características establecidas que definen a un sistema y que se requieren para poner en funcionamiento a dicho sistema.

Pilotaje. Señal adicional que proporciona ayuda para el accionamiento de un dispositivo. Por ejemplo pilotaje neumático.

Protecciones IP. Son códigos normalizados y que definen el grado de protección de un sistema.

S

Scanner. Dispositivo de búsqueda en el sistema encargado de ver que los elementos conectados en la red estén presentes y en buen funcionamiento.

Settings. Palabra en inglés que define los ajustes y las implementaciones de una serie de información.

Slaves ó esclavos. Elementos que se pueden encontrar conectados en la red y que sólo actúan ó trabajan a la orden de un control Maestro ó que define la serie de instrucciones a seguir.

T

Topología. Definido como la forma ó manera como se encuentra un sistema de comunicación.

Transistorizada. Basada y relacionada en tecnología de transistores.

U

Utilería. Programas ó información necesaria que se tiene que disponer para poder programar ó desarrollar un proyecto ó sistema.

BIBLIOGRAFIA

Moreno García, Emilio.

Automatización de procesos industriales

Niveles de Automatización.

Calero Pérez, Roque.

Carta González, José Antonio.

Fundamentos de mecanismos y máquinas para ingenieros.

Mc Graw - Hill Interamericana

Dorf, Richard C.

Sistemas Modernos de Control. Teoría y práctica.

Addison - Wesley Iberoamericana.

Neumático Nivel Básico.

Manual de Estudio Festo.

Barrientos, Antonio.

Peñín, Luis Felipe.

Balaguer, Carlos.

Aracil, Rafael.

Fundamentos de Robótica.

Mc Graw Hill.

Hyde, J.

Regue, J.

Cuspinera, A.

Control Electroneumático y electrónico.

Alfaomega Marcombo.

Manual de Estudio.

Introducción a la técnica de Mando

Festo Didactic.

Nivel Básico

Controles Lógicos Programables.

Festo Didactic.

Nivel Avanzado.

Controles Lógicos Programables.

Festo Didactic.

Manuales.

Curso Taller Device Net.

Comunicación de sistemas Fieldbus.

Curso Diplomado de Mecatrónica.

Festo Didactic.