

**DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE EMPACADO Y CIERRE DE
BOLSAS DE 50 Kg DE ABONO ORGÁNICO EN LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE AIPE HUILA.**

**FERNEY PALMA ROJAS
CÓDIGO: 2002100705**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
NEIVA
2011**

**DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE EMPACADO Y CIERRE DE
BOLSAS DE 50 Kg DE ABONO ORGÁNICO EN LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE AIPE HUILA.**

**FERNEY PALMA ROJAS
CÓDIGO: 2002100705**

**Trabajo presentado como requisito para
Optar al título de Ingeniero Electrónico**

**Director
GERMÁN MARTÍNEZ
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
NEIVA
2011**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Neiva, Marzo del 2011

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios por su compañía durante esta experiencia y el aprendizaje logrado.

A los Profesores e Ingenieros por su invaluable apoyo, dirección, correcciones y tiempo durante la formación académica.

A mis compañeros del grupo por los buenos momentos que pasamos juntos.

Con mi mayor agradecimiento a mis padres, hermanos, a mi novia y toda mi familia por su amor incondicional.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. OBJETIVOS	19
1.1 <i>OBJETIVO GENERAL</i>	19
1.2 <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	19
2. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	20
3. ACTUADORES INDUSTRIALES	21
3.1 <i>ACTUADORES ELÉCTRICOS</i>	21
3.1.1 Métodos de control de motores	23
3.1.2 Cómo escoger un motor	25
3.2 <i>ACTUADORES NEUMÁTICOS</i>	26
3.2.1 Sistemas de producción de aire	26
3.2.2 Sistema de consumo de aire	28
4. SENSORES	29
5. BANDAS TRANSPORTADORAS	31
5.1 <i>BANDAS SOBRE PLANCHAS</i>	31
5.2 <i>BANDAS SOBRE RODILLOS</i>	31
5.3 <i>BANDAS DE RODILLO VIVO</i>	32
6. ANTECEDENTES	33
6.1 <i>SISTEMA DE PESADO Y EMPACADO ROBÓTICO</i>	33
6.2 <i>SISTEMA DE EMPACADO AUTOMÁTICO CON SELLADO DE IMPACTO</i>	34
6.3 <i>SISTEMA DE PESADO EMPACADO</i>	34
7. PROCESO DE EMPAQUE DEL ABONO PLANTEADO INICIALMENTE EN LA PLANTA DE RESIDUOS SOLIDOS DEL MUNICIPIO DE AIPE	35
7.1 <i>ALMACENAMIENTO DEL ABONO</i>	36
7.2 <i>TRASPORTE AL ÁREA DE EMPACADO</i>	36
7.3 <i>ENSACADO MEDIANTE PALEO</i>	36
7.4 <i>PESADO</i>	37
7.5 <i>CIERRE Y COSTURA DEL SACO</i>	37

7.6	<i>TRANSPORTE A LA BODEGA DE DESPACHO</i>	37
8.	SISTEMA DE EMPAQUE PROPUESTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL MUNICIPIO DE AIPE	38
8.1	<i>ALIMENTACIÓN DE LA TOLVA DE VACIADO</i>	39
8.2	<i>ALMACENAMIENTO Y VACIADO DEL ABONO</i>	39
8.3	<i>SUJECCIÓN Y PESADO DEL SACO</i>	40
8.4	<i>TRANSPORTE DEL SACO</i>	40
8.5	<i>SELLADO Y COSTURA</i>	40
9.	SISTEMAS ELECTRONICOS UTILIZADOS EN EL EMPAQUE DE ABONO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL MUNICIPIO DE AIPE	41
9.1	<i>BANDAS TRANSPORTADORAS</i>	41
9.2	<i>SISTEMA DE CONTROL DE PUERTA DE VACIADO (VÁLVULA)</i>	43
9.3	<i>SUJECCIÓN DE LOS SACOS</i>	43
9.4	<i>SISTEMA DE PESADO</i>	44
9.5	<i>CONTROL DE VACIADO</i>	51
9.6	<i>COSTURA DEL SACO</i>	52
10.	PROTOTIPO DEL SISTEMA	54
11.	INTERFAZ DE USUARIO	58
12.	FACTIBILIDAD DEL PROYECTO	65
12.1	<i>FACTIBILIDAD TÉCNICA</i>	65
12.2	<i>FACTIBILIDAD OPERACIONAL</i>	65
12.3	<i>FACTIBILIDAD ECONÓMICA</i>	65
13.	CONCLUSIONES	67
14.	RECOMENDACIONES	68

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Motor DC.....	22
Figura 2. Servomotor	22
Figura 3. Esquema del microcontrolador.....	25
Figura 4. Sistema de Producción de Aire	26
Figura 5. Purga Automática de Aire	27
Figura 6. Electro Válvula	28
Figura 7. Actuador Neumático	28
Figura 8. Celdas de carga.....	29
Figura 9. Galga extensiométrica.....	30
Figura 10. Bandas sobre planchas.....	31
Figura 11. Bandas sobre rodillos	31
Figura 12. Bandas rodillo vivo	32
Figura 13. Cabezales cosedora	32
Figura 14. Sistema Robótico de Empaque	33
Figura 15. Sistema con Sellado de Impacto	34
Figura 16. Sistema de Bolsa Guía.....	34
Figura 17. Diagrama general del proceso.....	35
Figura 18. Ensacado actual	36
Figura 19. Sistema de costura actual.....	37
Figura 20. Sistema inicialmente planteado	38
Figura 21. Silo de almacenamiento y puerta de vaciado.....	39
Figura 22. Sistema de sujeción.....	40
Figura 23. Motor Siemens trifásico 1.5 HP y Contactor Siemens Sirius 3RT/1036	41
Figura 24. Sistema de conexión del motor.....	42
Figura 25. Circuito de activación del Contactor.....	42

Figura 26. Servomotor de la puerta de vaciado	43
Figura 27. Cilindro neumático	43
Figura 28. Acople de las conexiones de los gatos neumáticos mediante relé	44
Figura 29. Linealidad de Celda de Carga, hasta 10 Pesas de 13 gramos	45
Figura 30. Linealidad de Celda de Carga hasta 1280 gramos	45
Figura 31. Diagrama de Bloques del Sistema de Pesado	46
Figura 32. Circuito de conexión de celda de carga	46
Figura 33. Circuito de Ajuste de Cero	48
Figura 34. Circuito de Ajuste de Ganancia	48
Figura 35. Circuito de Calibración a Cero Gramos	49
Figura 36. Circuito de Protección del PIC a -V	50
Figura 37. Circuito Completo del Sistema de Pesado	51
Figura 38. Diagrama de flujo del vaciado del abono	52
Figura 39. Cabezal de costura Marca YUKI	53
Figura 40. Foto de Tolva de Alimentación	54
Figura 42. Foto del Sistema de Sujeción	55
Figura 43. Foto del Sistema de vaciado y sujeción de las bolsas	56
Figura 44. Foto 1. del Sistema Mecánico Armado	56
Figura 45. Foto 2. del Sistema Mecánico Armado	57
Figura 46. Interfaz de Usuario	58
Figura 47. Diagrama de Flujo Sistema Principal	59
Figura 48. Diagrama de Flujo, Rutina Selección de Peso y Sistema de Calibración	60

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Tabla de Costos del sistema.....	Pág. 66
--	------------

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Catalogo general DS03 SIEMENS para motores.

ANEXO B. Especificaciones Contactor SIRIUS 3RT/1036.

ANEXO C. Especificaciones de la celda de carga DF6S.

ANEXO D. Circuito Impreso del Prototipo.

GLOSARIO

ELECTRO_VÁLVULA: Proporciona la presión aire y pone a escape alternativamente las dos conexiones del cilindro neumático para controlar la dirección del movimiento.

CILINDRO NEUMATICO: Actuador que Transforma la energía potencial del aire comprimido en trabajo mecánico, moviéndose en una o varias direcciones.

PRESOSTATO: Controla el motor eléctrico detectando la presión en el depósito. Se regula a la presión máxima a la que desconecta el motor y a la presión mínima a la que vuelve a arrancar el motor.

CELDA DE CARGA: Es un Sensor que cambia su valor resistivo proporcionalmente a un peso aplicado sobre él.

GALGA EXTENSIOMETRICA: Es básicamente una resistencia eléctrica, su resistencia aumenta cuando el material donde está pegada la Galga se alarga.

ENSACADO: Depositar el material dentro de un saco o bolsa para el empaque, según este proyecto, empaque de abono orgánico.

CABEZAL DE COSTURA: Máquina de coser de una aguja, puntada tipo cadeneta para coser materiales livianos tales como bolsas de papel, sacos tejidos de yute, de polietileno y polipropileno.

