



REPORTE FINAL DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Automatización y Cálculos del sistema de bombeo de un cárcamo de agua pluvial en el hotel Holiday Inn.

Residente: Jesús Eduardo Ramírez Gumeta.

Especialidad: Ing. Mecánica.

Asesor: M.C. Hernán Valencia Sánchez.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN AL PROYECTO	
1.1.-INTRODUCCIÓN	7
1.2.-OBJETIVO GENERAL	9
1.3.-OBJETIVO ESPECIFICO	9
1.4.-JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	9
1.5.-ALCANCES	10
1.6.-LIMITACIONES	10
1.7.-PROBLEMAS A RESOLVER	10
CAPITULO II.- CARACTERIZACIÓN DEL AREA	
2.1.-ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA INSTITUCIÓN	12
2.2.-CARACTERISTICAS DE LA INSTITUCIÓN	13
2.3.-LOCALIZACIÓN	17
CAPITULO III.- FUNDAMENTOS TEORICOS	
3.1.- ¿QUÉ ES UNA BOMBA?	20
3.2.-FUNCIONAMIENTO	21
3.3.-CLASIFICACIÓN	21
3.4.-BOMBA CENTRIFUGA	24
3.6.-APLICACIONES	28
3.7.- ¿COMO SELECCIONAR UNA BOMBA?	29
3.8.-TUBERIA	29

CAPITULO IV.- PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCIONES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

4.1.-EVALUACIÓN DE DAÑOS	36
4.2.-CÁLCULOS	39
4.3.-CORRECCIONES Y PRUEBAS	45
4.4.-MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA LAS BOMBAS	45

CAPITULO V.- AUTOMATIZACIÓN

5.1.-AUTOMATIZACIÓN	67
5.2.- CARACTERISTICA DE UN SENSOR	68
5.3.-SENSORES CAPACITIVOS	72
5.4.-CARACTERISTICAS DE LOS PLC's	76
5.5.-DEFINICIÓN Y TAREAS DE UN PLC	80
5.6.-COMPONENTES DE UN PLC	82
5.7.-PROGRAMACIÓN DEL PLC	94

CAPITULO VI.- CONCLUSIONES

6.1.-RESULTADOS	97
6.2.-RECOMENDACIONES	97
6.3.-CONCLUSIÓN	98
6.4.-FUENTES DE INFORMACIÓN	99

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	16
FIGURA 2. CAPITAL DEL ESTADO DE CHIAPAS	17
FIGURA 3. CONLINDACIONES DEL ESTÁDO DE CHIAPAS	17
FIGURA 4. FACHADA PRINCIPAL DEL HOTEL	18
FIGURA 5. CLASIFICACION DE BOMBAS	23
FIGURA 6. BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL	24
FIGURA 7. COMPONENTES EXTERNOS DE UNA BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL	25
FIGURA 8. BOMBA CENTRIFUGA CON COMPONENTES SEPARADOS	26
FIGURA 9. COMPONENTES INTERNOS DE UNA BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL	27
FIGURA 10. RODETE DE UNA BOMBA CENTRIFUGA	27
FIGURA 11. SISTEMA GENERAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	29
FIGURA 12. TUBERIA DE ACERO	30
FIGURA 13. TUBERIA DE COBRE	30
FIGURA 14. ACCESORIOS DE TUBERIA	30
FIGURA 15. DIAGRAMA DE MOOY	43
FIGURA 16. COMPONENTES DE UNA BOMBA	47
FIGURA 17. INSTALACION CORRECTA DE TUBERIAS	51
FIGURA 18. INSTALACIÓN INCORRECTA DE CODO EN PLANO HORIZONTAL	51
FIGURA 19. INSTALACIÓN CORRECTA DE CODO EN PLANO HORIZONTAL	51
FIGURA 20. FORMA CORRECTA E INCORRECTA DE UTILIZAR RAMALES EN Y	55
FIGURA 21. TUBERIA CON SOPORTE SOLIDO	55
FIGURA 22. TUBERIA CON SUMIDEROS	56
FIGURA 23. TUBERÍA CON CURVATURAS CREANDO BOLSAS DE AIRE	56
FIGURA 24. ESTRUCTURA INTERNA DEL SENSOR CAPACITIVO	73
FIGURA 25. DIRECCIÓN NIVEL ALTO Y NIVEL BAJO	74
FIGURA 26. SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	77
FIGURA 27. ESQUEMA DE CONTROL	78
FIGURA 28. GRAFICA DE “BOMBAS OPERANDO-PRESIÓN” DEL CONTROL CLÁSICO	79

FIGURA 29. DIAGRAMAS A BLOQUES DE UN PLC	82
FIGURA 30. CLASIFICACIÓN DE LAS MEMORIAS UTILIZADAS EN UN PLC	84
FIGURA 31. MODULO DE ENTRADA LÓGICO	88
FIGURA 32. MODULO DE SALIDA LÓGICO	88
FIGURA 33. FUENTES DE ALIMENTACIÓN PARA PLC	90
FIGURA 34. PROGRAMACIÓN DEL PLC	94

INDICE DE TABLAS

TABLA 1(a). PROPIEDADES DE LOS TUBOS DE ACERO DE 1/2 – 2 IN	32
TABLA 1(b). PROPIEDADES DE LOS TUBOS DE ACERO DE 2 1/2 – 8 IN	33
TABLA 2. CARACTERISTICAS DE LAS TUBERIAS DE COMBRE TIPO M	34
TABLA 3. CONSTANTES K EN ACCESORIOS DE TUBERIAS	40
TABLA 4. TIPOS DE TUBERIAS CON VALOR ϵ	43
TABLA 5. PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES EN LAS BOMBAS	60

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

1.1. INTRODUCCIÓN

El hotel es un edificio equipado y planificado para albergar a las personas de manera temporal. Sus servicios básicos incluyen una cama, un armario y un cuarto de baño. Otras prestaciones usuales son la televisión, una pequeña heladera (refrigerador) y sillas en el cuarto, mientras que otras instalaciones pueden ser de uso común para todos los huéspedes (como una piscina, un gimnasio o un restaurante). Los hoteles están normalmente, clasificados en categorías según el grado de confort, posicionamiento, el nivel de servicios que ofrecen. En cada país pueden encontrarse las siguientes categorías:

- Estrellas (de 0 a 5)
- Letras (de A a E)
- Clases (de la cuarta a la primera)
- Diamantes y "World Tourism".

Estas clasificaciones son exclusivamente nacionales, el confort y el nivel de servicio pueden variar de un país a otro para una misma categoría y se basan en criterios objetivos: amplitud de las habitaciones, cuarto de baño, televisión, piscina, etc.

Quizás existan otros edificios e instalaciones de igual tamaño y construcción en una ciudad, pero ninguno tan complejo desde el punto de vista funcional, tecnológico y administrativo, es por ello que es de suma importancia contar con la rama de la ingeniería para resolver problemas tecnológicos. El propósito de este proyecto es el de establecer una mejora y optimización en el funcionamiento del sistema de bombeo hidráulico del hotel Holiday Inn Tuxtla, adquiriéndolo mediante el estudio detallado de cada componente y accesorios que conforman al sistema, aplicando de la manera más correcta el uso y la función que debe cumplir cada uno de ellos y así lograr la máxima eficiencia y rendimiento del sistema para poder cubrir las necesidades y servicios del Hotel.

Actualmente la Institución tiene la tecnología y el material necesario para tener una elevada eficiencia del sistema pero no cuenta con la programación e instalaciones adecuadas, tampoco se cuenta con manuales de procedimientos y mantenimiento para las bombas, agregando a esto daños en tuberías y adaptaciones inadecuadas en ellas, justificando el por qué la eficiencia del sistema no se encuentra en su máxima eficacia para poder proporcionar servicios de calidad a todas las áreas laborales que conforman el hotel.

Con la corrección de los daños en la instalación hidráulica y la aplicación adecuada de la tecnología con la que se cuenta, podremos obtener un sistema más óptimo y así elaboraremos las conexiones y programaciones que mas favorezcan a las bombas, sobre todo en su rendimiento, además se dará el seguimiento a la elaboración de un manual para el mantenimiento de las bombas, con el cual se pretende que sea de gran utilidad para que el sistema esté a su total eficacia y el departamento de mantenimiento de la empresa pueda implementar un programa de mantenimiento de calidad que evite fallas y deterioro de cada componente del sistema.

La función de las bombas es de obtener presiones que logren desalojar el agua que se encuentra en el cárcamo y trasladar el líquido a la tubería de drenaje. Todos los subsistemas cuentan con un PLC que nos brinda la posibilidad de lograr una mayor eficiencia y menos esfuerzo en cada una de ellas.

Además el mantenimiento que se les proporciona a todos los componentes del sistema es de tipo correctivo, debido a que cuando se presentan fallas se tiene que parar la distribución de agua para corregir el fallo y la idea es que el departamento de mantenimiento pueda cambiar esta forma de realizar estos mantenimientos y lograr detectar fallos a tiempo en el sistema.

1.2. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Diseño y automatización del sistema de bombeo del cárcamo de agua pluvial del hotel Holiday Inn.

1.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL PROYECTO

- Realizar los cálculos de tuberías y accesorios para el sistema de bombeo de agua pluvial.
- Programación de los PLC
- Elaborar un manual de mantenimiento

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Se presenta una propuesta de diseño y automatización de un sistema de bombeo de un cárcamo de agua pluvial para satisfacer las necesidades que la empresa tiene para aumentar la calidad y lograr su misión.

La responsabilidad del funcionamiento del sistema lo tiene el departamento de mantenimiento y donde ahora solo registran las horas de operación y las condiciones electromecánicas de los equipos.

Este proyecto de automatización tiene la finalidad de humanizar mas al trabajador u operador, además de cumplir con los objetivos principales que son, la reducción de costos por mantenimiento, la disminución de paros imprevistos, conservar en buenas condiciones al equipo y el sistema en general.

1.5. ALCANCE

El proyecto asignado abarca el estudio detallado de los subsistemas de bombeo, es decir, hacer los cálculos correspondientes para luego poder hacer la automatización y por ultimo elaborar un manual de mantenimiento para detectar de manera más fácil y rápida el tipo de error que presenta la bomba.

1.6. LIMITACIONES

Para la realización del proyecto no se cuenta con el personal altamente capacitado, además de no tener el suficiente recurso económico para lograr sustituir todas las partes defectuosas detectadas impidiendo la realización de las pruebas correspondientes.

1.7. PROBLEMAS A RESOLVER

- La problemática principal a resolver son hacer un cárcamo para desalojar toda el agua de lluvia que queda atrapada en esa área.
- Hacer la instalación correcta de las bombas.
- Hacer la automatización de dichas bombas.
- Asegurar que el personal cuente con el conocimiento necesario ayudándose de un manual de procedimiento para saber a ciencia cierta que se cumple con las normas de calidad exigidas por la Institución y que el proceso se está haciendo de manera adecuada.
- Recomendar las acciones necesarias para que se evite en medida de lo posible el re-trabajo, de tal manera que toda acción en el departamento de mantenimiento se realice correctamente desde la primera vez.

CAPITULO II

CARACTERIZACIÓN DEL AREA

2.1.- ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA EMPRESA

Holiday Inn fue creado en 1952 en Memphis, Tennessee por Kemmons Wilson. Wilson abrió su primer hotel en septiembre de 1952 después de una mala experiencia en sus vacaciones, en la Avenida de Verano 4941 en el distrito de Memphis Berclair en la carretera principal y Nashville. Luego fueron abiertos varios hoteles Holiday Inn. Actualmente pertenece a la cadena Intercontinental Hotels Group. El hotel Holiday Inn Tuxtla pertenece al grupo Farrera, con presencia en la Ciudad de México y 17 ciudades de 7 estados, es uno de los grupos empresariales más representativos del sureste mexicano

Su presidente, Rómulo Farrera Escudero ha puesto en alto a los chiapanecos con grandes empresas en los ramos: automotriz, hotelero e inmobiliario.

El Grupo Farrera, hace 81 años de existencia y en estos años hay logros que lo han consolidado en el centro y sureste mexicano como uno de los más importantes grupos automotrices, que incluso ha expandido su portafolio empresarial, posicionándose en tres principales ramos: automotriz, hotelero e inmobiliario.

Con presencia en siete estados y 17 ciudades, Grupo Farrera, es uno de los grupos empresariales más representativos del Sureste Mexicano, que además ha posicionado el nombre del sector empresarial chiapaneco en el Distrito Federal, y varios estados del país.

Su presidente Rómulo Farrera Escudero, ha puesto en alto a los chiapanecos en distintas latitudes. Es ejemplo de trabajo y honradez, quien ha creado gracias a esto innumerables fuentes de trabajo.

Los chiapanecos conocen y reconocen la trayectoria del importante empresario, quien ha sabido sacar adelante y vislumbrar horizontes lejanos, lo que le ha valido grandes logros del Grupo que fundó su padre, Ciro Farrera, hace 81 años.

El grupo Farrera fue fundado en 1935 por don Ciro Farrera Escobar (QEPD), quien se aventuró a establecer en Tuxtla Gutiérrez, la distribuidora de vehículos Chevrolet (Automotriz Farrera), sin imaginar siquiera el rotundo éxito que con el paso de los años tendría.

Para 1947, apertura una sucursal de Automotriz Farrera en Tapachula y en 1953 se convierte en el segundo distribuidor autorizado Chevrolet (Automotriz Soconusco).

Y de ahí, con la visión empresarial que le caracterizaba a Don Ciro Farrera, emprendió nuevos retos, como establecer una distribuidora de maquinaria agrícola con equipo John Deere (Automotriz Coyatocmó), con lo cual contribuyó con el desarrollo del campo en distintos lugares de su querido estado de Chiapas.

Sin embargo, luego del fallecimiento del presidente y fundador de la compañía, don Ciro Farrera Escobar, comienza una nueva era.

A partir de 1978, Rómulo Farrera Escudero, asume el control del Grupo Farrera y se convierte en el presidente y director general del mismo. A principios de los años 80 el Grupo diversifica sus operaciones y construye su primer Hotel Flamboyant (actualmente Holiday Inn Tuxtla Gutiérrez), convirtiéndose éste en el de mayor prestigio en la ciudad.

2.2. CARACTERISTICAS DE LA EMPRESA

2.2.1. MISIÓN

Crear un ambiente cordial y hospitalario mediante un servicio de calidad que nos ayude a lograr resultados que cumplan con las expectativas de nuestros clientes, empleados e inversionistas.

2.2.2. VISIÓN

Posesionarnos como el mejor hotel, mediante la excelencia en el servicio, en todas las interacciones con huéspedes y clientes.

2.2.3. LEMA

Al alojarse en Holiday Inn, tendrá la seguridad de que disfrutará de un buen descanso nocturno y un fabuloso desayuno.

2.2.4. VALORES DE LA EMPRESA

- Responsabilidad
- Servicio
- Honestidad
- Respeto
- Calidad
- Lealtad
- Congruencia

2.2.5. OBJETIVOS DE LA EMPRESA

Nuestro principal objetivo es el de brindar un servicio de calidad y confort, para nuestros huéspedes; así como ofrecer una variedad de platillos en nuestro restaurante y banquetes

2.2.6. NOMBRE Y DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO EN DONDE SE DESARROLLO LA RESIDENCIA

El departamento es de mantenimiento, en este departamento se realizan las siguientes actividades que se mencionan a grandes rasgos.

- Mantenimiento de los equipos preventivo-correctivo.
- Mantenimiento de toda la infraestructura.
- Mantenimiento de la planta eléctrica.

2.2.7. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

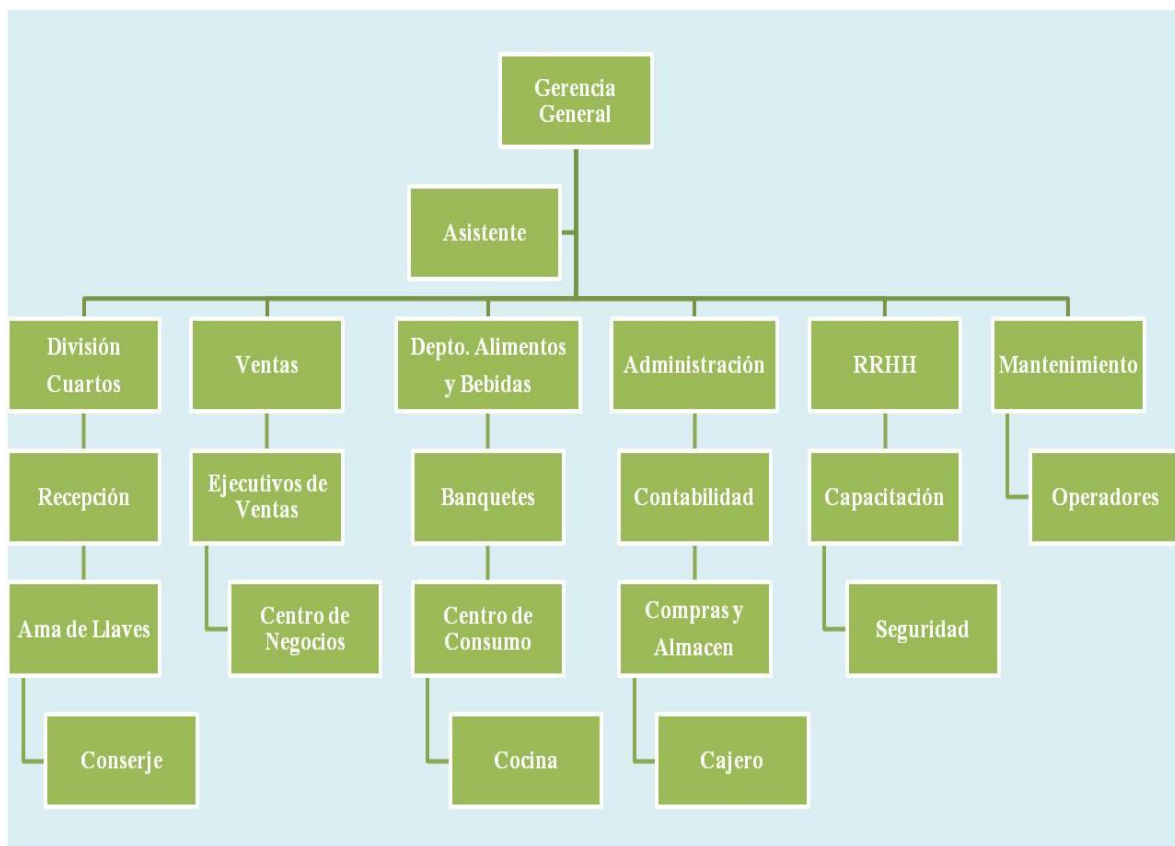


Figura 1.- Organigrama de la empresa

2.3.- LOCALIZACIÓN

2.3.1. MACROLOCALIZACIÓN

El hotel Holiday Inn se encuentra ubicado en México: en la capital del estado de Chiapas como se observa en la figura 2. El estado de Chiapas limita por el norte con el estado de tabasco, por el este con Guatemala (comparte la frontera sur), por el sur y sureste con el océano pacifico, y por el oeste con los estados de Veracruz y Oaxaca se pueden observar en la figura 3.



