



REPORTE FINAL DE RESIDENCIA PROFECIONAL.

AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL RASTRO PORCINO MUNICIPAL.

Residente: Roberto de Jesús Ruíz Aguilar.

Especialidad: Ing. Electrónica.

Asesor: Dr. Héctor Ricardo Hernández de león.

Revisores: M. en C. Roberto Ibáñez Córdova.

L. F. M. Lester Acosta Maza.

<b>1. Introducción</b> .....	4
<b>2. Justificación</b> .....	4
<b>3. Objetivos</b> .....	5
3.1. Objetivo general.....	5
3.2. Objetivo específico.....	5
<b>4. Características del área de participación</b> .....	5
<b>5. Planteamiento del problema</b> .....	6
<b>6. Alcances y limitaciones</b> .....	7
<b>7. Fundamento teórico</b> .....	8
7.1. ¿Qué es la automatización?.....	9
7.2. Características de un sensor.....	10
7.2.1. ¿Qué son los sensores de medición de nivel?.....	10
7.2.2. Interruptores de flotador.....	11
7.2.3. Sensores ultrasónicos sin contacto.....	12
7.2.4. Sensores ultrasónicos de contacto.....	12
7.2.5. Resolución y precisión.....	13
7.3. Los sensores de nivel.....	13
Algunos modelos de sensores de nivel.....	13
7.3.1. Sensores capacitivos.....	13
7.3.2. Construcción.....	14
7.3.3. Ventajas.....	15
7.3.4. Desventajas.....	15
7.3.5. Aplicaciones.....	16
7.3.6. Selección del sensor según la aplicación.....	16
7.3.7. Características eléctricas.....	16
7.3.7.1. Definición y tareas de un PLC.....	18
7.3.7.2. ¿Qué es un PLC?.....	18
7.3.7.3. Ventajas.....	19
7.3.7.4. Componentes de un PLC.....	20
7.3.7.5. Estructura interna.....	20
7.3.7.6. Unidad central de procesamiento.....	21
7.3.7.7. Memoria.....	22

7.3.7.8. Memoria de programa.....	23
7.3.7.9. Entradas y/o salidas.....	23
7.3.7.10. Entradas.....	24
7.3.7.11. Salidas.....	25
7.3.7.12. Entradas y/o Salidas analógicas.....	26
7.3.7.13. Programadores.....	26
7.3.7.14. Fuente de alimentación.....	27
7.3.7.15. Características del PLC Millenium 2.....	28
7.3.7.16. Procedimiento.....	28
7.4. Selección de sensores.....	28
7.5. Selección de PLC.....	29
7.5.1. Fuentes de alimentación.....	29
7.5.2 Delimitación del área de censado.....	29
7.5.3. Programación del PLC.....	30
7.5.4. Interface del PLC con la planta de tratamiento.....	31
7.5.5. Funcionamiento en específico de la aplicación.....	32
<b>8. Resultados.....</b>	<b>32</b>
8.1. Conclusiones y recomendaciones.....	33
8.1.1. Conclusiones.....	33
8.1.2. Recomendaciones.....	33
8.3. Referencias bibliográficas.....	34
8.4. Programación de PLC.....	35
<b>9. ANEXO.....</b>	<b>36</b>
9.1. Sensor de nivel de agua.....	36
9.2. Otra opción de sensor sería un sensor ultrasónico y un sensor de nivel de agua hidrostático.....	37
9.3. Sensor hidrostático.....	49
9.4. Sensor hidrostático para entorno corrosivo.....	40
9.5. Sensor de nivel de baja temperatura.....	41
9.6. Sensor de nivel por ultrasonido invulnerable a los productos químicos.....	42
9.7. Sensor de nivel por ultrasonido inalámbrico.....	42
9.8. Sensor de nivel capacitivo para carburante.....	43

9.9. Sensor de nivel hidrostático.....	44
Características .....	44
9.10. Sensor de nivel hidrostático para fango. ....	45
9.11. Sensor de nivel capacitivo sin contacto.....	46
9.12. Sensor de nivel mediante flotador. ....	47
9.13. Bomba de agua sumergible.....	48
9.14. Seguridad y fiabilidad.....	49

## 1. Introducción.

En el presente trabajo se realizara un diseño de un programa para el tratamiento de aguas residuales, ya que como el agua es uno de los recursos naturales fundamentales para el ser humano.

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. Que se muestra en la figura. 3.1



**Figura. 3.1. Procesos físicos, químicos y biológicos.**

En México, como en muchos países a nivel mundial se utilizan fuentes de agua superficiales para todos los usos como lo es la industria, agricultura, domésticos, consumo humano y todas las actividades que desarrolla el ser humano. Sin embargo, tan sólo una pequeña parte de aguas residuales son tratadas en el país.

## 2. Justificación.

La automatización del sistema de tratamiento de aguas residuales del rastro porcino municipal mejorará el desempeño y la funcionalidad. La programación de la duración de las acciones permitirá conducir observaciones respecto a la eficiencia del tratamiento y con ello hacer modificaciones en base a las opiniones del ingeniero bioquímico encargado del proceso.

### **3. Objetivos.**

#### **3.1. Objetivo general.**

Diseñar e implementar la automatización del sistema de tratamiento de aguas residuales del rastro porcino municipal.

#### **3.2. Objetivo específico.**

Realizar la programación para el PLC adecuado para el control de las bombas tomando en cuenta todos los factores que intervienen en el proceso o que podrían presentarse durante dicho proceso.

Realizar la simulación en Crouzet logic software M2 del algoritmo de programación para el control de las señales de entrada y salida hacia la etapa de potencia.

### **4. Características del área de participación.**

El rastro porcino municipal tiene un sistema de tratamiento de aguas residuales el cual es operado de manera manual. El sistema se usa para tratar los desechos líquidos y sólidos producto de los sacrificios de los animales. Los desechos que se manejan son sangre, excremento, partes de viseras, pelo del animal y grasas todo ellos diluidos en el agua. El sistema de tratamiento es útil porque con él se evita la contaminación biológica del medio ambiente y los malos olores.

El sistema de tratamiento consta de seis unidades; la unidad de entrada, la unidad de entrada de sólidos mayores, el reactor biológico, el digestor, la unidad de lodos.

Para la circulación de los residuos diluidos en el agua se usan 3 bombas de agua sumergibles trifásicas, un motor eléctrico trifásico para el sistema de filtrado y un sistema de bombeo con gas a presión para los residuos de mayor densidad con calidad de lodo.

El sistema de gas a presión es alimentado por dos compresores que obtienen su energía de dos motores trifásicos que actúan por separado de manera alternada.

Actualmente el encendido y apagado de las Máquina eléctricas es manual.

Anteriormente una parte del sistema estaba automatizada. Pero se incendió la instalación del cuarto de máquinas y se quemó el equipo. Ahora se compraran los componentes destruidos por el Incendio y se desea automatizar todo el sistema.

Es decir automatizar el arranque pero de todas las máquinas eléctricas, de manera coordinada garantizando seguridad y un correcto funcionamiento dando

tiempo para completar los procesos biológicos (proceso para limpiar o desinfectar el agua sucia). Como se muestra en la figura. 4.1.

