



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERIA EN MECATRÓNICA**

## **INFORME TÉCNICO**

**TEMA:**

**“SISTEMA DE CONTROL DE PESO PARA LLENADO DE SACOS DE HARINA DE 50 KG”**

**AUTOR:** LUIS GABRIEL ROSERO ROSERO

**DIRECTOR:** ING. COSME MEJÍA

**IBARRA- ECUADOR  
ABRIL- 2013**

# **“SISTEMA DE CONTROL DE PESO PARA LLENADO DE SACOS DE HARINA DE 50 KG”**

Luis Gabriel Rosero Rosero, Universidad Técnica del Norte (UTN), Ibarra-Ecuador

## **RESUMEN**

El presente proyecto consiste en un sistema de control de pesado en el proceso de llenado de sacos de harina en forma rápida y precisa según normas técnicas de producción. El sistema de control está diseñado para llenar y pesar sacos de 50 kg.

Subsistema de control, que realiza la adquisición de datos que envía la plataforma de pesaje que a través de una celda de carga genera una señal, esta se ingresa a un programa informático en un PLC que acciona un sistema de cierre y apertura de la salida de la tolva. Además se dispone de una interface de visualización que llevará un conteo de los sacos producidos diariamente.

Subsistema mecánico, que consta de un mecanismo de ajuste de los sacos en la salida de la tolva con la finalidad de mantener sujeto el saco y evitar que el producto se derrame

mientras se llena, y otro mecanismo para abrir o cerrar la válvula de mariposa que está incorporada en la tolva.

Subsistema de respuesta en el cual están vinculados las electroválvulas que accionarán a los cilindros neumáticos para dar inicio y fin del proceso de llenado y pesado de la harina.

## **I. INTRODUCCION Y ANTECEDENTES**

En las pequeñas y medianas industrias molineras de harina se realiza manualmente el pesado de su producto, ubican en la salida de la tolva el saco que se sujeta con correas de cuero, se procede a manipular en forma proporcional una palanca que abre la tapa de retención del producto y hace que caiga la harina con la ayuda de unas paletas internas que contiene internamente el sistema y se cierra hasta observar que esté lleno el saco. Luego se lo retira de las correas y pasa a una balanza digital

donde se extrae o se coloca harina hasta determinar el peso requerido. (Fig.1)



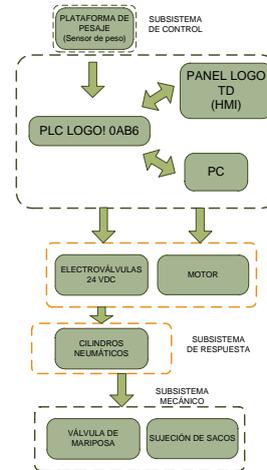
**Fig. 1** Diagrama pesaje y llenado manual de sacos de harina de 50 kg

Hoy con el avance y las diversas formas de la tecnología que se dispone, se puede innovar un sistema de control con el cual ayude a solucionar el procedimiento de pesar sacos de harina, llevar un conteo de la producción diaria sin la necesidad de que se lo cuente al final de la jornada del trabajo y además modernizar las instalaciones.

## II. ARQUITECTURA DEL SISTEMA Y REQUERIMIENTOS

El proyecto está conformado por tres subsistemas que se integran en uno solo para cumplir con el

desarrollo del sistema de control de peso. (Fig. 2)



**Fig. 2** Diagrama general en bloques

### A. Subsistema mecánico

El subsistema mecánico consta de tres partes, el mecanismo de ajuste de los sacos que ayuda a sostener lo sacos vacíos para que se llenen con la harina, el mecanismo de cierre y apertura de la válvula de mariposa que da el paso del harina hacia los sacos y la plataforma de pesaje que es la encargada de enviar las señales de peso al subsistemas de control.