Figura 2.- Capital del estado de Chiapas



Figura 3.- Conlindaciones del estado de Chiapas

2.3.2. MICROLOCALIZACIÓN

El hotel Holiday Inn se localiza en el Boulevard Belisario Domínguez Kilometro 1081, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Código Postal 29000. La figura 4 nos muestra la fachada principal del hotel.



Figura 4.- Fachada principal del hotel Holiday Inn

CAPITULO III

FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1. ¿QUÉ ES UNA BOMBA?

Una bomba es un dispositivo que tiene la capacidad de recibir energía mecánica y transformarla para proporcionarle energía a un fluido, a esta última se le llama energía hidráulica. Podemos decir también que es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía hidráulica del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos. Se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud. Existe una ambigüedad en la utilización del término bomba, ya que generalmente es utilizado para referirse a las máquinas de fluido que transfieren energía, o bombean fluidos incompresibles, y por lo tanto no alteran la densidad de su fluido de trabajo.

3.1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LAS BOMBAS

Desde hace milenios el hombre aprendió a abastecerse de agua mediante mecanismos para transferirla de un lugar a otro. Ejemplos de estas máquinas primitivas son la noria movida por accionamiento humano o tracción animal y el malacate, empleados por las antiguas culturas egipcias y babilónicas.

Arquímedes describió en el siglo III A.C. lo que hoy se conoce como tornillo de Arquímedes, aunque este sistema había sido utilizado anteriormente por Senaquerib, rey de Asiria en el siglo VII A.C. En el siglo XII, Al-Jazari describió e ilustró diferentes tipos de bombas, incluyendo bombas reversibles, bombas de doble acción, bombas de vacío, bombas de agua y bombas de desplazamiento positivo.

Los mesopotámicos también crearon una bomba, alrededor del año 3000 A.C. usaron una palanca de madera al lado del banco de agua, con un contrapeso en un extremo y un balde en el otro. Cuando la palanca se empujaba hacia abajo, el contrapeso subía el balde y se vaciaba en una batea.

Las primeras bombas se hicieron con ruedas de agua y rampas y usaban animales para darles la energía necesaria para mover las ruedas. Se inventaron tres bombas alrededor del año 500 A.C. Entre ellas una noria con ollas atadas, una noria con compartimentos para el agua, y una cadena de baldes, que era una línea que pasaba por encima de una polea con baldes pegados a ella.

3.2. FUNCIONAMIENTO

El movimiento del agua y otros líquidos y gases se hace creando una diferencia de presión entre dos puntos por succión, compresión, vacío, empuje y otros medios, el fluido que sale del tubo de admisión entra a la bomba por el ojo del impulsor y luego se mueve hacia afuera entre las paletas del impulsor a su borde, en seguida el fluido entra a la carcasa de la bomba y luego al tubo de descarga. El accionamiento de las bombas puede ser con energía humana (bomba manual), humana o animal (noria), animal (malacate), motor eléctrico (turbina y otras), eólica (molino de viento), o incluso con la energía de una corriente de agua (ariete, molino de agua).

3.3. CLASIFICACIÓN

Para una clasificación de los diferentes tipos de bombas hidráulicas, se deben conocer los términos más importantes para evaluar sus méritos, ellos son:

Amplitud de presión: Son los límites máximos de presión con los cuales una bomba puede funcionar adecuadamente. Las unidades más usadas son kg/cm² o lb/plg².

Volumen: Es la cantidad de fluido que una bomba puede entregar a la presión de operación. Las unidades son L/min o gal/min.

Amplitud de la velocidad: Se constituyen en los límites máximo y mínimo en los cuales las condiciones a la entrada y soporte de la carga permitirán a la bomba funcionar satisfactoriamente. La unidad empleada es r.p.m.

Eficiencia mecánica: Se puede determinar mediante la relación entre el caballaje teórico a la entrada, necesario para un volumen específico en una presión específica y el caballaje real a la entrada necesario para el volumen específico a la presión específica.

Eficiencia volumétrica: Se puede determinar mediante la relación entre el volumen teórico de salida a 0 lb/plg² (kg/cm²) y el volumen real a cualquier presión asignada.

Eficiencia total: Se puede determinar mediante el producto entre la eficiencia mecánica y la eficiencia volumétrica.

CLASIFICACIÓN DE BOMBAS

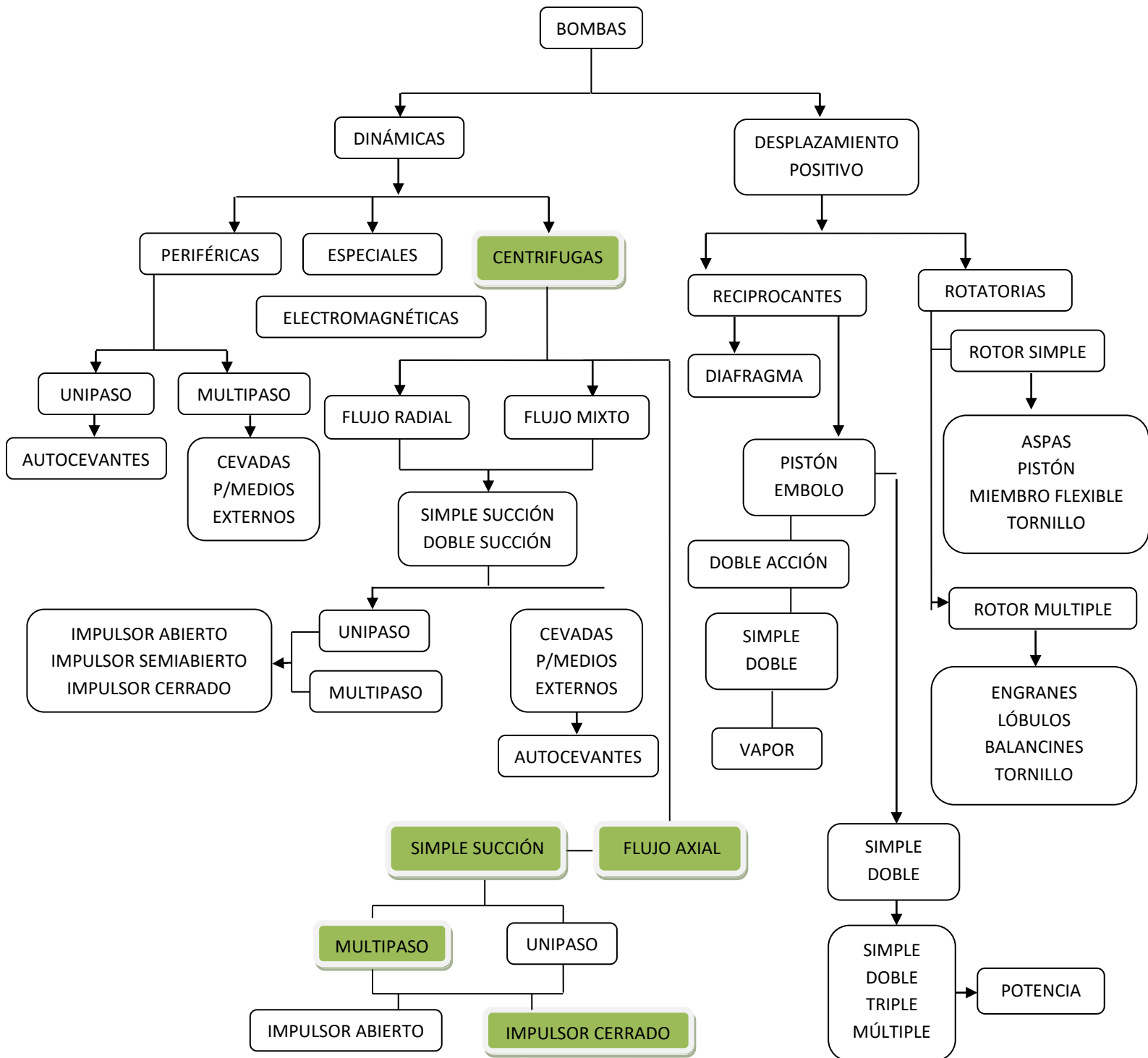


Figura 5.- Clasificación de bombas

3.4. BOMBA CENTRÍFUGA



Figura 6.- Bomba centrífuga horizontal

Las bombas hidráulicas son máquinas relativamente sencillas, su función básica es la de elevar un fluido de un nivel determinado a otro, el líquido más valioso que mueven las bombas es la esencia misma de la vida, “el agua”. Según el tipo de aplicación se usará uno u otro tipo de bomba, las bombas centrífugas se utilizan en toda clase de bombeos excepto si la carga a vencer es demasiado elevada. Esta clase de bomba se indica para caudales moderados y alturas notables.

Las bombas centrífugas son máquinas hidráulicas que mueven cierto volumen de líquido entre dos niveles donde transforma la energía mecánica en energía cinética y potencial requerida. La energía se comunica en el líquido por medio de alabes en movimiento de rotación, las bombas centrífugas aumentan la velocidad del fluido con un impulsor rotativo llamado rodete, pueden bombear agua venciendo la gravedad pero para ello requieren la acción de un motor potente y constante que haga girar el impulsor. La bomba centrífuga constituye el tipo más frecuentemente utilizado. Son máquinas hidráulicas donde el líquido, al entrar en la cámara por la parte central y en la dirección del eje del rotor, es impulsado por éste y al girar lanzada hacia el exterior por la fuerza centrífuga. El líquido adquiere energía cinética que en el difusor se convierte en un aumento de presión, transforman por tanto, un trabajo mecánico en otro de tipo hidráulico.

3.4.1. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA BOMBA

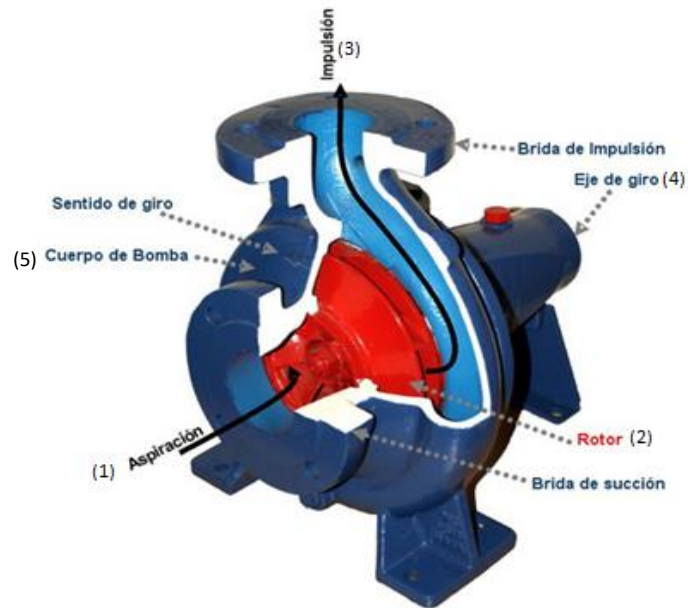


Figura 7.- Vista de los componentes externos de una bomba centrífuga horizontal

1. Una tubería de aspiración, que concluye prácticamente en la brida de aspiración.
2. El impulsor o rodete, formado por una serie de álabes de formas distintas que giran dentro de una carcasa circular. El rodete va unido solidariamente al eje y es la parte móvil de la bomba.
3. Una tubería de impulsión, donde el líquido adquiere la presión cedida por la energía cinética en la voluta de la bomba.
4. Un eje de la bomba que cuando está instalado se ubica en posición vertical u horizontal según el requerimiento deseado.
5. Una voluta

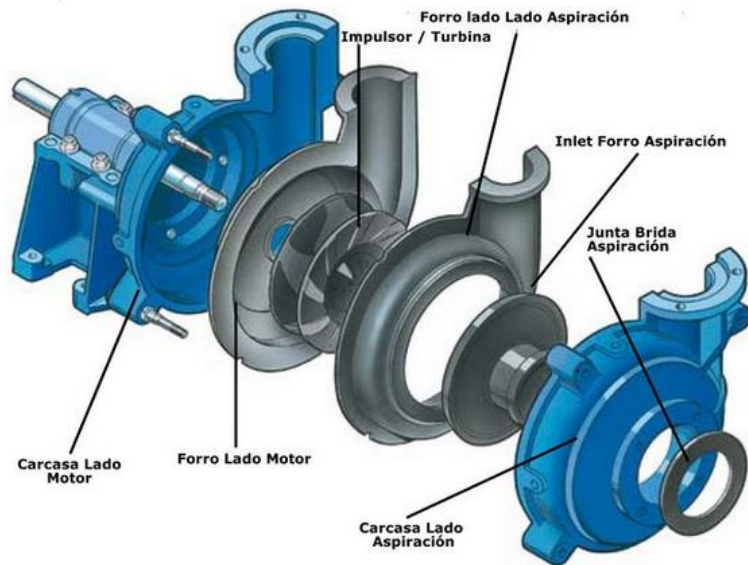


Figura 8.- Bomba centrífuga con componentes separados

3.4.2. FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES

- Tubería de aspiración es mediante la cual se abastece el fluido.
- Eje de la bomba: cuando está instalado se ubica en posición vertical u horizontal según el requerimiento solicitado. un extremo se acopla al motor y el otro extremo se acopla en la parte superior de un rodete.
- El rodete es accionado por un motor que va unido solidariamente al eje siendo la parte móvil de la bomba. Los alabes del rodete someten a las partículas del liquido a un movimiento de rotación muy rápido siendo proyectadas hacia el exterior por la fuerza centrífuga imprimiendo gran velocidad al fluido y aumentando también su presión.
- La voluta es un órgano fijo que está dispuesta en forma de caracol alrededor del rodete, su misión es la de recoger el liquido que abandona el rodete a gran velocidad, cambiar la dirección de su movimiento y encaminarlo hacia la brida de impulsión de la bomba. La voluta es también un transformador de energía por que frena la velocidad del líquido transformando parte de la energía dinámica en energía de presión.

- La tubería de impulsión está instalada en la salida de la voluta por la que el líquido es evacuado a la presión y velocidad creadas en la bomba.

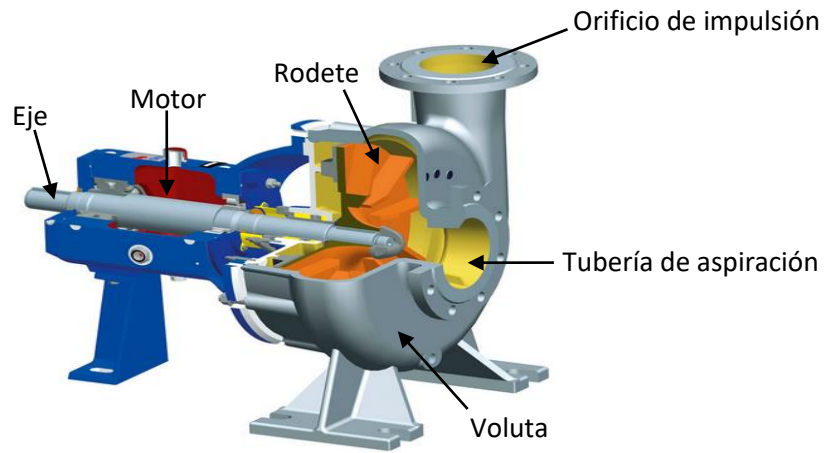


Figura 9.- Componentes internos de una bomba horizontal centrífuga

3.4.3 OPERACIÓN DE UNA BOMBA CENTRIFUGA

Como su nombre lo indica, una bomba centrífuga opera según al principio de la fuerza centrífuga, el agua ingresa a la bomba por el centro de la misma y hace girar los rodetes, los alabes del rodete aumentan la velocidad de la corriente y conducen el agua a través de una tubería de salida. La velocidad que se genera al girar el rotor se transforma en presión cuando sale de la bomba.

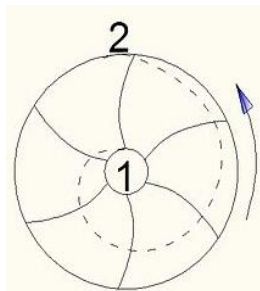


Figura 10.- Desplazamiento de una partícula al ingresar por el centro del rodete de una bomba centrífuga

Aunque la fuerza centrífuga producida depende tanto de la velocidad en la periferia del impulsor como de la densidad del líquido, la energía que se aplica por unidad de masa del líquido es independiente de la densidad del líquido. Por tanto, en una bomba dada que funcione a cierta velocidad y que maneje un volumen definido de líquido, la energía que se aplica y transfiere al líquido, es la misma para cualquier líquido sin que importe su densidad.

Tradicionalmente la presión proporcionada por la bomba en metros de columna de agua o pie-lb/lb se expresa en metros o en pies y por ello que se denomina genéricamente como "altura", y aun más, porque las primeras bombas se dedicaban a subir agua de los pozos desde una cierta profundidad.

Las bombas centrífugas tienen un uso muy extendido en la industria ya que son adecuadas casi para cualquier uso. Constituyen no menos del 80% de la producción mundial de bombas, porque es la más adecuada para mover más cantidad de líquido que la bomba de desplazamiento positivo.

No hay válvulas en las bombas de tipo centrífugo; el flujo es uniforme y libre de impulsos de baja frecuencia. Los impulsores convencionales de bombas centrífugas se limitan a velocidades en el orden de 60 m/s.

3.5. APLICACIONES

Las bombas centrífugas resultan un elemento indispensable en las instalaciones de abastecimientos de agua para poblaciones, industrias, edificios, etc. También son muy útiles en sistemas de riego, en sistemas de drenaje, alcantarillados de aguas residuales, en sistemas de acumulación de las estaciones hidroeléctricas, en los sistemas de alta presión de alimentación de calderas, en las presas hidráulicas, en la circulación de agua para la calefacción o plantas térmicas, generalmente en la impulsión de toda clase de líquidos.

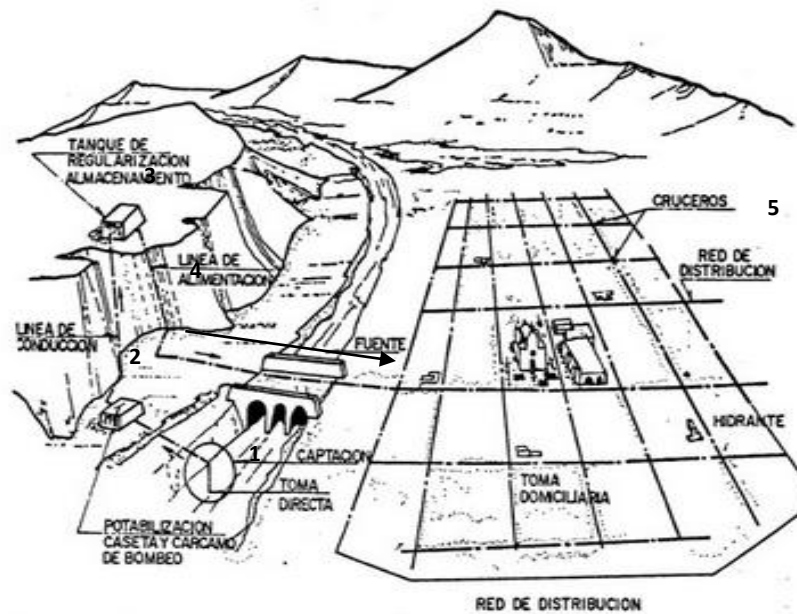


Figura 11.- Ejemplo de un sistema general de abastecimiento de agua potable

3.6. ¿COMO SELECCIONAR UNA BOMBA HIDRAULICA?

