

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**Facultad de Ingeniería en Sistemas  
Electrónica e Industrial**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
COMUNICACIONES**

**TEMA:**

---

**Sensor de Movimiento de Flujo para Adquisición de Datos en el  
Tanque de la Estación San Francisco – EMAPA**

---

**Proyecto de Pasantía de Grado previo a la obtención del Título de  
Ingeniera en Electrónica y Comunicaciones**

**AUTORA:**

***LIZBETH ARACELLY REINOSO SORIA***

**TUTOR:**

***ING. JULIO CUJI***

**AMBATO – ECUADOR**

**JUNIO 2008**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema: “Sensor de Movimiento de Flujo para Adquisición de Datos en el Tanque de la Estación San Francisco – EMAPA”, de Lizbeth Aracelly Reinoso Soria, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho proyecto de pasantía de grado reúne los requisitos y méritos suficientes de conformidad con el artículo 68 de Capítulo 4 de pasantía del reglamento de graduación de pregrado de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, junio 2008

EL TUTOR

.....  
Ing. Julio Cuji

## **AUTORÍA**

El presente trabajo de investigación “Sensor de Movimiento de Flujo para Adquisición de Datos en el Tanque de la Estación San Francisco – EMAPA” Es absolutamente original, auténtico y original, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, junio 2008

.....  
Lizbeth Aracelly Reinoso Soria  
C.C. 180386825-4

## **DEDICATORIA**

A mi madre, quien me ha enseñado a valorar la vida y tener anhelos de superación. A quienes no renuncian a nada y luchan hasta el final para alcanzar sus metas a pesar de tantos tropiezos que se presentan en su camino.

## **AGRADECIMIENTO**

El comienzo de la sabiduría es un verdadero deseo de formarse es por eso que doy gracias a Dios por haberme dado sabiduría, gracias a mi Madre por ser la pilastra fundamental de mi vida y por ayudarme a culminar con mi carrera, gracias a mi Facultad por haberme abierto sus puertas y a mis Maestros por haberme brindado sus conocimientos, experiencias y anécdotas, gracias a EMAPA por permitirme desarrollar mi proyecto en su empresa, gracias a las personas que me brindaron su ayuda sin ningún interés personal, gracias a todas las personas que creyeron en mí y estuvieron a mi lado siempre.

En realidad gracias por todo y hoy reconozco el esfuerzo y sacrificio de ustedes.

Los Amo.

## ÍNDICE

### CAPITULO I EL PROBLEMA

1.1	Tema de Investigación	1
1.2	Planteamiento del Problema	1
1.2.1	Contextualización	1
1.2.2	Análisis Crítico	3
1.2.3	Prognosis	4
1.2.4	Formulación del Problema	4
1.2.5	Delimitación del Problema	4
1.3	Justificación	4
1.4	Objetivos	5
1.4.1	General	5
1.4.2	Específicos	5

### CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1	Antecedentes Investigativos	6
2.2	Fundamentación Legal	6
2.3	Categorías Fundamentales	8
2.3.1	Sensores	8
2.3.1.1	Sensores Electrónicos	8
2.3.1.2	Acondicionadores y Procesadores de señal	8
2.3.1.3	Sensores de Caudal	9
2.3.1.4	Sensores Inductivos	10
2.3.2	Transductores	18
2.3.2.1	Principios de Transducción	18
2.3.3	Tarjetas de Adquisición de Datos	20
2.3.3.1	Consideraciones generales sobre las TAD	20

2.3.3.2	Diagramas de bloques general de una TAD	22
2.3.4	Estación de Bombeo y Tanque de Agua	23
2.3.4.1	Estación de Bombeo y Tanque de Agua San Francisco	23
2.4	Hipótesis	23
2.5	Señalamiento de las Variables de las Hipótesis	24

### **CAPITULO III METODOLOGIA**

3.1	Enfoque	25
3.2	Modalidad Básica de Investigación	25
3.3	Tipos de Investigación	25
3.4	Población y Muestra	26
3.5	Técnicas e instrumentos de investigación	26
3.6	Recolección de información	26
3.7	Procesamiento de la información	27

### **CAPITULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1	Análisis del Sistema Actual	28
4.2	Análisis del Sistema Propuesto	28
4.2.1	Descripción del Sistema	28
4.2.1.1	Tubería de PVC	29
4.2.1.2	Tubería de Acero	31
4.2.1.3	El Aluminio	32
4.2.1.4	El Hierro	32
4.2.1.5	Resortes	33
4.2.1.6	PIC 16F877A	35
4.2.1.7	MAX 232	35
4.2.1.8	Sensores de Proximidad	35

**CAPITULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	Conclusiones	37
5.2	Recomendaciones	38

**CAPITULO VI**  
**PROPUESTA**

6.1	Propuesta	39
6.2	Descripción del diseño y construcción del Sistema	39
6.2.1	Extensión de Tubería	39
6.2.2	Sensor de Movimiento de Flujo	41
6.2.3	Sistema de Alarma de Llenado	48
6.2.4	Tarjeta de Adquisición de Datos	53
6.3	Instalación del Sistema	58
	<b>Bibliografía</b>	61
	<b>Anexos</b>	63



## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN**

Sensor de Movimiento de Flujo para Adquisición de Datos en el Tanque de la Estación San Francisco – EMAPA.

#### **1.2 PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.2.1 Contextualización**

###### Macro

Las Ilustres Municipalidades del Ecuador son las encargadas de mantener en pie las Empresas de Agua Potable y Alcantarillado, las mismas que entregan sus servicios a todo el territorio ecuatoriano teniendo un porcentaje de la cobertura del abastecimiento de agua (conexiones domésticas) del 82% en las zonas urbanas y 45% en las rurales, mientras que el sistema de alcantarillado cubre el 62% de los hogares urbanos y el 16% de los rurales.

Cada una de las estaciones de bombeo y tanques de agua están ubicadas en lugares donde se encontraron pozos de agua, los cuales se conectan a tuberías de acero ó de PVC y tanques de reserva para conducir el flujo de agua a cada destino. La cobertura de los servicios de agua y saneamiento tiende a ser menor en la Costa y en el Oriente que en la Sierra.

A pesar de su alto porcentaje de cobertura para el abastecimiento de agua potable es necesario que la repartición del mismo tenga un control automatizado de manera que se puedan registrar las distintas señales que suelen presentarse segundos después del bombeo de flujo desde la estación y así obtener resultados de los mismos.

### Meso

En Ambato la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado brinda los servicios de agua potable a distintos lugares de la ciudad.

El agua llega a los usuarios a través de los sistemas de Troya, Panimboza, Bellavista Machachena, Floresta, Huachi Chico, Ficoa, Techo Propio, Huachi Grande, Huachi La Joya, Huachi San Francisco y otros.

Cada uno de estos sistemas se viene controlando hace algunos años atrás de una manera manual, esto implica que el trabajo de los empleados se lo realiza en un mayor tiempo; y, que la obtención y registro de las distintas señales que las podemos localizar en el final de la tubería de conducción que ingresa al tanque, en el momento de llenado, y en el comportamiento del sistema de cloración no son registradas.

A pesar de que la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato cuenta con los equipos necesarios aún no han sido implementados y una de las alternativas para llevar un registro de las señales que intervienen en el sistema del tanque es la implementación de un sensor que registre el ingreso del flujo de bombeo, el llenado del tanque y una tarjeta de adquisición de datos, la misma que ayudará a realizar acciones preventivas y/o correctivas de cada uno de los tanques de agua en las distintas estaciones.

### Micro

Los habitantes del sector se proveían de canales de riego para cumplir con sus necesidades vitales. La ausencia del líquido vital desembocaba en recurrentes crisis de salud de sus habitantes. EMAPA emprendió la perforación del pozo en el sector Huachi San Francisco (estadio), en la línea hídrica del acuífero Picaihua.

El sistema comprende una estación de bombeo en el sector del estadio de Huachi San Francisco, parroquia Huachi Grande, en la que se encuentra un pozo, del mismo que se impulsa por una tubería de PVC hacia un tanque ubicado en el sector La Cruz. Ahí se hace el tratamiento de potabilización y la distribución a los domicilios.

Más de trece mil habitantes de Huachi San Francisco, La Dolorosa, Jesús del Gran Poder y sectores aledaños, son los inmediatos beneficiarios del sistema de agua

potable, este sistema cuenta con un caudal de 30 lts/seg, del pozo que se encuentra localizado en el centro de la población de Huachi San Francisco, cuya fuente se localizó a 150 m de profundidad.

La cobertura se extiende en una superficie de 242 ha, con la dotación de 150 lts/hab/día, lo que asegura abastecimiento permanente, por medio de un tanque de reserva de 1000 m<sup>3</sup> y la red de distribución con una extensión de 26.27 km.

Este sistema no cuenta con un control automatizado en la parte de la tubería de conducción del tanque de agua, del llenado del tanque y del sistema de cloración, Las únicas señales que se presentan en el tanque no las percibe el operario a través de un reporte ni de un indicador, solo se visualiza cuando existe un desborde de agua en el tanque, el cual es el indicativo para que se ejecute la orden de cierre de válvulas, provocando un desperdicio masivo de agua; además, la medición de la cantidad de agua que permanece en el tanque se lo realiza manualmente y cada hora, su instrumento de medición es un madero con medidas que se sumerge en el tanque de agua.

La implementación de este sistema puede tener una gran ventaja, llevar el registro de llenado de tanque y del ingreso del flujo en la tubería de conducción también del sistema de cloración de una manera más automatizada además de la optimización del tiempo en los empleados.

### **1.2.2 Análisis Crítico**

La Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato con el propósito de estar a la par del desarrollo de la tecnología instituida por una infraestructura agradable que le permitan tener altos niveles de operabilidad y productividad manteniéndola en un desarrollo constante, se ve en la necesidad de implementar un circuito que permita llevar el registro de la salida de flujo por la tubería de conducción, llenado del tanque, junto con el sistema de cloración de la Estación Huachi San Francisco y que la obtención de información sea automatizada y en el menor tiempo posible

La implementación de este sistema de registro provocará un mejor desempeño por parte de los empleados y a llevar un registro propio de cómo está funcionando en sí la estación del tanque de agua San Francisco.

### **1.2.3 Prognosis**

Si la empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato no toma en cuenta este inconveniente nunca se tendrá un registro de la salida de flujo por la tubería de conducción, del llenado del tanque y del sistema de cloración por lo que habrá complicaciones en la adquisición de sus datos, pérdidas de tiempo en los empleados el mismo que podría ser aprovechado en más actividades y trabajos que tiene la empresa.

### **1.2.4 Formulación del Problema**

¿Mejorará la obtención de reportes al Implementar un Sensor de Movimiento de Flujo en la Tubería de Conducción del Tanque de Agua y una Tarjeta de Adquisición de Datos para los Sensores y Sistema de Cloración en el Tanque de la Estación San Francisco – EMAPA?

### **1.2.5 Delimitación del Problema**

La presente investigación se realiza en la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato - EMAPA de la provincia de Tungurahua en la ciudad de Ambato, en el Tanque de Agua en la Estación San Francisco ubicado en el sector La Cruz, parroquia de Huachi Grande , durante el período Octubre del año 2007 – Mayo del año 2008.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El desarrollo del presente proyecto resolverá las deficiencias existentes en el sistema del tanque de agua, facilitando la comunicación entre los sistemas implicados en el proceso los cuales son netamente manuales ocasionando ineficiencia en los resultados.

El diseño e implementación de este sistema de registro automatizado en el Tanque de Agua de la Estación San Francisco – EMAPA, facilitará la inspección de la salida de flujo por la tubería de conducción, evitará el desborde de agua una vez lleno el tanque y permitirá una adquisición de datos de el sensor de movimiento de flujo, del sistema de cloración y de la alarma de llenado.

La realización de este sistema es factible por los costos que son bajos con respecto a los existentes en el mercado, esto es un beneficio para las personas que desean utilizarlo e implementarlo.

Este sistema cuenta con sus propias ventajas, mantendrá un registro que será seguro, ordenado y fácil de manejarlo.

Gracias al PIC y a un circuito completo se realizará la adquisición y conversión análogo/digital de las señales obtenidas del sensor de movimiento de flujo, sistema de cloración y alarma de llenado, ya que el PIC dependiendo de la serie cuenta internamente con varias entradas de voltaje analógico y convertidores de señales analógicas a digital de alta resolución.

Con este trabajo se proyecta tener un incremento en la seguridad y monitoreo de las actividades que se realizan en la estación San Francisco – EMAPA para la adecuada distribución del líquido vital.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 General:**

Implementar un Sensor de Movimiento de Flujo en la Tubería de Conducción del Tanque de Agua y Tarjeta de Adquisición de Datos para los Sensores y Sistema de Cloración en el Tanque de la Estación San Francisco – EMAPA.

### **1.4.2 Específicos:**

- Diseñar y construir un sistema de sensado que permita registrar el movimiento de flujo de salida por la tubería de conducción del tanque de agua.
- Diseñar y construir un sistema de alarma de manera que pueda revelar cuando el agua del tanque ha llegado a su límite de nivel.
- Diseñar y construir una tarjeta de adquisición de datos que permita recolectar informes de los sistemas de sensado de flujo, alarma y de cloración.
- Implementar el sistema en el tanque de agua de la estación San Francisco – EMAPA.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Realizando una investigación en los temas de proyectos realizados anteriormente se encontró temas que se relacionan en parte al propuesto en este proyecto.

A continuación está detallado cada uno de los datos.

Autor: Puma Caiza Luis Alberto

Tutor: Ing. Marco Jurado

Especialidad: Electrónica

Tema: “Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos a través de la Telefonía Móvil para Invernaderos de Rosas”

Nº Tesis: 196

Autor: Pérez Pérez Roberto Salomón

Tutor: Ing. Franklin Silva

Especialidad: Electrónica

Tema: “Desarrollo de Sistema de instrumentación para taladros y Cabinas de Mudlogging”

Nº Tesis: 225

#### **2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

La Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato, creada según Decreto de Constitución, firmada el 30 de Junio de 1967, y mediante ordenanza sustitutiva publicada en el Registro Oficial 350-I-8-1990, con finalidad social y sin ánimo de lucro.

Es así que, a partir de ese año hasta nuestros días, sus funciones están sujetas a control por parte de los organismos existentes para el efecto como son: La Unidad de Auditoría Interna de I. Municipio de Ambato y la Contraloría General del Estado.

Constituyese con domicilio en Ambato y por tiempo indefinido la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato, con persona jurídica propia, autonomía económica, administrativa y patrimonial; la misma que se registrará por:

- Constitución Política
- Ordenanza de creación de la EMAPA
- Ordenanza reformativa de la creación de la empresa
- Ley Orgánica de Administración Financiera y Control
- Ley de Servicio Civil y Carrera Administrativa
- Ley de Modernización del Estado
- Ley de Régimen Administrativo
- Ley de Remuneraciones del Sector Público
- Ley de Régimen Municipal
- Ley de Licitaciones y concurso de ofertas
- Ley de descentralización y participación comunitaria
- Código Fiscal
- Código Tributario
- Código de Trabajo
- Contrato Colectivo
  - o Reglamento de Viáticos
- Ley de Contratación Pública
  - o Reglamento de adquisición para cuantías menores
  - o Reglamento de adquisición para cuantías mayores
- Ley de Presupuesto
- Otras Ordenanzas del I. Municipio de Ambato que tenga relación con el servicio que presta.

- Otros instrumentos legales aplicables para la correcta administración de la Empresa.
  - Reglamento Interno, Orgánico Funcional, Manual de Funciones y otras formalidades que la Empresa deberá implantar para normar el buen desenvolvimiento administrativo – financiero de la institución. (1)
- (1) Registro oficial 350 de 1990

## **2.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES**

### **2.3.1 Sensores**

Sistemas electrónicos que transforman las magnitudes físicas en señales eléctricas. Es un dispositivo que recibe una señal o estímulo y responde con una señal eléctrica.

#### **2.3.1.1 Sensores Electrónicos**

Los sensores electrónicos han ayudado no solo a medir con mayor exactitud las magnitudes, sino a poder operar con dichas medidas. Pero no se puede hablar de los sensores sin sus acondicionadores de señal, ya normalmente los sensores ofrecen una variación de señal muy pequeña y es muy importante equilibrar las características del sensor con las del circuito que le permite medir, acondicionar, procesar y actuar con dichas medidas.

#### **2.3.1.2 Acondicionadores y procesadores de señal**

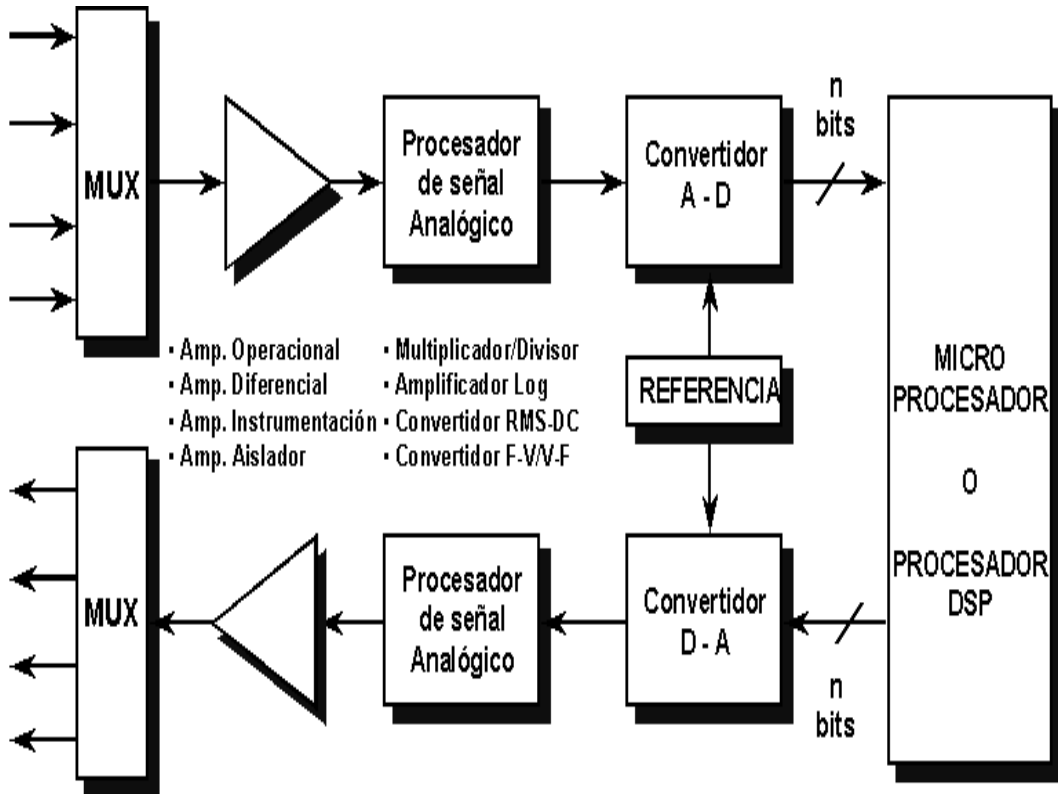
No se puede hablar de los sensores como componentes electrónicos básicos, sin ver como se pueden adaptar a un sistema de adquisición y control. Por lo que se tiene que ver las nuevas tecnologías de adaptación de estos sensores que, como parte de una cadena de dispositivos, forman un sistema.