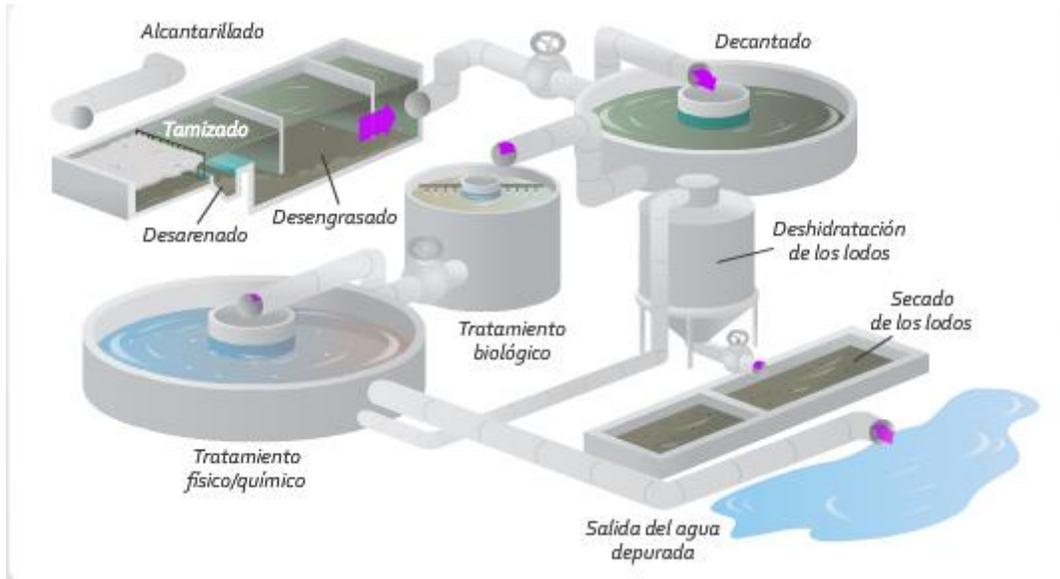


Figura. 4.1. **Proceso para limpiar o desinfectar el agua sucia.**

## 5. Planteamiento del problema.

Lo que aquí se propone como proyecto es la automatización del sistema de tratamiento de aguas residuales del rastro porcino municipal. El sistema de tratamiento consta de seis unidades; la unidad de entrada, la unidad de entrada de sólidos mayores, el reactor biológico, el digestor, la unidad de clarificación y la unidad de lodos.

Para la circulación de los residuos diluidos en agua se usan 3 bombas sumergibles trifásicas, un motor eléctrico trifásico para el sistema de filtrado y un sistema de bombeo con gas a presión para los residuos con mayor densidad con calidad e lodo.

El sistema de gas a presión es alimentado por dos compresores que obtienen su energía de dos motores trifásicos que actúan por separado de manera alternada.

El rastro porcino municipal cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, no cuenta con un sistema automático para solucionar el problema, se realizara un programa de acuerdo a sus necesidades en este caso de manera automática, así como de forma manual mediante un PLC (Control Lógico Programable). Se usara un PLC Millenium Plus II de la marca Crouzet.

## **6. Alcances y limitaciones.**

El programa del PLC tendrá la capacidad de decidir el funcionamiento y la secuencia de cada una de las bombas mandando pulsos para accionar y detener cada una de estas.

Para poder establecer el tiempo en que se tendrán que activar cada una de las bombas se tendrá que analizar los procesos involucrados dentro de la planta de aguas residuales como son el tiempo aproximado de llenado de cada contenedor, tiempo de la sedimentación, el tiempo de trabajo de la bomba del filtro percolador, la cantidad de cloro para de terminada cantidad de agua, etc. Como se muestra en la figura. 6.1.



**Figura. 6.1. Contenedor de agua.**

El tiempo de trabajo de la planta no debe superar el tiempo de llenado del contenedor para que no suministre agua a la planta en pleno proceso, para que esto no ocurra se pondrán condiciones para que no se accione la bomba del contenedor durante el proceso para que no rebase el nivel de agua se contara con sensores que detendrán los motores cuando ya esté lleno y encenderlos cuando estén vacíos para que no rebase el nivel establecido.

El algoritmo empleado se realizó en Millenium Plus II para la simulación en Crouzet Logic software M2, está basado en cada uno de los procesos antes mencionados.

## **7. Fundamento teórico.**

El agua es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. En su uso más común, con agua nos referimos a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa que llamamos vapor. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre.

En nuestro planeta, se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares tiene el 1,74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, la humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos.

Se estima que aproximadamente el 70% del agua dulce se consume en la agricultura. El agua en la industria absorbe una media del 20% del consumo mundial, empleándose como medio en la refrigeración, el transporte y como disolvente de una gran variedad de sustancias químicas. El consumo doméstico absorbe del orden del 10% restante.

El agua potable es esencial para todas las formas de vida, incluida la humana. El acceso al agua potable se ha incrementado sustancialmente durante las últimas décadas en la práctica totalidad de la superficie terrestre.

Desde los orígenes de la civilización, los seres humanos se han asentado en las proximidades de las corrientes fluviales, porque ello les garantiza el rápido abastecimiento del agua potable, necesaria para satisfacer sus requerimientos básicos, junto a esto están los sistemas de drenajes que depositan todas las aguas sucias en los ríos.

Es por esto que la influencia del hombre sobre las cuencas hidrográficas ha sido devastador para los ecosistemas acuáticos.

Pero el agua es un recurso abundante para algunos y escaso para muchos, lo que induce a una valoración inversamente proporcional a su abundancia relativa, porque aunque dos terceras partes de la superficie de nuestro planeta están cubiertas por agua, apenas el 2.8% del agua total es agua dulce, con la restricción de que 2.24% no es aprovechable por estar congelada en forma de glaciares y nieves perennes, el 0.60% está contenido en los poros de rocas y suelos formando acuíferos, y solo el 0.03% del agua total del planeta está disponible en fuentes superficiales.

Es por esto que a pesar de lo que muchas personas piensan que el agua es un recurso inagotable y que la cantidad de esta es infinita, la realidad es otra y el problema aumenta ya que los índices de contaminación hídrica crece exponencialmente, y a pesar de esto los gobiernos y autoridades relacionadas se muestran indiferentes ante esta situación.

La mayor parte de las aguas negras no han recibido tratamiento. Aun las grandes ciudades como la Ciudad de México y São Paulo-Santos se encuentran a menudo altamente contaminadas y carecen de infraestructura de saneamiento para tratar los residuos peligrosos.

Se sabe que las aguas residuales albergan micro-organismos que causan enfermedades (patógenos), incluyendo virus, protozoos y bacteria. Los organismos patogénicos pueden originarse en los individuos infectados o en animales domésticos o salvajes, de los cuales pueden o no presentar señales de enfermedad.

La diarrea y la gastroenteritis se encuentran entre las tres principales causas de muerte en el mundo y en la región latinoamericana. El agua no segura para beber y la contaminación a través del desecho inadecuado de aguas negras son responsables por la gran mayoría de estas muertes.

Para mejorar las condiciones de salud y saneamiento en las regiones en vías de desarrollo, se necesitan plantas de tratamiento eficientes para el manejo de agua potable y aguas residuales. Sin embargo, dichos esfuerzos requieren inversiones sustanciales de capital.