### B. Subsistema de control

El sistema de control es el encargado de recibir la señal de la plataforma de pesaje y en coordinación con el subsistema de respuesta es el encargado de

iniciar el ciclo del llenado de los sacos de harina.

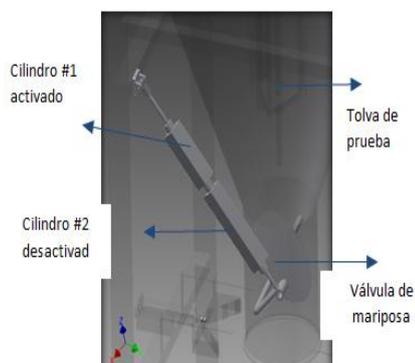
### C. Subsistema de respuesta

Este subsistema está encargado en captar las señales de control y dar accionamiento al subsistema mecánico que se conforma con el mecanismo de cierre/apertura de la válvula de mariposa y el mecanismo de ajuste de los sacos.

## III. DESARROLLO DEL SISTEMA DE CONTROL

### A. Arquitectura mecánica

Para el mecanismo de cierre de la tolva se lo realiza con la unión de dos cilindros neumáticos de doble efecto, que va unido al eje de la válvula de mariposa, obteniendo dos posiciones de cierre, esto ayuda a tener el pesaje más preciso en el momento de llenar el saco de harina. (Fig. 3)



**Fig. 3** Mecanismo de cierre/apertura posición intermedia

En el mecanismo de sujeción de sacos se emplean dos cilindros neumáticos que están ubicados perpendicularmente a la posición de la tolva, es decir el agarre que se realizará al saco será por medio de la fuerza ejercida de los dos pistones hacia la pared de la boca de la tolva. (Fig.4)



**Fig. 4** Mecanismo de ajuste de sacos

En la plataforma de pesaje se indica como parte de su estructura está instalada la celda de carga que es la encargada de enviar los datos hacia el PLC del peso que está siendo llenado en el saco. (Fig. 5)



**Fig. 5** Plataforma de pesaje

### B. Subsistema de control

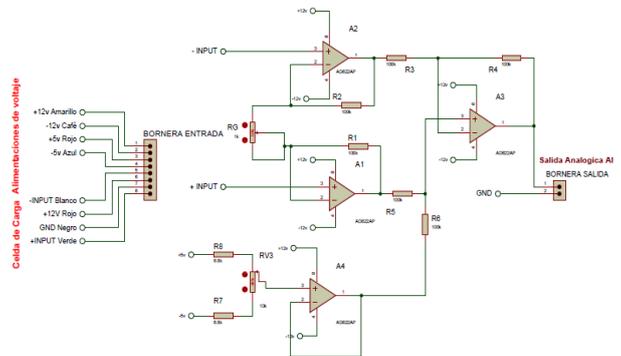
La base esencial del sistema de control de peso, es medir la cantidad de producto que se está

llenado, para eso es necesario de un sensor de peso para este caso una celda de carga que es uno de los sensores más habituales para el pesaje industrial y comercial, y para la medida de fuerzas, normalmente se suelen montar puentes de 4 galgas, pues así se aprovechan las ventajas de linealidad y compensación de interferencias que ofrece dicha disposición.

El modelo de la celda de carga utilizado en este prototipo es el LS6E1 con una capacidad máxima de 200kg, esta celda de carga tiene dos puntos de compresión y con una resolución de 2.0 mV/1kg, cuando este sensor se encuentra a plena escala genera una señal de 20mV que debe ser amplificada a valores normalizados, para ser enviada a una entrada análoga del módulo de expansión AM2 de LOGO!.