YUTE: Nombre de las fibras textiles extraídas de la planta del mismo nombre y de otra similar, el principal destino de la fibra de yute es actualmente la fabricación de sacos de empaque. También se usa frecuentemente para fabricar cuerdas.

POLIPROPILENO: Es un material parcialmente cristalino el cual es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes.

ARPILLERA: Con este nombre se conoce a la pieza textil gruesa y áspera fabricada con diversos tipos de fibras naturales, que suele utilizarse como elemento cobertor y en la fabricación de sacos y piezas de embalaje.

OSNABURGO: Nombre técnico de un suave lino de limpieza, antiguamente era la tela con que se confeccionaban los sacos de harina cruda.

RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

PALETIZADO: Es la acción y efecto de disponer mercancía sobre un soporte de madera llamado "Palé" para su almacenaje y transporte en grandes cantidades.

RESUMEN

Los sistemas de gestión de los residuos sólidos en los municipios es un aspecto importante para la protección de la salud y del medioambiente, la mejora de estos sistemas requieren en parte de disponer de mecanismos que alteren el almacenamiento, cantidad y velocidad de procesamiento de los residuos generados; uno de estos mecanismos es la automatización y control de los procesos, sirviendo como instrumento para aumentar la viabilidad de las posibles alternativas, mejorando la calidad de los sub-productos, mediante el uso de diferentes elementos que permiten agilizar las tareas y aumentar la eficiencia.

Este proyecto se divide en tres secciones, la primera es la descripción del proceso de empaqueo de abono en la planta de tratamiento de residuos del municipio de Aipe, actualmente planteado por la empresa CONSULCO, la segunda parte describe el proceso semiautomático diseñado para el pesado y empaque del abono orgánico, la tercera es la arquitectura electrónica utilizada para el control del sistema donde se reflejara el resultado final en el prototipo construido.

Como primero se muestra el proceso planteado por la empresa para el desarrollo del pesado y empaque del abono evidenciando un proceso netamente manual en el cual se tomará el abono desde la zona de almacenamiento transportándolo a la zona de empaque, esto utilizando 2 operarios para el pesado, sellado y transporte a la bodega de almacenamiento, proceso que se denota por mucho esfuerzo y tiempo.

En la segunda parte se muestra el proceso diseñado para el pesado y empaque del abono que consta de una banda transportadora, que traslada el abono desde el depósito hasta el silo de almacenamiento, el cual está construido en forma de campana con una puerta de vaciado (ver figura 19, pág. 35), la cual regula el nivel del abono en los sacos, abajo de esta puerta se encuentra el sistema de sujeción de los sacos accionado directamente por el operario cuando se disponga un saco para ser llenado. Este sistema de sujeción se encuentra suspendido sobre un sensor de peso, el cual regula la proporción y cantidad de abono en cada saco, además da la orden de soltar el bulto sobre una nueva banda transportadora donde se encuentra un cabezal de costura, que sella el saco llevándolo hacia la bodega de almacenamiento terminando así el ciclo de cada saco.

En la tercera parte se enfatiza en el sistema de control que se compone de actuadores neumáticos como los cilindros de doble efecto, actuadores eléctricos como motores AC, y servomotores, también sensores de presencia y peso.

Todo el sistema estará controlado electrónicamente por PICs, los que manejan los ciclos y tiempos de cada operación. Además se tendrá una HMI (interfaz usuario-máquina) con opciones de visualización mediante un display 16x2 y botones para selección del peso deseado.

ABSTRACT

The systems of management in solid waste in the municipalities is an important aspect for the protection of the health and the environment, the improvement of these systems requires, partway, of disposing of mechanisms which alters the storage, the quantity and the speed of processing of the generated wastes; one of these mechanisms is the automation and control of the process, helping as instrument to increase the viability of the possible alternatives, improving the quality of the sub products, through the use of different elements that lets to speed the tasks and to increase the efficiency.

This project is divided in three sections; the first one is the description of the process of packing of fertilizer in the plant of treatment of wastes in the municipality of Aipe. In this moment raised by the enterprise CONSULCO, the second part describes the semiautomatic process designed for the weighty and packaging of the organic fertilizer. The third one is the electronic architecture used for the control of the system where the results will be shown in the prototype built.

First the raised process is shown by the enterprise for the development of the weighty and packaging of the fertilizer showing a process clearly manual in which the fertilizer will be taken from the zone of storage carrying it to the zone of packaging, this using two operators to the weighty, stamped and transport to the package store, process which is denoted by a lot effort and time.

The second part shows the process designed for the weighty and packaging of the fertilizer which records of a conveyor belt, that transports the fertilizer from the storage to the silo of storage, which is built like bell jar with a door of emptying (see figure 19, page 35), which regulates the level of the fertilizer in the bag. Down this door it is found the system of subjection of the bags actuated directly by the operator when a bag is disposed to be filled.

This system of subjection is found hung over a sensor of weigh, which regulates the proportion and quantity of fertilizer in each bag, also he gives the order of dropping the bag over a new transport belt where a poppet head of sewing is found which stamps the bag taking it to the packaging storage so finishing the process for each bag.

The third part is emphasized in the system of control which is composed of pneumatic actuators like cylinders of double effect, electric actuators like ac motors and servomotors, also sensors of presence and weigh.

All the system will be controlled electronically by PICs, which drive the cycles and the time in each operation. Also it will have a HMI (interface – user- machine) with options of visualization through a display 16X2 and buttons for selection of the desired weigh.

INTRODUCCIÓN

La población de cualquier ciudad o país consume una gran variedad de productos, generando con ello materiales no aprovechables o residuos que se van acumulando, originando un problema para la población, por lo que los gobiernos mediante los recursos económicos y desarrollo tecnológico, disponen de los medios para asegurar la salud y bienestar de sus habitantes.

En Aipe, un pueblo con un rápido crecimiento, la composición de los residuos sólidos ha cambiado a lo largo del tiempo en volumen y en composición debido al aumento de la población y de cambios en el estilo de vida. Además los cambios en los hábitos de consumo y el desarrollo de nuevos productos generan también nuevos residuos, por lo que el diseño de un sistema integral requiere de mucha información. Con base a ello la empresa Consulco LTDA., con experiencia en estudios de estos sistemas, tiene a cargo el diseño y construcción de una Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos en el municipio de Aipe, contrato obtenido mediante licitación pública. Y como toda organización de tipo industrial tiende a optimizar sus procesos de producción, buscando mayor efectividad mediante el mejoramiento de las etapas que agregan valor, mejorando la metodología actualmente utilizada en sus estudios de producción de abono orgánico, y todos sus derivados, mediante la aplicación de la tecnología y el mejoramiento de su línea a través del estudio, control y automatización de sus procesos.

Ubicada a 4 km de la zona urbana del municipio de Aipe, la planta estará capacitada para recibir, seleccionar y procesar los residuos reutilizando una gran parte de la materia orgánica como un subproducto destinado a abono orgánico el cual tendrá un nivel diario de producción de 7 toneladas a producción normal. Por lo que es necesario un sistema que facilite el transporte y empaqueo de esta cantidad de material.

El proceso actualmente planteado se basa en tres operarios que recolectan el abono y lo depositan mediante palas o recipientes a los sacos de empaqueo, el cual es pesado en una báscula hasta obtener los 50 Kg, para luego proceder a sellarlo mediante un cabezal de costura, permitiendo fallas en la medición, contaminación de las bolsas y exceso de tiempo.

A partir de esta información se estudiaron varios escenarios posibles de empaqueo y se evaluaron económica y técnicamente hasta encontrar la combinación óptima de componentes con mayor facilidad de manejo y menor costo.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un sistema automático de empaçado y cierre de bolsas de 50Kg de abono orgánico para la planta de residuos sólidos de Aipe - Huila.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el sistema automático de pesado del abono granulado que reciba el material de un tanque mayor y se active a un tope de 50 Kg.
- Diseñar la etapa de empaçado y cierre por costura de la carga de abono granulado en bolsas de fibra.
- Diseñar la banda transportadora encargada de movilizar los bultos recibidos de la etapa de empaçado y cierre para transportarlos a cargue.
- Ajustar a un punto óptimo los sistemas de pesado, empaçado y cierre para que operen a la velocidad adecuada la cual pueda superar las 7 toneladas diarias de abono empaçado.
- Lograr determinar cuáles serán los dispositivos físicos y aplicar sus principios en la realización del prototipo que simule el principio de funcionamiento del sistema de empaçado.

2. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

La empresa encargada del diseño de la planta de Tratamientos de Residuos Sólidos pretende alcanzar un mejor desarrollo en todas sus áreas, así como facilitar el buen manejo de sus recursos, maquinaria y materias primas, una de estas funciones se presenta en la línea de producción en la que existen procesos tediosos y de mucho esfuerzo que generan sobrecostos.