Estos adaptadores como acondicionadores de señal, son los amplificadores operacionales en sus diferentes estructuras de montaje, pasando por filtros o por procesadores analógicos, convirtiendo estas señales de analógico a digital para posteriormente ser procesados los datos con un DSP o Microcontrolador y



actuando por medio de las salidas lógicas del procesador o por medio de un convertidor digital a analógico.

(DSP) Procesador de sonido digital.



### 2.3.1.3 Sensores de Caudal

Existe una variedad de sistemas para la medición de caudal, dependiendo de los líquidos y de los caudales.

Electromecánicos: Por pistones (midiendo el volumen de cada pistonada), por turbulencias (mediante el paso del caudal a través de un cilindro donde gira un cuerpo magnético y al dar vueltas conmuta un interruptor magnético exterior y se cuentan los pulsos), por turbina (contando las vueltas), por vibraciones (un elemento mecánico vibra al paso del caudal y se mide la frecuencia).

Magnéticos: Aplicando un campo magnético perpendicular al caudal.

Ultrasonidos: Aplicando un emisor y un receptor de ultrasonidos.

Semiconductores: Por diferencia de presión utilizan un sensor de presión diferencial entre dos puntos separados de medida en un tubo.

#### 2.3.1.4 Sensores Inductivos

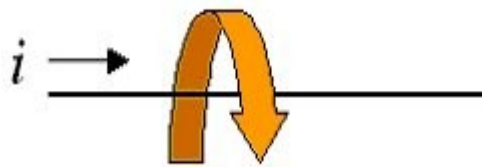
Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia de objetos metálicos en un determinado contexto (control de presencia o de ausencia, detección de paso, de atasco, de posicionamiento, de codificación y de conteo).

Los sensores de proximidad inductivos son detectores de posición electrónicos, que dan una señal de salida sin contacto mecánico directo, estos sensores detectan todo tipo de objetos metálicos.

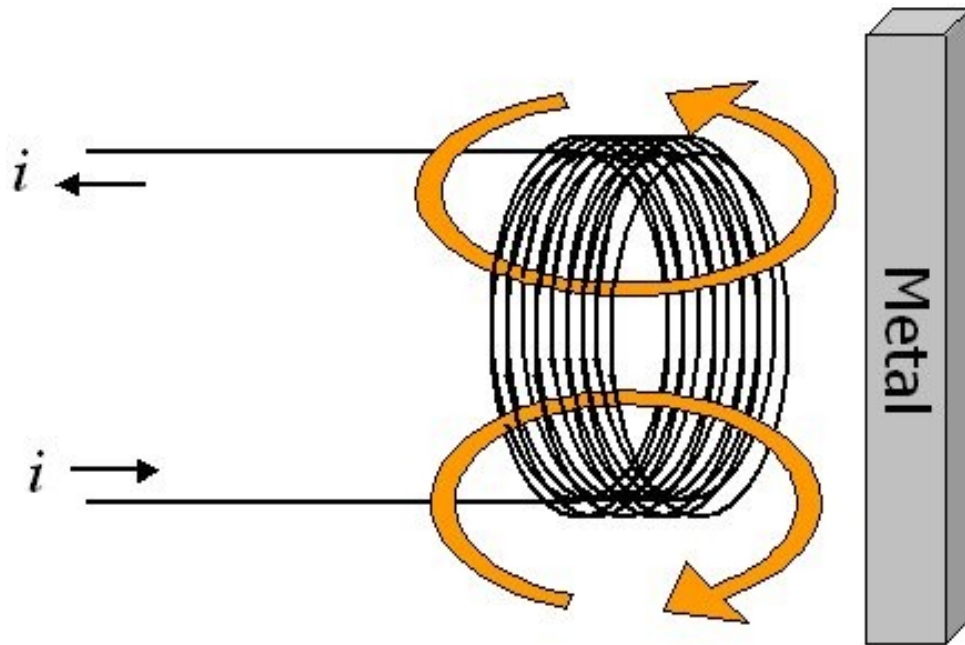


#### Conceptos teóricos

Una corriente ( $i$ ) que circula a través de un hilo conductor, genera un campo magnético que está asociado a ella.

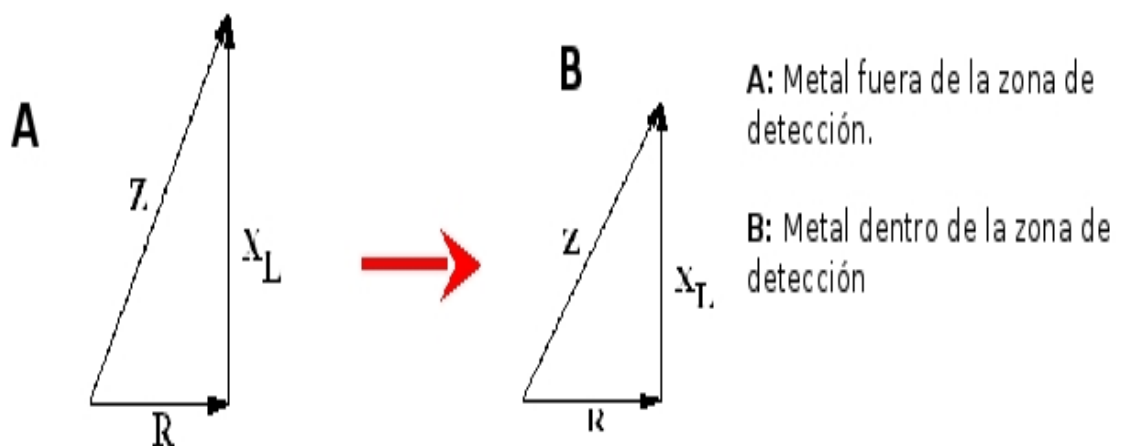


Los sensores de proximidad inductivos contienen un devanado interno. Cuando una corriente circula por el mismo, un campo magnético es generado, que tiene la dirección de las flechas naranjas. Cuando un metal es acercado al campo magnético generado por el sensor de proximidad, éste es detectado.



La bobina del sensor inductivo induce corrientes de Foucault en el material a detectar. Éstas, a su vez, generan un campo magnético que se opone al de la bobina del sensor, causando una reducción en la inductancia de la misma. Esta reducción en la inductancia de la bobina interna del sensor, trae aparejado una disminución en la impedancia de ésta.

(Corrientes de Foucault) Causada cuando un campo magnético intersecta un conductor, o viceversa; además, transforma parte de la energía en calor.

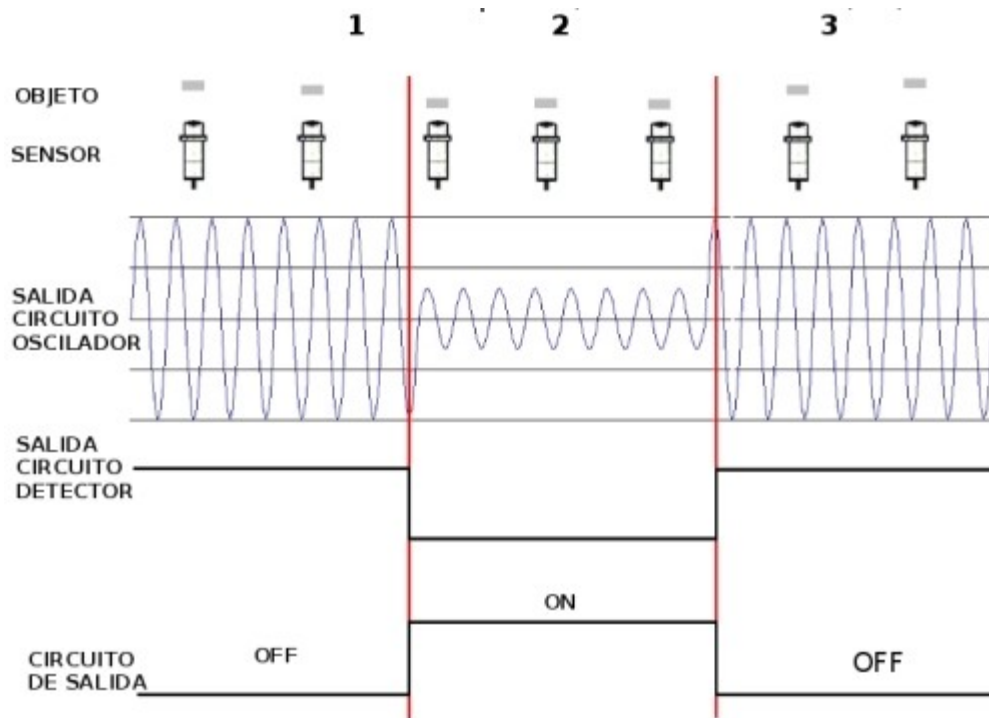


En resumen, el circuito detector reconocerá el cambio en la impedancia de la bobina del sensor (Debido a las corrientes de Foucault inducidas en el objeto a detectar) y enviará una señal al amplificador de salida, el cual cambiará el estado de la misma. Cuando el metal a detectar es removido de la zona de detección, el oscilador podrá generar nuevamente el campo magnético con su amplitud normal. Es en este momento en que el circuito detector nuevamente detecta este cambio de impedancia y envía una señal al amplificador de salida para que sea éste quién, nuevamente, restituya el estado de la salida del sensor.

Si el sensor tiene una configuración “Normal Abierta”, éste activará la salida cuando el metal a detectar ingrese a la zona de detección. Lo opuesto ocurre cuando el sensor tiene una configuración "Normal Cerrada" Estos cambios de estado son evaluados por unidades externas tales como: PLC, Relés, PC, etc.

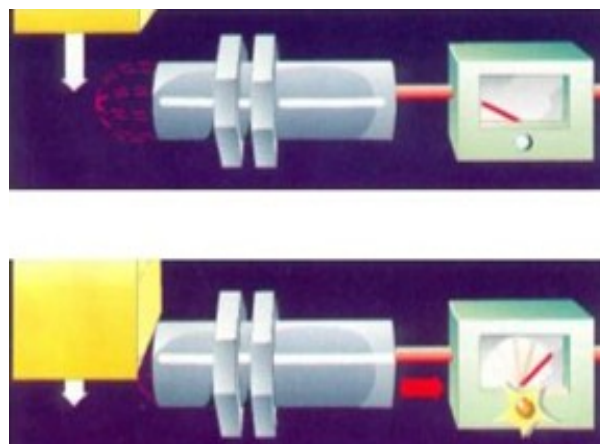
### **Estados de un sensor inductivo**

1. Objeto a detectar ausente.
  - Amplitud de oscilación al máximo, sobre el nivel de operación.
  - La salida se mantiene inactiva (OFF)
  
2. Objeto a detectar acercándose a la zona de detección.
  - Se producen corrientes de Foucault -> “Transferencia de energía”.
  - El circuito de detección detecta una disminución de la amplitud, la cual cae por debajo del nivel de operación.
  - La salida es activada (ON)
  
3. Objeto a detectar se retira de la zona de detección.
  - Eliminación de corrientes de Foucault.
  - El circuito de detección detecta el incremento de la amplitud de oscilación.
  - Como la salida alcanza el nivel de operación, la misma se desactiva (OFF).



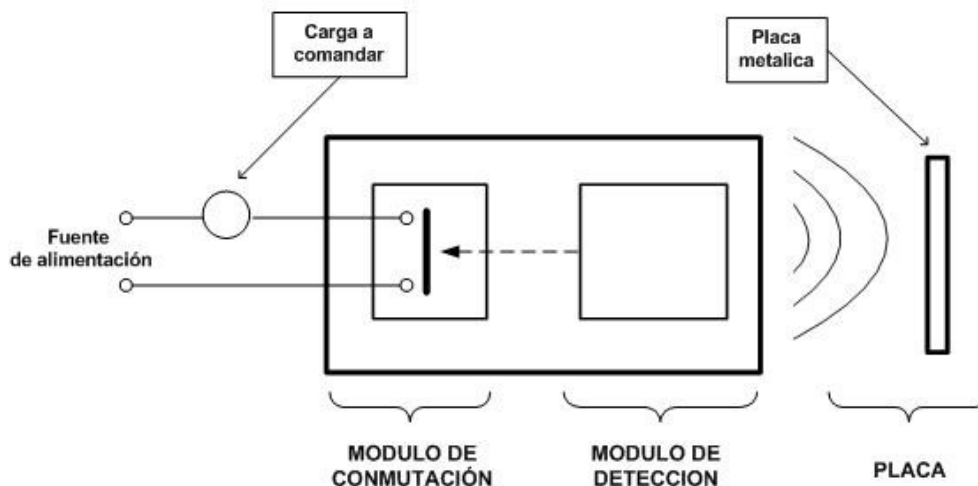
### Principio de Funcionamiento

Consiste en una bobina cuya frecuencia de oscilación cambia al ser aproximado un objeto metálico a su superficie axial. Esta frecuencia es empleada en un circuito electrónico para conectar o desconectar un tiristor y con ello, lo que esté conectado al mismo, de forma digital (ON/OFF) o, análogamente. Si el objeto se aparta de la bobina, la oscilación vuelve a empezar y el mecanismo recupera su estado original.



## Construcción

Estos sensores pueden ser de construcción metálica para su mayor protección o, de caja de plástico. Y pueden tener formas anular, de tornillo, cuadrada, tamaño interruptor de límite, etc; Además, por su funcionamiento pueden ser del tipo empotrable al ras en acero o, del tipo no empotrable. Los del tipo no empotrable se caracterizan por su mayor alcance de detección, de aproximadamente el doble. Ciertas marcas fabrican estos sensores en dos partes, una parte es el sensor propiamente dicho y el otro es el amplificador de la señal de frecuencia, con el fin de usarlos en zonas peligrosas, y de esta manera cumplir con las normas seguridad intrínseca.

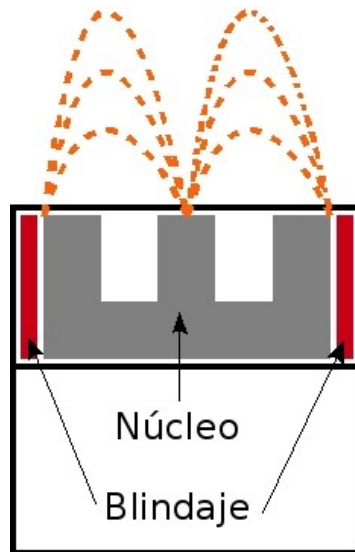


## Sensores Blindados y No Blindados

Los sensores blindados tienen un agregado al núcleo y un blindaje metálico que limita el campo magnético al frente del sensor.

### Características:

- Enrasables
- Especial para posicionamiento
- Distancias más cortas de detección
- Sensado limitado al frente del sensor



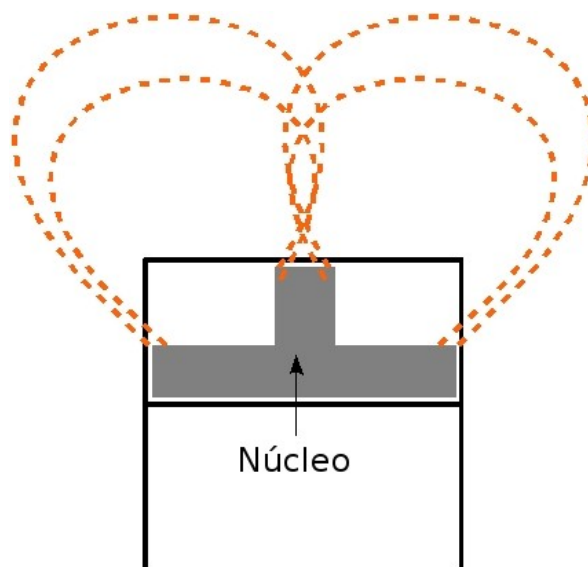
Los sensores no blindados no tienen blindaje extra, resultando en un área de sentido mayor.

Características:

No enrasables

Detección de presencia

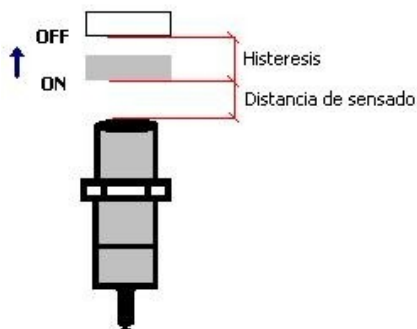
Distancias más grandes de detección



Los sensores blindados, al tener todo el cuerpo roscado son más resistentes a los golpes que los no blindados.

## Histéresis

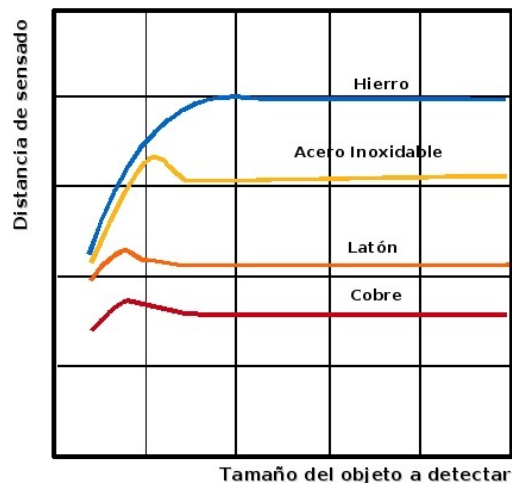
Se denomina histéresis a la diferencia entre la distancia de activación y desactivación. Cuando un objeto metálico se acerca al sensor inductivo, éste lo detecta a la “distancia de detección” o "distancia de sensado". Cuando el mismo objeto es alejado, el sensor no lo deja de detectar inmediatamente, si no cuando alcanza la “distancia de reset”, que es igual a la “distancia de detección” más la histéresis propia del sensor.



## Distancia de Sensado

La distancia de sensado ( $S_n$ ) especificada en la hoja de datos de un sensor inductivo está basada en un objeto de estándar de acero pulido. Este valor variará sensiblemente si se quiere detectar otros tipos de metales, aún materiales no ferrosos, como el aluminio, pueden ser detectados, pero a menores distancias.

En el siguiente gráfico se puede ver como varía la distancia de detección en función del material a detectar y el tamaño del mismo.





