

**DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA DOSIFICACION MASICA
COTINUA DE LA ROCA FOSFORICA, ACIDO SULFURICO Y AGUAS MADRES EN
EL PROCESO DE PRODUCCION DE ACIDO FOSFORICO REALIZADO EN LA
EMPRESA PRODUCTOS QUIMICOS PANAMERICANOS, EN FORTALECILLAS,
NEIVA**

LICETH VIVIANA LEYVA MARIN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

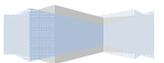
FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA ELECTRONICA

NEIVA

2010

1



**DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA DOSIFICACION MASICA
COTINUA DE LA ROCA FOSFORICA, ACIDO SULFURICO Y AGUAS MADRES EN
EL PROCESO DE PRODUCCION DE ACIDO FOSFORICO REALIZADO EN LA
EMPRESA PRODUCTOS QUIMICOS PANAMERICANOS, EN FORTALECILLAS,
NEIVA**

LICETH VIVIANA LEYVA MARIN

Proyecto de grado presentado para
Obtener el título de ingeniera Electrónica

Director:

AGUSTIN SOTO OTALORA

Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

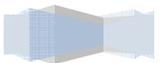
FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA ELECTRONICA

NEIVA

2010

2



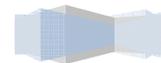
Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del primer jurado

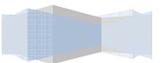
Firma del segundo jurado

Neiva, 28 de Octubre de 2010



DEDICATORIA

Este trabajo, producto del conocimiento y la experiencia acumulada durante muchos años, se lo dedico con cariño a Dios, a mis padres por darme la vida y todo el apoyo en el transcurso de esta carrera, a mi novio por estar siempre a mi lado, a mis maestros por su afecto y brindarme todos sus conocimientos, a mis compañeros por darme su amistad y apoyo, a mis hermanos y demás familiares y amigos, que me han acompañado en todos los momentos.



AGRADECIMIENTOS

Hubiera sido imposible en estos últimos años, con las condiciones tan difíciles que ha vivido nuestro país, haber podido realizar y culminado este trabajo sin la cooperación material y espiritual de un número de instituciones y personas amigas a las cuales siempre les estaré muy agradecida. No creo posible mencionarlos en este momento a todos, sin embargo, debo referirme a algunos de ellos por sus decisivos aportes al trabajo:

A mis padres y hermanos que me ayudaron e todos los momentos buenos y malos de mi carrera.

A mi novio Raúl Arbeláez, por brindarme su cariño y también todos sus conocimientos prácticos que fueron muy valiosos durante el transcurso de la pasantía

A mi director de pasantía, el Ingeniero Agustín Soto, por la ayuda que me brindo en cada momento y la valiosa información de la cual pude disponer para la realización del trabajo.

A los ingenieros Ramiro Perdomo y Germán a Martínez, por su colaboración y aprecio que me tomaron durante toda la carrera.

Al Gerente de la empresa PQP, el Ingeniero Humberto Olarte por su colaboración y guía en todo el transcurso de la pasantía.

Muchas gracias a todos

Los Autores

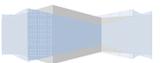
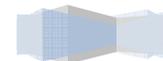


TABLA DE CONTENIDO

0. INTRODUCCION.....	17
1. JUSTIFICACION.....	18
2. VISIÓN GLOBAL DEL PROCESO DE PRODUCCION DEL ACIDO FOSFORICO QUE LA PLANTA REALIZA ACTUALMENTE.....	19
2.1 Carga de la materia prima en los silos de almacenamiento.....	19
2.2 Dosificación de la roca fosfórica.....	20
2.3 Dosificación de las aguas madres para la debida reacción en el Slurry.....	22
2.4 Dosificación del Slurry.....	22
2.5 Dosificación de ácido sulfúrico y última reacción realizada.....	22
2.6 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA.....	24
3. OBJETIVOS.....	25
3.1 Objetivo general.....	25
3.2 Objetivos específicos.....	25
4. MARCO TEÓRICO.....	26
4.1 Generalidades del acido fosfórico.....	26
4.2 Dosificación.....	26
4.2.1 clases de dosificación.....	26
4.2.1.1 En seco.....	26
4.2.1.1.1 Volumétrico.....	26
4.2.1.1.2 Gravimétricos.....	27
4.2.1.2 En solución.....	29
5. SISTEMAS MECÁNICOS INDUSTRIALES.....	30
5.1 SISTEMAS DE TRANSPORTE.....	30

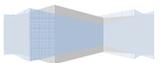
5.1.1 Elevador neumático.....	30
5.2 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO.....	32
5.2.1 silo de almacenamiento.....	32
6. SISTEMAS DE ACOUPLE DE POTENCIA.....	33
6.1 Transistor.....	33
6.2 Opto acoplador.....	34
7. SISTEMA DE ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO DE MOTORES.....	35
7.1 MOTORES.....	35
7.2 ELEMENTOS PARA EL ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO DE MOTORES.....	35
7.2.1 Contactor eléctrico.....	36
7.2.2 Relé térmico.....	36
7.2.3 Arrancadores.....	36
8. SISTEMA DE AUTOMATIZACION.....	36
8.1 AUTOMATIZACION MECANICA.....	37
8.2 AUTOMATIZACION NEUMATICA.....	37
8.3 AUTOMATIZACION HIDRAULICA.....	37
8.4 AUTOMATIZACION ELECTRICA.....	37
8.5 AUTOMATIZACION ELECTRONICA.....	37
9. SENSORES.....	38
9.1 SENSOR DE DEFORMACION.....	38
9.2 SENSOR DE FLUJO O CAUDAL.....	39
9.3 SENSOR DE NIVEL.....	41
10. DISEÑO DEL PROYECTO.....	43
10.1 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ROCA FOSFÓRICA.....	43
10.1.1 Diseño de tolva malla 100 para descarga al dosificador.....	43
10.1.2 Diseño de silo de Bateria.....	47
10.2 SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMÁTICO.....	47
10.2.1 Diseño de elevador neumático y filtro de mangas.....	47
10.2.2 Diseño del control del filtro.....	50

10.3	SISTEMA DE DOSIFICACIÓN.....	52
10.3.1	Dosificación de la roca fosfórica.....	52
10.3.2	Dosificación de aguas madres.....	53
10.3.3	Dosificación del acido sulfúrico.....	53
10.3.4	Dosificación del Slurry de roca fosfórica.....	53
10.4	DISEÑO DEL CONTROL DE COMPUERTAS DE LAS TOLVAS	55
10.5	DISEÑO DE TABLERO DE CONTROL.....	55
10.5.1	Diseño de tablero de nivel de tolvas.....	56
10.5.2	Diseño de tablero de nivel de tanques de aguas madres y acido sulfúrico.....	59
10.6	DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL.....	63
10.6.1	Sistema de adquisición de datos.....	63
10.6.1.1	configuración de módulos de adquisición de datos.....	66
10.6.2	Implementación del software.....	66
10.6.2.1	sistema de monitoreo de los sensores digitales instalados.....	66
10.6.2.2	sistemas del control de dosificación.....	68
10.6.2.3	sistemas del control de Tanques.....	70
10.6.2.4	Sistema de Mantenimientos.....	71
11.	COSTOS DEL PROYECTO.....	74
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	76
13.	ANEXOS.....	77
	ANEXO A. DIAGRAMA LÓGICO DE LA PLANTA DE ACIDO FOSFÓRICO.....	77
	ANEXO B. DIAGRAMA DE FLUJO DEL CONTROL POR SOFTWARE.....	79
	ANEXO C. CIRCUITOS DE LAS TARJETAS DE CONTROL.....	81
	ANEXO E. MANUAL DE LOS DIFERENTES SENSORES A UTILIZAR.....	82
	ANEXO F. MANUAL DE LOS DIFERENTES ACTUADORES A UTILIZAR.....	82
	ANEXO G. COTIZACIONES DE LOS DIFERENTES EQUIPOS A UTILIZAR Y EL DEL SOFTWARE.....	82



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de dosificación.....	29
Tabla 2. Dimensiones de elevador neumático.....	49



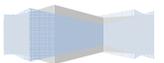
LISTA DE ALGORITMOS

Algoritmo 1. Diseño de control de filtro de mangas.....	51
Algoritmo 2. Nivel de tolva de almacenamiento No 1.....	57
Algoritmo 3. Nivel de tolva de almacenamiento No 2.....	58
Algoritmo 4. Nivel de tanques de aguas madres y acido sulfúrico.....	59
Algoritmo 5. Diseño de control de nivel de tanque de Slurry y reactor.....	61



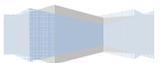
LISTA DE FOTOS

Foto 1. Proceso de molienda de roca.....	19
Foto 2. Autopesa y descarga hacia tanque de Slurry.....	20
Foto 3. Descarga de aguas madres a tanque de Slurry.....	21
Foto 4. Reactor.....	23
Foto 5. Reactor acido fosfórico.....	23
Foto 6. Tanque acido sulfúrico y maduradores.....	24
Foto 7. tolva existente en la planta.....	32
Foto 8. Autopesa (galga extensiométricas).....	38

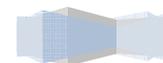


LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Dosificador gravimétrico por pérdida de peso.....	28
Grafica 2. Dosificador gravimétrico de correa transportadora.....	28
Grafica 3. Elevador neumático.....	30
Grafica 4. Elevador neumático (parte interna).....	31
Grafica 5. Tolvas y tipos de tolvas.....	32
Grafica 6. Configuración emisor común del transistor.....	33
Grafica 7. Principio de funcionamiento del opto acoplador.....	34
Grafica 8. Simbología del opto acoplador.....	34
Grafica 11. Partes de un Contactor.....	35
Grafica 12. Relé térmico.....	36
Grafica 13. Tipos de sensores de flujo.....	40
Grafica 14. Tipos de sensores de nivel.....	42
Grafica 15. tipos de sensores de nivel para sólidos.....	43
Grafica 16. Diseño de una tolva tipo prismática.....	44
Grafica 17. Tolva ya diseñada en autocad.....	46
Grafica 18. Dimensiones de batería malla 100.....	47
Grafica 19. Diseño de elevador neumático y filtro.....	48
Grafica 20. Diseño interno del filtro.....	48
Grafica 21. Diagrama de dimensiones del filtro	49
Grafica 22. Diagrama eléctrico de control de filtro mangas.....	51
Grafica 23 Dosificador de roca fosfórica.....	52
Grafica 24. Sensor Magflo 3100 y el transmisor.....	53
Grafica 25. Sensor FM 911 y su respectivo transmisor.....	54
Grafica 26. Válvula de control proporcional.....	54



Grafica 27. Cilindro neumático.....	55
Grafica 28. Sistema de suministro de voltaje hacia el microprocesador.....	56
Grafica 29. Sistema de salida de datos.....	56
Grafica 30. Circuito electrónico de control de aguas madres y ácido sulfúrico.....	60
Grafica 31. Circuito de control de nivel de tanque de Slurry y reactor.....	62
Grafica 32. Tablero de control que se implementara.....	62
Grafica 33. Modulo NI9203.....	63
Grafica 34. Modulo NI9265.....	64
Grafica 35. Modulo NI 9403.....	64
Grafica 36. Chasis cDAQ-9178.....	65
Grafica 37. Kit NI 9933 de 37-pin.....	66
Grafica 38. Pantallazo del monitoreo de la planta de ácido fosfórico.....	67
Grafica 39. Diagrama de bloques del monitoreo de la planta.....	67
Grafica 40. Pantallazo del sistema de dosificación.....	68
Grafica 41. Diagrama de bloques del sistema de dosificación.....	69
Grafica 42. Pantalla del control de tanques.....	70
Grafica 43. Diagrama de bloques del sistema de control de tanques.....	71
Grafica 44. Pantalla de Mantenimiento.....	72
Grafica 45. Diagrama de bloques del sistema de Mantenimiento.....	72
Grafica 46. Diagrama de bloques de la producción mensual y base de datos de los datos adquiridos en el software.....	73



GLOSARIO

AUTOMATIZACION: La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

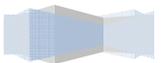
DOSIFICACIÓN: La dosificación se efectúa mediante dispositivos capaces de liberar cantidades prefijadas de productos químicos en una unidad de tiempo.

ELEVADOR NEUMÁTICO: Ascensor neumático por vacío, constituido por la combinación de un conducto vertical, preferentemente cilíndrico hermético que permite el desplazamiento del material con mínima fricción, la cual asciende al generarse en la parte superior del conducto una depresión neumática.

ELECTRONEUMÁTICA: Aplicación en donde combinamos dos importantes ramos de la automatización como son la neumática (Manejo de aire comprimido) y electricidad y/o la electrónica.

SCADA: Acrónimo de **S**upervisory **C**ontrol **A**nd **D**ata **A**cquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Es una aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre computadores, en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del computador.

SILLO: Estructura diseñada para almacenar grano y otros materiales a granel; son parte integrante del ciclo de acopio de la agricultura. Los más habituales tienen forma cilíndrica, asemejándose a una torre, construida de madera, hormigón armado o metal.

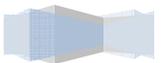


RESUMEN

Este proyecto propone el diseño de un sistema automatizado de la dosificación de las materias que hacen parte de la producción de ácido fosfórico (aguas madres, ácido sulfúrico y slurry) en la empresa Productos Químicos Panamericanos sede Neiva, basado en la implementación de un software de monitoreo y control utilizando la herramienta LABVIEW e introduciendo nuevos y diferentes equipos que serán de importancia en el diseño de este.

Frente a la necesidad de mejorar el rendimiento del proceso disminuyendo **perdidas materiales** (roca fosfórica), **económicas** debido a la baja producción del ácido fosfórico; también disminuir riesgos en la seguridad de los operadores de la planta y aumentar la competitividad de la planta con otras empresas que entregan el mismo producto.

En este informe se propone una metodología en tres fases: la primera fase se describe el proceso de producción de ácido fosfórico que realiza la planta actualmente, destacando los lugares donde genera mayores pérdidas; en la segunda fase se hace la investigación de la teoría necesaria para el diseño del proyecto, incluyendo información de los equipos (sensores, actuadores, tarjetas de adquisición, elementos de protección de potencia, etc.); en la tercera fase se presenta el diseño del proyecto (tolvas de almacenamiento, tarjetas de control de niveles para los tanques que se encuentran en el proceso de producción del ácido fosfórico y el **SOFTWARE DE MONITOREO Y CONTROL** con la herramienta el labview, que realizara la dosificación másica continua de las materias primas del proceso de producción de ácido fosfórico y el monitoreo de los diseños externos antes mencionados).



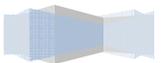
ABSTRACT



This project proposes the design of an automated dosing of materials that are part of the production of phosphoric acid (mother liquor, sulfuric acid and slurry) in the Pan American Chemical company based Neiva, based on the implementation of a software monitoring and control using Labview tool and introducing new and different equipment that will be of importance in this design.

Faced with the need to improve process performance by decreasing lost materials (rock phosphate), economic due to low production of phosphoric acid also reduce security risks from plant operators and increase the competitiveness of the plant with other companies delivering the same product.

This report proposes a methodology in three phases: the first phase describes the process of producing phosphoric acid plant is currently performing, highlighting the places where it generates greater losses, the second phase of research is necessary to theory project design, including computer information (sensors, actuators, data acquisition cards, power protection devices, etc..), in the third phase presents the design of the project (storage bins, card control levels for tanks are in the process of producing phosphoric acid and SOFTWARE FOR MONITORING AND CONTROL labview with the tool, to conduct continuous mass dosing of raw materials in the production process of phosphoric acid and monitoring the external designs above).



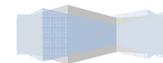
INTRODUCCIÓN

La dosificación y la regularidad del caudal de todas las materias primas para un buen resultado del proceso de producción del ácido fosfórico, son factores que desde hace varios años han ocupado el interés de los diseñadores de las máquinas y de los usuarios. Un objetivo básico para obtener la máxima expresión del potencial de rendimiento de producción del ácido es lograr una adecuada distribución de las materias primas; por dicha razón, se busca conocer a fondo dicho proceso para encontrar sus debilidades y de esta manera poder definir sus variables críticas para proponer un diseño mejorado de la producción. Con este diseño se busca obtener ventajas como: un aumento de la rentabilidad de la empresa, ya que se disminuye la pérdida de la materia prima, debido a la eficiente utilización de los recursos.

La metodología que se va a llevar a cabo consiste en un análisis profundo del proceso de producción que efectúa la empresa actualmente, al tener el conocimiento del proceso se realiza luego una investigación teórica de los equipos (sensores, actuadores, tarjetas de adquisición, software, etc.), y otros, base para el diseño del sistema automatizado de dosificación.

Este proyecto de grado se llevará a cabo de la siguiente manera: El **ítem dos** se hará una reseña del proceso de producción de ácido fosfórico que la empresa realiza actualmente, mostrando los lugares donde se ven pérdidas y causa deficiencias en el proceso, para que el lector pueda dimensionar el área de operación y los procesos que tienen mayores deficiencias. En el **ítem tres** se mencionarán los objetivos del proyecto.

En el **ítem cuatro**, el lector podrá conocer la información utilizada para obtener el mejor método de dosificación que se diseñara en el proyecto. El **ítem quinto** se encargará de mostrarle al lector todos los sistemas mecánicos industriales que se utilizan en las empresas, tanto de transporte como de almacenamiento. El **sexto y séptimo ítem** hace que el lector pueda dimensionar los métodos de acople de potencia y de protección que se utilizan para disminuir los problemas de recalentamiento en los equipos de alta potencia y daños de los equipos de baja potencia. El **ítem ocho** el lector conocerá los diferentes sistemas de automatización industrial y el ítem nueve se conocerán los diferentes tipos de sensores existentes y las clases que se encuentran en cada tipo de sensor. En el **décimo ítem** se presenta los diferentes diseños que se realizaron, como el diseño de la tolva de almacenamiento, transporte de la roca fosfórica y el control de los niveles de las tolvas de almacenamiento; también el diseño de niveles de todos los tanques que hacen presencia en todo el proceso de producción del ácido fosfórico y por último el diseño del software que realizara el monitoreo y control de las dosificaciones másicas continuas de los tanques de aguas madres, slurry y ácido sulfúrico para la producción del ácido fosfórico. El **onceavo ítem** da información de los costos que se necesitarían para implementar el proyecto. En el **doceavo ítem**, el lector tendrá la referencia bibliográfica necesaria para complementar la información que se encuentra en el informe. Finalmente en el **ítem trece** se entregan unos anexos referentes a los diagramas de flujos de las tarjetas de control diseñadas, circuitos diseñados de dichas tarjetas y los manuales y cotizaciones de los equipos que se necesitan.

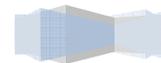


1. JUSTIFICACIÓN

En la empresa Productos Químicos Panamericanos (PQP), cuando se realiza el proceso de producción de ácido fosfórico se tienen valores específicos de concentración másica del fósforo, aguas madres y otros para así regular la producción del producto. Por lo cual realizan la dosificación manualmente en periodos determinados, teniendo con esto pérdidas económicas.

De acuerdo con lo anterior se ve la necesidad de diseñar un sistema automático para la dosificación continua de las materias que se utilizan en el proceso de producción del ácido fosfórico (fósforo, Ácido Sulfúrico y Aguas madre), buscando disminuir los problemas que se tienen con el método de control que se utiliza actualmente.

El proceso que debe realizar el sistema diseñado es el control y monitoreo continuo de la masa por minuto del fósforo y aguas madres que deben pasar a un proceso de mezcla, y así seguir con las reacciones necesarias para terminar el producto como lo requiere la empresa.

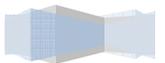


2. VISIÓN GLOBAL DEL PROCESO DE PRODUCCION DEL ACIDO FOSFORICO QUE LA PLANTA REALIZA ACTUALMENTE

2.1 Carga de la materia prima en los silos de almacenamiento:

El proceso que se realiza para obtener la materia prima (roca fosfórica), comienza con el transporte de la roca en tamaños grandes, luego es pasada por una trituradora de mandíbulas que reduce el tamaño de este, luego por un molino de martillos que reduce aun más el tamaño, después es elevado a través de un elevador de cangilones hacia un clasificador vibratorio que deja pasar la roca malla 6 que es la roca de menor diámetro, y la roca de mayor diámetro se envía de nuevo hacia el molino de martillos; la roca malla 6 es almacenada en una tolva y transportada hacia un molino de bolas que la tritura transformándola en polvo malla 100, este es el diámetro requerido para realizar las debidas reacciones del proceso. Este polvo se almacena en una tolva y por medio de una banda transportadora es enviada al dosificador (en esta parte del proceso se pierde gran cantidad de roca, por eso se diseñará un trasporte hermético controlado).

Foto 1 proceso de molienda de roca



2.2 Dosificación de la roca fosfórica

Actualmente la roca es llevada a una autopesa de un tornillo sinfín que está configurada para que se mantenga cerrada y el sinfín desactivado hasta que cumpla el peso (1000 Kg), al ocurrir esto se realiza un enclavamiento hacia la banda transportadora para que esta se desactive, el sinfín empieza a realizar la descarga hacia el tanque de lodos; cuando el indicador de la autopesa está en 0kg, el operador inicia de nuevo la carga a través de la banda transportadora. Debido a este procedimiento se pierde tiempo mientras carga y descarga la autopesa.

Foto 2 autopesa y descarga hacia tanque de Slurry

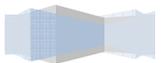


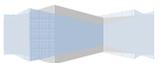
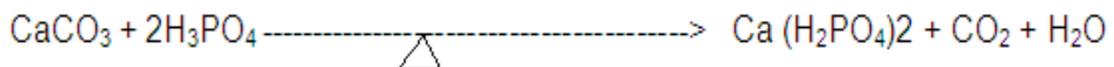
Foto 3 descarga de aguas madres a tanque de Slurry



2.3 Dosificación de las aguas madres para la debida reacción en el Slurry

Cuando la autopesa ha descargado totalmente el polvo al tanque de lodos o Slurry, se realiza la descarga de un volumen específico desde el tanque de aguas madres mientras que en el tanque se realiza la primera reacción, formándose la pasta o Slurry mediante la siguiente reacción

Formula de reacción del Slurry



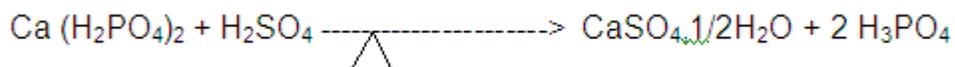
2.4 Dosificación del Slurry

Cuando la pasta o Slurry ya está preparado se traslada mediante una bomba centrífuga, hasta un tanque de reacción.

2.5 Dosificación de ácido sulfúrico y última reacción realizada

Cuando es enviado el Slurry, el operador abre una válvula donde se transportara el ácido sulfúrico calculando el volumen de este mediante el tiempo de descarga y un caudal fijo. En el reactor se realiza el último proceso de reacción:

Formula de la reacción del ácido fosfórico junto con sulfato de calcio (Yeso)



Se traslada el producto a unos tanques maduradores donde se realiza la separación del ácido con el yeso por medio de decantación del producto, La fase líquida extraída o ácido fosfórico con una concentración aproximadamente del 25% de P₂O₅ es conducido hasta los tanques de purificación. La fase sólida o yeso obtenido es conducido hasta un tanque de lavado, donde se le adiciona agua para disolver los residuos de ácido fosfórico absorbidos por este material. El yeso lavado, se pasa a través de un filtro rotativo de vacío donde el líquido obtenido, ácido fosfórico diluido o agua madre, es devuelto nuevamente al proceso para la preparación de los lodos de roca fosfórica. El yeso húmedo obtenido en la filtración se traslada hasta un secador flash donde se seca y se obtiene un yeso con un contenido de P₂O₅, el cual se utiliza como fertilizante.

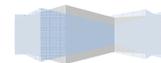


Foto 4 reactor



Todas las imágenes son fotos tomadas de la empresa PQP S.A sede Neiva

Foto 5. Reactor acido fosfórico



Foto 6 tanque acido sulfúrico y maduradores

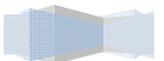
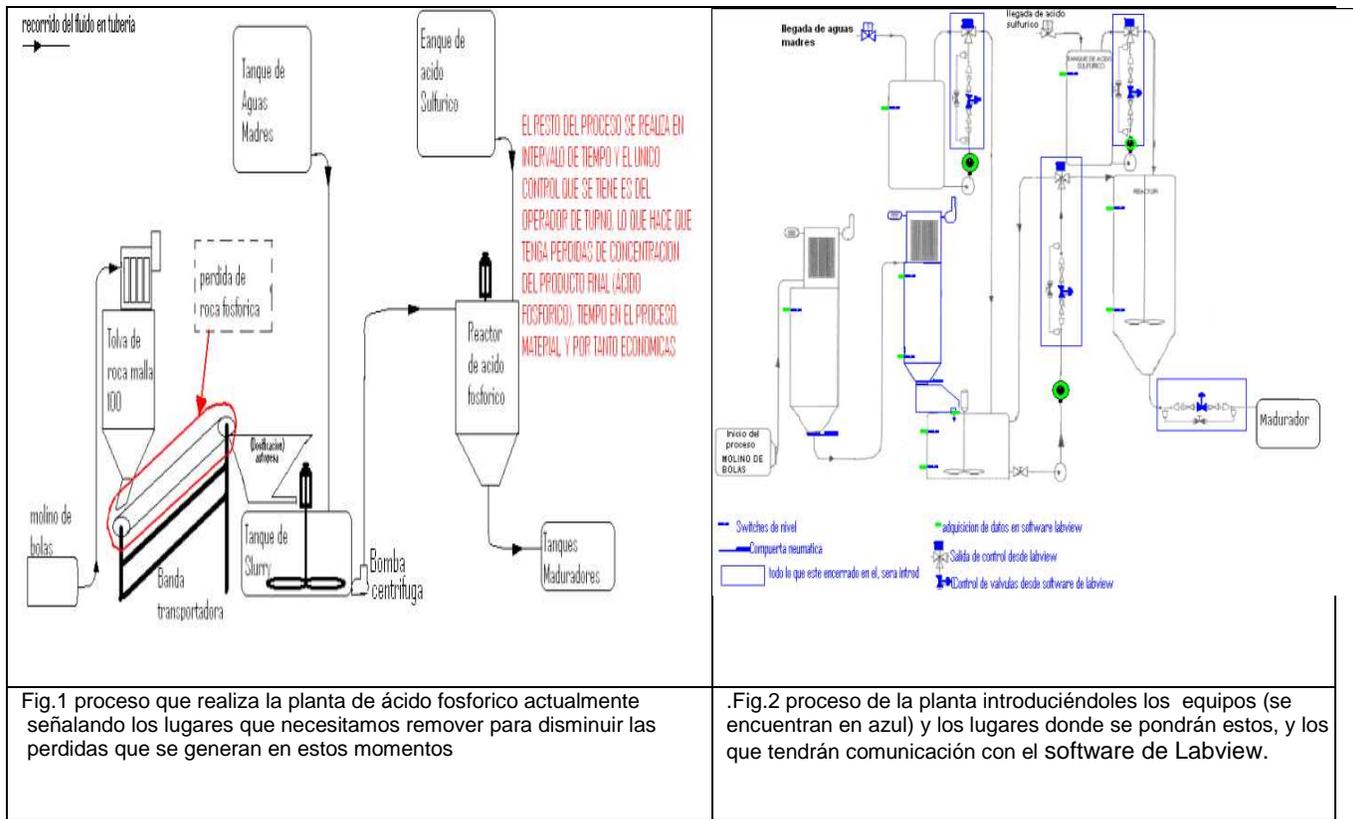
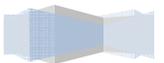


DIAGRAMA LOGICO DEL PROCESO ACTUAL DE LA PLANTA (fig, 1) Y EL DIAGRAMA DEL DISEÑO (fig.2)



2.6 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA

En la actualidad, la empresa PRODUCTOS QUIICOS PANAMERICANOS S.A sede Neiva, tiene una capacidad de producción promedio de 500 toneladas por mes de ácido fosfórico.



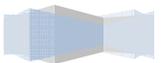
3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de control para la dosificación másica continua de la roca fosfórica, ácido sulfúrico y aguas madres durante el proceso de fabricación del ácido fosfórico en la empresa Productos Químicos Panamericanos, localizada en Fortalecillas, del municipio de Neiva.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el programa de monitoreo y control de aguas madres, ácido sulfúrico, tanque de Slurry, utilizando las herramientas que ofrece el LABVIEW.
- Introducir sensores de dosificación másica continua, y dosificador continuo de roca fosfórica en el diseño de sistema automatizado de dosificación másica continua de la roca fosfórica, ácido sulfúrico y aguas madres en el proceso de producción de ácido fosforico.
- Introducir los equipos indispensables (válvulas de control, válvulas de dos 3 vías 2 conmutaciones, etc), en el diseño del sistema automatizado de dosificación másica continua de la roca fosfórica, ácido sulfúrico y aguas madres en el proceso de producción de ácido fosforico.
- Diseñar un sistema de transporte que disminuya las perdidas de roca fosfórica que genera el transporte por banda transportadora
- Diseñar tarjetas de control de nivel de en los diferentes tanques de acido sulfúrico, aguas madres, Slurry y tolvas de almacenamiento para eliminar problemas de sobrellenado durante el proceso de producción de roca fosfórica.



4. MARCO TEÓRICO

4.1 GENERALIDADES DEL ACIDO FOSFÓRICO

El **ácido fosfórico** es un compuesto químico de fórmula H_3PO_4 , este tiene un aspecto líquido transparente, ligeramente amarillento. Normalmente se almacena y distribuye en disolución. Se obtiene mediante el tratamiento de rocas de fosfato de calcio con ácido sulfúrico, filtrando posteriormente el líquido resultante para extraer el sulfato de calcio. Sus propiedades físicas son:

- Densidad relativa respecto al agua: 1.68
- Solubilidad en agua: muy elevada
- Presión de vapor a 20°C
- Densidad relativa de vapor respecto al aire: 3.4

El ácido es muy útil en el laboratorio debido a su resistencia a la oxidación, a la reducción y a la evaporación. En la empresa lo empleamos en fertilizante, y se vende directamente a otras sedes de PQP.

4.2 DOSIFICACIÓN

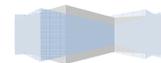
La dosificación o aplicación de las sustancias químicas se efectúa mediante los dosificadores o dispositivos capaces de liberar cantidades prefijadas de productos químicos en una unidad de tiempo. Dispones de controles que permiten fijar la cantidad que se debe liberar dentro de límites que caracterizan su capacidad.

4.2.1 clases de dosificación

La dosificación se clasifica según el tipo de material que se desea dosificar:

4.2.1.1 En seco

Para la aplicación de sustancias químicas en polvo, la dosificación puede ser volumétrica o gravimétrica, para efectuar la selección del dosificador se debe tener en cuenta la precisión requerida, el tipo de producto a dosificar y el rango del caudal de trabajo



4.2.1.1.1 Volumétrico

En este tipo de dosificación se determina la dosis midiendo el volumen del material que libera una superficie que se desplaza a una velocidad constante. Los más comunes son: válvula alveolar, el disco giratorio, plato oscilante y de tornillo.

La válvula alveolar es de poca precisión que se emplea en un rango de 0.5 a 1 m³/h.

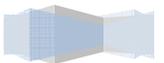
El disco giratorio está compuesto de una base que gira a velocidad constante sobre la cual una cuchilla de ángulo regulable separa una parte del producto, el cual se vierte a un depósito donde se efectúa la solución. El caudal se modifica regulando el ángulo.

El dosificador de tornillo está compuesto por una tolva, una tolva de alimentación y un tornillo de dosificación, provisto de un brazo rescatador que saca el producto a dosificar, a través de un tubo calibrado, previamente se homogeniza el producto por medio de un agitador de paletas, de eje horizontal, destinado a evitar la formación de zonas muertas. La variación de caudal del dosificador se consigue ya sea por acción directa sobre el control de regulación del moto-variador, que actúa sobre la velocidad de giro del tornillo de dosificación. La tolva de alimentación puede ir provista de un vibrador o de un sistema oscilante de frecuencia o amplitud regulable.

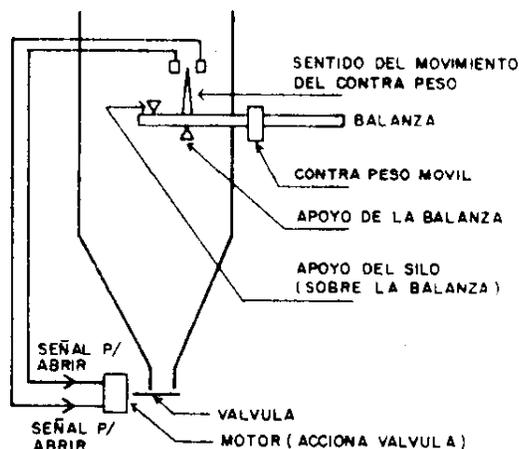
4.2.1.1.2 Gravimétricos

La cantidad de producto químico dosificado se mide pesando el material, o en base a una pérdida de peso constante del material depositado en la tolva. Las soluciones más comunes son la de correa transportadora y la de pérdida de peso.

En el dosificador gravimétrico de pérdida de peso se mide la cantidad de material a dosificar por diferencia de pesaje de un silo o tolva, que sostiene el material y que se apoya a una balanza equilibrada por un contrapeso móvil. El contrapeso se desplaza proporcionalmente a la dosificación deseada.