Uno de estos procesos se da en la zona de empaçado, la cual está diseñada de tal forma que los operarios realicen esta fase manualmente, desde la recolección del abono orgánico, depositarlo en las bolsas, pesado de cada bolsa y cierre correspondiente, proceso que no asegura exactitud en la medición, produce contaminación por la mala manipulación, requiere mucho personal y bastante esfuerzo por parte de cada operario ya que se dispondrá de 7 toneladas diarias a empaçar; generando sobrecostos y tiempo adicional al terminar el producto final.

¿Cómo se mejora el tiempo, calidad y control del empaçado del abono orgánico para la planta de tratamiento de residuos sólidos del municipio de Aipe, a partir de un sistema automático de empaque y sellado de las bolsas?

3. ACTUADORES INDUSTRIALES

Para que un sistema electrónico de control pueda controlar un proceso o producto es necesario que actúe de forma dinámica sobre dicho proceso. Los dispositivos que realizan esta función reciben el nombre de actuadores.¹

No existe una única definición de actuador aceptada de manera universal. Se considera, en general, que es todo “dispositivo que convierte una magnitud eléctrica en una salida, generalmente mecánica, que puede provocar un efecto sobre el proceso automatizado”.

- Tipos de actuadores más comunes en la industria:
Eléctricos
Neumáticos
Hidráulicos
- **Actuadores eléctricos:**

Motor de corriente continua
Motor de corriente alterna (asíncrono, jaula de ardilla)
Motor de corriente alterna (rotor bobinado)
Motor paso a paso
Servomotores

3.1 ACTUADORES ELÉCTRICOS

El motor eléctrico es un dispositivo electromotriz, esto quiere decir que convierte la energía eléctrica en energía motriz. Todos los motores disponen de un eje de salida para acoplar un engranaje, pulea o mecanismo capaz de transmitir el movimiento creado por el motor.

El funcionamiento de un motor se basa en la acción de campos magnéticos opuestos que hacen girar el rotor (eje interno) en dirección opuesta al estator (imán externo o bobina), con lo que si sujetamos por medio de soportes la carcasa del motor, el rotor con el eje de salida será lo único que gire.

¹ Sensores y Actuadores Industriales, Monografía, Ingeniería Automática y electrónica industrial ,Universidad de Vigo,- España

Motor de Corriente Continua: Para cambiar la dirección de giro en un motor de Corriente Continua tan solo tenemos que invertir la polaridad de la alimentación del motor.²



Figura 1. Motor DC.

Para modificar su velocidad podemos variar su tensión de alimentación con lo que el motor perderá velocidad, pero también perderá par de giro (fuerza) o para no perder par en el eje de salida podemos hacer un circuito modulador de anchura de pulsos (pwm) con una salida a transistor de más o menos potencia según el motor utilizado.

Motor Paso a Paso: Un motor Paso a Paso (PAP en adelante) se diferencia de un motor convencional en que éste no avanza de una manera continua, sino por pasos, es fácil reconocer esta clase de motores por que tienen de 4 a 6 cables para su alimentación. Esta peculiaridad es debida a la construcción del motor en sí, teniendo por un lado el rotor constituido por un imán permanente y por el otro el estator construido por bobinas, al alimentar estas bobinas se atraerá el polo magnético del rotor con respecto al polo generado por la bobina y este permanecerá en esta posición atraído por el campo magnético de la bobina hasta que ésta deje de generar el campo magnético y se active otra bobina haciendo avanzar o retroceder el rotor variando los campos magnéticos en torno al eje del motor y haciendo que éste gire.

Servos: El servo es un pequeño pero potente dispositivo que dispone en su interior de un pequeño motor con un reductor de velocidad y multiplicador de fuerza, también dispone de un pequeño circuito que gobierna el sistema. El recorrido del eje de salida es de 180° en la mayoría de ellos, pero puede ser fácilmente modificado para tener un recorrido libre de 360° y actuar así como un motor.



Figura 2. Servomotor

² Tomado de <http://www.x-robotics.com/motorizacion.htm>, Marzo de 2011

El control de posición lo efectúa el servo internamente mediante un potenciómetro que va conectado mecánicamente al eje de salida y controla un pwm (modulador de anchura de pulsos) interno para así compararlo con la entrada pwm externa del servo, mediante un sistema diferencial, y así modificar la posición del eje de salida hasta que los valores se igualen y el servo pare en la posición indicada, en esta posición el motor del servo deja de consumir corriente y tan solo circula una pequeña corriente hasta el circuito interno, si forzamos el servo (moviendo el eje de salida con la mano) en este momento el control diferencial interno lo detecta y envía la corriente necesaria al motor para corregir la posición.

3.1.1 Métodos de control de motores

Existen dos tipos de controles básicos: en lazo abierto y en lazo cerrado. Para el presente proyecto nos interesan ambos, y éstos a su vez también se dividen en varias categorías.

- **Control On / Off**

Es el control más sencillo, el motor recibe señal del control si el valor censado está por debajo del deseado, si es el caso contrario, el valor censado está por encima del valor deseado, el sistema de control desactiva el motor o invierte su giro según la forma en que esté diseñado; Cabe resaltar que éste es un control brusco, y que cada vez que se prende–apaga o invierte el giro del motor se hace instantáneamente, y al máximo valor de operación del motor.

- **Control Proporcional**

Este control es mucho más suave ya que la señal de control que gobierna al motor es proporcional a la diferencia entre el valor censado y el deseado, así entre más cerca se esté del valor deseado menor será la amplitud de la señal de control del motor. Desafortunadamente este control presenta dos problemas:

1) si la velocidad que alcanza el motor es relativamente alta cuando llegue al valor deseado por simple inercia va a llegar más allá del valor deseado generando lo que algunos llaman sobre oscilación o también overshoot.

2) si la señal de control es demasiado pequeña como para hacer mover el motor, cuando esté cerca del valor deseado se va a producir una diferencia conocida como error de estado estacionario.

- **Control Integral**

Con éste se solucionan los errores de estado estacionario, este tipo de control acumula la señal de error, de tal manera que si en algún momento la diferencia entre la posición deseada y el valor censado llega a ser tan pequeña como para no tener un voltaje a la salida del control que alcance a generar un movimiento del motor, él seguirá acumulando esta pequeña diferencia y se produzca movimiento en el motor hasta conseguir una diferencia idealmente cero, aunque este método tiende a eliminar con el tiempo cualquier pequeño error en la posición, también tiende a aumentar el overshoot del sistema.

- **Control Derivativo**

Este control está diseñado para reducir o evitar el overshoot en la respuesta del sistema, regulando la velocidad máxima a la que puede cambiar la señal de control, con esto evita que suba demasiado rápido y no alcance a detener al motor cuando llegue a la posición deseada, su defecto es que tiende a aumentar el error de estado estacionario.

- **Control PID**

Es la reunión de los tres anteriores, manteniendo lo más abajo posible los errores por overshoot y estado estacionario, es un control de variación suave y regulada aunque su diseño es algo más complejo.

- **Control PWM**

(Pulse Width Modulation) Modulación por ancho de pulso, este método de control de intensidad entregada a un sistema es de amplia aceptación para el control y gobierno de motores, debido a que siempre entrega el voltaje máximo del motor, tiende a perder menos la fuerza de giro o torque, la diferencia se encuentra en que el voltaje máximo se le entrega solo por pequeños periodos de tiempo, alternándolos con periodos de tiempo sin señal de voltaje alguno. La relación entre el tiempo con el voltaje máximo y los periodos sin voltaje es conocida como ciclo útil y se mide en porcentaje, además esta técnica se emplea como convertor de digital a análogo colocando un filtro pasa bajas a su salida.

- **El Microcontrolador**

Es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales (CPU, Memoria y Unidades de E/S, en un solo circuito integrado), los cuales cumplen una tarea específica.

Son diseñados para disminuir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la CPU, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación.

Estas son básicamente algunas de sus partes:

- **Memoria ROM** (Memoria de sólo lectura)
- **Memoria RAM** (Memoria de acceso aleatorio)
- **Líneas de entrada/salida** (I/O) También llamados puertos
- **Lógica de control** Coordina la interacción entre los demás bloques

Eso no es todo, algunos traen funciones especiales

- **Convertidores análogo a digital** (A/D)
- **Temporizadores programables** (Timer's)
- **Interfaz serial RS-232.**
- **Memoria EEPROM**
- **salidas PWM** (modulación por ancho de pulso)
- **Técnica llamada de "Interrupciones"**

El diagrama de un sistema microcontrolado sería algo así



Figura 3. Esquema del microcontrolador

3.1.2 Cómo escoger un motor

Como hemos visto, no todos los motores pueden ser utilizados para toda clase de trabajo y cada actividad requiere un tipo de motor. Para elegir un motor hay que tener en cuenta:

- La carga de trabajo (Potencia).
- La clase de servicio.
- El ciclo de trabajo.
- Los procesos de arranque, frenado e inversión.
- La regulación de velocidad.
- Las condiciones de la red de alimentación.
- La temperatura ambiente.