## **Consideraciones generales**

- La superficie del objeto a detectar no debe ser menor que el diámetro del sensor de proximidad. Si fuera menor que el 50% del diámetro del sensor, la distancia de detección disminuye sustancialmente.
- Debido a las limitaciones de los campos magnéticos, los sensores inductivos tienen una distancia de detección pequeña comparados con otros tipos de sensores. Esta distancia puede variar, en función del tipo de sensor inductivo, desde fracciones de milímetros hasta 40 mm en promedio.
- Para compensar el limitado rango de detección, existe una extensa variedad de formatos de sensores inductivos: Cilíndricos, Chatos, Rectangulares, etc.
- Los sensores inductivos cilíndricos son los más usuales en las aplicaciones presentes en la industria.
- Posibilidad de montar los sensores tanto enrasados como no enrasados.
- Gracias a no poseer partes móviles los sensores de proximidad no sufren en exceso el desgaste.
- Gracias a las especiales consideraciones en el diseño, y al grado de protección IP67, muchos sensores inductivos pueden trabajar en ambientes adversos, con fluidos corrosivos, aceites, etc, sin perder performance.

## **Ventajas y Desventajas**

### **Ventajas**

No entran en contacto directo con el objeto a detectar.

No se desgastan.

Tienen un tiempo de reacción muy reducido.

Tiempo de vida largo e independiente del número de detecciones.

Son sensibles al polvo y a la humedad.

Incluyen indicadores LED de estado y tienen una estructura modular.

### **Desventajas**

Sólo detectan la presencia de objetos metálicos.

Pueden verse afectados por campos electromagnéticos intensos.

El margen de operación es más corto en comparación con otros sensores.

### **Aplicaciones**

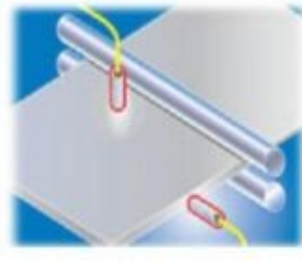
Estos sensores se desempeñan en las condiciones de trabajo más difíciles donde hay presente aceites, líquidos, polvos y vibraciones, entre algunas que se mencionan están: herramientas, máquinas textiles, líneas transportadoras, sistema de transporte, equipos de empaques, industria automotriz, etc.



Detección de materiales  
no ferrosos



Detección en procesos  
de alimentos



Detección de bordes

## **2.3.2 Transductores**

Un transductor es simplemente un dispositivo que proporciona una salida utilizable en respuesta a una magnitud física, propiedad o condición física que se desea medir. Generalmente se trata de un dispositivo utilizado para convertir un fenómeno físico en una señal eléctrica.

La conversión de un evento fisiológico a una señal eléctrica permite aprovechar un máximo de información, facilitando su almacenamiento, procesamiento y desplegado.

### **2.3.2.1 Principios de Transducción**

*Elementos de transducción capacitiva:* este tipo de transductores transforman una variación de la magnitud a medir, en un cambio de capacidad. El funcionamiento de este tipo de transductores se basa en el funcionamiento de un condensador;

dependiendo del dieléctrico que posean tendrán una capacidad u otra, y estas variaciones son las que detecta.

Elementos de transducción inductiva: este tipo de transductores convierten un cambio de la magnitud a medir, en un cambio de la autoinductancia de un devanado único. Aproximando un elemento metálico a una bobina, a la salida de esta va ha producirse una variación de autoinductancia.

Elemento de transducción reluctiva: este tipo de transductores convierte un cambio de la magnitud a medir, en un cambio de tensión c.a. debido al cambio en la reluctancia del camino magnético entre dos o más devanados con una c.a. aplicada al sistema de devanados.

Elementos de traducción electromagnética: este tipo de transductores convierten una variación en la magnitud a medir, en una tensión de salida inducida en un conductor debido a un cambio en el flujo magnético en ausencia de excitación.

Elementos de transducción piezoeléctrica: este tipo de transductores convierten un cambio producido en la magnitud a medir, en cambio de tensión generada por ciertos materiales cuando están sometidos a un esfuerzo mecánico.

Elementos de transducción resistiva: este tipo de transductores convierten un cambio de la magnitud a medir, en cambio en la resistencia. Esto se puede producir mediante calentamiento o enfriamiento, aplicación de esfuerzos mecánicos.

Elementos de transducción potenciométrica: este tipo de transductores convierten un cambio de la magnitud a medir, en un cambio en la relación de tensiones, mediante un cambio en la posición del brazo móvil sobre un elemento resistivo y que tiene aplicado en sus bornes una excitación.

Elementos de transducción por galgas: este tipo de transductores convierten un cambio de la magnitud a medir, en un cambio de resistencia debido a una deformación, en dos o cuatro brazos de un puente de Wheanstone, el cual tiene

aplicado una tensión de excitación, del tal manera que en su salida lo que aparece es una tensión.

Elementos de transducción fotoconductora: este tipo de transductores convierten una variación en la magnitud a medir, en un cambio de la resistencia de un material semiconductor debido a un cambio en la cantidad de iluminación incidente sobre el material.

Elementos de transducción fotovoltaica: este tipo de transductores convierten un cambio en la magnitud a medir, en un cambio en la tensión generada cuando la iluminación incidente sobre una unión entre ciertos materiales distintos cambia.

Elementos de transducción termoeléctrica: este tipo de transductores convierten un cambio producido en la magnitud a medir, en un cambio en la fuerza electromotriz generada por la diferencia de temperaturas existentes entre las uniones de dos materiales distintos seleccionados.

Elementos de transducción por ionización: este tipo de transductores convierten un cambio en la magnitud a medir, en un cambio en la corriente de ionización, ejercida sobre un gas entre dos electrodos.

### **2.3.3 Tarjetas de Adquisición de Datos**

Hoy en día disponemos de una gran variedad de DAQ que nos permite llevar a cabo nuestras aplicaciones. Sin embargo, es importante conocer cuáles son las prestaciones que nos puede dar cada tarjeta para que se adapte correctamente a nuestra aplicación sin que sus prestaciones sean muy elevadas ni muy bajas.

#### **2.3.3.1 Consideraciones generales sobre las DAQ**

Se detallan las consideraciones que determinan las características hardware de las tarjetas de adquisición de datos, para tener un criterio de valoración de la efectividad de la DAQ.

- **Entradas Analógicas.**

Las prestaciones y precisión que nos proporciona una tarjeta, en cuanto a entradas se refiere, son básicamente el número de canales de que dispone, la frecuencia de muestreo, la resolución y los niveles de entrada. Generalmente, muchos de estos parámetros se pueden configurar por software.

El número de canales analógicos de entrada se especifica en número de entradas diferenciales, así como entradas de terminal sencilla. Por ejemplo, una tarjeta de DAQ puede tener 8 canales diferenciales o 16 canales de entrada de terminal sencilla. Las entradas de terminal sencilla (single-ended inputs) están todas referenciadas a una terminal de tierra común. Es recomendable utilizar este tipo de entrada analógica cuando las señales de voltaje son mayores a 1 V, las terminales de la fuente de la señal son menos a 5 metros y todas las entradas comparten la misma tierra. Si las señales no cumplen con los criterios anteriores, se recomienda utilizar los canales de entrada en modo diferencial. Con entradas diferenciales, cada entrada tiene su propia referencia a tierra; de esta forma, los errores por ruido se reducen debido a que el ruido captado normalmente por una sola terminal se cancela entre las terminales.

- **Frecuencia de Muestreo.**

Determina la velocidad a la que se producen las conversiones ADC. Una frecuencia de muestreo elevada proporciona señales con mayor calidad de definición en tiempo; al mismo tiempo aumenta el flujo de datos hacia el procesador. Por tanto, se habrá de buscar un valor de compromiso que haga óptimo el funcionamiento del sistema. Es fundamental en toda adquisición respetar el teorema de Nyquist para el muestreo.

- **Resolución.**

Indica el número de bits que utiliza el conversor ADC para cuantificar los niveles de señal analógica. Cuanto mayor sea el número de bits del ADC, mayor será el número de niveles de señal que se puede representar.

- **Niveles de Entrada.**

Son los límites de entrada de tensión de la DAQ. Es muy común diferenciar entre señales unipolares y bipolares. Las señales unipolares admiten únicamente niveles de tensión positivos mientras que las bipolares permiten las dos polaridades.

Para disponer del máximo de resolución en la medida, el margen dinámico de señal de entrada debe coincidir con el margen de la DAQ. Para hacer esto posible se puede utilizar el amplificador interno de la DAQ.

- **Salidas Analógicas.**

Muchas DAQ incorporan salidas analógicas. Básicamente, las características técnicas de las salidas analógicas son las mismas comentadas para las entradas.

- **Puertos Digitales.**

Son líneas de entrada/salida digitales. Se utilizan para control de procesos, generación de modelos de testeo, para comunicación con equipos periféricos, etc. Los parámetros más importantes que caracterizan los puertos digitales son el número de líneas disponibles, la velocidad a la cual puede transferir los datos y la capacidad de control de diferentes dispositivos (handshacking).

(handshacking) Protocolo de comunicación para transferir datos entre dos dispositivos asíncronos como puede ser los puertos RS-232.

(RS-232) Comunicación del microcontrolador con otros dispositivos inteligentes.

- **Temporizadores.**

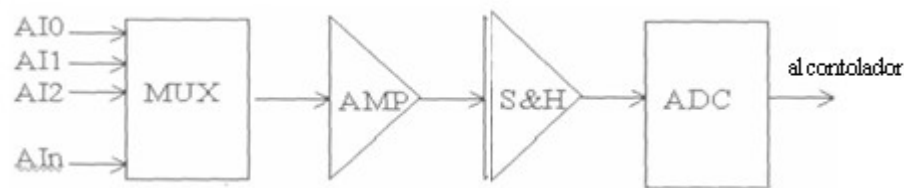
Son líneas útiles para muchas aplicaciones tales como para contar las veces que se produce un evento, generar bases de tiempos para procesos digitales o generación de pulsos.

### 2.3.3.2 Diagramas de bloques general de una DAQ

La etapa de entrada de una DAQ es muy común para todos los tipos y modelos. Básicamente está compuesta por un multiplexor, que permite disponer de varios canales de entrada, seguido de un amplificador de instrumentación de ganancia programable. Este amplificador se conecta a otro amplificador de muestreo y

retención (“Simple & Hold”) y finalmente éste proporciona el valor de tensión al conversor ADC.

En cuanto a las salidas analógicas se componen básicamente de conversores DAC que se conectan directamente al bus interno del microprocesador. Para cada salida analógica se necesita un conversor DC que normalmente tienen la misma resolución que los ADC de la entrada.



**Etapa de entrada general de una DAQ**

#### 2.3.4 Estación de Bombeo y Tanque de Agua

La Estación de Bombeo permite impulsar el agua hacia los centros de reserva. Las condiciones topográficas no permiten conducir a gravedad.

En el tanque de agua se realiza el tratamiento de potabilización y desde aquí empieza la distribución de agua a cada uno de los destinatarios.

Dentro de los elementos que están conformando la estación se encuentran: instalación múltiple (tramos cortos, válvulas check, válvulas de compuerta, válvulas aliviadoras de presión), bombas que pueden ser de eje vertical u horizontal, tableros de arranque y parada equipados con PLC's por su arranque y parada, tableros eléctricos, sistema de cloración, tuberías de conducción y distribución entre otros.

##### 2.3.4.1 Estación de Bombeo y Tanque de Agua San Francisco

La estación San Francisco – EMAPA está a cargo del Departamento Técnico y de la Zona Sur, la misma que está compuesta por los elementos mencionados con anterioridad complementando que el tanque de agua es de 1000m<sup>3</sup>, con la dotación de 150 lts/hab/día y la red de distribución con una extensión de 26.27 km.

## **2.4 HIPÓTESIS**

La implementación de un Sensor de Movimiento de Flujo en la Tubería de Conducción del Tanque de Agua y Tarjeta de Adquisición de Datos para los Sensores y Sistema de Cloración en el Tanque de la Estación San Francisco – EMAPA permitirá llevar un registro del ingreso de flujo en el tanque, llenado del mismo, control de potabilización y obtendrá valores de las señales de una manera óptima.

## **2.5 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LAS HIPÓTESIS**

### **Variable Independiente**

Sensor de Movimiento de Flujo, Sistema de Alarma de Llenado y Tarjeta de Adquisición de Datos para los Sensores y Sistema de Cloración.

### **Variable Dependiente**

Tubería de Conducción del Tanque de Agua y Microchem junto con el Cilindro de Cloro Gas en la Estación San Francisco – EMAPA.



## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1 ENFOQUE**

Este proyecto se desarrolló bajo el enfoque del paradigma Cualitativo – Cuantitativo, el mismo que ayudó a realizar comparaciones del sistema que existe en el Tanque de la Estación San Francisco con el sistema que deseé implementar, así como la selección de dispositivos por sus características más no por su valor.

#### **3.2 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se contextualiza en la modalidad de investigación de campo y bibliográfica - documental, debido a que los hechos fueron estudiados en primera instancia en base a normas legales que se encuentran tipificadas en diversos códigos, leyes, reglamentos, etc.

Además se realizó la visita a las oficinas de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato y a la zona del Tanque de Agua y de la Estación de Bombeo de Huachi San Francisco – EMAPA, lo cual fue de gran ayuda para obtener elementos de juicio necesarios para la configuración de esta investigación.

#### **3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

La investigación comprendió el nivel exploratorio pues reconoció las variables que nos competen, el nivel descriptivo permitió caracterizar la realidad investigada, el nivel correlacional esclareció el grado de relación entre las variables en estudio y finalmente el nivel explicativo permitió detectar las causas de determinados comportamientos y canalizó la estructuración de propuestas de solución a la problemática analizada.

Por el enfoque fue una investigación cualitativa pues obtuvo información directa de los investigados, en virtud de los cuales fue viable desarrollar un análisis crítico de los resultados y proponer alternativas de solución.

Además se tiene en cuenta que esta investigación es de estudio técnico, práctico y a corto plazo.

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

La presente investigación se la realizó en la zona de Huachi San Francisco sector La Cruz donde se encuentra ubicado el tanque de agua y se requirió información adicional, que fue obtenida del personal de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato.

### **3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

La técnica empleada en la presente investigación fue la observación y la entrevista.

La técnica de la observación fue de gran valor en la apreciación directa y sin filtros de la realidad, circunstancias que permitieron confrontar los hechos con palabras, elementos fundamentales para imprimir un sello de transparencia e imparcialidad en la investigación.

La técnica de la entrevista nos ayudó para la obtención de información sobre los fundamentos legales y leyes que rige la empresa.

Los instrumentos utilizados para poder obtener la información fueron: la entrevista que se realizó de manera directa con personal de la empresa. Complementariamente se utilizó registros de observación para una clasificación apropiada de toda la información obtenida.

### **3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Para la recolección eficaz de la información de campo, se recurrió a las siguientes estrategias:

- Visita personal a la zona del Tanque de Agua y de la Estación de Bombeo de Huachi San Francisco – EMAPA.
- Preguntas directrices para la obtención de la información de la empresa.

### **3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS**

Una vez aplicadas las herramientas necesarias para obtención de la información y analizada la validez, se procedió a la tabulación de datos cualitativos y cuantitativos los cuales se presentaron transparentemente en términos de porcentajes a fin de facilitar la interpretación.

Acto seguido procedí al análisis integral, enriquecido gracias a los elementos de juicio desprendidos del marco teórico, objetivos y variables de la investigación.

Una vez realizado el reconocimiento del área de trabajo y de los lugares más aptos para la implementación de los sistemas de sensado de flujo, alarma de llenado de tanque y tarjeta de adquisición, procedí a la investigación y análisis de modelos realizables y de fácil entendimiento en su funcionamiento.

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 Análisis del Sistema Actual**

El sistema de agua potable actual que se encuentra en el sector La Cruz consta de un tanque de reserva de 1000 m<sup>3</sup>, un sistema de cloración y un equipo que indica la cantidad de agua que es distribuida; además se lleva un control de la cantidad de agua que se encuentra en el tanque. Este registro se lo realiza manualmente, para la medición de cantidad de agua se usa un madero y todos los datos son archivados en un cuaderno y el reconocimiento de llenado se sabe sólo cuando existe un desbordamiento de agua.

#### **4.2 Análisis del Sistema Propuesto**

Este es electrónico y permite obtener datos del ingreso de flujo, llenado de tanque y de cuando se enciende el sistema de coloración. Estos datos ingresan a una tarjeta de adquisición de manera que están listos para ser enviados a una base de datos. Este sistema nos provee información en sí de cómo está trabajando y funcionando la Estación del Tanque de Agua de Huachi San Francisco.

El sistema consta de un sensor de movimiento de flujo para controlar su ingreso, un sistema de alarma de llenado para controlar cuando el tanque está lleno y de una tarjeta de adquisición para tomar los datos tanto de los sensores como del sistema de cloración.

##### **4.2.1 Descripción del Sistema**

El sistema que se va implementar cuenta de un sensor de movimiento de flujo, un sistema de alarma de llenado del tanque y una tarjeta de adquisición de datos, con sus respectivos cables de conexión.

Gracias a las investigaciones que realicé previas al diseño del sensor de movimiento de flujo y sistema de alarma, pude obtener la información de que la presión de agua que llega al tanque es residual es decir que no llega con la misma fuerza que es bombeada ya que tiene pérdidas durante todo su trayecto debido al diámetro de tubería, material, longitud y los quiebres de la misma.

Ésta información ayudó para estar al corriente de que tipo de material y como iban a ser construidas las diferentes piezas.

Antes de la construcción de los sistemas de sensado y alarma realicé mediciones del tanque, tanto de la tubería de conducción como de la tubería interna que sirve de desborde de agua una vez lleno el tanque; estos tipos de tuberías son de material de acero.

La tubería de desborde es más alta que la tubería de conducción por donde ingresa el agua al tanque; por lo que, necesité hacer una extensión de tubería de conducción en material PVC, ya que para que pueda funcionar el sensor de proximidad necesité de éste tipo de tubería o sino sólo detectaría el tubo de acero mas no el ingreso de flujo: y, también porque no puede estar completamente sumergido en el agua ya que puede perder sus características y deteriorarse.

A continuación se detalla cada uno de los materiales con los que se trabajé:

#### **4.2.1.1 Tubería de PVC**

El PVC (poli cloruro de vinilo) este es un material de origen petroquímico, el cual fue utilizado por primera vez en Alemania a fines de los 30' para la fabricación de tubería. Desde su introducción se ha venido utilizando con magníficos resultados en instalaciones de edificios residenciales, hospitales y bienes de interés social, etc. Esto significa que las instalaciones han estado expuestas a una variedad de circunstancias y condiciones de funcionamiento; con esto queda demostrado el rendimiento satisfactorio de la tubería PVC para estas aplicaciones.

Los tubos de PVC, por lo general, son rígidos, si bien, hay un tipo semi-rígido que viene en rollos.