Las bombas deben seleccionarse según el concepto del trabajo a realizar, con base a: presión máxima de trabajo; rendimiento de la bomba; precisión y seguridad de operación; fácil mantenimiento; máximo flujo; control requerido en la fase de arranque. Las características mecánicas de las bombas son definidas por las condiciones de la operación, como presión, temperaturas, condiciones de succión y el material bombeado. Las características hidráulicas son inherentes a cada tipo de bomba y están influidos por la densidad, viscosidad, tipo de accionamiento y tipo de control.

3.7. TUBERIA

Una tubería es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos.

3.7.1. TUBOS DE ACERO SIN COSTURA

La tubería es un lingote cilíndrico que se calienta en un horno antes de la extrusión. En la extrusión se hace pasar por un dado cilíndrico y posteriormente se hace el agujero mediante un penetrador. La tubería sin costura es la mejor para la contención de la presión gracias a su homogeneidad en todas sus direcciones. Además, es la forma más común de fabricación y por tanto la más comercial.



Figura 12.- Tubería de acero

La tubería con la que se cuenta en la unidad hospitalaria es fabricada en acero de alta calidad lo cual la hace maleable, de fácil doblado y roscado, el galvanizado es hecho por medio del método de inmersión en caliente lo cual garantiza el galvanizado uniforme tanto interno como externo así como la resistencia a la corrosión.

3.7.2. TUBERÍAS DE COBRE

Las tuberías rígidas de cobre tienen la característica de ser ideales en la conducción de fluidos en las instalaciones fijas, nos ofrecen una gama de servicios que van desde las redes de drenaje o ventilación hasta redes de tipo industrial que conduzcan líquidos o gases a temperaturas y presiones considerablemente elevadas.



Figura 13.- Tubería de cobre

3.7.3. ACCESORIOS DE TUBERIAS

Es el conjunto de piezas moldeadas o mecanizadas que unidas a los tubos mediante un procedimiento determinado forman las líneas estructurales de tuberías de una planta de proceso.

Entre los tipos de accesorios más comunes se puede mencionar:

- Bridas
- Codos
- Tes
- Reducciones
- Cuellos o acoples
- Válvulas
- Empacaduras
- Tornillos
- Niples.

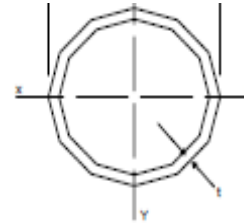


Figura 14.- Accesorios de tubería

Cada tubería cuenta con una cédula, la cual está relacionada con el flujo, temperatura y presión con la cual la tubería estará trabajando. A continuación se presentan tablas con estas características.

Tabla 1a.- Propiedades de los tubos de acero de ½ - 2 pulg.

PROPIEDADES DE TUBOS DE ACERO



Diámetro Nominal Pulg. Mm	Diám. Ext. D mm	Diám. Interior mm	Espesor t mm	Peso kg/m	Area cm ²	Momento de Inercia cm ⁴	Modulo de Sección cm ³	Radio de Giro cm	No. de Cédula
1/2	21.33	17.53	1.89	0.960					30
12.7	21.33	15.79	2.77	1.347					40
	21.33	13.87	3.73	1.62					80
3/4	26.67	27.89	1.89	1.13					30
19.05	26.67	20.93	2.87	1.69					40
	26.67	18.85	3.91	2.20					80
1	33.40	29.62	1.84	1.50					30
25.4	33.40	26.56	3.41	2.73					40
	33.40	24.30	4.55	3.24					80
1 1/4	42.16	37.60	2.28	2.35					30
31.8	42.16	35.32	3.42	3.41					40
	42.16	32.46	4.85	4.47					80
1 1/2	48	45.72	2.28	2.643					30
38	48	41	3.7	4.0	5.2	12.9	5.3	1.6	40
	48	38	5.1	5.4	6.9	16.3	6.7	1.5	80
	48	34	7.1	7.2	9.2	20.1	8.3	1.5	160
2	60	57.35	2.65	3.978					30
51	60	53	3.9	5.4	6.9	27.7	9.2	2.0	40
	60	49	5.5	7.5	9.5	36.1	12.0	1.9	80
	60	48	8.7	11.1	14.1	48.4	16.0	1.9	160

Tabla 1b.- Propiedades de los tubos de acero de 2½ - 8 pulg.

Diámetro Nominal Pulg. Mm	Diám. Ext. D mm	Diám. Interior mm	Espesor t mm	Peso kg/m	Area cm²	Momento de Inercia cm⁴	Modulo de Sección cm³	Radio de Giro cm	No. de Cédula
2 1/2 64	73	70.35	2.65	4.707					30
	73	63	5.2	8.6	11.0	63.7	17.4	2.4	40
	73	59	7.0	11.4	14.5	80.1	21.9	2.3	80
	73	54	9.5	14.9	19.0	97.9	26.8	2.3	160
3 76	89	85.96	3.04	6.705					30
	89	78	5.5	11.3	14.4	126	28.3	3.0	40
	89	74	7.6	15.3	19.5	162	36.5	2.9	80
	89	67	11.1	21.3	27.2	210	47.2	2.8	160
3 1/2 89	102	90	5.7	13.6	17.4	199	39.2	3.4	40
	102	85	8.1	18.6	23.8	261	51.5	3.3	80
4 102	114	110.96	3.04	8.524					30
	114	102	6.0	16.1	20.6	301	52.7	3.8	40
	114	97	8.5	22.3	28.5	400	70.0	3.8	80
	114	92	11.1	28.3	36.1	485	84.8	3.7	120
	114	87	13.5	33.6	42.9	552	96.7	3.6	160
5 127	141	128	6.6	21.8	27.8	631	89.3	4.8	40
	141	122	9.5	30.9	39.5	860	121.8	4.7	80
	141	116	12.7	40.3	51.5	1071	151.6	4.6	120
	141	110	15.9	49.0	62.6	1250	177.0	4.5	160
6 152	168	163.45	4.55	18.41					30
	168	154	7.1	28.2	36.0	1171	133.3	5.7	40
	168	146	11.0	42.5	54.3	1685	200.2	5.6	80
	168	140	14.3	54.2	69.2	2077	247	5.5	120
	168	132	18.3	67.4	86.1	2455	292	5.3	160
8 203	219	206	6.3	33.3	42.5	2402	219	7.5	20
	219	205	7.0	36.8	47.0	2635	241	7.5	30
	219	203	8.1	42.5	54.3	3018	276	7.5	40
	219	198	10.3	53.1	67.8	3696	338	7.4	60
	219	194	12.7	64.6	82.5	4400	402	7.3	80
	219	189	15.0	75.7	96.7	5053	461	7.2	100
	219	183	18.0	90.3	115.3	5852	534	7.1	120
	219	178	20.6	100.9	128.8	6402	585	7.1	140

PROPIEDADES DE LA TUBERIA DE COBRE

Tabla 2.- Características de la tubería de cobre tipo “M”

Medida Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor de Pared	Peso	Peso por tramo	Presión Máxima	Presión Constante	Flujo
Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Lb/pie kg/m	libras kilogramos	PSI kg/cm ²	PSI kg/cm ²	G. P. M. L. P. M.
1/4"	0.375"	0.325"	0.025"	0.107	2.132	6,133	1,226	
6.35 mm	9.525	8.255	0.635	0.159	0.968	431.15	86.18	
3/8"	0.500"	0.450"	0.025"	0.145	2.903	4,500	900	2.247
9.50 mm	12.700	11.430	0.635	0.216	1.318	316.35	63.27	8.507
1/2"	0.625"	0.569"	0.028"	0.204	4.083	4,032	806	4.064
12.7 mm	15.875	14.453	0.711	0.304	1.854	283.45	56.66	15.382
3/4"	0.875"	0.811"	0.032"	0.328	6.566	3,291	658	10.656
19 mm	22.225	20.599	0.812	0.488	2.981	231.35	46.25	40.333
1"	1.125"	1.055"	0.035"	0.465	9.310	2,800	560	21.970
25 mm	28.575	26.767	0.889	0.693	4.227	196.84	39.36	83.180
1 1/4"	1.375"	1.291"	0.042"	0.683	13.656	2,749	550	39.255
32 mm	34.925	32.791	1.067	1.016	6.200	193.25	38.66	148.580
1 1/2"	1.625"	1.527"	0.049"	0.941	18.821	2,713	542	62.335
38 mm	41.275	38.785	1.245	1.400	8.545	190.72	38.10	235.940
2"	2.125"	2.009"	0.058"	1.461	29.233	2,470	491	131.000
51 mm	53.975	51.029	1.473	2.176	13.272	173.65	34.51	495.860
2 1/2"	2.625"	2.495"	0.065"	2.032	40.647	2,228	445	231.461
64 mm	66.675	63.373	1.651	3.025	18.454	156.62	31.28	876.010
3"	3.125"	2.981"	0.072"	2.683	53.663	2,073	414	375.189
76 mm	79.375	75.718	1.889	3.994	24.363	145.73	29.10	1,420.09
4"	4.125"	3.935"	0.095"	4.665	93.310	2,072	414	799.395
102 mm	104.775	99.949	2.413	6.945	42.363	145.65	29.10	3,025.71

CAPITULO IV

**PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCIONES
DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS**

4.1. EVALUACIÓN DE DAÑOS

Los daños existentes en el sistema principal de bombeo del hotel se debe a que no existe una programación de un mantenimiento preventivo dando lugar a que ocurran una serie de problemas que afectan el rendimiento del proceso de bombeo provocando paros indeseados para corregirlos, todo esto conlleva a no poder utilizar la tecnología de los PLC's con los que se cuentan en la institución y realizar trabajos que de ser automáticos se hacen de forma manual, provocando mayor esfuerzo y trabajo de los encargados de mantenimiento, los principales factores son, la cavitación en las bombas, la oxidación en las tuberías y mal uso de accesorios y herramientas.

4.1.1. CAVITACIÓN

La cavitación es una condición destructiva que puede reducir significativamente el rendimiento de la bomba y dañar seriamente los componentes. Es una condición predecible y en la mayoría de los casos evitable. Los factores que determinan el estado del agua son la temperatura y la presión, el agua hervirá a una temperatura alta si se aplica más presión a su superficie.

La cavitación ocurre cuando la presión sobre un líquido es reducida a un valor menor que su presión de vapor, y este se transforma de su forma líquida a vapor. Pequeñas bolsas de este aparecen como burbujas diminutas, que se convierten de nuevo a líquido al incrementar la presión. En una bomba centrífuga esto sucede en los alabes del impulsor, normalmente a $\frac{1}{4}$ de distancia del eje. Este cambio físico suelta la energía absorbida al formar las bolsas de vapor causando una "implosión", que es lo opuesto de una explosión.

Existen varias formas de detectar la cavitación:

- Sonido
- Vibración
- Daño
- Bajo rendimiento

Para que una bomba centrífuga produzca cavitación deben existir las siguientes condiciones:

- Un aumento en la altura de succión estática.
- Reducción en la presión atmosférica causada por un aumento en la elevación
- Un aumento en la temperatura del líquido que se está bombeando.
- Cambio en el patrón del flujo del líquido causado por obstrucción o un giro

La cavitación no es incorregible. Si se presenta, se pueden tomar medidas correctivas para eliminar el problema:

- Aumentar el tamaño de la tubería de succión.
- Reducir el largo total de dicha tubería.
- Reducir la altura de succión estática
- Colocar la bomba más cerca de la fuente.
- Reemplazar la bomba.

CAVITACIÓN DE SUCCIÓN

Ocurre cuando la succión de la bomba se encuentra en unas condiciones de baja presión/alto vacío que hace que el líquido se transforme en vapor a la entrada del rodete. Este vapor es transportado hasta la zona de descarga de la bomba donde el vacío desaparece y el vapor del líquido es nuevamente comprimido debido a la presión de descarga. Se produce en ese momento una violenta implosión sobre la superficie del rodete. Un rodete bajo condiciones de cavitación de succión presenta grandes cavidades producidas por los trozos de material arrancados por el fenómeno. Esto origina el fallo prematuro de la bomba.

CAVITACIÓN DE DESCARGA

La cavitación de descarga sucede cuando la descarga de la bomba está muy alta, ocurre en una bomba que está funcionando a menos del 10% de su punto de eficiencia óptima. La elevada presión de descarga provoca que la mayor parte del fluido circule por dentro de la bomba en vez de salir por la zona de descarga. A medida que el líquido fluye alrededor del rodete debe de pasar a una velocidad muy elevada a través de una pequeña apertura entre el rodete y el tajamar de la bomba, esta velocidad provoca el vacío en el tajamar que incita al líquido para que se transforme en vapor. Una bomba funcionando bajo estas condiciones muestra un desgaste prematuro del rodete, tajamar y álabes. Además es de esperar un fallo prematuro de las juntas de estanqueidad y rodamientos de la bomba, bajo condiciones extremas puede llegar a romperse el eje del rodete.

4.1.2. CORROSIÓN EN TUBERIA

Como segundo punto tenemos la corrosión en la tubería, esta es la causa general de destrucción de la mayor parte de los materiales ya sean naturales o fabricados por el hombre, dependiendo del material utilizado se puede producir una oxidación y como ya se sabe esto debilita estructuralmente el material. La aparición de goteras en la tubería de agua podría atribuirse al deterioro interno de las mismas, las pérdidas económicas que implica la corrosión pueden ser directas relacionadas con el reemplazo de la parte dañada o indirectas debidas a paradas de planta imprevistas para efectuar reparaciones, pérdidas de producto de tanques y pérdidas de eficiencia en sistemas de bombeo. La corrosión más común es por picado, esta es muy localizada y eventualmente puede perforar el metal. El picado es causado por la ruptura local de la película de óxido protector que cubre el metal.

Frecuentemente las picaduras son difíciles de detectar ya que los pequeños agujeros son tapados por productos de corrosión y por ese motivo puede provocar fallos inesperados. Si ocurre una perforación podrá poner fuera de servicio a la tubería del sistema de bombeo, con la necesidad de parar el proceso para su recambio. Por lo tanto, las consecuencias ocasionadas por la corrosión es el deterioro de la tubería, desgastes, obstrucciones, reducción de la uniformidad de distribución, picaduras y fugas provocando una deficiencia en el proceso.

4.1.3. USO INADECUADO DE HERRAMIENTAS

En todas las industrias, cualquiera que sea su actividad, se precisa realizar trabajos de mantenimiento y reparación que requieren el uso de una serie de herramientas. La utilización de herramientas inadecuadas, usar herramientas defectuosas o mal diseñadas y el uso de herramientas en forma incorrecta de parte de los trabajadores es un problema muy común en todas las áreas de trabajo, al utilizar herramientas que no realizan la función que se pretende ya sea por no contar con gran variedad de estas y forzar a refacciones menores a cumplir funciones que no le pertenecen, se generan problemas que dificultan aun más el trabajo, los más comunes son los desgastes o barridos de componentes, rupturas, esfuerzos que deforman las refacciones, en casos extremos daños permanentes en los accesorios y accidentes. Esto es debido a la falta de capacitación y motivación de realizar las actividades en los trabajadores.

4.2. CÁLCULOS

A continuación se demostrara mediante cálculos si las bombas utilizadas en los sistemas son las adecuadas para satisfacer las necesidades requeridas y tener un proceso eficiente o si se pueden optimizar aun más.

4.2.1. ECUACIONES

Debido a que analizaremos un sistema de bombeo donde se incluyen tuberías y accesorios, sabemos que existen diversos factores que impiden realizar un proceso totalmente eficiente, tales son las pérdidas primarias (rozamiento por tubería recta, por altura hidráulica) y por pérdidas secundarias (por los accesorios del sistema), para calcularlas tenemos las siguientes formulas.

Ecuación de Bernoulli

$$E + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} + h_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + h_2 + \text{pérdidas} \text{-----} \text{Ecua. No 1}$$

Donde:

E= potencia de la bomba (altura)

V= Velocidad del fluido

g= gravedad

P= Presión

ρ = densidad

h= altura

pérdidas= pérdidas primarias + pérdidas secundarias

$$\text{pérdidas primarias} = \text{pérdidas por tubería recta} = h_L = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \text{-----} \text{Ecua. No 2}$$

Donde: f = constante de fricción

L= Longitud de tubería recta

D= Diámetro de la tubería

V= Velocidad del fluido

g= gravedad

$$\text{pérdidas secundarias} = \text{pérdidas por accesorios} = \sum K \frac{v^2}{2g} \text{-----} \text{Ecua. No 3}$$

Donde:

ΣK = sumatoria de las constantes de accesorios..... ver tabla No 3

Tabla 3.- Constantes K en accesorios de tubería

Accesorios	K
Válvula de globo completamente abierta	10.0
Válvula de ángulo completamente abierta	5.0
Válvula de retención de columpio abierta	2.5
Válvula de compuerta abierta	0.19
Codo en U	2.2
Conexión en T estándar	1.8
Codo estándar	0.9
Codo de radio medio	0.75
Codo de radio largo	0.60
Codo de 45 grados	0.45
Válvula de control abierta	3.0
De depósito a tubería a ras	0.50
De tubería a depósito (pérdida a la salida)	1.00

No de Reynolds

$$Re = \frac{V.D}{\nu} \text{ ----- Ecua. No 4}$$

Donde: V = Velocidad del fluido
D = Diámetro de la tubería
 ν = viscosidad cinemática

$Re > 4000$ = flujo turbulento

$2000 < Re \leq 4000$ = flujo laminar

Caudal $Q = AV$ -----Ecua. No 5

Velocidad $V = \frac{4Q}{\pi d^2}$ -----Ecua. No 6

Potencia de la bomba $P = \frac{Q \cdot E_a}{76 \cdot n}$ -----Ec. No 7

Donde H = perdidas primarias + perdidas secundarias

CALCULO DEL SISTEMA DE BOMBEO

Calcular la potencia de la bomba para trasladar 200 lps de agua con una temperatura de 20°C, la bomba debe de operar a 80%. A la línea de succión se le colocara una tubería de acero comercial estándar cedula 40 de 2 in de diámetro, y de 3 metros de largo, la línea de descarga se le colocara el mismo material de 2 in de diámetro cedula 40 y una longitud de 18.5 metros.