Por la gran gama de tipos de amplificadores existentes en el mercado electrónico, se investigó los amplificadores que pueden ser utilizados, y se seleccionó el integrado AD822, que es un amplificador de instrumentación de bajo costo, alta precisión y recomendado para aplicaciones de

sistemas de adquisición de datos e interfaz de transductores, cuya ganancia depende de la resistencia ( $R_g$ ) del siguiente circuito propuesto. (Fig. 6)



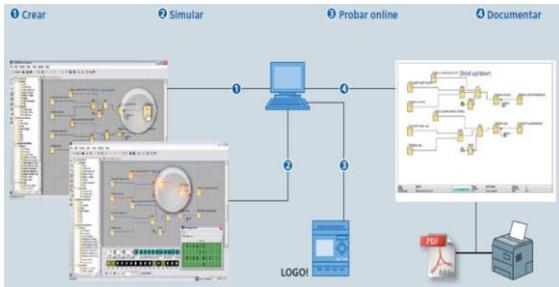
**Fig. 6** Diagrama de un amplificador de instrumentación

Los datos que nos da la celda de carga con un juego de peso de 0 a 80 kg son de 1mv a 7.8 mv, entonces el voltaje a generarse para enviar la señal al PLC debe ser normalizada es decir de 0 a 10 VDC, para esto es necesario tener una ganancia de 1000 en el circuito del amplificador de instrumentación.

### C. Subsistema de respuesta

Es muy importante que en el momento de programar hay que ser precisos ya que en los procesos industriales es transcendental tomar en cuenta hasta el más mínimo segundo, de lo contrario se podría ocasionar pérdidas humanas, como

cuantiosas pérdidas materiales.  
(Fig. 7)



**Fig. 7** Esquema general de programación LOGO! Soft Comfort

Mediante un previo análisis del software a realizarse, para llevar a cabo este proyecto se lo ha dividido en siguientes subprocesos de una forma secuencial

- Subproceso 1.- Inicio del sistema
- Subproceso 2.- Ajustar el peso requerido
- Subproceso 3.- Selección de sistema manual o automático
- Subproceso 4.- Inicio del ciclo
- Subproceso 5.- Activación de electroválvulas
- Subproceso 6.- Censados de peso
- Subproceso 7.- Fin de ciclo.
- Subproceso 8.- Contador a 0

En las versiones superiores a la OBA6 de LOGO! se integra la conexión para el TD HMI que

consiste en una pantalla de 4 líneas y un teclado donde se presenta la visualización y control del proceso del sistema de control, facilitando a los operarios en el manejo del sistema de control de peso para el llenado de sacos de harina.

El software del TD HMI indicara la configuración que a continuación se detalla:

- Pantalla 1.- Visualización de la bienvenida al sistema.
- Pantalla 2.- Visualización saludo.
- Pantalla 3.- Visualización del peso requerido.
- Pantalla 4.- Visualización selección del proceso del sistema.
- Pantalla 5.- Visualización del peso en proceso.
- Pantalla 6.- Visualización del conteo diaria de producción y reset.

En el momento de que el PLC pasa a estado RUN la función de textos de aviso y parámetros de todas las funciones de otros bloques se visualizarán en la TD HMI según la programación realizada para este proyecto.

#### IV. IMPLEMENTACION Y PRUEBAS

##### A. Montaje del subsistema mecánico

Para el montaje del mecanismo de cierre se debe tener en cuenta las uniones de los ejes de la palanca de la tolva y del soporte de este mecanismo.



**Fig. 8** Mecanismo de cierre y apertura

El montaje del mecanismo de la retención de sacos intervienen varios elementos, como primer paso es la instalación de los cilindros neumáticos a la tolva del prueba, después se procede a la instalación de las pinza de agarre al cilindro neumático y al sistema antigiro, y posteriormente se procede a la conexión de las mangueras que conducen el aire comprimido para permitir la activación de este mecanismo.



