

UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA  
 PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA  
 FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO

Nº DE RADICACIÓN: \_\_\_\_\_

**INFORMACIÓN EJECUTORES**

**Ejecutor 1**

Nombre (s):	FREDY ALBERTO	
Apellido (s):	ÁLVAREZ ARDILA	
Código:	20141375085	
E-mail:	faalvareza@correo.udistrital.edu.co	
Teléfono fijo:	2 99 17 97	
Celular:	301 4 27 60 69	

**Ejecutor 2**

Nombre (s):	JUAN CARLOS	
Apellido (s):	FLORIÁN CASTAÑEDA	
Código:	20141375084	
E-mail:	juancarlosflorian@hotmail.com	
Teléfono fijo:	2 00 58 35	
Celular:	310 312 88 33	

**INFORMACIÓN DEL PROYECTO**

Título del Proyecto:	Implementación de un sistema de monitorización de un proceso de control de PH	
Duración (estimada):	16 semanas	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prestación y Servicios Tecnológicos	<input type="checkbox"/>
	Otro	<input type="checkbox"/>
Modalidad del Trabajo de Grado:	DISEÑO	
Línea de Investigación de la Facultad*:	Optimización de procesos industriales	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	Diseño en Ingeniería Mecánica	
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Electrotecnia, control automático de procesos, tecnología en neumática e hidráulica, sistemas dinámicos de control, aseguramiento metrológico, automatización industrial, textos académicos y científicos.	

**INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

Director: (Vo. Bo.)	
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	

## Tabla de contenido

1. Planteamiento del problema.....	5
1.1 Estado del arte.....	6
1.2 Justificación.....	10
2. Objetivo general.....	12
2.1 Objetivos específicos.....	12
3. Marco teórico.....	13
3.1 Digitalización de la información.....	13
3.2 Señales analógicas.....	13
3.3 Señales digitales.....	14
3.4 Convertidores de señal.....	15
3.5 Procesadores de señal.....	15
3.6 Controladores PID.....	16
3.7 Monitorización.....	21
4. Metodología.....	23
4.1 Primera etapa – Descripción del funcionamiento.....	23
4.2 Segunda etapa – Configuración del módulo y experimentos.....	23
4.3 Tercera etapa – Exportar y graficar los datos.....	23
4.4 Entrega final.....	24
5. Cronograma.....	25
6. Recursos.....	26
6.1 Presupuesto.....	26
7. Bibliografía.....	27

## Índice de figuras

Figura 1. Banco de pruebas para el control analítico de procesos .....	5
Figura 5. Equipos de proceso utilizado en la industria farmacéutica .....	7
Figura 6. Refinería.....	8
Figura 7. Proceso de mezcla química .....	8
Figura 2. PID Controlador .....	18
Figura 3. Un sistema de adquisición de datos de tres canales.....	19
Figura 4. Diagrama de convertidores de señal ABB.....	20
Figura 8. Tratamiento de Aguas Residuales y Efluentes Industriales .....	22
Figura 9. Tratamiento de Agua Potable .....	22

## Índice Tablas

Tabla 1. Cronograma.....	25
Tabla 2. Presupuesto.....	26

# **Implementación de un sistema de monitorización de un proceso de control de PH**

## **Resumen**

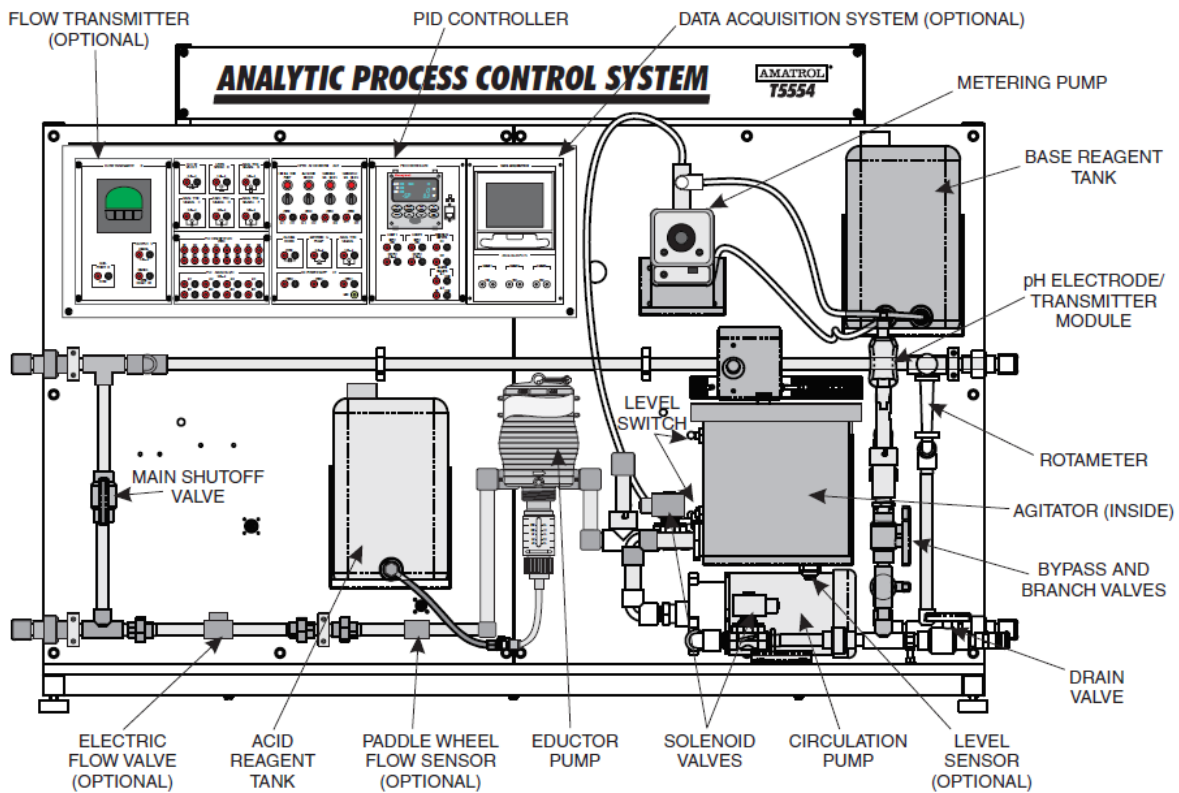
La industria de hoy requiere que la información de la operación de los procesos y su explotación, esté fácil y rápidamente disponible. La monitorización de procesos, permite a las empresas mejorar su productividad y disminuir el riesgo de fallas, de ahí la importancia de tener un sistema de monitorización en tiempo real, ya que de otra manera, la operación estará sujeta al seguimiento e interpretación por parte del operario humano.