Solamente en México, se estima una inversión de US\$2,900 millones para proporcionar agua limpia y servicios de saneamiento a los habitantes urbanos. En 1995, el Banco Mundial estimó que se requeriría una inversión de US\$12,000 millones anuales durante 10 años para elevar los estándares de abastecimiento de agua y de aguas residuales a niveles razonables.

### **7.1. ¿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.

Antes de ese tiempo, las computadoras industriales eran exclusivamente computadoras analógicas y computadoras híbridas. Desde entonces las computadoras digitales tomaron el control de la mayoría de las tareas simples, repetitivas, tareas 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.

## **7.2. Características de un sensor**

### **7.2.1. ¿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

#### **7.2.2. 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).

### **7.2.3. 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.

### **7.2.4. 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 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.

### **7.2.5. 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.

### **7.3. 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

### **7.3.1. 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.

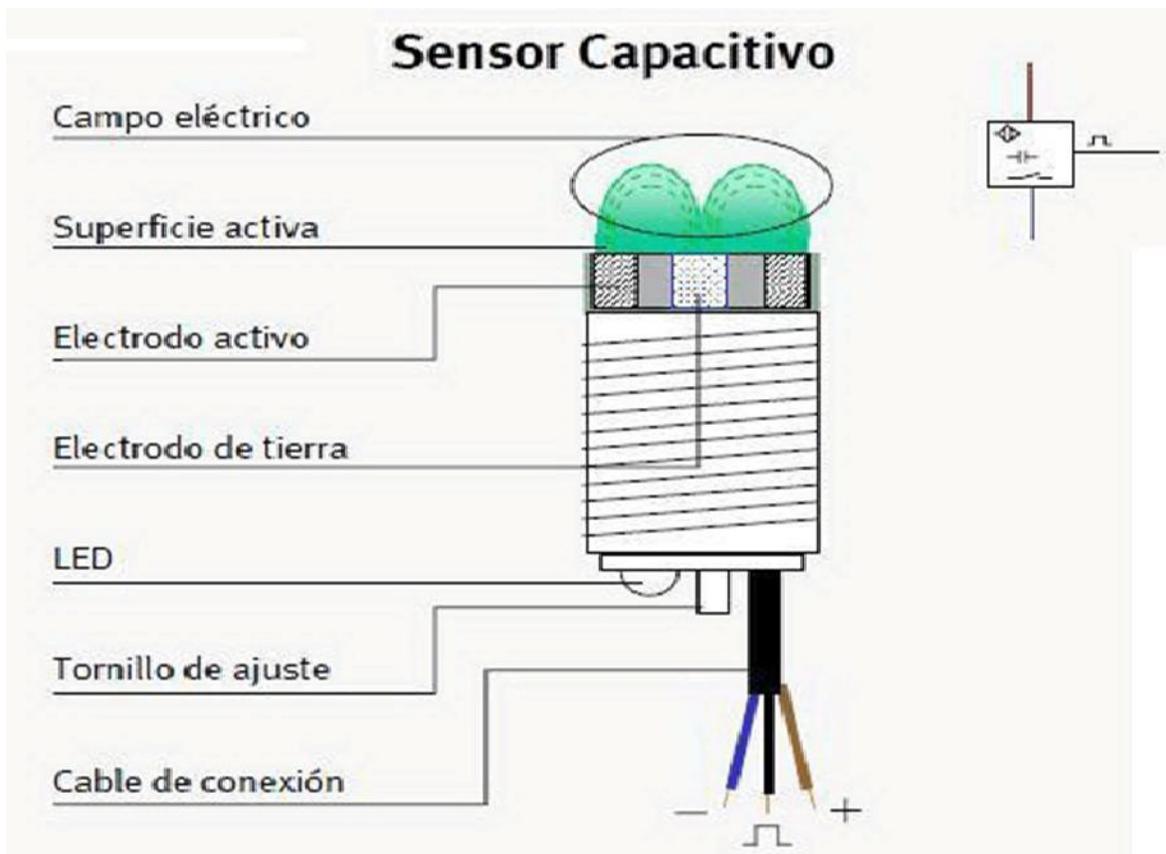
Cuando el objeto se encuentra fuera del campo electrostático, el oscilador permanece inactivo, pero cuando el objeto se aproxima, se desarrolla un acoplamiento capacitivo entre éste y la sonda capacitiva. Cuando la capacitancia alcanza un límite especificado, el oscilador se activa, lo cual dispara el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

### **7.3.2. Construcción.**

**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. 7.1.



**Figura. 7.1. Estructura interna del sensor capacitivo.**

### **7.3.3.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.

### **7.3.4.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.

### 7.3.5. 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 figur.7.2.

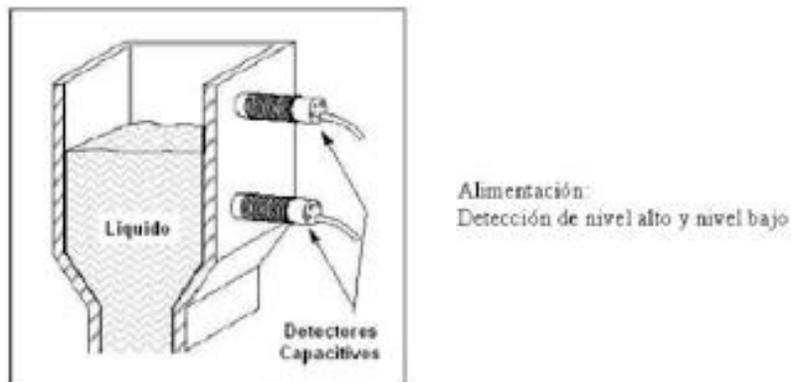


Figura. 7.2. Dirección nivel alto nivel bajo

### 7.3.6. Selección del sensor según la aplicación.

### 7.3.7. 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.

### 7.3.7.1. Definición y tareas de un PLC.

#### 7.3.7.2. ¿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 aun que desconozca 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 conectarán pulsadores, finales de carrera, fotocélulas, detectores, etc., y terminales de salida a los que se conectarán bobinas de contactores, 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.

### **7.3.7.3. 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 quedar reducido el cableado.
  
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el PLC sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

### **7.3.7.4. Componentes de un PLC.**

El concepto de hardware estándar que venimos indicando para el PLC se complementa con el de modularidad, entendiéndose como tal, el hecho de que este hardware está fragmentado en partes interconectarles 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 estructuramencionada permite comprender el funcionamiento de éste, mientras que la estructura interna nos ayuda a comprender su diseño.