### Características:

- Es una tubería ligera (se puede decir que la más ligera en el campo de redes de abastecimiento), bastante inertes a la agresividad de las aguas y de las tierras.
- La superficie interior es completamente lisa, lo cual, desde el punto de vista hidráulico, es importantísimo siendo la tubería que proporciona pérdidas de carga más pequeñas, lo cual permite reducir las secciones en un 15 % respecto a los tubos tradicionales.
- Mejor comportamiento frente a las heladas que los demás tubos, ya que algunos tipos (polietileno flexible puede admitir la deformación sin romperse).
- Debido a su lisura interna, no es fácil que se produzcan incrustaciones de ningún tipo.
- Su condición de termoplásticos, permiten que al calentarlos se reblandezcan y se puedan curvar y manipular con gran facilidad.
- Son tubos aislantes térmicos y eléctricos, por lo cual las corrientes vagabundas y telúricas que afectan a los tubos metálicos aquí no existen, por lo que los efectos de electrolisis que destruyen los tubos enterrados no les afectan.

### Limitaciones:

- Su elevado coeficiente de dilatación térmica que obliga a tenerlo muy presente en las instalaciones.
- Su limitada presión de trabajo, que prácticamente está limitada a 25 atmósferas.
- Su alteración o "envejecimiento", con determinados medios, fundamentalmente al aire y sol.
- Estructura molecular (en cadena) que hace que en su destrucción se desintegre totalmente.

- Su propia condición de termoplástico que, a veces, es contraproducente, etc.



*Tubería de PVC*

#### **4.2.1.2 Tubería de Acero**

Para la construcción de una tubería de acero es necesario una secuencia de pasos para obtener un tubo de buena calidad. Para ello se tiene la selección de materia prima de los aceros más calificados. El corte debe ser con un minucioso cuidado, las bobinas se transforman en flejes mediante cizallamiento por cuchillas rotativas. En el formado el fleje pasa a través de una serie de rodillos que lo conforman paulatinamente en un tubo. En el formado a los tubos que van a ser galvanizados se los someten a un pretratamiento que consiste en diferentes baños químicos controlados en sus concentraciones, temperaturas y precisas especificaciones, garantizando de esta manera el correcto recubrimiento y durabilidad de los trabajos de galvanizado.

El espesor de la capa y el diámetro de enrollamiento determinan la resistencia mecánica de la tubería en el sentido circunferencial y longitudinal de la misma.



***Tubo de Acero, Negro y Galvanizado***

#### **4.2.1.3 El Aluminio**

##### Estado natural.

No se presenta nunca en estado nativo, abunda mucho en la naturaleza formando minerales. Se extrae casi exclusivamente de bauxita ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ). La obtención se efectúa por electrólisis de la bauxita.

##### Propiedades:

Es un metal dúctil y maleable. No lo ataca el aire porque se recubre de una ligera capa de óxido que lo protege. Tiene muy buena conductividad tanto eléctrica como térmica.

##### Aplicaciones:

Se emplea por sus buenas propiedades eléctricas en la fabricación de alambres destinados a construcción eléctrica. El aluminio también se emplea en forma de plancha, en el recubrimiento de techos.

#### **4.2.1.4 El Hierro**

Es un elemento metálico, magnético, maleable y de color blanco plateado. Este metal de transición es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, representando un 5% y, entre los metales, sólo el aluminio es más abundante. Igualmente es uno de los elementos más importantes del Universo, y el núcleo de



la Tierra está formado principalmente por hierro y níquel, generando al moverse un campo magnético.

#### Características Principales:

Es un metal maleable, tenaz, de color gris plateado y presenta propiedades magnéticas; es ferromagnético a temperatura ambiente y presión atmosférica.

Se encuentra en la naturaleza formando parte de numerosos minerales, entre ellos muchos óxidos, y raramente se encuentra libre. Para obtener hierro en estado elemental, los óxidos se reducen con carbono y luego es sometido a un proceso de refinado para eliminar las impurezas presentes.

Es el elemento más pesado que se produce exotérmicamente por fusión, y el más ligero que se produce a través de una fisión, debido a que su núcleo tiene la más alta energía de enlace por nucleón (energía necesaria para separar del núcleo un neutrón o un protón); por lo tanto, el núcleo más estable es el del hierro-56 (con 30 neutrones).

#### Aplicaciones:

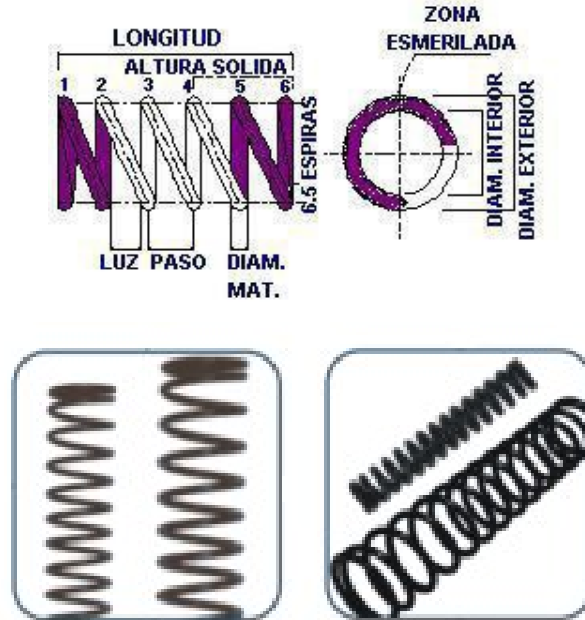
El hierro es el metal más usado, con el 95% en peso de la producción mundial de metal. Fundamentalmente se emplea en la producción de acero, la aleación de hierro más conocida, consistente en aleaciones de hierro con otros elementos, tanto metálicos como no metálicos, que confieren distintas propiedades al material. Se considera que una aleación de hierro es acero si contiene menos de un 2% de carbono; si el porcentaje es mayor, recibe el nombre de fundición.

#### **4.2.1.5 Resortes**

##### Resorte de Compresión

Son de bobina o espira abierta, destinados a soportar esfuerzos de compresión y choque, propiedad que les permite disminuir su volumen cuando se aumenta la presión ejercida sobre ellos, convirtiéndose en los dispositivos de almacenamiento de energía disponibles más eficientes; representan la configuración más común utilizados en el mercado actual.

Son usualmente enrollados con diámetro constante. Su fabricación se realiza a partir de alambres rectangulares, cuadrados y redondos, y sus formas pueden ser: cilíndrica, de barril cónico, convexo y otros tipos de perfil.



***Resorte de Compresión***

### Resortes de Presión

Son resortes que absorben y almacenan energía por ofrecer resistencia a fuerzas de estiramiento. Tienen varios tipos de terminales usadas para sujetar el resorte de tensión al origen de la fuerza.

Se caracterizan por ser de bobina o espira cerrada, destinados a soportar esfuerzos de tracción cuando son sometidos a la acción de fuerzas opuestas que lo atraen, pueden usarse multitud de configuraciones y longitud del gancho, donde las vueltas unidas suministran la tensión inicial en el resorte para ayudar a manipular la carga y la velocidad.

Sus aplicaciones varían desde pequeños equipos médicos hasta resortes de frenos para maquinaria pesada o automotores.



***Resorte de Presión***

#### **4.2.1.6 PIC 16F877A**

Se denomina microcontrolador a un dispositivo programable capaz de realizar diferentes actividades que requieran del procesamiento de datos digitales y del control y comunicación digital de diferentes dispositivos.

Los microcontroladores poseen una memoria interna que almacena dos tipos de datos; las instrucciones, que corresponden al programa que se ejecuta, y los registros, es decir, los datos que el usuario maneja, así como registros especiales para el control de las diferentes funciones del microcontrolador.

Los microcontroladores poseen principalmente una ALU (Unidad Lógico Aritmética), memoria del programa, memoria de registros, y pines I/O (entrada y/o salida). La ALU es la encargada de procesar los datos dependiendo de las instrucciones que se ejecuten (ADD, OR, AND), mientras que los pines son los que se encargan de comunicar al microcontrolador con el medio externo; la función de los pines puede ser de transmisión de datos, alimentación de corriente para el funcionamiento de este o pines de control específico.

#### **4.2.1.7 MAX 232**

El MAX232 es un circuito integrado que convierte los niveles de las líneas de un puerto serie RS232 a niveles TTL y viceversa. Lo interesante es que sólo necesita

una alimentación de 5V, ya que genera internamente algunas tensiones que son necesarias para el estándar RS232.

El MAX232 soluciona la conexión necesaria para lograr comunicación entre el puerto serie de una PC y cualquier otro circuito con funcionamiento en base a señales de nivel TTL/CMOS.

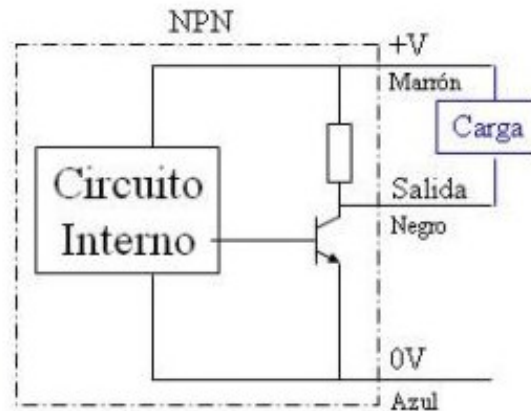
#### 4.2.1.8 Sensores de Proximidad

Los sensores de proximidad inductivos que utilicé son detectores de posición electrónicos, que dan una señal de salida sin contacto mecánico directo, estos sensores detectan todo tipo de objetos metálicos.

Su construcción es metálica para su mayor protección, tiene forma de tornillo.

El sensor tiene un diámetro de 18 mm. Detecta al objeto a una distancia de 5 mm. Es de tipo NPN y normalmente abierto por mayor seguridad. Su alimentación puede ser de 12 a 24 Volts. en Corriente Directa.

Para su alimentación utilicé un adaptador de aproximadamente 15 Volts.



**Configuración interna del Sensor**

El sensor con salida tipo NPN activa la salida conectando o desconectando la carga al positivo de la alimentación. En el instante que el sensor está sin detectar objeto alguno tenemos a la salida 12 Volts. Mientras que en el momento de sensado obtenemos 0 Volts. ya que este es un sensor normalmente abierto.



*Sensor de Proximidad*

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- El sistema entrega datos para poder llevar un registro de cómo trabaja y funciona la estación del tanque de agua.
- El sistema permitió la optimización de tiempo en los operadores y a llevar un mejor control de la estación.
- El sistema previene el desgaste innecesario de agua.
- El sistema implementado cumple con los requerimientos planteados por la empresa, mejorando así el abastecimiento de agua y la funcionalidad de los operadores.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Capacitar a los operadores que son los encargados en ésta zona para que puedan manejar el sistema.
- Realizar la instalación del cableado por lugares donde no estén expuestos a cortes o torceduras, y con una buena protección para el cable ya que se van a encontrar a la intemperie.
- Se debe revisar periódicamente las conexiones de los sensores para evitar problemas de pérdidas de información.
- Los sensores de proximidad deben estar instalados en lugares apropiados dentro del tanque evitando contacto con el agua para poder garantizar una durabilidad de los mismos.
- Para la compra de los sensores se debe conocer las características de protección del mismo.
- Las piezas construidas debemos hacerlas aptas para los sensores de proximidad, para un buen sentido y una buena histéresis.
- El recubrimiento de las piezas deben ser de tubería PVC y de material liviano para que se pueda sentir en el instante de su funcionamiento.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 Propuesta**

Al emprender el presente trabajo nos propusimos realizar un sistema en el Tanque de Agua de la Estación de Huachi San Francisco, con el fin de facilitar la labor diaria de quienes tienen que llevar el registro del ingreso de flujo de agua, llenado del tanque y sistema de cloración.

La idea fue diseñar e implementar un sistema que permita emitir datos y adquirirlos para poder llevar un registro.

El sistema debe ser capaz de:

Enviar una señal cuando exista un ingreso de flujo al tanque cuando es impulsado desde la estación de bombeo.

Enviar una señal para la activación de una alarma cuando el tanque se ha llenado y así evitar pérdidas masivas de agua.

Recopilar los datos del sensor de flujo, sistema de alarma y sistema de cloración, los mismos que inmediatamente serán enviados a una base de datos.

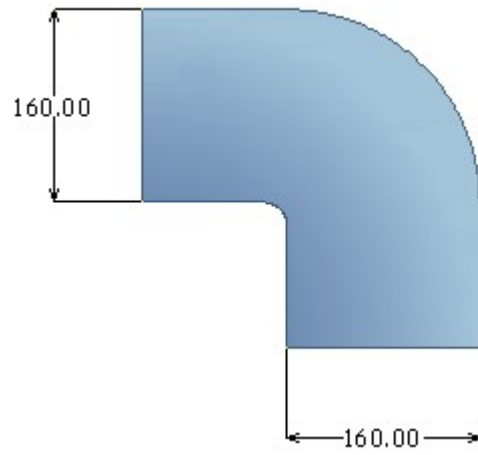
#### **6.2 Descripción del diseño y construcción del Sistema**

##### **6.2.1 Extensión de Tubería**

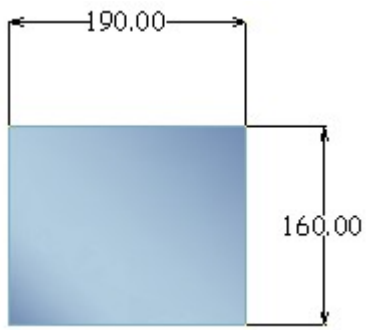
La extensión de tubería está formada por los siguientes materiales:

- Tubo de Acero de 160 mm.
- Codos de PVC de 160 mm.
- Tubo de Presión de PVC de 160 mm.
- Tubo Liviano de PVC de 160 mm.
- Polipega
- Pega de cabuya

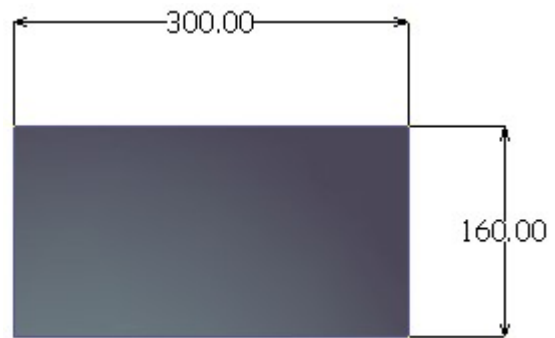




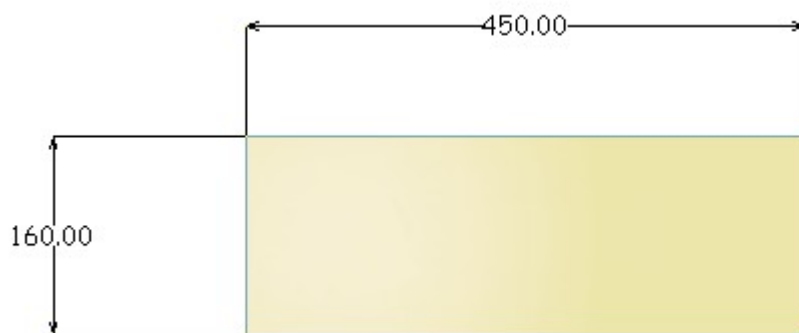
***Codo de PVC***



***Tubo de Presión de PVC***

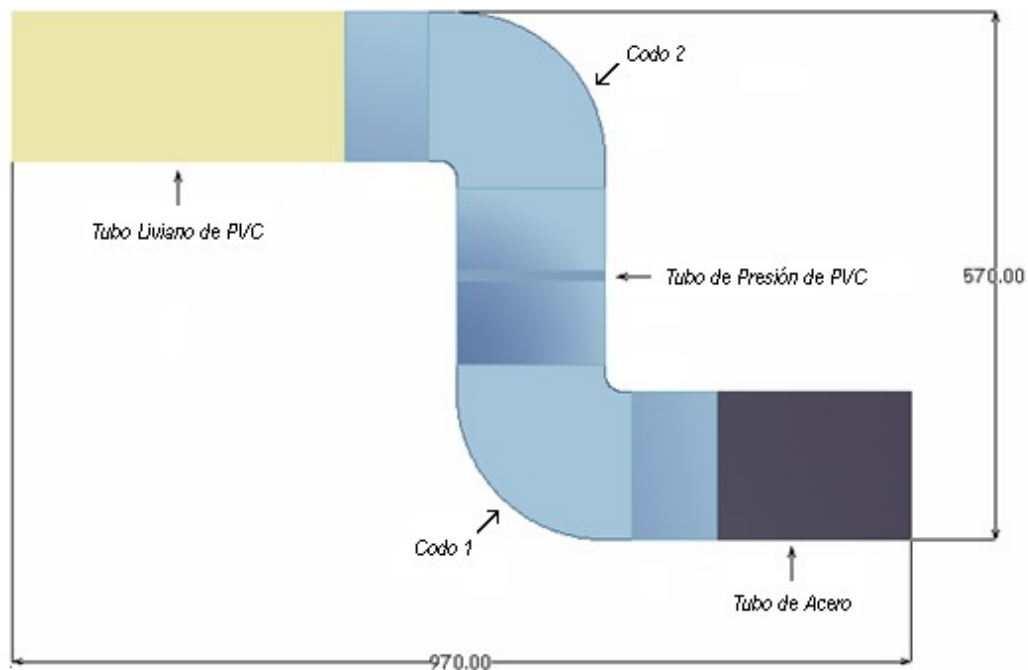


***Tubo de Acero***



***Tubo Liviano de PVC***

Para la construcción de la extensión de tubería primero fueron fusionados los codos a la tubería de presión de PVC con una poli pega que es un cemento solvente para cualquier tipo tubería y accesorio PVC, el mismo que hubo que dejarlo secar para que quede bien compacto, una vez seco procedí a empalmar la tubería de acero a la unión realizada anteriormente en el un extremo del codo, aquí utilicé pega de cabuya para la unión del material de PVC con el acero de la misma manera fue necesario dejarlo un tiempo en reposo para un buen secado; este tramo de tubería de acero sólo sirvió para poder soldar toda la extensión a la tubería de conducción que llega al tanque ya que es necesario que esté bien sujeta. Una vez seca la otra unión de tubería inserté el tubo liviano de PVC al otro extremo del codo igualmente para que se consolide utilicé la poli pega. Este tramo de tubería fue en donde se colocó el sensor de movimiento de flujo.