El presente proyecto tiene como propósito desarrollar un sistema de monitorización de la operación de un proceso de control de Ph, que permita desde un sitio remoto la visualización, el seguimiento, y la prevención de fallas. Este sistema, será de ayuda para el personal que se encuentra al frente de la operación del proceso, además del desarrollo de posteriores aplicaciones para la explotación de la información.

## 1. Planteamiento del problema.

La Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital, tiene en el laboratorio de control un banco de pruebas para el control de propiedades del agua (Figura 1). Este equipo se encuentra totalmente instrumentado y permite su operación de forma automática, sin embargo, la información de las variables importantes para su seguimiento debe registrarse de forma manual. Este inconveniente puede generar errores humanos durante la transcripción y por ende deficiencias en el análisis e interpretación de la información.

**Figura 1. Banco de pruebas para el control analítico de procesos**



La toma de datos de forma manual ocasiona que las pruebas que se realicen no sean detalladas y que carezcan de respaldo técnico. Ya que la toma de datos estará sometida al personal que realice la prueba, además la falta de un informe

digital que permita respaldar los datos y estudio que se realizaron. Esta falta de respaldo en la toma de datos puede dejar sin validez un estudio serio.

Hoy en día la gran mayoría de laboratorios por cada prueba que se realiza, se tiene la posibilidad de capturar los datos de manera digital a modo de informe, para que los estudios cuenten con una prueba de respaldo.

Por eso al realizar este proyecto, para el banco de pruebas de PH, que se encuentra en las instalaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, permitirá que los estudios y pruebas que se realicen tengan datos e informes de forma inmediata, para ser estudiados con más detalle. Además de respaldar los estudios realizados, se podrán plantear relaciones de afectación del PH en cierta cantidad de sustancia al ingresar agua purificada, o para observar la relación entre el flujo que ingresa en determinado tiempo y el PH, se podría plantear modelos de cambio de PH en relación al flujo, para así ser aplicados en la industria, y finalmente, establecer relaciones entre mezclas de ciertas sustancias con agua purificada, para la aplicación de la industria química, alimentaria, agropecuaria.

## **1.1 Estado del arte**

La monitorización de datos en estos procesos se realiza a nivel industrial, ya que es un proceso importante para la verificación de PH en los líquidos que son utilizados en la industria química, farmacéutica, alimentaria, agropecuaria.

En la industria hay programas como Matlab, Scilab, Rlab, Octave, los cuales permitirán procesar de manera más fácil las señales que arrojen las pruebas en el banco de PH.

Para el registro y seguimiento de la información se puede utilizar la Signal Processing Toolbox™ de Matlab® que proporciona funciones y aplicaciones para

generar, medir, transformar, filtrar y visualizar señales. La toolbox incluye algoritmos para remuestrear, suavizar y sincronizar señales, diseñar y analizar filtros, estimar espectros de potencia y medir picos, ancho de banda y distorsión. La toolbox también incluye algoritmos de modelado predictivo paramétrico y lineal. Puede usar Signal Processing Toolbox para analizar y comparar señales en los dominios de tiempo, frecuencia y tiempo-frecuencia, identificar patrones y tendencias, extraer características y desarrollar y validar algoritmos personalizados que le permitan conocer sus datos en profundidad<sup>1</sup>.

### **La producción farmacéutica**

Industria de producción farmacéutica utiliza equipos de proceso, como se muestra en la figura 5. Para controlar con precisión la mezcla de producto químico utilizado para hacer que los medicamentos

**Figura 2. Equipos de proceso utilizados en la industria farmacéutica**



## Refinamiento de combustible

Petroquímicas usar el proceso de las refinerías de equipos como el de la figura 6 para convertir el petróleo crudo en productos útiles y otros.

**Figura 3. Refinería.**



## Fabricación de productos químicos

Fabricación química (Figura 7) implica la transformación de materias primas inorgánicas orgánica (química que contiene carbono e hidrógeno) y (química hecha a partir de sales, minerales, y la atmósfera) para crear productos u otras sustancias químicas. El control preciso de los productos químicos es esencial en la fabricación de productos le gusta jabones y lejía, material plástico, productos farmacéuticos, tintes, y de combustible.<sup>2</sup>

**Figura 4. Proceso de mezcla química**





El pH y el oxígeno disuelto son dos parámetros claves monitorizados y controlados en la mayoría de bioprocesos con el fin de lograr condiciones de crecimiento óptimas. Dependiendo de la aplicación, la medición del potencial redox y/o del nivel es deseada. La serie de módulos Eppendorf DASGIP PHPO proporciona soluciones flexibles para todos estos requisitos.

