

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DE UN PROCESO DE CONTROL DE PH

FREDY ALBERTO ALVAREZ ARDILA, JUAN CARLOS FLORIÁN CASTAÑEDA.

Bogotá D.C.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas ...

faalvareza@correo.udistrital.edu.co - juancarlosflorián@hotmail.com

Resumen: Este proyecto tiene como base fundamental la monitorización de datos del banco de pruebas T5554, el cual funcionara por medio de una tarjeta de adquisición de datos que permitirá enviar las señales desde el banco de pruebas hasta un computador y viceversa, facilitando la interacción de los procesos con el equipo para la adquisición de datos de manera digital en un archivo .xls

Para el desarrollo de este proyecto, se planteó la monitorización y lectura de datos por medio de una tarjeta ARDUINO, la cual procesaría la señal que emite el banco de pruebas T5554, convirtiéndola en un lenguaje que pueda ser procesada por un computador, ya teniendo la señal en el computador se creó una interfaz gráfica en un programa llamado LabVIEW, este programa permitirá visualizar la señal que indica los valores de PH de manera gráfica y digital. Como la señal que se lee es analógica, este programa convertirá los datos en valores digitales, permitiendo exportar dichos datos en un formato de EXCEL (.xls).

La interfaz entre el banco T5554, la tarjeta ARDUINO y el programa LabVIEW, tienen la opción de monitorizar cada cierto tiempo desde 1 segundo en adelante, esto permitirá variar los parámetros de lectura de la interfaz para que se adapte a la necesidad que se requiera. Estas simulaciones, lectura y toma de datos permitirá realizar prácticas de muestreo y monitorización de datos como si estuviera en la industria.

I. INTRODUCCIÓN

La monitorización de datos se realiza para poder evaluar la efectividad y calidad de los procesos, ya que en el mundo actual la cuantificación de cada proceso se hace indispensable para poder saber su valor y nivel de rendimiento.

La supervisión de procesos se establece cada día más en las industrias para poder evaluar la productividad, la tasa de retorno de los equipos, la depreciación de ellos y todo lo inherente al funcionamiento y producción de las partes involucradas en el sistema, por eso la correcta monitorización de los datos de los equipos se hace indispensable para poder garantizar los resultados proyectados.

La monitorización de los sistemas es la base para poder supervisar y controlar de manera automatizada sus procesos, ya que la correcta adquisición de datos permitirá plantear sistemas operativos que interactúen de manera precisa con

dicho sistema, ya que se podrá evaluar constantemente los datos para poder tomar las decisiones más acertadas de funcionamiento y operación.

En la actualidad son muy utilizados los sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), la principal función de estos sistemas es la de supervisar y controlar la adquisición de datos.

Los sistemas SCADA ayudan a recolectar gran información de lo que ocurre en todo el sistema enlazado (Figura 1), permitiendo ser operado por los usuarios mediante interfaces graficas creadas para interactuar constantemente, ya que estos sistemas permiten que se controlen de manera digital indicadores de funcionamiento, de medida, pulsadores, accionamientos...

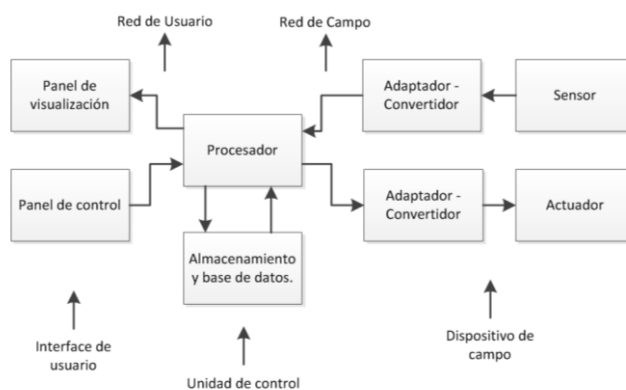


Fig. 1. Adquisición, supervisión y control de datos.

La monitorización de PH en el tanque mezclador (Figura 2) será realizada por un PH ELECTRODE (Figura 3), el cual enviara una señal al panel de control (Figura 4), donde se podrán exportar las señales a la tarjeta de adquisición de datos (Figura 5), la cual transformara dicha señal en un lenguaje apto para los computadores.

La monitorización del flujo en el sistema será censada por la válvula eléctrica de control de flujo, la cual enviara una señal al panel de control (Figura 4), donde se podrán exportar las señales a la tarjeta de adquisición de datos (Figura 5), la cual transformara dicha señal en un lenguaje apto para los computadores.

II. EQUIPO DE MEDICIÓN DE PH.

El banco de trabajo T5554 es una estación que cuenta con un tanque de mezcla, en el cual se le puede agregar una base ácida o sulfato de sodio, para reducir o aumentar el PH de la mezcla, estos dos componentes se encuentran en unos tanques que se pueden controlar por medio de unas válvulas, en el tanque mezclador (Figura 2) también se encuentran una serie de sensores y dispositivos de control para el análisis del fluido. Para el análisis del PH el tanque cuenta con un módulo sensor (Figura 3) el cual analiza la mezcla y emite una señal de 4-20mA, está y otras señales son enviadas al panel de control (Figura 4), en el panel de control se pueden configurar las opciones de trabajo del banco así como la recolección de datos. Pero las pruebas y los datos tomados no serían posibles sin un sistema de instrumentos y tuberías que conectaran los distintos tanques y sensores.