3.2 ACTUADORES NEUMÁTICOS

Componentes básicos de un sistema neumático:

Los cilindros neumáticos, los actuadores de giro y los motores de aire suministran la fuerza y el movimiento a la mayoría de los controles neumáticos para sujetar, mover, formar y procesar el material.

Para accionar y controlar estos actuadores, se requieren otros componentes neumáticos, por ejemplo unidades de acondicionamiento de aire para preparar el aire comprimido y válvulas para controlar la presión, el caudal y el sentido del movimiento como se nombran a continuación

- Compresores y depósitos de aire
- Sistemas de preparación del aire comprimido
- Actuadores neumáticos
- Válvulas neumáticas
- Otros elementos y accesorios

3.2.1 Sistemas de producción de aire³



Figura 4. Sistema de Producción de Aire

Las partes componentes y sus funciones principales son:

Compresor

El aire tomado a presión atmosférica se comprime y entrega a presión más elevada al sistema neumático. Se transforma así la energía mecánica en energía neumática.

³ Ingeniería Eléctrica. Conceptos Básicos de Sistemas Neumáticos <http://neuelectric.blogspot.com/2009>, Marzo de 2011

Motor eléctrico

Suministra la energía mecánica al compresor, transforma la energía eléctrica en energía mecánica.

Presostato

Controla el motor eléctrico detectando la presión en el depósito. Se regula a la presión máxima a la que desconecta el motor y a la presión mínima a la que vuelve a arrancar el motor.

Válvula anti-retorno

Impide que el aire comprimido en el depósito, retorne a los pistones del sistema de compresión cuando el compresor está parado.

Depósito

Almacena el aire comprimido. Su tamaño está definido por la capacidad del compresor. Cuanto más grande sea su volumen, más largos son los intervalos entre los funcionamientos del compresor.

Manómetro

Indica la presión del depósito.

Purga automática

Purga toda el agua que se condensa en el depósito sin necesidad de supervisión.



Figura 5. Purga Automática de Aire

Válvula de seguridad

Expulsa el aire comprimido si la presión en el depósito sube encima de la presión permitida.

Secador de aire refrigerado

Enfría el aire comprimido hasta pocos grados por encima del punto de congelación y condensa la mayor parte de la humedad del aire, lo que evita tener agua en el resto del sistema.

Filtro de línea

Al encontrarse en la tubería principal, este filtro debe tener una caída de presión mínima y la capacidad de eliminar el aceite lubricante en suspensión, sirve para mantener la línea libre de polvo, agua y aceite.

3.2.2 Sistema de consumo de aire

Unidad de acondicionamiento del aire

Acondiciona el aire comprimido para suministrar aire limpio a una presión óptima y ocasionalmente añade lubricante para alargar la duración de los componentes del sistema neumático que necesitan lubricación.

Válvula direccional (electroválvulas)

Proporciona presión y pone a escape alternativamente las dos conexiones del cilindro para controlar la dirección del movimiento.



Figura 6. Electro Válvula

Actuador

Transforma la energía potencial del aire comprimido en trabajo mecánico. En la figura se ilustra un cilindro lineal, pero puede ser también un actuador de giro o una herramienta neumática, etc.



Figura 7. Actuador Neumático

4. SENSORES

Un sensor es un dispositivo capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo temperatura, intensidad luminosa, distancia, aceleración, desplazamiento, fuerza, torsión, humedad, etc.⁴

- Características de un sensor

Entre las características técnicas de un sensor destacan las siguientes:

- Rango de medida
- Precisión
- *Offset* o desviación de cero
- Linealidad o correlación lineal
- Sensibilidad
- Resolución
- Rapidez de respuesta
- Derivas
- Repetitividad

Celda De Carga

Es un Sensor que cambia su valor resistivo proporcionalmente a un peso aplicado sobre él.

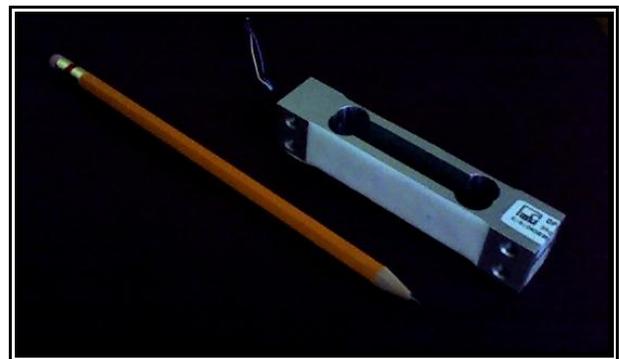
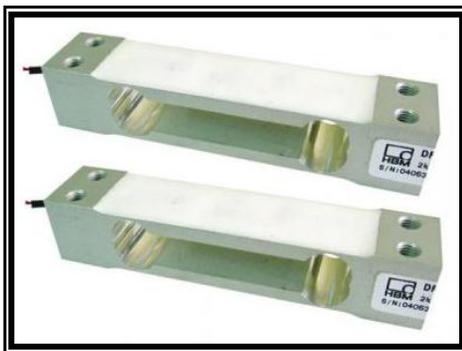


Figura 8. Celdas de carga

⁴ CAUICH KÚ , José Mario . Monografía, SENSORES INDUCTIVO, INFRAROJO, MAGNETICO, EFECTO HALL., Septiembre de 2009

El principio básico de una celda de carga está basado en el funcionamiento de cuatro galgas extensiométricas (strain gauge), dispuestos en una configuración especial.

- Galga extensiométrica

La galga extensiométrica es básicamente una resistencia eléctrica. El parámetro variable y sujeto a medida es la resistencia de dicha galga.⁵ Esta variación de resistencia depende de la deformación que sufre la galga. El sensor experimenta las mismas deformaciones que la superficie sobre la cual está pegada, en la cual va adherido un hilo metálico muy fino.

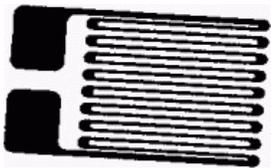


Figura 9. Galga extensiométrica

La resistencia eléctrica del hilo es directamente proporcional a su longitud, o lo que es lo mismo, su resistencia aumenta cuando éste se alarga.

⁵ Sensores Industriales, Galgas Extensiométricas. Pagina Web disponible en <http://www.basculasbalanzas.com> Marzo 2011.

5. BANDAS TRANSPORTADORAS

Las bandas transportadoras constituyen sistemas mecanizados para transporte de materiales. En su forma más elemental, consisten en una banda que recibe su tracción mediante rodillos especiales los cuales a su vez son conducidos por motorreductores.

La banda es fabricada, según su aplicación, con materiales y dimensiones diferentes y sirve directa o indirectamente para transportar los materiales.

Según la superficie de soporte y la función específica, se describen algunos sistemas generales:

5.1 BANDAS SOBRE PLANCHAS

La banda se desliza sobre la lámina soportando directamente los materiales. Es una buena alternativa para el transporte de grandes mezclas de pequeños productos que no necesariamente van empacados.

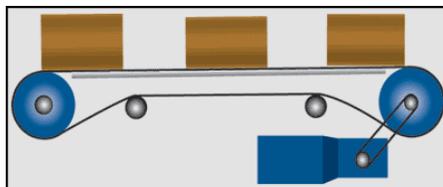


Figura 10. Bandas sobre planchas

5.2 BANDAS SOBRE RODILLOS

En este sistema la banda se mueve sobre una superficie de rodillos. El sistema como tal ofrece una gran capacidad para el transporte de materiales pesados.

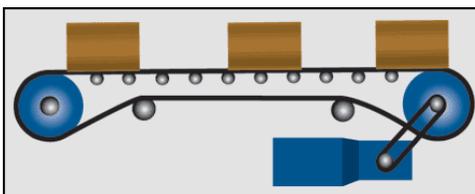


Figura 11. Bandas sobre rodillos

5.3 BANDAS DE RODILLO VIVO

En este sistema la banda corre por debajo de los rodillos dándole tracción a los mismos. Su principal ventaja es la posibilidad de lograr diferentes niveles de acumulación en los materiales a ser transportados.

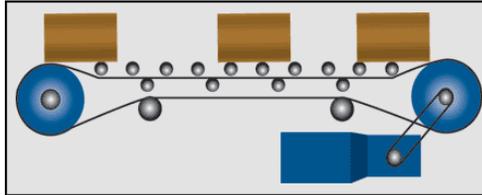


Figura 12. Bandas rodillo vivo

Cosedoras De Sacos

Son máquinas encargadas de coser sacos o maletas de fibra en la parte de sellado, su funcionamiento es muy similar a una máquina de coser tela, debido a que se tiene que insertar la abertura del saco a coser entre el cabezal con la aguja. Aquí se presentan dos modelos manuales de cosedoras de sacos.