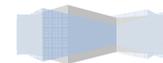
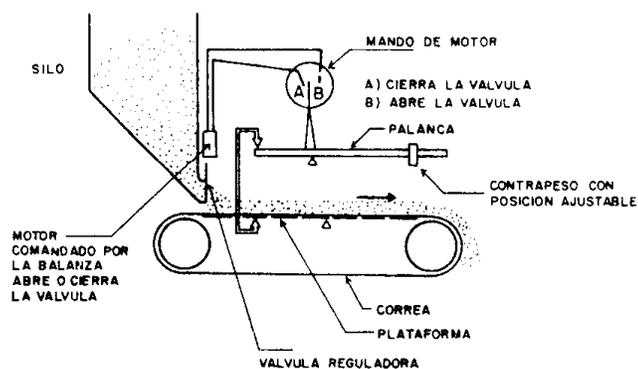


Grafica 1 dosificador gravimétrico por pérdida de peso



En el dosificador gravimétrico de correa o banda transportadora, el material depositado en la tolva cae en una correa transportadora, que se desplaza sobre la plataforma de una balanza que se regula para recibir el peso correspondiente a la dosis deseada, cuando el peso del material sobre la correa no es igual al peso prefijado, una válvula situada en la salida de la tolva modifica su abertura para regular la dosis, el rango de dosificación también se puede modificar alterando la velocidad de la correa.

Grafica 2 dosificador gravimétrico de correa transportadora



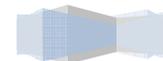
4.2.1.2 En solución

En este tipo, la graduación de la cantidad a aplicar se efectúa directamente con el coagulante en solución. Puede ser de dos tipos: por bombeo y por gravedad. En el sistema de bombeo el más usado es el de bomba de pistón y de diafragmas, el primero es muy preciso, pero de emplearse con precaución en el caso de productos abrasivos o muy corrosivos, en cambio los dosificadores por gravedad se emplean especialmente en plantas pequeñas y medianas. Lo más comunes son los de carga constante y regulable, esta consiste en mantener una carga constante de agua, sobre un orificio para obtener un caudal de dosificación constante, el caudal se calibra mediante una válvula que se encuentra en la salida.

Tabla 1. Tipos de dosificación

Seco	Volumétricos	Plato Garganta Cilindro Tornillo Estrella Correa
	Gravimétricos	Correa transportadora Pérdida de peso
Solución	Gravedad	Orificio de carga constante o regulable Torres de saturación
	Bombeo	Desplazamiento rotatorio Desplazamiento positivo
	Boquillas	
Gas	Solución al vacío	
	Aplicación directa	

<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsacd/scan/027757/027757-02d.pdf>



5. SISTEMAS MECÁNICOS INDUSTRIALES

5.1 SISTEMAS DE TRANSPORTE

Los sistemas de transporte, son utilizados para diversos propósitos en la industria. El transportar ingredientes o materiales a granel, es una de sus principales funciones. Por lo general, los sistemas de transporte son utilizados de forma horizontal y tienen poca pendiente. Sin embargo, existen otros sistemas de transporte de material que están instalados verticalmente o con pendiente bastante pronunciada.

El manejo de sólido, en la industria, se hace importante cada vez que se requiera la separación de materiales a granel, así como la mezcla de estos mismos.

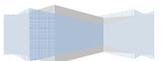
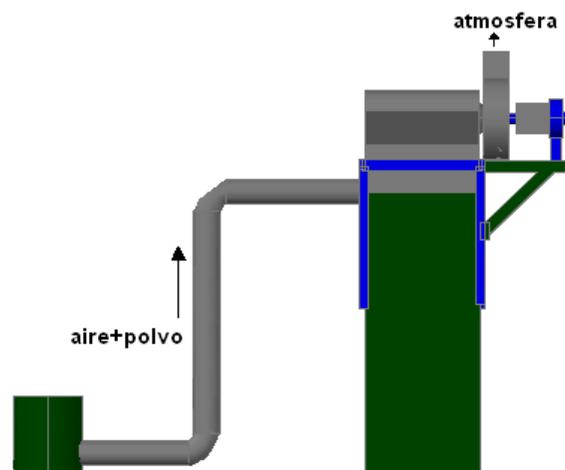
Existen muchas formas de realizar el transporte de estos materiales pero el que vamos a utilizar es el elevador neumático.

5.1.1. Elevador neumático

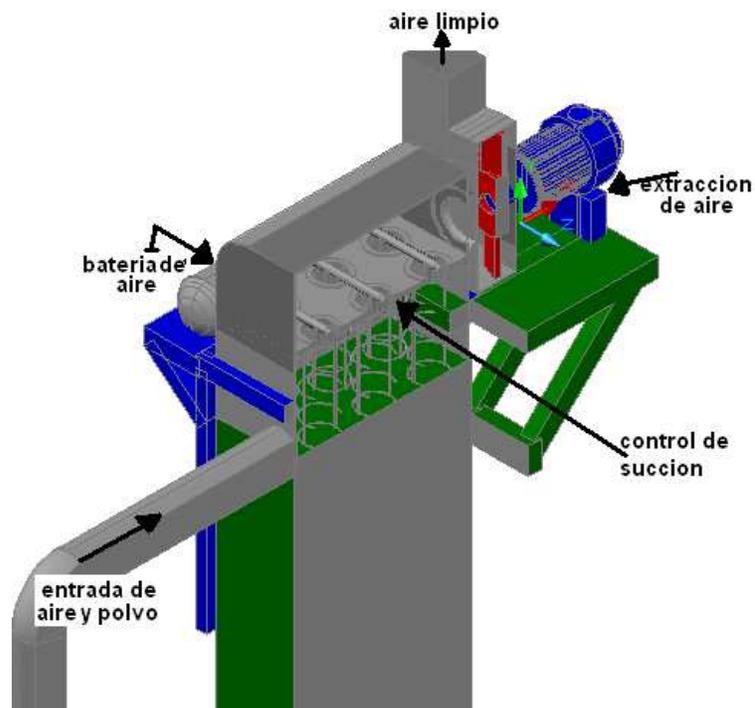
Los elevadores neumáticos son el medio más eficiente para elevar grano, muy fino y suave. Estos elevadores requieren de la menor cantidad de potencia para el transporte vertical debido a que es un polvo muy fino y para extracción no se requiere de mucha fuerza; y el costo de estos es menor al elevador de cangilones.

<http://www.kauman.com>

Grafica 3 elevador neumático



Grafica 4 elevador neumático (parte interna)



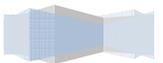
// DISEÑO DEL FILTRO EN SOFTWARE AUTOCAD 3D

5.2 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Los criterios de diseño para el almacenamiento de sólidos son menos claros, puesto que un diseño científico completo que use factores establecidos resulta caro, a menudo el diseño se basa en la experiencia de diseños anteriores que han resultado satisfactorios, en vez de en un entendimiento básico de los principios científicos que están en juego.

5.2.1 Silo de almacenamiento

Las tolvas y los silos de almacenamiento son mecanismos empleado para depositar y canalizar materiales granulares o polvorientos. Generalmente, la estructura de la tolva es cónica, con las paredes inclinadas y permiten que la dosificación del material sea homogénea. Para cargarlas se efectúa por la parte superior y la descarga por una compuerta ubicada en la parte inferior. También existe La estructura del silo de almacenamiento es de forma prismática, la carga del material se hace de manera similar a las tolvas. Es común encontrar estos mecanismos de depósito en procesos de agricultura, construcciones e instalaciones industriales.



Grafica 5 tolvas y tipos de tolvas

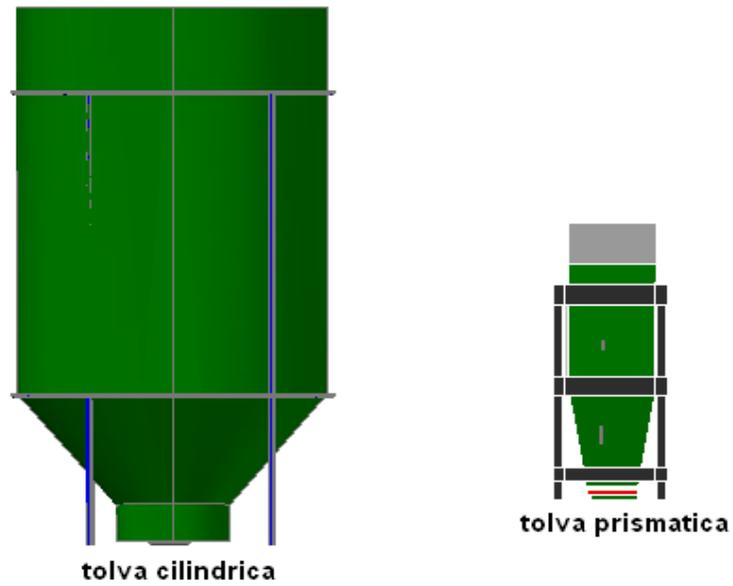
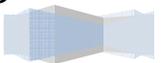


Foto 7 tolva existente en la planta



//TOLVA INSTALADA EN EL PROCESO MALLA100 DEL PROCESO DE ACIDO FOSFÓRICO



6. SISTEMAS DE ACOPLE DE POTENCIA

Todos los equipos en las industrias manejan voltajes elevados y corrientes grandes, por tanto son de alta potencia, como los elementos de control son de baja potencia, necesitamos hacer un acople de potencia controlado desde la salida del controlador.



Los diferentes sistemas de acople de potencia son circuitos diseñados con:

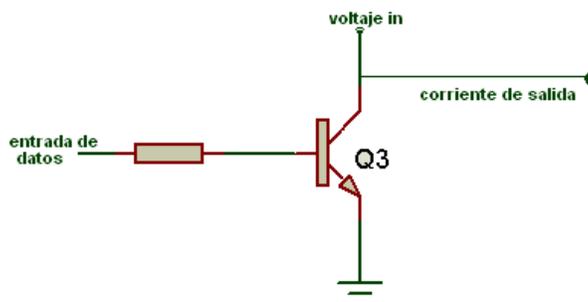
6.1 TRANSISTOR:

Es un dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, **conmutador** o rectificador. Hay diferentes tipos de transistores, pero el más usado para el acople de potencia es el de unión bipolar

CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE TRANSISTOR BIPOLAR: este es un elemento de circuito de tres terminales que puede cumplir funciones de amplificador (operación lineal) o llave (operación en la zona de corte y saturación)

La forma más usada para aplicarlos como acople de potencia es ingresar los datos de control y tomar la configuración emisor común, ya que el emisor es la que actúa como masa del circuito.

Grafica 6 configuración emisor común del transistor



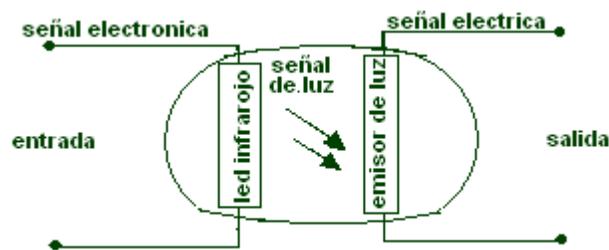
6.2 OPTO ACOPLADOR

El concepto más simple de un optoacoplador es el de una combinación integrada de emisor y detector de luz. Es un componente electrónico diseñado para transferir señales en forma radiante a la vez que se mantiene eléctricamente aislada la entrada y la salida.

Una vez que emisor y detector no han sido acoplados, el dispositivo puede entenderse como uno de naturaleza netamente electrónica, lo cual permite al diseñador prescindir de conocimientos ópticos.

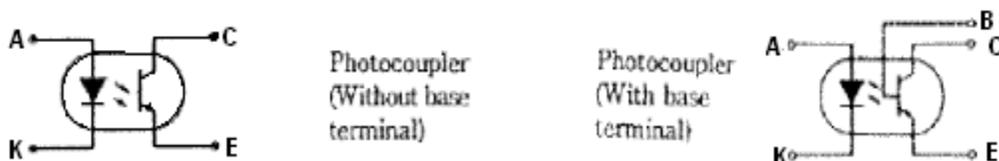
El principio de funcionamiento se da conociendo los fundamentos básicos de emisores y detectores optoelectrónicos, para entender el principio de funcionamiento nos remitimos al siguiente esquema funcional.

Grafica 7 principio de funcionamiento del optoacoplador



La transmisión de información se realiza por medio óptico, la señal eléctrica que excita el led se convierte en óptica, se transporta por un medio ópticamente valido y se reconvierte en una señal eléctrica de salida en el detector.

Grafica 8 Simbología del optoacoplador



7. SISTEMA DE ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO DE MOTORES

Para tener conocimiento de los sistemas de accionamiento de motores, se debe tener conocimiento de los motores y clases de estos

7.1 MOTORES

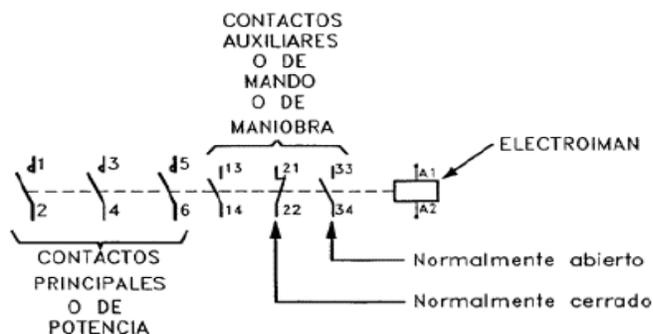
Las necesidades de la industria han obligado a los fabricantes de motores a crear distintas clases de ellos. Las más utilizadas en corriente alterna son los asíncronos, síncronos y monofásicos. Arrancar un motor lleva consigo los problemas debidos a sus características; mientras el rotor asíncrono puede arrancar sin más, conectándolo directamente a la red, el síncrono precisa de un empalme, y el monofásico de un bobinado o espira de arranque. En el momento del arranque del motor, este debe generar un pico de corriente lo suficientemente grande para vencer la fuerza que ofrecen los mecanismos propios y las cargas que estén aplicadas al eje del motor.

7.2 ELEMENTOS PARA EL ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO DE MOTORES

7.2.1 Contactor Eléctrico

Es un interruptor el cuál es accionado mediante un electroimán, y si se le aplica tensión a la bobina del electroimán, se consigue la apertura o cierre del interruptor. Este, está diseñado con robustez para soportar mayores tensiones y corrientes. Es muy similar al relé con la diferencia que los contactos de este último, están formados por un común, otro abierto y otro cerrado. En un contactor, los dos contactos se encuentran abiertos o cerrados, no tiene común, estos se dividen en tres partes: en la primera parte se encuentran los contactos de potencia, a través de los cuales se alimenta el circuito de potencia. Luego encontramos los contactos auxiliares para el gobierno y control del electroimán y otros elementos del circuito. Finalmente, se encuentra el electroimán, que es quien acciona los contactos de potencia y los auxiliares.

Grafica 11 partes de un Contactor



7.2.1 Relé térmico

Es un elemento de protección contra sobrecargas en los motores eléctricos, sin embargo, no protege al motor cuando el calentamiento de éste se produce por causas ajenas a la corriente que está tomando de la red. El elemento fundamental de los relés térmicos es un bimetálico, este se calienta en función de la corriente y provoca la apertura de un contacto intercalado en serie con la bobina del Contactor, cuando la temperatura es muy grande. Debe reunir tres condiciones:

- Debe permitir el arranque del motor en condiciones normales sin dispararse.
- Permitir el paso de la intensidad nominal del motor indefinidamente, sin dispararse.
- Debe dispararse ante cualquier sobrecarga mantenida antes del tiempo de sobrecarga del motor.

Grafica 12 relé térmico



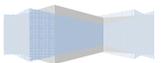
<http://www2.uca.es/grup-invest/ntgc/optimat/rele.htm>

7.2.2 ARRANCADORES

Los arrancadores son necesarios para limitar la corriente de armadura que fluye cuando el motor se conecta. El arrancador se usa para llevar al motor a su velocidad normal y luego se retira del circuito.

8. SISTEMA DE AUTOMATIZACION

En general, la automatización es la sustitución de la acción humana. Un sistema automático supone siempre la existencia de una fuente de energía para poder mover los mecanismos independientes o no entre sí, que hacen parte del mismo sistema de automatización, de unas piezas de mando, las cuales ordenan el ciclo que debe realizar el sistema y otras partes de trabajos que lo ejecutan. Las técnicas de automatización son: automatización mecánica, neumática, hidráulica, eléctrica y electrónica. Sin embargo, existe la combinación entre ellas y en la práctica es lo más habitual.



8.1 AUTOMATIZACION MECANICA

Algunos de los sistemas mecánicos usados en la industria, suelen ser complicados por la abundancia de mecanismos que se manejan y de escasa flexibilidad. A pesar de esto, la tecnología que regula su funcionamiento es relativamente accesible para personas poco cualificadas, traduciéndose esto en un montaje sencillo y económico. Algunos de los problemas que presenta sistemas mecánicos, en muchos casos, es la longitud de las cadenas y, la sincronización de movimientos de las partes móviles.

8.2 AUTOMATIZACION NEUMATICA

Los sistemas neumáticos tienen infinidad de aplicaciones, especialmente en el trabajo de fijación de piezas, bloque de elementos, alimentación de máquinas y movimiento lineal. En la industria, casi todas las automatizaciones, tienen como elementos de mando, instalaciones neumáticas. La sencillez de los propios sistemas de mando (cilindros, válvulas, etc.), la rapidez de movimiento que se puede llegar a manejar, y la economía de los sistemas neumáticos una vez instalados, son las principales ventajas que presenta esta técnica de automatización.

8.3 AUTOMATIZACION HIDRAULICA

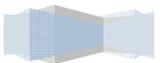
El principio de funcionamiento de la automatización hidráulica es muy similar a la neumática aunque con algunas diferencias. En una, el flujo de aire es que hace mover los actuadores neumáticos, y en la automatización hidráulica, los actuadores son movidos por flujo de aceite. El mando hidráulico es más lento que el neumático, pero es capaz de desarrollar más trabajo sin que necesite velocidad en las respuestas. El uso de la hidráulica es frecuente encontrarlo en prensas, y en los automóviles (dirección, frenos y suspensión).

8.4 AUTOMATIZACION ELECTRICA

Cualquier máquina por sencilla que sea, tendrá algún tipo de sistema eléctrico, encargado de generar movimiento a los actuadores o como función de mando dentro de la misma máquina.

8.5 AUTOMATIZACION ELECTRONICA

La llegada de la electrónica a la industria ha supuesto una verdadera revolución y ha permitido que la automatización industrial dé un paso gigante. La base de este avance en la automatización ha sido el sistema digital, que ha desembocado en el ordenador y, naturalmente, en el autómata programable.



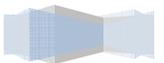
9. SENSORES

Generalmente un sensor es un dispositivo que detecta, o sensa fenómenos físicos como: velocidad, aceleración, tamaño, cantidad, entre otros. La función principal de un sensor, es transformar una magnitud que se quiera medir, en otra, y de esta forma facilitar su lectura y su medida. La magnitud que indica un sensor, puede ser directa, (como los termómetros de mercurio), o también pueden estar conectados a un indicador, es decir, a través de un transductor que convierte la señal entregada del sensores a otra de mayor facilidad de entendimiento (eléctrica). A continuación, se mencionan algunos sensores utilizados en este tipo de plantas.

9.1 SENSOR DE DEFORMACION

Un sensor de deformación usualmente se puede encontrar en equipos, máquinas o situaciones en las que se quiera medir una fuerza aplicada, la deformación o el peso de un elemento o estructura. Dentro de este tipo de sensores se encuentran las galgas extensiométricas o celdas de carga.

Foto 8 autopesa (galga extensiométrica)



La galga extensiométrica es un dispositivo que aprovecha el efecto piezorresistivo para medir deformaciones. Ante una variación en la estructura del material de la galga se producirá una variación de su resistencia eléctrica

9.2 SENSOR DE FLUJO O CAUDAL

Los sensores de flujo monitorean la velocidad de fluidos, tanto líquidos como gaseosos. Su principio de medición es variado, existen diferentes tipos de elementos primarios de flujo:

- **Elementos deprimógenos:** Placa Orificio, Tobera, Venturi, Cuña, Codo, Pitot, Pitot Promediante. Este grupo de caudalímetros está basado en la ecuación de Bernoulli que establece que la suma de energía cinética más la energía potencial de altura más la energía potencial debido a la presión que tiene un fluido permanece constante. De ahí se puede deducir que frente a un aumento de velocidad, por ejemplo al pasar por una restricción en la cañería, se producirá una disminución en la presión. Se puede establecer una relación entre la velocidad circulante y la diferencia de presión que se produce. Esta diferencia de presión se puede medir y de ahí determinar la velocidad. Multiplicando esa velocidad por el área de la cañería obtendremos el caudal volumétrico.

- **Flujómetro Electromagnético:** Los caudalímetros electromagnéticos están basados en la Ley de Faraday, de la cual se deduce que en un conductor en movimiento en un campo magnético constante se inducirá un voltaje. Este voltaje será proporcional a la velocidad de movimiento del conductor y a su longitud. Este fenómeno se reproduce en un caudalímetro electromagnético, que consta de bobinas que crean el campo magnético, un conductor que lo atraviesa (el fluido en movimiento) sobre el cual se induce la diferencia de potencial, y los electrodos que miden esta diferencia de potencial. Esta será proporcional a la velocidad del fluido, con lo que el caudal se determina sencillamente multiplicando esta velocidad por la sección de la cañería. Estos caudalímetros requieren que el líquido a medir tenga un mínimo de conductividad.

- **Medidores de caudal por Ultrasonido:** Los caudalímetros por ultrasonido están basados en la propagación de ondas de sonido en un fluido. Existen dos principios básicos para esta medición: Tiempo de Tránsito y Efecto Doppler. En los caudalímetros por tiempo de tránsito, la velocidad de flujo se determina por la diferencia entre la velocidad de propagación de una onda de sonido a favor y otra en contra del flujo. Los elementos emisores y receptores pueden instalarse por fuera de la tubería sostenidos por abrazaderas. El instrumento de efecto doppler tiene un generador de ultrasonido que emite ondas. Si en el seno del líquido existen partículas o burbujas de gas, estas ondas chocan con ellas provocándose una reflexión de las ondas, un eco. Cuando esto ocurre el eco devuelto tiene una frecuencia igual si el líquido está quieto o distinto que

la enviada si está en movimiento. Esta nueva frecuencia depende de la velocidad de la partícula productora del eco, por lo que midiendo el corrimiento de frecuencia se puede determinar la velocidad del fluido y por lo tanto el caudal instantáneo.

- **Rotámetros:** El rotámetro es un instrumento generalmente de indicación local que consiste en un elemento llamado flotante que se encuentra en un tubo cónico (en la entrada inferior el área es menor que en la salida). El flotador es arrastrado al ir aumentando el caudal y se equilibra en un punto. A cada caudal corresponde un punto de equilibrio, por lo que se puede graduar el rotámetro directamente en caudal.

- **Flujómetro másico:** Los caudalímetros másicos miden la masa que circula por unidad de tiempo. Los tipos más usados de caudalímetros másicos son por principio Coriolis y Másicos Térmicos. El efecto Coriolis es un fenómeno que se produce cuando un objeto se mueve en forma radial sobre un disco en rotación. A medida que un cuerpo de masa "m" se mueve sobre un disco que gira desde el centro hacia el borde en forma radial, va incrementando su velocidad tangencial. Eso implica que existe una aceleración que produce sobre la masa una fuerza conocida como Fuerza de Coriolis. El caudalímetro Coriolis consta de uno o dos tubos que vibran en el que se producen fuerzas de distinto sentido que producen una deformación que es proporcional al flujo másico. **Los caudalímetros por efecto Coriolis dan una medición directa de masa y densidad, no requieren tramos rectos en su instalación, no tienen requerimientos especiales de conductividad ni viscosidad de líquidos y aceptan cantidades importantes de sólidos en suspensión.** Los caudalímetros Másicos Térmicos se basan en la dispersión del calor generado por el flujo de corriente eléctrica a través de una resistencia. La cantidad de calor absorbida por un fluido depende de su flujo másico. Para medir se coloca una resistencia inmersa en el seno del fluido y se le hace circular una corriente eléctrica, esto produce calor. Si no hay circulación de fluido hay una determinada dispersión, que hace que la resistencia alcance una determinada temperatura. Si el fluido empieza a circular el calor es más dispersado por el flujo del medio en cuestión, enfriando la resistencia. Una segunda RTD da la temperatura de referencia del fluido. La diferencia de temperatura es un indicador de cuánto flujo másico está circulando.

Grafica 13 tipos de sensores de flujo



9.3 SENSOR DE NIVEL

En la mayoría de procesos se utilizan tanques, y no siempre se tiene acceso directo a ver o medir los niveles de material o fluido almacenado. Existen diversos tipos de sensores dependiendo del material o fluido y de la posible manipulación

9.3.1 sensores de nivel para líquidos

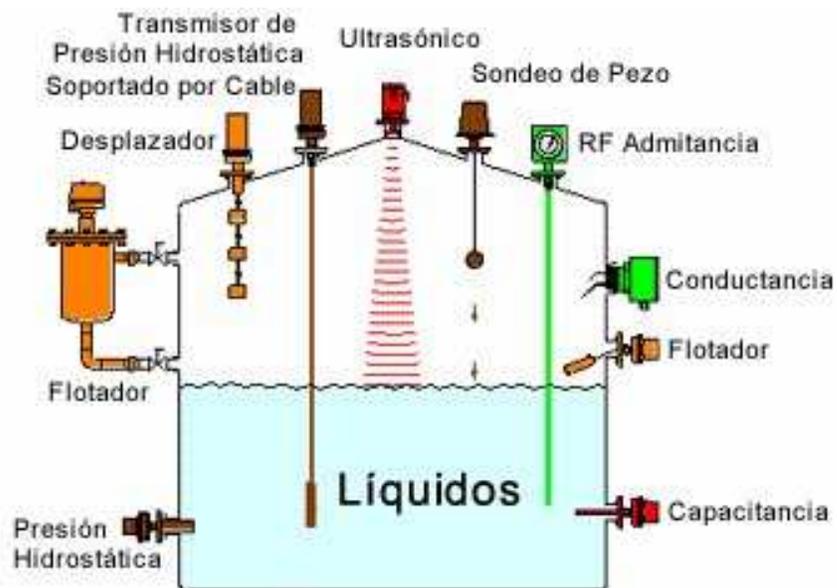
Son aquellos que censan el nivel de tanques de fluidos líquidos y se encuentran los siguientes: Desplazamiento (Flotador), Presión Diferencial, Burbujeo, Radioactivo, Capacitivo, Ultrasonidos, Conductividad, Radar, Servo posicionado

- Flotador: pueden ser:
 - Magnético: cambio ocurre por un imán permanente dentro del flotador
 - Mecánico: producto del movimiento del flotador en contra de un interruptorCompatibilidad química, temperatura, densidad, viscosidad y flotabilidad del líquido son importantes a la hora de decidir sobre un flotador (mecánico o magnético)
- Presión: Se compone por: se mide la presión de la entrada y salida del estanque, su funcionamiento es: dado que esta presión en la salida es proporcional a la altura del líquido en ese punto y a su peso específico. ($P = \rho \cdot g \cdot h$), La presión en la entrada es necesaria si el tanque esta cerrado. Las limitaciones de este es que solo se puede utilizar en tanques o depósitos no presurizados.
Por tanto son aplicables para el agua, aceite, combustibles y la mayoría de líquidos industriales
- Radioactivos: estos se componen por: una fuente radioactiva en un lado. Y un medidor de radiación al otro. Su funcionamiento: El medidor transforma la radiación recibida en una señal. La recepción de rayos es inversamente proporcional a la masa del líquido dado que este absorbe parte de la energía

recibida. Las limitaciones: tiene dificultades técnicas y administrativas. Son aptos para fluidos a alta temperatura, Líquidos corrosivos

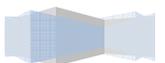
Existen más tipos de sensores de nivel, pero los anteriores son los mas utilizados por las industrias.

Grafica 14 tipos de sensores de nivel

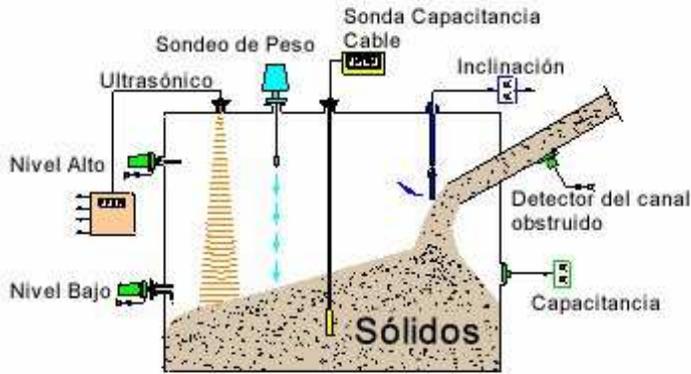


9.3.2 sensores de nivel para sólidos

Los diferentes sensores que son utilizados para sensar sólidos son los siguientes: Palpador, Paletas rotativas, Vibratorio, Membrana sensitiva, Varilla flexible, Peso, Ultrasonidos, Radar.



Grafica 15 tipos de sensores de nivel para sólidos



10. DISEÑO DEL PROYECTO

10.1 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ROCA FOSFÓRICA

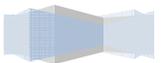
La finalidad de almacenar la roca es de poder tener una gran cantidad de materia prima en caso de alguna parada del molino encargado de enviar el polvo malla 100 al proceso de producción de ácido fosfórico, además que sale menos costoso y de más confiable reutilizar lo más posible la maquinaria que se tiene en el proceso actual sin afectar el proceso a implementar.