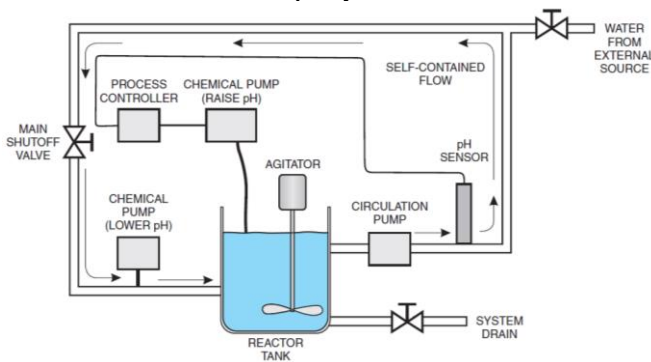


Fig. 2. Concepto Básico del Sistema. Banco T5554. [2]

La figura 2 muestra los componentes básicos y el concepto del bucle de control de PH en el T5554. Como el agua fluye a través del sistema. Una bomba química especial llamada un bomba depuradora (eyectora) que inyecta una sustancia química en el flujo del proceso para reducir el PH, y otra bomba dosificadora la cual gotea de manera proporcional un químico para aumentar el PH. Estas bombas están ubicadas justo antes de la entrada al tanque mezclador donde se mide el PH de la mezcla.

La tabla 1 muestra la relación de la escala de PH y las concentraciones reales de iones de hidrógeno. Por ejemplo, si el PH de una solución cambia de 8-7, es que aumenta la concentración de iones de hidrógeno en un factor de 10.

Tabla 1. Concentraciones de iones de hidrógeno. [3]

pH TO HYDROGEN ION H+ CONCENTRATION		
RANGE	pH	H+ CONCENTRATION (mol/L)
ACID	0	1
	1	0.1
	2	0.01
	3	0.001
	4	0.0001
	5	0.00001
NEUTRAL	6	0.0000001
	7	0.00000001
BASIC/ ALKALINE	8	0.000000001
	9	0.0000000001
	10	0.00000000001
	11	0.000000000001
	12	0.0000000000001
	13	0.00000000000001
	14	0.000000000000001

Este banco cuenta con un módulo de medición de PH (Figura 3), el cual analiza la mezcla y convierte dicho valor en una señal de 4-20mA, esta señal se puede apreciar en dos puntos, el primero es el display del módulo sensor y el otro punto es el panel de control, a donde llega la señal que emite la salida (OUTPUT) de este sensor.

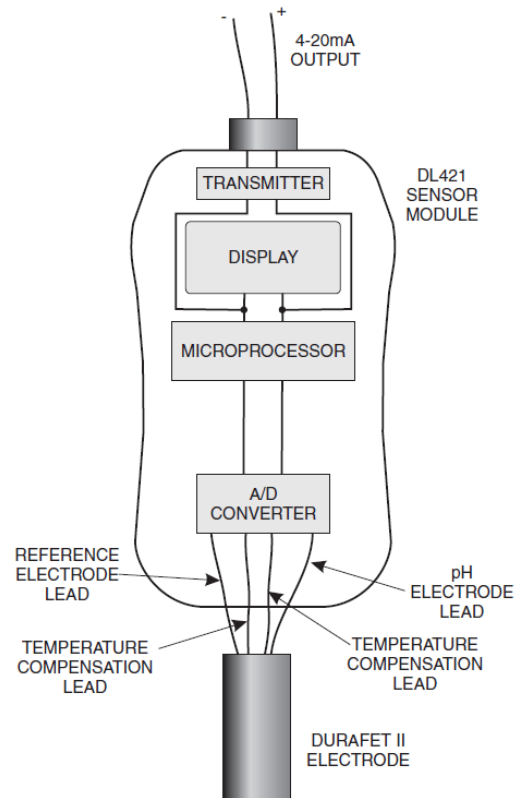


Figura 3. Modulo sensor de PH. [4]

La señal emitida por este módulo, es uno de los parámetros a tener en cuenta para la interfaz gráfica del proyecto, ya que esta señal es la que se desea monitorizar, por eso es de vital importancia tener en cuenta los valores de medición que emita este sensor.

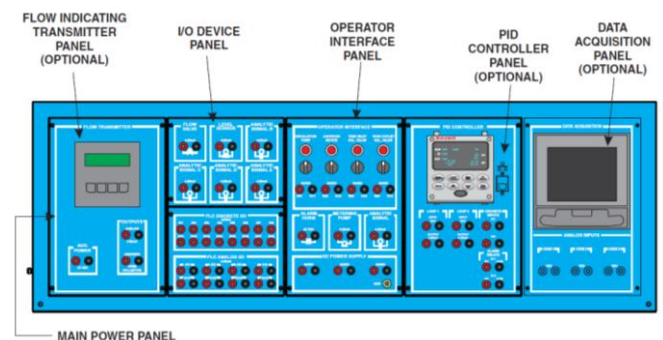


Figura 4. Panel de control de datos. [2]

Este panel se conectará con la interfaz creada, para monitorizar el sistema de medición de pruebas de PH, este panel emite una señal de 4-20 mA que se transformará en un lenguaje que pueda ser reconocido por el computador.

III. MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS E INTERFAZ GRÁFICA.

Este proyecto se desarrolló teniendo en cuenta los parámetros de comunicación de señal existentes en la industria, ya que hay señales y simbología de instrumentos estandarizadas, las cuales se usaran por ser un lenguaje reconocido a nivel mundial.

El panel indicador de flujo y PH maneja una señal estandarizada de 4-20 mA, la cual no puede ser reconocida de manera directa por un computador, para esto se desarrollara una tarjeta que procesara la señal de este equipo, esta tarjeta estará entre el banco y el computador, la cual funcionara como un módulo de adquisición de datos (Figura 5), permitiendo convertir la señal que sale del banco en un lenguaje reconocible por el computador y viceversa, que el banco reconozca la señal que sale del computador.



Fig. 5. Módulo de adquisición de datos. Banco T5554. [1]

ARDUINO es una plataforma electrónica, con dispositivos o prototipos de electrónica de código abierto, su hardware y software son basados en sistemas flexibles y fáciles de usar. ARDUINO tiene gran variedad de entradas y salidas de señal que pueden interactuar con el ambiente a su alrededor controlando válvulas, motores y otros componentes. Esta tarjeta será la encargada de transmitir la información del panel de control al computador, así como de recibir las señales del computador y transmitir las desde la interfaz creada hasta el banco de pruebas.

El circuito planteado (Figura 6) convierte por medio de una resistencia la señal del panel de flujo de 4-20mA a 1-5V, que es un lenguaje reconocido por el computador, la señal que sale del banco dirigida a la tarjeta (Figura 5) es de 4-20mA, esta señal trae las mediciones del flujo y PH en el sistema, la tarjeta ARDUINO es la encargada de convertir esta señal para que la interfaz LabVIEW pueda graficar y monitorizar los datos en el computador. Esta tarjeta está conectada al computador por medio de un puerto USB el cual permite enviar y recibir señales a la tarjeta para que se activen algunos procesos del banco T5554.

T1 (Figura 6) envía una señal al operador de interface del panel de control del banco (Figura 6), esta señal permite simular como si el tanque estuviera lleno.

T2 (Figura 6) envía una señal al operador de interface del panel de control del banco (Figura 6), esta señal permite simular como si el tanque estuviera vacío.

T3 (Figura 6) envía una señal al operador de interface del panel de control del banco (Figura 6), este contacto permite activar la bomba para que circule el fluido del sistema.

T4 (Figura 6) envía una señal al operador de interface del panel de control del banco (Figura 6), para que el contacto active el agitador.

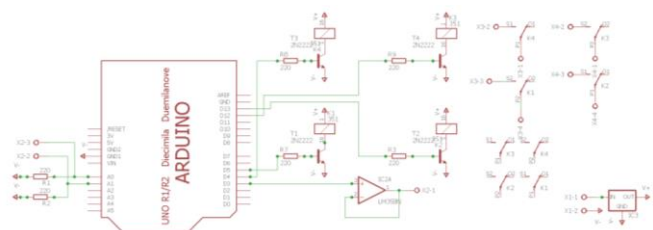


Fig. 6. Plano de Tarjeta Arduino. Banco T5554. [1]



Fig. 7. Operador de interface. Entrada de señales desde el computador. [1]

La señal con la que se trabajara saldrá por el panel de control (Figura 7), que será procesada por la tarjeta de adquisición de datos (Figura 5), y posteriormente transmitida al computador por medio de un puerto USB, este programa y la tarjeta de adquisición de datos manejan la escala de la tabla 2, para el diseño de la interfaz gráfica y el módulo de adquisición de datos, se usaron los límites que muestra la tabla 2:

Tabla 2. Valores de medición. [1]

	Señal panel de control	Señal convertida por la tarjeta	Escala de PH	Flujo en galones x minuto (gpm)
Límite inferior	4 mA	1 V	0	0
Límite superior	20 mA	5 V	14	2

Nota: Los valores intermedios de cada señal serán proporcionales en cada factor.

Esta señal en el computador será procesada por el programa LabVIEW el cual servirá para interactuar a su vez con el banco de pruebas, ya que le módulo de adquisición de datos, necesita un interfaz gráfica que procese los valores medidos por los sensores del banco de prueba.

El módulo de adquisición de datos (Figura 5) solo se encargara de convertir las señales entre los dos puntos que interactúan, que en este caso serían el Banco de pruebas T5554 y un computador que cuente con el programa LabVIEW y la interfaz creada para la monitorización del sistema de medición de PH del banco.

Esta interfaz fue creada en el programa LabVIEW, para poder monitorizar el banco de pruebas de PH, era indispensable poder guardar los datos que midiera el sensor de PH y posteriormente poder exportarlos a un archivo (.xls) o conocido como hoja de cálculos de Excel, ya que esto facilitara el posterior estudio de los datos monitorizados.