### 7.3.7.5. 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. 7.3.

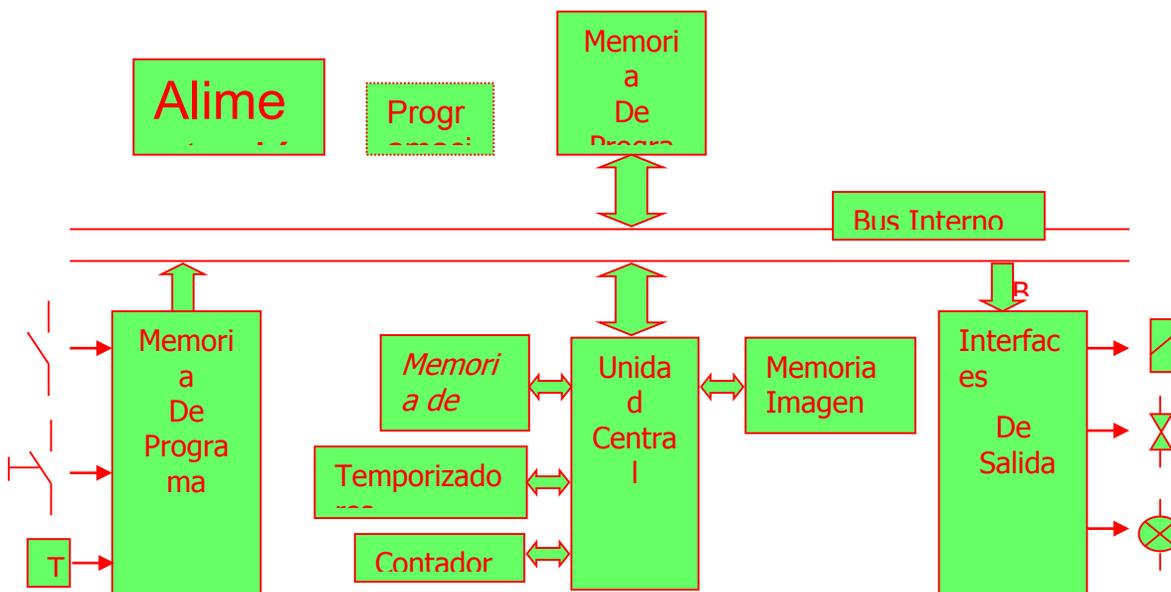


Figura. 7.3. Diagrama a bloques de un PLC

### 7.3.7.6. 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 (combi-nacionales 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.

### 7.3.7.7. 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. 7.4.

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. 7.4. Clasificación de las memorias utilizadas en un PLC.

### **7.3.7.8.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.

### **7.3.7.9.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.)

### 7.3.7.10. 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. 7.5.

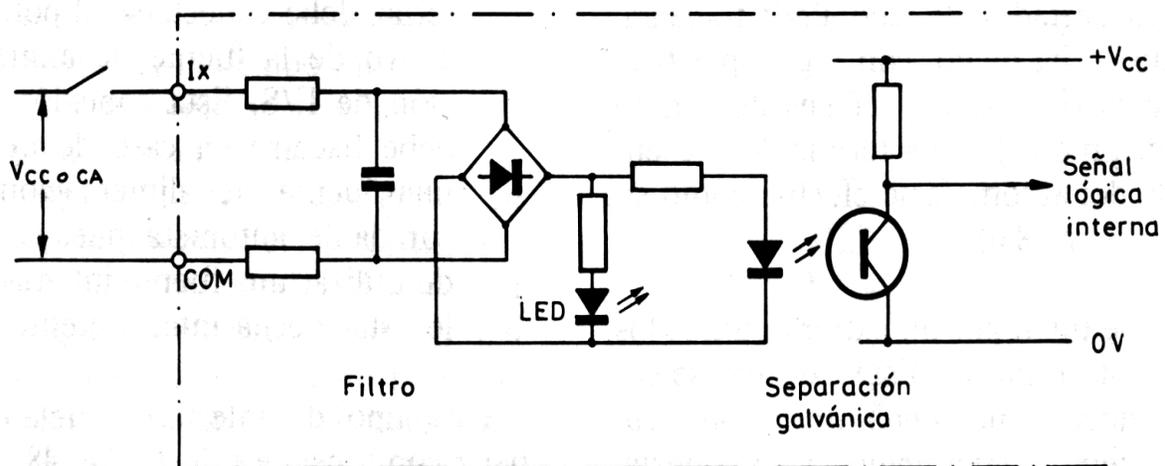


Figura. 7.5. Módulo de entrada lógico.

### 7.3.7.11. 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. 7.6.

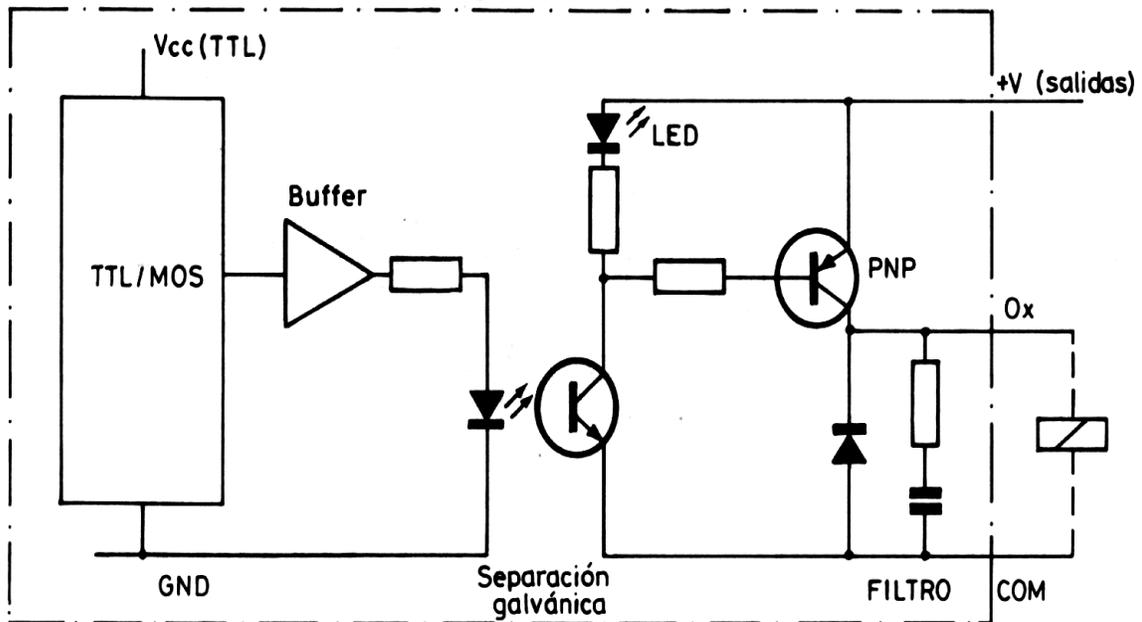


Figura. 7.6. Módulo de salida lógico.

### **7.3.7.12. 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

### **7.3.7.13. 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 autómat (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.

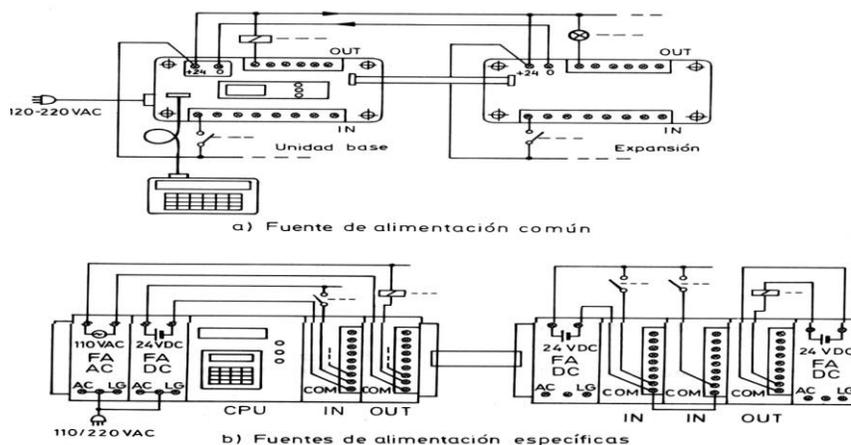
#### 7.3.7.14. Fuente de alimentación.