Figura 13. Cabezales cosedora

6. ANTECEDENTES

Hoy en día son muchas las empresas que han puesto sus ojos hacia el mundo de la automatización de los empaques, tanto de granulados como de polvos y líquidos, sin embargo el acceso a los sistemas automatizados ha sido muy restringido por su nivel económico - comercial limitándose en el campo de la pequeña y mediana empresa.

A continuación relacionamos algunos de los productos que se pueden encontrar en el mercado de la automatización y robótica.

6.1 SISTEMA DE PESADO Y EMPACADO ROBÓTICO⁶



Figura 14. Sistema Robótico de Empaque

HLCP 1000. Sistema con paletizador robotizado de cuatro columnas en las que una pinza se mueve en los tres ejes Cartesianos y rota alrededor del eje vertical. Esto permite el manejo sin problemas de sacos que no están completamente llenos o que contienen materiales pulverulentos o fluidificados, garantizando una gran flexibilidad y nuevas posibilidades de paletización.

⁶ Tomado de: <http://www.powerrobotics.com> , Marzo de 2011

6.2 SISTEMA DE EMPACADO AUTOMÁTICO CON SELLADO DE IMPACTO



Figura 15. Sistema con Sellado de Impacto

Ensamadora automática ideal para producciones de nivel medio, con una producción máxima de hasta 600 sacos/hora, incluso para ensacar productos difíciles, polvorosos o inestables.⁷ Su sistema de empacado de impacto, con sacos de válvula, permite llenar el saco mediante un pequeño orificio y lo sella inmediatamente termina su llenado total, utilizando la presión ejercida por el producto sobre el mismo saco.

6.3 SISTEMA DE PESADO EMPACADO



Figura 16. Sistema de Bolsa Guía

Sistema de llenado o ensacado de bolsa colgante, con pesaje electrónico digital, indicado para productos de buena fluidez.⁸

⁷ Tomado de: http://www.abc-pack.com/product_info.php. Marzo 2011

⁸ Tomado de: <http://www.solostocks.cl>. Marzo 2011

7. PROCESO DE EMPAQUE DEL ABONO PLANTEADO INICIALMENTE EN LA PLANTA DE RESIDUOS SOLIDOS DEL MUNICIPIO DE AIPE

La empresa CONSULCO S.A es una empresa radicada en Bogotá la cual está encargada del diseño y construcción de la planta de residuos sólidos del municipio de Aipe, en este momento se adelantan estudios del terreno.

Uno de los problemas que tiene el diseño actual es el bajo nivel tecnológico propuesto en las instalaciones, lo que conlleva a un incremento del costo final por desperdicios de tiempo, excesos de personal, imprecisión en las medidas y procesos tediosos e inseguros en cada fase del proceso.

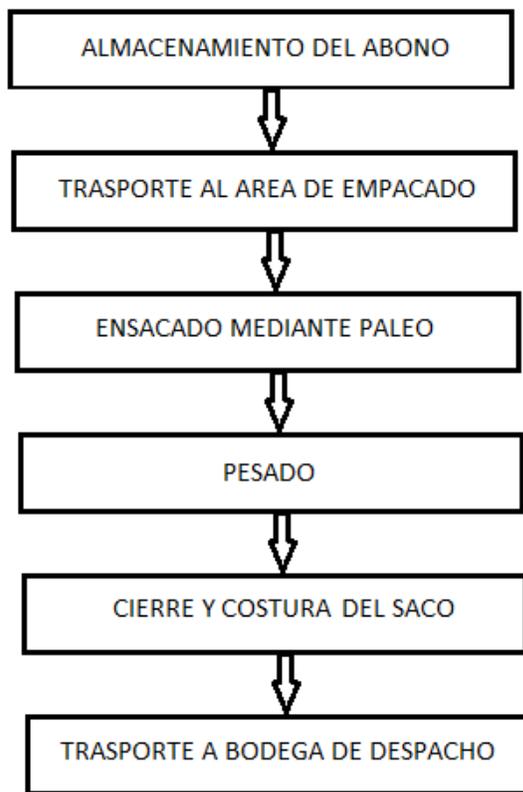


Figura 17. Diagrama general del proceso.

A continuación se describen las etapas del proceso de empaque en la planta de residuos sólidos del municipio de Aipe.

7.1 ALMACENAMIENTO DEL ABONO

Es el punto donde llega todo el material orgánico después de pasar por procesos químicos, de secado y triturado por lo que en esta fase ya fue convertido en abono, y es almacenado en grandes cantidades a espera de su empaque.

7.2 TRASPORTE AL ÁREA DE EMPACADO

Es la fase en la que se moviliza el abono mediante carretillas a una zona más despejada y así los operarios proceden al empacado del abono.

7.3 ENSACADO MEDIANTE PALEO

Los operarios cuentan con sacos de fibra y palas metálicas con las que uno llena con abono un saco y otro lo sujeta para la nivelación y evitar que no se salga el material del saco, también se utilizan canastas o métodos que se muestran en la siguiente figura.



Figura 18. Ensacado actual

7.4 PESADO

En la fase de llenado de los sacos los operarios deben estar midiendo continuamente el peso del bulto de abono con una balanza análoga o de reloj hasta obtener el peso de 50 kg (peso establecido por norma) por lo que deben agregarle o sacarle en la mayoría de las mediciones.

7.5 CIERRE Y COSTURA DEL SACO

Fase en la cual un operario toma el bulto ya con el peso establecido y es sellado mediante una costura en hilo utilizando un “cabezal de costura industrial” y luego corta con un cuchillo el hilo sobrante.



Figura 19. Sistema de costura actual

7.6 TRASPORTE A LA BODEGA DE DESPACHO

Es el movimiento del bulto de abono desde el sistema de empacado a la bodega de despacho, este trabajo está destinado para 2 trabajadores y requiere de mucho esfuerzo físico por parte de los encargados.

8. SISTEMA DE EMPAQUE PROPUESTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL MUNICIPIO DE AIPE

El sistema de empaqueo en la planta de abono se propuso inicialmente con una banda transportadora que subiría el abono granulado hacia un tanque de depósito donde se realizaría el pesado de los 50 kg. y el abono era vaciado sobre el saco sujetado por ganchos y guiado por una banda transportadora al sistema de sellado y costura. Este sistema se ilustra en la siguiente figura.