Para la programación de LabVIEW se tomaron la señales de entrada para que fueran monitorizadas, en este caso flujo del sistema y PH de la mezcla, esta señal que salida del banco de 4-20mA fue procesada por la tarjeta ARDUINO (Figura 5) ajustándolo a una escala de 1-5V para ser procesada en el programa como señal de monitorización y a la vez ser graficadas. Esta señal al ser monitorizada se le creo tres interfaces visuales para el usuario (Figuras 12, 13, 14 y 15), donde se muestran los valores recibidos desde el banco de pruebas T5554.

Para la activación del panel de control desde la interfaz se procedió a plantear un comando de activación y parada, enlazados con la tabla a exportar, para que cuando el sistema de monitorización se activara, el programa enviara dos señales una a la zona de exportación de datos para que estos fueran guardados por el tiempo de funcionamiento de la prueba, y la otra señal al banco de pruebas para que empezara el funcionamiento del equipo.

Para el agitador se creó un comando en la interfaz pictórica el cual envía una señal al programa para que empiece el funcionamiento del agitador.

Se crearon dos simuladores de tanque, uno de tanque lleno y otro de tanque vacío, para que estos sirvan a futuro y también se pueda controlar el nivel de este tanque (Figura 8).

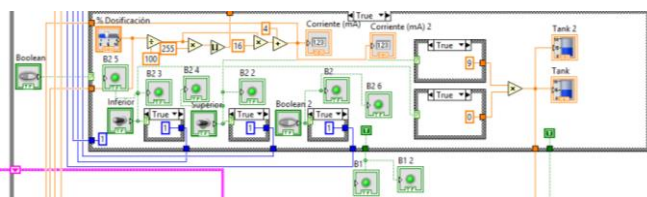
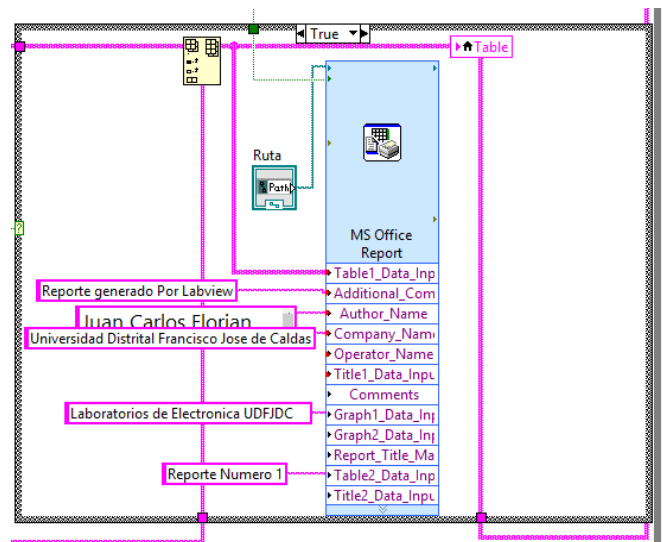


Fig. 8. Procesador de señales de la interfaz. [1]

Se creó unos módulos de presentación que en LabVIEW son diagramas de bloques, los cuales salen en el informe de Excel Figura 9.



Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas	
Juan Carlos Florian Castañeda 20141375084 Fredy Alberto Alvarez Ardila 20141375085	
By	Operator :
Laboratorios de Electronica UDFJDC	
Reporte generado Por Labview	
Reporte Numero 1	

Fig. 9. Diagramas de bloque de presentación. [1]

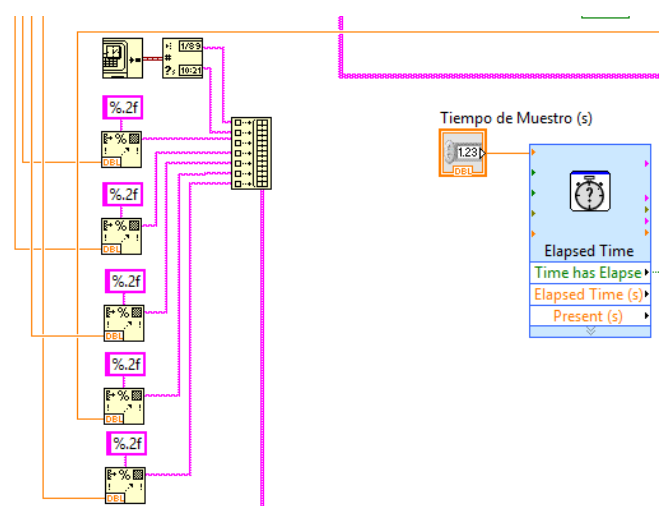


Fig. 10. Enlaces para exportación de datos. [1]

En la figura 10 están formulados los datos a exportar con el cronómetro de guardado, este cronómetro de guardado es el que indica cuando se graba la señal que recibió del banco en el tiempo programado.

Este cronometro se puede modificar desde 1 segundo en adelante para que este guardando los valores que se monitorizaron por el sensor de PH y flujo en una tabla como en la figura 14.