La *fente 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. 7.7.



**Figura. 7.7. Fuentes de alimentación para PLC.**

### **7.3.7.15. 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

### **7.3.7.16. Procedimiento.**

Para realizar una automatización de un sistema de tratamiento de aguas residuales para el rastro porcino municipal y control correcto en el uso de la planta de tratamiento, 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.

### **7.4. 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.

### **7.5. 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.

#### **7.5.1.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.

#### **7.5.2.Delimitación del área de censado.**

Para cubrir toda la planta de tratamiento 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 6 sensores.

#### **7.5.3.Programación del PLC.**

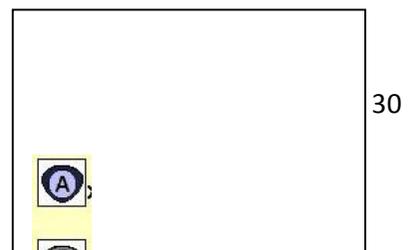
La programación del PLC se realiza en el software MILLENIUM II, el lenguaje de programación es BDF, este entorno de programación es gráfico.

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, los motores seguirán funcionando aleatoria mente si el tiempo de que el motor este limpiando el agua el otro no podrá vaciarse.

#### 7.5.4. Interface del PLC con la planta de tratamiento.





TABLERO DE CONTROL  
MANUAL

BOMBA 1

BOMBA 2

BOMBA 3

BOMBA 4

BOMBA 5 Y 6  
SON ALEATORIA



ACTIVAR



NORMAL/AUTOMATICO

FOCOS INDICADORES.



BOMBA 1



BOMBA 2



BOMBA 3



BOMBA 4



BOMBA 5



BOMBA 6

7.5.5. Funcionamiento en específico de la aplicación.

Cuando activan el PLC el operador puede elegir el modo manual o automático, cuando el operador a elegido el modo deseado los sensores se activan a no detectar el agua en el primer contenedor. El sensor ase, que se active el motor de llenado cuando el segundo sensor detecta que ya está lleno activa al segundo motor que el de vaciado que llena al segundo contenedor, al detectar el fluido en el segundo contenedor el sensor activa al motor-reactor que esta estará en funcionamiento durante 30 minutos.

En el primer contenedor estará realizando el primer proceso de llenado pero no vaciara el contenido hasta que allá pasado los 30 minutos y el 4 sensor se active el motor de vaciado el fluido al tercer contenedor que tiene dos motores que se activan aleatoriamente 30minutos cada uno.

En pieza a repetirse el mismo proceso, el primer contenedor llena y vacía y lo deposita al segundo contenedor durante 30 minutos, pasado esto vacía, llena al tercer contenedor vaciara el agua residual tratada.

**NOTA:** El lodo y viseras quedan asentadas en el fondo de los contenedores y esta tiene digestores para extraerlos a otros recipientes ya que serán utilidad en el campo agrícola como abono.

## **8. Resultados.**

Basado en la investigación de la necesidad de la automatización de aguas residuales del rastro porcino municipal, se demostró que el programa funcionara perfectamente y ayudara al mejoramiento del rastro así como el medio ambiente y plantaciones de riego que serán beneficiados, con estos datos se desarrolló un sistema para el control automático del rastro.

Con este sistemas ya no es necesaria la intervención de ninguna persona para lamanipulación de cada proceso a realizar solo tendrá un operador de encendido y apagado al finalizar la jornada de trabajo del día en curso, con esto se evita que el rastro quedase encendida toda la noche..

Además el sistema no es cerrado es fácilmente modificable para aumentar el número de sensores o de motores, con esto el área de censado sería mayor.

## **8.1. Conclusiones y recomendaciones.**

### **8.1.1. Conclusiones.**

La automatización del rastro permite un gran ahorro de agua y el residuo o lodo que queda se puede utilizar como abono lo cual conlleva al cuidado del medio ambiente, esta forma de uso de aguas recicladas permite que los cultivos de riegos sean beneficiados.

Existen algunas formas de aumentar el ahorro en consumo energético, pero no todas son aplicables en todas las áreas que se desean controlar, por ello los sistemas se diseñan de acuerdo al lugar a automatizar.

### **8.1.2. 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.

### 8.3.Referencias bibliográficas.

<http://www.ahidra.com/campos-de-actividad/tratamiento-de-aguas-residuales/eliminacion-nitrogeno/?gclid=CNHI4uWV67sCFUgS7Aod9DAAXg>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento de aguas residuales](http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales)

<http://www.tratamiento-de-aguas.com/>

<http://www.slideshare.net/DIMITR1/manual-de-programacion-plc-crouzet-millennium>

<http://dircasa-calora.blogspot.mx/2010/05/manual-de-programacion-de-plc-crouzet.html>

<http://www.mycrouzet.com/video-tutoriales>

<http://zonaemec.files.wordpress.com/2013/11/manual.pdf>

<http://www.controlict.com/1873.html>

[http://www.ehowenespanol.com/construir-sensor-nivel-agua-electronico-como\\_25256/](http://www.ehowenespanol.com/construir-sensor-nivel-agua-electronico-como_25256/)

[http://www.ott.com/web/ott\\_esp.nsf/id/pa\\_nivel\\_de\\_agua\\_s.html](http://www.ott.com/web/ott_esp.nsf/id/pa_nivel_de_agua_s.html)

<http://listado.mercadolibre.com.mx/SENSOR-ULTRASONICO>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor ultras%C3%B3nico](http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_ultras%C3%B3nico)

<http://www.mes-sigma.net/Cursos/images/Sensores%20Ultrasonicos.pdf>

<http://www.bymisa.mx/categoria/Bombas+Sumergibles.html>

<http://listado.mercadolibre.com.mx/motor-sumergible-de-10-h.p.-230v.-3f.-sumoto>

[http://www.franklin-electric.com/media/documents/M1311sp\\_60Hz\\_AIM.pdf](http://www.franklin-electric.com/media/documents/M1311sp_60Hz_AIM.pdf)

<http://www.mes-sigma.net/Cursos/images/Sensores%20Capacitivos.pdf>

<http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1H2B63T5G-1SLKJ1L-J52/Sensores%20fundamentos,%20tipos%20y%20caracter%C3%ADsticas.pdf>

[http://www.fadisel.es/cebek-electronica/detectores/detector-12v-de-nivel-de-liquididos-cebek-i-6\\_r\\_284\\_265.aspx](http://www.fadisel.es/cebek-electronica/detectores/detector-12v-de-nivel-de-liquididos-cebek-i-6_r_284_265.aspx)

<http://www.directindustry.es/prod/sensortechnics-c-first-sensor-ag/sensores-nivel-capacitivos-sin-contacto-7107-117045.html>



## 9. ANEXO

### 9.1. Sensor de nivel de agua.

Como se muestra en la figura. 9.1.