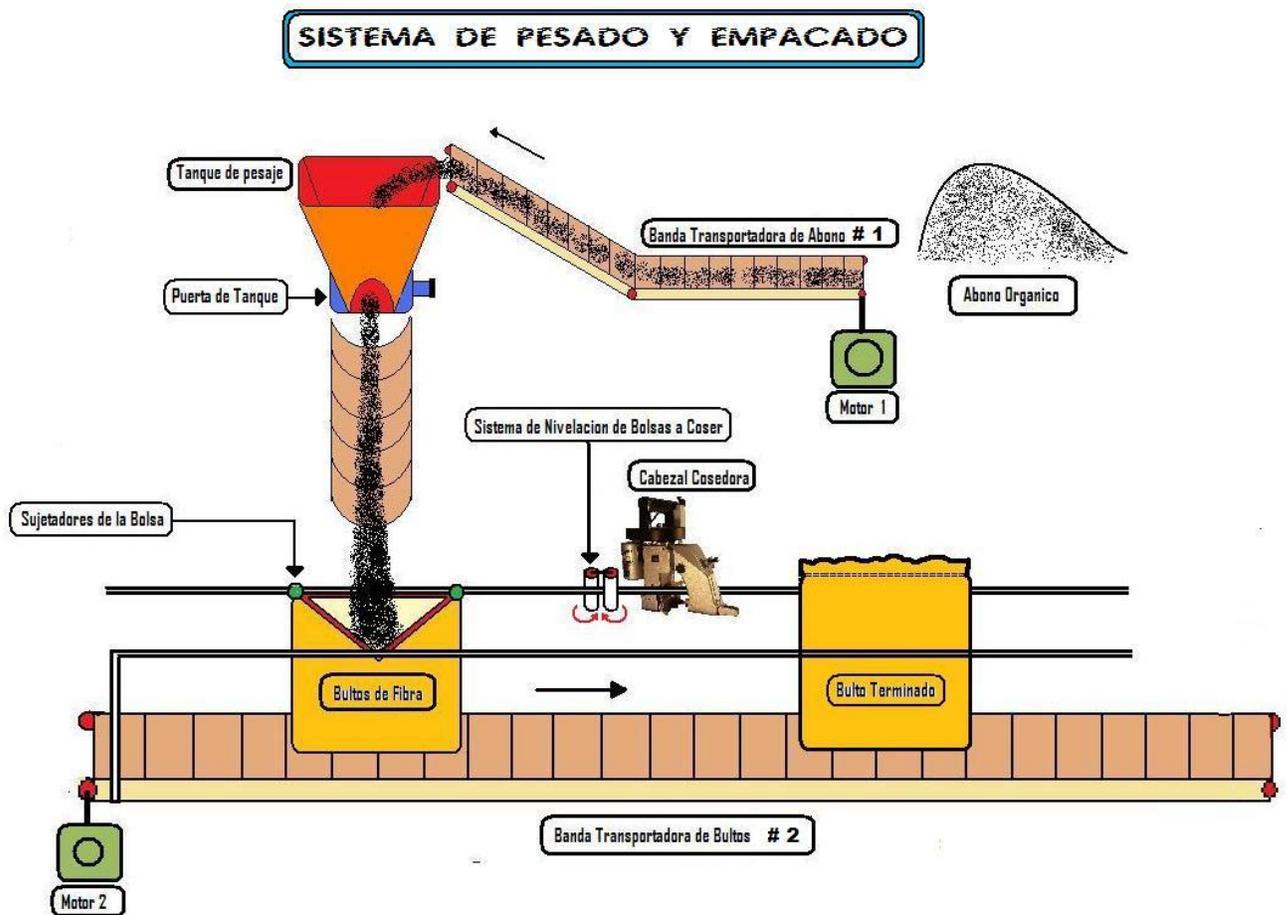


Figura 20. Sistema inicialmente planteado

Con el análisis y estudio detallado del sistema se realizaron cambios que facilitan su construcción y se mejora el control, por lo cual se separó el sistema de pesado de la tolva de almacenamiento, y ahora en esta tolva se abre o cierra la puerta

para controlar a que proporción se llena el saco, en donde el saco colgado de un nuevo sistema de sujeción es pesado mientras se deposita el abono.

8.1 ALIMENTACIÓN DE LA TOLVA DE VACIADO

Para esta primera etapa se utiliza una banda transportadora en pendiente utilizada como sistema de elevación del abono granulado desde la sala de secado hasta la parte superior de la tolva de vaciado.

8.2 ALMACENAMIENTO Y VACIADO DEL ABONO

El sistema de vaciado está compuesto por una campana de almacenamiento dispuesta sobre un cono y su puerta de movimiento horizontal la que controla la proporción de llenado de los sacos.

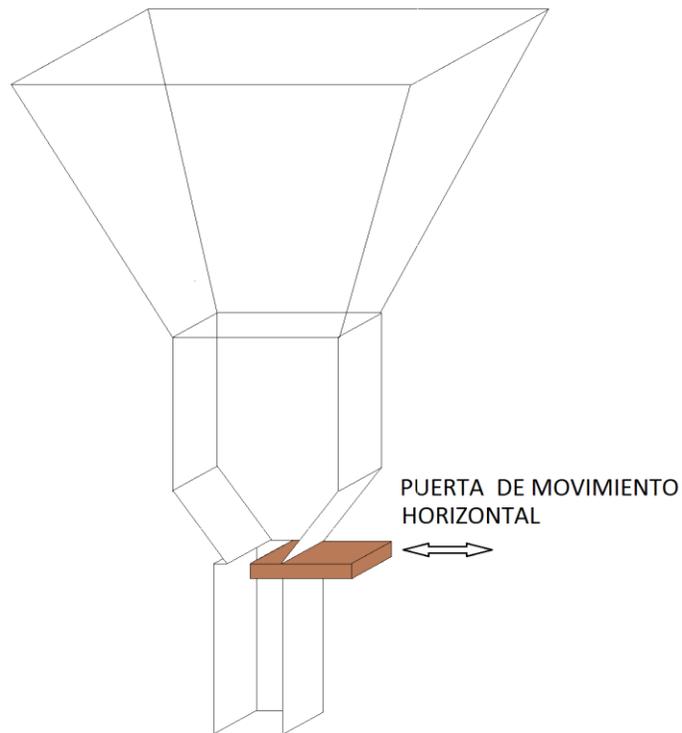


Figura 21. Silo de almacenamiento y puerta de vaciado

8.3 SUJECIÓN Y PESADO DEL SACO

Esta etapa está compuesta por un ducto, con un sistema de barras de sujeción que se activan al mismo tiempo, unidas por engranajes, las cuales giran y prensan los sacos contra empaques que mantiene la presión y sostienen los sacos a espera de la orden de vaciado, o se abren para soltar y dejar caer el saco cuando se le detecte la orden de llenado completo; este sistema está suspendido sobre un sistema de pesado el cual mide y controla la cantidad de abono en los sacos. En la siguiente figura se muestran el primer y segundo diseño del sistema.

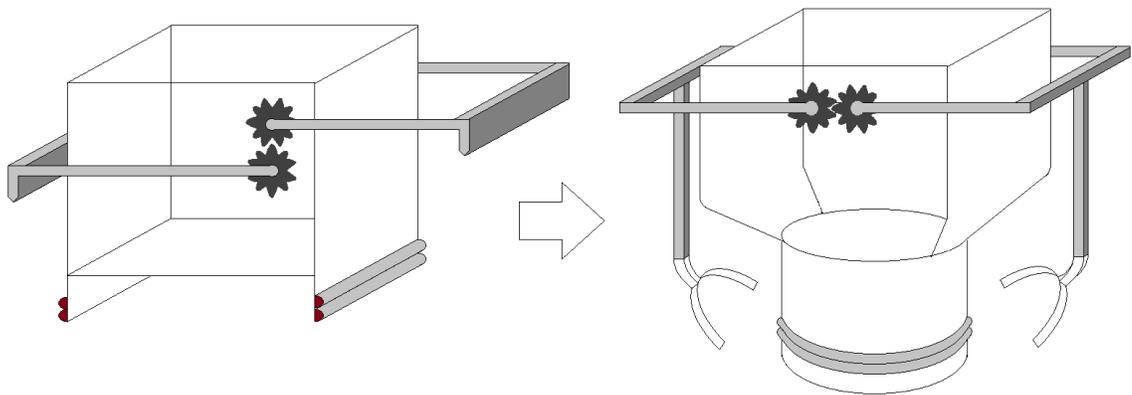


Figura 22. Sistema de sujeción

8.4 TRANSPORTE DEL SACO

Cuando el saco está con el peso adecuado, el sistema anterior de sujeción lo deja caer sobre una segunda banda transportadora, en la cual un operario acomoda el bulto para que éste sea guiado hacia el sistema de costura.

8.5 SELLADO Y COSTURA

El operario desde su puesto inicial, donde cae el saco con el peso indicado, toma la abertura del bulto y lo coloca en unos rodillos de sujeción que lo guían hacia la cosedora, y luego se corta el hilo sobrante y se espera un nuevo saco. El bulto termina listo y continua en la banda transportadora a la zona de cargue o almacenamiento.

9. SISTEMAS ELECTRONICOS UTILIZADOS EN EL EMPAQUE DE ABONO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL MUNICIPIO DE AIPE

9.1 BANDAS TRANSPORTADORAS

En las bandas de alimentación de la tolva y en la de transporte de sacos se manejará el mismo método de control debido a que solo estarán a una velocidad de operación.

Para esta banda se utilizará un motor trifásico marca **Siemens de 1.5 HP**, con un sistema de poleas dentadas y una caja reductora que lo unen a la banda, este es activado por un contactor de la marca Siemens Sirius 3RT/1036 el cual se adapta a los 1.5 HP del motor.



Figura 23. Motor Siemens trifásico 1.5 HP y Contactor Siemens Sirius 3RT/1036

Los contactores tripolares en aire para corriente alterna trifásica, se emplean para mandos eléctricos con una elevada frecuencia de operaciones. La aplicación más adecuada es de conexión, desconexión y control de motores trifásicos hasta 500 HP.

El contactor Siemens Sirius 3RT/1036, de tamaño referencia S2⁹ tiene una bobina de control de 220 v y soporta una corriente de 50 A adecuado para el manejo de nuestro motor.