10.1.1. Diseño de tolva malla 100 para descarga al dosificador

Para efectos del diseño de la tolva de roca fosfórica, esta será cargada con un mínimo de 400kg de roca para que el dosificador trabaje en óptimas condiciones;

Los parámetros de requerimiento para el diseño de la tolva son;

- Capacidad mínima requerida de la tolva; 400kg
- Densidad de la roca fosfórica 1.25 kg/l



10.1.1.1 Calculamos el volumen de la tolva

$$\frac{400 \text{ kg}}{V_t} = 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{lt}}$$

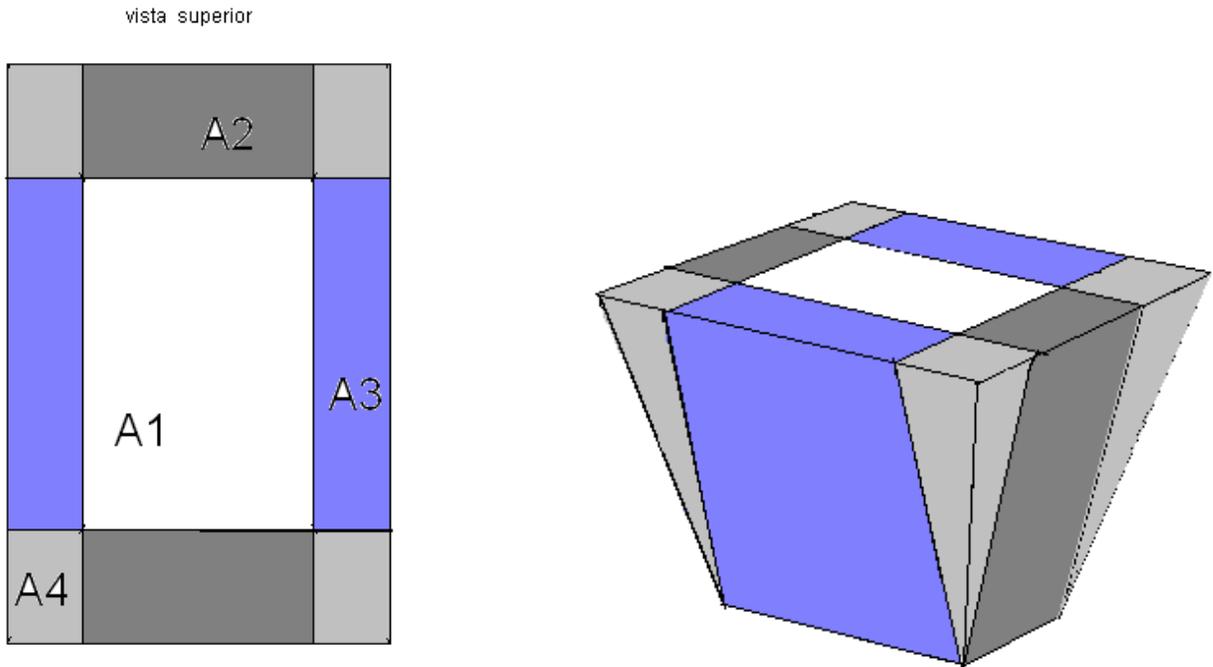
$$\frac{400}{1.25} \text{ Lt} = V_t$$

$$320 \text{ Lt} = V_t$$

Que en términos de $\text{m}^3 = 0.32$

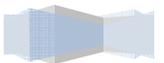
Hacemos el cálculo de las dimensiones de la tolva por medio de relaciones geométrica, por lo tanto al tener el grafico desde la vista superior podemos dividir el volumen total en varios volúmenes;

Grafica 16. Diseño de una tolva tipo prismática

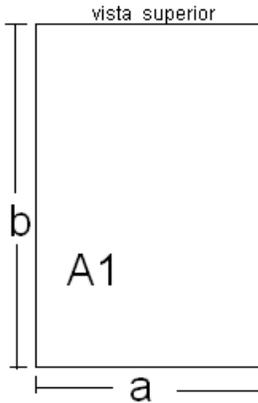


10.1.1.2 Ahora calculamos el volumen total de la tolva respecto a los volúmenes pequeños:

$$V_t = V_{A1} + 2 \cdot V_{A2} + 2 \cdot V_{A3} + 4 \cdot V_{A4}$$



10.1.1.3 Teniendo en cuenta las dimensiones de la boquilla del dosificador



$b = 0.356$ m largo de boquilla de cargue del dosificador
 $a = 0.305$ m ancho de boquilla de cargue del dosificador

$VA1 = b \cdot a \cdot h$ donde h es la altura de la tolva
 $VA1 = 0.305 \cdot 0.356 \cdot h$
 $VA1 = 0.10858 \cdot h$

- $A1$ y $B1$ son las dimensiones de la boquilla superior de la tolva

$$VA2 = \left(\frac{A1 - a}{2}\right) h a = \left(\frac{A1 - 0.305}{2}\right) 0.305 h$$

$$VA3 = \left(\frac{B1 - b}{2}\right) h b = \left(\frac{B1 - 0.356}{2}\right) 0.356 h$$

$$VA4 = \frac{1}{3} \left(\frac{A1 - a}{2}\right) \left(\frac{B1 - b}{2}\right) h = \frac{1}{3} \left(\frac{A1 - 0.305}{2}\right) \left(\frac{B1 - 0.356}{2}\right) h$$

$$Vt = 0.10858h + 2 \left(\frac{A1 - 0.305}{2}\right) 0.305h + 2 \left(\frac{B1 - 0.356}{2}\right) 0.356h + \frac{4}{3} \left(\frac{A1 - 0.305}{2}\right) \left(\frac{B1 - 0.356}{2}\right) h$$

$$Vt = h(0.10858 + 2 - 0.09303 - 0.12674) + A1h \left(0.305 - \frac{0.356}{3}\right) + B1h \left(0.356 - \frac{0.305}{3}\right) + \left(\frac{A1B1h}{3}\right)$$

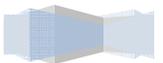
$$0.32 = h(-2.61 \times 10^{-3}) + A1h(0.18633) + B1h(0.25433) + \left(\frac{A1B1h}{3}\right)$$

por proporción y para mejor solución, suponemos $A1 = 0.5$ m y $h = 0.9$ m, y $Vt = 0.32$ m³

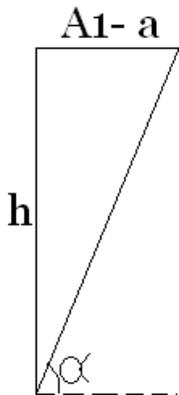
$$0.32 = 0.9(-2.61 \times 10^{-3}) + 0.5 \cdot 0.9 \cdot (0.18633) + B1 \cdot 0.9(0.25433) + \left(\frac{0.5 \cdot 0.9 B1}{3}\right)$$

$$0.32 = (-2.349 \times 10^{-3}) + (0.0839) + B1(0.2289) + 0.15B1$$

$$B1 = 0.83 \text{ m}$$



10.1.1.4 Ahora realizo el cálculo de α que es el ángulo de inclinación de las paredes de la tolva respecto a la horizontal



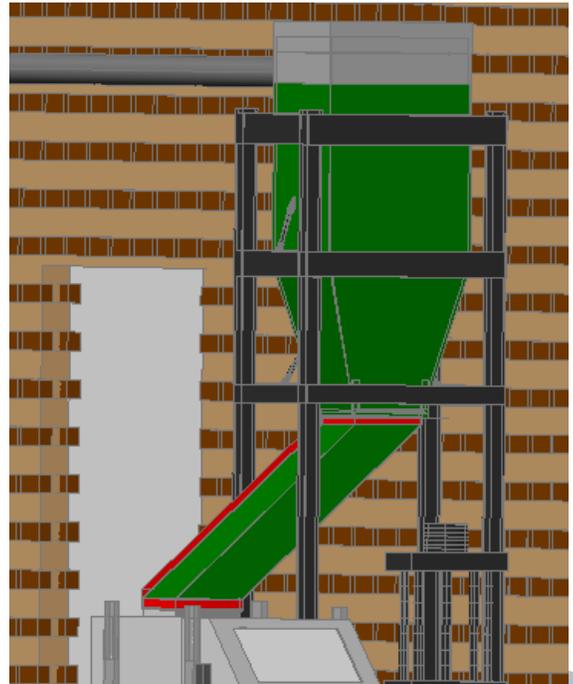
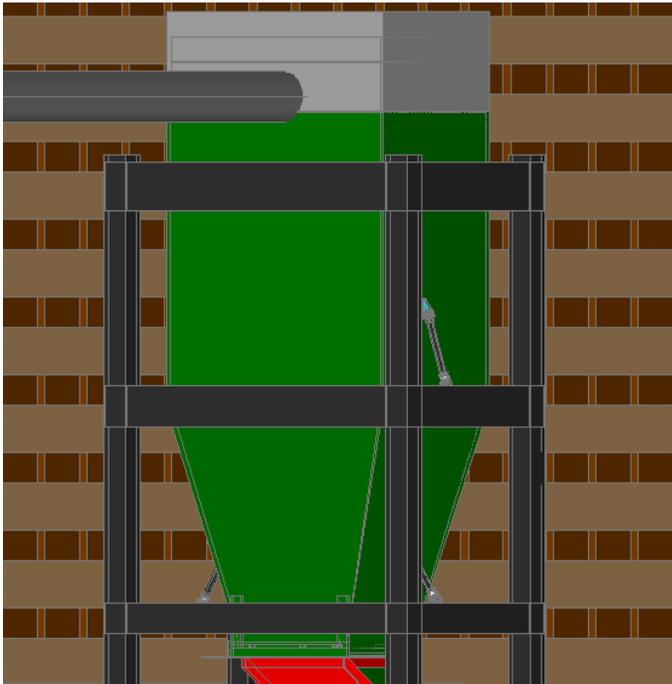
$$A1-a=0.295 \quad \alpha=90-\tan^{-1}\left(\frac{0.295}{0.9}\right) \text{ por tanto } \alpha=71.85^\circ$$

10.1.1.5 Calculo de las dimensiones de la parte recta de la tolva, para esto requerimos del valor máximo de almacenamiento de la tolva Capacidad máx.= 1400 kg por tanto $Vt2= 0.8 \text{ m}^3$ y conociendo que es un prisma rectangular tenemos que el volumen es :

$$\begin{aligned} Vt2 &= A1 \cdot B1 \cdot H \\ 0.8 &= 0.5 \cdot 0.83 \cdot H \\ H &= 0.8 / 0.415 \\ H &= 1.93\text{m} \end{aligned}$$

10.1.1.6 Para la obtención del material de construcción, para que el material que se encuentre en contacto directo con el producto debe ser en lámina de hierro (316), para evitar la pérdida de producto por porosidad.

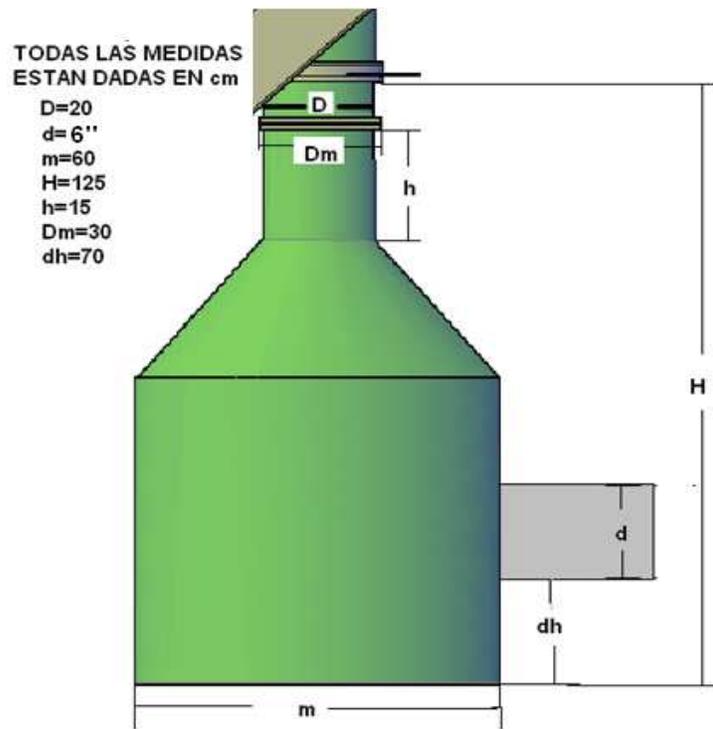
Grafica 17. Tolva ya diseñada en autocad



10.1.2 Diseño de silo de Batería

El fin de diseñar esta batería, es tener una cantidad de polvo acumulado en el momento que se llene la tolva, y así limpiar la tubería que no quede acumulación de polvo en ella, además que la fuerza de caída del polvo directamente desde la tolva es mucha y para no quitar el sistema que ya se tiene y por lo tanto reducir costos se adiciona esta batería.

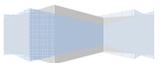
Grafica 18. Dimensiones de batería malla 100



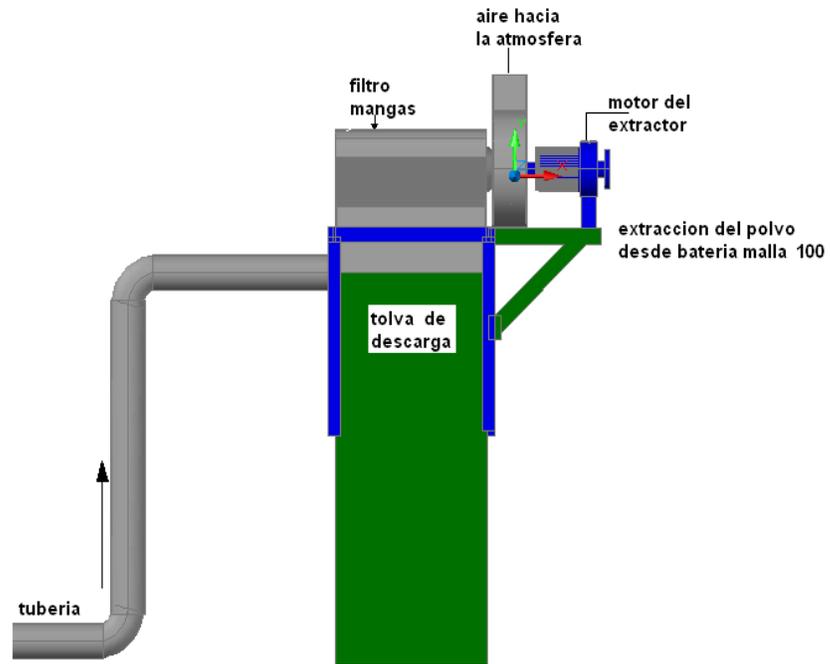
10.2 SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMÁTICO

10.2.1 Diseño de elevador neumático y filtro de mangas

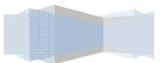
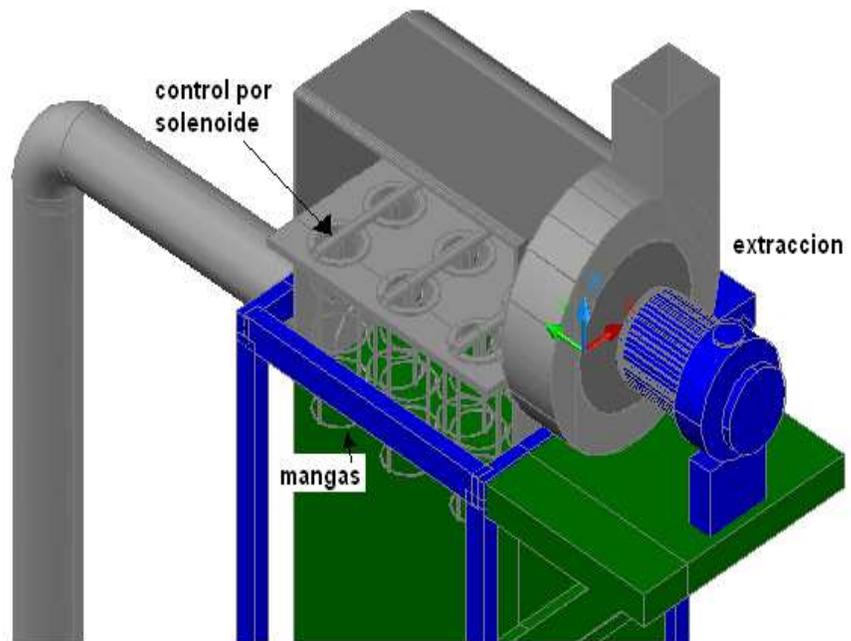
Para efectos de espacio y economía, se diseño el elevador neumático de tal forma que se acople al diseño de la tolva antes mostrada, para este se tomo en cuenta un caudal de transporte del polvo (roca fosfórica),



Grafica 19. Diseño de elevador neumático y filtro



Grafica 20. Diseño interno del filtro



Grafica 21. Diagrama de dimensiones del filtro

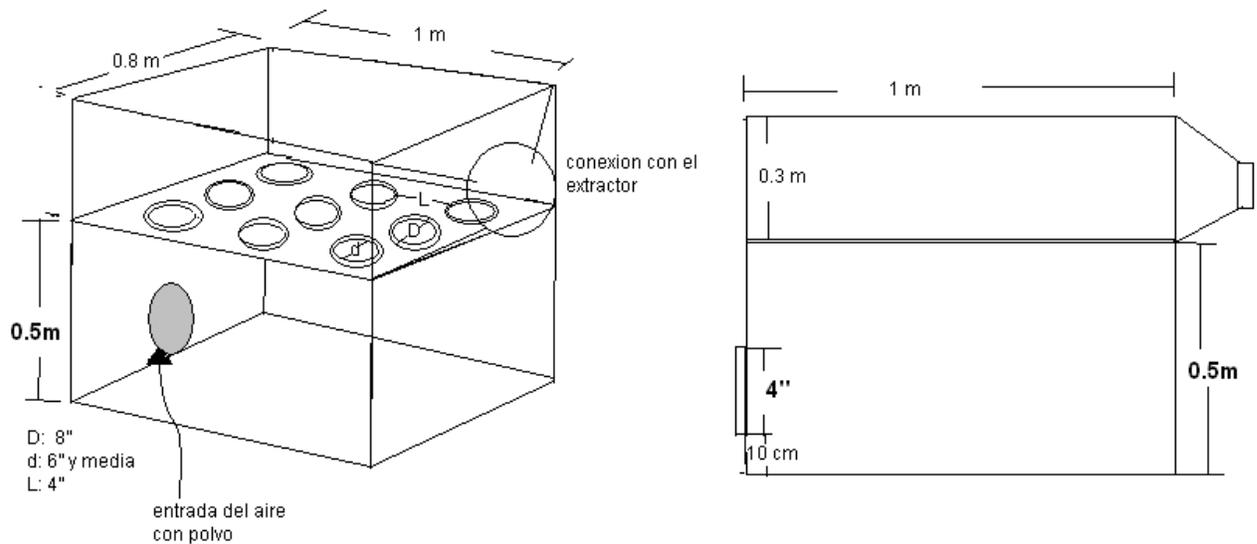
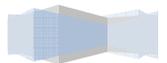


Tabla 2. Dimensiones de elevador neumático

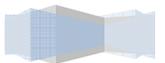
descripción	medidas
tubería horizontal para el elevador neumático	5m
tubería vertical para elevador neumático	7.4 m
Diámetro de tubería	6''
largo de filtro	1 m
ancho del filtro	0.8 m
alto del filtro	.5 m
largo de mangas	0.5 m
grosor de vigas para las mangas	1/2''
largo de columnas de las mangas	0.5 m
diámetro de vigas de mangas	7''
grosor de vigas horizontal para las mangas	1/4''
orificio donde se encuentran la s mangas	6''
distancia vertical entre centros de orificios de mangas	31 cm
distancia horizontal entre centro de orificios de mangas	25.5cm
tubería utilizada para soplete de polvo	2''
válvulas solenoides en acero inoxidable para el soplete	2''
tubería hasta el extractor	6.5 cm



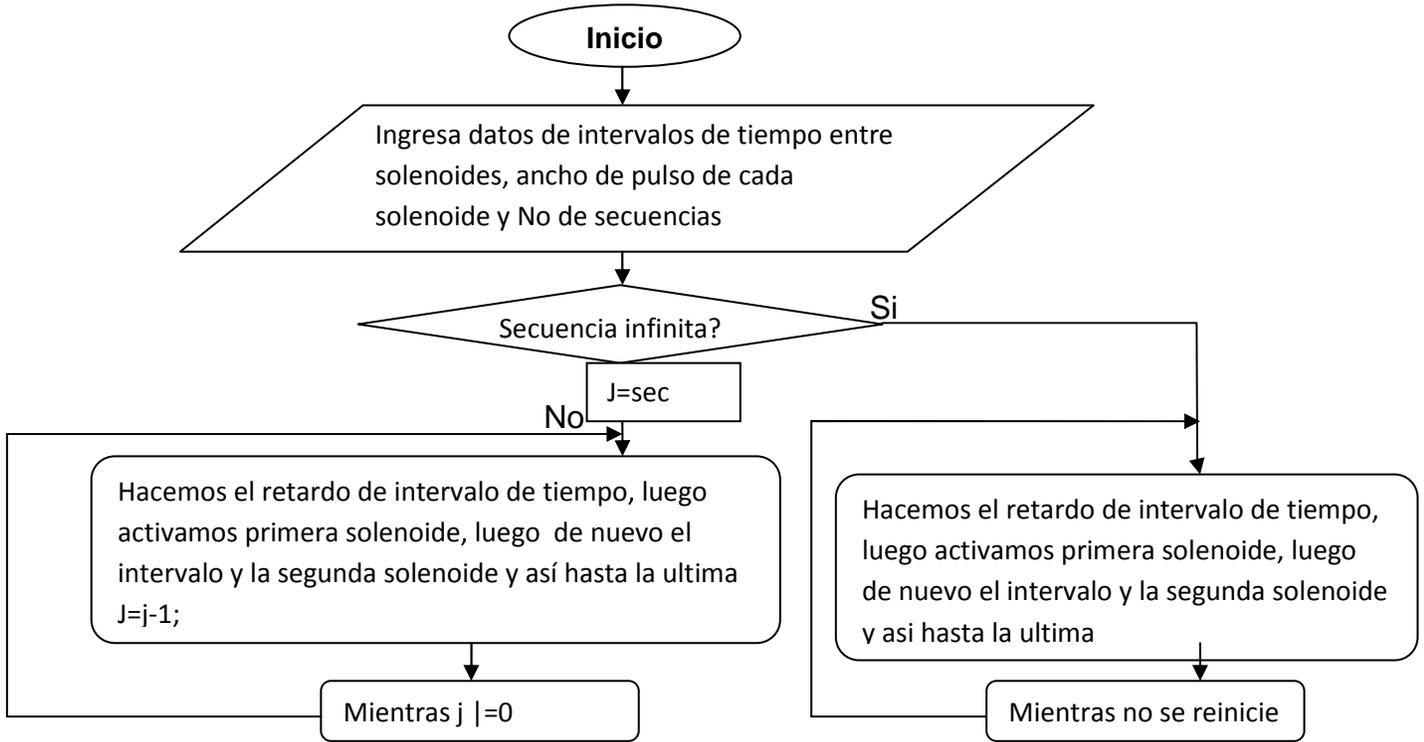
Tanque de almacenamiento de aire	50 psi
MOTOR	
Revoluciones	1750 rpm
Hp	3
voltaje	220
eje de acople	5"
EXTRACTOR	
eje de las aspas para acople del motor	6"
diámetro del eje del extractor	30.5 cm
grosor de eje del extractor	7cm
largo de cada aspa	21 cm
ancho de cada aspa	10 cm
grosor del aspa	2.5 cm
ángulo de aspa respecto al eje	23° C
lamina del extractor	
diámetro del extractor	75 cm
Alto	98.3cm
Grosor	30 cm
Diámetro de orificio de acople con el filtro	25 cm

10.2.2 Diseño del control del filtro

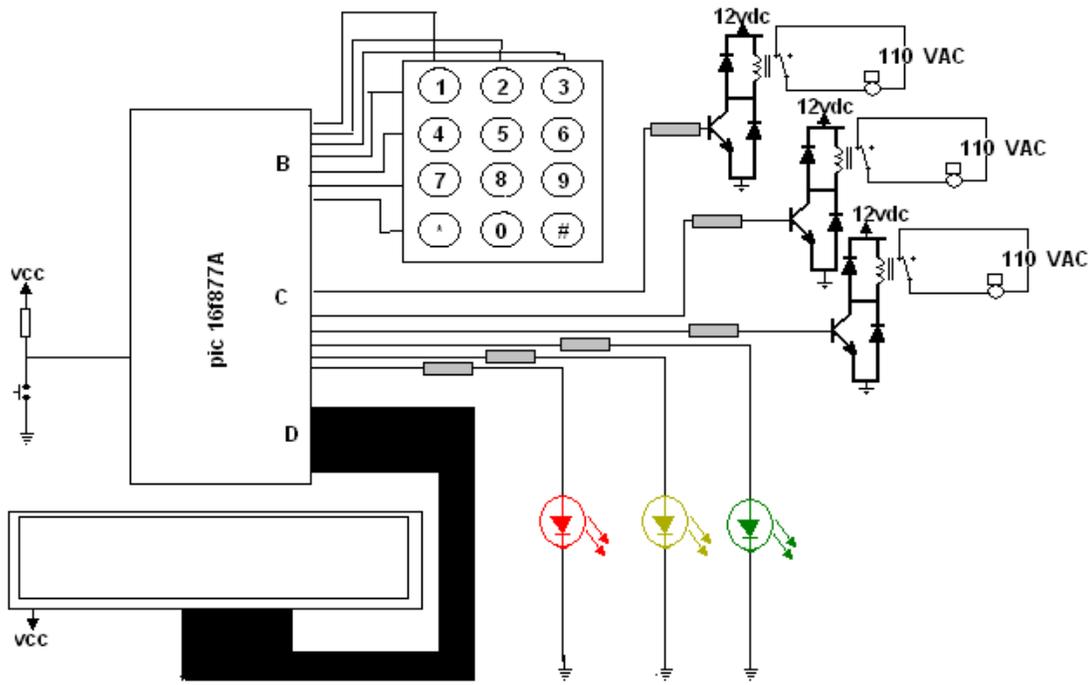
El fin del control del filtro es hacer un soplete en tiempos solicitados por el operador para que el polvo que se encuentre acumulado en las mangas caigan a la tolva, este control va dirigido por válvulas solenoides que recogen aire del tanque de almacenamiento, y en los tiempos de succión e intervalos de tiempo entre succión de las válvulas dados por el operador; este control consta de un teclado donde se ingresaran los parámetros de los tiempos antes mencionado, un LCD que está mostrando la válvula que se encuentre en funcionamiento durante la operación del sistema



Algoritmo 1. Diseño de control de filtro de mangas



Grafica 22. Diagrama eléctrico de control de filtro mangas



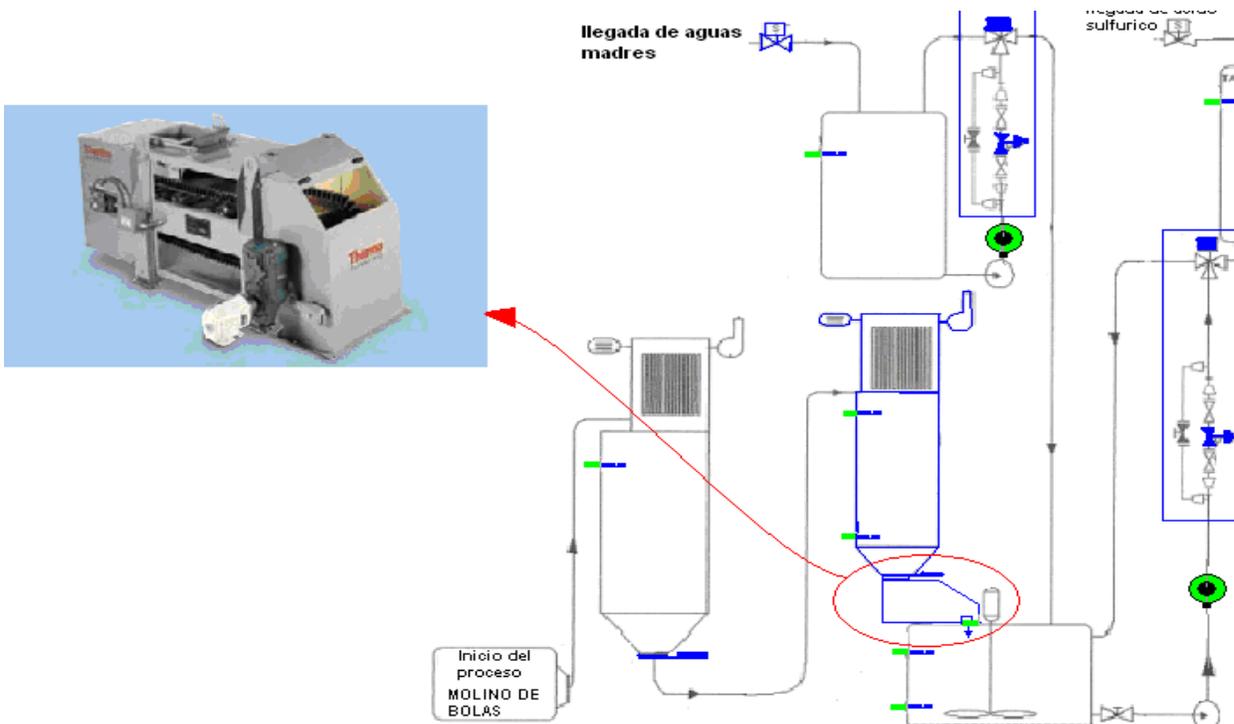
10.3 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN

Todos los sistemas de dosificación serán controlador por medio del sistema scada diseñado en el software del Labview.

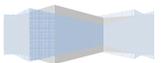
10.3.1 Dosificación de la roca fosfórica

Para el diseño del control de dosificación de la roca fosfórica, se va a utilizar el dosificador continuo que es resistente a polvo abrasivos como lo es este, el dosificador es de marca Ramsey modelo 90.125A, este es diseñado específicamente para realizar el control de la roca fosfórica. (Todas las especificaciones del equipo se encuentran en los anexos).

Grafica 23 Dosificador de roca fosfórica



En el software del labview lo que se hará es el monitoreo de este control y en caso de falla enviara un alarma. Y para el resto del sistema.

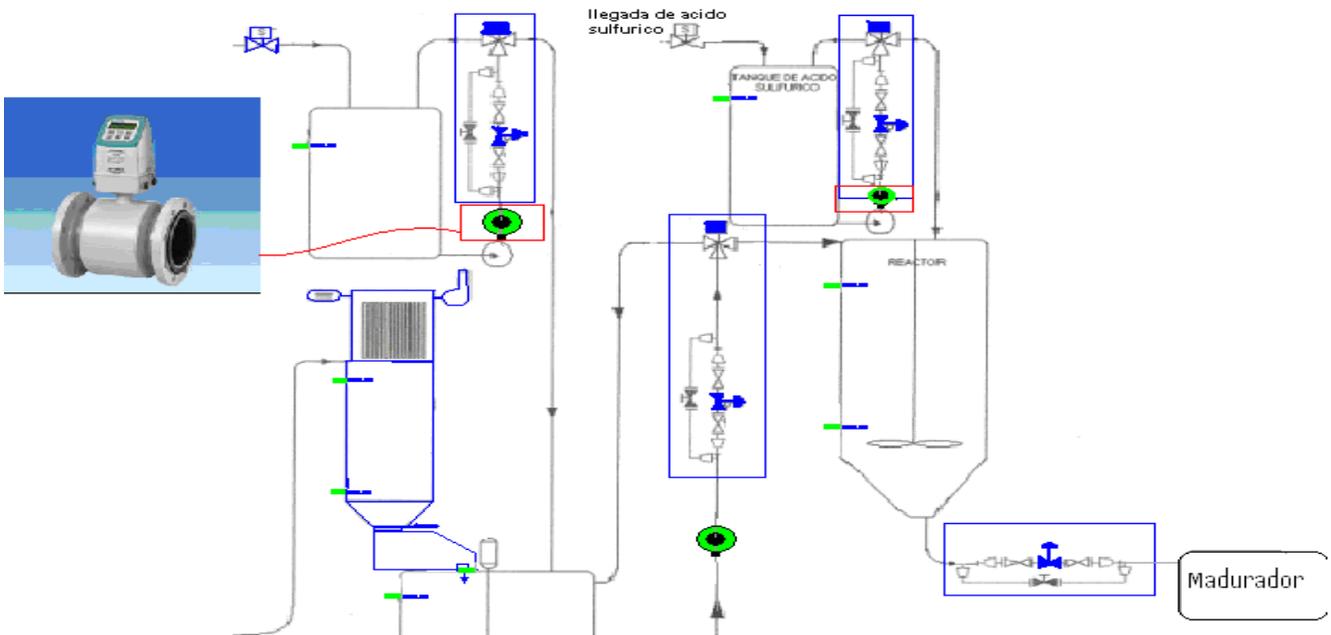


10.3.2 Dosificación de las aguas madres

Para este sistema, utilizaremos un sensor de flujo másico marca MAGFLO 3100 con su respectivo transmisor, este sistema enviara una señal de corriente de 4 a 20 mA, son realmente precisos y el control se hará en el sistema scada que será diseñado, cabe notar que este sistema se hará en tiempo real para evitar complicaciones de retardo.

El control será:

Grafica 24. **Sensor Magflo 3100 y el transmisor**

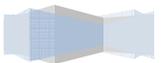


10.3.3 Dosificación del ácido sulfúrico

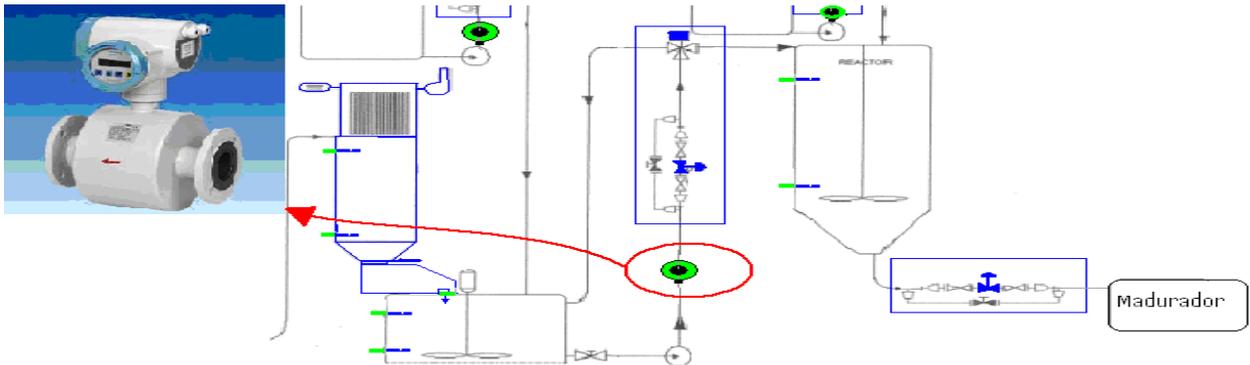
El sistema de dosificación es el mismo y también se utiliza el mismo sensor, lo único que cambian son los parámetros de control que se introducirán en el software de control de Labview..

10.3.4 Dosificación de Slurry de roca fosfórica

Se realiza el mismo trabajo que los anteriores, pero, debido a que este fluido contiene roca en suspensión, se utiliza un sensor más robusto; este es el sensor FM 911 de Siemens



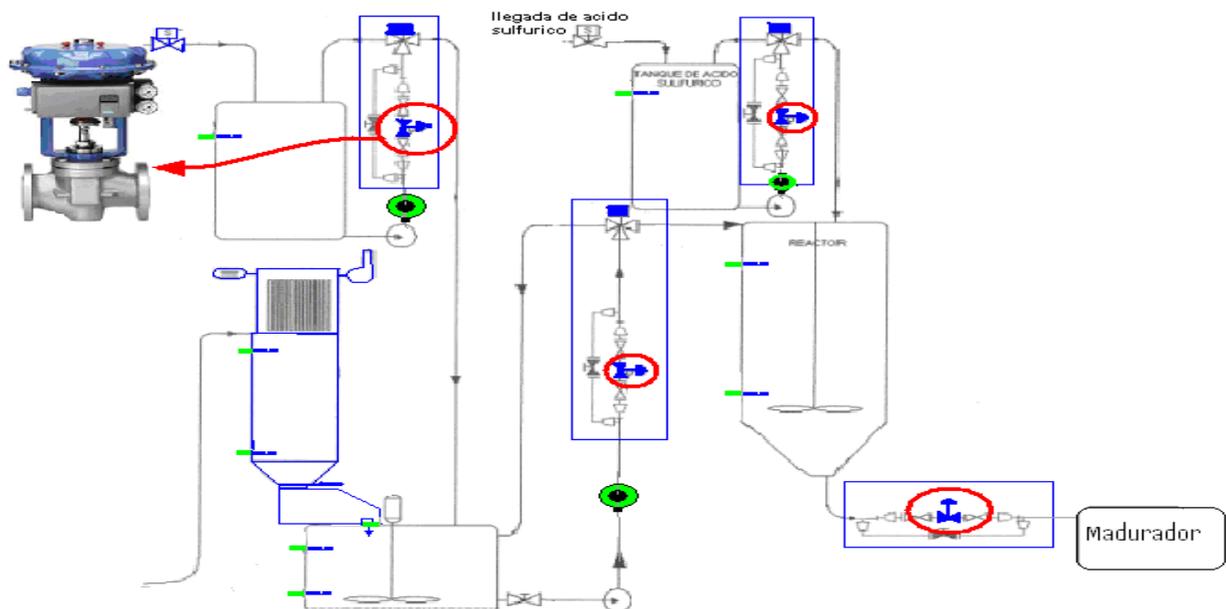
Grafica 25. Sensor FM 911 y su respectivo transmisor



Todos estos serán controlados por una válvula electro neumático de control proporcional a la corriente de entrada en un rango de 4 a 20 mA, no necesita un transmisor que le convierta la corriente que sale del control a flujo de aire.