#### 9 SENSOR NIVEL DE LIQUIDOS HORIZONTAL CEBEK



Referencia	C-7236
Características	sensor nivel liq.mont.horizota
Contactos	200Vdc, 0.5A(máx.10W)
Resist. Contacto	15 ohmsmáx
Tipo Contacto	Reed
Tiempo Trabajo	-20 a 90° C°
Actuación	0,5ms (incl.rebote)
liberación	0,1ms

Los sensores son la parte esencial en cualquier circuito de control. Los nuevos sensores de inclinación / posición, y vibración, están fabricados con materiales no tóxicos (no contienen mercurio), con cápsulas herméticas sumamente seguras. Los sensores de nivel de líquidos C-7235 están fabricados con Polipropileno. Cuando el flotador magnético pivota al nivel adecuado, el sensor abrirá o cerrará sus contactos respecto a la posición de montaje. La sujeción al depósito se realiza mediante rosca y disponen de 50 cm. de cable para la conexión.

**Figura.9.1. Sensor de nivel de agua.**

Bueno es opcional el usuario puede ocupar el sensor que le sea más eficiente o que el PLC se le facilite trabajar.

## 9.2. Otra opción de sensor sería un sensor ultrasónico y un sensor de nivel de agua hidrostático.

Como se muestra en la figura. 9.2.

Sensor de Distancia Ultrasónico HC-SR04



**Figura. 9.2. Sensor ultrasónico.**

El sensor de distancia ultrasónico HC-SR04 es una excelente opción si estás buscando un módulo ultrasónico potente pero barato y que sea compatible con Arduino y otras plataformas de micro-controladores.

El sensor de distancia ultrasónico HC-SR04 es una excelente opción si estás buscando un módulo ultrasónico potente pero barato y que sea compatible con Arduino y otras plataformas de micro-controladores. Éste es uno de los módulos ultrasónicos más económicos en el mercado, ¡pero sigue siendo uno de los mejores! Su rendimiento estable es incomparable: la resolución es tan baja como de 3mm, tiene una alta precisión, funciona con 5V (DC), es altamente compatible con las tarjetas Arduino, etc.

### **Características:**

- Voltaje de funcionamiento: 5V (DC)
- Corriente estática: <2 mA
- Trabajo actual: 15mA
- Frecuencia de trabajo: 40KHz
- Señal de salida: frecuencia de la señal eléctrica, 5V de alto nivel, bajo nivel de 0V
- Ángulo Eficaz: <15 °
- Distancia de detección: 2 cm - 450 cm
- Resolución: 0,3 cm
- Medición de ángulo: 30 °
- Disparo de la señal de entrada: TTL pulso 10µs
- Echo señal de salida: señal PWL de TTL

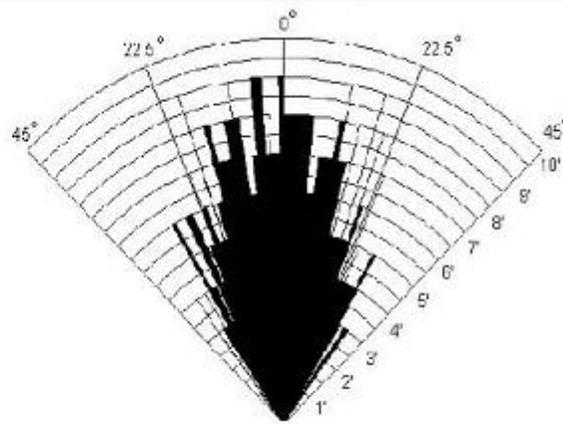
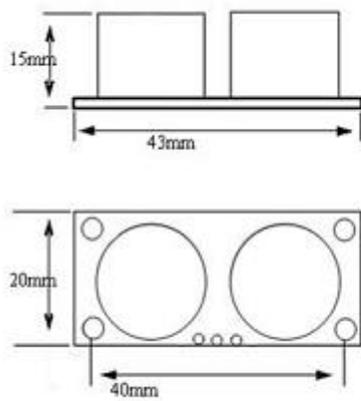
VCC = +5VDC

Trig = Entrada de Trigger de sensor

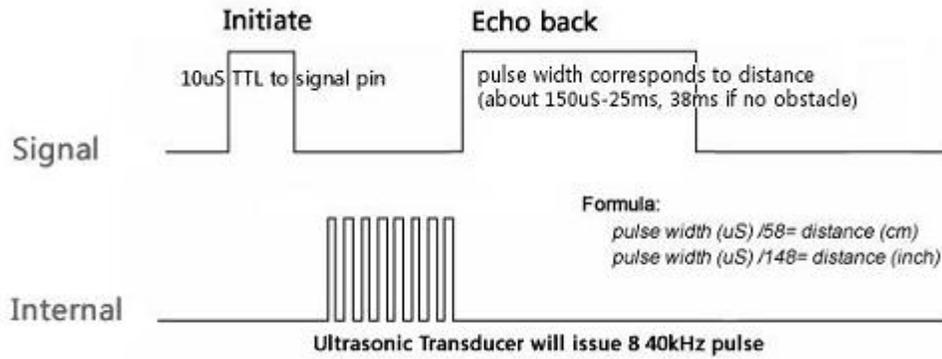
Echo = Salida de Echo de sensor

Como se muestra en la figura. 9.3.

GND = GND



*Practical test of performance,  
Best in 30 degree angle*



### 9.3. Sensor hidrostático.

Como se muestra en la figura. 9.3.



**Figura. 9.3. Sensor hidrostático.**

Sensor de nivel hidrostático

0 - 500 m | esa PR3400

Tecnología de sensor de cerámica de la película gruesa

La presión se extiende 0-5m<sub>wg</sub> a 0-500m<sub>wg</sub>

Salida de dos hilos 4-20ma como estándar (0-5vdc, 0-10vdc opcionales)

Versión aprobada opcional de atex

Toda la cubierta del acero inoxidable

Tubo excesivo del nilón para la expresión sin problemas

Tecnología de sensor de cerámica de la película gruesa

La presión se extiende 0-5m<sub>wg</sub> a 0-500m<sub>wg</sub>

Salida de dos hilos 4-20ma como estándar (0-5vdc, 0-10vdc opcionales)

Versión aprobada opcional de atex

Toda la cubierta del acero inoxidable

Tubo excesivo del nilón para la expresión sin problema

#### 9.4. Sensor hidrostático para entorno corrosivo.

Como se muestra en la figura. 9.4.



**Figura. 9.4. Sensor hidrostático para entorno corrosivo.**

La medida llana que llena hidrostática de Hydrocont S50, conveniente también para las áreas exes con el sistema capacitivo seco de la medida con la exhibición, la salida 4-20mA o 0-10V y la alta medida del nivel del terraplén de la exactitud de 2 del pnp salidas de la conmutación hasta 80 veces sobrecargan los varios rebordes del alimento de la resistencia convenientes para el CIP y la cubierta de la conexión de la limpieza del SIP en acero o plástico con el sitio de la abrazadera, tapa M12x1 o rotativo electrónico montada del cable por 4? 20mA digitales integrados 330 grados las salidas programables de cuatro cifras, muy altas? de 10V 3 ATEX de los certificados alambre-electrónicos alambre-electrónico o 0 de 2 del brillo de LED de la exhibición dos libremente de la PNP-conmutación, eg.