La figura 10 muestra 7 lasos de conexión (día, hora, % de dosificación, corriente, PH, nivel del tanque y flujo), estos van recibiendo la señal y cuando el cronometro llega cada cierto tiempo programado a su ciclo, estos valores se guardan en la tabla mencionada.

Flujo del sistema: en el banco de pruebas T5554 el flujo esta expresado en galones por minuto (GPM), manejando un caudal máximo aproximado que va hasta los 2.12 GPM (± 8 litros por minuto), esto quiere decir que para poder visualizar su punto máximo de caudal se debe manejar una escala mayor, por eso la figura 15 donde se representan los GPM, tiene una escala hasta 2.5GPM, esta grafica mostrara los datos de las pruebas que se realizaron y fueron detectados por el sistema de medición. En el eje horizontal estara representado el tiempo de medición de la prueba que no tendrá limite y tomara los datos según el intervalo de tiempo que se asigne para medir los valores, que van desde 1 segundo en adelante. Este tomara los datos durante todo el tiempo que esté funcionando y grabando el programa.

Nivel de PH de la mezcla: en el banco de pruebas T5554 el nivel de PH se mide por una escala normalizada a nivel mundial que va de 0 a 14, siendo 7 el punto neutro, ya que para poder apreciar mejor los valores en la gráfica del PH se manejó una escala de 15, esta grafica (figura 15) está dada por PH vs tiempo, donde se marcaran los valores medidos cada cierto tiempo según se programe al empezar la prueba, así como que se graficara por el tiempo que dure la prueba, hasta que se detenga con el botón de STOP.

La interfaz gráfica consta de un encabezado de presentación (Figura 11), con el nombre de la universidad, sistema que se está manejando e integrantes del grupo, la presentación de esta interfaz se hace para que el estudiante sepa para cual banco de trabajo es.

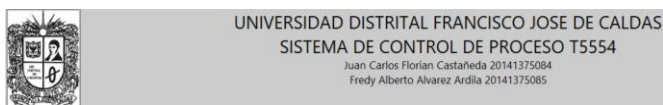


Fig. 11. Encabezado de interfaz gráfica. [1]

En el desarrollo de esta interfaz se habilito una sola ventana, la cual consta de un cuadro pictórico de control, una tabla de grafica de resumen, una tabla numérica de resultados y dos graficas de tendencia una de Flujo vs tiempo y la otra de PH vs Tiempo, esto quiere decir que la ventana principal de trabajo quedo de la siguiente manera.

La interfaz gráfica tiene 4 secciones bien definidas como lo son:

- Cuadro Pictórico.
- Tabla grafica de resumen.
- Tabla numérica de resumen.
- Graficas de tendencia.
 - Flujo vs Tiempo
 - PH vs Tiempo

Cuadro pictórico (Figura 12): este cuadro consta de una representación gráfica que muestra la operación del sistema, donde se puede interactuar con el banco modificando aspectos como tiempo de muestreo, el flujo del sistema, porcentaje de dosificación, parada (STOP) de medición de la prueba...

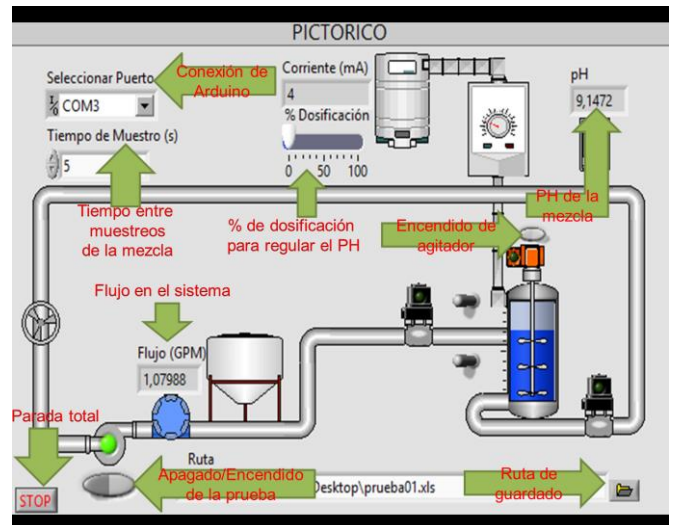


Fig. 12. Cuadro pictórico. [1]

Este cuadro seria la parte interactiva de la venta grafica de interfaz del programa, desde esta parte se pueden enviar órdenes de trabajo al banco T5554, ya que esta zona estará enlazada con la tarjeta que a la vez comunicara la señal al panel del banco, que es donde se modifican las condiciones de la prueba.

La grafica de resumen (Figura 13): esta muestra los valores de flujo en el sistema y niveles de PH, además de la señal en mA de la dosificación en ese instante. Por cada nivel de PH que la mezcla tenga, este nivel tendrá un valor de representación numérica que será procesado por la tarjeta de adquisición de datos y registrado por el computador, lo mismo sucede con el flujo del sistema.