⁹ Catálogo General SD03, Siemens

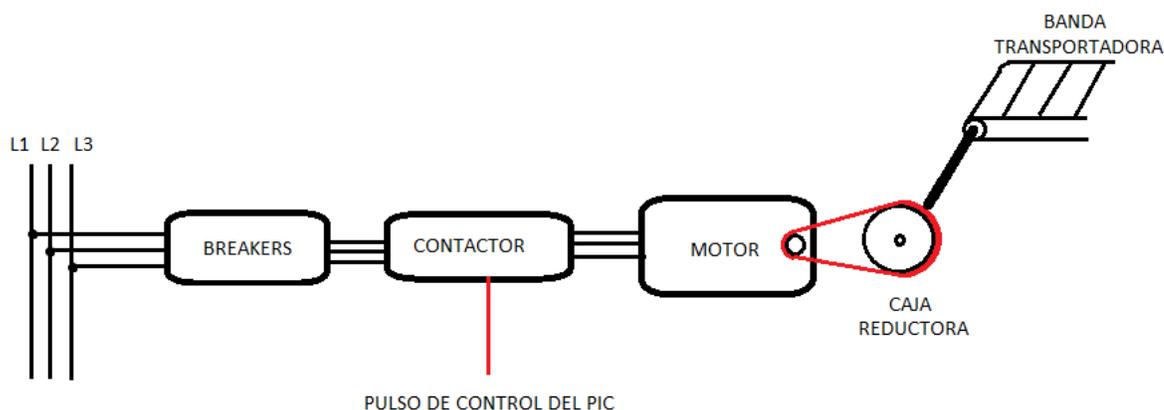


Figura 24. Sistema de conexión del motor

Para controlar los encendidos de los motores se utiliza el siguiente circuito que acopla la señal de la bobina de control del contactor, utilizando un relé conectado a 220 volts AC y activado mediante un transistor operando en las regiones de corte y saturación.

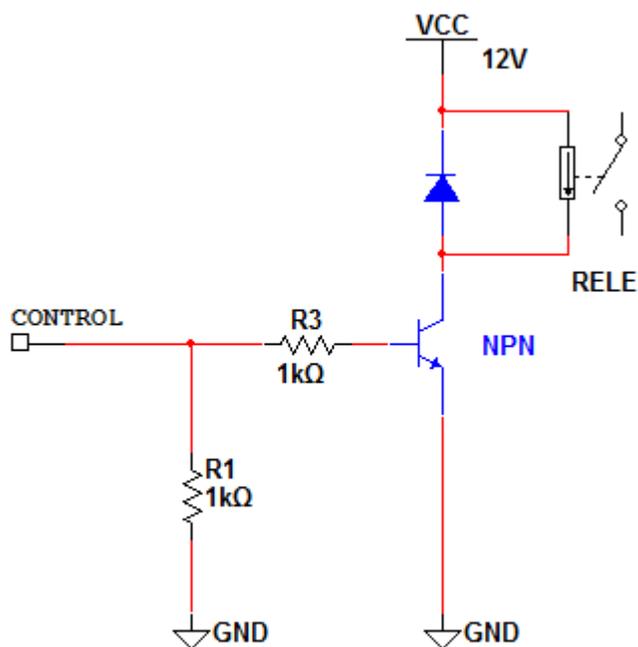


Figura 25. Circuito de activación del Contactor

9.2 SISTEMA DE CONTROL DE PUERTA DE VACIADO (VÁLVULA)

Para este control utilizaremos un servo motor industrial, debido a que para obtener una medida exacta del peso disminuirémos la proporción de llenado en los últimos 5 kg de cada bulto hasta el nivel de cerrado completo, por lo que manejaremos 2 niveles de apertura.



Figura 26. Servomotor de la puerta de vaciado

El control de los niveles del servomotor se manejará mediante PWM enviados desde un microprocesador dependiendo de las lecturas de peso del bulto.

9.3 SUJECIÓN DE LOS SACOS

Para la sujeción de los sacos se utilizarán cilindros neumáticos de doble efecto los cuales son activados por electroválvulas controladas a su vez mediante un relé, el siguiente es una figura del cilindro neumático de doble efecto.



Figura 27. Cilindro neumático

Los actuadores eléctricos (electroválvulas) de los cilindros neumáticos manejan un voltaje de 220 voltios AC, por lo que se acoplan con las salidas del microprocesador mediante relés, que son accionados por un transistor NPN en las regiones de saturación o corte dependiendo del estado de salida del microcontrolador.

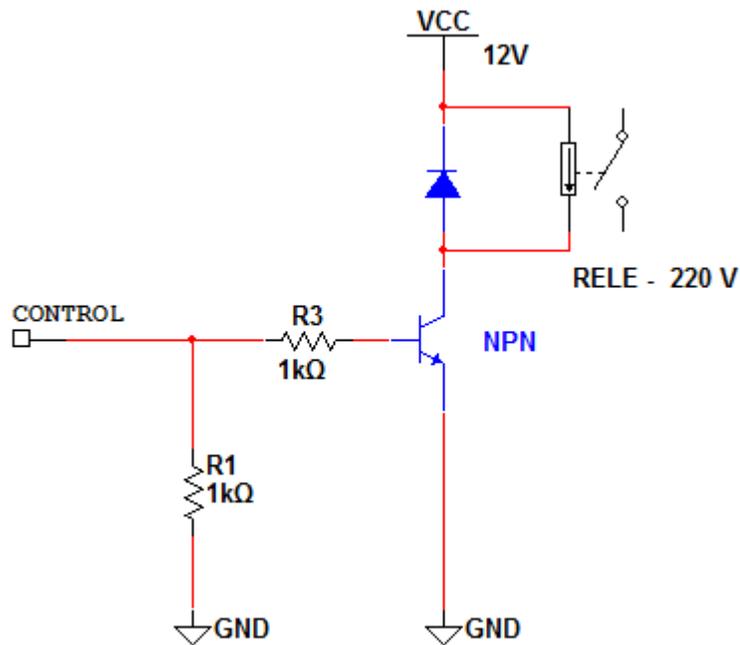


Figura 28. Acople de las conexiones de los gatos neumáticos mediante relé

9.4 SISTEMA DE PESADO

El sistema de pesado está compuesto por una celda de carga de capacidad de 200 Kg sobre la cual va suspendido el sistema de sujeción de sacos, la celda de carga es alimentada por 5 Vdc, y sus salidas análogas pasan por un amplificador de instrumentación que al multiplicar 500 veces la señal alimenta el conversor A/D del microcontrolador.

La linealidad de la celda de carga se evaluó con diferentes medidas dentro de nuestro rango de operación, se realizaron 2 ensayos, uno utilizando 10 pesas de 13 gramos y amplificando nuestra señal para una mejor medición, la que se observa en la siguiente grafica y obteniendo una óptima respuesta lineal.

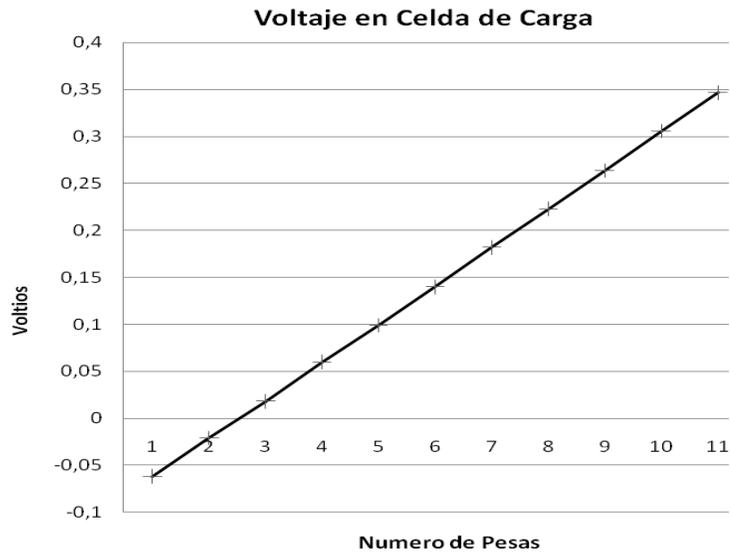


Figura 29. Linealidad de Celda de Carga, hasta 10 Pesas de 13 gramos

En la segunda prueba, se amplió el peso en la celda de carga hasta llegar a 1280 gramos, confirmando con la grafica la efectiva linealidad. Como lo indica el DATA SHEET de la referencia.

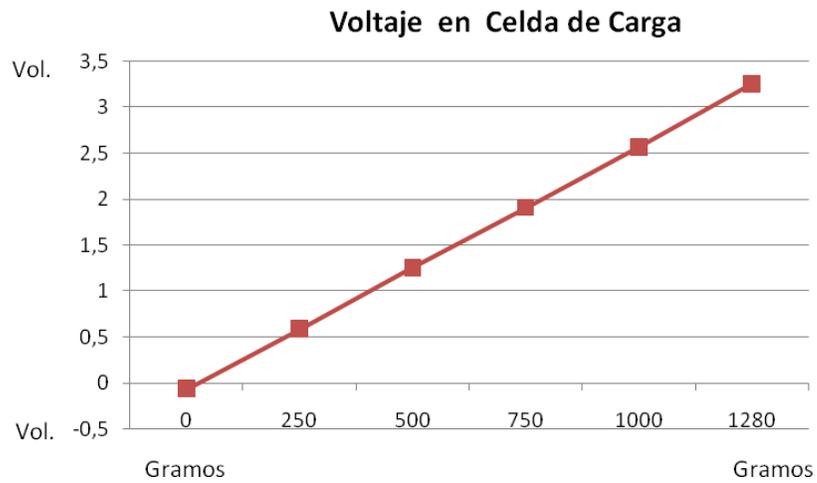


Figura 30. Linealidad de Celda de Carga hasta 1280 gramos

El circuito del sistema de pesado consta de 6 etapas secuenciales como lo ilustra la siguiente figura.