**Extensión de Tubería**

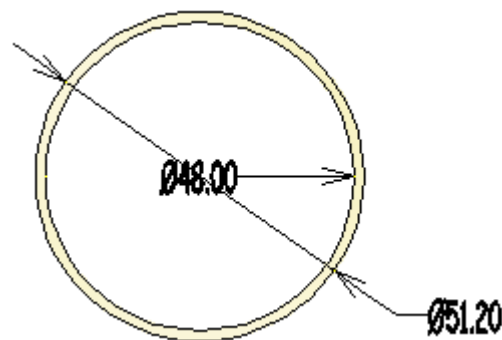
### 6.2.2 Sensor de Movimiento de Flujo

El sensor de movimiento de flujo está formado de las siguientes partes:

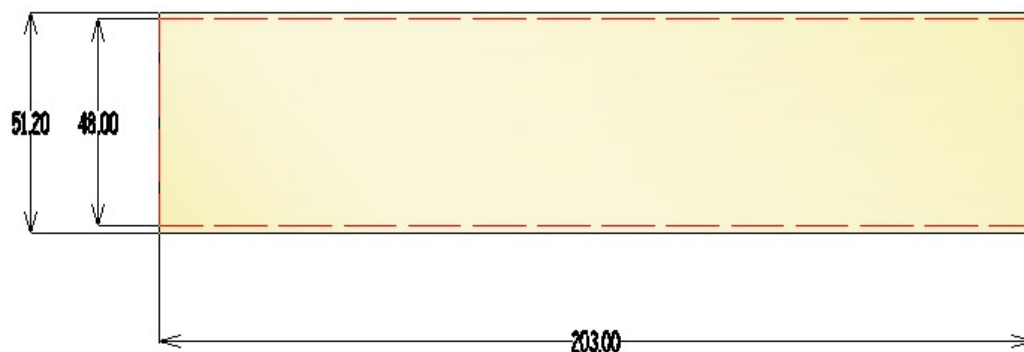
- Poli pega
- Tubo de PVC de 2”
- Rodamiento de 1¼”

- Pieza de Aluminio
- Rieles sólidos
- Riel hueco
- Tornillo
- Boya de Plástico
- Resortes de presión y compresión
- Topes
- Sensor de Proximidad HYP 18R5A

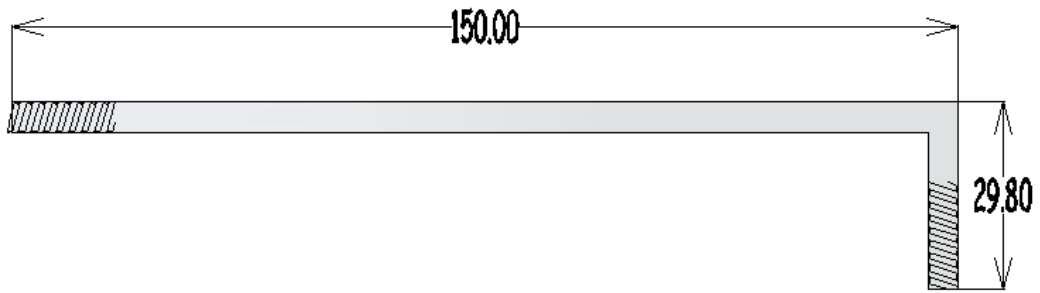
Para el diseño del sistema de sensado de movimiento de flujo el análisis se realizó bajo la lógica de movimiento de resortes de presión y compresión que tengan una buena elongación pero sin deformación del mismo, del empuje de agua para la pieza principal y de la obtención de la señal por medio del sensor de proximidad. A continuación se indican cada uno de los materiales utilizados para la construcción con cada una de sus medidas y en sus diferentes vistas.



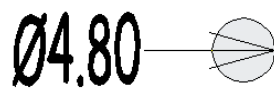
***Tubo de PVC Liviano: Vista Superior, Diámetro externo e interno***



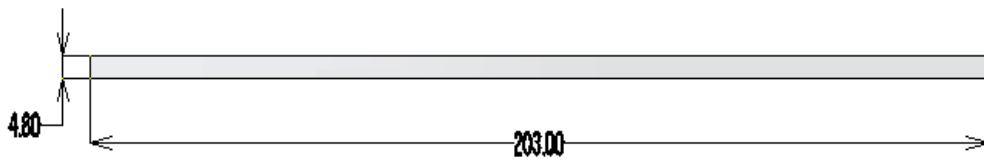
*Tubo de PVC Liviano: Vista Frontal y Medida de Longitud*



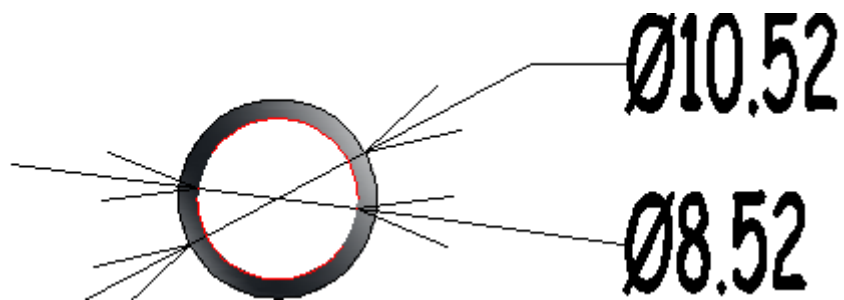
*Riel Sólido con ángulo de 90°*



*Riel Sólido: Vista Superior y Diámetro*



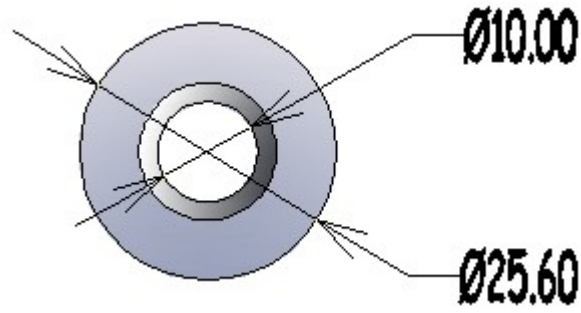
*Riel Sólido: Vista Frontal y Medida de Longitud*



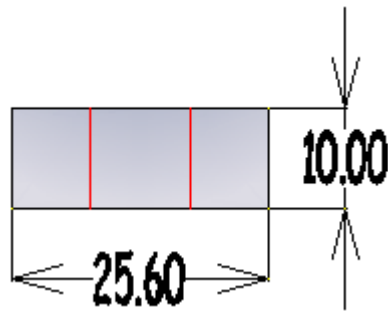
*Riel Hueco: Vista Superior y Diámetro externo e interno*



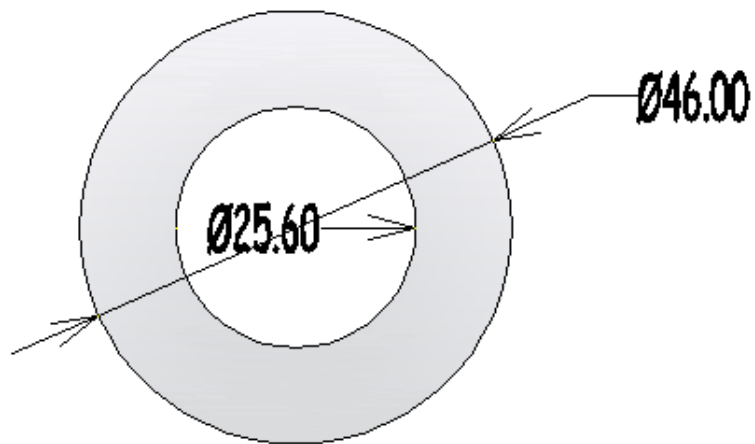
*Riel Hueco: Vista Frontal*



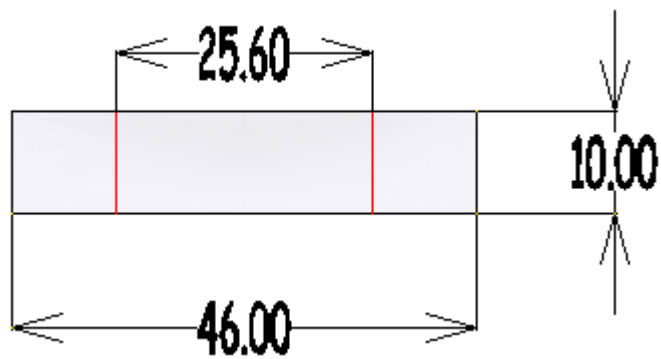
*Arandela: Vista Superior, Diámetro externo e interno*



*Arandela: Vista Frontal y Medida de espesor*



*Pieza de Aluminio: Vista Superior, Diámetro externo e interno*

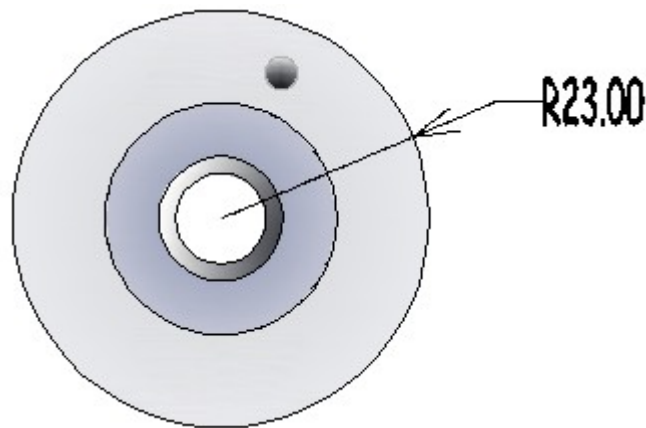


***Pieza de Aluminio: Vista Frontal y Medida de espesor***

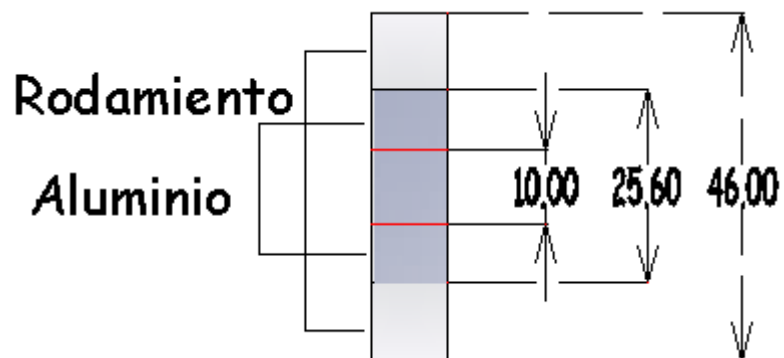


***Resorte de Presión y Compresión***

Para obtener una pieza del diámetro interno del tubo liviano de PVC, acoplé un rodamiento de acero con una pieza de aluminio construida con anticipación, la misma que será la pieza principal para el sensor.



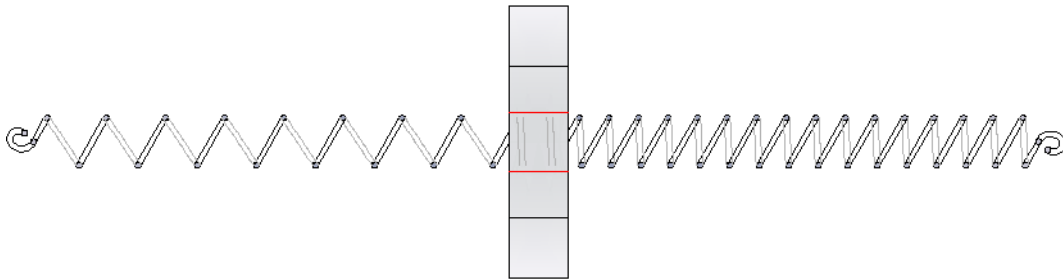
***Pieza de Sensado: Vista Superior***



***Pieza de Sensado: Vista Frontal***

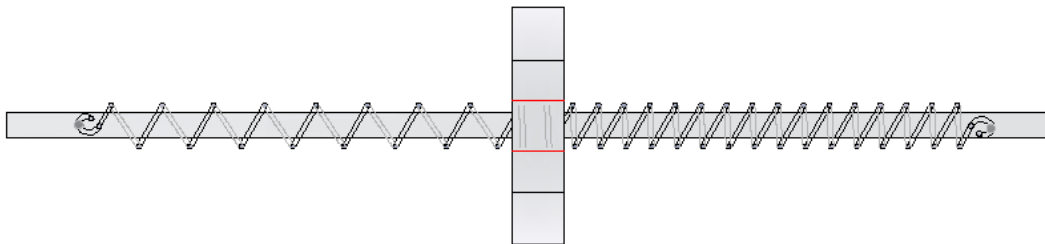
Una vez lista la pieza que es de sensado, localicé la mitad del resorte donde se diferencia que la mitad es de presión y la otra mitad es de compresión, ésta pieza

es soldada con suelda en pasta dejándolas reposar aproximadamente 24 horas para un secado correcto.



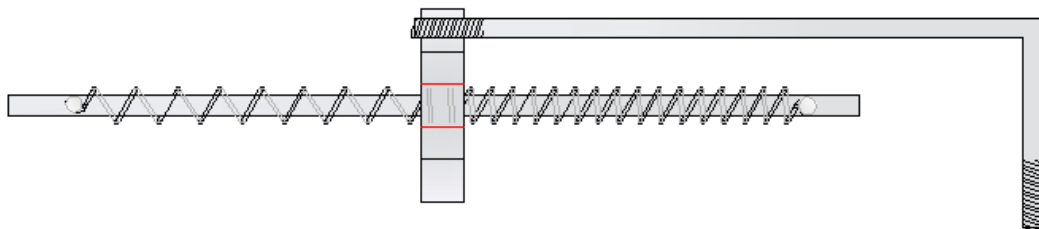
***Unión: Resorte y Pieza de Sensado***

A ésta última pieza la coloqué sobre un riel sólido con unos boquetes en los extremos para introducir los ganchos del resorte, el riel funciona solamente como un camino para la pieza de sensado para que pueda recorrer sin desequilibrarse.

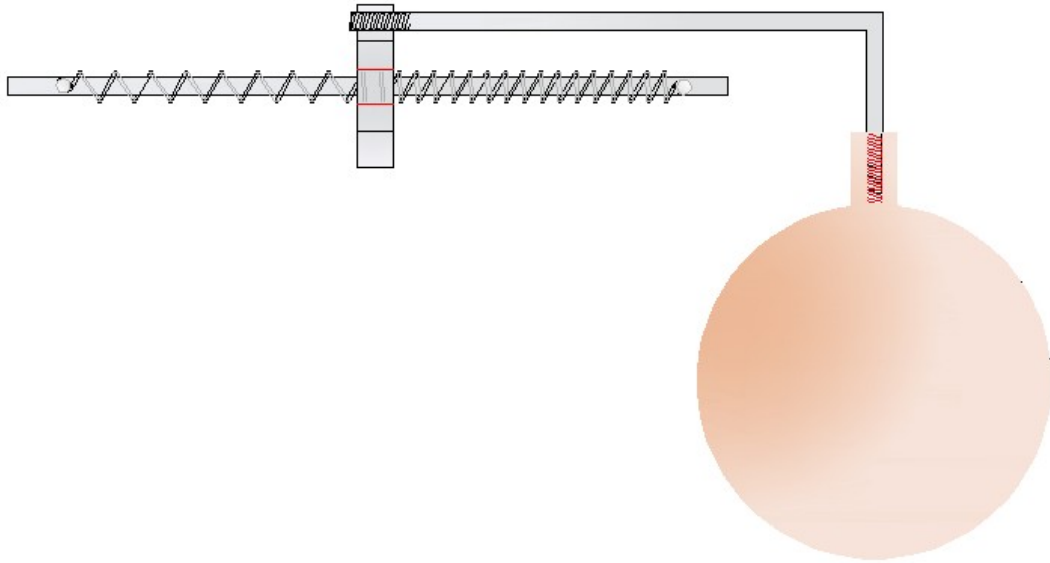


***Primera pieza para tubería***

En el fragmento anterior se le atornilló el un extremo del riel sólido con ángulo de 90° a la pieza de sensado y al otro extremo se le acopló una boya de plástico, ésta boya un vez que hace contacto con el agua realiza un empuje a toda la pieza posicionándola bajo el sensor de proximidad.

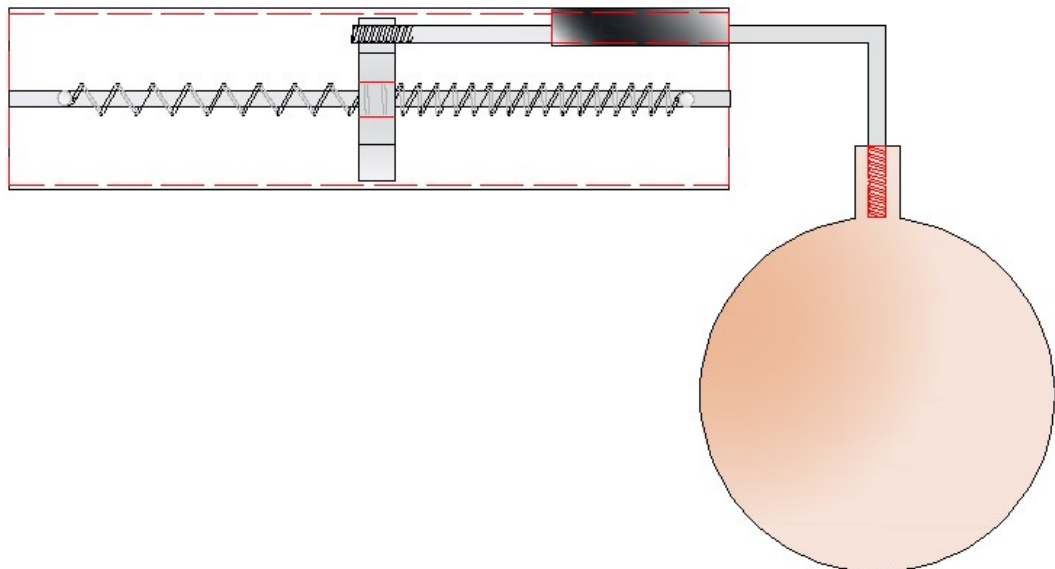


***Segunda pieza para tubería***



### ***Tercera pieza para tubería***

Una vez lista la tercera pieza la coloqué dentro del tubo liviano de PVC, al igual que el riel sólido sirvió como camino para el resorte ahora coloqué un riel hueco a la entrada del tubo el mismo que sirvió como un vía para el riel de 90° para tener un buen equilibrio de la pieza de sensado.



### ***Sensor de Movimiento de Flujo***



Esta nueva pieza se colocó dentro del tubo PVC y a los extremos del tubo tenemos unos topes que de igual manera nos sirvieron como agarradera. Así queda concluida la pieza para ponerla en funcionamiento, junto con el sensor de proximidad.

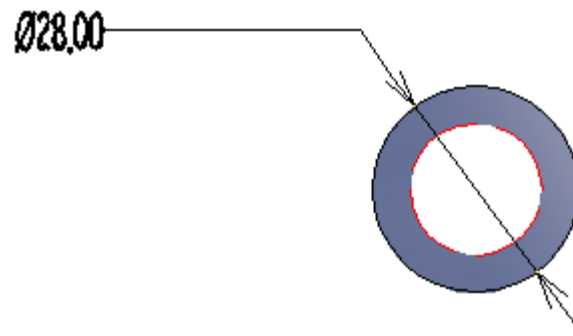
En si este sistema funciona en el instante que el agua sale por la tubería de conducción, ésta realiza un empuje a la pieza principal la misma que se mueve junto con el resorte de presión, una vez que el resorte siente la presión que realiza la boya se estira la pieza se posiciona bajo el sensor de proximidad el mismo que detecta presencia de metal emitiendo una señal sin que haya un contacto físico entre el accionador y el sensor, aumentando así la vida útil del sensor por no poseer piezas móviles sujetas a desgastes mecánicos. Y en el instante que deje de ingresar agua al tanque el resorte de compresión realiza un empuje en sentido contrario al ingreso de agua el mismo que ayuda a que la pieza de sensado retorne de manera inmediata a su posición original una vez que ya no hay el ingreso de flujo.