**Fig. 9** Mecanismo de sujeción de sacos

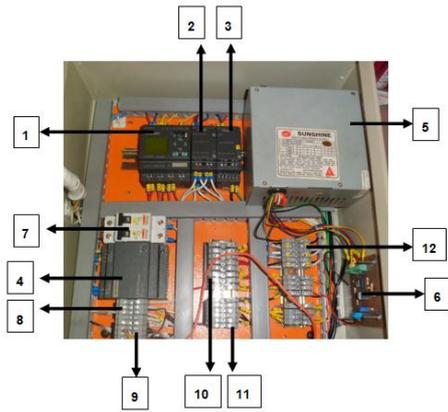
Para la realización de la medida del peso que está siendo llenado en los sacos, se pone la plataforma en la parte inferior de la boca de la tolva, a una distancia determinada por las dimensiones de los sacos de harina existentes en el mercado, para realizar un buen censado.



**Fig. 10** Montaje de plataforma de pesaje

##### B. Montaje del sistema de control

El montaje del subsistema de control se lo monta en un gabinete de dimensiones 40x40x20 cm para realizar el cableado con los demás elementos. (Fig. 11)



**Fig. 11** Gabinete de control interno

1. PLC LOGO! 12/24 RC
2. Módulo digital DM8
3. Módulo analógico AM2
4. Fuente de poder
5. Fuente de poder CPU
6. Acondicionador de celda de carga
7. Breakers de encendido
8. Borneras de conexión 110 V AC línea
9. Bornera 110 V AC neutro
10. Borneras 24 V DC positivo
11. Borneras 24 V DC negativo
12. Borneras de conexión entradas y salidas

La parte externa del gabinete de control se encuentra instalado las luces de encendido (luz amarilla), de apagado (luz roja), un ciclo en proceso (luz azul), el HMI TD LOGO, el botón de parada de emergencia, selector de sistema de pesaje y los fusibles de protección del sistema. (Fig. 12)

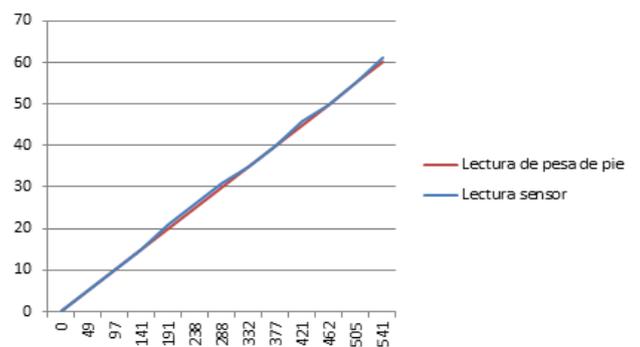


**Fig. 12** Gabinete de control externo

### C. Pruebas del circuito acondicionador de señal

Una vez instalado la plataforma de pesaje con la celda de carga se procede a realizar las conexiones necesarias para dar inicio a la toma de pruebas.

En estas pruebas se toma el número de bits que se genera la celda de carga en la entrada análogo de le PLC para luego esta señal poder ser linealizada e indicar el peso en la LOGO! HMI.



**Fig. 13** Diagrama gráfico del error de medición

#### D. Análisis de Resultados

El resultado final de este plan de tesis se proyectó a aumentar la cantidad de sacos producidos en una hora y adecuar las instalaciones de las medianas y pequeñas industrias de harina a la actualidad contemporánea de la tecnología, y por lo tanto en una jornada de trabajo, para esto nos sujetamos en las pruebas realizadas en el literal anterior.

En la siguiente tabla se muestra las características de las formas de pesaje tomadas en cuenta en este proyecto.

| Características                     | Sistema de control |        |
|-------------------------------------|--------------------|--------|
|                                     | Anterior           | Actual |
| 1 Mano de obra (obreros)            | 2 a 3              | 1      |
| 2 Tiempo de sujeción de sacos (seg) | 20                 | 1      |
| 3 Tiempo de llenado (seg)           | 25                 | 3      |
| 4 Tiempo de pesaje (seg)            | 16                 | 3      |
| 5 Sacos llenados en una hora        | 45                 | 60     |
| 6 Sacos llenados en un día          | 225                | 300    |
| 7 Versatilidad (%)                  | 40                 | 100    |
| 8 Modernización (%)                 | 40                 | 100    |

Tabla 1 Análisis de resultados

#### E. Sistema final implementado

En la fig. 14 se indica el sistema de control en funcionamiento.