Eppendorf proporciona una gama de módulos de monitorización de bioprocesos DASGIP que ofrecen una medición y un control a tiempo real precisos de pH, oxígeno disuelto (DO), potencial redox (ORP) y/o nivel/espuma. Se pueden conectar sensores de estándar industrial. Los sistemas de monitorización permiten la monitorización paralela de cuatro u ocho sensores de pH con compensación de temperatura. Adicionalmente, se pueden conectar hasta dos sensores de temperatura Pt100, y dos entradas analógicas de 0/4-20mA / 0-10V proporcionan integración de señales externas. Un procedimiento de calibración de uno o dos puntos fácil de usar para pH, DO y temperatura está integrado.

Los módulos de cuatro canales PHPO (configurado para el control de pH y DO) y PHPORD (pH, DO y ORP) están provistos cada uno con cuatro entradas opcionales de nivel basadas en conductividad. Estas entradas se pueden utilizar para el control de nivel durante el funcionamiento continuo o durante la adición automatizada de antiespumante.<sup>3</sup>

## 1.2 Justificación.

La toma de datos de manera manual en ocasiones puede presentar errores de parte de la persona que está realizando esta tarea, esto puede ocasionar que el estudio quede mal y al intentar corroborar la veracidad de esos datos no se tendrá una fuente para verificar los datos. Ya que el muestreo por parte de la persona pudo ser erróneo.

Los estudios técnicos son fundamentales para la educación y desarrollo de un país, pero pueden perder importancia o validez sino se tienen soportes que respalden dichos estudios.

La trazabilidad de los datos y respaldo técnico de los resultados en un estudio son los que dan veracidad a dicho estudio, por eso no solo es suficiente que se tengan los equipos para la realización de las pruebas, ya que la toma de datos sin un informe que respalde dichas pruebas puede parecer poco confiable. En la actualidad todos los programas y equipos de pruebas de los laboratorios tienen dispositivos para la exportación de los datos a un lenguaje digital. Ya que esto permite un análisis más amplio y confiable de las pruebas que se realizaron.

La implementación de este sistema permitirá que los estudiantes realicen prácticas en el banco de PH de una manera más organizada, ya que los datos de las pruebas que realicen se verán reflejados en un informe, permitiendo que el estudiantado se enfoquen más en el análisis de estos resultados y no en cómo se debería tomar los datos.

Los estudios realizados en estos bancos podrán ser llevados a cabo en la industria, ya que con los informes digitalizados de cada prueba se podrán tomar decisiones verídicas y reales sobre el comportamiento del PH en ciertos fluidos que se usan en la industria química, farmacéutica, alimentaria, agropecuaria...

La certeza de los datos es la que dará confianza a los procesos productivos, por eso al realizar estas pruebas con la debida monitorización darán datos reales de lo

que se debe aplicar en industria química, farmacéutica, alimentaria, agropecuaria... Evitando ensayos de magnitudes mayores que representarían dinero para los procesos de innovación y desarrollo de las empresas.

La debida monitorización permitirá que cada día se realicen pruebas más precisas y aplicables a la industria, fortaleciendo el conocimiento del estudiantado que se interese por este tipo de monitorización de PH, ya que para los procesos de la industria química, farmacéutica, alimentaria, agropecuaria... Este control y monitorización es de vital importancia, ya que es la garantía de la continuidad de un producto o marca ya reconocidos por el consumidor, así como el de nuevos productos.

Estos ensayos en el banco de pruebas con mediciones y datos momento a momento de lo que ocurre, evitara pruebas de las empresas a gran escala, las cuales son costosas y en ocasiones perjudiciales para el medio ambiente por el tipo de fluido que se vierte al ecosistema.

Con los avances de la era tecnológica digital, se hace más que indispensable que se puedan migrar los datos a este sistema, ya que la mayoría de trabajo y reportes de estudios y prácticas que se realizan en la actualidad, se mueven en estos sistemas.

Por eso migrar los resultados del banco de pruebas de PH, a un sistema que está a nivel mundial y que permite la comunicación de datos vía digital de manera más rápida y organizada, demanda que este proyecto se realice para mejorar el enfoque de los estudiantes en sus prácticas.

## **2. Objetivo general**

Desarrollar e implementar un sistema de monitorización de un proceso de control de PH.

### **2.1 Objetivos específicos.**

- Describir el funcionamiento del proceso de control de PH.
- Configurar el módulo de adquisición de datos para exportar las señales de interés del proceso a un computador.
- Realizar experimentos de operación del equipo para exportar los al computador.
- Incorpora diagramas de tendencias de señales para monitorear las variables de interés.

### **3. Marco teórico.**

#### **3.1 Digitalización de la información.**

Digitalizar un documento es la representación de un documento por un conjunto de sus puntos o muestras, el resultado se denomina imagen digital del documento. El proceso de digitalización de documentos se obtiene al capturar las "esquinas" donde terminan las líneas o cambio de dirección de los trazos del documento (letras, números, imágenes...).

El proceso de digitalización de documentos es fundamental para hacer una representación digital de los mapas de bits de un documento en papel, mediante este proceso de digitalización se almacena en una base de datos el archivo y datos o información capturada resultantes de digitalizar un documento.