DATOS:

ν agua a 20°C = $1.007 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (dato para todos los sistemas)

$$n = 80\% = 0.80 \quad V_1 = V_2 = Cte$$

$$Q = 200 \text{ lps} = 0.2 \text{ m}^3/\text{s} \quad D_1 = D_2 = Cte$$

$$\frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g} + Z_A + E_A = \frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g} + Z_B + \text{Perdidas} \dots \dots \dots \text{ecua(1)}$$

$$E_A = Z_B - Z_A + \text{Perdidas} \dots \dots \dots \text{ecua(2)}$$

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4(0.2 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(0.0508 \text{ m})^2} = 98.67 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{(98.67 \text{ m/s})(0.0508 \text{ m})}{1.007 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 4.97 \times 10^6 \text{ turbolento}$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{6 \times 10^{-5} \text{ m}}{0.0508 \text{ m}} = 0.00118$$

Del diagrama de Moody $f = 0.021$

Línea 1 o tubería de succión: $D_1 = 0.0508 \text{ m}$ $L = 3 \text{ m}$

Accesorios (1 codo de 90°)

$$hf_1 = f_1 \frac{L_1 V^2}{D 2g} = 0.021 \frac{3}{0.0508} \frac{98.67^2}{2(9.81)} = 615.4$$

$$h_{a1} = \Sigma k \frac{V^2}{2g} = 0.9 \frac{98.67}{2 \times 9.81} = 446.59$$

Línea 2 o tubería de descarga: $D_2 = 0.0508 \text{ m}$ $L = 18.5 \text{ m}$

Accesorios (1 codo de 90°)

$$hf_2 = f_1 \frac{L_2}{D} \frac{V^2}{2g} = 0.021 \frac{18.5}{0.0508} \frac{98.67^2}{2(9.81)} = 3794.9$$

$$h_{a2} = \Sigma k \frac{V^2}{2g} = 0.9 \frac{98.67}{2 \times 9.81} = 446.59$$

$$perdidas = hf_1 + h_{a1} + hf_2 + h_{a2}$$

$$perdidas = 615.4 + 446.59 + 3794.9 + 446.59$$

$$perdidas = 5843.48$$

Sustituyendo valores en ecuación (2) obtenemos:

$$E_a = (3.5 - 3) + 5843.48$$

$$E_a = 5848.98$$

Para calcular la potencia tomamos la ecuación (7)

$$P = \frac{0.2 * 5848.98}{76 * 0.8} = 19.25$$

Tabla 4.- Tipos de tubería con valores ϵ

Tipo de tubería o de revestimiento (nuevo)	Valores de ϵ en cm	
	Intervalo	Valor de diseño
Latón	.00015	.00015
Cobre	.00015	.00015
Hormigón	.03-.3	.012
Fundición desnuda	.012-.06	.024
Fundición asfaltada	.006-.018	.012
Fundición revestida de cemento	.00024	.00024
Fund. revestimiento bituminoso	.00024	.00024
Fundición centrífuga	.0003	.0003
Hierro galvanizado	.006-.024	.015
Hierro forjado	.003-.009	.006
Acero comercial y soldado	.003-.009	.006
Acero roblonado	.09-.9	.18
Tubo estirado	.00024	.00024
Madera	.018-.09	.06

ϵ = tamaño de las imperfecciones superficiales en m
 d = diámetro de la tubería en m

La bomba de este sistema es de una potencia de 19.5 HP con una eficiencia de 80% por lo que la real es de $19.5 (0.8\%) = 15.6 \text{ HP}$. Con esta bomba se va a poder vacía el depósito en 135 segundos debido a la potencia.

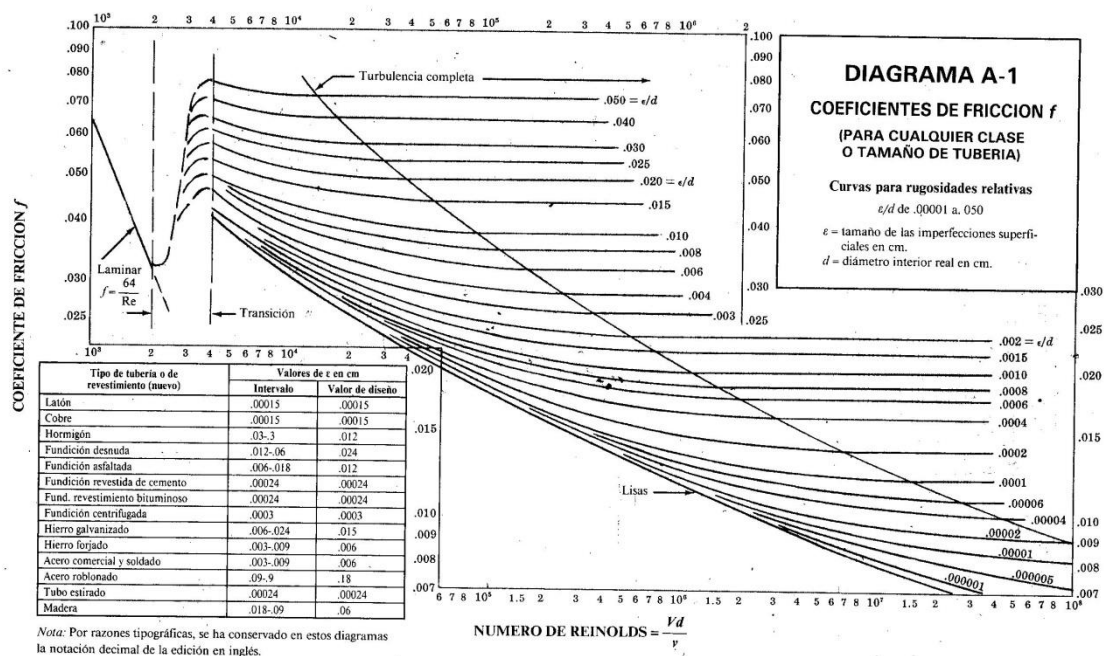


Figura 15.- Diagrama de Moody

4.3. - CORRECCIONES Y PRUEBAS

Actualmente el departamento de mantenimiento de la institución no cuenta con un programa de mantenimiento establecido de tipo preventivo para las unidades de bombeo causando que, debido a no realizar revisiones e inspecciones a tiempo en el sistema, los defectos y errores que existen conforme pasa el tiempo estos van empeorando hasta llegar al punto en que estos se convierten en permanentes, ocasionando gastos elevados en mantenimiento y paros del sistema para poder cambiar por completo la pieza o accesorio dañado, de ahí deriva la gran importancia de no solo tener un mantenimiento programado, si no llevarlo a cabo en tiempo y forma para evitar todo esto. Gran parte de los daños detectados en el sistema principal de bombeo de la unidad hospitalaria es debido a que no se tiene un manual de mantenimiento preventivo y es por eso que se creara uno y se aplicara en forma ordenada y precisa. Antes de esto se llevara a cabo la corrección de todos los defectos que se detectaron a lo largo de este documento.

4.4. IMPORTANCIA DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO

Los desperfectos en las máquinas y equipos con lo que cuentan las empresas son uno de los tantos y más frecuentes problemas a los que tienen que enfrentarse. Toda empresa, independientemente de su tamaño, es una organización formal cuya función es producir un producto o prestar un servicio a satisfacción completa de los consumidores o usuarios al nivel más económico. Para garantizar la satisfacción completa del consumidor y el funcionamiento eficiente y armónica, cada empresa debe desarrollar una gama amplia de políticas y de procedimientos de trabajos, así como, establecer los flujos de mando y definir las responsabilidades de los distintos integrantes de la organización. El mantenimiento es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, maquinas, construcciones civiles e instalaciones.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

El manual de mantenimiento es un documento indispensable para cualquier tipo y tamaño de empresa o industria ya sea que elabore un producto o preste algún servicio. Disponer de un manual es importante por cuanto a que:

- Constituye el medio que facilita una acción planificada y eficiente del mantenimiento.
- Permite la formación de personal capacitado.
- Induce el desarrollo de un ambiente de trabajo conducente a establecer una conducta responsable y participativa del personal y al cumplimiento de los deberes establecido.

En el manual se indica los objetivos de mantenimientos, los procedimientos de trabajo, de control y de acciones correctivas.

Si se siguen unas cuantas instrucciones al armar y desarmar la bomba se pueden economizar tiempo, trabajo y problemas. Estas instrucciones son aplicables a toda clase de bombas.

SERVICIO DE LA BOMBA

La bomba no requiere otro mantenimiento que una inspección periódica y limpieza ocasional.

El propósito de la inspección es prevenir fallas, de este modo se obtiene una vida de servicio más óptima. El mamelón de la bomba es lubricado por el fluido que se empieza a bombear y por lo tanto no requiere de lubricación periódica.

REPARACIONES

La bomba puede ser desensamblada usando las ilustraciones y el texto proporcionado. Una vez completado el desensamble y verificado todas sus partes ocasionalmente será necesario ensamblar la bomba. Algunas ilustraciones que se presentan muestran las instrucciones del desensamble de la bomba en varias etapas. Las mismas ilustraciones se proporcionan para ayudar al usuario a identificar las partes de la bomba.

Cuando desensamble su bomba, inspeccione todas sus partes para así poder determinar su reusabilidad, por ejemplo: las carcasas agrietadas nunca deberán ser usadas; las empaquetaduras deberán ser cambiadas durante el desensamble, simplemente como un ahorro a la economía de su mantenimiento ya que es mucho más barato cambiarlas cuando están un poco deterioradas que cambiarlas cuando han fallado completamente.

DESENSAMBLE

El desensamble únicamente se debe hacer cuando se necesiten hacer reparaciones o inspecciones. Si las reparaciones las requiere únicamente la bomba, no será necesario quitar el adaptador.

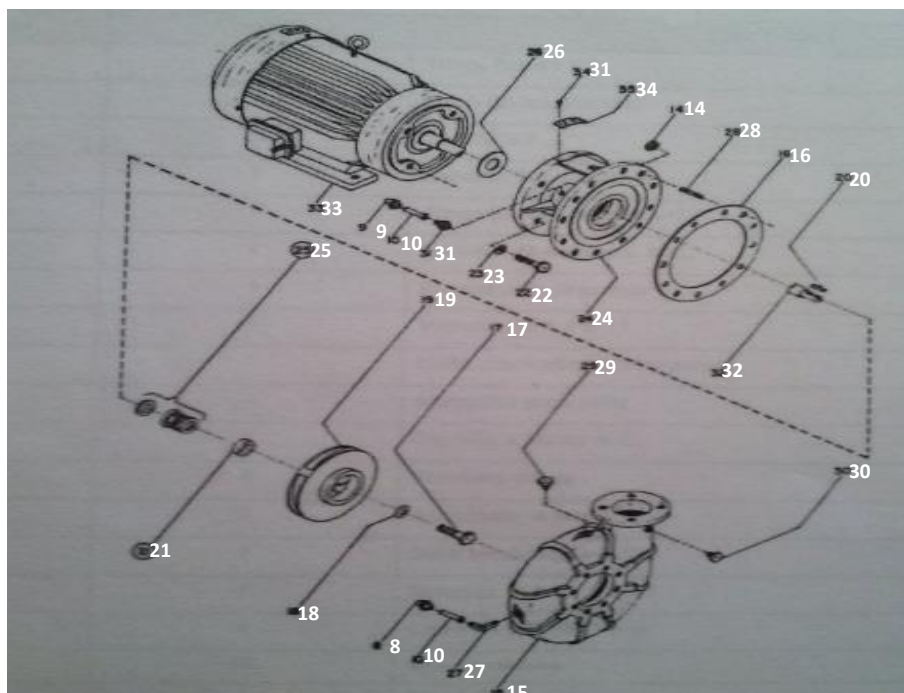


Figura 16.- Componentes de una bomba

No de pieza	Cantidad	Descripción
8,9	2	Tuerca fler 41 F.S.
10	1	Tubo de lubricación
14	12	Tuerca N.F
15	1	Carcaza
16	1	Empaque de carcaza
17	1	Tornillo de impulsor
18	1	Rondana de impulsor
19	1	Impulsor
20	1	Cuña cuadrada para impulsor
21	1	Manguito para sello
22	4	Tornillo a motor N.C
23	4	Rondana plana
24	1	Adaptador a motor
25	1	Sello mecánico
26	1	Botagua
27	1	Codo de 90° NPT-fler

28	12	Birlo de carcaza
29, 30	2	Tapón de carcaza
31	1	Niple NPT-fler
33	1	Motor
34	1	Placa de identificación

Los pasos a seguir para el desensamble una vez desconectado el motor se procede como sigue:

- 1.- Desconecte tanto la línea de succión como la línea de descarga de la bomba.
La tubería auxiliar debe desconectarse sólo en los puntos en que sea necesario para quitar una parte, excepto cuando hay que quitar la bomba de la base.
- 2.- Después de haber desconectado la tubería, debe amarrarse un trapo limpio en los extremos o aberturas del tubo para evitar la entrada de cuerpos extraños.
- 3.- Quite los cuatro tornillos del adaptador y separe la carcasa.
- 4.- Quite el empaque del adaptador solo si esta averiada.
- 5.- Quite el tornillo central del impulsor y retírelo. Emplear siempre un extractor para quitar un acople del eje.
- 6.- Quite los birlos con su tuerca y separe el adaptador.
- 7.- Quite el bota-agua del eje del motor.

Antes de hacer la inspección y el chequeo, limpie las partes cuidadosamente. Los residuos gomosos y espesos pueden quitarse a vapor. El lodo, el coque o depósitos de sustancias extrañas similares a las anteriores pueden quitarse por medio de un chorro de arena, trabajo que se hace cuidadosamente para que no forme huecos ni dañe las superficies labradas de la máquina.

PRECAUCION.

El sello mecánico, es un producto de precisión y debe ser tratado como tal. Durante su desprendimiento se debe tener mucho cuidado al tomar cualquier parte del sello. Se debe tener particular cuidado de no rayar las caras lapeadas que asientan en la parte estacionaria del sello.

REENSAMBLE

La bomba hidráulica es una máquina construida con precisión. Las tolerancias entre las partes giratorias y las estacionarias son muy pequeñas y debe ejercerse el mayor cuidado para ensamblar adecuadamente sus partes con el objeto de conservar estas tolerancias. El eje debe estar completamente recto y todas las partes deben estar absolutamente limpias. Un eje torcido, mugre o lodo en la cara del eje impulsor, o sobre la camisa de un eje puede ser causa de fallas o daños en el futuro.

Los impulsores, las camisas del espaciador y las del eje constituyen un ensamblaje resbaladizo bastante ajustado al eje. Debe usarse una pasta delgada de aceite al ensamblar estas partes en el eje. Limpie e inspeccione todas las partes minuciosamente antes del ensamble, ponga aceite en el sello y empaquetaduras.

Revise que todas las caras se mantengan libres de impurezas y rebabas. Inspeccione que el impulsor no tenga señas de excesivo desgaste. Cuando se coloque la parte estacionaria del sello en la copa para sello del adaptador, debe hacerse con mucho cuidado para no dañarlo.

Para el re-ensamble de su bomba proceda como sigue:

1. Coloque el bota-agua en la flecha del motor.
2. Ponga una película de aceite a la parte estacionaria del sello e introdúzcalo en la copa para sello del adaptador.
3. Coloque el adaptador en el motor procurando que el avance sea uniforme, de lo contrario se corre el riesgo de estropear el sello estacionario y fíjelo con los birlos cuidando de que el apriete sea uniforme.
4. Ponga una película de aceite en el sello giratorio, y empuje hacia el fondo del adaptador con la ayuda de una guía.
5. Coloque la cuña en el cuñero de la flecha del motor.
6. Monte el impulsor, teniendo cuidado de que la ranura para cuñero coincida con la cuña, presionando hacia atrás el impulsor.
7. Monte el tornillo con su rondana de impulsor y atornille para fijar el impulsor.
8. Coloque el empaque de carcasa en el adaptador, verificando de que no quede doblado.
10. Verifique que la bomba gira libremente.
11. Instale la empaquetadura y el anillo de cierre hidráulico.
12. Asegúrese que la empaquetadura no bloquea la entrada del agua de sello.
13. Monte la carcasa en el adaptador, sujetándola con los tornillos, cuidando de que el apriete sea uniforme, sin que el apriete sea demasiado para no romper las orejas del adaptador.

REGLAS GENERALES A CONSIDERAR

1. Nunca deberán usarse tuberías de diámetro menor que los diámetros de succión y descarga de la bomba, de preferencia, mayores.
2. El diámetro de la tubería de succión será igual o mayor que el diámetro de la tubería de descarga.
3. Úsense reducciones excéntricas en la succión para evitar la formación de bolsas de aire. Las figuras ilustran la instalación incorrecta y correcta respectivamente.

4. Los aumentos y reducciones en la descarga y succión deberán ser graduales para que aseguren un escurrimiento eficiente y ahorro de energía.
5. Deben instalarse las tuberías de succión y descarga lo más directamente posible y con un mínimo de codos y otras piezas especiales.
6. La tubería de succión deberá ser colocada exactamente horizontal o con pendiente uniforme hacia arriba del cárcamo de succión hacia la bomba.
7. Nunca debe ponerse un codo en un plano horizontal directamente en la brida de descarga de la bomba. Entre el codo y la brida de succión úsese un tramo recto de por lo menos 4 a 6 veces el diámetro del tubo.

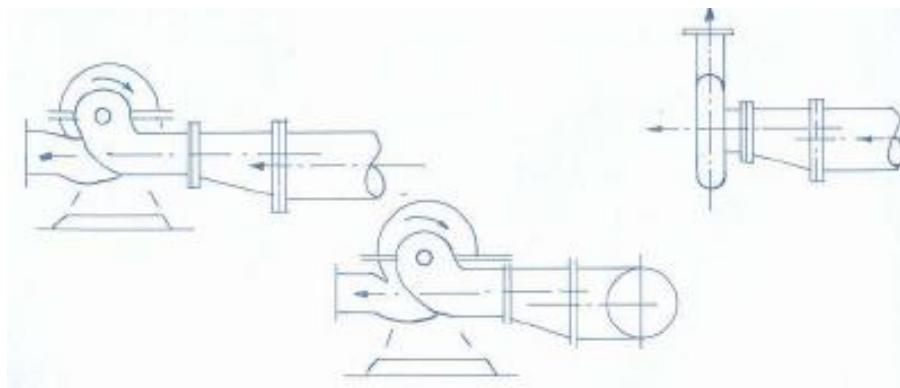


Figura 17.- Instalación correcta de tuberías

Las figuras muestran instalaciones incorrecta y correcta, respectivamente. Un codo en las circunstancias desfavorables señaladas causa empuje desigual y pérdidas hidráulicas. Esto se debe a un mejor llenado de un lado de la cámara de succión y ojo del impulsor que en el otro.

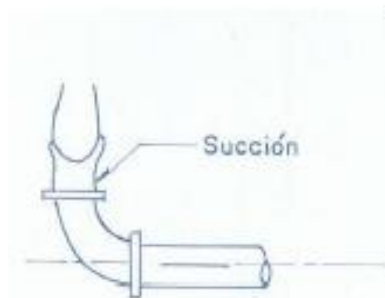


Figura 18.- Instalación incorrecta de codo en plano horizontal

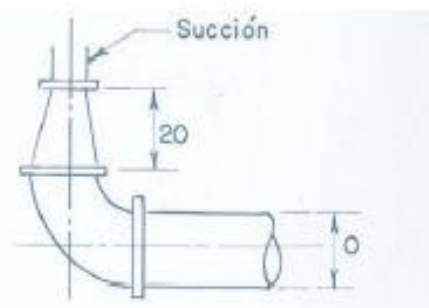


Figura 19.- Instalación correcta de codo en plano horizontal.