### **6.2.3 Sistema de Alarma de Llenado**

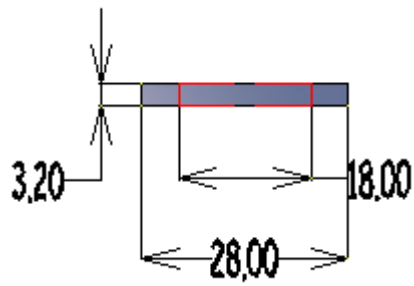
El sistema de alarma de llenado está formado por las siguientes partes:

- Tubo de PVC de  $1\frac{1}{4}$ ”
- Ruliman de 1”
- Arandelas de  $1\frac{1}{8}$ ”
- Topes
- Tornillo
- Boya de Plástico
- Sensor de Proximidad HYP 18R5A

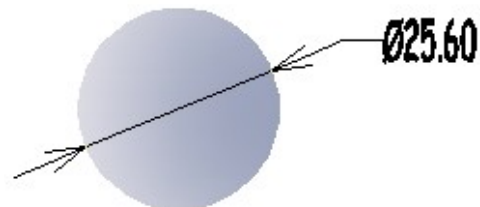
Para el diseño del sistema de alarma de llenado del tanque el razonamiento se efectuó bajo las condiciones del empuje de agua para el fragmento primordial y de la obtención de la señal por medio del sensor de proximidad el mismo que permitirá la activación de una alarma en el momento de llenado.



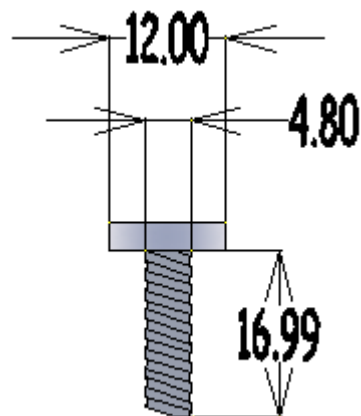
*Arandela: Vista Superior y Diámetro*



*Arandela: Vista Frontal, Espesor y Diámetros externo e interno*



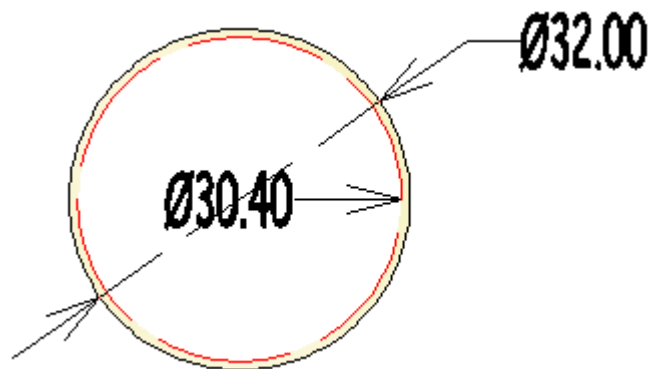
*Ruliman: Diámetro*



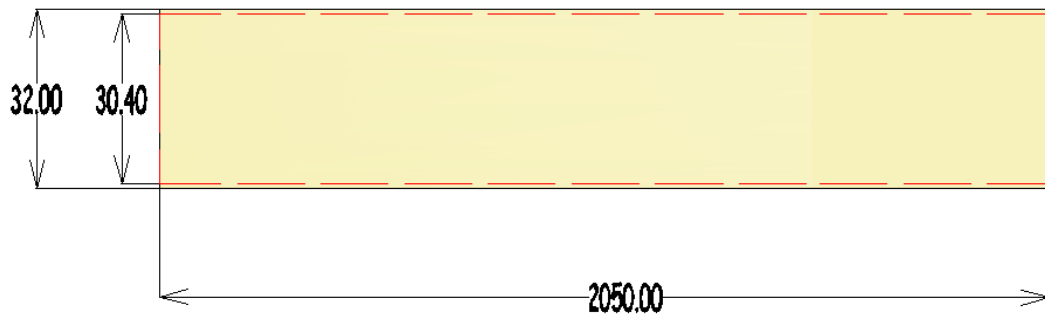
*Tornillo: Diámetros*



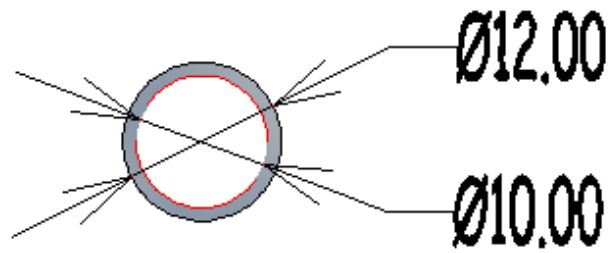
**Boya de Plástico**



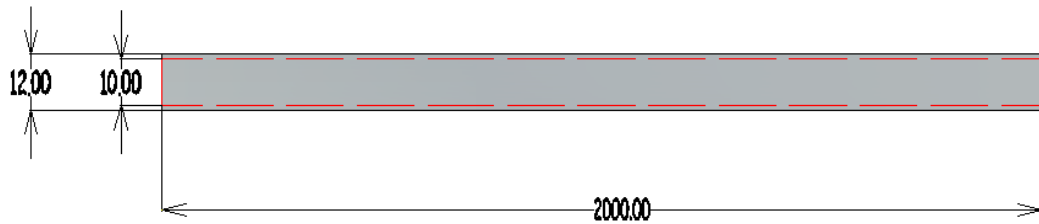
**Tubo de PVC Liviano: Vista Superior, Diámetro externo e interno**



**Tubo de PVC Liviano: Vista Frontal y Medida de Longitud**

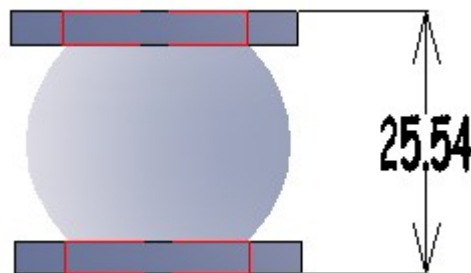


***Tubo de Hierro: Vista Superior, Diámetro externo e interno***



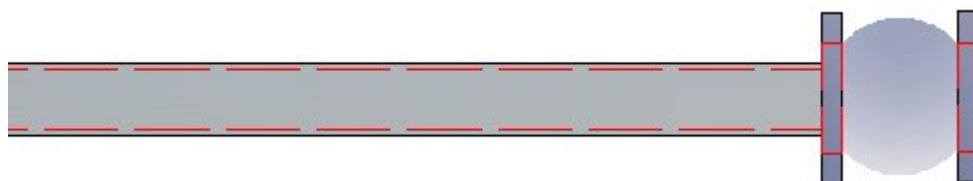
***Tubo de Hierro: Vista Frontal y Medida de Longitud***

El sistema fue construido de la siguiente manera: Las arandelas fueron soldadas al rollo de tubo de hierro debidamente con suelda normal.

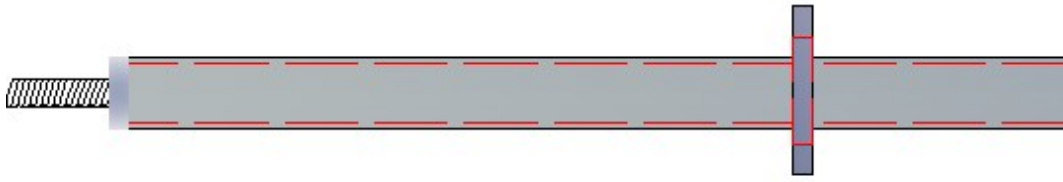


***Pieza Principal de Sensado***

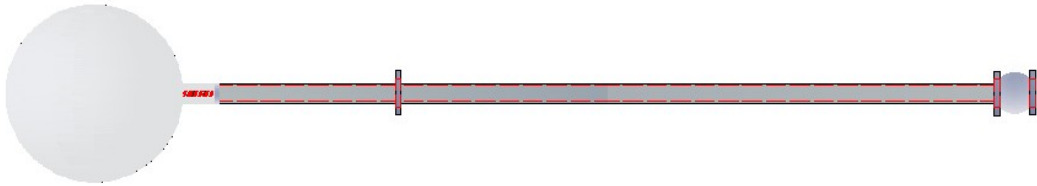
Posteriormente a la pieza ya creada se le realiza otra nueva suelda al tubo de hierro, el otro extremo del tubo es soldado con un tornillo para poder unir fácilmente a la boya de plástico. Otra arandela es soldada a 11.5cm. del final del tornillo hacia arriba la misma que funcionará como límite al tope inferior del tubo para que su pieza principal no salga por completo.



***Parte superior del Sistema de Alarma***

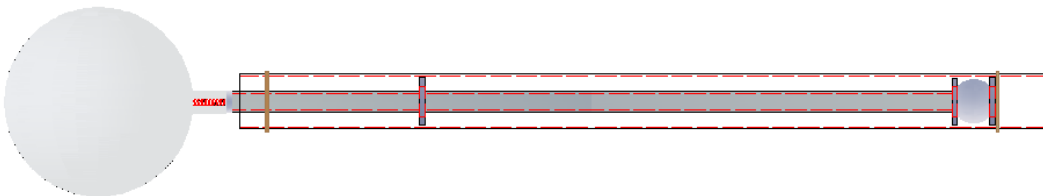


***Parte inferior del Sistema de Alarma***



***Pieza Interna del Sistema de Alarma***

Toda ésta pieza se la coloca dentro del tubo PVC colocando unos topes a los dos extremos para que sirva de apoyo y la pieza no resbale. Así queda concluida la pieza para ponerla en funcionamiento, junto con el sensor de proximidad.



***Sistema de Alarma***

Este sistema funciona en el momento en que el nivel de agua sube a medida que se va llenando el tanque, una vez que el agua empieza a realizar un empuje hacia arriba a la boya llegará al punto en que el ruliman se posiciona frente al sensor de proximidad el mismo que detecta presencia de metal, sin que haya un contacto físico entre el accionador y el sensor, una vez que emite la señal se acciona una alarma para dar aviso que el nivel de llenado ha llegado a su límite, el mismo que es un indicativo para el cierre de válvulas, evitando así que el agua tenga un desperdicio masivo.

#### 6.2.4 Tarjeta de Adquisición de Datos

La tarjeta de adquisición de datos está formada de las siguientes partes:

- PIC 16F877A
- MAX 232
- Adaptador de 9V
- Cristal
- Capacitores cerámicos
- Capacitores electrolíticos
- Resistencias
- Diodos Leds
- Baquelita
- Conector de Adaptador
- Conector DB9
- CI 7805
- Transistor PNP 2N5884
- Relés
- Diodos rectificadores
- Sirena
- Borneras
- Disipadores
- CI 555
- Compuerta Smith Triger

El diseño de la tarjeta se la realizó de manera que pueda trabajar con entradas y salidas digitales las mismas que serán receptadas de las señales que emiten los sensores de proximidad que utilicé en el sensor de movimiento de flujo y del sistema de alarma de llenado; además, de los valores que emite el sistema de cloración.

Para la programación del PIC primeramente se debe escoger el PIC con el cual vamos a trabajar y agregar otros parámetros para un buen funcionamiento y una buena comunicación

- #include<16F877A.H>
- #device adc=10
- #fuses XT,NOWDT,NOPROTECT,NOBROWNOUT,NOPUT
- #use delay(clock=4000000)
- #use rs232(baud=9600,xmit=PIN\_C6,rcv=PIN\_C7,PARITY=N,BITS=8)

Se declaró variables que fueron utilizadas durante toda la programación

- int res0, res1, res2, res3,res4;
- int r1=0,r2=0,r3=0,r4=0;

Se indicó los puertos de entrada y de salida

- set\_tris\_a(0x3f);
- set\_tris\_b(0x00);
- set\_tris\_c(0x80);
- delay\_ms(2000);
- output\_b(00);
- r1=1;

Dentro de un ciclo while se realizó la programación que señala que todos los datos que ingresan por el puerto A que son entradas digitales son enviados directamente al puerto B que son las salidas digitales con las que se trabajó; además, se añadió una condición que indica la transmisión vía puerto serial para tener una interfase con una PC.

Dentro del mismo ciclo se programó para tener un control de alarma para que solamente se encienda durante dos minutos en el instante que el PIC recibe la señal del sensor de proximidad de controla el sistema de llenado.

- while(1)
- {
- res0=input(PIN\_A0);

```

output_bit( PIN_B0, res0);
res1=input(PIN_A1);
output_bit( PIN_B1, res1);
res2=input(PIN_A2);
output_bit( PIN_B2, res2);
printf("%d\r%d\r%d\r",res0 ,res1, res2);
if(res1==1)
{
if(r1==1)
{
output_high(PIN_B4);
delay_ms(200);
r1=0;
output_low(PIN_B4);
}
}
if(res1==0)
r1=1;
}

```

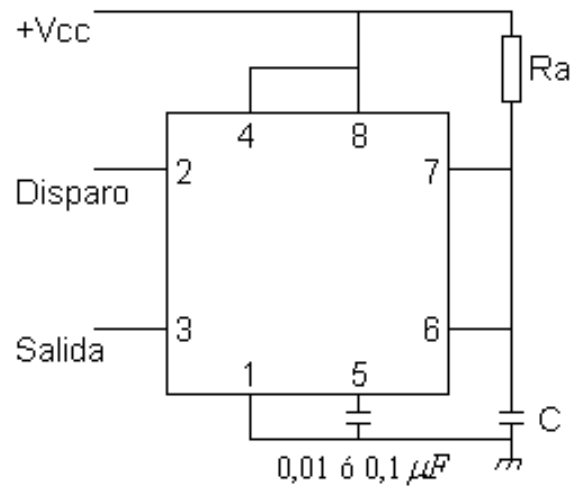
El control de la alarma está realizado con un dispositivo 555 que es un circuito integrado muy estable cuya función primordial es la de producir pulsos de temporización con una gran precisión y que, además, puede funcionar como oscilador.



***Dispositivo 555***

La temporización puede ser desde microsegundos hasta horas.





### ***Circuito Monoestable***

Cuando la señal de disparo está a nivel alto (ej. 5V con Vcc 5V) la salida se mantiene a nivel bajo (0V), que es el estado de reposo.

Una vez que se produce el flanco descendente de la señal de disparo y se pasa por el valor de disparo, la salida se mantiene a nivel alto (Vcc) hasta transcurrido el tiempo determinado por la ecuación:

$$T = 1.1 * Ra * C$$

$$Ra = 2.2M\Omega;$$

$$C = 10\mu F;$$

$$T = 1.1 * 2.2M\Omega * 10\mu F$$

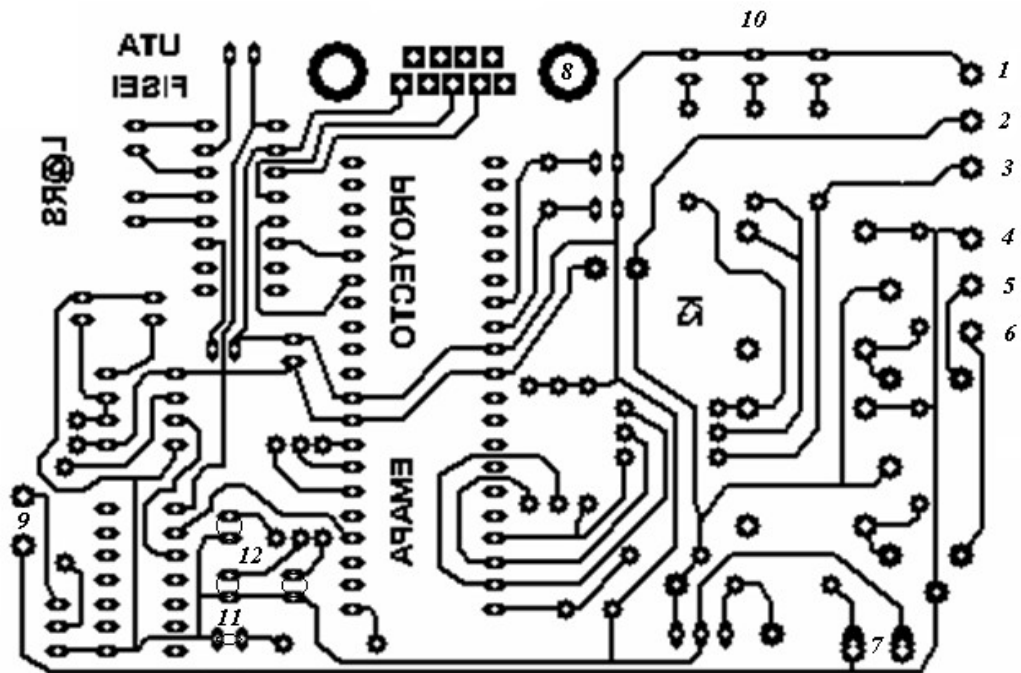
$$T = 24.2seg$$

$$T \approx 24seg$$

La configuración del MAX 232 permitió tener una comunicación entre el puerto serial y una PC. La figura que se muestra en la parte inferior indica un buen diseño para la transmisión serial.

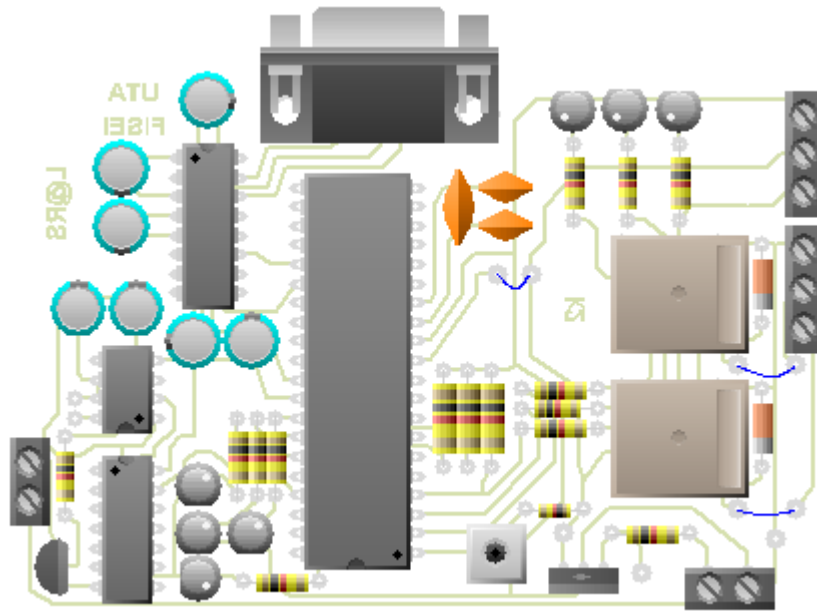
A continuación se presenta el esquema de las pistas del circuito de la tarjeta de adquisición a implementarse y de la vista de cómo queda tarjeta.