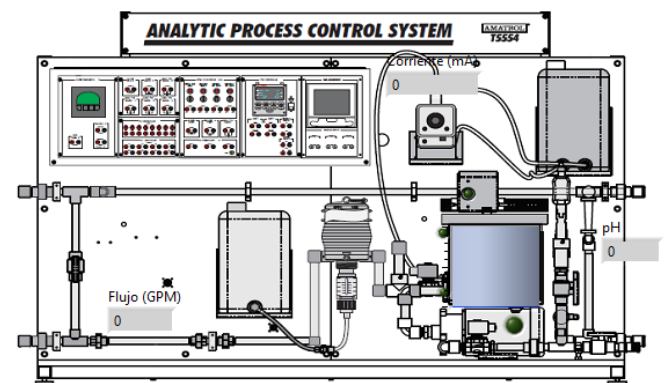


Fig. 13. Gráfico de resumen. [2]

Esta parte del grafico del programa muestra los valores de flujo y PH en ese momento del proceso, estos valores son los que pueden llegar a interesar al momento de la práctica, ya que de acuerdo a esos valores se podrán tomar las decisiones sobre el caso.

Tabla numérica de resumen (Figura 14): esta tabla muestra los valores numéricos del flujo en el sistema y niveles de PH, guardando un registro de lo que se ha estado midiendo, cada fila ira guardando los valores registrados por los sensores, según el tiempo de lectura que se halla programado al inicio de la práctica, permitiendo guardar los datos con fecha y hora para saber en ese instante los niveles de flujo y PH del sistema evaluado, con la ventaja de poder exportar estos valores a un archivo .xls

Fig. 14. Tabla de resumen numérico. [1]

El registro y toma de datos será guardado por el tiempo que se programe o dure el sistema funcionando, esto quiere decir que hasta que no se presione STOP en el cuadro pictórico no se detendrá la toma de datos.

Graficas de pruebas y/o diagramas de tendencia (Figura 15): esta zona cuenta con dos graficas que son, flujo vs tiempo y PH vs tiempo, en esta son se grafican los datos tomados en los intervalos de tiempo asignados al empezar la prueba, esta grafica es creada por el lapso de tiempo que dure dicha prueba.

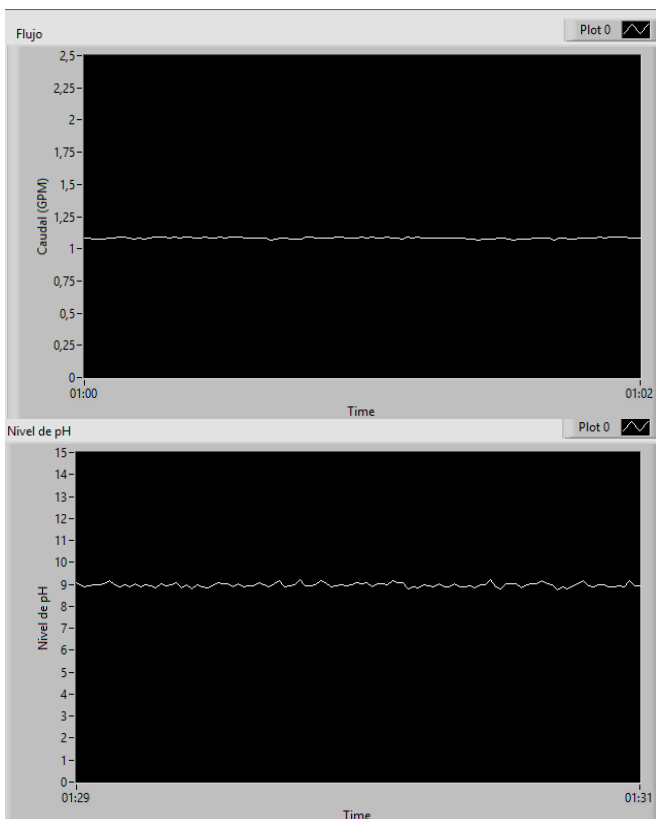


Fig. 15. Diagramas de tendencia. [1]

En el diseño de la interfaz gráfica se verán representadas las dos variables que se controlaran en el banco de pruebas T5554, flujo del sistema y nivel de PH, que son los datos de interés a monitorizar, por eso estos datos de interés se visualizaran tanto de manera gráfica y numérica, este registro grafico es por medio de los diagramas de tendencia de la figura 15, y el registro numérico es por medio de la tabla de resumen de la figura 14. Por estos dos sistemas se monitorizara los niveles de flujo y PH en el sistema del banco de pruebas T5554.

IV. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

Se realizaron pruebas de funcionamiento del módulo de adquisición de datos para la verificación de funcionamiento.

• Datos de la primera prueba:

- Flujo en el sistema ± 1.02 GPM
- Tiempo de medición = Cada 5 segundos

La prueba fue realizada desde el 19/08/2016 a las 5:22pm, en ese intervalo de tiempo realizo aproximadamente 68 mediciones de PH, este número de mediciones se realizó cada 5 segundos durante aproximadamente 6 minutos donde cada vez que se medía el PH se llenaba una fila como en la tabla 3, todas estas mediciones se van guardando en un archivo (.xls), esta tabla muestra los siguientes valores:

- DIA = fecha de realización de la prueba.
- HORA = hora en la que el sensor analizo el PH de la mezcla.
- % = Porcentaje programado de dosificación de base para regular el PH.
- I = Corriente en el dosificador de base reguladora de PH.
- PH = El PH registrado por el sensor en ese segundo.
- T = Nivel del tanque de la mezcla.
- F = Flujo en galones por minuto.