Para el uso como el ajuste del sensor del dos-posición-regulador rápidamente por las combinaciones dominantes o ajuste controlado menú del sensor por el ajuste de la protección de contraseña de la exhibición de LED del cliente la descripción del uso de la especificación los dispositivos de la serie Hydrocont S50 con la evaluación digital integrada electrónica es sensores compactos para medir y supervisar de los niveles del terraplén.

Las características excelentes como la fuerza más alta contra la presión y soplos de la presión, la alta resistencia contra los productos químicos y la corrosión, el insensitiveness muy bueno contra choques de la temperatura e interferencia del EM, la exactitud más alta y la estabilidad a largo plazo y también influencia baja de la temperatura permiten utilizar el sensor en todos los envases pressureless para

el medio líquido como el agua, el agua inútil, solventes, aceite, lodo, grasa, agentes de limpieza, el etc.

### **9.5. Sensor de nivel de baja temperatura.**

Como se muestra en la figura. 9.5.



**Figura. 9.5. Sensor de nivel de baja temperatura.**

Los metros del nivel de MFM para el control continuo de varios líquidos permiten una determinación exacta del nivel del terraplén en tanques del plástico o del metal de cualquier tamaño. Con una tolerancia máxima de 3 milímetros los dispositivos ofrecen la precisión más alta de la medida.

Los sensores llanos funcionan con los líquidos numerosos tales como agua, aceite o emulsiones. Con este fin las microondas se dirigen en la barra que mide - y se reflejan en la superficie del medio, y el sensor determina el nivel del terraplén. No hay ajuste para los varios medios necesario.

Las puntas de prueba del acero inoxidable MFM del aluminio y del Ti de AISI 316 son convenientes para las temperaturas ambiente entre -20 y +70 °C. Están disponibles en tamaños opcionales entre 500 y 2000 milímetros en longitud. Los sensores se equipan de un hilo de rosca G3/4 y están conectados vía un enchufe M12. El nivel del terraplén se transmite a la unidad del análisis o al SPS por medio de una señal de 4-20 mA.

### 9.6. Sensor de nivel por ultrasonido invulnerable a los productos químicos.

Como se muestra en la figura. 9.6.



**Figura. 9.6. Sensor de nivel por ultrasonido invulnerable a los productos químicos.**

Equipo combinado de medición de caudal y nivel de agua para monitorización de redes de saneamiento, depuradoras y control de efluentes. Sistema diseñado para una mayor cobertura de datos al incorporar sensores redundantes de medida de velocidad y nivel. Transmisión de datos GPRS/3G y certificación ATEX.

### 9.7. Sensor de nivel por ultrasonido inalámbrico.

Como se muestra en la figura. 9.6.



**Figura. 9.7. Sensor de nivel por ultrasonido inalámbrico.**

La gama para los líquidos es de hasta 8m y los 9.5m opcional. Muerto-zona corta del 15cm. El sensor llano es PVDF revestido, para las blancos químicamente agresivas y sella IP68 clasificado para el uso al aire libre. El sistema es caja fuerte intrínseca certificada para la atmósfera explosiva (opcional). GaugeGSM se puede funcionar por el paquete externo de la batería o el panel solar y puede ser con pedido/sin la exhibición. Los algoritmos encajados extraen ecos falsos, compensan temperatura y manejan blancos turbulentos.

### **9.8. Sensor de nivel capacitivo para carburante.**

Como se muestra en la figura. 9.8.



**Figura. 9.8. Sensor de nivel capacitivo para carburante.**

Usos:

Vehículos de camino

Autobuses

Equipo pesado

Generadores diesel

Máquinas de la construcción

Los sensores llanos LLS-AF-20310 modelo del combustible de Digital se dedican para ayunar y conexión simple a la unidad del perseguidor de GPS/GSM o del terminal alejado (RTU) con la entrada del voltaje análogo.

El sensor de LLS-AF 20310 proporciona el ajuste flexible de los límites y de las características de las señales del voltaje análogo o de salida de la frecuencia. El nivel de la señal de salida es independiente del voltaje de fuente y hace todo posible arreglar la conexión fácil de LLS-AF 20310 a cualquier telematics que tiene voltaje de entrada o entrada de la frecuencia.

Los sensores se proveen de longitudes estándares de la punta de prueba a partir del 700 a 1500 milímetros. La punta de prueba se puede ajustar según la profundidad exacta (altura) del depósito de gasolina.



### 9.10. Sensor de nivel hidrostático para fango.

Como se muestra en la figura. 9.10.



**Figura. 9.10. Sensor de nivel hidrostático para fango.**

- \* Excelente estabilidad y repetición
- \* Todo de acero inoxidable
- \* Resistente a los puntos de alto voltaje
- \* 4 -20ma salida de dos hilos
- \* zerospan ajuste en sitio
- \* Los rangos de 0- 0- a 5mwg 500mwg
- \* Presión apretado cubierta del cable para
- \* Sin problemas de evacuación

El transmisor de profundidad y el nivel sumergible PR3420 ha sido diseñado para la profundidad de la medición exacta de los materiales de lodos / agua y barro.

El transmisor está montado sobre una plataforma de lodos para levantar el diafragma sensor por encima del nivel de lodo / alquitrán. Esto evita la acumulación de sustancias extrañas en la superficie del sensor, lo que podría afectar al rendimiento del transmisor.

Una versión de serie con la señal de salida de 4- 20mA y la electrónica en la cabeza, u opcionalmente una versión amplificador remoto con ajuste cero / span está disponible. Señales de salida opcionales de 0-5 Vdc y 0-10 Vdc también están disponibles.

El PR3420 puede ser fabricado en materiales adecuados para su uso en líquidos agresivos o corrosivos. Los materiales incluyen Inconel625 ,Hastelloy C , titanio o plástico .

Las aplicaciones típicas incluyen el nivel o medición contenidos de líquidos que pueden formarse depósitos sedimentarios en los tanques de almacenamiento, los ríos, los fondos marinos, etc

### **9.11. Sensor de nivel capacitivo sin contacto.**

Como se muestra en la figura. 9.11.



**Figura. 9.11. Sensor de nivel capacitivo sin contacto.**

En primer sensor es un proveedor líder de soluciones de sensores personalizadas para los requisitos altamente sofisticados. Junto con nuestros clientes, desarrollamos soluciones de sensores en el área de MEMS OPTO y dentro de una variedad de mercados. Primera Sensor fabrica internamente a lo largo del valor añadido de la cadena de componente a nivel de sistema para la detección de la luz, radiación, presión, flujo, nivel de líquido y la aceleración.

La serie CLC utiliza una nueva tecnología de sensor capacitivo sin contacto para medir continuamente el nivel de llenado de líquidos, así como los materiales granulares o pulverizados. El sensor de nivel en miniatura se puede montar fácilmente en el exterior de un envase o recipiente y es capaz de medir a través de casi cualquier material de la pared no metálica. El diseño no invasivo, sin contacto entre el sensor y el fluido, elimina todos los problemas de compatibilidad de medios y de esterilidad. El dispositivo es muy flexible y el usuario puede calibrar fácilmente el sensor para medir a los niveles deseados, medios de comunicación y la aplicación de configuración.