El proceso de digitalización de documentos no solo afecta a los documentos en papel, sino que también en su término más amplio también contiene otras fuentes de datos a digitalizar tan diversas como: Fotografías, Música, Mapas, Videos, señales de TV, Radio, etc... Al final el proceso siempre es el mismo y se basa en convertir un origen no digital (analógico) a una representación binaria (digital) del origen.<sup>4</sup>

#### **3.2 Señales analógicas.**

Son variables eléctricas que evolucionan en el tiempo en forma análoga a alguna variable física. Estas variables pueden presentarse en la forma de una corriente, una tensión o una carga eléctrica. Varían en forma continua entre un límite inferior y un límite superior. Cuando estos límites coinciden con los límites que admite un determinado dispositivo, se dice que la señal está normalizada. La ventaja de trabajar con señales normalizadas es que se aprovecha mejor la relación señal/ruido del dispositivo.<sup>5</sup>

### 3.3 Señales digitales.

Son variables eléctricas con dos niveles bien diferenciados que se alternan en el tiempo transmitiendo información según un código previamente acordado. Cada nivel eléctrico representa uno de dos símbolos: 0 ó 1, V o F, etc. Los niveles específicos dependen del tipo de dispositivos utilizado. Por ejemplo si se emplean componentes de la familia lógica TTL (transistor-transistor-logic) los niveles son 0 V y 5 V, aunque cualquier valor por debajo de 0,8 V es correctamente interpretado como un 0 y cualquier valor por encima de 2 V es interpretado como un 1 (los niveles de salida están por debajo de 0,4 V y por encima de 2,4 V respectivamente). En el caso de la familia CMOS (complementary metal-oxide-semiconductor), los valores dependen de la alimentación. Para alimentación de +5 V, los valores ideales son también 0 V y 5 V, pero se reconoce un 0 hasta 2,25 V y un 1 a partir de 2,75 V.

Estos ejemplos muestran uno de los principales atractivos de las señales digitales: su gran inmunidad al ruido.

Las señales digitales descritas tienen la particularidad de tener sólo dos estados y por lo tanto permiten representar, transmitir o almacenar información binaria. Para transmitir más información se requiere mayor cantidad de estados, que pueden lograrse combinando varias señales en paralelo (simultáneas), cada una de las cuales transmite una información binaria. Si hay  $n$  señales binarias, el resultado es que pueden representarse  $2^n$  estados. El conjunto de  $n$  señales constituye una palabra. Otra variante es enviar por una línea única, en forma secuencial, la información. Si se sabe cuándo comienza, y qué longitud tiene una palabra (conjunto ordenado de estados binarios que constituye un estado  $2^n$ -ario), se puede conocer su estado. El hecho de que una señal digital pueda tener  $2^n$  estados, no nos dice nada respecto a qué significa o cómo se interpreta cada estado. Como veremos a continuación, esta interpretación depende, realmente, del código utilizado.<sup>6</sup>

### **3.4 Convertidores de señal.**

Los convertidores de señales se emplean en muchos campos de la industria:

En muchas aplicaciones de la automatización industrial y de procesos, como por ejemplo en la producción de combustibles y gas, en la industria química, en centrales eléctricas, plantas de tratamiento de aguas y plantas siderúrgicas, y en la eliminación de residuos. Se utilizan en todas aquellas aplicaciones donde hay que medir y supervisar parámetros como temperatura, presión, nivel de carga, volumen de paso, peso, velocidad, etc. como parte de un proceso de producción continuo. Los valores de medición, calculados con precisión, deberían ser resistentes a los agentes externos y han de poder transmitirse a largas distancias, dentro de la cadena de procesos. Electrónica de la mejor calidad garantiza la precisión de la transmisión y conversión de señales frente a agentes externos como las fluctuaciones de la temperatura, las perturbaciones electromagnéticas, la vibración, la corrosión y las atmósferas potencialmente explosivas.<sup>7</sup>

### **3.5 Procesadores de señal.**

Productos de procesamiento de señales de MATLAB ayudan a analizar las señales de una variedad de fuentes de datos. Puede adquirir, medir, transformar, filtrar y visualizar señales sin ser un experto en la teoría de procesamiento de señales. Puede aplicar herramientas de procesamiento de señales para:

- Filtrar señales antes de su análisis y de preproceso.
- Explorar y extraer características para análisis de datos y aplicaciones de aprendizaje automático.
- Analizar las tendencias y descubrir los patrones de señales.
- Visualizar y medir las características de tiempo y la frecuencia de las señales.<sup>8</sup>

Caja de herramientas de Procesamiento de Señales™ ofrece funciones y aplicaciones para generar, medir, transformar, filtrar y visualizar señales. La caja de herramientas incluye algoritmos de remuestreo, suavizado, y la sincronización de las señales, el diseño y el análisis de los filtros, la estimación de espectros de potencia, y la medición de picos, ancho de banda, y la distorsión. La caja de herramientas también incluye algoritmos de modelado predictivo paramétricas y lineales. Se puede utilizar la caja de herramientas de procesamiento de señales para analizar y comparar las señales en el tiempo, la frecuencia y los dominios de tiempo y frecuencia, identificar patrones y tendencias, características de extracto, y desarrollar y validar los algoritmos personalizados para comprender mejor sus datos.<sup>9</sup>

### 3.6 Controladores PID

Un controlador PID (Proporcional Integrativo Derivativo) es un mecanismo de control genérico sobre una realimentación de bucle cerrado, ampliamente usado en la industria para el control de sistemas. El PID es un sistema al que le entra un *error* calculado a partir de la salida deseada menos la salida obtenida y su salida es utilizada como entrada en el sistema que queremos controlar. El controlador intenta minimizar el error ajustando la entrada del sistema.