Tabla 3. Parte de la tabla de la Prueba 01. [1]

DIA	HORA	%	I	PH	T	F
19/08/2016	5:25 p. m.	0.00	4.00	9.00	7.14	1.08
19/08/2016	5:25 p. m.	0.00	4.00	8.98	7.91	1.09
19/08/2016	5:26 p. m.	0.00	4.00	9.13	7.34	1.08
19/08/2016	5:26 p. m.	0.00	4.00	8.96	7.49	1.08
19/08/2016	5:26 p. m.	0.00	4.00	8.86	7.15	1.08
19/08/2016	5:26 p. m.	0.00	4.00	9.08	7.63	1.08



Fig. 16. Fotos de los indicadores de la prueba 01 [1]

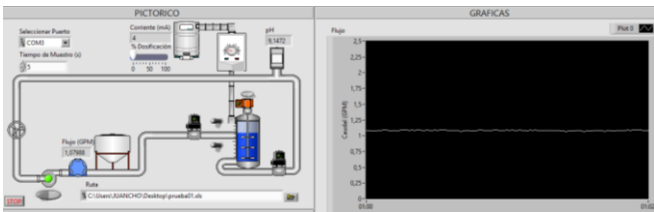


Fig. 17. Cuadro Pictórico y flujo vs tiempo de la prueba 01 [1]

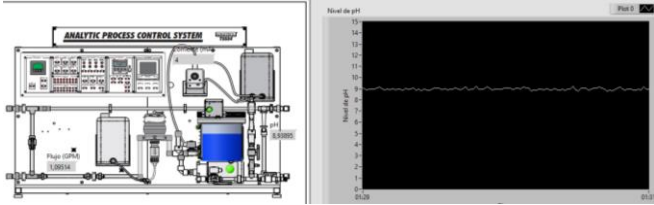


Fig. 18. Cuadro de datos y PH vs tiempo de la prueba 01 [1]

• **Datos de la segunda prueba:**

- Flujo en el sistema \pm 1.46 GPM
- Tiempo de medición = Cada 5 segundos

La prueba fue realizada desde el 19/08/2016 a las 5:31pm, en ese intervalo de tiempo realizo aproximadamente 91 mediciones de PH, este número de mediciones se realizó cada 5 segundos durante aproximadamente 8 minutos donde cada vez que se medía el PH se llenaba una fila como en la tabla 4, todas estas mediciones se van guardando en un archivo (.xls), esta tabla muestra los siguientes valores:

- DIA = fecha de realización de la prueba.
- HORA = hora en la que el sensor analizo el PH de la mezcla.
- % = Porcentaje programado de dosificación de base para regular el PH.
- I = Corriente en el dosificador de base reguladora de PH.
- PH = El PH registrado por el sensor en ese segundo.
- T = Nivel del tanque de la mezcla.
- F = Flujo en galones por minuto.

Tabla 4]. Parte de la tabla de la Prueba 02. [1]

DIA	HORA	%	I	PH	T	F
19/08/2016	5:36 p. m.	0.00	4.00	8.92	7.58	1.56
19/08/2016	5:36 p. m.	0.00	4.00	8.92	7.34	1.56
19/08/2016	5:36 p. m.	0.00	4.00	9.13	7.46	1.55
19/08/2016	5:36 p. m.	0.00	4.00	8.92	7.34	1.56
19/08/2016	5:36 p. m.	0.00	4.00	9.00	7.59	1.55



Fig. 19. Fotos de los indicadores de la prueba 02 [1]

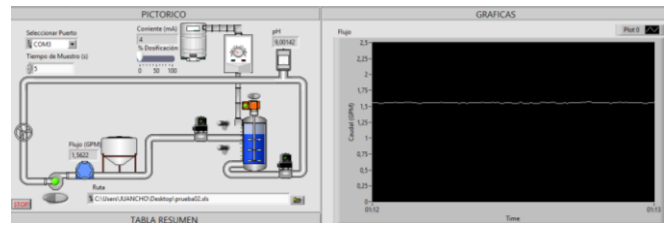


Fig. 20. Cuadro Pictórico y flujo vs tiempo de la prueba 02 [1]

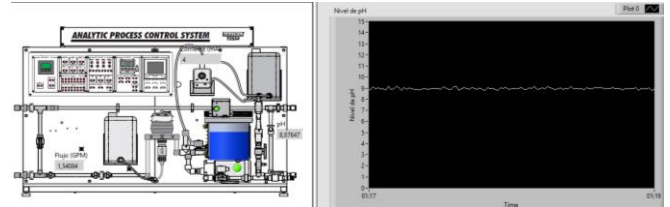


Fig. 21. Cuadro de datos y PH vs tiempo de la prueba 02 [1]