Fig. 14 Sistema final en prueba

#### V. CONCLUSIONES

- Mediante la implementación del sistema de control se optimiza el proceso de llenado de sacos de harina, reduciendo tiempo y aumentando la producción diaria de sacos elaborados.
- La utilización de PLCs en procesos industriales ayuda a aumentar la producción, mejorando la calidad del producto, además, modernizar las instalaciones de la industria, mediante la utilización de la tecnología actual existente en nuestro medio.
- Los costos que se generan en automatizar un proceso son elevados, pero se toma en cuenta que mediante un análisis costo beneficio, es una inversión a largo plazo porque aumenta la producción de sacos de harina producidos en un tiempo determinado, que permitirá la recuperación del capital invertido.

#### VI. RECOMENDACIONES

- Cuando se opta por automatizar un proceso de tipo industrial se recomienda capacitar a los operarios para garantizar un buen funcionamiento del sistema de control.

- En caso de que se de algún imprevisto con la sujeción de sacos o con la abertura o cierre de la válvula de mariposa se debe utilizar el botón de paro de emergencia para detener el proceso y así evitar cual tipo de accidentes.
- En cuanto al sistema de neumático se recomienda dar mantenimiento cada 6 meses o según lo sugerido por el inspector o jefe de mantenimiento.

## VII. AGRADECIMIENTO

A mis padres, Abraham Rosero por su apoyo incondicional y a mi madre Margot Rosero por estar siempre pendiente en mis cuidados.

A mi hermano Kevin Rosero por ser la fuente de inspiración de las metas cumplidas.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- Giraldo, D., & Tabares, I. (1997). *Teoría de control* (Tercera ed.). México: Hispanoamerica, Pretince-Hall.
- Muñoz, Á. (2002). *Producción y proceso de comercialización de trigo tropicalizado en el litoral ecuatoriano*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, Proyecto de titulación.
- Nicola, A. (2009). *Implementación de un sistema de pesaje para trigo en un proceso de producción de harina en la empresa Molino Electro Moderno S.A.* Quito: Escuela Politécnica Nacional, Proyecto de titulación.
- Pastor, I. (2008). *Desarrollo de un sistema SCADA para la producción de harina en la empresa Molino Electro Moderno S.A.* Quito: Escuela Politécnica Nacional, Proyecto de titulación.
- Obando, C. (2011). *Sistema de ordeño automatizado con registro inalámbrico de la producción lechera*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte, Proyecto de titulación.
- Pallás, R., Oscar, C., & Burgos, R. (2009). *Sensores y acondicionadores de señales* (Primera ed.). Alfaomega.
- Pérez, G., Alvarez, A., Juan, C & Rodriguez, C. (2004). *Instrumentación electrónica* (Cuarta ed.). Thomson.
- Creus, S. (2011). *Neumática e hidráulica* (Primera ed.). Alfaomega.

## IX. BIOGRAFIA



**Luis Gabriel  
Rosero Rosero**

**(Autor)** nació en  
Tulcán el 20 de  
septiembre de  
1989. Realizo sus

estudios primarios en la escuela  
Cristóbal Colón. Sus estudios  
secundarios los curso en el Instituto  
Tecnológico Bolívar en la  
especialidad de Físico Matemático.  
Actualmente es egresado de la  
Universidad Técnica del Norte de  
Ibarra-Imbabura en la carrera de  
ingeniería en Mecatronica en el  
2013.

Actualmente está constituyendo una  
microempresa para el diseño y  
construcción de máquinas  
dosificadores automáticas.

Área de interés: Diseño mecánico,  
automatización de procesos,  
electrónica y mecánica automotriz.

(luisgroseror@hotmail.es)