8. Siempre que sea posible, la reducción en la succión y el aumento en la descarga deberán instalarse directamente a las bridas de la bomba. Esto producirá mejor conversión de la velocidad y reducirá las pérdidas hidráulicas que puedan causar válvulas o codos conectados directamente y que puedan afectar la eficiencia de la bomba.

9. Selecciónense tuberías, válvulas y piezas especiales de un tamaño tal que resulte económica la instalación

REQUISITOS EN LA SUCCIÓN.

1. Asegúrese que la presión absoluta sea mayor que la presión de vapor de agua.
2. Siempre que sea posible evítense las instalaciones con altura de succión. Cuando se tenga que hacer así, se deberá hacer el estudio de la altura de succión permisible.

REQUISITOS EN LA DESCARGA.

1. Deberá instalarse una válvula de seccionamiento y una de retención junto a la bomba. Colóquense la válvula de retención entre la bomba y la válvula de seccionamiento y después del aumento. La válvula de retención protegerá la bomba contra sobrepresiones durante un golpe de ariete si se usa válvula de pie, y contra rotación contraria si no se usa válvula de pie.
2. La válvula de seccionamiento puede usarse para controlar el gasto de la bomba.
3. Los aumentos en la descarga son concéntricos.
4. En muchas ocasiones es necesario mantener el nivel en el cárcamo de succión. Si las salidas son mayores que las entradas podrán tenerse arranques y paradas frecuentes. Esto podría eliminarse con el uso de una derivación o paso lateral, conectando el múltiple de descarga con el cárcamo de succión intercalando una válvula de seccionamiento

MATERIALES.

1. En general, las válvulas son de fierro fundido y requieren conexión con bridas.
2. Las piezas especiales pueden ser de acero, fierro fundido o fierro negro.
3. En general, se recomienda que los múltiples sean de acero con piezas soldadas. Los múltiples de fierro fundido usados con conexiones con bridas pueden requerir la función de muchas piezas que no sean de fabricación estándar.
4. Las líneas de succión y descarga pueden ser de acero, fierro fundido y fierro negro.

ACCESORIOS.

1. Juntas flexibles. En general, se usan juntas Gibault para conectar tuberías de fierro fundido y asbesto-cemento y juntas Dresser para tuberías de acero.
2. Atraques. Las tuberías deberán atracarse perfectamente y se deberá hacer el cálculo de la fuerza que actuará en ellas para lograr un diseño adecuado.
3. Provéanse las conexiones para el dispositivo amortiguador del golpe de ariete.
4. En las líneas de descarga habrá que colocar válvulas de entrada y alivio de aire en las crestas para evitar vacíos por rotura de la columna de agua y para eliminar aire acumulado

INSTALACIÓN

Antes de instalar la bomba, asegúrese de lo siguiente:

- La bomba debe estar en un lugar que permita el acceso para el mantenimiento, la inspección y la limpieza.
- Las bases de las bombas deben ser rígidas.
- Debe cimentarse la placa de asiento de la bomba.
- Comprobar el alineamiento entre la bomba y su sistema de accionamiento.
- Las tuberías no deben ejercer esfuerzos sobre la bomba.
- Usar tuberías de diámetro amplio, especialmente en la succión.

- Colocar válvulas de purga en los puntos elevados de la bomba y de las tuberías.
- Disponer de un abastecimiento adecuado de agua fría.
- Instalar medidores de flujo y manómetros adecuados.
- La bomba debe ubicarse tan cerca como sea posible del suministro de líquido de manera que la línea de succión sea corta y directa.
- La bomba debe estar en un lugar que permita el acceso para el mantenimiento, la inspección y la limpieza.
- La ubicación debe requerir un mínimo de codos y acoples en la línea de descarga para minimizar las pérdidas por fricción.
- La unidad debe protegerse contra inundación.

TUBERIA

- La tubería de succión y descarga debe instalarse con los tramos más cortos y más directos. Los codos deben ser preferiblemente del tipo de radio largo.
- Los tubos deben alinear naturalmente, la tubería nunca debe ser jalada hasta colocarla en posición mediante los pernos de brida. Los tubos deben soportarse cerca de la bomba.
- La tubería de succión, si no se instala apropiadamente, es una posible causa de operación defectuosa.
- Las líneas de succión deben estar libres de fugas de aire, y disponerse de tal manera que no haya curvas o puntos altos en los cuales pudiera atraparse aire. Generalmente, la línea de succión es más larga que la boquilla de succión de la bomba, y deben utilizarse reductores excéntricos. Si el suministro de líquido está ubicado debajo de la línea central de la bomba, el reductor debe instalarse con el lado recto hacia arriba.
- Las instalaciones con una altura de succión estática preferiblemente deben tener la entrada del tubo de succión vertical sumergida en el líquido a cuatro veces el diámetro de la tubería.

- Nunca debe conectarse un codo corto directamente a la boquilla de succión de la bomba.
- Si no pueden utilizarse tubos de succión separados para cada bomba, entonces debe utilizarse un cabezal ahusado con ramales en “Y”. Nunca debe utilizarse un cabezal recto de ramales.

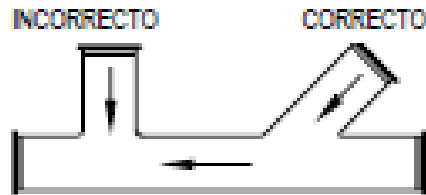


Figura 20.- Forma correcta e incorrecta de utilizar ramales en Y

- Antes de instalar la bomba, el tubo de succión y la bomba deben ser inspeccionados internamente, limpiados y engrasados.
- Si se instala un filtro en el tubo de succión, los orificios del tamiz deben revisarse y limpiarse periódicamente.
- El tubo de descarga debe instalarse con válvula anti-retorno y válvula de compuerta, con la válvula anti-retorno colocada entre la bomba y la válvula de compuerta. La válvula anti-retorno evita el flujo en reverso y protege la bomba contra excesiva contra-presión, la válvula de compuerta se utiliza para aislar la bomba para mantenimiento, cebadura y arranque. Si se utiliza un difusor, éste debe colocarse entre la bomba y la válvula anti-retorno.
- Asegúrese de que la tubería tenga buen soporte y esté bien alineada en la entrada de succión y la salida de descarga, a fin de evitar daños graves a la carcasa de la bomba.



Figura 21.- Tubería con soporte sólido

- Evite el uso de válvulas reguladoras en la tubería de succión.
- Evite sumideros donde puedan acumularse sedimentos.

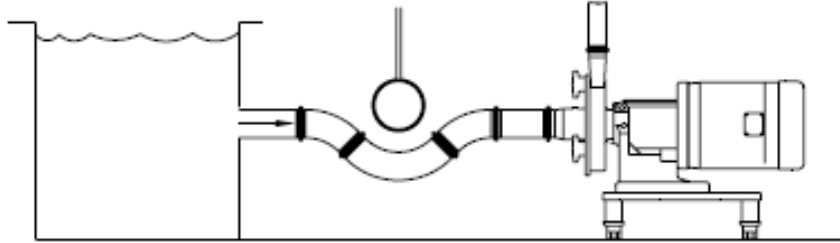


Figura 22.- Tubería con sumideros

- Evite la formación de bolsas de aire en la tubería (figura 23).

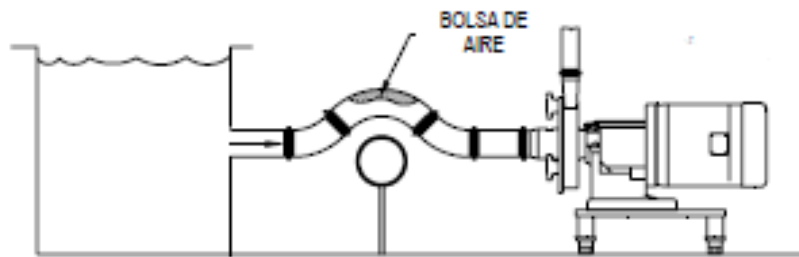


Figura 23.- Tubería con curvaturas creando bolsas de aire

Todas estas recomendaciones, evidentemente fundamentales, ayudarán a obtener el servicio más seguro, el mantenimiento más económico, y la mayor vida posible para las bombas hidráulicas. El mantenimiento adecuado no comienza con la reparación o la reposición de las piezas dañadas, sino con una buena selección e instalación, es decir, evitando que haya que reponer o reparar.

SELECCIÓN

Cuando aun elegiremos una bomba hay que tener presente los siguientes puntos

- Indicar al proveedor de bombas la naturaleza exacta del líquido a manejar.
- Especificar los gastos o caudales máximos y mínimos que pueden llegar a necesitarse, y la capacidad normal de trabajo.
- Dar información semejante relativa a la presión de descarga o planos, y datos para calcularla.
- Proporcionar al proveedor un plano detallado del sistema de succión existente o deseada.
- El proveedor necesita saber si el servicio es continuo o intermitente.
- Indicar de que tipo o tipos de energía se dispone para el accionamiento.
- Especificar las limitaciones del espacio disponible.
- Asegurarse de que se consiguen las partes de repuesto.

MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

El mantenimiento se realiza las instalaciones para que estas cumplan con la función para la cual fueron proyectadas con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizadas en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de producción.

La falta o mantenimiento inadecuado de las instalaciones y equipos es la causa de graves problemas. Las razones que ocasionan este problema son:

- Carencia de repuestos.
- Falta de entrenamiento en el personal.
- Ausencia o inadecuadas prácticas de mantenimiento.

La carencia de mantenimiento preventivo ocasionará un alto porcentaje de salidas, baja disponibilidad de los equipos y baja capacidad de utilización lo que redundará en una elevación del consumo específico de energía. La disponibilidad y la capacidad de utilización determinan la productividad de las instalaciones. Es por esto muy importante poner en práctica políticas de mantenimiento en la empresa que incluyan entrenamiento del personal, almacén de repuestos y procedimientos y prácticas de mantenimiento adecuado.

Los puntos más importantes a seguir mientras se da mantenimiento o se repara una bomba son los que a continuación se presentan.

- No debe desmontarse totalmente la bomba para su reparación.
- Tener mucho cuidado en el desmontaje.
- Es necesario un cuidado especial al examinar y reacondicionar los ajustes.
- Limpiar completamente los conductos de agua de la carcasa y repintarlos.
- Al iniciar una revisión total deben tenerse disponibles juntas nuevas.
- Estudiar la erosión la corrosión y los efectos de cavitación en los impulsores.
- Verificar la concentricidad de los nuevos anillos de desgaste antes de montarlos en los impulsores.
- Revisar todas las partes montadas en el rotor.
- Llevar un registro completo de las inspecciones y reparaciones.

REVISIÓN PRELIMINAR

Antes de iniciar la operación de bombeo, revise la fijación (firmeza) de todos los pernos, tubería y cableado, revise todos los indicadores, válvulas e instrumentos para que estén en buenas condiciones de trabajo y revise todo el equipo para que Tenga una lubricación adecuada y una rotación correcta.

ARRANQUE

Al arranque, observe los indicadores de presión e interruptores por algún indicio de que los valores de ajuste de los controles requieran algún ajuste. Pueden ser necesarios algunos arranques de prueba para la correcta selección de los valores de ajuste apropiados.

- a)** Abra la válvula de succión, abra todas las válvulas de venteo requeridas de bomba y sello.
- b)** Abra la válvula de descarga, permita que la bomba se llene de líquido, luego cierre la válvula de descarga.
- c)** Energice el accionador, e inmediatamente abra la válvula de descarga, no permita que la válvula de descarga permanezca cerrada por ningún espacio de tiempo, puesto que la temperatura del fluido bombeado se incrementara excesivamente, causando daños a la bomba.

REVISIÓN EN OPERACIÓN

Tan pronto como sea posible después que se inicio la operación de bombeo, este seguro que todos los indicadores e instrumentos marcan como se especificó, y determine que la velocidad de la bomba es la especificada.

Además del registro de flujos, presiones, temperaturas y lubricación, la bomba no debe requerir más atención durante la operación. En el caso que ocurran síntomas de problemas, consultar las tablas de posibles causas presentadas mas adelante.

LOCALIZACIÓN DE PROBLEMAS

La siguiente tabla numera la mayoría de los problemas que se pueden encontrar durante la operación de la bomba, sus posibles causas y remedios recomendados.

Tabla 5.- Problemas, causas y soluciones en las bombas

PROBLEMAS	CAUSAS PROBABLES	SOLUCION
Rodamiento caliente	a) Aceite insuficiente b) Aceite contaminado c) Desalineamiento	a) Añada aceite b) Drene y limpie depósito de aceite, llenar con aceite limpio. c) Verifique la alineación de la bomba y accionador.
Fuga por abajo de la manga de la flecha.	a) Empaque de la manga gastado b) Tuerca de la manga suelta	a) Cambie empaque manga. b) Apriete tuerca de manga
La bomba no entrega líquido	a) La bomba no está cebada b) Velocidad muy baja c) Impelentes tapados d) Succión obstruida e) Impelentes dañados f) Rotación equívoca g) Toma de aire por la boca del aspirador	a) Ceba la bomba b) Verifique la entrada del accionador. c) Limpie impelentes. d) Limpie la línea de Succión. e) Reemplace impelentes f) Verifique la rotación del accionador. g) Aumentar sumergencia
Caudal insuficiente	Válvula de pie parcialmente obstruida	Limpiar la válvula
	Poca sumergencia	Aumentar sumergencia, reducir el caudal
	Fuga en tubería de impulsión	Eliminar fugas
	Sentido de rotación cambiado	Cambiar conexión en cuadro de mando
	Desgaste de piezas internas	Cambiar piezas desgastadas
	Cavitación	Cambiar las condiciones de trabajo de las bombas en la instalación.

Capacidad o presión de descarga baja	a) Entrada de aire b) Velocidad muy baja c) Succión tapada d) Impelentes tapados e) Impelentes dañados f) Rotación equivocada	a) Revisar línea de succión. b) Revisar fuente de energía de accionador c) Limpiar línea de succión d) Limpiar Impelente e) Cambiar impelente f) Verificar rotación del accionador.
Se sobrecarga el Accionador	a) Carga del sistema menor que la carga b) Accionador girando a mayor velocidad por cambio de gravedad o viscosidad	a) Verificar presión de succión y descarga. b) Verificar gravedad específica o viscosidad
Las bombas vibran	Falta de rigidez en los anclajes de bombas o bancada	Corregir defecto
	Tensión en las bridas de las bombas o en los colectores	Eliminar las tensiones
	Toma de aire en la boca de aspiración	Desairear el líquido o evitar su entrada
Excesivo número de arranques	Fugas continuas en la instalación	Eliminar fugas
	Caudal inferior al previsto	Revisar datos de caudal. Regular válvulas de impulsión

Síntomas de las fallas	Causas	Posible fallo	Posibilidad de subsanar la avería
Caudal demasiado reducido	Rodetes gastados	Gran contenido de arena en el medio a transportar	Desmontar la bomba y repararla (verificar la elección del material de acuerdo con un análisis del agua)
		Agresividad del medio a transportar	Verificar las condiciones de servicio
Equipo en marcha pero no succiona	Altura de presión demasiado elevada	La altura total de presión del sistema no corresponde a la curva característica de la bomba	Disminuir la altura de presio
	Equipo no está siempre sumergido en el medio que transporta	Profundidad de instalación demasiado reducida	Verificar el nivel del pozo y suspender el equipo más profundamente
	Tubería de presión no está libre	Válvula de cierre cerrada	Verificar los depósitos de cierre
	El motor marcha pero la bomba no gira	Acoplamiento defectuoso entre la bomba y el motor	Desmontar y reparar el quipo
	Filtro de aspiración obstruido	Cuerpos extraños en el pozo	Desmontar el equipo y limpiar el filtro de aspiración

DETECCION DE PROBLEMAS EN LA OPERACIÓN

NO SE ENTREGA AGUA

- La bomba no está cebada – indicado por la ausencia de presión en la descarga.
- Velocidad demasiado baja – indicado por baja presión en la descarga.
- Válvula cerrada – indicado por alta cabeza de presión en la descarga.
- Impulsor completamente taponado – indicado por baja presión en la descarga.

SE ENTREGAN CANTIDADES ANORMALMENTE PEQUEÑAS

- Fugas de aire en el tubo de succión o las cajas de empaquetadura.
- Velocidad demasiado baja.
- Impulsor parcialmente taponado.
- Obstrucción en el tubo de succión.
- Defectos mecánicos: anillos de la carcasa desgastados, impulsor dañado, carcasa o sello defectuoso.

PRESIÓN INSUFICIENTE

- Velocidad demasiado baja. Podría ser causada por voltaje bajo o características de corriente eléctrica diferentes a las indicadas en la placa de datos del motor.
- El aire en el agua hará que la bomba produzca un ruido de crujido.
- Defectos mecánicos: anillos de la carcasa desgastados, impulsor dañado, carcasa o sello defectuoso.

OPERACIÓN INTERMITENTE

- Tubo de succión con fuga.
- Sello de agua taponado (por lo tanto, una caja de empaquetadura con fuga).
- Altura de succión demasiado alta.
- Aire, gas o vapor en el líquido.

LA BOMBA SOBRECARGA EL MOTOR

- Velocidad demasiado alta.
- Cabeza de presión inferior a la nominal, por lo tanto, se bombea demasiada agua. (Esto es válido para las bombas de velocidad específica baja).
- Defectos mecánicos: cajas de empaquetaduras demasiado apretadas, eje torcido, elemento giratorio se pega.
- Fricción debida a material extraño en la bomba entre los anillos de la carcasa y el impulsor.

LA BOMBA VIBRA

- Desalineamiento.
- La cimentación no es suficientemente rígida.
- Impulsor parcialmente taponado.
- Defectos mecánicos: eje torcido, elemento giratorio se pega, cojinetes desgastados, acople defectuoso.
- Los tubos de succión y descarga no están anclados.
- La bomba está cavitando por una altura de succión demasiado alta.
- Atrapamiento de aire en la succión de la bomba debido a bajo sumergimiento.

En el caso de que el equipo de la bomba esté durante bastante tiempo en reposo, se recomienda poner el equipo en marcha cada 2 ó 3 meses durante 10 minutos, de modo que se detecten a tiempo fallos en el funcionamiento.

CAPITULO V

AUTOMATIZACIÓN

5.1. ¿QUÉ ES LA AUTOMATIZACIÓN?

La automatización como una disciplina de la ingeniería que es más amplia que un sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar, controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

La parte más visible de la automatización actual puede ser la robótica industrial. Algunas ventajas son repetitividad, control de calidad más estrecho, mayor eficiencia, integración con sistemas empresariales, incremento de productividad y reducción de trabajo. Para mediados del siglo XX, la automatización había existido por muchos años en una escala pequeña, utilizando mecanismos simples para automatizar tareas sencillas de manufactura.

Sin embargo el concepto solamente llegó a ser realmente práctico con la adición (y evolución) de las computadoras digitales, cuya flexibilidad permitió manejar cualquier clase de tarea. Las computadoras digitales con la combinación requerida de velocidad, poder de cómputo, precio y tamaño empezaron a aparecer en la década de 1960s.