El controlador PID viene determinado por tres parámetros: el proporcional, el integral y el derivativo. Dependiendo de la modalidad del controlador alguno de estos valores puede ser 0, por ejemplo un controlador Proporcional tendrá el integral y el derivativo a 0 y un controlador PI solo el derivativo será 0, etc. Cada uno de estos parámetros influye en mayor medida sobre alguna característica de la salida (tiempo de establecimiento, sobre oscilación,...) pero también influye sobre las demás, por lo que por mucho que ajustemos no encontraríamos un PID que redujera el tiempo de establecimiento a 0, la sobre oscilación a 0, el error a

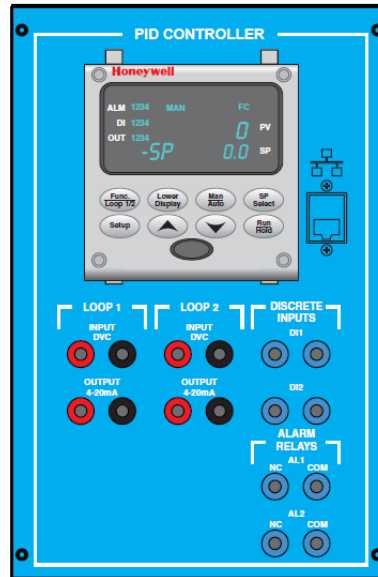


0,... sino que se trata más de ajustarlo a un término medio cumpliendo las especificaciones requeridas.<sup>10</sup>

- Desde una perspectiva moderna, un controlador PID es simplemente un controlador de hasta segundo orden, conteniendo un integrador.
- Descubrimientos empíricos demuestran que la estructura del PID por lo general tiene la suficiente flexibilidad como para alcanzar excelentes resultados en muchas aplicaciones.
- El término básico es el término proporcional, P, que genera una actuación de control correctivo proporcional al error.
- El término integral, I, genera una corrección son proporcional a la integral del error. Esto nos asegura que si aplicamos un esfuerzo de control suficiente, el error de seguimiento se reduce a cero.
- El término derivativo, D, genera una acción de control proporcional al cambio de rango del error. Esto tiende a tener un efecto estabilizante pero por lo general genera actuaciones de control grandes.
- Los diferentes métodos de sintonización de los parámetros de un controlador PID, van de acuerdo a la estructura que se utilice del mismo. Cabe recordar, que solo se mencionó una estructura, dada en la ecuación (29), y que los métodos que se estudiaron se realizaron de acuerdo a dicha estructura. En caso de tener otra habrá que analizar el método equivalente.<sup>11</sup>

Ya que se sabe que el problema es la digitalización de los datos que monitorea el banco de pruebas, hay que explicar cuál es la señal que ofrece el banco, este dispositivo cuenta con PID (Controlador proporcional integral derivativo) (Figura 2), el cual arroja las señales.

Figura 5. PID Controlador



Esta señal está dada en un rango de 4mA a 20mA, es una señal estándar a nivel mundial en los dispositivos para transmitir señal, donde:

$$4mA \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow 0\%$$

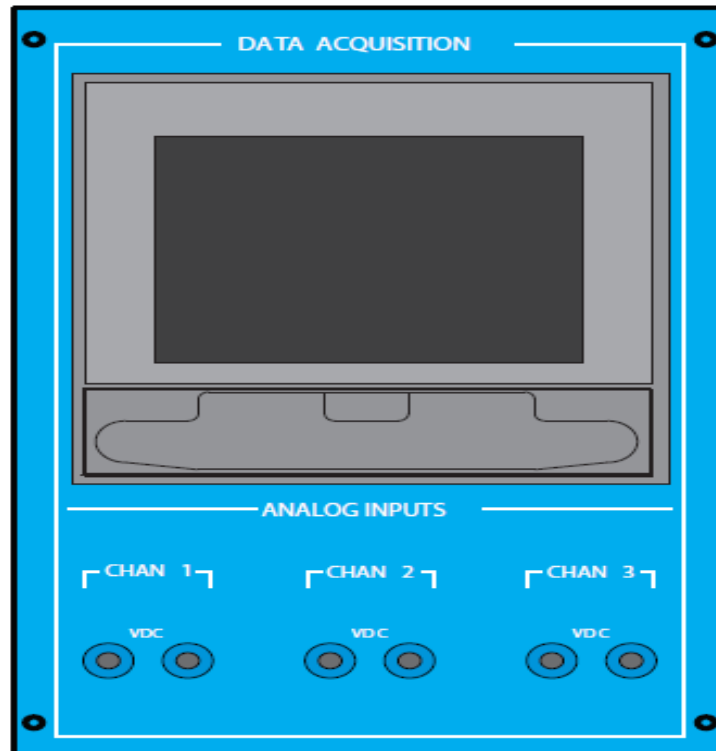
$$20mA \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow 100\%$$

Las señales digitales se miden en un rango de 0V a 5V (V = Voltio ó Volt).

Por eso la señal de salida debe ser convertida de miliamperios a Voltios.

Un sistema de adquisición de datos de tres canales (Figura 3) proporciona un registro preciso de las diversas variables del proceso en el tiempo. El sistema de tres canales puede mostrar tres señales de entrada separadas al mismo tiempo. Tiene pantalla en color que se puede indicar el valor de la variable de proceso en varios formatos, incluyendo un gráfico de líneas, gráfico de barras, la pantalla digital, o diversas combinaciones.