Como el sistema de control viene directamente desde el software al actuador, a través del modulo DAQ que acondiciona las señales, no vamos a tener que adicionarle sistemas de acondicionamiento al sistema.

Grafica 26. Válvula de control proporcional



http://www.siemens.com.co/SiemensDotNetClient_Andina/Medias/IMAGES/108_2008

1010135848.jpg

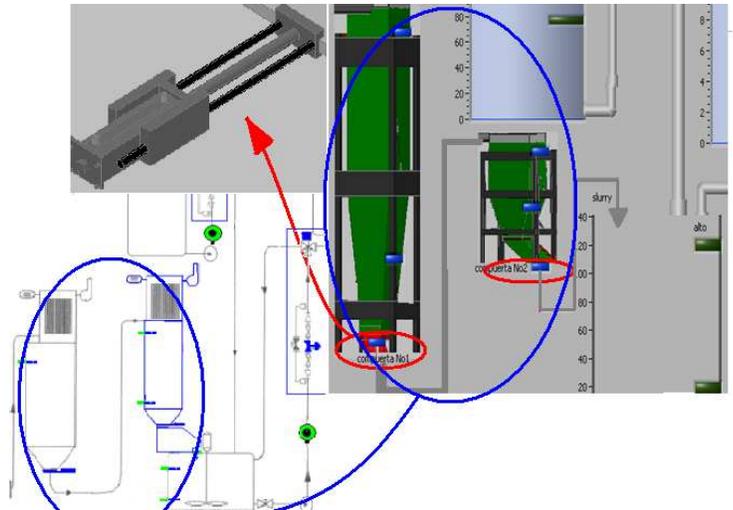
10.4 DISEÑO DEL CONTROL DE COMPUERTAS DE LAS TOLVAS

Como había comentado anteriormente, las tolvas tienen un sistema de compuerta tipo on/of, para cuando el sistema siguiente se llene o tenga una falla, esta se cierre inmediatamente y no halla problemas de polvo en las tuberías y de sobre llenado en los elementos siguientes.

Las dos tolvas que serán instaladas tienen el mismo sistema pero el control de cada uno de estos depende de la tarjeta de control ya diseñada.

El actuador que se utilizara es un cilindro neumático de doble efecto marca DNCB-80-400-PPV-A

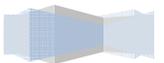
Grafica 27. Cilindro neumático



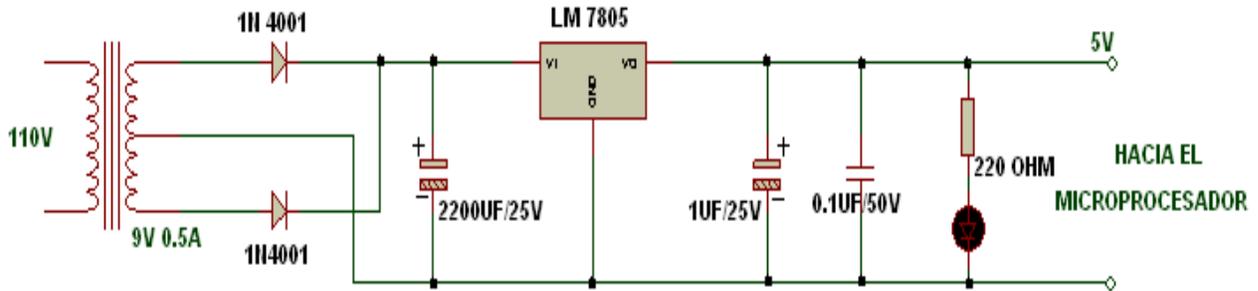
Diseñado en autocad

10.5 DISEÑO DE TABLERO DE CONTROL

Estos tableros van a controlar la activación y desactivación de todos los actuadores encargados de la apertura de tolvas, encaminado del fluido (si se realimenta o si sigue a la siguiente etapa de reacción “ver anexo 1”), y otros elementos de control que optimizaran el sistema y en caso de fallo realizara su respectiva protección. Para esto se tiene en cuenta el sistema de entrada de datos que será independiente de la alimentación de los relés, para no tener problemas de daños electrónicos por ruido o por caídas de corriente hacia los relés. Todos los tableros tendrán una configuración parecida en cuanto a la entrada y salida de datos,

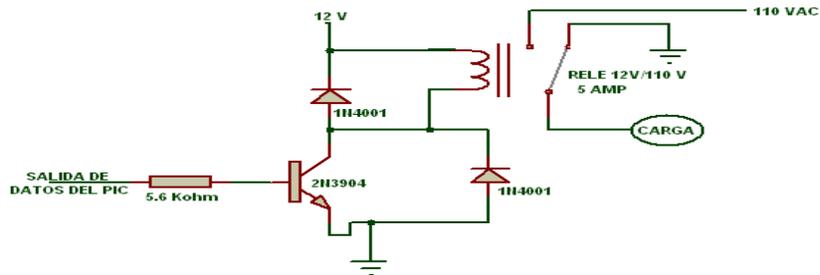


Grafica 28. Sistema de suministro de voltaje hacia el microprocesador



El sistema de salida de datos es directamente desde el microprocesador, adicionando el acople de potencia; en la programación de cada microprocesador se realizan todos los controles necesarios para cada fase.

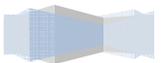
Grafica 29. Sistema de salida de datos



Para realizar los diseños de los tableros de control, es necesario saber los puntos de ubicación de estos sin que afecte demasiado el ruido y puedan llegar las señales con las menores pérdidas posibles; para esto se hacen diferentes tableros como lo son:

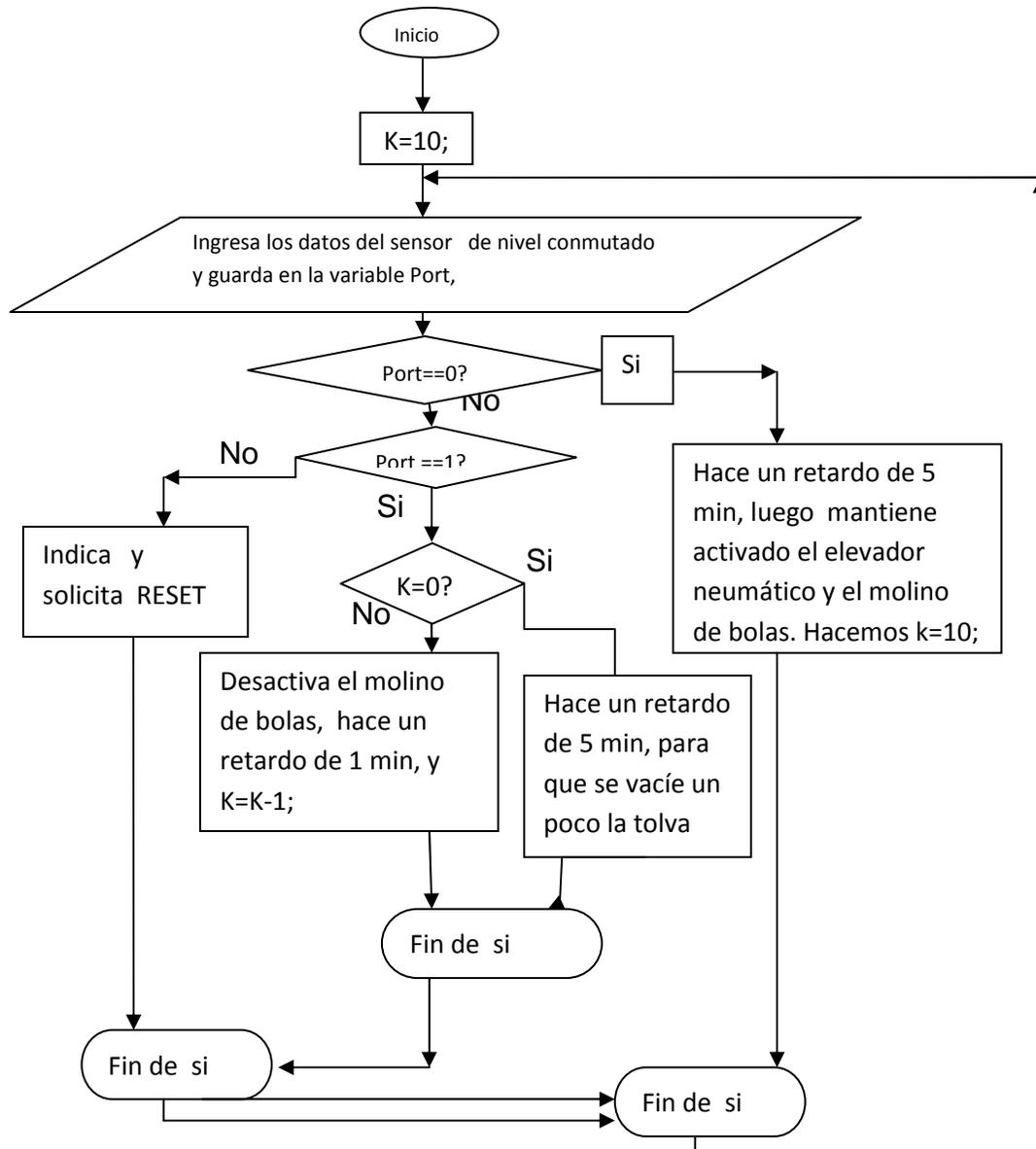
10.5.1 Diseño de tablero de nivel de tolvas

La ubicación de estos tableros será en el cuarto de control donde estará el monitor que contiene el software de diseño. El sistema de entrada del control va a ser cada una con su propia fuente de alimentación, la parte de acople de control y potencia es por medio de transistores y relés. Todo el control se realiza mediante programación en los respectivos microprocesadores



Estos controles son externos, con el fin de brindar protección a los sistemas de llenado, y a los equipos que se encuentren cerca de cada tolva o tanque, en caso de alguna falla del software. En el siguiente algoritmo, se presenta el diseño del controlador de nivel de la tolva de almacenamiento No 1.

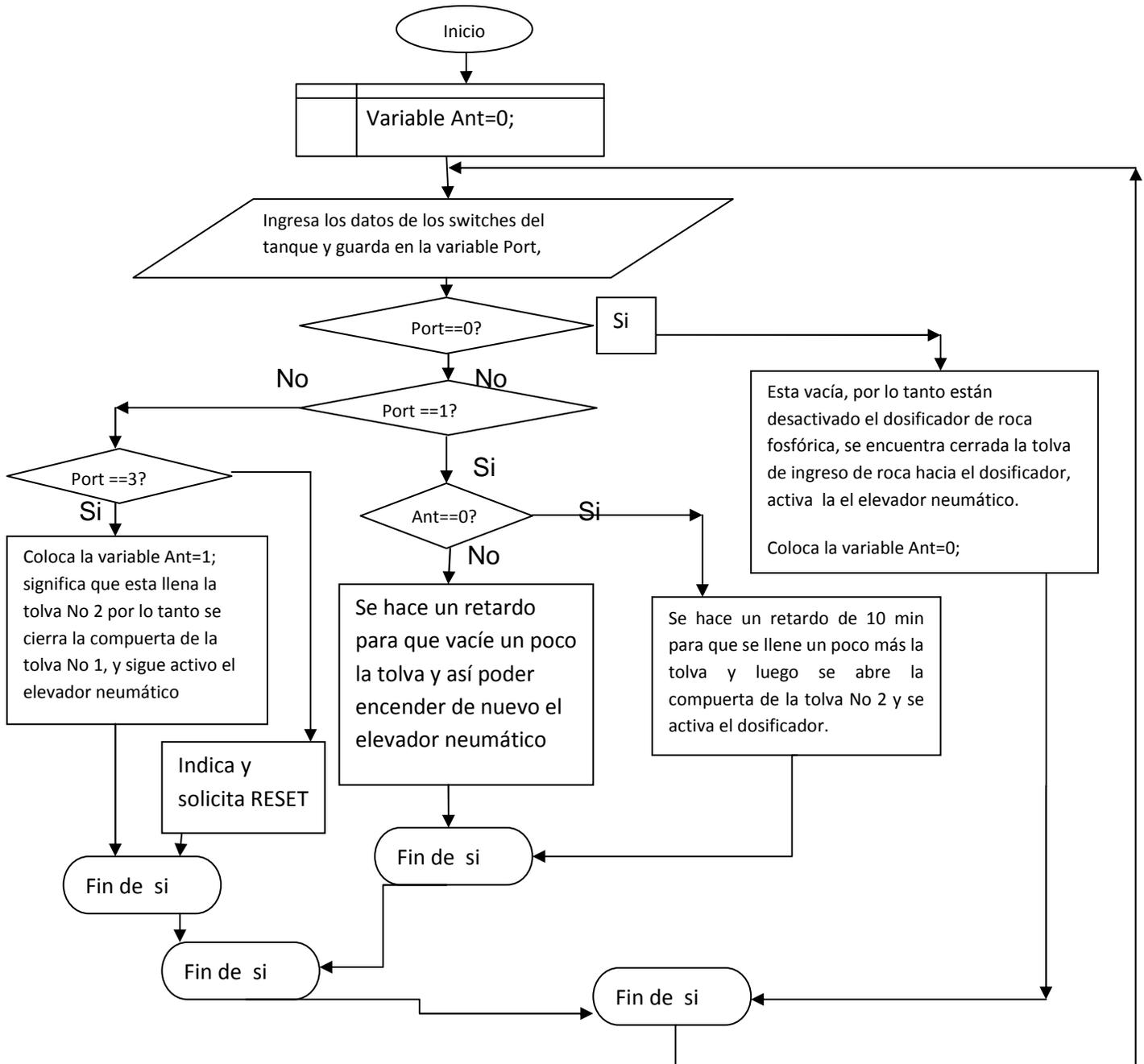
Algoritmo 2. Nivel de tolva de almacenamiento No 1



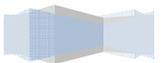
Diseño que posteriormente fue realizado en pic c y quemado para la tarjeta que se entrega a la planta como atente de que sirve sin ningún problema



Algoritmo 3. Nivel de tolva de almacenamiento No 2



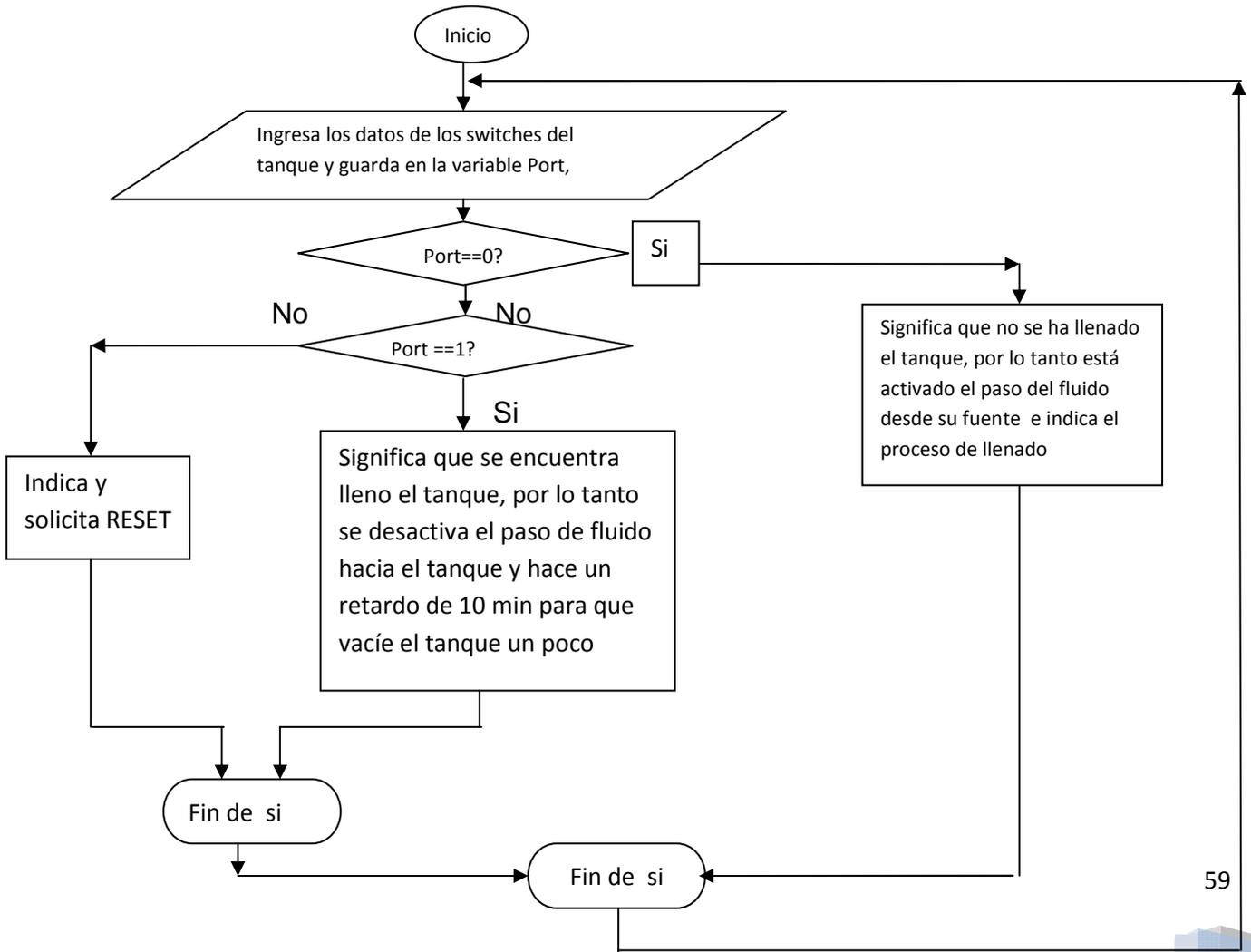
Para los siguientes diseños, se realizaran tarjetas diferentes para cada tanque, pero se hará un solo diseño para aguas madres y ácido sulfúrico y otro para tanque de slurry y reactor.



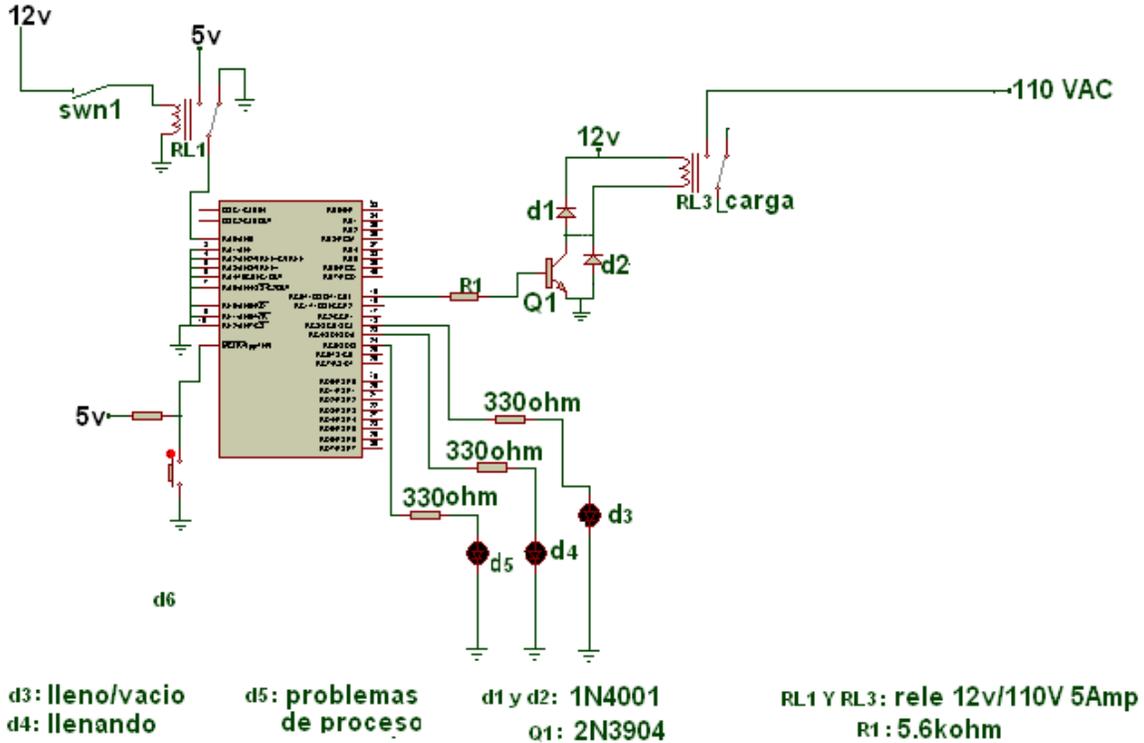
10.5.2 Diseño de tablero de nivel de tanques de aguas madres y acido sulfúrico

Es un diseño sencillo que consta de un switch de nivel que se encontrara en la parte alta del tanque, esta tarjeta controlara el paso del fluido desde su fuente de alimentación, también, en caso de que se realimente el fluido por falla externa o por llenado de u tanque, este llevara una información al software, para que esta ejecute las debidas comparaciones y no ejerza alteraciones en cada reacción. Además existen leds indicadores del proceso que esta realizando en el momento

Algoritmo 4. Nivel de tanques de aguas madres y acido sulfúrico

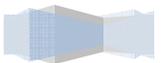


Grafica 30. Circuito electrónico de control de aguas madres y ácido sulfúrico

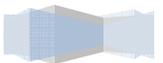
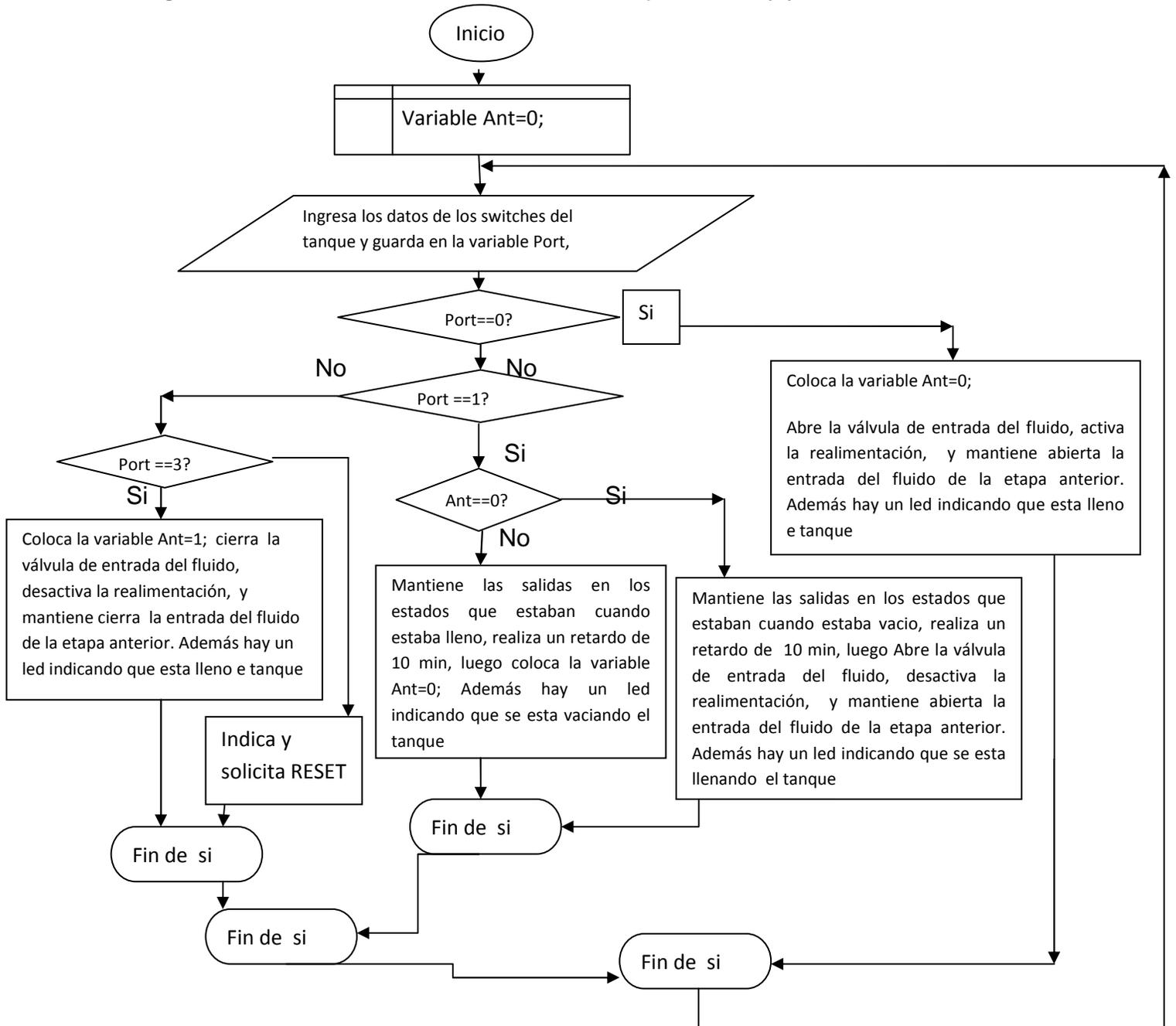


10.5.3 Diseño de tablero de nivel de tanques de ácido sulfúrico y reactor

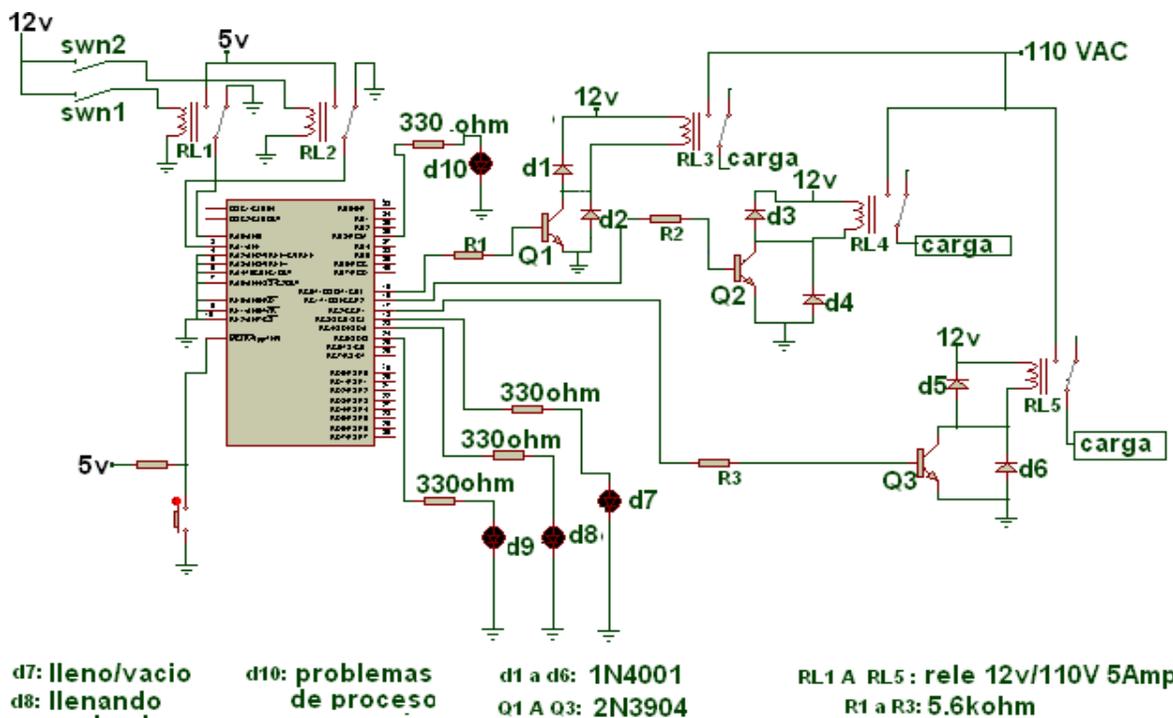
Consta de dos switches de nivel que estarán ubicados en el nivel alto y bajo deseado por la planta, debido a que estos tanques tiene un sistema de mezcla y por tanto el tanque debe tener una cantidad mínima de fluido para no generar problemas con la mezcladora existente; son sensores digitales que enviaran un alto cuando el tanque tenga ese nivel, esta tarjeta controlara la vía de realimentación del fluido de dicho tanque, el paso del fluido desde su fuente de alimentación, y el ingreso del fluido que competa de la etapa anterior, Además existen leds indicadores del proceso que esta realizando en el momento, cuando esta lleno o vacio indica el led d7, cuando esta vaciando indica el led 8, y si esta vaciando indica con led 9, en algún caso de descontrol, o daño del controlador indica led 10, para RESET o cambio. A continuación le presento el algoritmo.



Algoritmo 5. Diseño de control de nivel de tanque de slurry y reactor



Grafica 31. Circuito electrónico de control de nivel de tanque de Slurry y reactor



Para estos montajes se utilizaran tablero de plástico, para evitar problemas de conducción en el de metal.

Grafica 32. Tablero de control que se implementara



<http://www.solostocks.com.co/img/tableros-de-control-290368z0.jpg>



10.6 DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL

El software de control fue diseñado con el Programa de Labview, el cual es desarrollado por la National Instrument para funcionalidades de monitoreo, control e instrumentación en tiempo real.

Este Sistema reduce los retardos en el control de todos los sistemas, al desarrollarse el control en paralelo y en tiempo real.

Este diseño será implementado con el modulo de adquisición de datos vía USB de de la National Instrument, la cual permite integrar y configurar los puertos de entrada y salida con gran fiabilidad respecto a factores de ruido.

10.6.1 SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

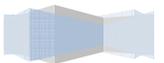
El sistema de adquisición de datos que se implementara es el compactDAQ, que contiene un modulo de entradas análogas 8 canales de 4 a 20 mA de referencia NI9203, un modulo de salida de corriente 4 canales de 4 a 20mA de referencia NI9265, un modulo de 32 canales de entradas y salidas digitales de referencia NI 9403, y el modulo cDAQ-9178 que es chasis de 8 slots que integra los módulos antes mencionados.

Grafica 33. Modulo NI9203



<http://www.ni.com>

Modulo de 8 canales de entrada de corriente, en un rango programable a 20 mA, la resolución es de 16 bits, a un rango de muestreo de 200Ks/s, rango de temperatura de trabajo de -40 a 70°C,



Grafica 34. Modulo NI9265



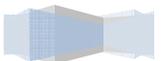
<http://www.ni.com>

Modulo de salida de corriente de 0 a 20 mA, con una resolución de 16 bits, contiene detección de lazo abierto, 4 salidas analógicas actualizadas simultáneamente de 100kS/s, a un rango de temperatura -40 °C a 70°C.

Grafica 35. Modulo NI 9403



<http://www.ni.com>



Modulo de E/S digital de 32 canales para NI compactDAQ, tipo TTL, es bidireccional, configurable por línea, protección de sobre voltaje de $\pm 30V$, Operación intercambiable durante el funcionamiento (hot-swappable), Rango de operación de -40 a 70 °C

Grafica 36. Chasis cDAQ-9178



<http://www.ni.com>

Modulo con conexiones BNC integrada para relojes y disparos externos (hasta 1Mhz), cuatro contadores temporizadores de 32 bits de uso general integrados al chasis, contador NI-DAQ con Labview, soportado para Windows 7.

El chasis cDAQ-9178 es un chasis de 8 slots de los cuales se ocuparan 4, los otros quedan para aplicaciones mas adelante, al compactar todos los módulos de entrada y salidas tanto análogas como digitales, se convertiría en una interfaz por puerto usb, de los cuales las entradas son configuradas en cada modulo.

Para hacer la conexión de este modulo al software, se utilizara un kit de conexión de 37 pin conector DSUB de bajo costo de cableado para una amplia variedad de accesorios de 37 pines disponibles de NI y otros proveedores. El kit proporciona conectividad directa terminal de tornillo con liberación de tensión así como una taza de la soldadura DSUB cubierta superior para crear conjuntos personalizados de cable.

65



Grafica 37. Kit NI 9933 de 37-pin



10.6.1.1 configuración de módulos de adquisición de datos

Para configurar nuestro sistema de adquisición de datos, tenemos inicialmente que seleccionar los tipos de señales, luego seleccionamos los módulos que se utilizarán, luego se utiliza el software de Labview profesional dev system, el cual suministra un sistema de configuración del sistema de manera sencilla.

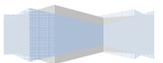
Al adquirir el chasis incluye el software de configuración.