Desde entonces las computadoras digitales tomaron el control de la mayoría de las tareas simples, repetitivas, tareas semi-especializadas y especializadas, con algunas excepciones notables en la producción e inspección de alimentos.

Las interfaces Hombre-Máquina (HMI) o interfaces Hombre-Computadora (CHI), formalmente conocidas como interfaces Hombre-Máquina, son comúnmente empleadas para comunicarse con los PLC's y otras computadoras, para labores tales como introducir y monitorear temperaturas o presiones para controles automáticos o respuesta a mensajes de alarma.

El personal de servicio que monitorea y controla estas interfaces es conocido como ingenieros de estación y el personal que opera directamente en la HMI o SCADA (Sistema de Control y Adquisición de Datos) es conocido como personal de operación.

5.2. CARACTERÍSTICAS DE UN SENSOR

¿Qué son los sensores de medición de nivel?

Es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente.

Integral para el control de procesos en muchas industrias, los sensores de medición de nivel se dividen en dos tipos principales. Los sensores de medición de punto de nivel se utilizan para marcar una altura de un líquido en un determinado nivel preestablecido. Generalmente, este tipo de sensor funciona como alarma, indicando un sobre llenado cuando el nivel determinado ha sido adquirido, o al contrario una alarma de nivel bajo.

Los sensores de nivel continuos son más sofisticados y pueden realizar el seguimiento del nivel de todo un sistema. Estos miden el nivel del fluido dentro de un rango especificado, en lugar de en un único punto, produciendo una salida analógica que se correlaciona directamente con el nivel en el recipiente. Para crear un sistema de gestión de nivel, la señal de salida está vinculada a un bucle de control de proceso y a un indicador visual.

Selección del sensor de medición de nivel

Preguntas clave que se deben hacer antes de seleccionar un sensor de medición de nivel:

¿Está midiendo un líquido o un sólido?

¿Cuáles son la temperatura de la aplicación y rangos de presión?

¿Se requiere nivel de punto o medición continua?

¿Qué rango de medición de nivel se necesita?

¿El material medido es conductor de electricidad?

¿Se acumulará la capa de material en las superficies?

¿Se producen turbulencias, espuma, o vapor en la superficie del líquido?

¿Va a necesitar medición de nivel a contacto o sin contacto?

¿Qué tipo de salida necesitamos, analógica, display digital, relé, etc.?

Variaciones de diseño

5.2.1. INTERRUPTORES DE FLOTADOR

En estos sensores de nivel de punto, un flotador magnético se mueve en la superficie del líquido, accionando un sellado herméticamente "Reedswitch, interruptor de láminas" en el tallo. El simple mantenimiento hace que se instale fácilmente, minimiza el impacto, la vibración y la presión, y trabaja con una gran variedad de medios de comunicación. El interruptor de láminas puede ser unipolar, (SPST) de un solo polo, o de doble tiro (SPDT).

5.2.2. SENSORES ULTRASÓNICOS SIN CONTACTO

Estos sensores incorporan un procesador de señal analógica, un microprocesador, decimal codificado en binario (BCD) switché's de rango, y un circuito de salida del controlador. Transmite los impulsos a una puerta de señal de la ruta del microprocesador a través del procesador de la señal analógica del sensor, que envía un haz ultrasónico a la superficie del líquido. El sensor detecta el eco de la superficie y la envía de vuelta al microprocesador para una representación digital de la distancia entre el sensor y el nivel de la superficie. A través de una actualización constante de las señales recibidas, el microprocesador calcula los valores promedios para medir el nivel de líquido.

Con un sensor continuo, el microprocesador convierte el valor promediado para una señal analógica de 4 a 20 mA lineal con el nivel de líquido. Cuando el eco de nivel no vuelve al sensor en 8 segundos, la señal de salida del sistema cae por debajo de 4 mA, lo que indica una condición de bajo nivel o de tubo vacío.

Con un sensor de punto, el microprocesador compara el valor medio con el ajuste del interruptor BCD y energiza un relé de salida, ya sea para la indicación de nivel alto o bajo. Una pérdida de señal superior a 8 segundos, desactiva el relé y

restaura su estado original. La electrónica incorpora un retraso de medio segundo que minimiza los efectos de superficie debidos a la turbulencia.

5.2.3. SENSORES ULTRASÓNICOS DE CONTACTO

Un dispositivo ultrasónico de baja energía dentro de los sensores de nivel de líquido en un punto determinado. Consta de un sensor montado en montado y un amplificador integrado de estado sólido, los sensores ultrasónicos de contacto no tienen partes móviles y no requieren calibración. Típicamente, están equipados con bloques de terminales para la conexión de una fuente de alimentación y dispositivos de control externos. La señal ultrasónica atraviesa un hueco de 12 mm en el sensor, controlando los interruptores de relé cuando la brecha contiene líquido. El nivel de detección está en el medio a lo largo del espacio donde los sensores están montados en horizontal. En la parte superior, por sensores montados verticalmente. A medida que el líquido cae por debajo de este nivel, la señal ultrasónica atenúa y finalmente conmuta el relé a su estado anterior.

Estos sensores se utilizan en tanques o conductos para operar automáticamente las bombas, válvulas de solenoide, y las alarmas de alta / baja. Para llenar y vaciar tanques dos sensores serían necesarios, como también para medir volúmenes de líquido. Compatible con la mayoría de los líquidos, no se ven afectados por los revestimientos. Sin embargo, los líquidos con alta aireación y líquidos viscosos suficiente como para obstruir la luz del sensor, puede causar problemas.

5.2.4. RESOLUCIÓN Y PRECISIÓN

Los medidores de nivel de líquidos trabajan midiendo directamente la altura del líquido sobre una línea de referencia, la presión hidrostática, el desplazamiento producido de un flotador por el propio líquido contenido en el tanque, o aprovechando las características eléctricas del líquido.

5.2.5. LOS SENSORES DE NIVEL

Como ya se ha dicho, los sensores de nivel son aquellos dispositivos que se encargan de controlar la cantidad de productos en cada envase, por lo que su papel dentro del flujo de producción industrial es muy importante.

Obviamente existen varios tipos de sensores de nivel, ya que cada producto tiene características diferentes y no sería lógico ni aplicable, usar el mismo tipo de sensor para determinar cantidades de productos de diferentes características.

En el caso de los productos sólidos, los sensores de nivel usados son capacitivos de proximidad, los cuales se adaptan a las tareas a que se programen.

En estos casos los recipientes serían llenos de productos como harinas, azúcar, granos, etc. Una de las ventajas adicionales de los sensores de nivel para sólidos es que pueden detectar la presencia de otras sustancias o materiales distintas a las que se desean envasar, por ejemplo: madera, plásticos, cartón, metal, entre otros.

Cuando se va a trabajar con productos líquidos, lo que se usan son sensores de nivel de agua, los cuales son muy precisos. Estos sensores trabajan según el volumen y el peso.

Alguien podría preguntar si los sensores humanos no son más eficientes. La respuesta podría ser afirmativa, pero si se tiene en cuenta que muchos de los productos que se comercializan en la industria son tóxicos, pues obviamente, regresamos y cambiamos de opinión; dando la importancia que requieren los sensores de nivel.

Algunos modelos de sensores de nivel

- Sensor hidrostático para entorno corrosivo.
- Sensor de nivel capacitivo anti-deflagrante.
- Sensor de nivel capacitivo de baja temperatura.
- Sensor de nivel de interfaz para líquidos.
- Sensor de nivel por ultrasonidos invulnerable a los productos químicos.
- Sensor de nivel por ultrasonidos especial para recipiente con orificios pequeños.
- Sensor de nivel por ultrasonidos invulnerable a la presión.
- Sensor de nivel por ultrasonidos inalámbrico.
- Sensor de nivel por ultrasonidos ATEX.

- Sensor de nivel por ultrasonidos diseñado especialmente para advertir del robo de combustible.
- Sensor de nivel acústico para sólidos.
- Sensor de medida de nivel de peso.
- Sensor de nivel acústico para sólidos.
- Sensor de nivel capacitivo para carburante.
- Sensor de nivel hidrostático.
- Sensor de nivel hidrostático para fango.
- Sensor de nivel capacitivo sin contacto
- Sensor de nivel mediante flotador

5.3. SENSORES CAPACITIVOS

Los sensores capacitivos, aunque tan bien detectan materiales conductores, están especialmente indicados para la detección de materiales aislantes, tales como papel, plástico y madera etc.

Principio de funcionamiento:

Consta de una sonda situada en la parte posterior de la cara del sensor el cual es una placa condensadora. Al aplicar corriente al sensor, se genera un campo electrostático que reacciona a los cambios de la capacitancia causados por la presencia de un objeto.

Cuando el objeto se encuentra fuera del campo electrostático, el oscilador permanece inactivo, pero cuando el objeto se aproxima, se desarrolla un acoplamiento capacitivo entre éste y la sonda capacitiva. Cuando la capacitancia alcanza un límite especificado, el oscilador se activa, lo cual dispara el circuito de encendido y apagado.

5.3.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR CAPACITIVO

Consta de una sonda situada en la parte posterior de la cara del sensor el cual es una placa condensadora. Al aplicar corriente al sensor, se genera un campo electrostático que reacciona a los cambios de la capacitancia causados por la presencia de un objeto.

Cuando el objeto se encuentra fuera del campo electrostático, el oscilador permanece inactivo, pero cuando el objeto se aproxima, se desarrolla un acoplamiento capacitivo entre éste y la sonda capacitiva. Cuando la capacitancia alcanza un límite especificado, el oscilador se activa, lo cual dispara el circuito de encendido y apagado. Como se muestra en la figura 24.

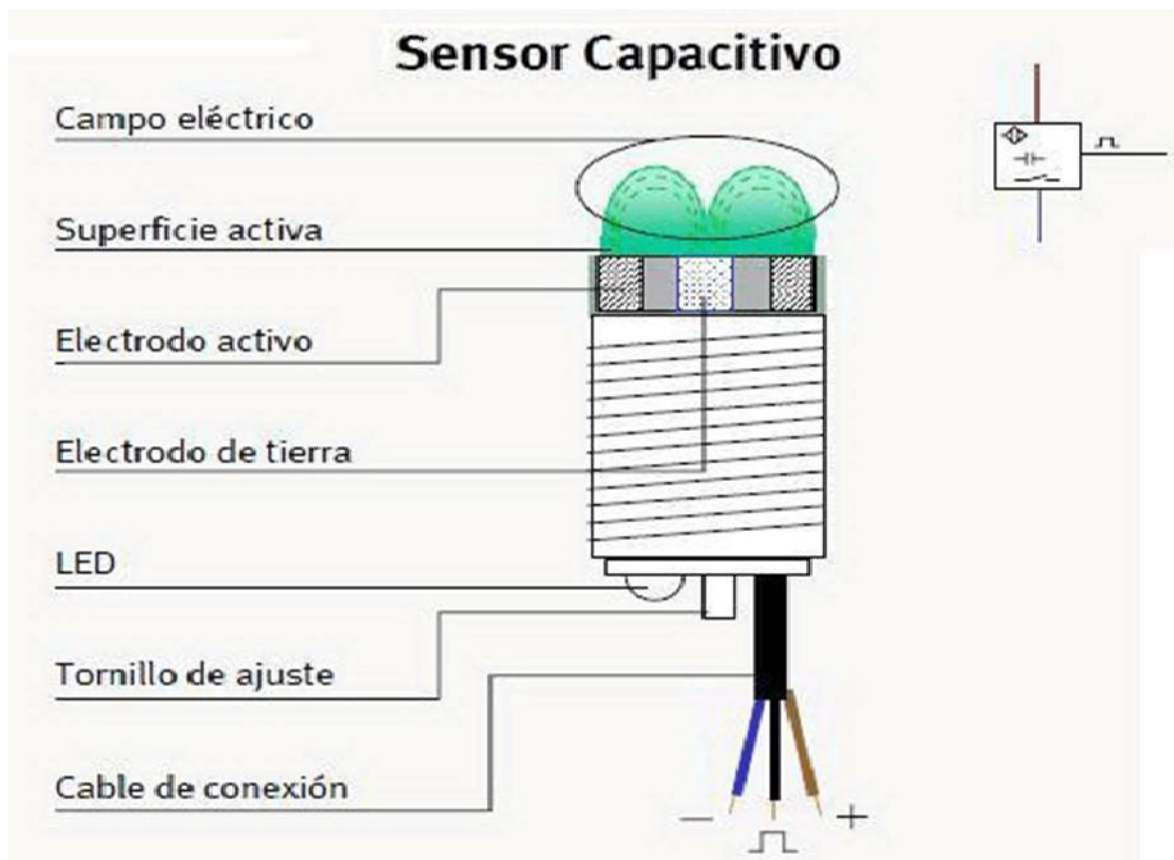


Figura 24.- Estructura interna del sensor capacitivo

Ventajas.

1. Detectan objetos metálicos y no metálicos, así como líquidos y sólidos.
2. Pueden ver o través de ciertos materiales.
3. Son de estado sólido y tienen una larga vida útil.

Desventajas.

1. Distancia de detección corta (una pulgada o menos) que varía en función del material detectado.
2. Son muy sensibles a factores ambientales: la humedad en climas costeros o lluviosos pueden afectar el resultado de la detección.

Aplicaciones.

Detección de nivel de aceite, agua, PVC, colorantes, harina, azúcar, leche en polvo, posicionamiento de cintas transportadoras, detección de bobinas de papel, conteo de piezas metálicas y no metálicas, entre otros. Como se muestra en la figura 26.

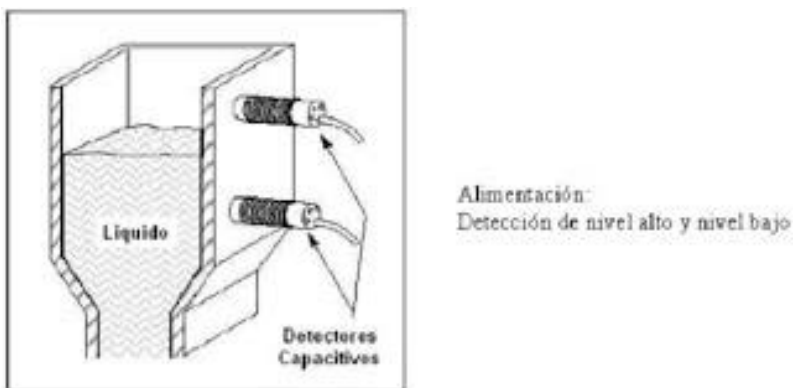


Figura 25.- Dirección nivel alto y nivel bajo

Selección del sensor según la aplicación.

Características eléctricas.

Alimentación: Indica el margen de tensión en el que podemos alimentar el sensor. Una tensión típica de funcionamiento es de 12 a 24 V. para continua y de 100 a 220 V. para alterna. Algunos sensores permiten alimentación en continua o en alterna por los mismos bornes y con un amplio margen de tensión, típicamente 12-240 V.

Consumo: Indica el valor máximo de corriente que el sensor puede llegar a demandar de la fuente de alimentación. Para sensores de corriente continua suele ser del orden de 8mA a 12V, 15mA a 24V y para corriente alterna de 2,2mA a 200 V.

Corriente de carga nominal: Es la corriente que puede gobernar de forma continuada. Una carga que demande una corriente superior a la nominal puede destruir o acortar la vida del elemento de conmutación.

Corriente de carga mínima: Valor mínimo de carga que necesitan algunos tipos de salida de sensores.

Corriente residual: La corriente residual o corriente de fuga es la que circula a través de la carga cuando el sensor está desactivado. Algunos fabricantes proporcionan esta característica por medio de gráficas.

Tensión: La tensión residual es la caída de tensión que se produce en el circuito de conmutación cuando el dispositivo de salida está activado y por él circula la intensidad de carga nominal, puede estar en torno a los 2.5 V.

Protecciones eléctricas: Un sensor puede presentar diversas protecciones eléctricas como: protección ante cortocircuito de carga, ante inversión de polaridad de la alimentación y ante las sobretensiones que se producen con cargas inductivas.

Resistencia de aislamiento: La resistencia de aislamiento es la misma que debe existir entre cada terminal del sensor, y entre los terminales y partes no conductoras del sensor. El fabricante especifica este valor en mega ohmios y las condiciones en las que se efectuó la prueba, esta resistencia puede ser del orden de 500 mega-ohmios con 500 V. de tensión en corriente continua.

Rigidez eléctrica: Representa la máxima tensión que se puede aplicar entre distintas partes del sensor sin que se produzca la rotura del material que hace de dieléctrico. Típicamente, el fabricante especifica la tensión a la que se somete el sensor para realizar la prueba (por ejemplo: 2000 V. en corriente alterna a 50/60 Hz durante 1 minuto).

Tiempo de respuesta: Es el tiempo de retraso que se produce desde que el objeto a detectar entra en la zona activa del sensor capacitivo y se produce un cambio en la señal de salida del sensor.

Sensores de proximidad de montaje enrasado: Característica según la cual, el sensor puede estar rodeado de metal u otros materiales hasta el borde de su superficie activa, sin que se vean afectados sus valores característicos.

Sensores de proximidad no-enrasados: Sensores que requieren una zona libre cuando se montan sobre metal u otros materiales para poder mantener los valores característicos de los sensores de proximidad.

5.4. CARACTERISTICAS DE LOS PLC'S

Los PLC'S que utilizaremos en este proyecto permiten automatizar sistemas hidroneumáticos para proporcionar agua dentro de un rango preestablecido de presión. Estos sistemas están compuestos de un tanque hidroneumático, bombas para agua, un transmisor de presión y un control (DLC+, CVV-V2) como se muestra en la siguiente figura.