**Figura 6. Un sistema de adquisición de datos de tres canales**

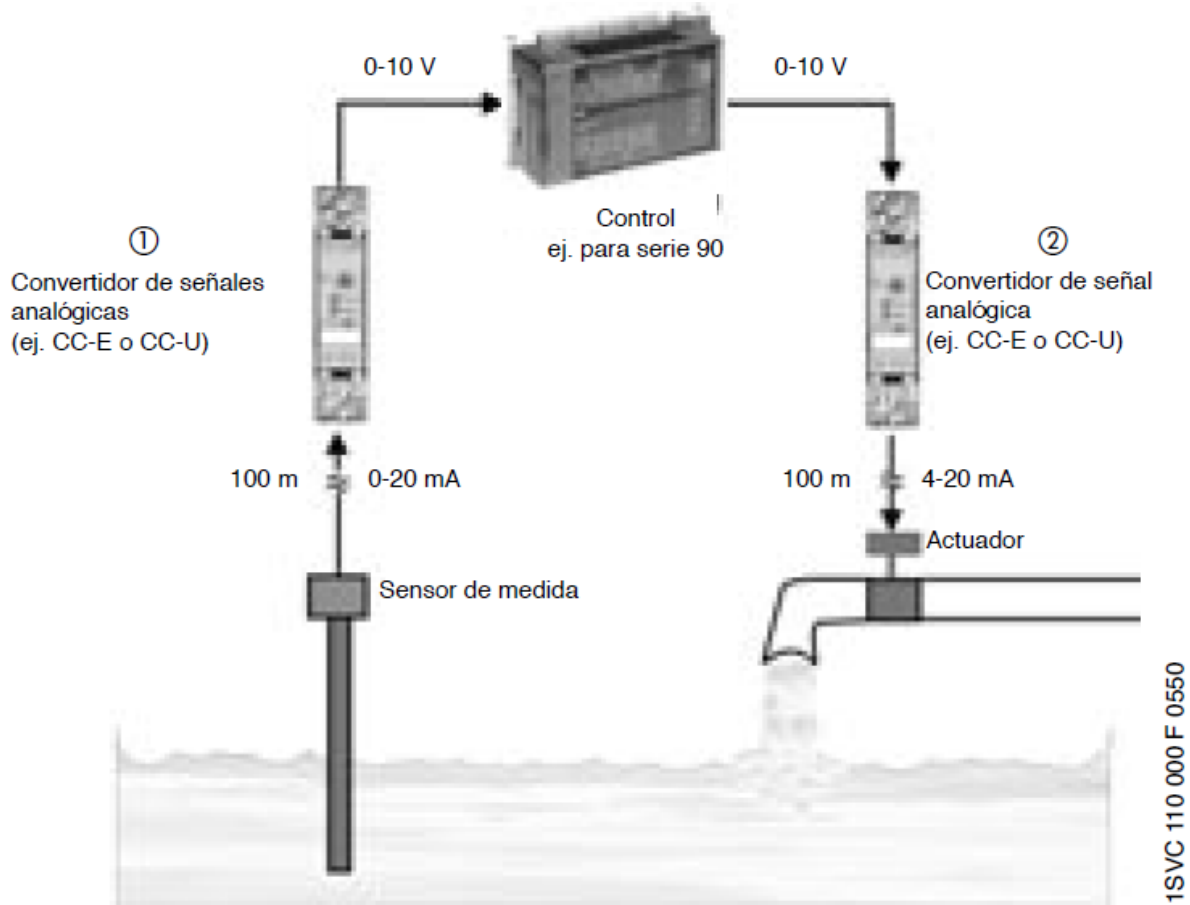


El sistema acepta entradas de corriente y tensión analógicas y también tiene la capacidad para linealizar entradas no lineales. También permite que los datos se almacenen en una memoria USB para su posterior análisis y las impresiones y tiene una conexión a Internet<sup>12</sup>.

Este sistema de adquisición de datos procesa la información suministrada por los equipos del banco, solo faltaría que estos datos sean exportados a un computador para poder realizar los informes correspondientes a las prácticas y estudios realizados.

Estos rangos de medidas al estar estandarizados a nivel mundial, permiten que en el mercado se consigan dispositivos que cumplan con esta función. Empresas como ABB fabrican estos dispositivos (Figura 4), así como ellos hay muchos más fabricantes.

**Figura 7. Diagrama de convertidores de señal ABB**



A menudo es necesario convertir la medida variándola a diferentes tipos de señales. Es necesario un convertidor de señal para la conversión de una o diferentes señales de entrada a una de salida deseada<sup>13</sup>. Estos dispositivos ayudan a convertir la señal a Voltios que es el lenguaje que se utilizan en la industria digital, ahora se debe convertir dicha señal en datos numéricos de fácil entendimiento para el usuario del banco de pruebas.

La digitalización de datos de las máquinas es algo muy importante en la industria, ya que sirve para respaldar o corroborar los funcionamientos de esos equipos. Por eso digitalizar la señal del banco de pruebas en un lenguaje numérico, permitirá a los estudiantes enfocarse de manera empresarial en los resultados, así como dar más solidez a los informes de los estudios que se realizaron, porque de nada sirve

una señal sino es procesada correctamente, por eso en la industria se encuentran muchas empresas que ayudan a procesar estos datos.

### **3.7 Monitorización**

Los procesos de monitorización son cada día más importantes, ya que estos son los que activan las señales de los controladores de un sistema, además de ser la parte encargada de la recolección de datos para posteriormente ser analizados y realizar las correcciones, mejoras o adaptaciones que requiera, esto permita que el sistema que se está analizando funcione adecuadamente o mejore su rendimiento.

En la actualidad todas las grandes industrias utilizan la monitorización de sus procesos para poder encontrar posibles fallos, así como corregir las partes defectuosas que puedan limitar el sistema. Para la industria esta monitorización es importante ya que permite verificar y garantizar su producción y desarrollo del proceso.