10.6.2 IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE

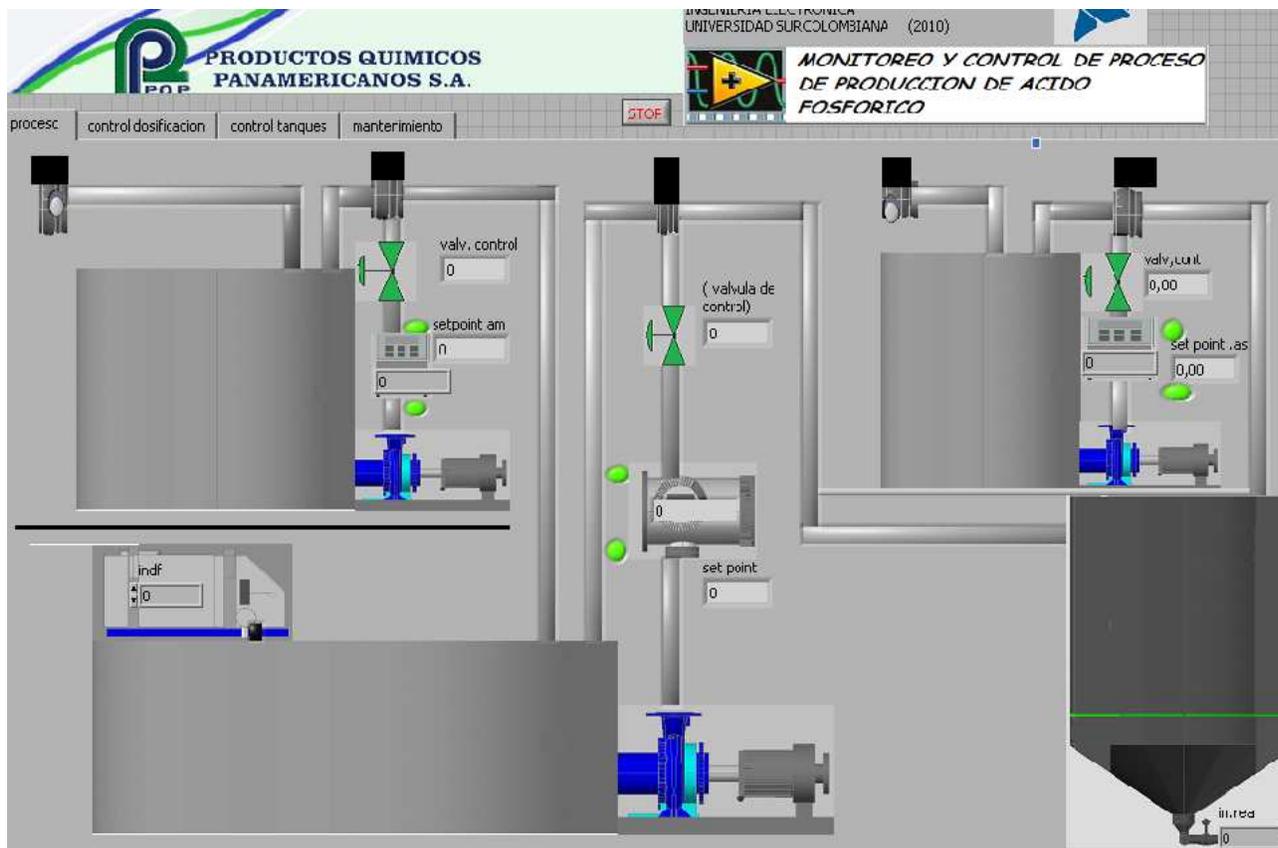
El sistema contará con cuatro pantallas, el primero para el monitoreo de los switches y sensores de nivel, y el segundo para realizar los procesos de dosificación, todo el sistema se puede manipular tanto de modo manual como automático, pero en todo el bloque ya no son sistemas independientes:

10.6.2.1 sistema de monitoreo de los sensores digitales instalados

Este lo que hará es monitorear los diferentes sensores que se encuentran en los diferentes tanques y tolvas, también recibe datos de las tarjetas de control de niveles que se instalarán para solucionar el problema de llenado de los tanques en un caso dado mostrando así las alarmas, como estos sistemas tienen control externo, el software será utilizado para monitorear este control y alarmar en caso de fallo, además de mostrar el movimiento del fluido físicamente (si está siguiendo camino hacia el siguiente tanque o si se está realimentando el sistema).



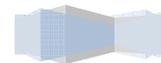
Grafica 38. Pantallazo del sistema de monitoreo de la planta de ácido fosfórico



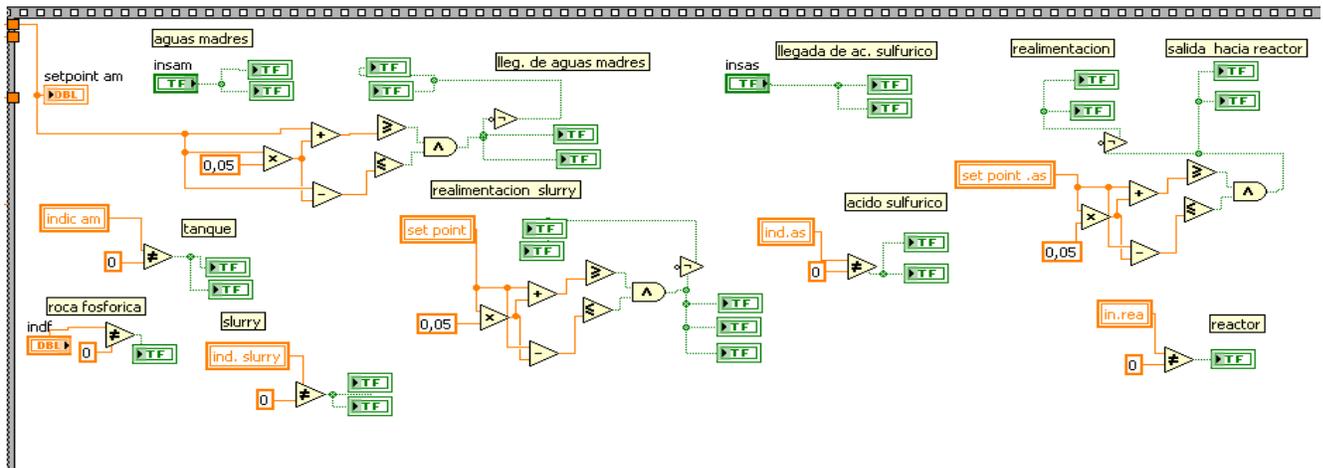
Como se ve en el pantallazo, este monitoreará el nivel alto de la tolva de roca fosfórica, tanque de aguas madres y ácido sulfúrico; también monitoreará el nivel bajo y alto de la tolva de almacenamiento de roca fosfórica No 2, tanques de Slurry, reactor.

Como se ve en la grafica 38, se presentan todos los indicadores de tal forma que estén distribuidos como si se estuviera viendo físicamente, con el fin de que alguien que no conozca el sistema pero sepa el proceso físico de la planta no tenga inconvenientes de encontrar el fallo si este se presenta.

Este pantallazo muestra el movimiento que realiza el fluido en tiempo real y los valores de dosificación que se realiza en dicho tiempo.



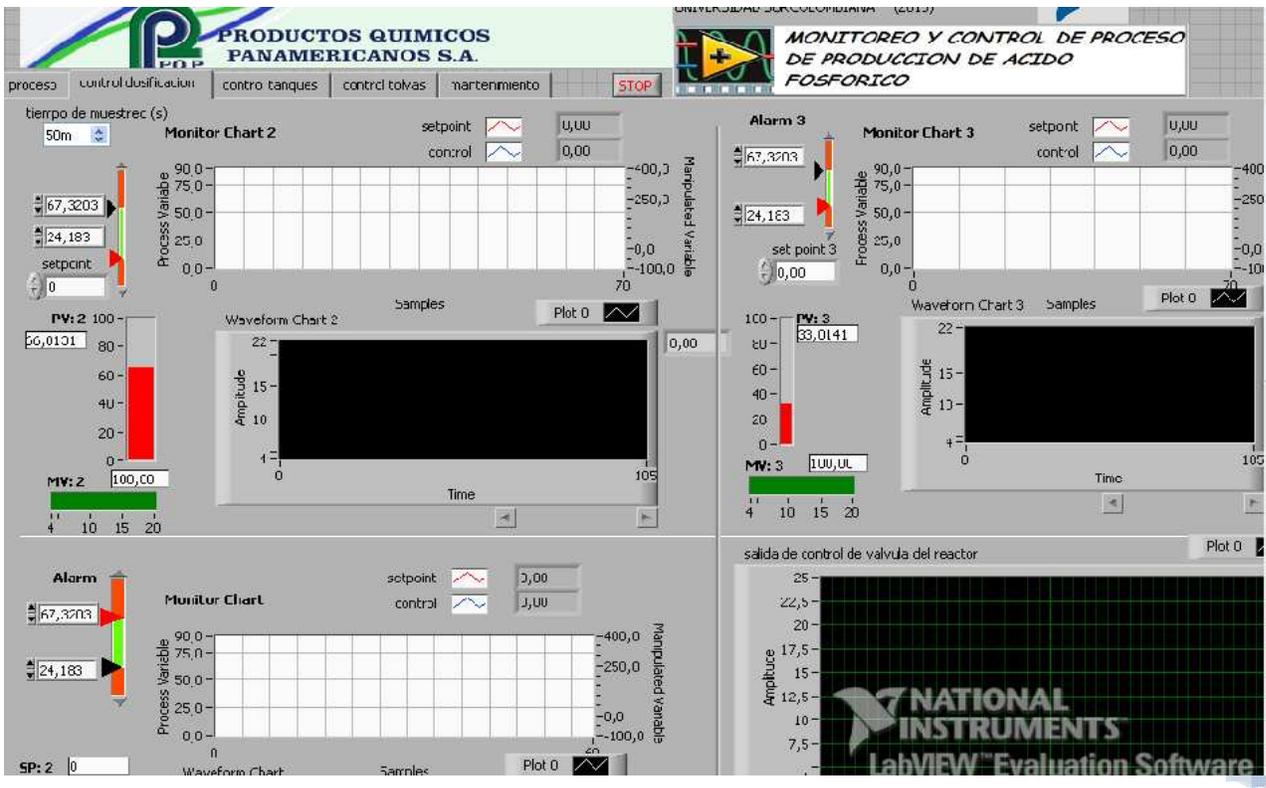
Grafica 39. Diagrama de bloques del sistema de monitoreo de la planta de ácido fosfórico



10.6.2.2 sistema del control de dosificación

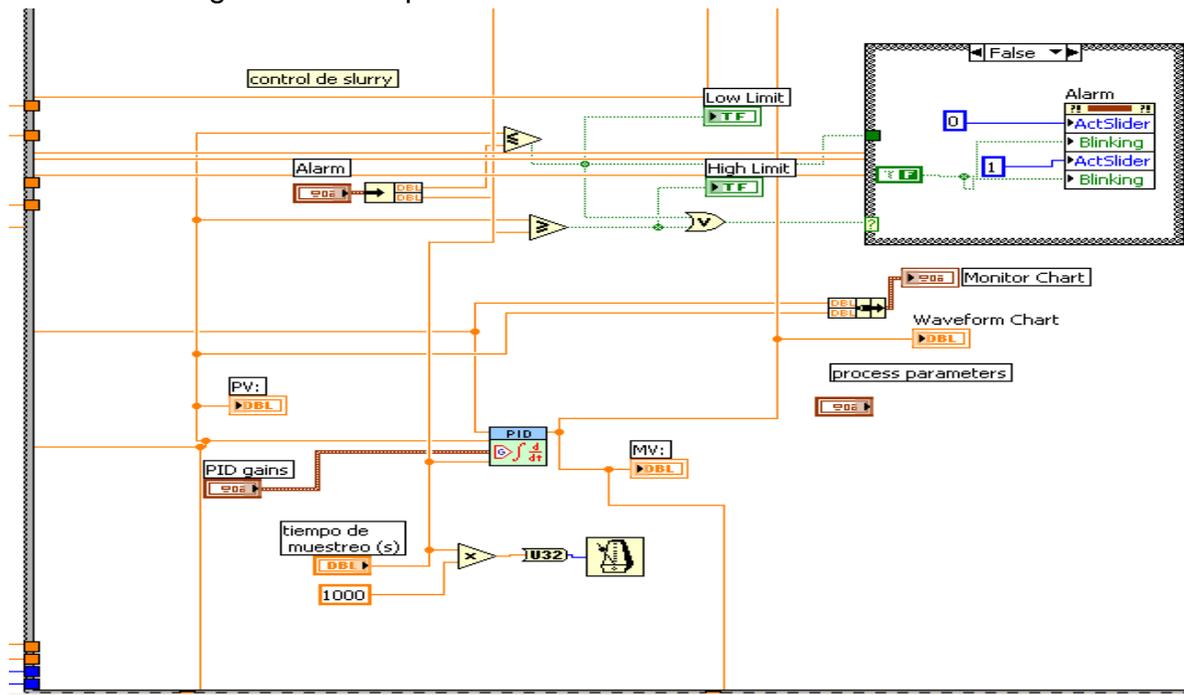
En este pantallazo se encontraran todos los procesos que serán controlados, como la dosificación de roca fosfórica, dosificación de los tanques de aguas madres, slurry, ácido sulfúrico y ácido fosfórico.

Grafica 40. Pantallazo del sistema de dosificación



Como se muestra en la grafica anterior se va indicar y controlar el caudal másico de todos los procesos antes mencionados, cuando el sistema arranque el software va a indicar el inicio del proceso, este monitoreara la dosificación de la roca fosfórica, recibirá los datos del sensor de flujo másico del tanque de aguas madres y dosificara de acuerdo al set point que se requiera, además de controlar la vía de paso de este fluido hacia el tanque de slurry o hacia si mismo, estas dosificaciones inician todas al tiempo pero en el momento que el dosificador de roca fosfórica entregue el fluido al tanque de slurry el tanque de aguas madres simultáneamente entregara su fluido a dicho tanque, reduciendo así los problemas de cambio en la estequiometria de la primera reacción, como el tanque de Slurry no realiza reacción hasta que llegue a un nivel mínimo el estará esperando hasta este punto, cuando esto pase empezara a realizar su dosificación, simultáneamente el tanque de acido sulfúrico estará en la misma espera y cuando el tanque de slurry empiece a enviar la primera reacción esta también enviara su fluido hacia el reactor; ya que poder analizar el tanque reactor es muy complicado debido a la estructura que tiene entonces se hace una comparación de caudales y así mismo controlamos el caudal de salida de la reacción final hacia los maduradores. Todos los set point del control, están visibles y manipulables para que la persona encargada del monitoreo y control del sistema desde el computador necesite realizar cambios en cuanto se requiera, también estará el proceso graficado para que en caso de alguna falla no tenga problemas de encontrarla físicamente.

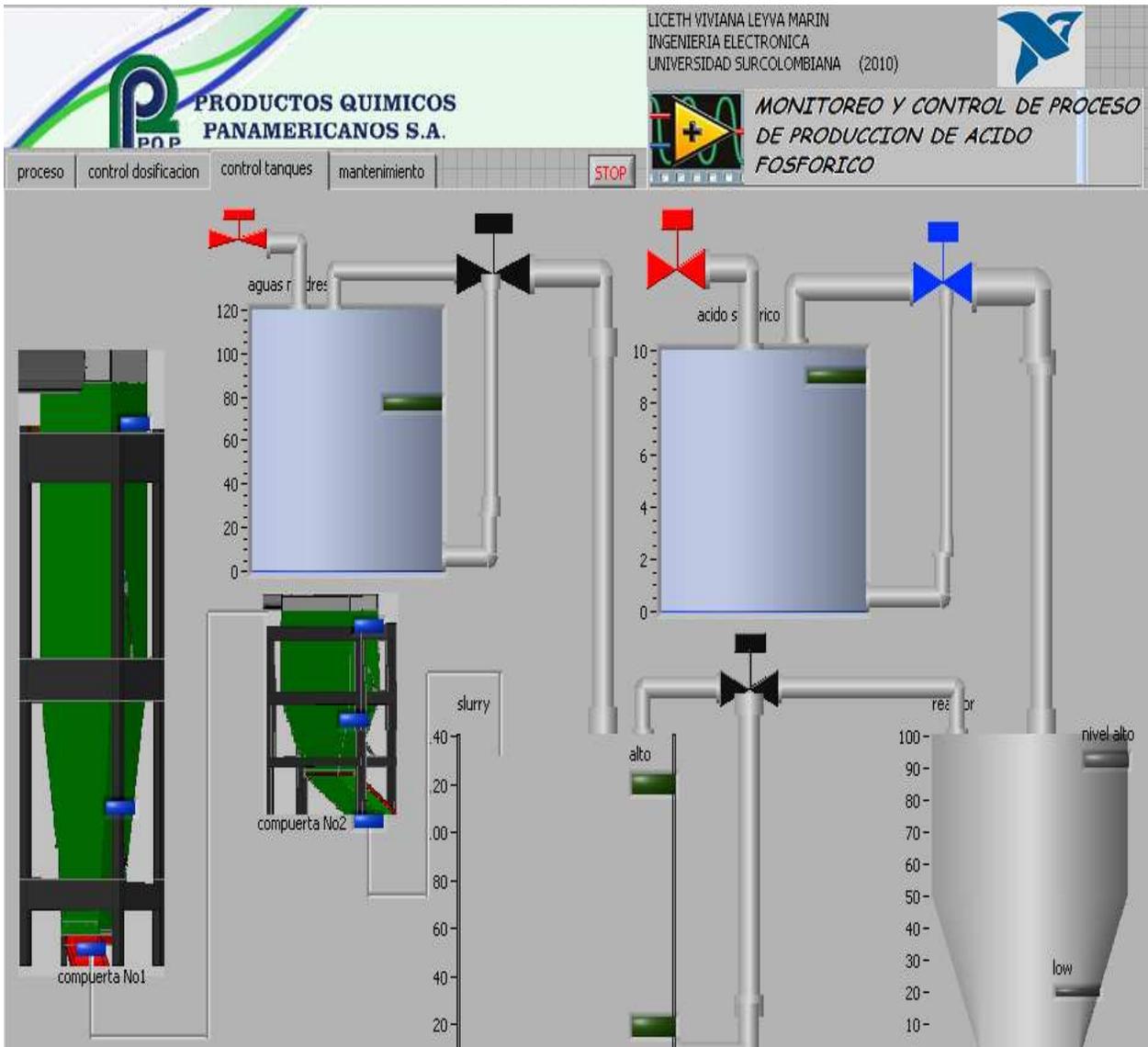
Grafica 41. Diagrama de bloques del sistema de dosificación



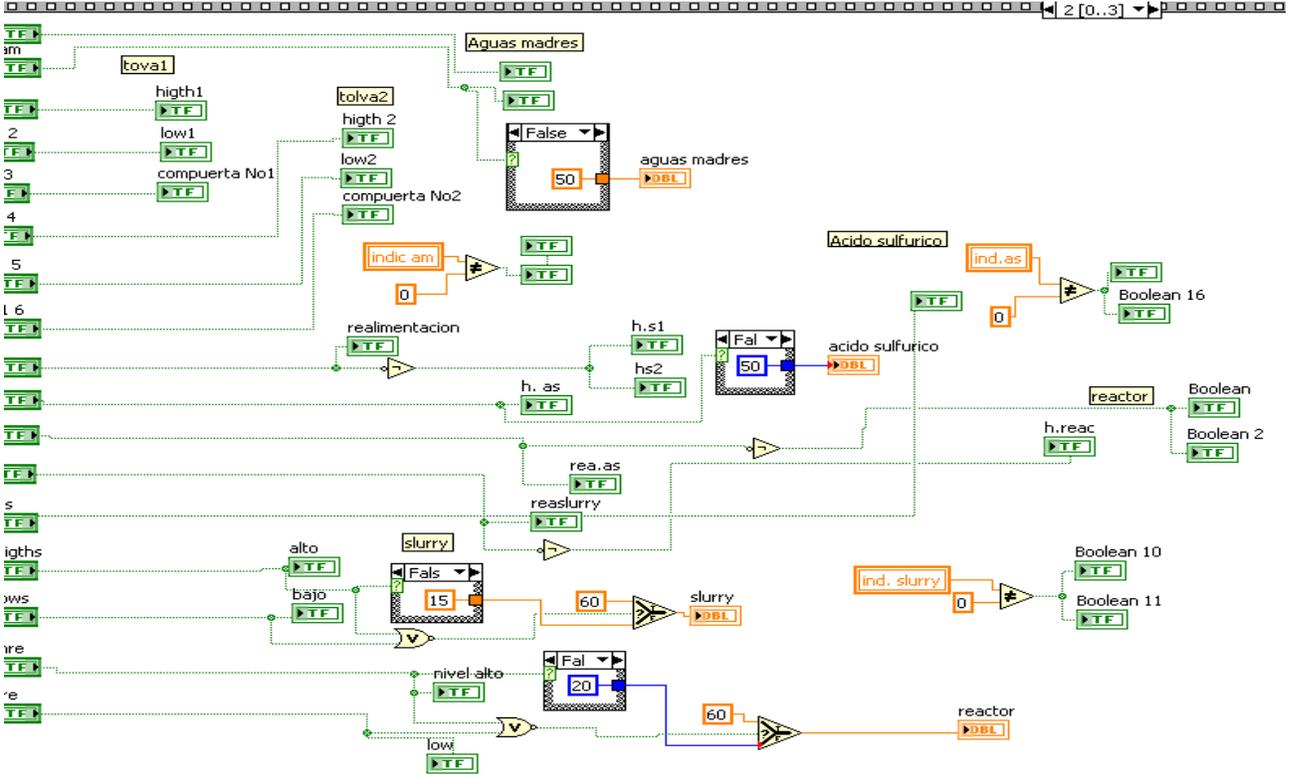
10.6.2.3 sistema del control de Tanques

En esta pantalla se muestra los sistemas de alarmas debido a los llenados tanto de las tolvas como de los tanques, además de el momento de abre o cierre de una compuerta que impide el paso de la roca fosfórica.

Grafica 42. Pantalla del control de tanques



Grafica 43. Diagrama de bloques del sistema de control de tanques

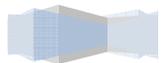


10.6.2.4 Sistema de Mantenimientos

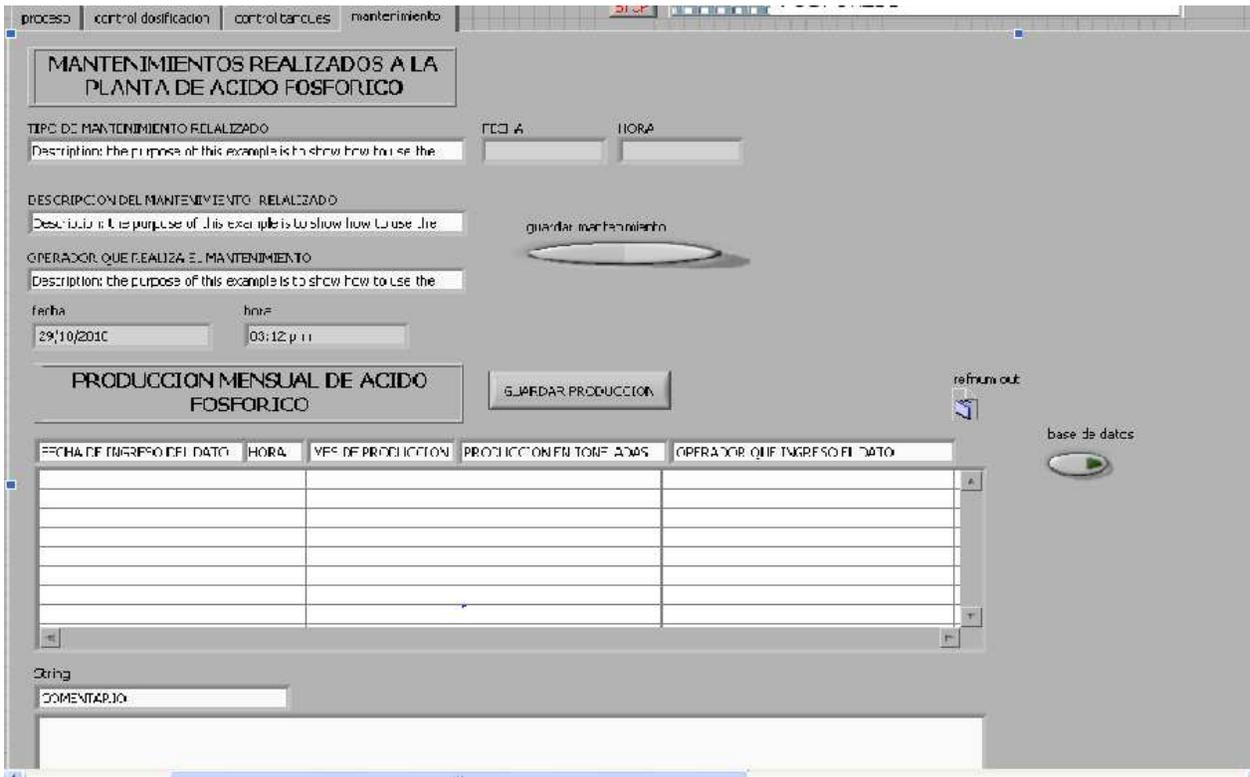
En esta pantalla se hará una relación de los mantenimientos que se realicen, tanto la fecha como la descripción de dicho mantenimiento, además que este software realizará una base de datos de los datos adquiridos desde los sensores, los datos entregados por el software fecha y hora en un ciclo de cada minuto, estos datos se pueden ver en hoja tipo Excel.

Esta pantalla presentara una hoja tipo Excel, donde se ingresara el dato de al acido producido en cada mes, teniendo en cuenta fecha y hora del dato ingresado.

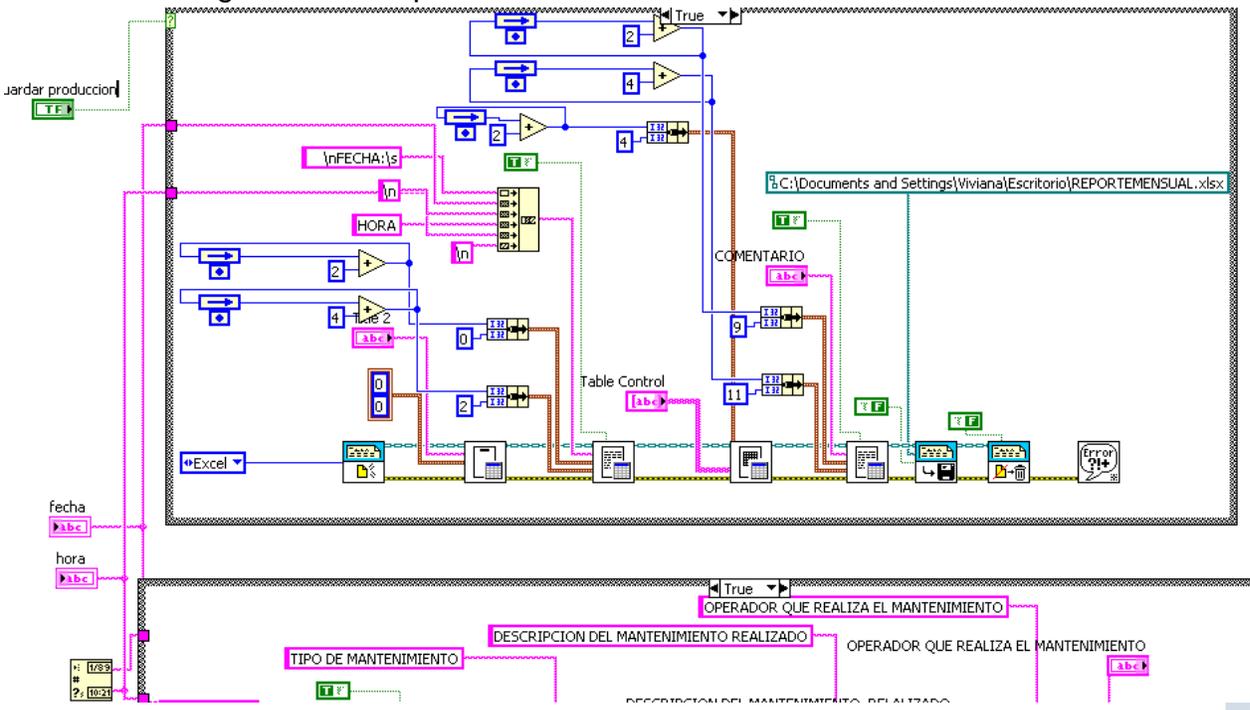
También tiene un botón que llamara el graficvo del proceso realizado en 3 dimensiones, para efectos de mejor reconocimiento de la planta.



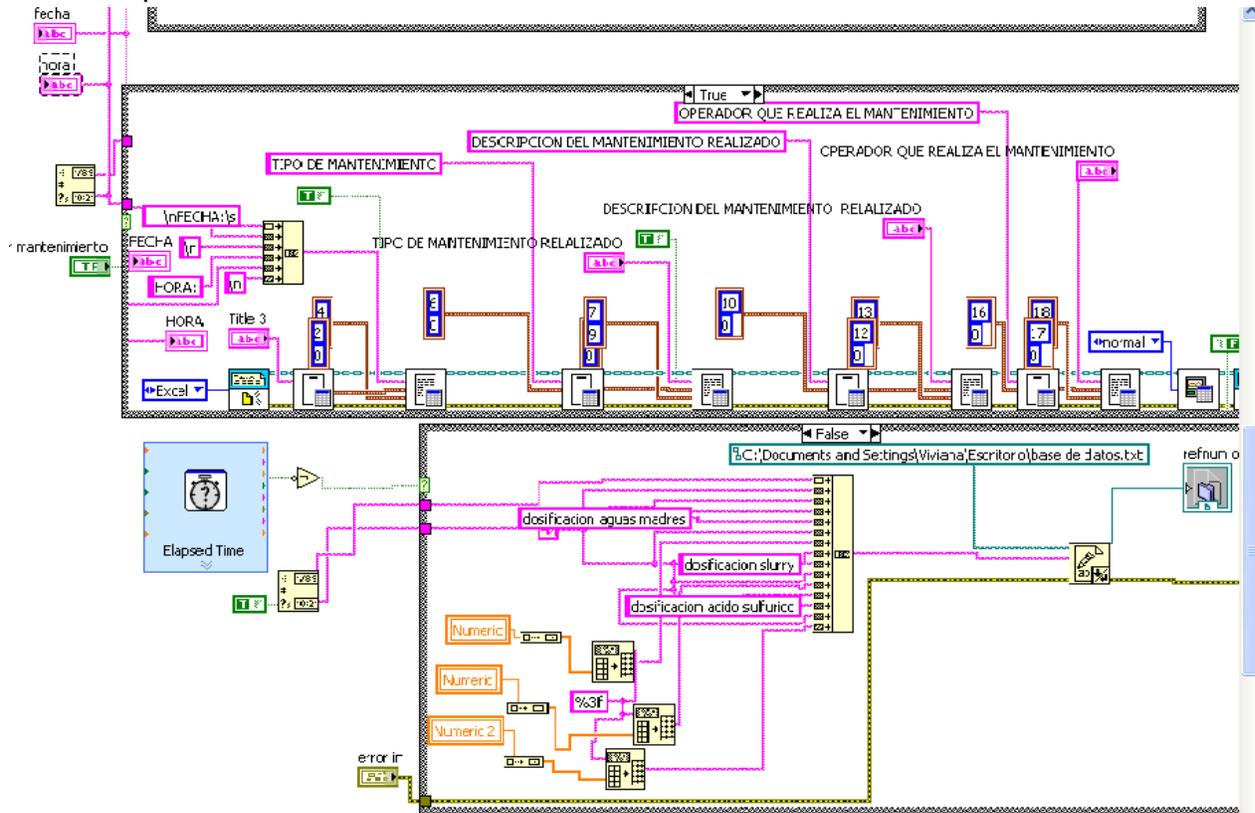
Grafica 44. Pantalla de Mantenimiento



Grafica 45. Diagrama de bloques del sistema de Mantenimiento



Grafica 46. Diagrama de bloques de la producción mensual y base de datos de los datos adquiridos en el software



11 COSTOS DEL PROYECTO

COSTOS DE LOS MATERIALES DEL PROYECTO

Producto químicos panamericanos S.A

sede Neiva

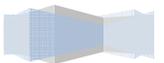
descripcion	cantidad	us	pesos
sensores			
dosificador de roca fosfórica marca Ramsey	1	33.427	66.854.000
sensor y transmisor de flujo másico para tanque de acido sulfúrico	1	2.534	5.068.000
sensor y transmisor de flujo másico para tanque de acido fosfórico	1	2.534	5.068.000
sensor y transmisor de flujo másico para tanque de Slurry	1	3.972	7.944.000
switches de nivel para acido sulfúrico	2		600.000
switches de nivel para acido fosfórico	3		900.000
switches de nivel para sólidos y lodos	5		4.315.000
			90.749.000

actuadores y válvulas			
cilindro de doble efecto para el cierre de las tolvas de roca fosfórica	2		6.310.254
válvulas solenoides en acero inoxidable	7		5.670.000
válvulas manuales de bola	28		3.500.000
válvula manual de cortina	7		770.000
válvulas de control proporcional tipo electro neumática	4		
actuadores neumáticos	4		2.000.000
bombas centrifuga para tanque de acido sulfúrico	1	3.514	7.028.000
bombas centrifuga para tanque de acido fosfórico	1	560	11.204.000
bombas centrifuga para tanque de Slurry	1	12.500	25.000.000
		*	61.482.254



<i>tarjetas de control y software de control</i>			
software del labview profesional	1		14.000.000
modulo de adquisición de datos	1		8.300.000
tarjeta de control de nivel de tanque de acido sulfúrico	1		95.000
tarjeta de control de nivel de tanque de acido fosfórico	1		95.000
tarjeta de control de nivel de tanque de acido sulfúrico	1		90.000
tarjeta de control de nivel de tanque de aguas madres	1		85.000
tarjeta de control de nivel de tolva de roca fosfórica No 1	1		90.000
tarjeta de control de nivel de tolva de roca fosfórica No 2	1		100.000
			22.855.000

<i>construcción de tolva y elevador neumático</i>			
tolva prismática No 2, Batería de almacenamiento, filtro de mangas con todos los elementos necesarios para su buen funcionamiento	1		66.000.000
			66.000.000



12 BIBLIOGRAFÍA

LATORRE, Marino. Formulación y Nomenclatura de química inorgánica Norma de la IUPAC. México, castellano; 1999, 144 p.

ROJAS, Daniel. Procesos Químicos Industriales. Chile. Educar chile. 2005.46p.