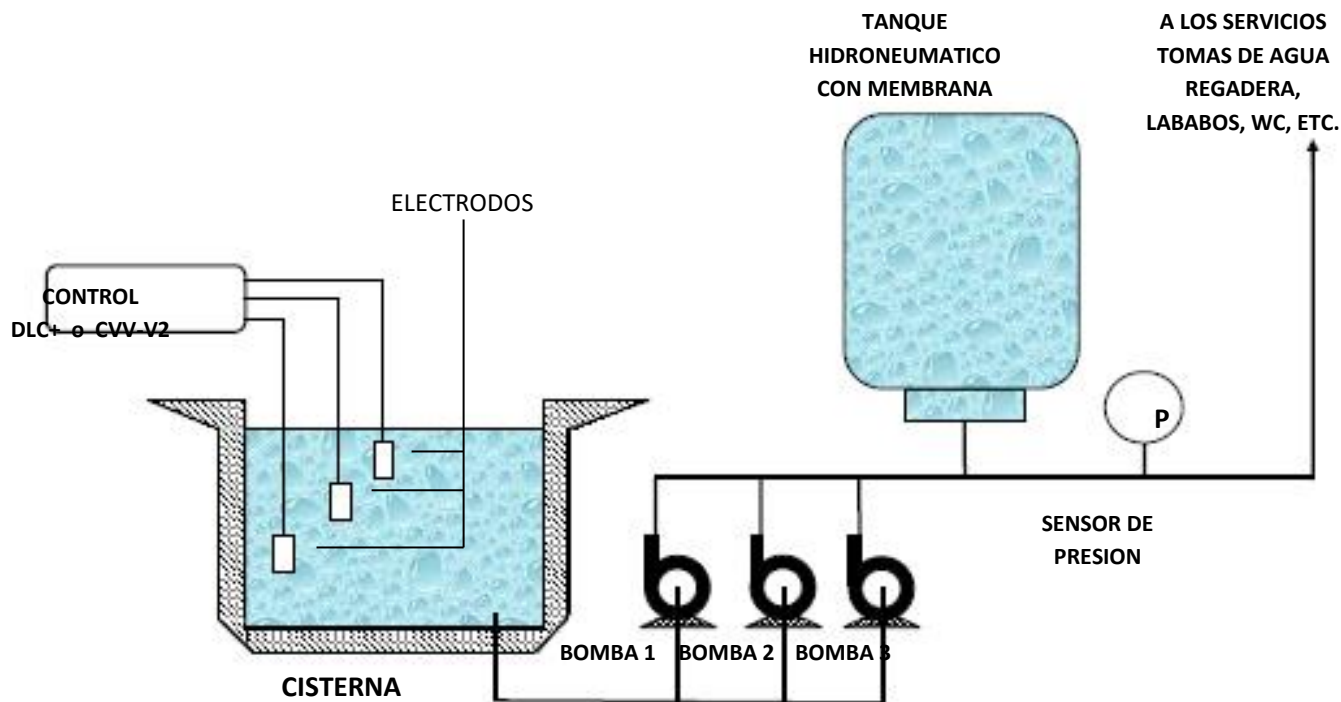


Figura 26.- Sistema hidroneumático

Estos controles arrancan o paran de 1 a 4 bombas, en función de puntos de presión preestablecidos, alternan las bombas para tener un desgaste uniforme de las bombas y las simultanea hasta alcanzar la presión deseada.

También protege las bombas en caso de que no haya agua en la cisterna mediante tres electrodos colocados en un nivel de paro, nivel de arranque y uno al fondo como electrodo de referencia.

El control DLC+ cuenta con las características correctas para solucionar los problemas existentes en el funcionamiento de cada subsistema.

A continuación se detallan cada una de estas características

- Control de 1 a 4 bombas.
- Control de Alternado y simultáneo de bombas.
- Tipo de control clásico, emulando de uno a cuatro presostatos o proporcional.
- Entrada para transmisor de presión de 4 a 20 mA ó 0-5 Vcd.

- Se entrega con un transmisor de presión de 0 a 145 PSI ó 10 Kg/cm² del tipo 4 a 20 mA.
- Advertencia para alta ó baja presión.
- Alarma por falla de transmisor de presión.
- 33 parámetros ajustables en campo.
- Voltaje de alimentación, 12 a 18 Vca mediante transformador de 127/220 Vca.
- Visualización de la presión en PSI o en *kg/cm²*.
- Pantalla de cristal liquido de 16 caracteres 2 líneas, con ajuste de contraste e iluminación digital.
- Cuatro botones para fácil acceso.
- Cinco lámparas de señalización tipo LED, que indican:
 - Equipo operando, Bombas activas, Falta de agua en cisterna y Advertencia por alta o baja presión.
- Dimensiones: ¼ DIN (95x95x85 mm)
- Puerto de comunicación con protocolo Modbus-RTU esclavo, RS232 ó RS485 a solicitud.

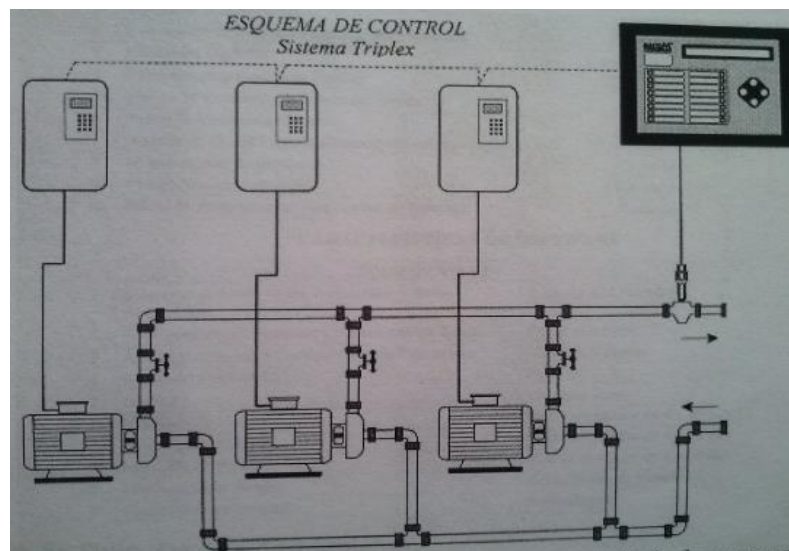


Figura 27.- Esquema de control

5.4.1 OPERACIÓN

CONTROL CLASICO

Emulando de 1 a 4 presostatos. En esta forma de control se emulan presostatos, en donde se debe seleccionar en cada uno de ellos los puntos de cierre y apertura por cada incremento ó decremento del número de bombas trabajando mediante la presión requerida.

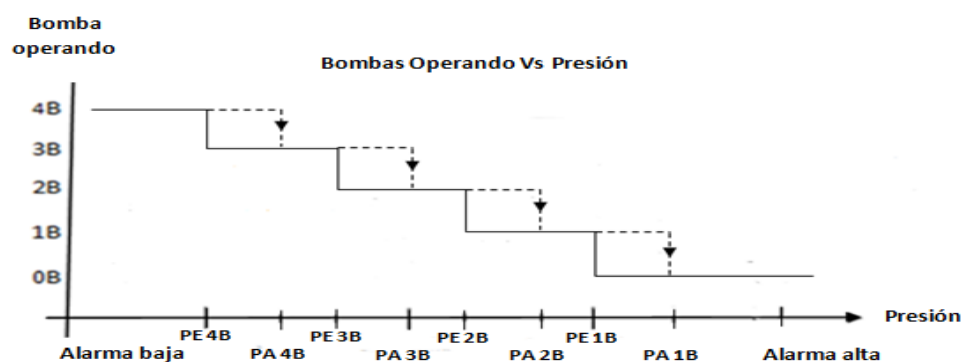


Figura 28.- Grafica de "bombas operando-presión" del control clásico

CONTROL PROPORCIONAL

En este tipo de control solo se programan los parámetros de presión mínima y máxima en un tiempo determinado. Si la presión es menor a la presión mínima, se incrementara el número de bombas operando, hasta alcanzar el rango entre presión máxima y presión mínima.

Si la presión se mantiene entre los rangos de presión mínima y máxima, el control no quita ni pone más bombas,

Si la presión es mayor que la presión máxima, el control decrementa el numero de bombas operando, hasta alcanzar el rango entre presión máxima y presión mínima.

5.5. DEFINICIÓN Y TAREAS DE UN PLC.

¿Qué es un PLC?

Se entiende por Controlador Lógico Programable (PLC), o Autómata Programable (AP), a toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos de control.

Su manejo y programación puede ser realizada por personal con conocimientos de eléctrica o electrónica aunque desconozcan de informática. Realiza funciones lógicas: series, paralelos, temporizaciones, conteo y otras más potentes como cálculos, regularizaciones, etc.

También se le puede definir como una *caja negra* en la que existen terminales de entrada en donde se conectaran pulsadores, finales de carrera, fotocélulas, detectores, etc., y terminales de salida a los que se conectaran bobinas de contactares, electro válvulas, lámparas, etc., de tal forma que la actuación de estos últimos estén en función de las señales de entrada según el programa almacenado.

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución de hardware y software amplía continuamente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de poder almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

1. Espacios reducidos.
2. Procesos de producción periódicamente cambiantes.
3. Procesos secuenciales.
4. Maquinaria de procesos variables.
5. Instalaciones de procesos complejos y amplios.
6. Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Ventajas.

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
 1. No es necesario dibujar el esquema de contactos.
 2. No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
 3. La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega, etc.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos PLC's pueden detectar e indicar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo PLC.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al queda reducido el cableado.
- Si por alguna razón la maquina queda fuera de servicio, el PLC sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

5.6. COMPONENTES DE UN PLC

El concepto de hardware estándar que venimos indicando para el PLC se complementa con el de modularidad, entendiendo como tal, el hecho de que este hardware está fragmentado en partes interconectables que permiten configurar un sistema a la medida de las necesidades del usuario, que pueda ofrecer el fabricante.

La estructura de un controlador lógico programable comprende:

Su estructura externa y su estructura interna, el estudio de la primera estructura mencionada permite comprender el funcionamiento de éste, mientras que la estructura interna nos ayuda a comprender su diseño.

5.6.1. ESTRUCTURA INTERNA

El PLC se configura alrededor de una unidad central o de control, que, unida por medio de buses internos a las interfaces de entrada y salida y a las memorias, define lo que se conoce como arquitectura interna del PLC.

Un controlador lógico programable se compone esencialmente de los siguientes bloques:

1. Unidad central de proceso o de control, CPU.
2. Memorias internas.
3. Memoria de programa.
4. Entradas y/o salidas
5. Módulos o Interfaces de entrada y salidas.
6. Fuente de alimentación.

Como se muestra en la figura 29.

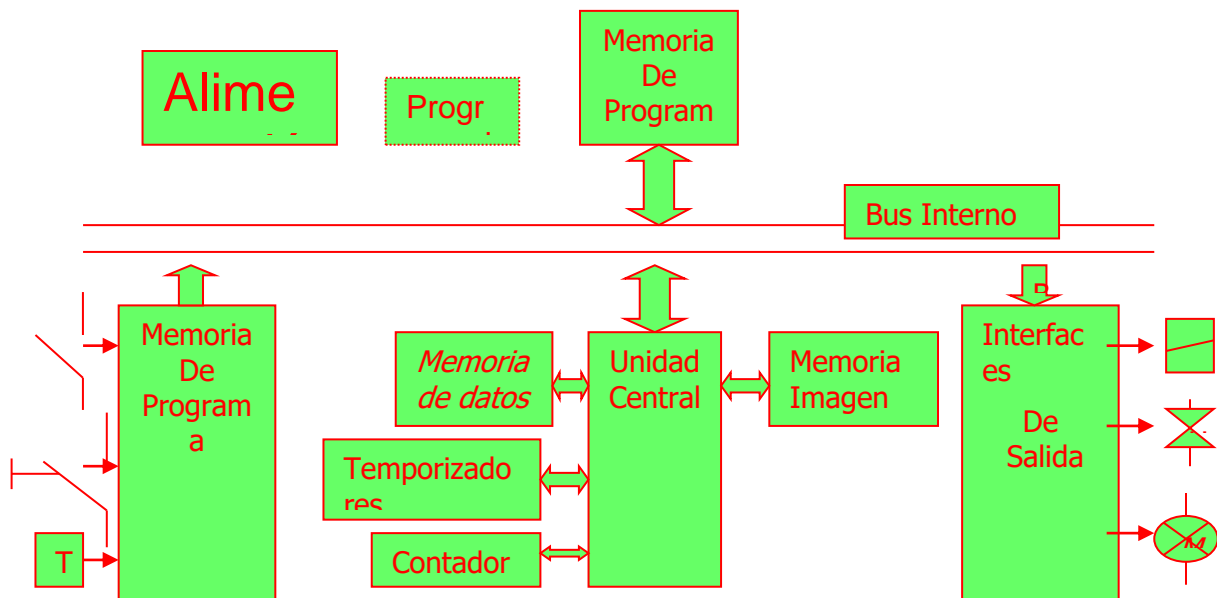


Figura 29.- Diagrama a bloques de un PLC

5.6.2. UNIDAD CENTRAL DE PROCESAMIENTO

La CPU (Central ProcessingUnit), construida alrededor de un sistema mínimo diseñado a partir de un microprocesador o un micro-controladores; es el “cerebro” del controlador lógico programable. Consulta el estado de las entradas y recoge de la memoria de programa la secuencia de instrucciones a ejecutar, elaborando a partir de ella las señales de salida u órdenes que enviará al proceso. Durante la ejecución del programa, las instrucciones son procesadas en serie, una tras otra.

La unidad de control es también la responsable de actualizar continuamente los temporizadores y contadores internos que hayan sido programados. Adicionalmente, puede también establecer comunicación con periféricos externos, como son la unidad de programación, monitores LED/LCD o TRC, otros PLC's o CPU's, etc.

Para ejecutar el programa, la CPU adquiere sucesivamente las instrucciones una a una desde memoria, y realiza las operaciones específicas en la misma.

Bloques fundamentales de una CPU:

- ALU, “AritmeticLogicUnit”, encargada de realizar las operaciones aritméticas y lógicas (combinacionales Y, O, sumas, comparaciones, etc.)
- Acumulador, que almacena el resultado de la última operación realizada por la ALU.
- Flags, o indicadores de resultado de operación.
- Contador de programa, PC (“ProgramCounter”), encargado de la lectura de las instrucciones de usuario y, por tanto, de la secuencia de ejecución.
- *Decodificador de instrucciones y secuenciador*, cableado y/o programado, donde se decodifican las instrucciones leídas en la memoria y se generan las señales de control.
- *Programa ROM*, monitor del sistema, donde se almacena la secuencia de puesta en marcha, las rutinas de test y de error en la ejecución, etc.
- Opcionalmente, en cartucho de memoria ROM externa, que contendría una ampliación del intérprete incorporado, a fin de que la CPU pudiera decodificar y ejecutar instrucciones complejas o escritas en lenguajes de programación más potentes.

5.6.3. MEMORIA

La **memoria** del PLC o memoria de trabajo contiene todos los datos e instrucciones que necesita para ejecutar la tarea de control:

- ***Datos del proceso***
Señales de planta, entradas y salidas.
Variables internas, de bit y de palabra.
Datos alfanuméricos y constantes.

- **Datos de control**

Instrucciones de usuario (programa).

Configuración del PLC (modo de funcionamiento, número de entradas/salidas conectadas, etc.).

La memoria ideal para el PLC debería ser simultáneamente rápida, pequeña, barata y de bajo consumo de energía. Como ninguna de las memorias del mercado reúne todas estas condiciones, los PLC's combinan distintos tipos de ellas. Como se muestra en la figura. 5.4.

MEMORIA	VOLATIL	NO VOLÁTIL				
Lectura/ Escritura	RAM				RAM + BAT RAM + EEPROM	EEPROM
SOLO LECTURA		ROM	PROM	EPROM		EEPROM
APLICACIONES	Datos internos memoria imagen E/S	Monitor Intérprete	Programa usuario	Programa usuario	Programa usuario (Ram + Bat) Datos internos mantenidos Parámetros	Programa usuario Parámetros

Figura 30.- Clasificación de las memorias utilizadas en un PLC

5.6.4. MEMORIA DE PROGRAMA

La memoria de programa normalmente externa y conectada a la CPU, almacena el programa escrito por el usuario para su aplicación, es decir, contiene la secuencia de operaciones que deben realizarse sobre las señales de entrada para obtener las señales de salida, así como los parámetros de configuración del

PLC. Por ello, si hay que introducir alguna variación sobre el sistema de control, basta generalmente con modificar el contenido de esta memoria.

El conjunto de direcciones correspondientes a todas las posiciones de memoria que puede direccionar la CPU, es decir, de toda la memoria de trabajo, se denomina en el PLC mapa de memoria.

La longitud de este mapa de memoria depende de tres factores:

- La capacidad de direccionamiento de la CPU, que determina el número de direcciones asignadas a los dispositivos internos.
- El número de entradas/salidas conectadas, que determina la longitud de la memoria imagen E/S.
- La longitud de la memoria de usuario utilizada.

5.6.5. ENTRADAS Y/O SALIDAS

Las señales de entradas van desde el simple pulsador o finales de carrera, hasta la medición de cualquier magnitud física que intervenga en el proceso. Por otro lado, las salidas pueden consistir, en señales todo-nada, generalmente actuando sobre relés, electroválvulas u otros elementos electromecánicos, o señales analógicas o digitales para señalización en instrumentos de medida, visualizadores, impresión de mensajes de alarma, mostrar el estado de los sensores y accionamientos, etcétera.

Tanto las señales de mando como las de proceso, en entornos industriales, podemos clasificarlas en dos grandes grupos siguientes:

- Señales todo-nada: codificación digital binaria (un solo bit).
- Señales continuas, con dos tipos posibles de codificación:
 - Codificación analógica
 - Codificación digital en palabras de una determinada longitud
 - (8 bits, 16 bits, etc.)

5.6.6. ENTRADAS

De corriente continua (CC)

Los valores de tensión más frecuentes son, 12, 24, 48 o 110 VCC; aunque algunos tienen un amplio margen de tensión de 12 a 48VCC o 48 a 110VCC.

Para las entradas de CC y según la polaridad de la fuente de alimentación conectada al común, podemos distinguir dos tipos:

- PNP: común de alimentación a negativo (lógica positiva).
- NPN: común de alimentación a positivo (lógica negativa).

De corriente alterna (CA)

Generalmente suelen cubrir la gama de tensiones normalizadas de 24, 48, 110-125, 220-250 VCA.

En algunos PLC's se dispone también de módulos de entrada que aceptan márgenes muy amplios de tensión, que van desde 100 a 200 VCA. Como se muestra en la figura 31.

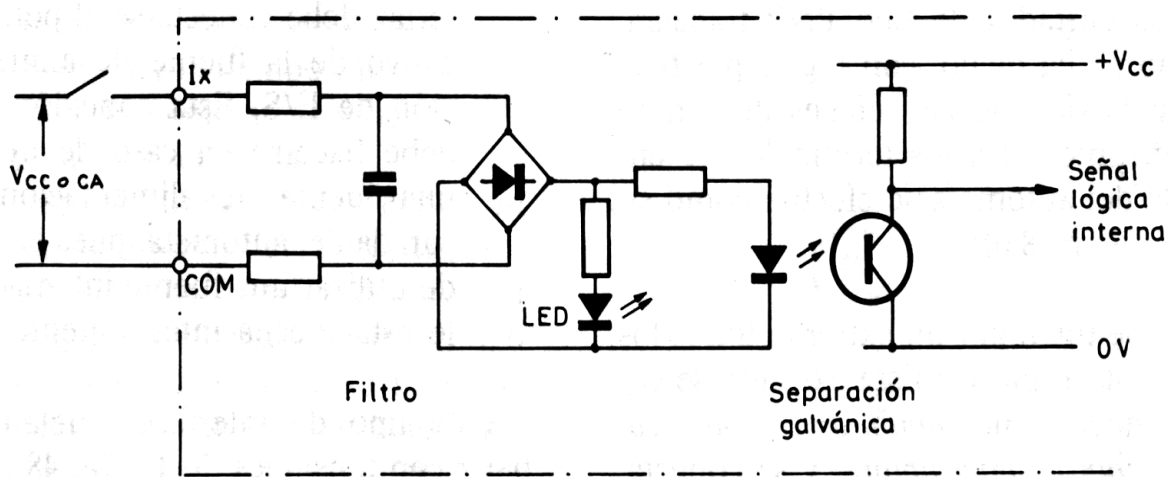


Figura 31.- Módulo de entrada lógico

5.6.7. SALIDAS

De corriente continua (CC)

El conmutador de salida es un transistor o colector abierto con dos variantes posibles, según la polaridad:

- Salida PNP o lógica positiva, de 15 a 30VCC o de 5 a 30VCC.
- Salida NPN o lógica negativa, de 15 a 30VCC o de 5 a 30VCC.