• **Datos de la tercera prueba:**

- Flujo en el sistema \pm 2.12 GPM
- Tiempo de medición = Cada 5 segundos

La prueba fue realizada desde el 19/08/2016 a las 5:40pm, en ese intervalo de tiempo realizo aproximadamente 31 mediciones de PH, este número de mediciones se realizó cada 5 segundos durante aproximadamente 3 minutos donde cada vez que se medía el PH se llenaba una fila como en la tabla 5, todas estas mediciones se van guardando en un archivo (.xls), esta tabla muestra los siguientes valores:

- DIA = fecha de realización de la prueba.
- HORA = hora en la que el sensor analizo el PH de la mezcla.
- % = Porcentaje programado de dosificación de base para regular el PH.
- I = Corriente en el dosificador de base reguladora de PH.
- PH = El PH registrado por el sensor en ese segundo.
- T = Nivel del tanque de la mezcla.
- F = Flujo en galones por minuto.

Tabla 5. Parte de la tabla de la Prueba 03. [1]

DIA	HORA	%	I	PH	T	F
19/08/2016	5:40 p. m.	0.00	4.00	9.04	7.91	2.14
19/08/2016	5:40 p. m.	0.00	4.00	9.06	7.40	2.05
19/08/2016	5:40 p. m.	0.00	4.00	8.94	7.30	2.13
19/08/2016	5:40 p. m.	0.00	4.00	9.00	7.93	2.14
19/08/2016	5:40 p. m.	0.00	4.00	9.04	7.13	2.13

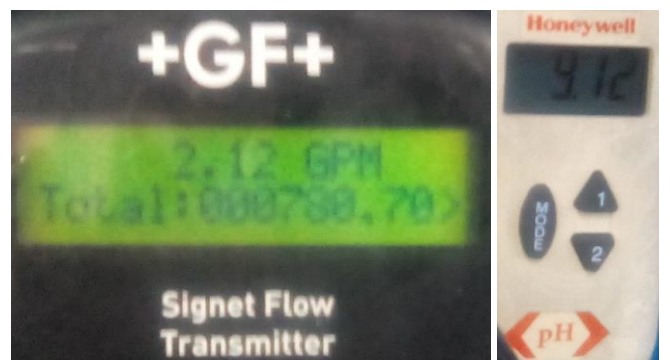


Figura 22. Fotos de los indicadores de la prueba 03 [1]

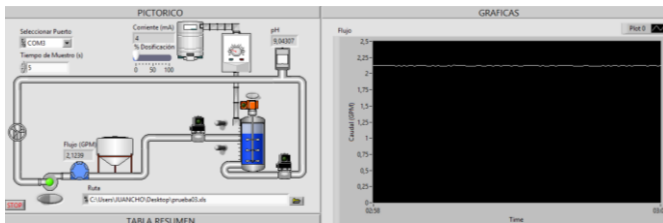


Fig. 23. Cuadro Pictórico y flujo vs tiempo de la prueba 03 [1]

• **Comparación de pruebas.**

La comparación de pruebas está en la tabla 6, la cual nos muestra los periodos de medición. La prueba 1, 2 y 3 escaneaba la mezcla 12 veces por minuto o sea cada 5 segundos, esto sucede ya que el programa permite programar el tiempo entre medición para que se analice el PH, desde 1 segundo en adelante.

La diferencia entre periodos medidos teóricos y reales en cada prueba, está dada por el la activación y parada del programa, ya que este programa seguirá analizando por el tiempo que este siga funcionando, si el usuario deja pasar más tiempo, el programa seguirá analizando la muestra y guardando los valores.

Tabla 6. Comparación de pruebas. [1]

	Tiempo		Periodo de medición	Periodos medidos	
	Inicio	Final		Teóricos	Reales
Prueba 01	05:22:00 p.m.	05:28:00 p.m.	5 seg.	72	68
Prueba 02	05:31:00 p.m.	05:39:00 p.m.	5 seg.	96	91
Prueba 03	05:40:00 p.m.	05:43:00 p.m.	5 seg.	36	31

V. CONCLUSIONES.

El desarrollo de una tarjeta para la adquisición y procesamiento de datos entre el banco de pruebas y el computador, permitió la monitorización de los datos en un computador.

El desarrollo de una interfaz gráfica para poder realizar las pruebas, facilitara futuros estudios y ensayos de análisis de PH.

Los diagramas de tendencia de la interfaz gráfica, permitirá visualizar las variaciones del flujo y PH en cada ensayo de una manera más fácil.

Las pruebas realizadas permitieron verificar el funcionamiento de la tarjeta y la interfaz, permitiendo visualizar la monitorización de datos del banco y la posible exportación de ellos en un archivo .xls

La monitorización de pruebas de PH en el del banco T5554, ahora podrá contar con un respaldo de datos en un archivo .xls

VI. REFERENCIAS.

[1] Fuente: Fredy Álvarez – Juan Florián.
 [2] Fuente: AMATROL. INTRODUCTION TO PROCESS CONTROL. 2010.
 [3] Fuente: AMATROL. PH ELECTRODES. 2010.
 [4] Fuente: AMATROL. PH METERS AND TRANSMITTERS. 2010.