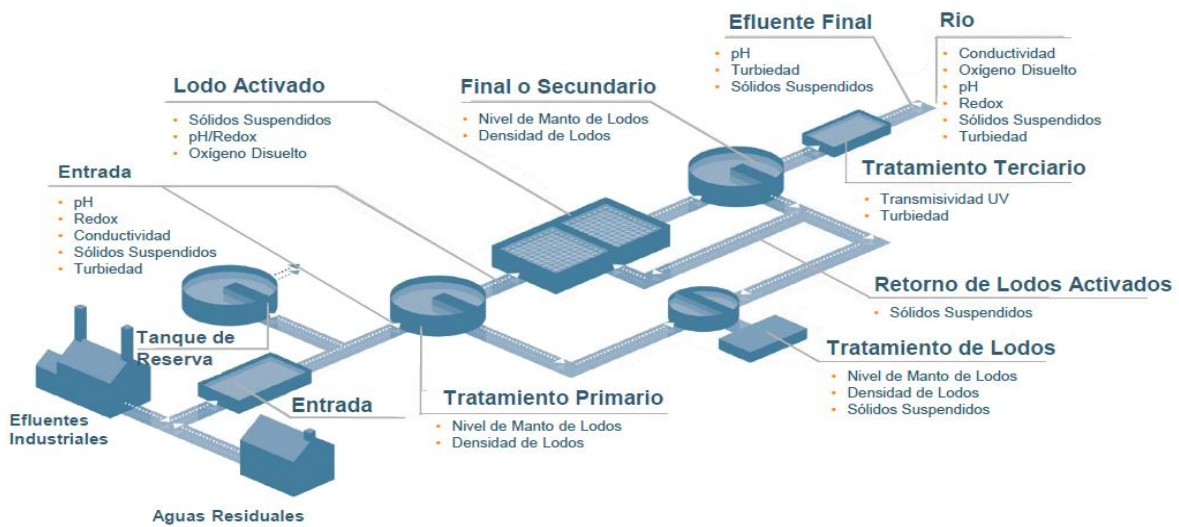
Los valores irregulares de PH en algunos fluidos pueden ocasionar daños en equipos, maquinas, tuberías... lo que para la industria se verá reflejados en costos de mantenimiento y reparación, además de perjuicios al medio ambiente y personal cercano a estos fluidos, por eso la gran mayoría de industrias tienen equipos de monitorización para el análisis de PH, ya sea para preservar las máquinas, garantizar la calidad de los productos o no contaminar el ambiente. Se hace indispensable poder monitorear y controlar el PH de los fluidos, para así mitigar todo lo contraproducente de los procesos industriales y poder mejorar otras situaciones.

Por ejemplo en las calderas; el valor del PH es un parámetro importante que es conveniente monitorizar para evitar la corrosión del equipo. El valor cambia dependiendo del lugar del circuito agua/vapor: en los calentadores de alta presión,

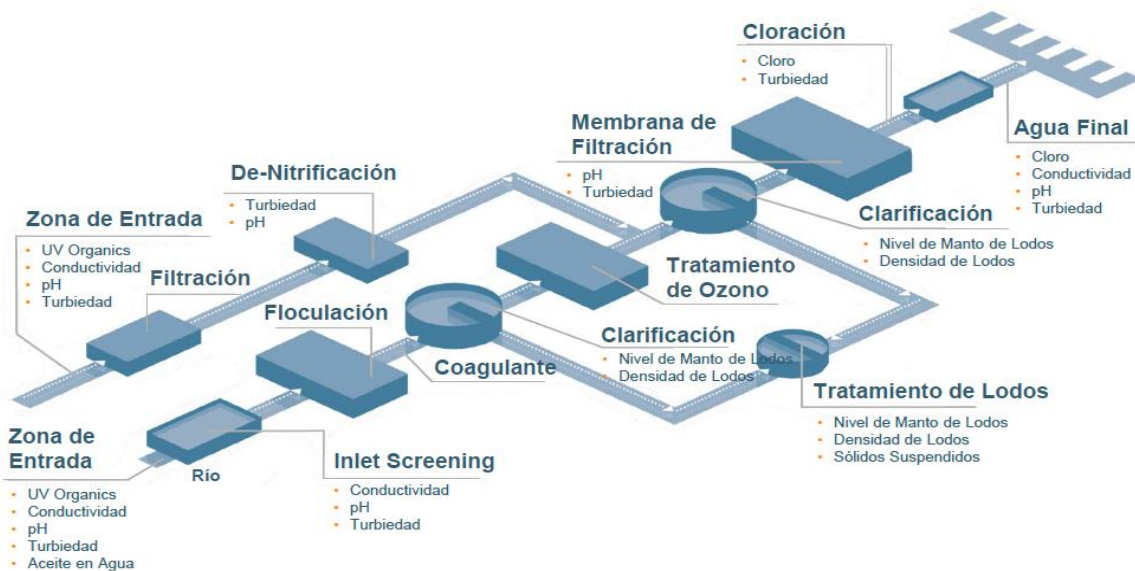
en los depósitos de agua complementaria, en la descarga de la bomba de extracción por condensación.<sup>14</sup>

La monitorización del PH en la industria se aplica a diario ya sea para agua potable o el tratamiento de aguas residuales (Figura 8 y 9). Como se puede apreciar la correcta monitorización de cada proceso permitirá ser más efectivo con los resultados y metas planteadas, ya que se podrán evaluar los resultados de manera puntal y concisa para poder mejorar en cada proceso.

**Figura 8. Tratamiento de Aguas Residuales y Efluentes Industriales**



**Figura 9. Tratamiento de Agua Potable<sup>15</sup>**



## **4. Metodología.**

### **4.1 Primera etapa – Descripción del funcionamiento.**

Estudio del banco y dispositivos de este.

Ensayos de funcionamiento del equipo.

Toma de datos y evaluación de resultados del banco.

Valorar las especificaciones de ingeniería a cumplir.

Generación y análisis funcional de los posibles diseños.

Primer Avance

### **4.2 Segunda etapa – Configuración del módulo y experimentos.**

Análisis funcional del módulo.

Adaptación del módulo al banco.

Configuración del lenguaje del módulo al banco.

Ensayos de funcionabilidad del banco y modulo instalado.

Verificación de los datos en los ensayos realizados

Realización del segundo avance.