VILLALOBOS, Gustavo y RICO, Raúl. Medición y Control de Procesos industriales. México, castellano; 2006. 274 p.

PAGINAS WEB

www.pgp.com.co

www.controlydosificacion.com

www.ingenieriaquimica.net

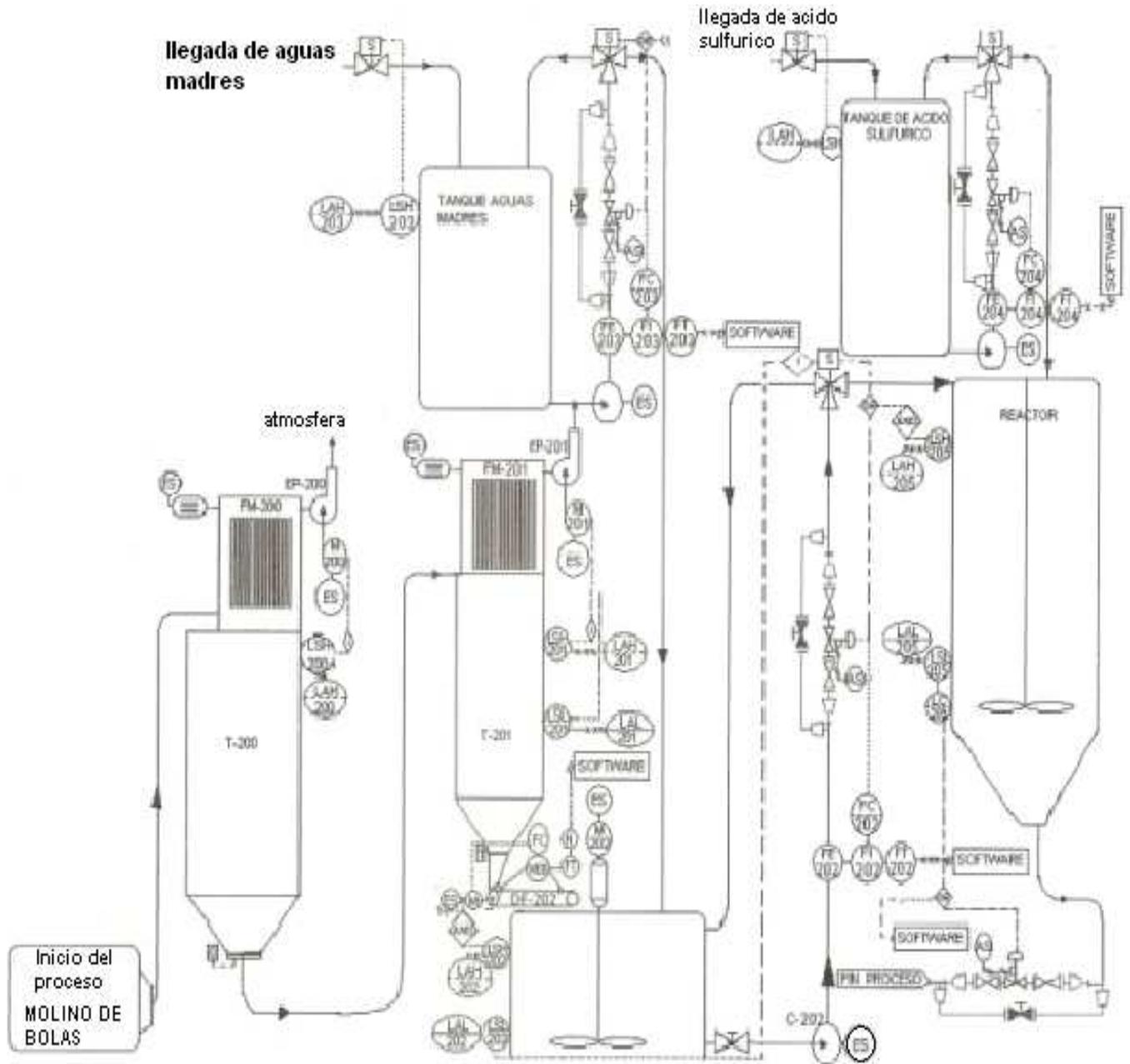
www.osun.org/dosificacion-pdf.html



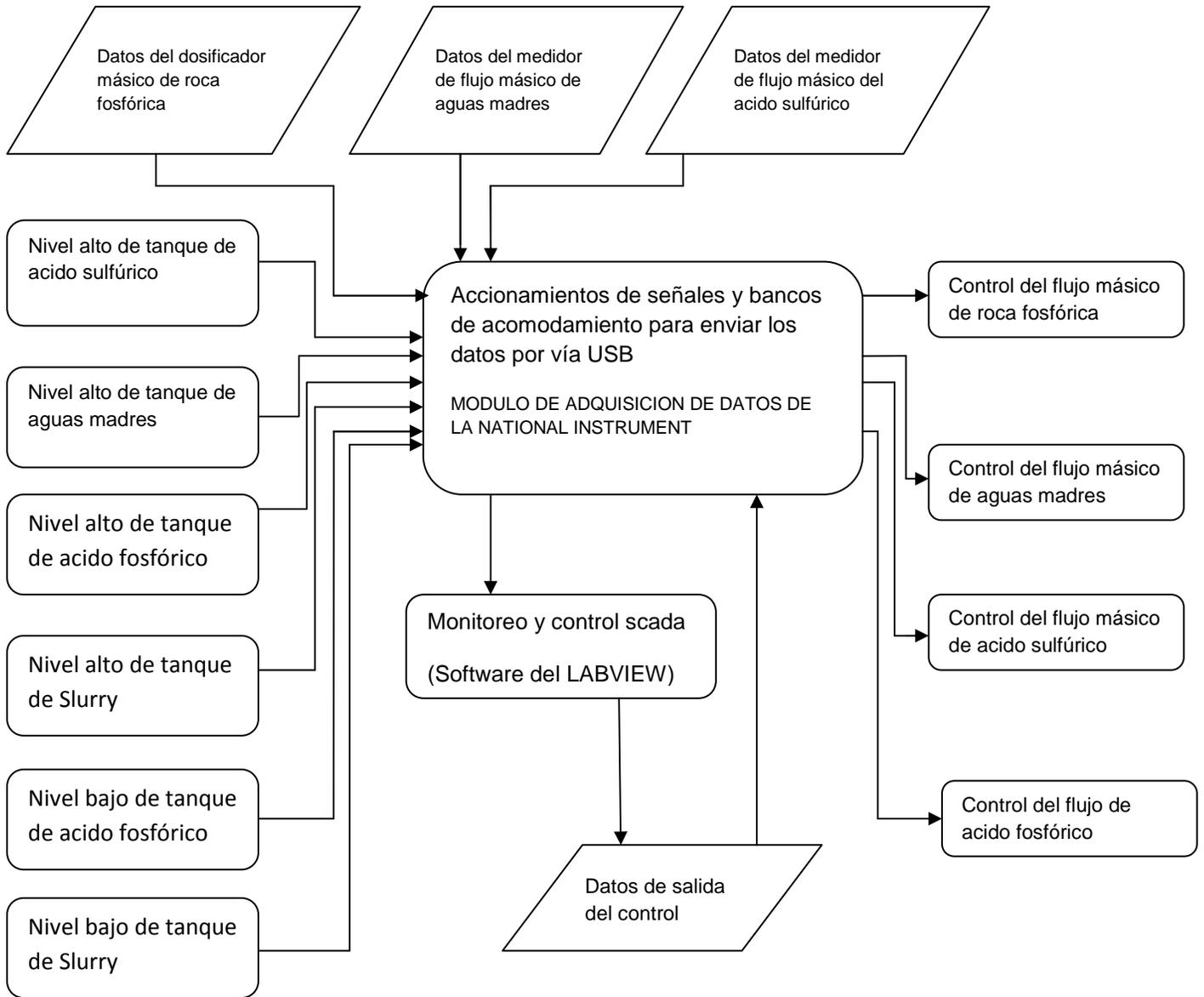
13 ANEXOS

Los siguientes anexos son muy importantes para tener en cuenta en el entendimiento del proyecto que se va a realizar

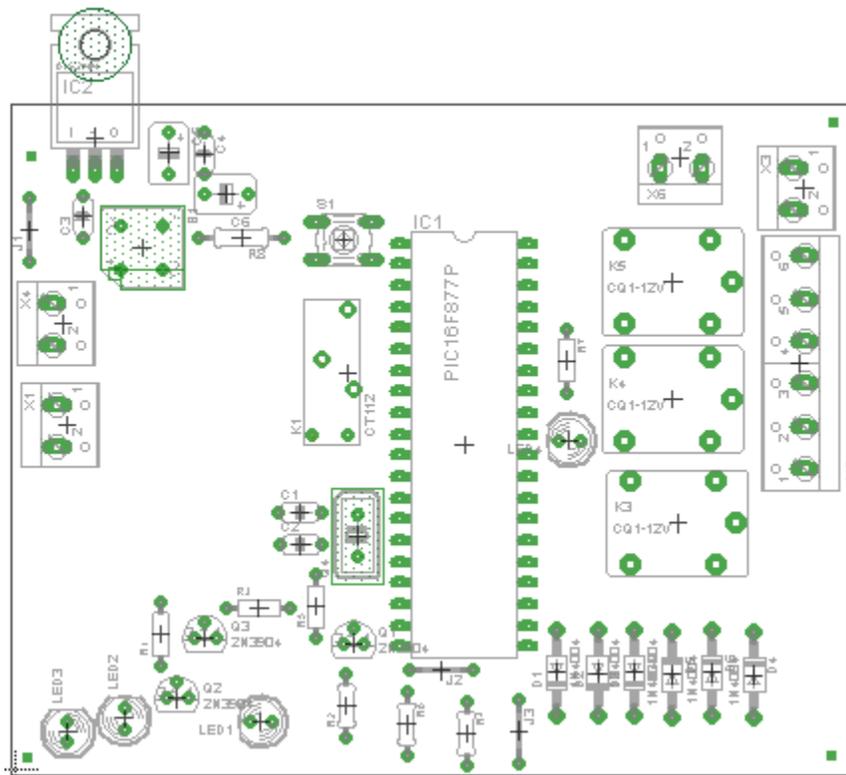
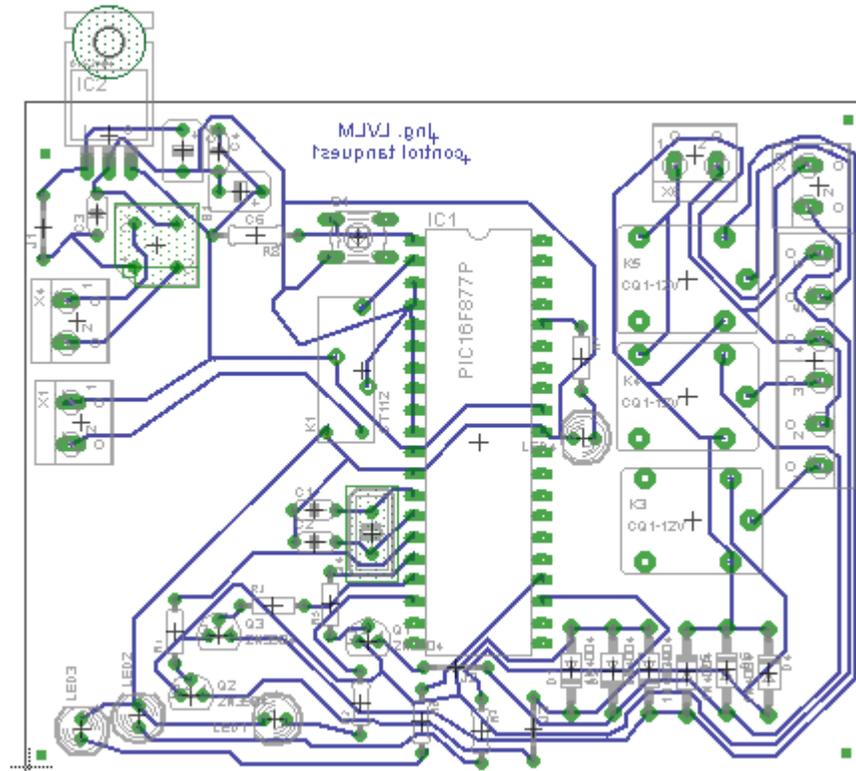
ANEXO A. DIAGRAMA LÓGICO DE LA PLANTA DE ACIDO FOSFÓRICO



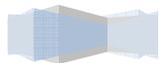
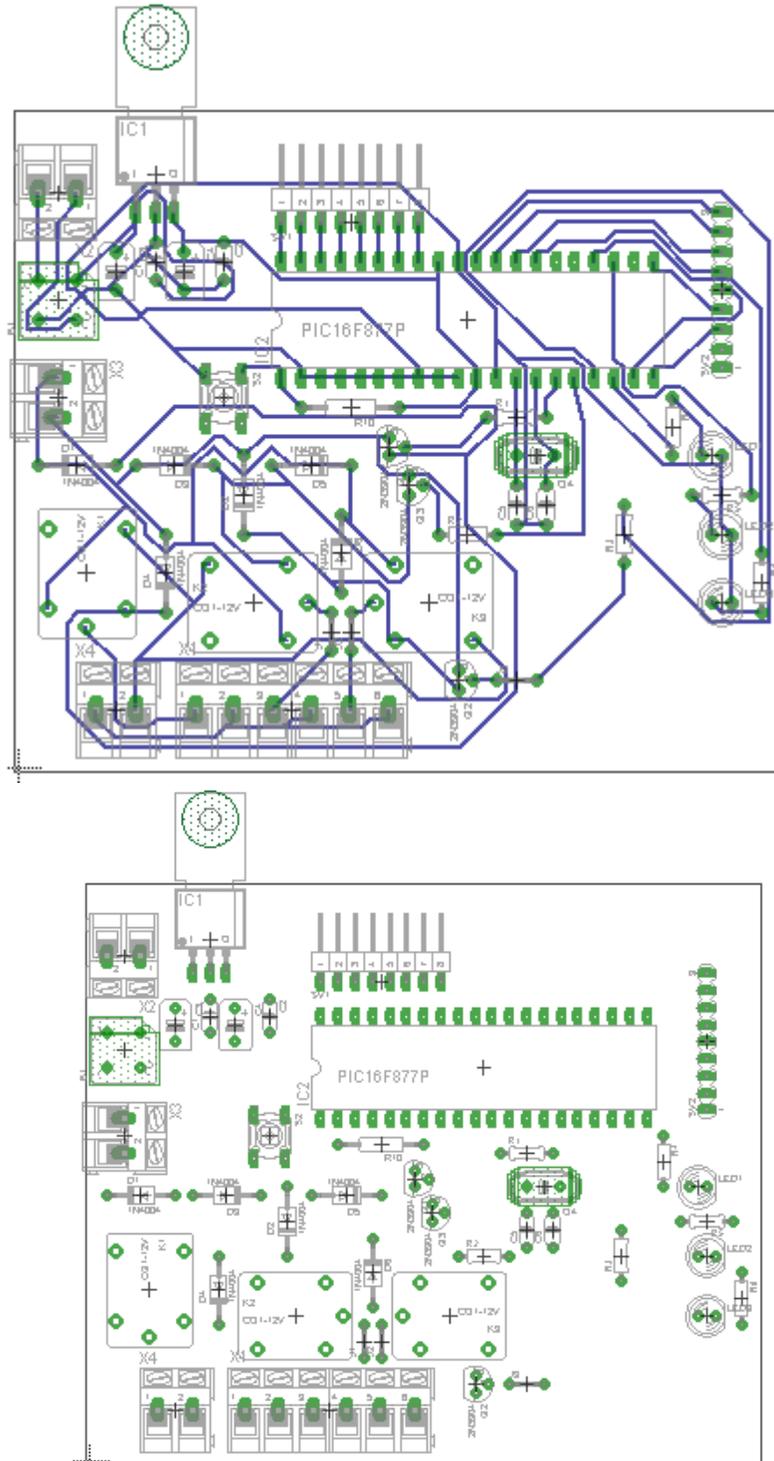
ANEXO B. DIAGRAMA DE FLUJO DEL CONTROL POR SOFTWARE



Control nivel de tanque acido sulfúrico y aguas madres



ANEXO D. CIRCUITO DE LA TARJETA DE CONTROL DE FILTRO MANGAS



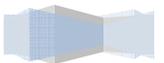
ANEXO E. MANUAL DE LOS DIFERENTES SENSORES A UTILIZAR

- Switches de nivel
- Switches de nivel para sólidos
- Sensores de flujo másico

ANEXO F. MANUAL DE LOS DIFERENTES ACTUADORES A UTILIZAR

- Válvulas de control proporcional
- Válvulas solenoides
- Cilindros neumáticos
- Dosificador másico a granel
- Y otros

LOS ANEXOS E , F Y G SE ENCUENTRAN EN EL CD ADJUNTO.



Diseño de un Sistema Automatizado para la Dosificación Másica Continua de la Roca Fosfórica, Ácido Sulfúrico y Aguas Madres

Design of an Automated System for Continuous Dosing Masica Phosphate Rock, Sulfuric Acid and Mothers Water

Agustín Soto ¹, Liceth Viviana Leyva Marín ²

Resumen

Se presenta el diseño de un sistema automatizado de la dosificación de las materias que hacen parte de la producción de ácido fosfórico (aguas madres, ácido sulfúrico y slurry) en la empresa “Productos Químicos Panamericanos” sede Neiva.

Para la realización del diseño se describe el proceso de producción de ácido fosfórico que realiza una empresa de productos químicos, destacando los lugares donde genera mayores pérdidas; conociendo el proceso se recoge la información de los equipos (sensores, actuadores, tarjetas de adquisición, elementos de protección de potencia, etc.); y se diseña el software de monitoreo y control con la herramienta el labview, que recibe la dosificación que se está realizando en el instante, y controlándola respecto a un valor fijo que se debe tener. También muestra el seguimiento que tiene el fluido, los niveles de los tanques y tolvas, generando alarmas en caso de alguna eventualidad; además de presentar reportes de los mantenimientos realizados en la planta, producción mensual de ácido fosfórico, y de los datos que recibe el programa.

Palabras Claves: dosificación, sensores, actuadores, software de monitoreo y control.

Abstract

This project proposes the design of an automated system for dosing of materials that are part of the production of phosphoric acid (mother water, sulfuric acid and slurry) in the “Productos Quimicos Panamericanos” Company in Neiva.

To achieve the design the process of producing phosphoric acid made by the company is described, especially places where it generates greater losses, once the process is known, the information is collected from the equipment (sensors, actuators, data acquisition cards, protection elements power, etc.) and finally the monitoring and control software is designed with the labview tool, which receives the dosage that is being done at the moment, and control over a fixed value that has to be taken previously. Moreover the software tracks the fluid path, the levels of tanks and hoppers, generating alarms in case of any eventuality, in addition to file reports of maintenance performed on the ground, monthly production of phosphoric acid, and data received by the program.

Keywords: dosage, sensors, actuators, control and monitoring software.

¹ Ingeniero Electrónico. Docente Universidad Surcolombiana Neiva. Avenida Pastrana Carrera 1. agussoto@gmail.com

² Ingeniero Electrónico. Universidad Surcolombiana Neiva. Avenida Pastrana Carrera 1. livilema@hotmail.com

1. Introducción

La dosificación y la regularidad del caudal de todas las materias primas para un buen resultado del proceso de producción del ácido fosfórico, son factores que desde hace varios años han ocupado el interés de los diseñadores de las máquinas y de los usuarios (Medición y Control de Procesos industriales, 2006). Un objetivo básico para obtener la máxima expresión del potencial de rendimiento de producción del ácido es lograr una adecuada distribución de las materias primas; por dicha razón, se busca conocer a fondo dicho proceso para encontrar sus debilidades y de esta manera poder definir sus variables críticas para proponer un diseño mejorado de la producción. Con este diseño se busca obtener ventajas como: un aumento de la rentabilidad de la empresa, ya que se disminuye la pérdida de la materia prima, debido a la eficiente utilización de los recursos (Procesos Químicos Industriales, 2005).

La metodología que se va a llevar a cabo consiste en un análisis profundo del proceso de producción que efectúa la empresa actualmente, ya que las reacciones que se realizan en cada proceso debe estar balanceada y por lo tanto la estequiometría se cumple (Formulación y Nomenclatura de química inorgánica Norma de la IUPAC, 1999). Para que el producto se entregue con las concentraciones que se requieren para la venta debe tener el conocimiento del proceso que se realiza y luego de esto, una investigación teórica de los equipos (sensores, actuadores, tarjetas de adquisición, software, etc.), y otros, base para el diseño del sistema automatizado de dosificación.

Este artículo se llevará a cabo de la siguiente manera: se hará una reseña del proceso de producción de ácido fosfórico que la empresa realiza actualmente, mostrando las reacciones que se dan en cada instante y los lugares donde se ven pérdidas causando deficiencias en el proceso, para que el lector pueda dimensionar el área de operación y los procesos que tienen mayores carencias.

También se hablará de la elección de los sensores y actuadores que se usaran y el lugar donde emplean; con las características y la importancia de estos para clasificarlos, además de la tarjeta de adquisición que se utilizara con la información de los datos y como se ingresan; se presentará también los diseños de la tolva de almacenamiento, transporte de la roca fosfórica y el control de los niveles de las tolvas de almacenamiento; también el diseño de niveles de todos los tanques que hacen presencia en todo el proceso de producción del ácido fosfórico (diseños externos para protección contra sobrellenados y pérdida de material); y por último el diseño del software que realizara el monitoreo y control de las dosificaciones másicas continuas de los tanques de aguas madres, slurry y ácido sulfúrico para la producción del ácido fosfórico (mostrando sus alarmas y diferentes bases de datos que este genera).

2. Metodología

2.1. Proceso de producción de ácido fosfórico que la planta realiza actualmente

El proceso que se realiza con roca fosfórica, comienza con la trituración de la roca hasta convertirse en polvo.

Este polvo se almacena en una tolva y por medio de una banda transportadora es enviada a una pesa tal como se ve en la figura 3, (en esta parte del proceso se pierde gran cantidad de roca al transportarse por la banda transportadora, por eso se diseñará un transporte hermético controlado).

Al entrar la roca fosfórica a la pesa, esta se encuentra controlada para cargar hasta 1000 Kg., al obtener este peso el operador apaga la banda transportadora y descarga la pesa. El polvo cae a un tanque llamado "Tanque de Slurry o lodos" que junto con las aguas madres que llegan a este genera la primera reacción, mostrada en la figura 1.

El tanque de aguas madres es el que recibe todos los residuos de los lavados del yeso que se genera en la producción del ácido, este mismo se usa para la generación de la pasta o slurry de roca fosfórica; actualmente se espera que la pesa descargue el contenido de la roca fosfórica, para así vaciar un volumen específico de aguas madres (abriendo totalmente una válvula y contando el tiempo para cerrarla). Teniendo así problemas de pérdidas de tiempo, además que si el operador se equivoca puede generar problemas en la estequiometría de la reacción y por lo tanto la concentración final del ácido es diferente a la que se requiere.

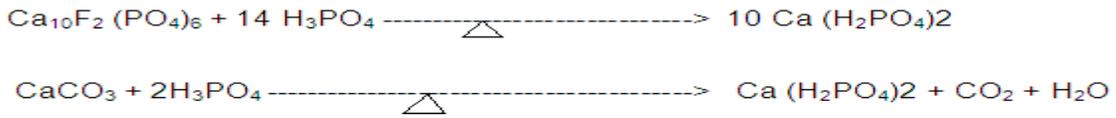


Figura 1. Reacción de aguas madres con la roca fosfórica

Cuando la pasta ya está preparada es mandada hacia el reactor a través de una bomba centrífuga, en caso de que se deje de rebullir la pasta esta se endurece generando problemas en la tubería.

El ácido sulfúrico es un fluido incoloro totalmente corrosivo, que se carga en un tanque y este se descarga hacia el reactor cuando el Slurry ya ha llegado a este mismo; donde se presenta la reacción para generar el ácido fosfórico:

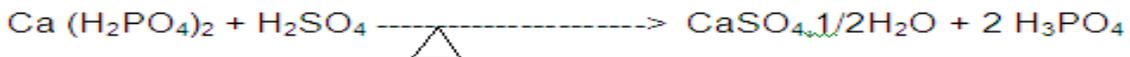


Figura 2. Reacción del ácido fosfórico

En la reacción se da el ácido fosforico (liquido incoloro, altamente corrosivo pero no daña la piel amenos que este con alguna herida o peladura inconada); también se produce una pasta llamada sulfato de calcio o yeso. Por ultimo se pasa esta solución a unos tanques donde se decanta la pasta y se recoge solo el ácido, se hace un primer lavado al yeso y el agua que sale de allí, hace parte de las aguas madres.

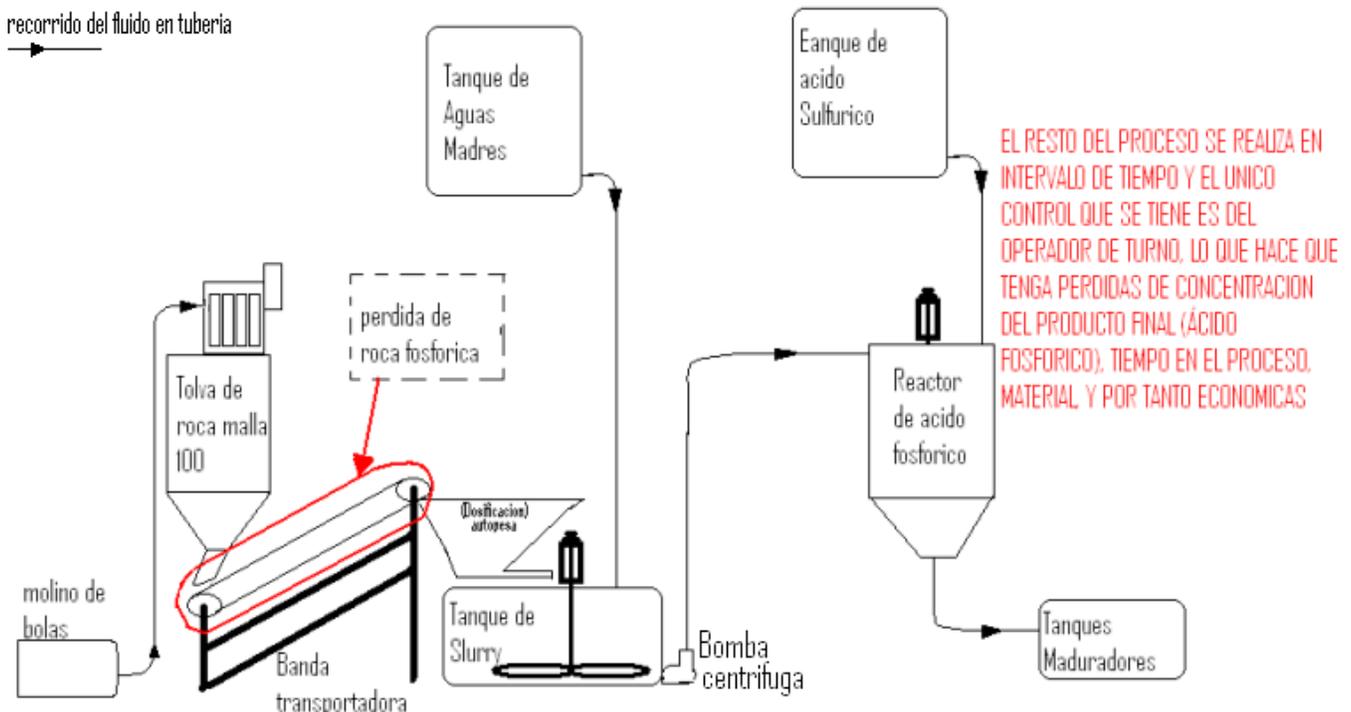


Figura 3. Diagrama del proceso de producción de ácido fosfórico

2.2. Elección de equipos a utilizar en el sistema propuesto.

a. Sensor de flujo másico para ácido sulfúrico y ácido fosfórico

Para la elección de este sensor se tuvieron en cuenta las siguientes características: el rango de medida, la densidad, la viscosidad y la temperatura del fluido. También se tuvo en cuenta la precisión del sensor (0.5%)

Se eligió el sensor de flujo másico marca MAGFLO 3100 con su respectivo transmisor, este sistema enviara una señal de corriente de 4 a 20 mA, son realmente precisos.

b. Sensor de flujo másico para slurry o pasta de roca fosfórica

Para la elección de este sensor se tuvieron en cuenta las mismas características que el caso anterior, la diferencia es que este sensor debe soportar sólidos en suspensión, por lo tanto el sensor debe ser más robusto.

Se eligió el sensor de flujo másico el sensor FM 911 de Siemens con su respectivo transmisor, por aguantar lodos altamente corrosivos, además de tener alta precisión (0.5%) y repetitividad (0.2%),.

c. Switches de nivel para las tolvas

Para elegir estos sensores se tomo en cuenta que sea compacto, altamente resistentes a la corrosión, que no se afecten por el diámetro de la roca (polvo), además que sean switches ya que la empresa solo requiere los topes altos y bajos de cada tolva. Por lo tanto se eligieron los switches 7ML5431-0AD00-0BA0 al no ser de contacto, ser altamente resistente ya que se encuentra recubierto en teflón.

d. Switches de nivel para ácido fosfórico y ácido sulfúrico

Por petición de la empresa se eligieron switches que ya utilizan; son altamente resistentes a los ácidos, son fáciles de aplicar, son económicos y la empresa tiene el proveedor que los proporciona.

e. Dosificador de roca fosfórica

Dado que la empresa quería un equipo que lograra dosificar este polvo tan abrasivo, para mayor facilidad y menos elementos en la planta.

Se eligió el dosificador marca Ramsey modelo 90.125A.

f. Válvulas de control proporcional

Se eligieron las válvulas de control proporcional como actuadores en todos los tanques donde se realizara la dosificación, por tener el transmisor de corriente de 4-20mA a presión y ser altamente resistentes a la corrosión de los fluidos que están pasando por ella.

g. Compuertas neumáticas

Debido a que tenemos que controlar los abres y cierres de las tolvas, para evitar problemas de llenado y/o vaciado de estas, se utilizó una compuerta neumática diseñada para cada tolva.

Para esto se eligió un cilindro neumático de doble efecto marca DNCB-80-400-PPV-A

h. Tarjeta de adquisición de datos de la N.I

Al tener en cuenta que se va a monitorear todos los niveles de las tolvas y tanques, además de la dosificación de la roca fosfórica y de los tanques, se tuvo en cuenta un compactDAQ cDAQ-9178 que es un chasis de 8 slots que integra la adquisición de diferentes módulos como: un módulo de entradas analógicas 8 canales de 4 a 20 mA de referencia NI9203, un módulo de salida de corriente 4 canales de 4 a 20mA de referencia NI9265, un módulo de 32 canales de entradas y salidas digitales de referencia NI 9403.



Figura 4. Tarjetas de adquisición elegidas para la interfaz entre equipos y computador

3. Resultados

El diseño que se propone está compuesto por diferentes puntos: realizar diferentes cambios en la parte física de la planta, como cambios en la tuberías instalación de nuevos equipo sensores y dosificadores elegidos (sección 2.2), s y los lugares donde se encontraran, por las tarjetas de control de niveles de los diferentes tanques y tolvas para evitar problemas de llenado y/o vaciado, como se efectúa la comunicación de estos equipos con el computador central, en el que se ejecutara el software desarrollado en LabVIEW encargado de monitorear y controlar todo el proceso.

3.1 Cambios de la estructura física de la planta de ácido fosfórico necesarios para el buen funcionamiento del diseño

Como el proceso que realiza la planta actualmente tiene deficiencias que afectan considerablemente el proceso, se debe hacer muchos cambios físicos en la planta como: colocar tubería nueva que haga la realimentación del fluido en alguna eventualidad, instalación de los equipos elegidos (sección 2.2), instalación de los módulos de interfaz entre los equipos y el computador y otros.

En el proceso de dosificación de roca fosfórica se hará el cambio de la banda transportadora por una tolva con su respectivo elevador neumático, para que el transporte del polvo sea totalmente hermético y no se desperdicie roca, además de una batería que se encontrara ubicada después de la tolva existente; también las ubicaciones de los switches, los sensores de flujo másico, los actuadores y otros.