Se indica cada una de las entradas y de las salidas.



*Pistas de la Tarjeta de Adquisición de Datos*

- 1 Tierra
- 2 Alimentación 5 Voltios
- 3 Sistema de Cloración
- 4 Alimentación 12 Voltios
- 5 Sistema de Alarma
- 6 Sensor de Flujo
- 7 Alimentación de Adaptador
- 8 Conector para puerto serial
- 9 Alarma
- 10 Leds indicadores de entradas
- 11 Led indicador de funcionamiento de la tarjeta de adquisición
- 12 Leds indicadores de salidas



*Tarjeta de Adquisición de Datos*

### **6.3 Instalación del Sistema**

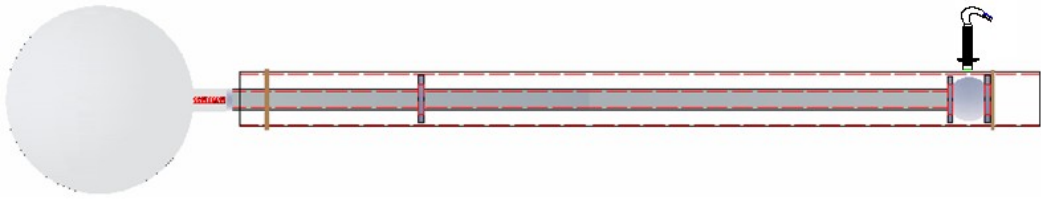
El sistema fue instalado dentro del tanque de agua, la extensión se soldó a la tubería de conducción y el sensor de movimiento de flujo fue colocado en la extensión de tubería y sobre éste el sensor de proximidad para que realice su función de sensado.

El sistema de alarma se la colocó a la entrada del tanque, al igual el sensor de proximidad se colocó adjunto a éste para que detecte presencia de metal y emita su señal para el encendido de alarma que es un indicativo de llenado de tanque.

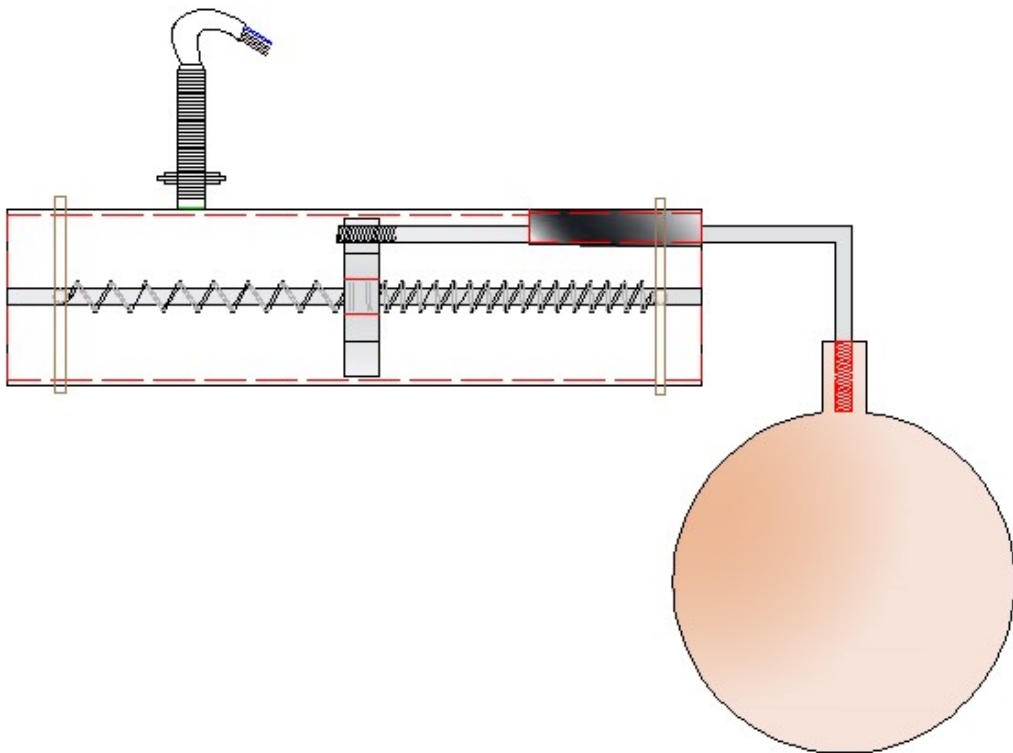
La tarjeta de adquisición de datos se instaló en el cuarto del operador.

Además se recogió la señal del sistema de cloración la misma que fue enviada a la tarjeta de adquisición de datos.

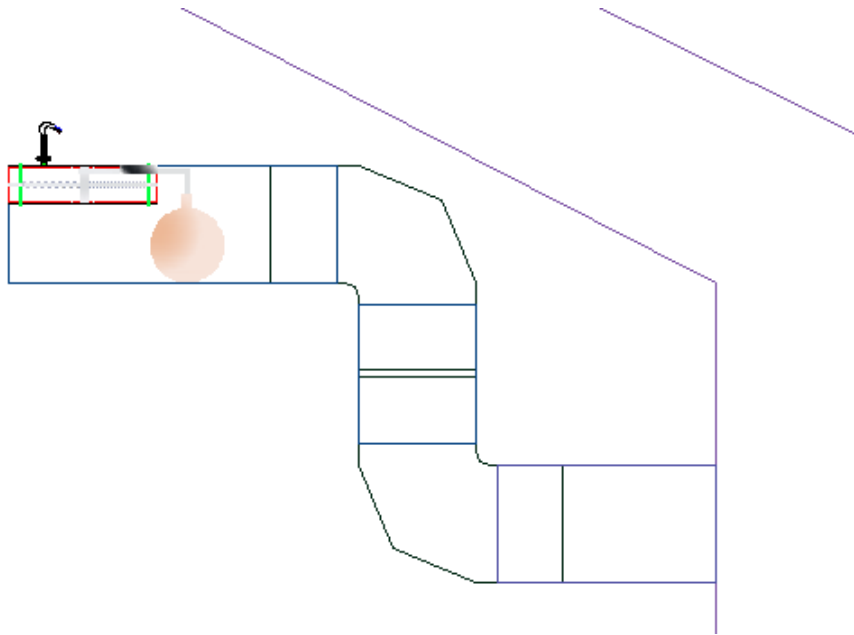
La conexión de los cables fueron llevados por tierra y por el tumbado del tanque de agua todos estos dentro de una manguera flexible para protección del mismo.



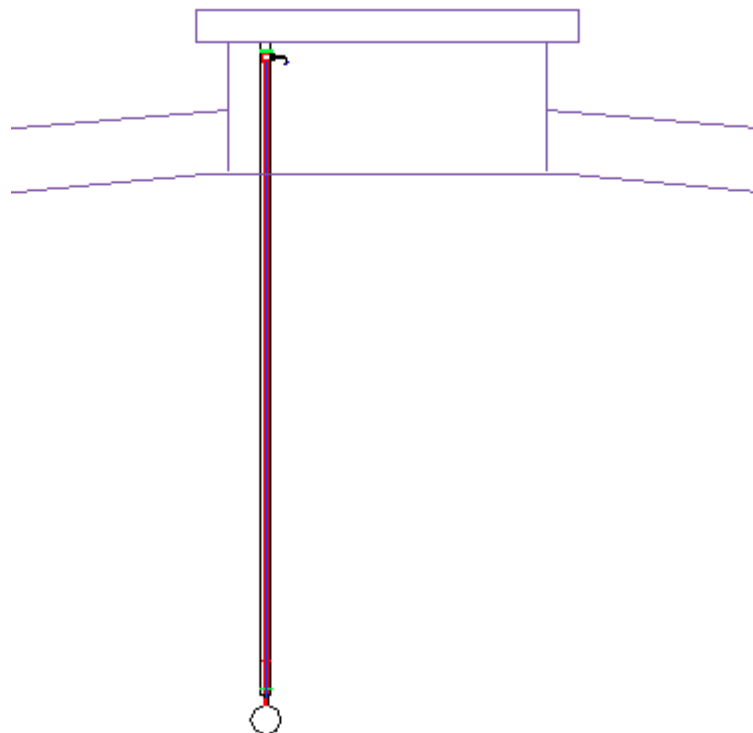
***Sensor de Proximidad posicionado frente a la pieza de sensado en el Sistema de Alarma***



***Sensor de Proximidad posicionado frente a la pieza de sensado en el Sensor de Movimiento de Flujo***



***Sensor de Movimiento de Flujo Instalado en el Tanque de Agua dentro de la extensión de tubería***



***Sistema de Alarma Instalado en el Tanque de Agua a su ingreso***

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros

- LÁZARO Antonio Manuel, “LabVIEW 6i Programación Gráfica para el Control de Instrumentación”, Madrid – España, Págs. 152-154
- ANGULO USATEGUI José y ANGULO MARTÍNEZ Ignacio, “Microcontroladores <<PIC>> Diseño Práctico de Aplicaciones”, Madrid, Pág. 46
- EMAPA, Revista Institucional

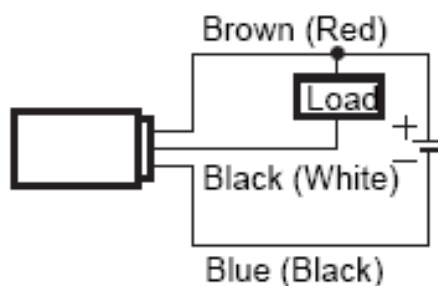
### Páginas de Internet

- <http://www.emapa.gov.ec>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Agua\\_potable\\_y\\_saneamiento\\_en\\_Ecuador](http://es.wikipedia.org/wiki/Agua_potable_y_saneamiento_en_Ecuador)
- [http://bairesrobotica.com.ar/data/sensores\\_2003.pdf](http://bairesrobotica.com.ar/data/sensores_2003.pdf)
- [http://www.cociente.com.mx/junio\\_agosto\\_07/autores\\_j\\_a/h2.html](http://www.cociente.com.mx/junio_agosto_07/autores_j_a/h2.html)
- <http://docentes.uacj.mx/ovaldez/Adquisicion/Curso/Unidad%203%2002.doc>
- [http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing\\_ond\\_1/trabajos\\_01\\_02/tarjetas\\_adquisicion\\_proc\\_audio/contenidos/hardware.html](http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_01_02/tarjetas_adquisicion_proc_audio/contenidos/hardware.html)
- [http://www.gii.upv.es/personal/gbenet/IIN/tema\\_transductores/INTRODUCCION%20A%20LOS%20TRANSDUCTORES.pdf](http://www.gii.upv.es/personal/gbenet/IIN/tema_transductores/INTRODUCCION%20A%20LOS%20TRANSDUCTORES.pdf)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_inductivo](http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_inductivo)
- [http://www.onsemi.com/pub\\_link/Collateral/2N5883-D.PDF](http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/2N5883-D.PDF)
- <http://www.arqhys.com/casas/pvc-tuberias.html>
- <http://www.resorteshitech.com/compresion.html>
- [http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas\\_di2/muelles/resortes\\_de\\_compresion.htm](http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas_di2/muelles/resortes_de_compresion.htm)
- <http://www.resortes.com/files/compresion.html>

- [http://www.colresortes.com/html/tipos\\_de\\_resorte.html](http://www.colresortes.com/html/tipos_de_resorte.html)
- [http://hynux.net/eng\\_mall/view\\_item.html?code\\_id=297](http://hynux.net/eng_mall/view_item.html?code_id=297)
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/inducccion/foucault/foucault.htm#Movimiento%20de%20una%20pieza%20conductora%20hacia%20y%20desde%20un%20campo%20magn%C3%A9tico%20uniforme>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente\\_de\\_Foucault](http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_de_Foucault)
- <http://www.dei.uc.edu.py/tai2002/SENSORES/resind.htm>
- [http://www.fornvalls.com/pdfs/sensores-induc\\_es.pdf](http://www.fornvalls.com/pdfs/sensores-induc_es.pdf)
- [http://www.etechconsulting.net/news\\_detail.aspx?news\\_id=6](http://www.etechconsulting.net/news_detail.aspx?news_id=6)
- <http://www.national.com/ds/LM/LM340.pdf>
- [http://www.onsemi.com/pub\\_link/Collateral/2N5883-D.PDF](http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/2N5883-D.PDF)

## ANEXOS

### Descripción del Sensor de Proximidad



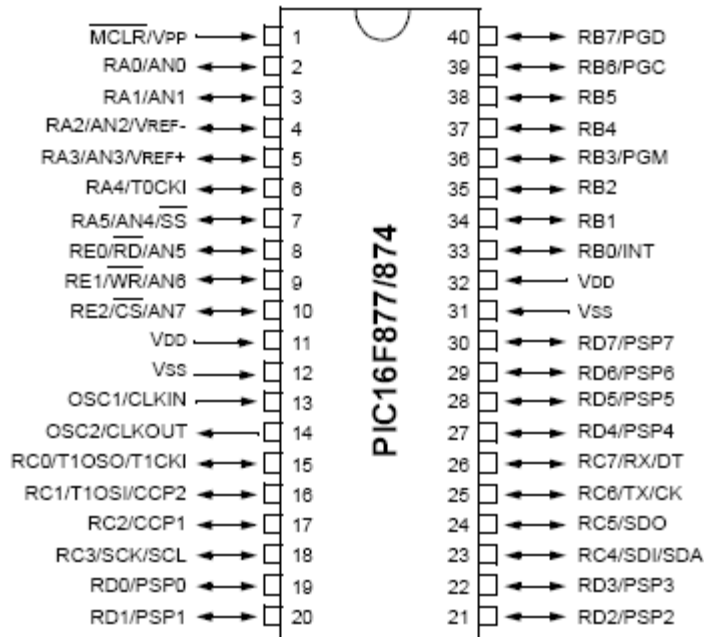
### Características

Apariencia	18(Φ)×53(L)
Distancia de sensado	5mm±10%
Distancia de montaje	0~4mm
Objeto	Acero 18*18*1
Frecuencia	20Hz
Histéresis	Max. 10% de la distancia de sensado
Corriente de salida	Max. 200mA
Alimentación	DC 12 ~ 24V ( DC10 ~ 30V )
Voltaje residual	1.5V Max.
Consumo	DC 10mA Max. ( 12VDC )
Resistencia de aislamiento	50MΩ Min. at DC 500V
Rigidez dieléctrica	AC 1000V por 1 minuto
Temperatura ambiente	-25° ~ 70°
Grado de protección	IP 67 ( IEC )
Circuito de protección	Surja protección / protección de polaridad inversa
Lámpara de funcionamiento	Rojo(LED)
Vibración	10 ~ 55Hz amplitud doble 1.5mm X,Y,Z cada dirección durante 2 horas
Shock	500□ ( Approx. 50G ) X,Y,Z cada dirección durante 3 horas
Material	Caso : latón la cara : Resina ABS

### Descripción del PIC 16F877A



## PDIP



### Características:

Frecuencia máxima	DX-20MHz
Memoria de programa flash palabra de 14 bits	8KB
Posiciones RAM de datos	368
Posiciones EEPROM de datos	256
Puertos E/S	A,B,C,D,E
Número de pines	40
Interrupciones	14
Timers	3
Módulos CCP	2
Comunicaciones Serie	MSSP, USART
Comunicaciones paralelo	PSP
Líneas de entrada de CAD de 10 bits	8
Juego de instrucciones	35 Instrucciones
Longitud de la instrucción	14 bits
Arquitectura	Harvard
CPU	Risc
Canales Pwm	2
Pila Harware	-
Ejecución En 1 Ciclo Máquina	-

### Descripción de los puertos:

#### Puerto A:

Puerto de e/s de 6 pines

RA0 è RA0 y AN0

RA1 è RA1 y AN1

RA2 è RA2, AN2 y Vref-

RA3 è RA3, AN3 y Vref+

RA4 è RA4 (Salida en colector abierto) y T0CKI(Entrada de reloj del modulo Timer0)

RA5 è RA5, AN4 y SS (Selección esclavo para el puerto serie síncrono)

**Puerto B:**

Puerto e/s 8 pines

Resistencias pull-up programables

RB0 è Interrupción externa

RB4-7 è Interrupcion por cambio de flanco

RB5-RB7 y RB3 è programacion y debugger in circuit

**Puerto C:**

Puerto e/s de 8 pines

RC0 è RC0, T1OSO (Timer1 salida oscilador) y T1CKI (Entrada de reloj del modulo Timer1).

RC1-RC2 è PWM/COMP/CAPT

RC1 è T1OSI (entrada osc timer1)

RC3-4 è IIC

RC3-5 è SPI

RC6-7 è USART

**Puerto D:**

Puerto e/s de 8 pines

Bus de datos en PPS (Puerto paralelo esclavo)

Puerto E:

Puerto de e/s de 3 pines

RE0 è RE0 y AN5 y Read de PPS

RE1 è RE1 y AN6 y Write de PPS

RE2 è RE2 y AN7 y CS de PPS

Dispositivos periféricos:

Timer0: Temporizador-contador de 8 bits con preescaler de 8 bits

Timer1: Temporizador-contador de 16 bits con preescaler que puede incrementarse en modo sleep de forma externa por un cristal/clock.

Timer2: Temporizador-contador de 8 bits con preescaler y postescaler.

Dos módulos de Captura, Comparación, PWM (Modulación de Anchura de Impulsos).

Conversor A/D de 10 bits.

Puerto Serie Síncrono Master (MSSP) con SPI e I<sup>2</sup>C (Master/Slave).

USART/SCI (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) con 9 bit.