### **4.3 Tercera etapa – Exportar y graficar los datos.**

Exportar datos al computador.

Corroborar datos exportados al computador.

Graficar datos exportados.

Corroborar datos graficados.

Realización del tercer avance.

#### **4.4 Entrega final.**

Cuantificación de los costos del dispositivo.

Realización del avance final.



## 5. Cronograma.

Tabla 1. Cronograma.

	Actividad	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
<b>Descripción del funcionamiento.</b>	Estudio del banco y dispositivos de este	X	X	X													
	Ensayos de funcionamiento del equipo		X	X	X												
	Toma de datos y evaluación de resultados del banco.		X	X	X												
	Valorar las especificaciones de ingeniería a cumplir.			X	X	X											
	Generación y análisis funcional de los posibles diseños.				X	X	X										
	<b>1er. Avance</b>					X	X	X									
<b>Configuración del módulo y experimentos.</b>	Análisis funcional del módulo.						X	X	X								
	Adaptación del módulo al banco.						X	X	X								
	Configuración del lenguaje del módulo al banco.						X	X	X								
	Ensayos de funcionabilidad del banco y modulo instalado.								X	X	X						
	Verificación de los datos en los ensayos realizados								X	X	X						
	<b>2do. Informe</b>									X	X	X					
<b>Exportar y graficar los datos.</b>	Exportar datos al computador.										X	X	X				
	Corroborar datos exportados al computador.										X	X	X				
	Graficar datos exportados.											X	X	X			
	Corroborar datos graficados.											X	X	X			
	<b>3er. Informe</b>												X	X	X		
<b>Entrega final</b>	Cuantificación de los costos del dispositivo														X	X	X
	<b>Informe final</b>														X	X	X

S# = Semana número.

## 6. Recursos.

Este proyecto se realizara bajo parámetros que arroje la información recolectada. Para una adecuada solución contaremos con la colaboración y asesoría de los tutores o ingenieros asignados. En el desarrollo de los diseños estarán basados en análisis y cálculos fundamentados en libros, documentos científicos, programas de diseño... que sirvan para el desarrollo de este proyecto.

### 6.1 Presupuesto.

Tabla 2. Presupuesto.

<b>Labor</b>	<b>Hora</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>
<b>Investigación</b>	\$ 20.000	40	\$ 800.000
<b>Diseño</b>	\$ 20.000	40	\$ 800.000
<b>Papelería</b>	\$ 10.000	10	\$ 100.000
<b>Asesorías</b>	\$ 50.000	10	\$ 500.000
<b>Otros</b>	\$ 50.000	10	\$ 500.000
<b>Total</b>			<b>\$ 2.700.000</b>

Papelería (fotocopias, impresiones, cd, dvd,)

Otros (transportes “viáticos”)

## 7. Bibliografía.

- 
- <sup>1</sup> MathWorks. Productos. Procesamiento de señales.  
<<http://es.mathworks.com/products/signal/>> 10 de mayo de 2016
- <sup>2</sup> AMATROL. Control de proceso analítico. Instrumentación de procesos de control. Pg. 5
- <sup>3</sup> EPPENDORF. Monitorización de PH. <<https://online-shop.eppendorf.com.br/BR-es/Equipos-para-bioprosesos-44559/Modulos-77460/DASGIP-PHPO-para-la-monitorizacion-de-pH-OD-redox-y-o-nivel-PF-60975.html>> 10 de mayo de 2016.
- <sup>4</sup> TBS Telecon Business Solutions. Digitalización de documentos. <<http://www.tbs-telecon.es/que-es-digitalizar-un-documento-proceso-digitalizacion-documentos>> 10 de mayo de 2016.
- <sup>5</sup> Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Escuela de Ingeniería Electrónica. Departamento de Electrónica. Convertidores D/A y A/D. Señales analógicas. Pg. 3
- <sup>6</sup> Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Escuela de Ingeniería Electrónica. Departamento de Electrónica. Convertidores D/A y A/D. Señales analógicas. Pg. 3
- <sup>7</sup> Weidmuller. Catalogo 2014/2015. Introducción al procesamiento de la señal analógica. Apéndice 2.
- <sup>8</sup> MathWorks. Productos. Análisis de señal para todos.  
<<https://translate.google.com.co/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.mathworks.com/products/matlab/&prev=search>> 10 de mayo de 2016
- <sup>9</sup> MathWorks. Productos. Procesamiento de señales.  
<<https://translate.google.com.co/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.mathworks.com/products/matlab/&prev=search>> 10 de mayo de 2016
- <sup>10</sup> Controlador PID. Control PID, metodología y aplicaciones. <<http://control-pid.wikispaces.com/>> 10 de mayo de 2016
- <sup>11</sup> Virginia Mazzone. Controladores PID. Universidad de Quilmes. Marzo 2002. Resumen. Pg. 11.
- <sup>12</sup> AMATROL. Guía de instalación para T5554. Sistema de control del proceso de lectura analítico. Pg. 24
- <sup>13</sup> ABB. Catalogo técnico. Convertidores de señal analógica Gama CC. Pg. 5
- <sup>14</sup> ENDRESS+HAUSER. La monitorización del valor del PH de la caldera.  
<<http://www.cl.endress.com/es/grupo-endress-hauser/expertos-instrumentacion-industria/industria-electrica/eficiencia-industria-planta-energetica/monitorizacion-ph-circuitos-vapor>> 10 de mayo de 2016
- <sup>15</sup> DNK Water. Equipos de análisis y monitoreo para la calidad del agua.  
<[http://www.dnk-water.com/wp-content/uploads/2013/07/Partech\\_DNK.pdf](http://www.dnk-water.com/wp-content/uploads/2013/07/Partech_DNK.pdf)> 10 de mayo de 2016