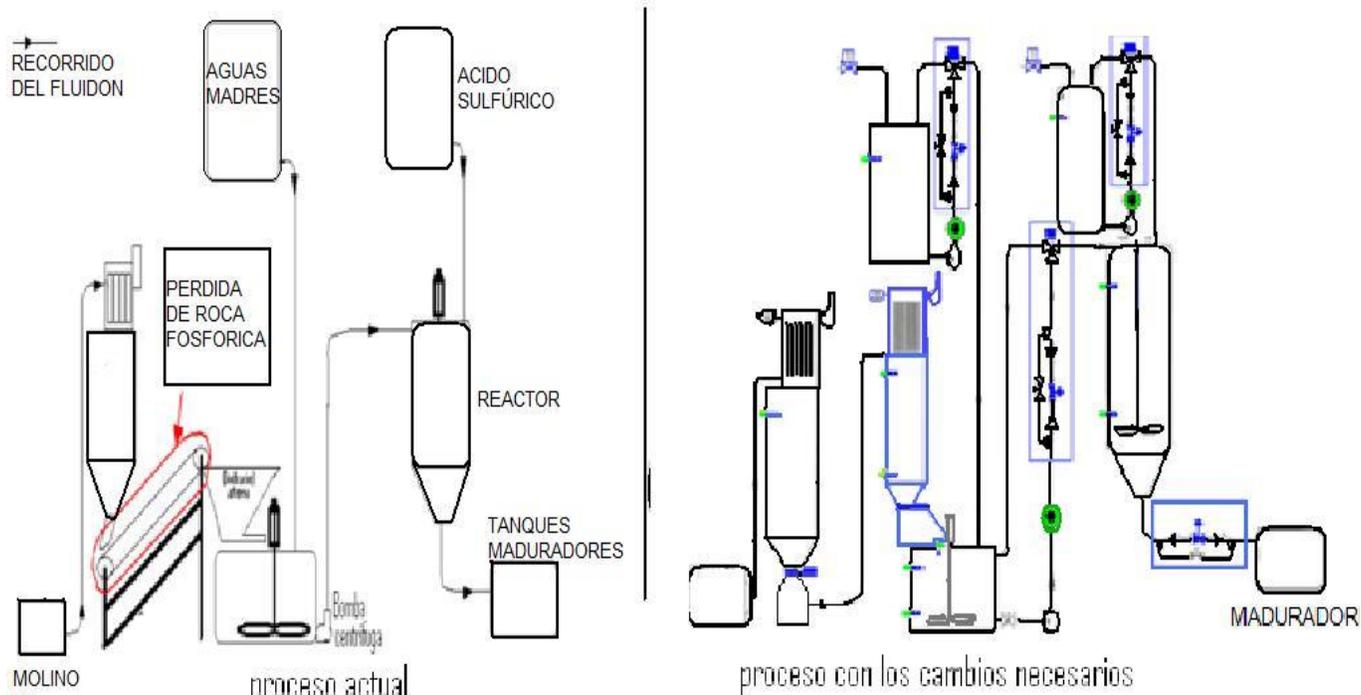


Figura 5. Comparación de los procesos, el que realiza actualmente y el que quedaría con los cambios respectivos al diseño.

3.2 Tarjetas de control diseñadas para el nivel de tolvas y tanques

Se desarrollo un diseño de tarjeta de control de filtro de mangas, de niveles de tanques de aguas madres y ácido sulfúrico, uno para tanques de Slurry y reactor, y otro para las tolvas, con su respectivo acople de potencia para protección de los equipos de control, respecto a corriente grandes.

3.2.1 Tarjeta de control de filtro de mangas

Este consta de un teclado que el operador manejara para ingresar los datos de tiempo de succión de aire, tiempo entre succiones y veces que repite el ciclo, o si el operador lo desea indefinidamente.

Durante ocurra los tiempos de succión el filtro abrirá las válvulas solenoides absorbiendo así el aire dentro del filtro haciendo que el polvo caiga a la tolva, durante el tiempo entre succiones el filtro cambiará a la válvula siguiente y esta nueva hace el proceso anterior, por ultimo se repiten los dos pasos anteriores cuantas veces sea el ciclo; este contiene un diseño de acople de potencia para proteger todo el sistema de control de la potencia que absorben las válvulas que estarán recibiendo un voltaje de 110VAC.

3.2.2 Tarjeta de control de nivel para los diferentes tanques

En esta tarjeta se reciben los datos de los switches de nivel de cada tanque (nivel alto y bajo para tanques de slurry y reactor, nivel alto para tanques de aguas madres y ácido sulfúrico), si se activa uno de los niveles: en caso de ser nivel alto desactiva la válvula de llegada del fluido, en caso de ser el nivel bajo se activa la realimentación de ese tanque mientras este recupera el nivel que mínimo que debe tener. Solo se tienen en cuenta los topes (alto y bajo), ya que a la empresa no le interesa tener control continuo de nivel, estos diseños se hacen con el fin de proteger el tanque de sobrellenados.

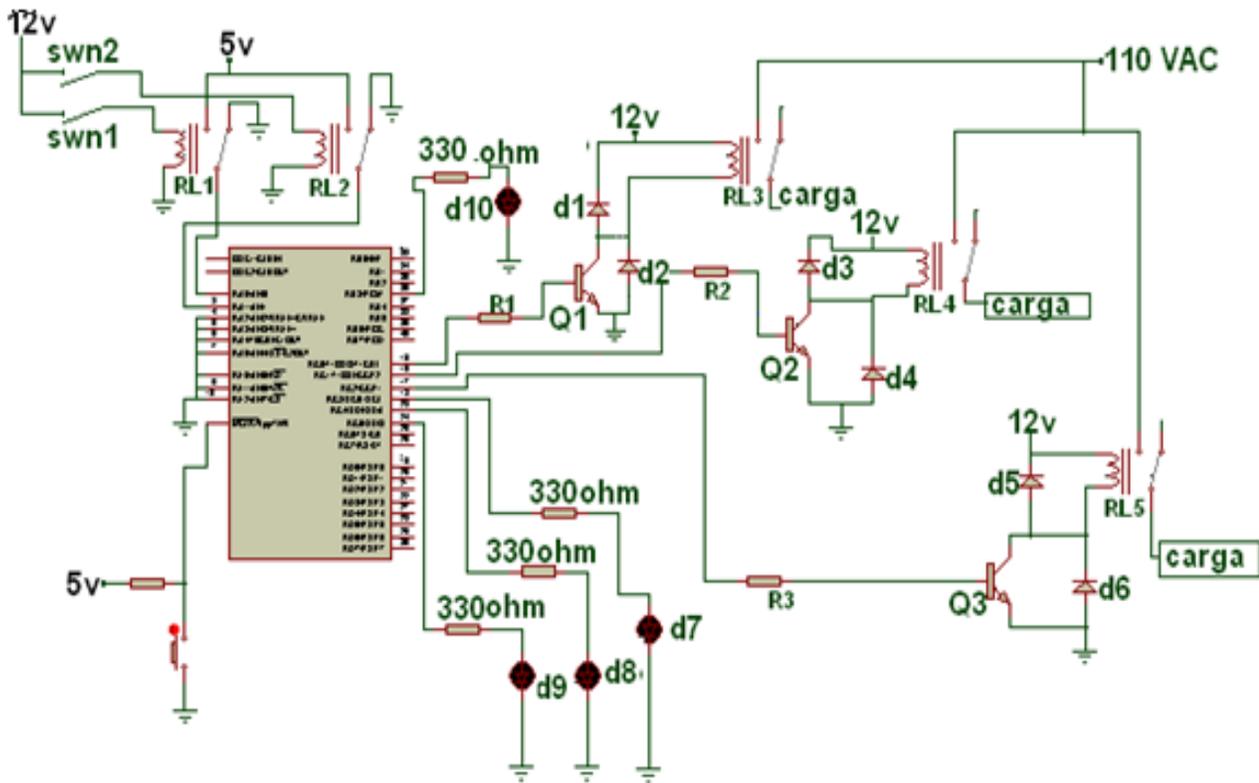


Figura 6. Diseño del control de nivel de tanque

3.3 Software de monitoreo y control diseñado

El sistema contará con cuatro pantallas, el primero para el monitoreo de los switches y sensores de nivel, y el segundo para realizar los procesos de dosificación, todo el sistema se puede manipular tanto de modo manual como automático, pero en todo el bloque ya no son sistemas independientes:

3.3.1 Software diseñado

El diseño consta de cuatro pestañas: en la primera lo que hará es monitorear los diferentes sensores que se encuentran en los tanques, muestra el movimiento del fluido físicamente (si está siguiendo camino hacia el siguiente tanque o si se está realimentando el sistema). Ver figura 7.

La segunda pestaña va a indicar y controlar el caudal másico de todos los procesos, cuando el sistema arranque el software va a indicar el inicio del proceso, este monitoreará la dosificación de la roca fosfórica, recibirá los datos del sensor de flujo másico del tanque de aguas madres, Slurry y ácido sulfúrico, y dosificará de acuerdo al set point que se requiera, además de controlar la vía de paso de este fluido hacia el tanque siguiente o hacia sí mismo, estas dosificaciones inician todas al tiempo pero en el momento que el dosificador de roca fosfórica entregue el fluido al tanque de Slurry el tanque de aguas madres simultáneamente entregará su fluido a dicho tanque, reduciendo así los problemas de cambio en la estequiometría; ya que poder analizar el tanque reactor es muy complicado debido a la estructura que tiene entonces se hace una comparación de caudales y así mismo controlamos el caudal de salida de la reacción final hacia los maduradores. Todos los set point del control, están visibles y manipulables para que la

persona encargada del monitoreo y control del sistema desde el computador realice cambios en cuanto se requiera, también estará el proceso graficado para que en caso de alguna falla no tenga problemas de encontrarla físicamente, ver figura 9.

La tercera pestaña se muestra los sistemas de alarmas debido a los llenados tanto de las tolvas como de los tanques, además de el momento de abre o cierre de una compuerta que impide el paso de la roca fosfórica, ver figura 8.

Y en la última pestaña En esta pantalla se hará una relación de los mantenimientos que se realicen dentro del proceso, teniendo en cuenta la fecha, el operador que realiza el mantenimiento y la descripción de dicho mantenimiento, además que este software realizará una base de datos de los datos adquiridos desde los sensores, los datos entregados por el software fecha y hora en un ciclo de cada minuto, estos datos se pueden ver en hoja tipo Excel. Ver figura 10.

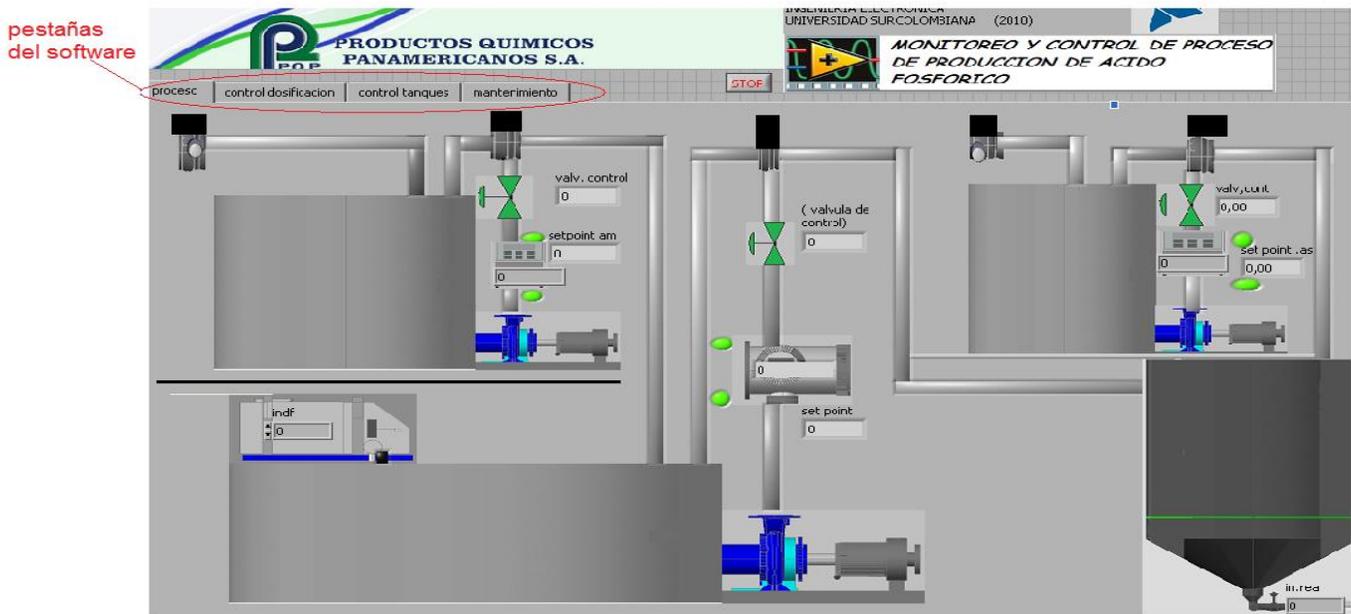


Figura 7. Pantallazo de monitoreo de los sensores y el seguimiento del fluido del proceso

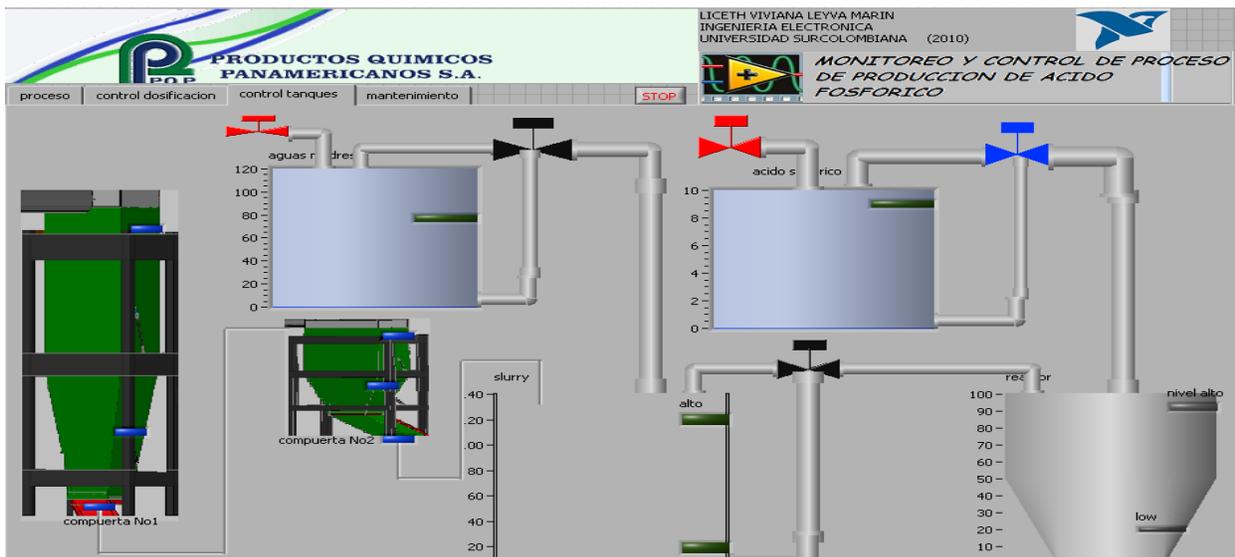


Figura 8. Pantallazo del monitoreo de niveles de tanques y tolvas

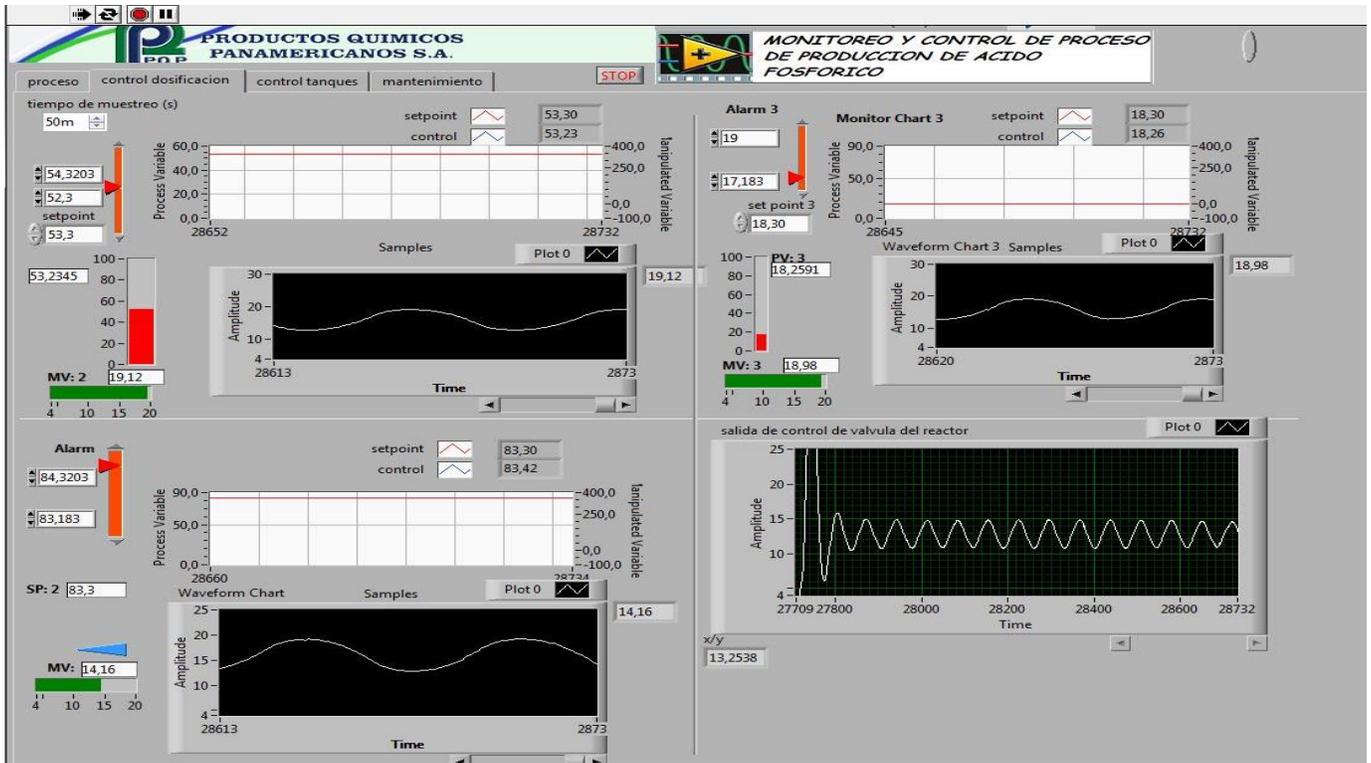


Figura 9. Resultado del control en la dosificación

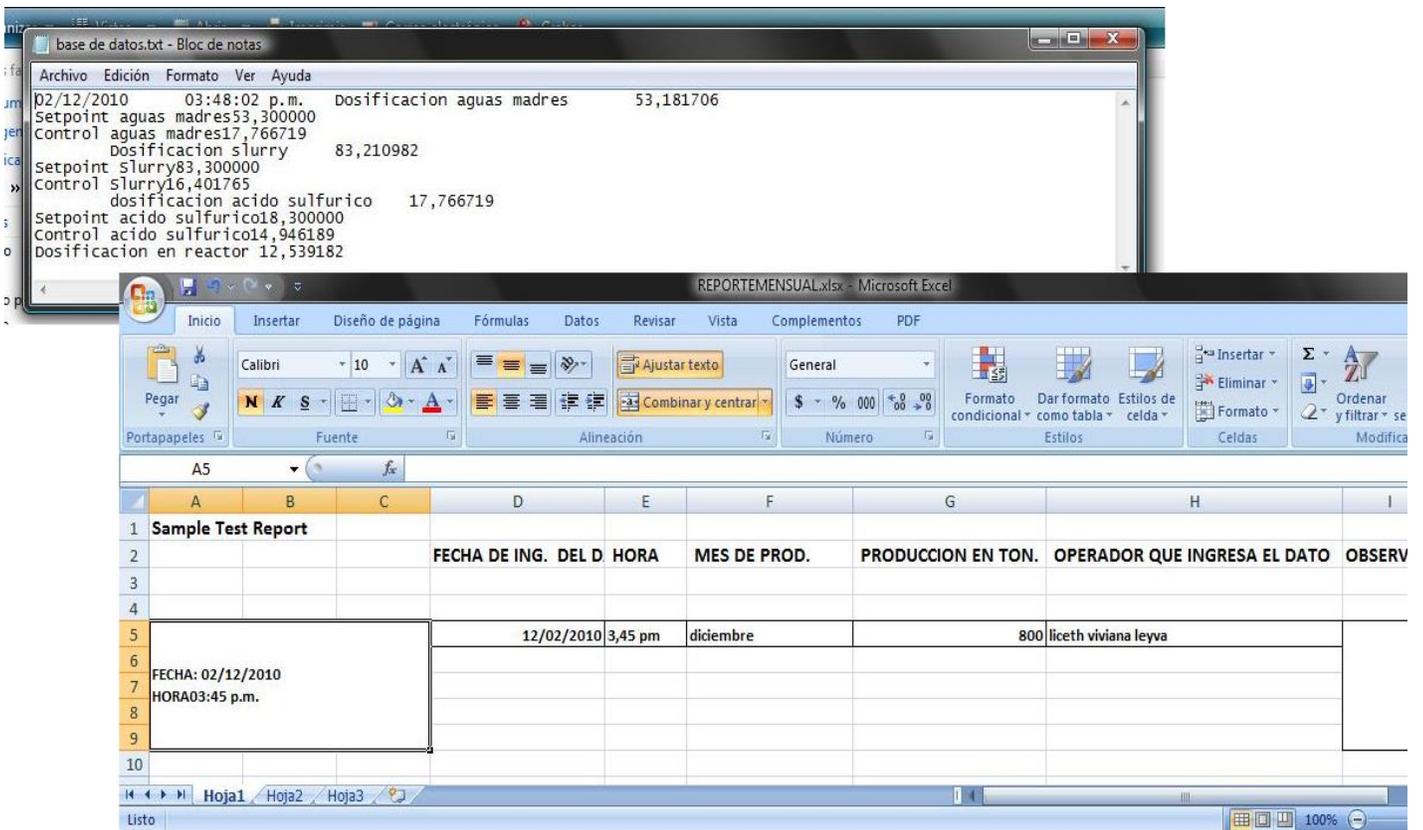


Figura 10. Resultado de las bases de datos

4 Conclusiones

Debido a la búsqueda de la optimización de recursos para lograr una mayor producción y competitividad, la automatización industrial se convierte en una herramienta para lograr estos objetivos, la necesidad de mejorar la calidad de los sistemas de control, lleva a una actualización de la tecnología en los procesos industriales.

Para implementar este sistema automatizado en un proceso industrial demanda unos costos iniciales considerables, pero esto tiene como rentabilidad, la disminución en la pérdida de material, mayor producción ya que los errores humanos disminuyen considerablemente, además que el ambiente y calidad de trabajo mejora ya que sería un proceso totalmente limpio y hermético, y por último se podría considerar la posibilidad de menos personal para supervisar el funcionamiento del sistema.

En el desarrollo del proyecto se llegó a la conclusión de que los valores de dosificación pueden variar según como lo requiera la empresa, teniendo en cuenta que los valores ingresados dan como resultado la concentración de ácido fosfórico que óptimo para la venta.

5 Referencias Bibliográficas

1. Latorre Marino. Formulación y Nomenclatura de química inorgánica Norma de la IUPAC. México, castellano; 1999, 144 p.
2. National Instruments, 2003. Manual del usuario LabVIEW. Austin Texas. 349 p.
3. Rojas Daniel. Procesos Químicos Industriales. Chile. Educar Chile. 2005.46p
4. Villalobos Gustavo y RICO, Raúl. Medición y Control de Procesos industriales. México, castellano; 2006. 274p.



IMOCOM S.A.
Div. Aire Comprimido
Calle 13 # 32-36
Tel. 057 1 3513299
Fax. 057 1 3603309
Bogotá Colombia

**PRODUCTOS QUÍMICOS
PANAMERICANOS**

Km. 8 vía Tello
Tel. 8686731
Neiva, Huila

Su Ref. Sol. Directa

Ntra. Ref. **SUL-E COT 10-04-152 SULLAIR**
Contactar a Darío Piedrahita
Teléfono +057 1 351 3299
Fax: +057 1 360 3309
Correo Electr. jpiedrahita@imocom.com.co
Fecha 30/04/2010



Atn, Ing. Lizeth Viviana Leyva
raula@pqp.com.co

**Asunto: Cotización Compresor de Tornillos, marca Sullair, modelo LS10B-25H
Oferta No. 10-04-152**

De acuerdo a su solicitud con mucho gusto nos permitimos someter a su consideración la oferta por un Compresor de Tornillo, marca Sullair, del cual anexamos ficha técnica.

Esta oferta garantiza un adecuado suministro de aire en cuanto a cantidad, presión y calidad como también garantiza una confiabilidad adecuada del sistema contando con el respaldo de **Sullair Corporation** nuestro representado desde hace más de 25 años.

Esperamos que la presente oferta responda a sus expectativas, y nos suscribimos a ustedes.

Atentamente,

IMOCOM
División Aire Comprimido

Jimmy Hernández R.
Director

Darío Piedrahita
Asesor Industrial

Soluciones Industriales

BOGOTA CALI MEDELLIN BARRANQUILLA MANIZALES BUCARAMANGA

www.imocom.com.co e-mail: airecomprimido@imocom.com.co



IMOCOM S.A.
Div. Aire Comprimido
Calle 13 # 32-36
Tel. 057 1 3513299
Fax. 057 1 3603309
Bogotá Colombia

Fecha : 30.04.2010
N/ref. : SUL-E COT 10-04-152
Página 2 de 5



Descripción Técnica

Item 1.1. Compresor de Tornillos, marca Sullair, modelo LS10B-25H

Compresor de Tornillos, marca Sullair, modelo LS10B-25H, enfriado por aire, con capacidad para producir 105 acfm a 125 psig y equipado con:

- Motor eléctrico Siemens de 25HP.
- Arrancador directo a 440V/3F/60HZ.
- Sistema de control análogo.
- **Carga de aceite sintético Sullube 32 para 8.000 horas.**
- Doble sistema de control de capacidad (ON-OFF, modulación).
- Enfriadores de aire y aceite.
- Trampa de drenaje automático.

Resumen de Precios

Item 1.1. Compresor de Tornillos, marca Sullair, modelo LS10B-25H USD 9.700

A los valores se deberá adicionar el I.V.A. vigente a la fecha de facturación.

Soluciones Industriales

BOGOTA CALI MEDELLIN BARRANQUILLA MANIZALES BUCARAMANGA

www.imocom.com.co e-mail: airecomprimido@imocom.com.co



IMOCOM S.A.
Div. Aire Comprimido
Calle 13 # 32-36
Tel. 057 1 3513299
Fax. 057 1 3603309
Bogotá Colombia

Fecha : 30.04.2010
N/ref. : SUL-E COT 10-04-152
Página 3 de 5



Condiciones Comerciales

1. Lugar de entrega:

El equipo se entregará libre a bordo de camión en sus instalaciones en Bogotá. Una vez entregado el equipo será responsabilidad del cliente el debido transporte al sitio de operación, así como los correspondientes seguros.

2. Precios:

El pago se realizará en Pesos Colombianos: los USD – dólares americanos – serán liquidados a la Tasa Representativa del Mercado (TRM) de la fecha de entrega de los equipos.

3. Forma de pago:

Contado contra entrega.

4. Plazo de entrega:

Inmediato a partir de la entrega de la orden de compra y salvo venta previa.

5. Validez de la oferta:

30 días calendario, contados a partir de la fecha de la oferta.

Soluciones Industriales

BOGOTA CALI MEDELLIN BARRANQUILLA MANIZALES BUCARAMANGA

www.imocom.com.co e-mail: airecomprimido@imocom.com.co



IMOCOM S.A.
Div. Aire Comprimido
Calle 13 # 32-36
Tel. 057 1 3513299
Fax. 057 1 3603309
Bogotá Colombia

Fecha : 30.04.2010
N/ref. : SUL-E COT 10-04-152
Página 4 de 5



6. Alcance del suministro

Dentro de los precios arriba anotados se incluye:

- Asesoría en la instalación y montaje de los equipos.
- Arranque de los equipos y tramitación de garantía con fábrica.
- Stock de repuestos para garantizar un continuo funcionamiento.
- Alquiler de compresores usados en caso de emergencias, así como la posibilidad de hacer recompras de los equipos en caso de que sus necesidades de aire comprimido se incrementen.
- Software especializado para la información y la atención del servicio técnico SAMM, con horómetro incorporado para realizar los mantenimientos preventivos y correctivos de manera oportuna.

7. Servicio Técnico

La División de Aire Comprimido de **IMOCOM S.A.**, ofrece desde hace más de 25 años el mayor y más completo servicio técnico y de posventa garantizado por:

- Personal técnico: Ingenieros y técnicos expertos en compresores, secadores y filtros, capacitados en fábrica y con más de 8 años de trabajo continuo, exclusivo en equipos de aire comprimido Sullair.
- Una red nacional de servicio en las principales ciudades del país: Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla, Manizales y Bucaramanga.
- Ingenieros asesores especializados para diseños de redes neumáticas, consultas técnicas, diagnósticos de operación de equipos y cálculos de consumo de aire comprimido.
- Un completo stock de repuestos en su bodega principal en Bogotá, el cual es el más completo y más surtido (referencias) comparado con lo normal en el mercado colombiano.

Soluciones Industriales

BOGOTA CALI MEDELLIN BARRANQUILLA MANIZALES BUCARAMANGA

www.imocom.com.co e-mail: airecomprimido@imocom.com.co



IMOCOM S.A.
Div. Aire Comprimido
Calle 13 # 32-36
Tel. 057 1 3513299
Fax. 057 1 3603309
Bogotá Colombia

Fecha : 30.04.2010
N/ref. : SUL-E COT 10-04-152
Página 5 de 5



8. Garantía:

8.1. SULLAIR CORPORATION, garantiza el sistema de aire comprimido, por **cinco (5) años** en los siguientes componentes:

- | | |
|----------------------------------|---|
| ▪ Unidad Compresora | : Cinco (5) años con lubricante SULLUBE. |
| ▪ Motor Eléctrico | : Dos (2) años. |
| ▪ Enfriador de aceite | : Cinco (5) años. |
| ▪ Postenfriador de aire | : Cinco (5) años. |
| ▪ Elemento separador aire-aceite | : Un (1) año ú 8.000 horas (lo que ocurra primero). |
| ▪ Demás componentes | : Un (1) año. |

Las garantías especificadas excluyen los elementos comunes de desgaste, como filtros, empaques, kits de válvulas y demás partes eléctricas, y cubren fallas debidamente comprobadas por el fabricante. No son aplicables en caso de fallas por abuso o negligencia por parte del comprador.

Soluciones Industriales

BOGOTA CALI MEDELLIN BARRANQUILLA MANIZALES BUCARAMANGA

www.imocom.com.co e-mail: airecomprimido@imocom.com.co

MEGATRONIC LTDA

INSTRUMENTACION Y AUTOMATIZACION DE PROCESOS
INDUSTRIALES, MANTENIMIENTO NEUMATICO Y ELECTRONICO

NIT: 802.025.099-6



CLIENTE: PRODUCTOS QUIMICOS PANAMERICANOS S.A (HUILA)
ATN: SR. RAUL ARVELAEZ
TEL :
E-mail: raarar26@hotmail.com doraccs@pqp.com.cc

COTIZACION :MEG-954
FECHA 13-Abr-10
PAG. No.: 1/1
SOLICITUD

ITEM	COD	DESCRIPCION	CANT.	Vr. Unit.	Vr. Total
------	-----	-------------	-------	-----------	-----------

1		SUITCH DE NIVEL LATERAL POLISULFONA 1/2 NPT MARCA: THOMAS	4	\$ 243.000	\$ 972.000
---	--	--	---	------------	------------



SUBTOTAL	\$ 972.000
IVA (16%)	\$ 155.520
TOTAL	\$ 1.127.520

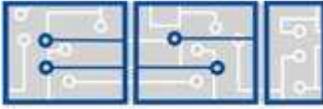
VALIDEZ DE LA OFERTA: 15 DIAS
FORMA DE PAGO: CONTADO

TIEMPO DE ENTREGA: 4 DIAS

Tel.:3490449 Calle 53 No.46-37 ofi 123A Barranquilla E-Mail: megatronic@une.net.co



MEGATRONIC
ING.FABIAN MORRIS



ES INSTRUMENTACION NIT 830.053.412-1

COTIZACION 9728

PRECIOS EN PESOS COLOMBIANOS

Institucion: Independiente
Atn. Raul Arbelaez
Proyecto:
Fax:

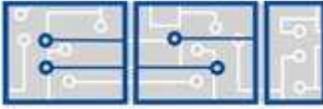
Email: raarar26@hotmail.com
Direccion: km 8 via tello
Telefonos: 686731 **Ciudad:** NEIVA
Contacto en ventas: Monica Guarin - Ingeniera

Item	Cantidad	No. Parte	Descripcion	Valor Unitario	Valor Total
1	1	779516-01	NI 9203 8-Channel +/-20 mA, 200 kS/s, 16-Bit Analog Input Module	\$1,368,900	\$1,368,900
2	1	779334-01	NI 9265 4-Channel 20mA, 100 kS/s per Channel, 16-Bit, Current Output Module	\$975,975	\$975,975
3	2	779017-01	NI 9932 Strain relief & high voltage conn kit, 10-pos screw terminal plug w/ cable housing for 10-pos. screw terminal	\$76,050	\$152,100
4	1	779787-01	NI 9403 with DSUB 32 Ch, TTL Digital Input/Output Module	\$1,026,675	\$1,026,675
5	1	779103-01	NI 9933 37-pin connector kit with strain relief. Includes enclosed screw terminal connector and DSUB solder cup backshell.	\$418,275	\$418,275
6	1	781156-01	cDAQ-9178, CompactDAQ chassis (8 slot USB)	\$3,067,350	\$3,067,350
7	1	779473-01	NI 9901 Desktop Mounting Kit	\$139,425	\$139,425
DESCUENTOS: 16% por pago 100% anticipado. 12% por pago contraentrega 8% por pago a 15 dias calendario de la fecha de la factura.				SubTotal	\$ 7,148,700
Comentarios:				IVA	\$ 1,143,792
Esta cotizacion tiene una validez de 15 dias calendario a partir del 06 de Abril de 2010				Total	\$ 8,292,492

<p>Garantía. ES Instrumentación se encargará de todos los gastos y trámites de garantía de las partes durante un periodo de un (1) año a partir de la fecha de recibido. Si el daño es por mal manejo, el cliente asumirá el costo de reparación. National Instruments garantiza al Cliente que la fabricación del hardware y los materiales que lo componen, se entrega libre de defectos de fabricación, la garantía del Hardware sera de (1) año, valida desde la fecha de recepción de los equipos por parte del cliente, el Software licenciado por National Instruments, se garantiza por un periodo de Noventa - 90 - días desde la fecha de entrega, los términos de garantía se encontraran señalados en el Contrato de la Licencia. La única responsabilidad de National Instruments bajo la presente garantía será la de proceder a la reparación de los Equipos Hardware / software o la sustitución de los mismos. En el supuesto de que dicha reparación o sustitución no fuera razonable o factible National Instruments reembolsará el precio de venta / canon de licencia. Salvo acuerdo contrario, la reparación o sustitución se llevará a cabo en las instalaciones de National Instruments, en Austin - Texas USA.</p> <p>Forma de Pago: 30 dias fecha de la factura Tiempo de Entrega: 30 dias habiles despues de la fecha de la orden de compra.</p>
--

Carrera 51 # 104B-69 Of.- L.103-Bogotá-PBX: 4824888 Fax 2183062 - L. Gratuita: 01 8000 513680

Pago de anticipos: Cuenta Corriente BANCOLOMBIA #2070-1823660 a nombre de E.S. INSTRUMENTACION



ES INSTRUMENTACION NIT 830.053.412-1

COTIZACION 9728

PRECIOS EN PESOS COLOMBIANOS

Institucion: Independiente

Atn. Raul Arbelaez

Proyecto:

Fax:

Email: raarar26@hotmail.com

Direccion: km 8 via tello

Telefonos: 686731 **Ciudad:** NEIVA

Contacto en ventas: Monica Guarin - Ingeniera

Item	Cantidad	No. Parte	Descripcion	Valor Unitario	Valor Total
1	1	779516-01	NI 9203 8-Channel +/-20 mA, 200 kS/s, 16-Bit Analog Input Module	\$1,368,900	\$1,368,900
2	1	779334-01	NI 9265 4-Channel 20mA, 100 kS/s per Channel, 16-Bit, Current Output Module	\$975,975	\$975,975
3	2	779017-01	NI 9932 Strain relief & high voltage conn kit, 10-pos screw terminal plug w/ cable housing for 10-pos. screw terminal	\$76,050	\$152,100
4	1	779787-01	NI 9403 with DSUB 32 Ch, TTL Digital Input/Output Module	\$1,026,675	\$1,026,675
5	1	779103-01	NI 9933 37-pin connector kit with strain relief. Includes enclosed screw terminal connector and DSUB solder cup backshell.	\$418,275	\$418,275
6	1	781157-01	cDAQ-9174, CompactDAQ chassis (4 slot USB)	\$1,951,950	\$1,951,950
7	1	779473-01	NI 9901 Desktop Mounting Kit	\$139,425	\$139,425
DESCUENTOS: 16% por pago 100% anticipado. 12% por pago contraentrega 8% por pago a 15 dias calendario de la fecha de la factura.				SubTotal	\$ 6,033,300
Comentarios:				IVA	\$ 965,328
Esta cotizacion tiene una validez de 15 dias calendario a partir del 06 de Abril de 2010				Total	\$ 6,998,628

Garantía.