#### Descripción De Pines:

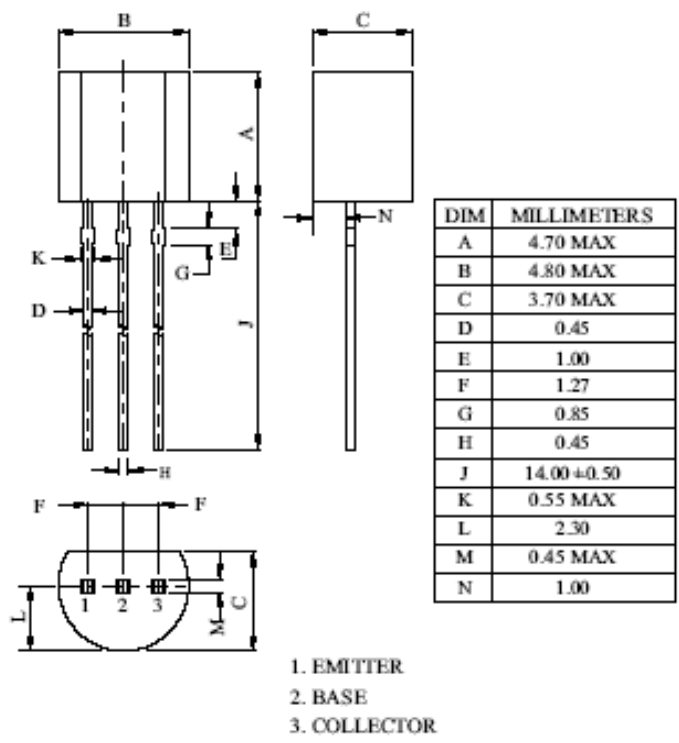
<u>Nombre Del Pin</u>	<u>Pin</u>	<u>Tipo</u>	<u>Tipo de Buffer</u>	<u>Descripción</u>
<b>OSC1/CLKIN</b>	13	I	ST/MOS	Entrada del oscilador de cristal / Entrada de señal de reloj externa
<b>OSC2/CLKOUT</b>	14	O	-	Salida del oscilador de cristal
<b>MCLR/Vpp/THV</b>	1	I/P	ST	Entrada del Master clear (Reset) o entrada de voltaje de programación o modo de control high voltaje test
<b>RA0/AN0</b>	2 3 4 5 6 7	I/O	TTL	PORTA es un puerto I/O bidireccional
<b>RA1/AN1</b>				RA0: puede ser salida analógica 0
<b>RA2/AN2/ Vref-</b>				RA1: puede ser salida analógica 1
<b>RA3/AN3/Vref+</b>				RA2: puede ser salida analógica 2 o referencia negativa de voltaje
<b>RA4/T0CKI</b>				RA3: puede ser salida
<b>RA5/SS/AN4</b>				

				analógica 3 o referencia positiva de voltaje RA4: puede ser entrada de reloj el timer0. RA5: puede ser salida analógica 4 o el esclavo seleccionado por el puerto serial síncrono.
<b>RBO/INT</b>				PORTB es un puerto I/O bidireccional. Puede ser programado todo como entradas
<b>RB1</b>				
<b>RB2</b>	33	I/O	TTL/ST	RB0 puede ser pin de interrupción externo.
<b>RB3/PGM</b>	34	I/O	TTL	RB3: puede ser la entrada de programación de bajo voltaje
<b>RB4</b>	35	I/O	TTL	
<b>RB5</b>	36	I/O	TTL	
<b>RB6/PGC</b>	37	I/O	TTL	
<b>RB7/PGD</b>	38	I/O	TTL	
	39	I/O	TTL/ST	Pin de interrupción
	40	I/O	TTL/ST	Pin de interrupción
				Pin de interrupción.
				Reloj de programación serial
<b>RCO/T1OSO/T1C</b>	15	I/O	ST	PORTC es un puerto I/O bidireccional
<b>KI</b>	16	I/O	ST	
<b>RC1/T1OS1/CCP2</b>	17	I/O	ST	RCO puede ser la salida del oscilador timer1 o la entrada de reloj del timer1
<b>RC2/CCP1</b>				
<b>RC3/SCK/SCL</b>	18	I/O	ST	
<b>RC4/SD1/SDA</b>				
<b>RC5/SD0</b>	23	I/O	ST	RC1 puede ser la entrada del oscilador timer1 o salida PWM 2
<b>RC6/Tx/CK</b>	24	I/O	ST	
<b>RC7/RX/DT</b>	25	I/O	ST	
	26	I/O	ST	RC2 puede ser una entrada de captura y

				<p>comparación o salida PWN</p> <p>RC3 puede ser la entrada o salida serial de reloj síncrono para modos SPI e I2C</p> <p>RC4 puede ser la entrada de datos SPI y modo I2C</p> <p>RC5 puede ser la salida de datos SPI</p> <p>RC6 puede ser el transmisor asíncrono USART o el reloj síncrono.</p> <p>RC7 puede ser el receptor asíncrono USART o datos síncronos</p>
<b>RD0/PSP0</b>				<p>PORTD es un puerto bidireccional paralelo</p>
<b>RD1/PSP1</b>	19	I/O	ST/TTL	
<b>RD2/PSP2</b>	20	I/O	ST/TTL	
<b>RD3/PSP3</b>	21	I/O	ST/TTL	
<b>RD4/PSP4</b>	22	I/O	ST/TTL	
<b>RD5/PSP5</b>	27	I/O	ST/TTL	
<b>RD6/PSP6</b>	28	I/O	ST/TTL	
<b>RD7/PSP7</b>	29	I/O	ST/TTL	
	30	I/O	ST/TTL	
<b>RE0/RD/AN5</b>	8	I/O	ST/TTL	<p>PORTE es un puerto I/O bidireccional</p> <p>RE0: puede ser control de lectura para el puerto esclavo paralelo o entrada analógica 5</p>
<b>RE1/WR/AN</b>				
<b>RE2/CS/AN7</b>	9	I/O	ST/TTL	
	10	I/O	ST/TTL	

				RE1: puede ser escritura de control para el puerto paralelo esclavo o entrada analógica 6 RE2: puede ser el selector de control para el puerto paralelo esclavo o la entrada analógica 7.
Vss	12.3 1	P	-	Referencia de tierra para los pines lógicos y de I/O
Vdd	11.3 2	P	-	Fuente positiva para los pines lógicos y de I/O
NC	-	-	-	No está conectado internamente

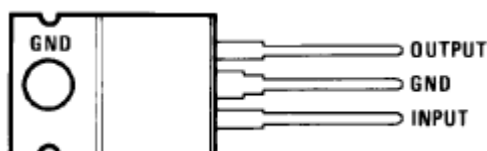
**Descripción del transistor 2N3904**



Evaluación Máxima (Ta=25°C)

Características	Símbolo	Evaluación	Unidades
Voltaje Colector-Base	$V_{CBO}$	60	V
Voltaje Colector-Emisor	$V_{CEO}$	40	V
Voltaje Emisor-Base	$V_{EBO}$	6	V
Corriente del Colector	$I_C$	200	mA
Corriente de la Base	$I_B$	50	mA
Potencia del Colector	$P_C$	625	mW
Disipación		1.5	W
Unión de Temperatura	$T_i$	150	°C
Campo de Temperaturas de Almacenamiento	$T_{stg}$	-50 ~ 150	°C

### Descripción del CI 7805



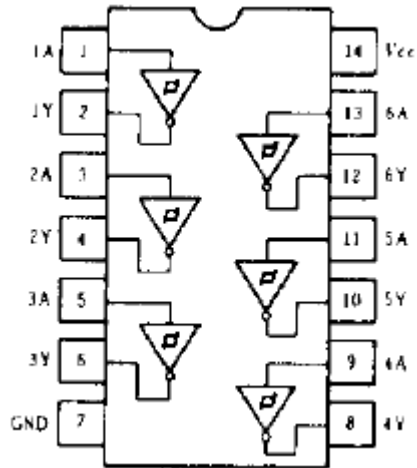
### Características Eléctricas

Parámetros	Símbolo	Condiciones	Min	Tipico	Max	Unidad
Voltaje de Rendimiento	$V_O$	$T_J=25^{\circ}C$	4.9	5	5.1	V
		$P_D \leq 15W, 5mA \leq I_O \leq 1A$	4.8		5.2	V
		$V_{MIN} \leq V_{IN} \leq V_{MAX}$	(7.5 $\leq$ $V_{IN} \leq$ 20)			V
Regulación de línea	$\Delta V_O$	$I_O = 500mA$			10	mV
		$\Delta V_{IN}$	(7.5 $\leq$ $V_{IN} \leq$ 20)			V
		$T_J=25^{\circ}C$		3	10	mV
		$\Delta V_{IN}$	(7.5 $\leq$ $V_{IN} \leq$ 20)			V
		$T_J=25^{\circ}C$			4	mV
		Sobre temperatura			12	mV
$\Delta V_{IN}$	(8 $\leq$ $V_{IN} \leq$ 12)			V		
Regulación de carga	$\Delta V_O$	$T_J=25^{\circ}C,$ $5 mA \leq I_O \leq 1.5A$		10	25	mV
		$250mA \leq I_O \leq 750mA$			15	mV
		Sobre temperatura, $5 mA \leq I_O \leq 1A$			25	mV

Corriente inmóvil	$I_Q$	$T_J=25^\circ\text{C}$ Sobre temperatura			6 6.5	mA mA
Cambio de la corriente inmóvil	$\Delta I_Q$	$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$		0.5		mA
		$T_J=25^\circ\text{C}, I_O = 1\text{A}$			0.8	mA
		$V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$	$(7.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 20)$			V
		$T_J=25^\circ\text{C}, I_O = 1\text{A}$			0.8	mA
		$V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$	$(8 \leq V_{\text{IN}} \leq 25)$			V
Voltaje de ruido de rendimiento	$V_N$	$T_A = 25^\circ\text{C},$ $10\text{ Hz} \leq f \leq 100\text{ kHz}$		40		$\mu\text{V}$
Rechazo de onda	$\frac{\Delta V_{\text{IN}}}{\Delta V_{\text{OUT}}}$	$T_J=25^\circ\text{C},$ $f = 120\text{Hz}, I_O = 1\text{A}$ ó $f = 120\text{Hz}, I_O = 500\text{mA}$	68 68	80		dB dB
		Sobre temperatura, $V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$	$(8 \leq V_{\text{IN}} \leq 18)$			V
Voltaje marginado, Resistencia de rendimiento, Corriente en corto circuito, Corriente de rendimiento máxima	$R_O$	$T_J=25^\circ\text{C}, I_O = 1\text{A}$		2.0		V
		$f = 120\text{Hz},$		8		$\text{m}\Omega$
		$T_J=25^\circ\text{C}$		2.1		A
		$T_J=25^\circ\text{C}$		2.4		A
Voltaje de entrada, Exigido mantener la regulación de línea	$V_{\text{IN}}$	$T_J=25^\circ\text{C}$	7.5			V

### Descripción de la compuerta Smith trigger 7414

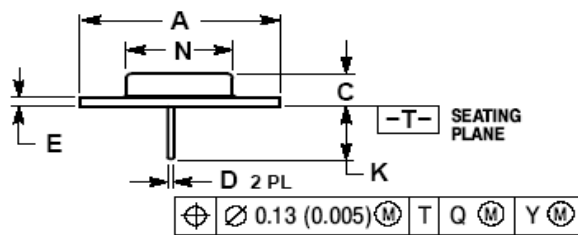




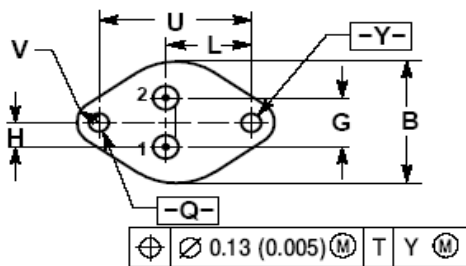
Artículo	Símbolo	Pruebas de condición	Min	Tipico	Max	Unidad
Voltaje umbral de entrada	$V_T^+$	$V_{CC} = 5V$	1.4	1.6	1.9	V
	$V_T^-$	$V_{CC} = 5V$	0.5	0.7	1.0	V
Histéresis	$V_T^+ - V_T^-$	$V_{CC} = 5V$	0.4	0.9	-	V
Voltaje de Rendimiento	$V_{OH}$	$V_{CC} = 4.75V,$ $V_I = 0.5V,$ $I_{OH} = 400 \mu A$	2.7	-	-	V
	$V_{OL}$	$V_{CC} = 4.75V,$ $V_I = 1.9V,$ $I_{OL} = 8mA,$	-	-	0.5	V
		$I_{OL} = 4mA$	-	-	0.4	V
Corriente umbral de entrada	$I_T^+$	$V_{CC} = 5V,$ $V_I = V_T^+$	-	-0.14	-	mA
	$I_T^-$	$V_{CC} = 5V,$ $V_I = V_T^-$	-	-0.18	-	mA
Corriente de entrada	$I_{IH}$	$V_{CC} = 5.25V,$ $V_I = 2.7V$	-	-	20	$\mu A$
	$I_{IL}$	$V_{CC} = 5.25,$ $V_I = 0.4V$	-	-	-0.4	mA
	$I_I$	$V_{CC} = 5.25V,$ $V_I = 7V$	-	-	0.1	mA
Corriente de rendimiento en corto circuito	$I_{OS}$	$V_{CC} = 5.25V$	-20	-	-100	mA
Corriente de suministro	$I_{CCH}$	$V_{CC} = 5.25V$	-	8.6	16	mA
	$I_{CCL}$	$V_{CC} = 5.25V$	-	12	21	mA

Alerta de Voltaje de entrada	$V_{IK}$	$V_{CC} = 4.75V,$ $I_{IN} = -28mA$	-	-	-1.5	V
------------------------------	----------	---------------------------------------	---	---	------	---

### Descripción del transistor 2N5884



DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	1.550 REF		39.37 REF	
B	---	1.050	---	26.67
C	0.250	0.335	6.35	8.51
D	0.038	0.043	0.97	1.09
E	0.055	0.070	1.40	1.77
G	0.430 BSC		10.92 BSC	
H	0.215 BSC		5.46 BSC	
K	0.440	0.480	11.18	12.19
L	0.665 BSC		16.89 BSC	
N	---	0.830	---	21.08
Q	0.151	0.165	3.84	4.19
U	1.187 BSC		30.15 BSC	
V	0.131	0.188	3.33	4.77



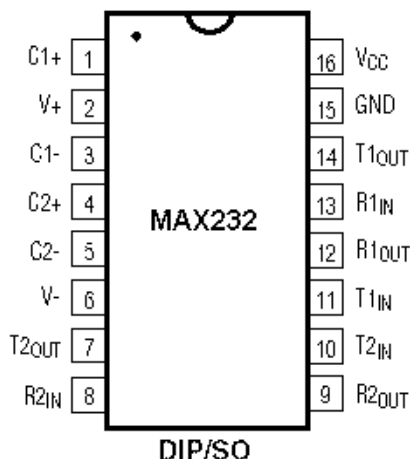
STYLE 1:  
PIN 1. BASE  
2. EMITTER  
CASE: COLLECTOR

### Evaluación Máxima

Características	Símbolo	Evaluación	Unidades
Voltaje Colector-Emisor	$V_{CEO}$		
2N5883, 2N5885		60	Vdc
2N5884, 2N5886		80	Vdc
Voltaje Colector-Base	$V_{CB}$		
2N5883, 2N5885		60	Vdc
2N5884, 2N5886		80	Vdc
Voltaje Emisor-Base	$V_{EB}$	5.0	Vdc
Corriente del Colector	$I_C$	25	Adc
		50	
Corriente de la Base	$I_B$	7.5	Adc
Disipación del dispositivo	$P_D$	1.5	W
total @ $T_c = 25^\circ C$		1.15	W/ $^\circ C$

Operando y union de almacenamiento	$T_J, T_{stg}$	-65 a +200	°C
Campo de Temperaturas			

### Descripción del MAX 232

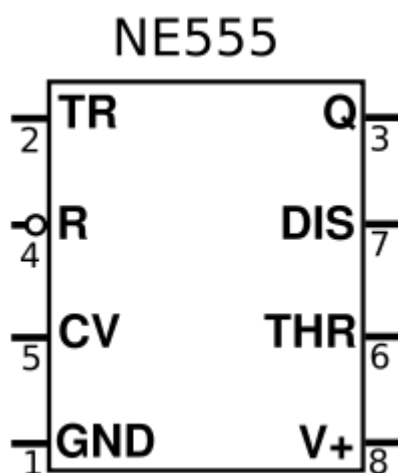


El circuito integrado posee dos convertidores de nivel TTL a RS232 y otros dos que, a la inversa, convierten de RS232 a TTL.

Estos convertidores son suficientes para manejar las cuatro señales más utilizadas del puerto serie del PC, que son TX, RX, RTS y CTS.

TX es la señal de transmisión de datos, RX es la de recepción, y RTS y CTS se utilizan para establecer el protocolo para el envío y recepción de los datos.

### Descripción de los Pines del 555



- **GND** (normalmente la 1): es el polo negativo de la alimentación, generalmente tierra.

- **Disparo** (normalmente la 2): Es en esta patilla, donde se establece el inicio del tiempo de retardo, si el 555 es configurado como monostable. Este proceso de disparo ocurre cuando este pin va por debajo del nivel de  $1/3$  del voltaje de alimentación. Este pulso debe ser de corta duración, pues si se mantiene bajo por mucho tiempo la salida se quedará en alto hasta que la entrada de disparo pase a alto otra vez.
- **Salida** (normalmente la 3): Aquí veremos el resultado de la operación del temporizador, ya sea que esté conectado como monoestable, astable u otro. Cuando la salida es alta, el voltaje será el voltaje de alimentación ( $V_{cc}$ ) menos 1.7 Voltios. Esta salida se puede obligar a estar en casi 0 voltios con la ayuda de la patilla de reset (normalmente la 4).
- **Reset** (normalmente la 4): Si se pone a un nivel por debajo de 0.7 Voltios, pone la patilla de salida a nivel bajo. Si por algún motivo esta patilla no se utiliza hay que conectarla a  $V_{cc}$  para evitar que el 555 se "reseteo".
- **Control de voltaje** (normalmente la 5): Cuando el temporizador se utiliza en el modo de controlador de voltaje, el voltaje en esta patilla puede variar casi desde  $V_{cc}$  (en la práctica como  $V_{cc} - 1$  voltio) hasta casi 0 V (aprox. 2 Voltios). Así es posible modificar los tiempos en que la salida está en alto o en bajo independiente del diseño (establecido por las resistencias y condensadores conectados externamente al 555). El voltaje aplicado a la patilla de control de voltaje puede variar entre un 45 y un 90 % de  $V_{cc}$  en la configuración monoestable. Cuando se utiliza la configuración astable, el voltaje puede variar desde 1.7 voltios hasta  $V_{cc}$ . Modificando el voltaje en esta patilla en la configuración astable causará la frecuencia original del astable sea modulada en frecuencia (FM). Si esta patilla no se utiliza, se recomienda ponerle un condensador de  $0.01\mu F$  para evitar las interferencias.
- **Umbral** (normalmente la 6): Es una entrada a un comparador interno que tiene el 555 y se utiliza para poner la salida a nivel bajo.
- **Descarga** (normalmente la 7): Utilizado para descargar con efectividad el condensador externo utilizado por el temporizador para su funcionamiento.
- **V+** (normalmente la 8): También llamado  $V_{cc}$ , alimentación, es el pin donde se conecta el voltaje de alimentación que va de 4.5 voltios hasta 16

voltios (máximo). Hay versiones militares de este integrado que llegan hasta 18 Voltios.