Además, el primer sensor proporciona interruptores de nivel capacitivo sin contacto en miniatura. Estos interruptores CLW detectan niveles de puntos de líquidos y materiales granulares o pulverizados con una histéresis ajustable de hasta 25 mm.

El CLC / CLW se puede utilizar en muchas aplicaciones de monitorización nivel dentro de las industrias de la tecnología médica, química y farmacéutica, además de la biotecnología, así como alimentos y bebidas.

### 9.12. Sensor de nivel mediante flotador.

Como se muestra en la figura. 9.12.



**Figura. 9.12. Sensor de nivel mediante flotador.**

Los transmisores de nivel de salida continuos proporcionan hasta el monitoreo del nivel del tanque minutos. Personalizar transmisores de nivel para satisfacer las necesidades de aplicación. Los transmisores se pueden configurar para la salida de 4 a 20 mA o de tensión proporcional, acero inoxidable o Buna-N tallo y carrozas, y longitudes de hasta 72 "(183 cm).

#### **Uso y aplicaciones.**

Son sensores de nivel. Así como en este caso es de nivel de agua esto hace que en un censado del nivel de los contenedores de agua a reciclar (purificar) no rebalsen y tampoco queden basáis. Sirve para el llenado y vaciado del agua contaminada.

### 9.13. Bomba de agua sumergible.

Como se muestra en la figura. 9.13.



Las motobombas sumergibles para aguas negras serie 4WHV son ideales para aplicaciones comerciales como: escuelas, iglesias, plantas industriales, centros comerciales, departamentos y condominios, sistemas colectores de aguas residuales, casas de campo, moteles, restaurantes, oficinas, edificios comerciales, estacionamientos, hospitales, estacionamientos y plantas tratadoras. La cámara de sellos incluye un sensor de humedad. Sus principales materiales y características son:

Impulsor	Hierro dúctil, clase 65, ASTM A536. Cerrado, de 2 álabes, de alta eficiencia.
Carcasa	Hierro fundido, clase 30, ASTM 48.
Cuerpo de la bomba	Hierro fundido, clase 30, ASTM 48.
Flecha	Acero inoxidable AISI 416
Sello mecánico	Doble tándem, de carbón-cerámica.
Capacidad	Hasta 720 GPM
Carga máxima	Hasta 59 FT
Carga mínima	Desde 15 FT
Temperatura máxima del líquido	60° C (en uso intermitente)
Temperatura ambiente máxima	40° C
Líquidos manejables	Aguas residuales comerciales y municipales
Operación	Manual
Descarga	4 " Bridada
Paso de sólidos	3"
Motor	1750 RPM, Alto par de arranque, sensor de temperatura incluido en el bobinado, bañado en aceite; con doble balero. Aislamiento clase F.
Potencia	3, 5, 7 y 10 HP
Voltaje	1 /230v , 3/230-460 60 Hz
Cable de alimentación	20 FT, SOOW
Garantía	1 año
Diámetro mínimo del cárcamo	Para sistemas dúplex: 1.5m
Aprobado por	CSA

Figura. 9.13. Bomba de agua sumergible.

#### **9.14. Seguridad y fiabilidad.**

Como se muestra en la figura. 9.14.

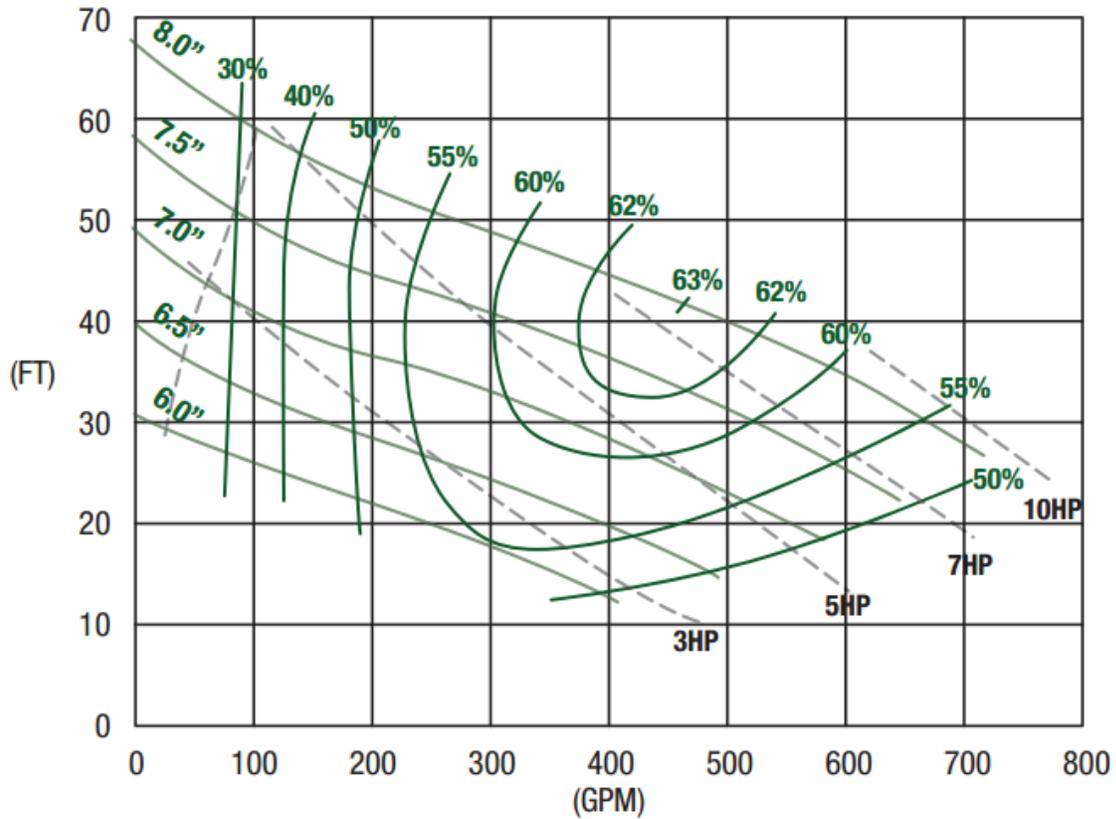
Bombas Sumergibles de 4" MYERS Inatacables 4WHV100M4



**Figura. 9.14. Seguridad y fiabilidad**

Las motobombas sumergibles para aguas negras serie 4WHV son ideales para aplicaciones comerciales como: escuelas, iglesias, plantas industriales, centros comerciales, departamentos y condominios, sistemas colectores de aguas residuales, casas de campo, moteles, restaurantes, oficinas, edificios comerciales, estacionamientos, hospitales, estacionamientos y plantas tratadoras. La cámara de sellos incluye un sensor de humedad. Bomba sumergible inatacable para aguas negras.

### Curva de operación de las bombas (60Hz, 1750 RPM)



#### Ficha técnica.

Amperes	32—32
Fases	3
Potencia	10 HP
Voltaje	230 V