ES Instrumentación se encargará de todos los gastos y trámites de garantía de las partes durante un periodo de un (1) año a partir de la fecha de recibido. Si el daño es por mal manejo, el cliente asumirá el costo de reparación.

National Instruments garantiza al Cliente que la fabricación del hardware y los materiales que lo componen, se entrega libre de defectos de fabricación, la garantía del Hardware sera de (1) año, valida desde la fecha de recepción de los equipos por parte del cliente, el Software licenciado por National Instruments, se garantiza por un periodo de Noventa - 90 - días desde la fecha de entrega, los términos de garantía se encontraran señalados en el Contrato de la Licencia.

La única responsabilidad de National Instruments bajo la presente garantía será la de proceder a la reparación de los Equipos Hardware / software o la sustitución de los mismos.

En el supuesto de que dicha reparación o sustitución no fuera razonable o factible National Instruments reembolsará el precio de venta / canon de licencia.

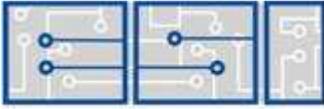
Salvo acuerdo contrario, la reparación o sustitución se llevará a cabo en las instalaciones de National Instruments, en Austin - Texas USA.

Forma de Pago: 30 dias fecha de la factura

Tiempo de Entrega: 30 dias habiles despues de la fecha de la orden de compra.

Carrera 51 # 104B-69 Of.- L.103-Bogotá-PBX: 4824888 Fax 2183062 - L. Gratuita: 01 8000 513680

Pago de anticipos: Cuenta Corriente BANCOLOMBIA #2070-1823660 a nombre de E.S. INSTRUMENTACION



ES INSTRUMENTACION NIT 830.053.412-1

COTIZACION 9722

PRECIOS EN PESOS COLOMBIANOS

Institucion: Independiente

Atn. Raul Arbelaez

Proyecto:

Fax:

Email: RaulA@PQP.COM.CO

Direccion:

Telefonos: Ciudad: NEIVA

Contacto en ventas: Monica Guarin - Ingeniera

Item	Cantidad	No. Parte	Descripcion	Valor Unitario	Valor Total
1	1	779025-01	DAQPAD-6016 for USB and NI-DAQ Software, US (120V)	\$5,019,300	\$5,019,300
DESCUENTOS: 16% por pago 100% anticipado. 12% por pago contraentrega 8% por pago a 15 dias calendario de la fecha de la factura.				SubTotal	\$ 5,019,300
Comentarios:				IVA	\$ 803,088
Esta cotizacion tiene una validez de 15 dias calendario a partir del 05 de Abril de 2010				Total	\$ 5,822,388

Garantía.

ES Instrumentación se encargará de todos los gastos y trámites de garantía de las partes durante un periodo de un (1) año a partir de la fecha de recibido. Si el daño es por mal manejo, el cliente asumirá el costo de reparación.

National Instruments garantiza al Cliente que la fabricación del hardware y los materiales que lo componen, se entrega libre de defectos de fabricación, la garantía del Hardware sera de (1) año, valida desde la fecha de recepción de los equipos por parte del cliente, el Software licenciado por National Instruments, se garantiza por un periodo de Noventa - 90 - días desde la fecha de entrega, los términos de garantía se encontraran señalados en el Contrato de la Licencia.

La única responsabilidad de National Instruments bajo la presente garantía será la de proceder a la reparación de los Equipos Hardware / software o la sustitución de los mismos.

En el supuesto de que dicha reparación o sustitución no fuera razonable o factible National Instruments reembolsará el precio de venta / canon de licencia.

Salvo acuerdo contrario, la reparación o sustitución se llevará a cabo en las instalaciones de National Instruments, en Austin - Texas USA.

Forma de Pago: 30 dias fecha de la factura

Tiempo de Entrega: 30 dias habiles despues de la fecha de la orden de compra.

Carrera 51 # 104B-69 Of.- L.103-Bogotá-PBX: 4824888 Fax 2183062 - L. Gratuita: 01 8000 513680

Pago de anticipos: Cuenta Corriente BANCOLOMBIA #2070-1823660 a nombre de E.S. INSTRUMENTACION



FECHA: 04 de Mayo de 2010

COTIZACIÓN N° 664

Señores:

Productos Quimicos Panamericanos S.A

Nit. 860042141-0.

Gracias por su interés en nuestros productos. A continuación se describe la cotización solicitada por el cliente:

Ítem	Cantidad	Descripción referencia	Disponibilidad	Valor unitario	Valor Total
1	5	PIC 16F877A	Inmediata Salvo venta	13500	67500
2	5	Base para Ci 40 pines	Inmediata Salvo venta	350	1750
3	5	Cristal 4MHz	Inmediata Salvo venta	800	4000
4	10	capacitores ceramicos de 0.1Uf	Inmediata Salvo venta	100	1000
5	3	Placas de cobre de 20X20 cm 1 Cara	Inmediata Salvo venta	5000	15000
6	10	Optoaisladores 4n25	Inmediata Salvo venta	1000	10000
7	10	Transistores 2N3906	Inmediata Salvo venta	150	1500
8	10	Diodo 1N4007	Inmediata Salvo venta	50	500
9	10	Rele de 12v	Inmediata Salvo venta	1300	13000
10	4	LCD 2X16	Inmediata Salvo venta	13000	52000

INGENIERÍA ELECTRÓNICA ROBÓTICA Y CONTROL

11	1	conjunto de resistencias de 1/2w y de 1/4 w de diferentes Valores (200 unidades)	Inmediata Salvo venta	5000	5000
12	2	Teclado 3X4	Inmediata Salvo venta	9000	18000
13	1	Adaptador Inteligente ajustable a 3 4.5 6 7.5 9 y 12V 1200mA	Inmediata Salvo venta	29000	29000
14	8	Bornera 2 pines	Inmediata Salvo venta	500	4000
15	3	Conector MOL 8 pines	Inmediata Salvo venta	700	2100
16	1	Regleta Macho 1X40 en ángulo	Inmediata Salvo venta	800	800
17	1	Regleta Hembra 1X40	Inmediata Salvo venta	850	850
18	3	Swich 3 estados Tipo pulsador	Inmediata Salvo venta	700	2100
19	3	Pulsador 6mm	Inmediata Salvo venta	300	900
20	2	LED rojo inserción 5mm	Inmediata Salvo venta	100	200
21	3	LED Azul inserción 5mm	Inmediata Salvo venta	400	1200
22	1	Protoboard Wish Standar	Inmediata Salvo venta	14000	14000
23	5	borneras de 3 pines de angulo tipo industrial	2 Semanas	1000	5000
24	5	pulsador pequeño de 4 pines	Inmediata Salvo venta	250	1250
25	5	MICRO SUICHE INDUSTRIAL, 15A/125VAC, 30x49x18mm, CONTACTOS N.O, N.C.	2 Semanas	15000	75000



INGENIERÍA ELECTRÓNICA ROBÓTICA Y CONTROL

26	10	Triac BTB06-600CRG	2 Semanas	3600	36000
27	10	MOC3011	2 Semanas	1200	12000
28	1	Regulador LM2940	2 Semanas	7000	7000
29	1	PIC 18F4550	Inmediata Salvo venta	20000	20000
SUBTOTAL					400650
Gastos de transporte y manejo					10000*
TOTAL					416650+Recargo por consignación nacional

Condiciones generales:

- Cotización válida por 30 días.
- **Para cantidades diferentes por favor solicitar nueva cotización**
- Disponibilidad para el momento de la confirmación de la compra.
- Si para el despacho de la totalidad de los elementos se hace necesario realizar más de 1 envío, cada uno de éstos tendrá un costo de \$10000
- Forma de pago:
 1. Consignación nacional a la cuenta de Ahorros Numero 24525118259 de Colmena a nombre de Fabio Eraso. Esta consignación **no tiene recargo por concepto de consignación nacional**
 2. Consignación Nacional a la cuenta de ahorros Número 31203855012 de Bancolombia a nombre de Ángela Gélvez. Este método **tiene un recargo adicional de \$9.500** de Bancolombia por consignación nacional.

Si el pago se realiza por medio de transacción electrónica a cualquiera de las cuentas, este cargo no será generado.

Una vez se ha realizado la consignación, por favor envíe copia del comprobante al mail contacto@dynamoelectronics.com o al fax (7) 6410050, con los datos de envío (nombre, teléfono, dirección y ciudad) junto con el nombre del dispositivo solicitado.

Somos régimen simplificado, no retenemos IVA. El precio descrito, es el precio final de la compra.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA ROBÓTICA Y CONTROL

Atentamente,

Ing. Omar Carvajal

Dynamo electronics

‘Electrónica en movimiento’

Dynamo Electronics especialistas en robótica, electrónica y control, proveedores de elementos especializados a universidades, empresas, grupos de investigación, etc.

Distribuidores autorizados para Colombia de productos Lynxmotion, Pololu, Sparkfun, Robot electronics.





FECHA: 27 de Marzo de 2010

COTIZACIÓN N° 644

Señor :
Raúl Arbeláez Arciniégas

Gracias por su interés en nuestros productos. A continuación se describe la cotización solicitada por el cliente:

Ítem	Cantidad	Descripción referencia	Disponibilidad	Valor unitario	Valor Total
1	1	<i>PIC18f4550</i>	INMEDIATA	20000	20000
2	1	<i>crystal de 4 Mhz</i>	INMEDIATA	800	800
3	1	<i>LCD de 2 filas 16 columnas</i>	INMEDIATA	13000	13000
SUBTOTAL					33800
Gastos de transporte y manejo					8500
TOTAL					42300+Recargo por consignación

Condiciones generales:

- Cotización válida por 30 días.
- **Para cantidades diferentes por favor solicitar nueva cotización**
- Disponibilidad para el momento de la confirmación de la compra.
- Forma de pago:
 1. Consignación nacional a la cuenta de Ahorros Numero 24525118259 de Colmena a nombre de Fabio Eraso. Esta consignación **no tiene recargo por concepto de consignación nacional**
 2. Consignación Nacional a la cuenta de ahorros Número 31203855012 de Bancolombia a nombre de Ángela Gélvez. Este método **tiene un recargo adicional de \$9.700** de Bancolombia por consignación nacional.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA ROBÓTICA Y CONTROL

Si el pago se realiza por medio de transacción electrónica a cualquiera de las cuentas, este cargo no será generado.

Una vez se ha realizado la consignación, por favor envíe copia del comprobante al mail contacto@dynamoelectronics.com o al fax (7) 6410050, con los datos de envío (nombre, teléfono, dirección y ciudad) junto con el nombre del dispositivo solicitado.

Somos régimen simplificado, no retenemos IVA. El precio descrito, es el precio final de la compra.

Atentamente,

Ing. Omar Carvajal
Dynamo electronics
'Electrónica en movimiento'

Dynamo Electronics especialistas en robótica, electrónica y control, proveedores de elementos especializados a universidades, empresas, grupos de investigación, etc.

Distribuidores autorizados para Colombia de productos Lynxmotion, Pololu, Sparkfun, Robot electronics.





BOMBAS HYDRAL LTDA.
www.bombashydral.com



Cra 36 No. 11A - 04
PBX: 247 5940
Fax: 247 6231 - Telefax: 247 5940
Bogotá, D.C. - Colombia S.A.

BOMBAS

VACIO
CALDERAS
PULPA - ACEITES
IND. QUIMICA
ACUEDUCTOS
MINERIA

Bogotá, marzo 26, 2010

Señores:

P.Q.P. NEIVA

Atn: Ing. Liceth Leyva

Fax/Tel:

Dir: raula@pqp.com.co

Ciudad: NEIVA

País: COLOMBIA

COTIZACION Nº 15982

SU REFERENCIA:

PAGINA: 1

ATENDIENDO A SU AMABLE SOLICITUD NOS PERMITIMOS COTIZAR A UD(S) LO SIGUIENTE:

ITEM	CAN	DESCRIPCION	VALOR U.	VALOR T.
1	1	BOMBA HYDRAL TIPO: Centrífuga horizontal de una etapa MODELO: JE-4 CONSTRUCCION CARCASA: Fundición gris IMPULSOR: Fundición gris Semiabierto diámetro 139 mm CUBIERTA: Fundición gris EJE: Acero inoxidable AISI-316 SOPORTE DE RODA: Fundición gris RODAMIENTOS: Radiaxiales prelubricados SELLAMIENTO: prensaestopa cinta de grafito	1.600.000	1.600.000
2	1	ACOPLAMIENTO ACOPLE: Flexible Rexnord Omega E-2 BASE: Acero estructural galvanizada GUARDACOPLE: Lámina de acero expandida	870.000	870.000
3	1	MOTOR TIPO: Eléctrico trifásico MARCA: Emerson E-line HP: 1 RPM: 1800 EJECUCION: B-3 / TEFC VOLTAJE: 220-440 PROTECCION: IP-55	560.000	560.000
			SUB TOTAL	3.030.000
			I.V.A. 16%	484.800
			TOTAL	3.514.800

OBSERVACIONES:



BOMBAS HYDRAL LTDA.
www.bombashydral.com



Cra 36 No. 11A - 04
PBX: 247 5940
Fax: 247 6231 - Telefax: 247 5940
Bogotá, D.C. - Colombia S.A.

BOMBAS

VACIO
CALDERAS
PULPA - ACEITES
IND. QUIMICA
ACUEDUCTOS
MINERIA

CLIENTE: P.Q.P. NEIVA
COTIZACION N° 15982
PAGINA N° 2

ACCESORIOS OPCIONALES	VALOR U.
-----------------------	----------

I.V.A. 16% NO INCLUIDO

CONDICIONES DE OPERACION

FLUIDO A BOMBEAR:	Acido sulfúrico al 98%
VISCOSIDAD:	50 SSU
TEMPERATURA:	
GRAVEDAD ESPECIFICA:	1,8
CAUDAL REQUERIDO:	3 G.P.M.
CAUDAL OFRECIDO:	10 G.P.M.
ALTURA DINAMICA REQUER:	
ALTURA DINAMICA OFRECIDA:	5 MCA
DIAMETRO DE SUCCION:	1" CONEXIÓN DE BRIDA ANSI-150
DIAMETRO DE DESCARGA:	3/4" CONEXIÓN DE BRIDA ANSI-150
POTENCIA REQUERIDA:	
INFORMACION ADJUNTA:	Especificaciones generales

CONDICIONES COMERCIALES

PLAZO DE ENTREGA:	Cuatro (4) semanas contadas a partir de la recepción de la orden de compra.
TRANSPORTE Y SEGURO:	Por cuenta y riesgo del comprador
FORMA DE PAGO:	Orden de compra a 30 días F.F.
VALIDEZ DE LA OFERTA:	30 Días calendario a partir de la fecha.
GARANTIA:	Doce(12) meses contra desperfectos de fabricación y/o mano de obra las condiciones se estipularán en la tarjeta de garantía.

CORDIALMENTE,

MARCO ANTONIO PEREZ F.

NELSON A. OSORIO S.



BOMBAS HYDRAL LTDA.
www.bombashydral.com



Cra 36 No. 11A - 04
PBX: 247 5940
Fax: 247 6231 - Telefax: 247 5940
Bogotá, D.C. - Colombia S.A.

BOMBAS

VACIO
CALDERAS
PULPA - ACEITES
IND. QUIMICA
ACUEDUCTOS
MINERIA

Bogotá, marzo 26, 2010

Señores:

P.Q.P. NEIVA

Atn: Ing. Liceth Leyva

Fax/Tel:

Dir: raula@pqp.com.co

Ciudad: NEIVA

País: COLOMBIA

COTIZACION N° 15983

SU REFERENCIA:

PAGINA: 1

ATENDIENDO A SU AMABLE SOLICITUD NOS PERMITIMOS COTIZAR A UD(S) LO SIGUIENTE:

ITEM	CAN	DESCRIPCION	VALOR U.	VALOR T.
1	1	BOMBA HYDRAL TIPO: Centrífuga horizontal de una etapa MODELO: JE-4 CONSTRUCCION CARCASA: Acero inoxidable AISI-316 IMPULSOR: Acero inoxidable AISI-316 Semiabierto diámetro 139 mm CUBIERTA: Acero inoxidable AISI-316 EJE: Acero inoxidable AISI-316 SOPORTE DE RODA: Acero inoxidable AISI-316 RODAMIENTOS: Radiaxiales prelubricados SELLAMIENTO: Prensaestopa cinta de grafito	3.400.000	3.400.000
2	1	ACOPLAMIENTO ACOPLE: Flexible Rexnord Omega E-2 BASE: Acero estructural galvanizada GUARDACOPLE: Lámina de acero expandida	870.000	870.000
3	1	MOTOR TIPO: Eléctrico trifásico MARCA: Emerson E-line HP: 1 RPM: 1800 EJECUCION: B-3 / TEFC VOLTAJE: 220-440 PROTECCION: IP-55	560.000	560.000
			SUB TOTAL	4.830.000
			I.V.A. 16%	772.800
			TOTAL	5.602.800

OBSERVACIONES:



BOMBAS HYDRAL LTDA.
www.bombashydral.com



Cra 36 No. 11A - 04
PBX: 247 5940
Fax: 247 6231 - Telefax: 247 5940
Bogotá, D.C. - Colombia S.A.

BOMBAS

VACIO
CALDERAS
PULPA - ACEITES
IND. QUIMICA
ACUEDUCTOS
MINERIA

CLIENTE: P.Q.P. NEIVA
COTIZACION N° 15983
PAGINA N° 2

ACCESORIOS OPCIONALES	VALOR U.
-----------------------	----------

I.V.A. 16% NO INCLUIDO

CONDICIONES DE OPERACION

FLUIDO A BOMBEAR:	Acido fosfórico
VISCOSIDAD:	50 SSU
TEMPERATURA:	
GRAVEDAD ESPECIFICA:	1
CAUDAL REQUERIDO:	16 G.P.M.
CAUDAL OFRECIDO:	16 G.P.M.
ALTURA DINAMICA REQUER:	
ALTURA DINAMICA OFRECIDA:	5 MCA
DIAMETRO DE SUCCION:	1" CONEXIÓN DE BRIDA ANSI-150
DIAMETRO DE DESCARGA:	3/4" CONEXIÓN DE BRIDA ANSI-150
POTENCIA REQUERIDA:	0,6 H.P. A 1800 RPM
INFORMACION ADJUNTA:	Especificaciones generales

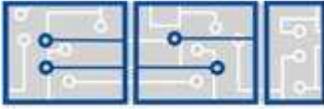
CONDICIONES COMERCIALES

PLAZO DE ENTREGA:	Seis (6) semanas contadas a partir de la recepción de la orden de compra.
TRANSPORTE Y SEGURO:	Por cuenta y riesgo del comprador
FORMA DE PAGO:	Orden de compra a 30 dias F.F.
VALIDEZ DE LA OFERTA:	30 Dias calendario a partir de la fecha.
GARANTIA:	Doce(12) meses contra desperfectos de fabricación y/o mano de obra las condiciones se estipularán en la tarjeta de garantía.

CORDIALMENTE,

MARCO ANTONIO PEREZ F.

NELSON A. OSORIO S.



ES INSTRUMENTACION NIT 830.053.412-1

COTIZACION 9706

PRECIOS EN PESOS COLOMBIANOS

Institucion: Independiente
Atn. Raul Arbelaez Arciniegas
Proyecto:
Fax:

Email: raarar26@hotmail.com
Direccion:
Telefonos: Ciudad: NEIVA
Contacto en ventas: Monica Guarin - Ingeniera

Item	Cantidad	No. Parte	Descripcion	Valor Unitario	Valor Total
1	1	776678-35	LabVIEW Professional Dev System, Windows. NI Software Service provides free, automatic upgrades for your software & access to NI Application Engineers via phone/email for technical support.	\$11,990,550	\$11,990,550
DESCUENTOS: 16% por pago 100% anticipado. 12% por pago contraentrega 8% por pago a 15 dias calendario de la fecha de la factura.				SubTotal	\$ 11,990,550
Comentarios:				IVA	\$ 1,918,488
				Total	\$ 13,909,038
Esta cotizacion tiene una validez de 15 dias calendario a partir del 29 de Marzo de 2010					

Garantía.

ES Instrumentación se encargará de todos los gastos y trámites de garantía de las partes durante un periodo de un (1) año a partir de la fecha de recibido. Si el daño es por mal manejo, el cliente asumirá el costo de reparación.

National Instruments garantiza al Cliente que la fabricación del hardware y los materiales que lo componen, se entrega libre de defectos de fabricación, la garantía del Hardware sera de (1) año, valida desde la fecha de recepción de los equipos por parte del cliente, el Software licenciado por National Instruments, se garantiza por un periodo de Noventa - 90 - días desde la fecha de entrega, los términos de garantía se encontraran señalados en el Contrato de la Licencia.

La única responsabilidad de National Instruments bajo la presente garantía será la de proceder a la reparación de los Equipos Hardware / software o la sustitución de los mismos.

En el supuesto de que dicha reparación o sustitución no fuera razonable o factible National Instruments reembolsará el precio de venta / canon de licencia.

Salvo acuerdo contrario, la reparación o sustitución se llevará a cabo en las instalaciones de National Instruments, en Austin - Texas USA.

Forma de Pago: 30 dias fecha de la factura

Tiempo de Entrega: 30 dias habiles despues de la fecha de la orden de compra.

Carrera 51 # 104B-69 Of.- L.103-Bogotá-PBX: 4824888 Fax 2183062 - L. Gratuita: 01 8000 513680

Pago de anticipos: Cuenta Corriente BANCOLOMBIA #2070-1823660 a nombre de E.S. INSTRUMENTACION



FESTO LTDA (MERCADEO)
FESTO MERCADEO
BOGOTA - Colombia
NIT 8000615851

Orden de Compra:	Contacto: LICETH VIVIANA LEYVA
------------------	-----------------------------------

NIT: 8000615851	Teléfono	Fax:
--------------------	----------	------

Forma de entrega: Condición general	Condición de pago: Pago de contado
--	---------------------------------------

Descripción	Material	Precio Unitario	Cantidad	Total
Item 1 CIL/DOBLE EFEC DNCB-80-400-PPV-A Plazo de Entrega: 7 Días hábiles Tolva vertical, dos compuertas 10 Ton	***532894	664,875.00	1 PZ	664,875.00
Item 2 CIL/DOBLE EFEC DNCB-32-400-PPV-A Plazo de Entrega: 13 Días hábiles Tolva vertical, dos compuertas, 2 Ton	***532734	314,250.00	1 PZ	314,250.00
Item 3 UNIDAD GUIA FENG- 80- 500-KF Plazo de Entrega: 13 Días hábiles	***34528	3,515,820.00	1 PZ	3,515,820.00
Item 4 UNIDAD GUIA FENG- 32- 500-KF Plazo de Entrega: 13 Días hábiles	***34498	1,456,140.00	1 PZ	1,456,140.00

Cotización
12242100

Fecha:
31/03/2010

Validez:
30/04/2010

Página:
1 de 3

No. de cliente:
26001513

Festo Ltda.

Autopista Medellin Km. 6.3 costado
sur
Bogotá
Colombia
Tel: (1)865 7788
Fax: (1)865 7788 OPC2
NIT.800.061.585-1
www.festo.com/co



FESTO LTDA (MERCADERO)
FESTO MERCADERO
BOGOTA - Colombia
NIT 8000615851

Descripción	Material	Precio Unitario	Cantidad	Total
Item 5 CONECTOR POR EN QS -8 Plazo de Entrega: 5 Días hábiles	153033	13,056.00	4 PZ	52,224.00
Item 7 FIJ. OSCILANTE SNCB-80 Plazo de Entrega: 5 Días hábiles	174394	105,480.00	1 PZ	105,480.00
Item 8 FIJ. OSCILANTE SNCB-32 Plazo de Entrega: 5 Días hábiles	174390	50,040.00	1 PZ	50,040.00
Item 9 RIEL/RECUBR.RAN ABP-5-S Plazo de Entrega: 5 Días hábiles	***151680	5,625.00	1 PZ	5,625.00
Item 10 DET. PROX. SME-8M-DS-24V-K-2,5-OE Plazo de Entrega: 5 Días hábiles	543862	72,900.00	2 PZ	145,800.00
Total				6,310,254.00
Valores en Pesos, más IVA vigente al momento de la cotización.				

Cotización

12242100

Fecha:
31/03/2010

Validez:
30/04/2010

Página:
2 de 3

No. de cliente:
26001513

*** Estos materiales No estan sujetos a devolución debido a las condiciones especificas de su solicitud

Festo Ltda.

Autopista Medellin Km. 6.3 costado
sur
Bogotá
Colombia
Tel: (1)865 7788
Fax: (1)865 7788 OPC2
NIT.800.061.585-1
www.festo.com/co



FESTO LTDA (MERCADEO)
FESTO MERCADEO
BOGOTA - Colombia
NIT 8000615851

Att.: _____

CONTACT CENTER
VENTAS.COLOMBIA@CO.FESTO.COM
Cel. 315-8554903

Somos agentes retenedores y grandes contribuyentes. Agentes responsables del IVA y del ICA.

Garantía hasta seis meses después de facturado el elemento si es neumático y tres meses si es electrónico, únicamente por defectos de fabricación, no se otorga si el elemento ha sido desarmado por personal ajeno a Festo, si se evidencia una inadecuada manipulación, montaje por parte del cliente, o en el caso de equipos electrónicos no se instalaron las protecciones eléctricas adecuadas.

Municipio de Tenjo: Vereda La Punta Autopista Medellin Km6 + 307mt
A.A.95481 PBX (1)865 7788 Fax (1) 8657788 Opción 2

Cali: Calle 64 Norte No 5B-146 Of.202
Tel.:(92)666 1066 Fax:(92)665 6633

Bucaramanga: Cra.24 No. 39-05
Tel.: (7)6341884 Cel.: 315 8203571 - 315 8951357
Linea unica nacional: 018000518810

Medellin: Cra. 80A N32EE-54
Tels.(94)411 2722 - 411 2691 Fax: (94) 250 5642 - A.A.50055

Manizales: Carrera 23 No. 63-15 Edificio El Castillo Of. 506
Tel.:(6)881 0493 - Fax:(6)881 0267
Linea unica nacional : 018000518810

Costa Atlantica: Tel.: (5) 373 6121 Cel.: 316 5234059
Linea unica nacional : 018000518810

Cartagena: Cel.:315 8522373
Linea unica nacional : 018000518810

Cotización

12242100

Fecha:

31/03/2010

Validez:

30/04/2010

Página:

3 de 3

No. de cliente:

26001513

Festo Ltda.

Autopista Medellin Km. 6.3 costado
sur
Bogotá
Colombia
Tel: (1)865 7788
Fax: (1)865 7788 OPC2
NIT.800.061.585-1
www.festo.com/co



Carrera 47A No. 91-86 - Tel. 6 164169 - Fax. 2 572005
 E-mail. ventas@instrumatic.com.co
 Bogotá - Colombia

Nit: 800.081.453-1

COTIZACION No. 53839

SEÑORES : PRODUCTOS QUIMICOS PANAMERICANOS

Nit : 860042141 NEIVA

Atn. : ING LICETH LEIVA / PROYECTOS

Dir. : KM. 8 VIA NEIVA-TELLO

TEL. : 078-8686731

FAX : 078+8686786

Ciudad : NEIVA

FECHA : Bogotá, 2010/02/26

VENDEDOR : ING. RICARDO RETIZ

ASUNTO : DETECCIÓN DE NIVEL EN TANQUES DE FIBRA DE VIDRIO PARA ACIDO SULFÚRICO

ITM	CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	IVA %
1	00-9994	MPT61.XXANA1TKNX, TRANSMISOR MICROONDA DE BARRERA, SIN CONTACTO, CONEXIÓN 1/2" NPT, IP 67	1	3,500,000.00	3,500,000.00	16
2	00-9994	MPR61.XXANA1RKNX, RECEPTOR DE MICROONDA DE BARRERA, SIN CONTACTO, CONEXIÓN 1/2" NPT, IP 67	1	3,930,000.00	3,930,000.00	16

OBSERVACIONES

ITEM 1: TRANSMISOR DE MICROONDA PARA LA DETECCIÓN DE NIVEL DE LIQUIDO, SIN CONTACTO CON EL PRODUCTO, MARCA VEGA (ALEMANIA), SIN FUENTE DE ALIMENTACIÓN, TIEMPO DE ENTREGA POR IMPORTACIÓN: 40 DÍAS

ITEM 2: RECEPTOR DE MICROONDA, SIN CONTACTO CON EL PRODUCTO, MARCA VEGA, EQUIPOS LIBRES DE MANTENIMIENTO, TIEMPO DE ENTREGA: 40 DÍAS

BRUTO		7,430,000
DESCUENTO	(10 %)	(743,000)
SUB-TOTAL		6,687,000
IVA	16 %	1,069,920
TOTAL	\$	7,756,920

Tiempo de Entrega : 40 Dias

Garantía de Equipos : 12 Meses

Validez de la Oferta : 30 Dias

Forma de Pago : 30 Dias

CONDICIONES :

1. Los precios de los productos incluyen asesoría en la instalación.
2. Tiempo de Entrega inferiores a 3 dias, sujetos a previa ventas
3. Ver catalogos adjuntos para mayores especificaciones

FIRMA AUTORIZADA

Thomas Products, Ltd.

987 West Street Southington, CT 06489-1023

Toll Free: (800) 666-9101 Telephone: (860) 621-9101 Fax: (860) 621-1470

E-Mail: Sales@ThomasProd.com Website: www.ThomasProd.com

Item # 24237, Side Mounted - 4400 Series Level Switch.

\$24.00



Side Mounted - 4400 Series Level Switch.

- NPT or Bulkhead With Nut Mountings
- Plastic Construction

[SPECIFICATIONS](#) · [NOTES](#)

SPECIFICATIONS

Mounting Sizes	1/2" NPT
Stem	Polysulfone
Floats	Polysulfone
Wire	22 AWG PVC 24" Long
Reed Switches (Non UL Recognized Units)	20 VA SPST
Operating Temperature	-40 ⁰ to 225 ⁰ F
Operating Pressure	150 psig
Application	Side tank mounting, economical, FDA approved material, conduit connector.
Notes	Please refer to notes 1, 2 &3

NOTES

Notes:

- Lead wires are available in different lengths, terminated ends or cable. Consult factory.
- 100 VASPSTnon-UL reed switches are stocked. Consult factory.
- Relays are available for handling higher loads than allowed. See Accessories section for details.
- Optional silicone gasket P/N 3474 1/16"thickx1"O.D. x1/2" I.D. 40 durometer. (Other materials are available - consult factory.)
- Optional silicone gasket P/N 3500 1/16"thickx1"O.D. x 5/8" I.D. 40 durometer. (Other materials are available - consult factory.)
- All Model 4400 level switches depicted are available with cable. All specifications are the same except for operating temperature of -40°F to +176°F. Determine the length of cable required and contact factory sales department for pricing. UL recognized Model No. 4400L.
- Float specific gravity .7