De corriente alterna (CA)

El conmutador de salida suele ser un triac o un par de tiristores en anti-paralelo, salidas de hasta 250VCA o hasta 380VCA.

Salidas por relé

Por lo general, cada salida consta de un solo contacto normalmente abierto, o a lo sumo de un contacto conmutado. Es frecuente que varios contactos compartan un terminal común (COM). Como se muestra en la figura 32.

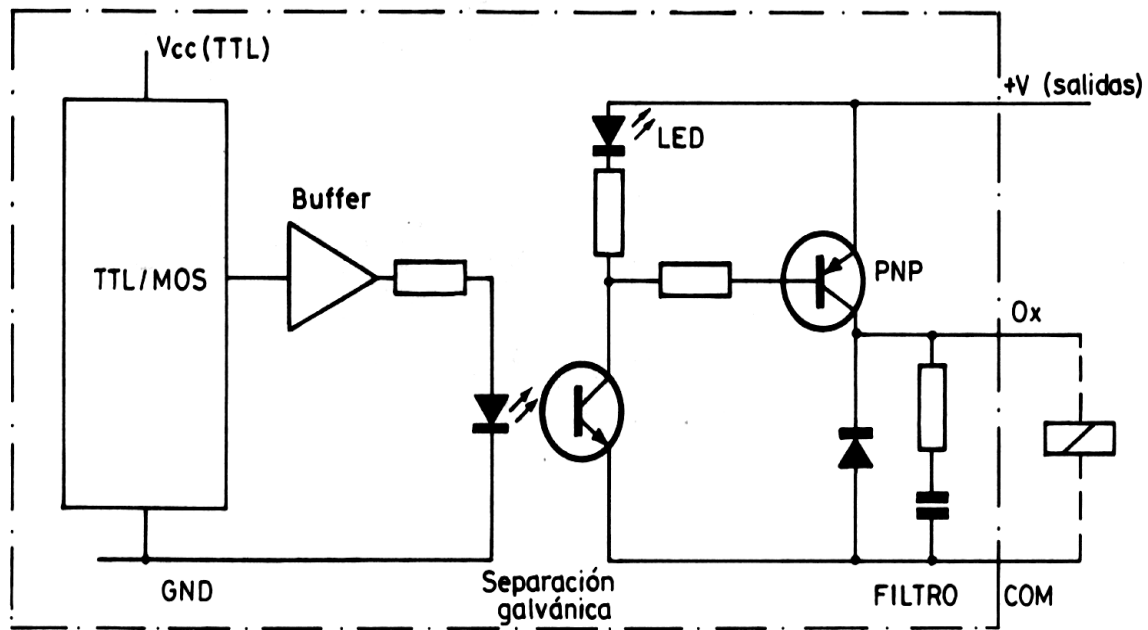


Figura 32.- Módulo de salida lógico

5.6.8. ENTRADAS Y/O SALIDAS ANALÓGICAS.

No todos los PLC's son capaces de manipular señales analógicas, pero es frecuente que existan módulos de ampliación para los tipos compactos o tarjetas analógicas en los tipos de rack, que si son capaces de tratar dichas señales.

El procesamiento de datos dentro del PLC es enteramente digital, como corresponde a todo sistema basado en un microprocesador y, por tanto, las señales de tipo analógico deben ser previamente digitalizadas para que puedan ser procesadas. Recíprocamente, si el PLC debe suministrar al proceso, deberá previamente convertir los datos internos a magnitudes de tipo analógico.

Las señales que se manejan tanto para entrada como salida deben ser del tipo normalizado que suele ser de uno de los siguientes tipos:

- Señales de 0 a 10 V.
- Señales de 0 a 5 V.
- Señales de 0 a 20 mA.
- Señales de 4 a 20 mA

5.6.9. PROGRAMADORES

El equipo de programación de un autómata tiene por misión configurar, estructurar, programar, almacenar y aprobar las diferentes funciones del automatismo, tanto las contenidas en la CPU básica, como las que aparecen en las CPU auxiliares y módulos periféricos. Se define entonces el equipo de programación como el conjunto de medio hardware y software mediante los cuales el programador introduce y depura las memorias del autómata las secuencias de instrucciones (en uno u otro lenguaje) que constituyen el programa a ejecutar.

Son funciones específicas de los tipos de programación las siguientes:

- Escritura del programa de usuario, directamente en la memoria del autómata, o en la memoria auxiliar del mismo equipo.
- Verificación sintáctica y formal del programa escrito.
- Edición y documentación del programa o aplicación.
- Almacenamiento y gestión del programa o bloques del programa.
- Transferencias de programas de y hacia el autómata.
- Gestión de errores del autómata, con identificación de los mismos, ayudas para su localización y corrección, y re-inicialización del sistema.

Además de las funciones anteriores, es muy frecuente encontrar otras adicionales:

- Puesta en marcha y detención del autómata (RUN / STOP).
- Monitorización del funcionamiento, sobre variables seleccionadas o sobre las propias líneas del programa.
- Forzado de variables binarias o numéricas y preselección de contadores, temporizadores y registros de datos.

5.6.10. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación proporciona, a partir de una tensión exterior, las tensiones necesarias para el buen funcionamiento de los distintos circuitos electrónicos del sistema.

En ocasiones, el PLC puede disponer de una batería conectada a esta fuente de alimentación, lo que asegura el mantenimiento del programa y algunos datos en las memorias en caso de interrupción de la tensión exterior.

Un PLC está formado por bloques que requieren niveles de tensión y de potencia diferentes y que, además, están sometidos a condiciones ambientales de ruido electromagnético también distintas. Por todo ello es frecuente que la alimentación se obtenga de varias fuentes separadas, procurando independizar las siguientes partes del circuito:

- Alimentación de la CPU e Interfaces E/S (alimentación PLC).
- Alimentación de Entradas.
- Alimentación de Salidas (cargas) de tipo electromagnético.

Como se muestra en la figura 32.

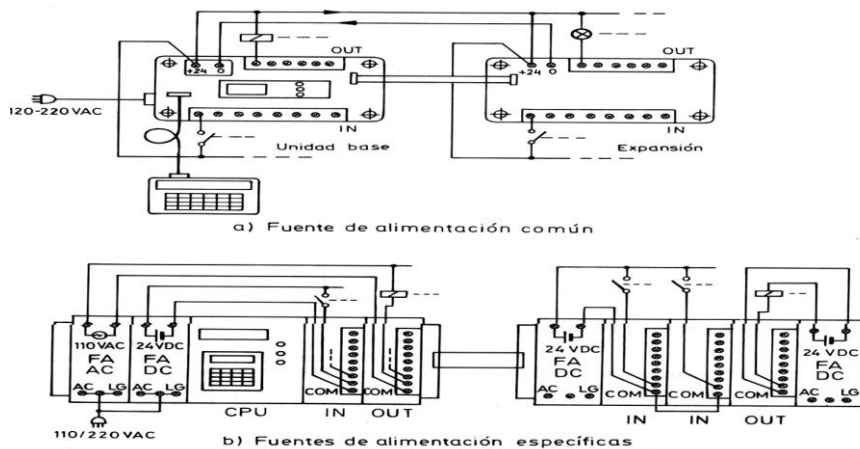


Figura 33.- Fuentes de alimentación para PLC

5.6.11. CARACTERÍSTICAS DEL PLC MILLENIUM 2

1. Número de entradas
4 entradas digitales, 8 entradas analógicas.
2. Número de salidas 8 salidas a relevador de 8A o 5A/250VAC
3. Tipos de señales de entrada para proceso
Señales AC, DC, frecuencia, rangos de voltaje analógico, corriente.
4. Tipos de señales de salidas necesarias
Digital DC, AC, voltaje, corriente, frecuencia, PWM, rangos de voltaje analógico.
5. Fuente de alimentación
Fuente de CD a 24V 6.2W máximo.
6. Características visuales
Cuenta con display para visualización, botones de control programables

5.6.12. PROCEDIMIENTO

Para realizar una automatización de un sistema de bombeo y control correcto, se debe tomar en cuenta que este control estará activo el tiempo que el usuario lo requiera, además de que evitara el requerimiento de personal para el encendido o apagado del sistema, en la programación se deberá incluir el tiempo de espera para desactivar todo el sistema así como el horario pre-establecido.

5.6.13. SELECCIÓN DE SENSORES

Ya que el sistema debe ser automático y manual, se debe tener en cuenta el tipo de sensores que se requieren, no todos los sensores son aptos para esta tarea, un sensor ultrasónico sería muy ineficiente ya que la programación de este es muy extensa y es necesario tener mucha experiencia en este tipo de sensor.

Si se realiza por medio de sensores de horizontal PP flotador sensor de nivel de agua y Sensor de nivel del agua hidrostático, el campo de detección es muy bueno, porque complicado la programación de estos sensores de la lectura y los valores que entrega el sensor.

Con estos datos se llegó a la conclusión de usar sensores de nivel son más económicos, dichos sensores tienen un alcance gradual de 20 a 200g, con ello permitirá detectar cuando ya esté lleno o casi vacío una distancia adecuada y elimina en gran medida el margen de error de detección.

Estos sensores pueden ser configurados en el tiempo de respuesta y sensibilidad de detección, con estas características se asegura la detección correcta.

5.6.14. SELECCIÓN DE PLC

Para realizar el control de detección del funcionamiento de acuerdo a los sensores, se debe contar con un dispositivo capaz de realizar la detección de tiempos de llenado y vaciado para mantener encendida todas los motores, así como el de los días de la semana bueno no habría problema seguiría funcionando correctamente.

Para realizar esta tarea, además de manejar la potencia requerida se tomó la decisión de realizar todo el sistema de control mediante un PLC de la empresa Crouzet, el modelo específico es el MILLENIUM plus II, con el fácilmente se puede realizar la conexión de hasta 8 sensores y 12 salidas para el control.

Con este PLC se programa los tiempos de funcionamiento, el control de horario preestablecido y el control de los días de la semana para permitir el encendido del sistema si está dentro de los días laborables.

5.6.15. FUENTES DE ALIMENTACIÓN

Una vez establecido el tipo de sensores y el PLC a utilizar, se debe realizar el acoplamiento de señales para la lectura de las mismas.

Los sensores trabajan con corriente alterna (AC) pero el PLC solo reconoce señales de CD, debido a esto se construye una pequeña fuente para acople de estas magnitudes, permitiendo así las lecturas.

5.6.16. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE CENSADO

Para cubrir todo el sistema y poder determinar si se encuentra en uso o no, un solo sensor no puede realizar esta tarea. Por ello se determinó que una mejor solución es incrementar el uso de sensores, se decidió emplear más sensores.

5.7. PROGRAMACIÓN DEL PLC

La programación del PLC se realiza en el software MILLENIUM II, el lenguaje de programación es BDF, este entorno de programación es gráfico.

La programación se realiza visualizando compuertas lógicas, los timers entre otras funciones son bloques, los cuales se pueden configurar según sean requeridos en el programa.

El software cuenta con simulador, no es necesario de otros programas para comprobar el funcionamiento del PLC, incluye la opción de monitoreo, con esta opción se puede cargar el programa en el PLC y observar en tiempo real la reacción de las salidas, si en las entradas se tiene las señales deseadas y el funcionamiento interno.

En la programación se toma en cuenta que con cualquiera de los sensores que detecte llenado y vaciado.

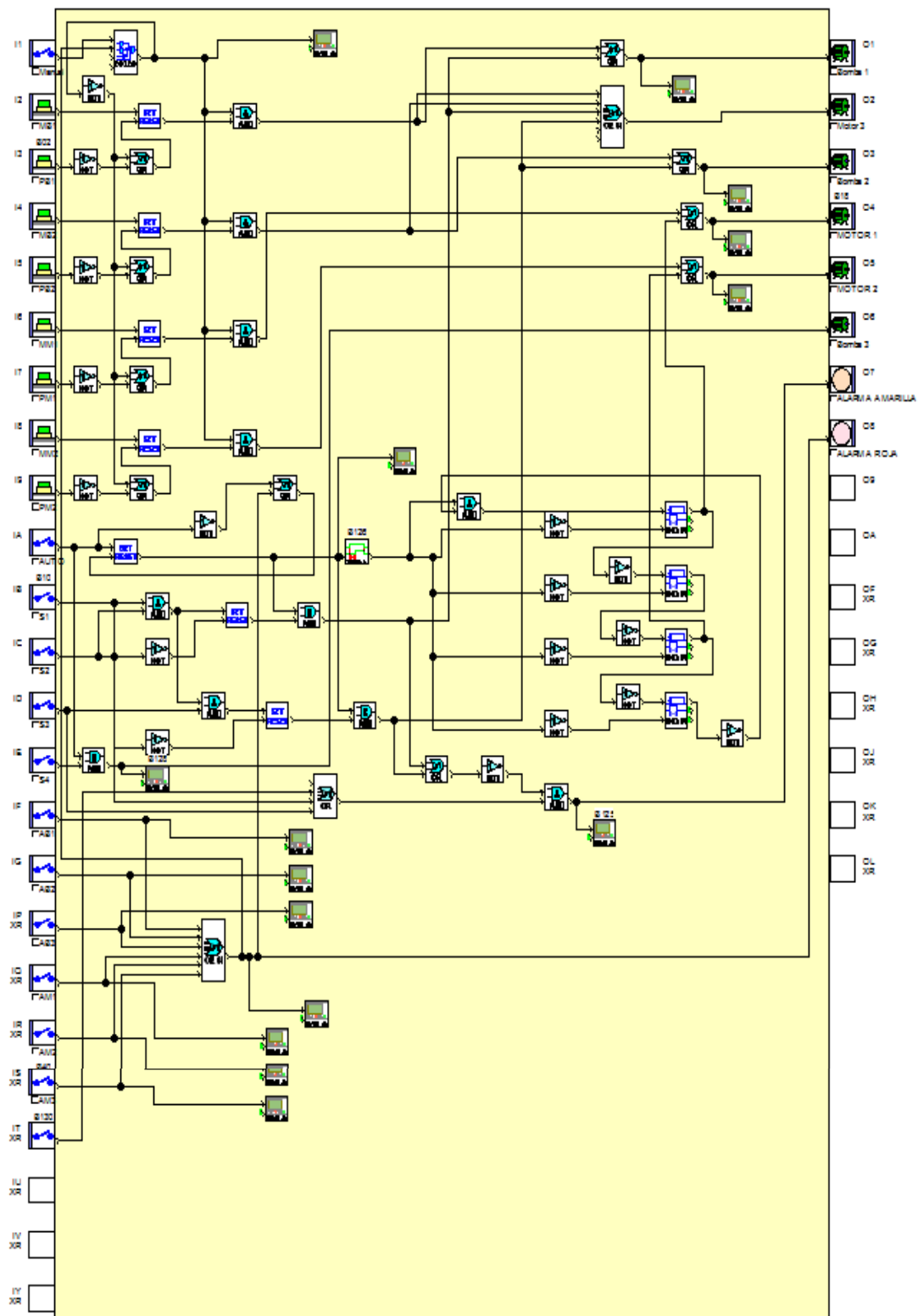


Figura 34.- Programación del PLC

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

6.1. RESULTADOS

Basado en la investigación de la necesidad de la automatización del sistema de bombeo, se demostró que el programa funcionara perfectamente y ayudara al mejoramiento del sistema ya que la problemática era la inundación de toda esa área.

Con este sistema ya no es necesaria la intervención de ninguna persona para la manipulación del proceso a realizar solo tendrá un operador de encendido y apagado al finalizar la lluvia.

Además el sistema no es cerrado es fácilmente modificable para aumentar el número de sensores o de motores, con esto se obtendrá una mejor eficiencia y eficacia.

6.2. RECOMENDACIONES

Una recomendación es aumentar el número de sensores del sistema, actualmente cuenta con 2 sensores de nivel de agua, pero al incrementar el número de los mismos aumenta el área censada con lo cual se podrá tener un control.

6.3. CONCLUSIÓN

Todo proceso es factible de mejorar y de invertir en el, siempre y cuando este cambio vaya orientado hacia la calidad ya que para lograr ser mejor se debe ofrecer eficacia en cada uno de los aspectos esenciales que conforman a una institución, ya que si se deja pasar desapercibido un error por más mínimo que este sea, tendrá consecuencias y repercutirá en el proceso. Toda institución grande o pequeña necesita de la colaboración de los integrantes que la conforma, realizando las actividades correspondientes de cada uno. Los hoteles son instituciones donde las responsabilidades son muy grandes y la calidad en el servicio debe ser lo más alta posible, es por eso que cualquier tipo de anomalías o errores deben ser detectados antes de que estos sean graves y repercutan complicaciones en el personal.

Esta residencia es un buen ejemplo para aprender que, independientemente de lo actualizado que estén los mecanismos que facilitan al hombre obtener las necesidades requeridas, deben ser cuidados de manera adecuada, estableciendo tiempos y formas para realizarlos en cada componente, es decir, se debe contar con un programa de mantenimiento preventivo y ser aplicado de manera responsable, con dedicación, esfuerzo y de manera precisa, creando una base de datos de los problemas más comunes que facilite su localización o detección, evitando paros y deficiencia en los procesos. Pasar por alto cualquier tipo de fallo así sea muy pequeño traerá una serie de errores que posteriormente provocara funcionamientos defectuosos y daños permanentes en los componentes. Todo esto es indispensable para crear conciencia en quienes operan y mantienen los equipos electromecánicos ya que son parte fundamental en el funcionamiento de las Instituciones.

6.4. FUENTES DE INFORMACION

- [1] Potter Merle, Wiggert David. (2002). *Mecánica de Fluidos*. Tercera edicion.Thomson.
- [2] Streeter Victor. (2000). *Mecánica de los fluidos*. Novena edición. Mc Graw Hill.
- [3] Mott Robert. (2006). *Mecánica de fluidos*. Sexta edición. Pearson.
- [4] Harper Enriquez. (1998) *El ABC De Las Instalaciones Eléctricas Industriales* Editorial Limusa
- [6] ITALMAX. www.italmax.com.
- [7] Muñoz. (26 de marzo del 2009). Uso de manejo de herramientas.
<http://es.slideshare.net/cerodano/uso-y-manejo-de-herramientas-1205514#btnNext>
- [8] Universidad de la rioja. (18 de mayo del 2015).Herramientas de mano.
<http://www.unirioja.es/servicios/spnl/pdf/herramientas.pdf>
- [9] Astrid vivi. (01 de agosto del 2013).Bombas Centrifugas.
<http://www.youtube.com/watch?v=luJueyMV4yk>
- [8] Acerobsv. http://acerobsv.com/html/tubos_cedula30.html
- [10] PICSA. <http://www.picsabombas.com.mx/home/index.html>
- [11]Consulta en catálogos Schneider Electric. www.schneider-electric.com.mx
- [12]Consulta en catálogos WEG. www.weg.net/mx