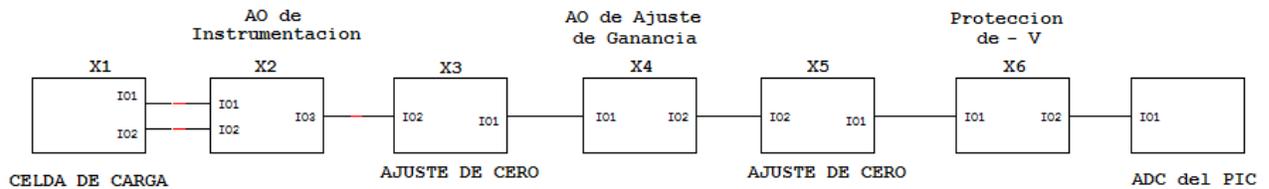


Figura 31. Diagrama de Bloques del Sistema de Pesado

Obtención de señal:

En el circuito se muestra la estructura de cada bloque y su función, en el bloque X1 se muestra la celda de carga “MONOBLOQUE” que toma la señal física “Peso”, la celda de carga está compuesta por las 4 resistencias de la galgas extensiométricas y es alimentada por 5 Vdc.

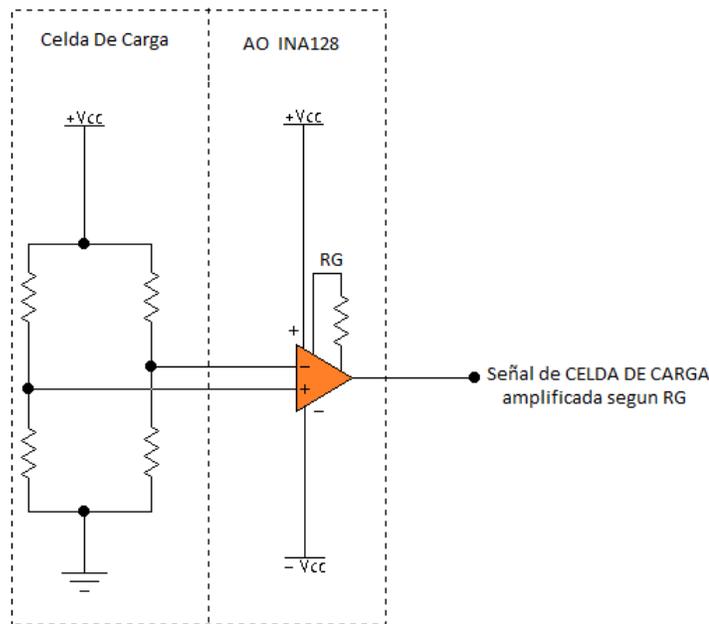


Figura 32. Circuito de conexión de celda de carga

El bloque X2 es un amplificador de instrumentación (INA128) el cual amplifica la diferencia de voltaje en la celda de carga controlando la ganancia por medio de la siguiente ecuación dada por la configuración interna del AO – INA128 con lo que la ganancia se modifica mediante la resistencia externa RG:

$$G = 1 + \frac{50k\Omega}{R_G}$$

Se debe fijar un alto valor de Ganancia porque la celda de carga muestra variaciones en el orden de los mili Voltios, lo cual sería una señal muy sensible a interferencias.

Entonces:

$$R_G = 50 \text{ k } \Omega / (G - 1)$$

Por lo tanto para obtener una ganancia aproximada a 100, R_G toma en el valor de 470Ω por lo que la ganancia exacta es:

$$G = 107.3 \text{ v/v}$$

Ajuste de Cero:

El bloque X3 es el sistema de ajuste a cero cuando los sacos no tenga ningún peso, este voltaje es la suma de la señal que proviene de la celda de carga (V_1), con un nivel de voltaje dado por el potenciómetro **P** de $10 \text{ K } \Omega$ denotado por V de ajuste, entonces:

$$V_o = (R_3 / R_4 \Omega) V_i + (R_1 / R_2) V \text{ de ajuste}$$

Y con los mismos valores de resistencias, entonces:

$$V_o = (2K \Omega / 2K \Omega) V_i + (2K \Omega / 2K \Omega) V \text{ de ajuste}$$

$$V_o = V_i + V \text{ de ajuste}$$

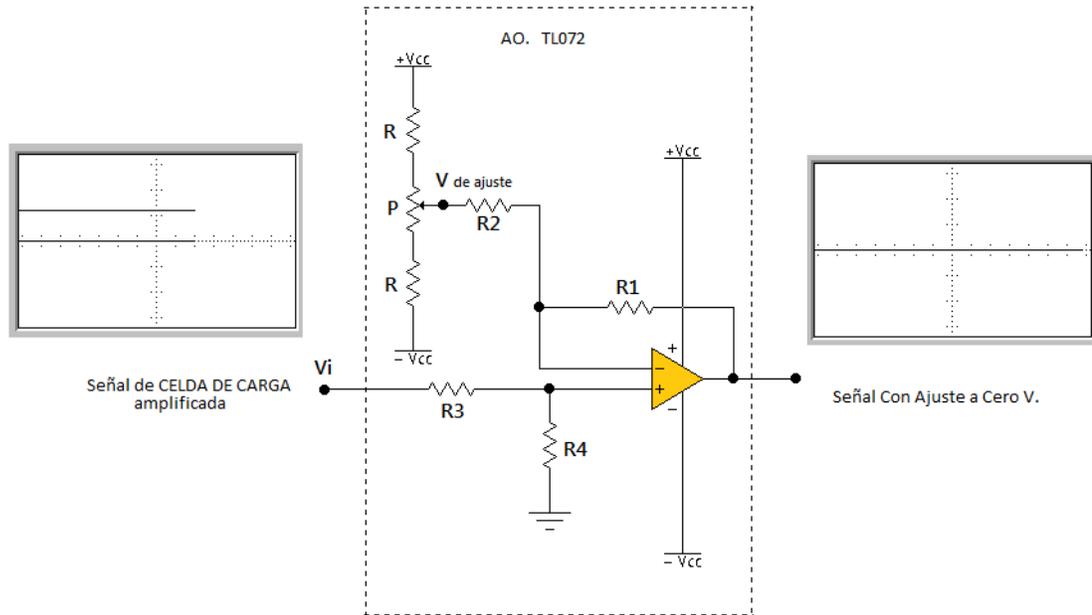


Figura 33. Circuito de Ajuste de Cero

Ajuste de ganancia:

El bloque X4 es un amplificador que controla la señal aplicando una ganancia de poco valor, esto permite tener más control sobre la señal que al multiplicarla por grandes valores de ganancia; se toma como referencia un valor de $G= 3.5$, con la cual se calculan los valores de las resistencias para el circuito.

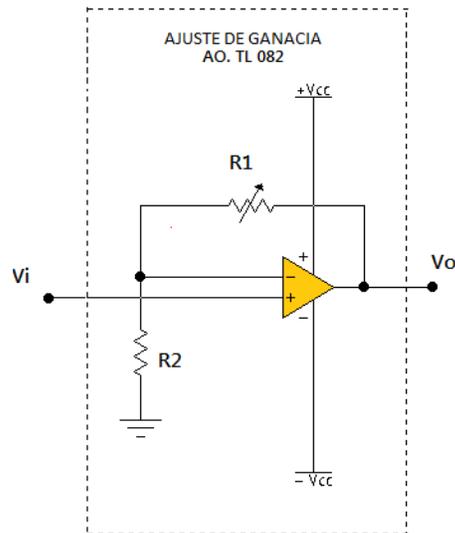


Figura 34. Circuito de Ajuste de Ganancia

Para el circuito tenemos que:

$$G= Vo/Vi = 1 + (R1 / R2)$$

Como R1 es variable, se ajusta para obtener Ganancia máxima:

$$G_{max} = 1 + (5K / 2K)$$

$$G_{max} = 3.5 \text{ v/v}$$

Calibración fina a cero gramos:

El bloque X5 es el sistema de ajuste a cero igual al ajuste inicial pero de mayor precisión y sensibilidad.

$$V_o = V_i + V_{\text{de ajuste}}$$

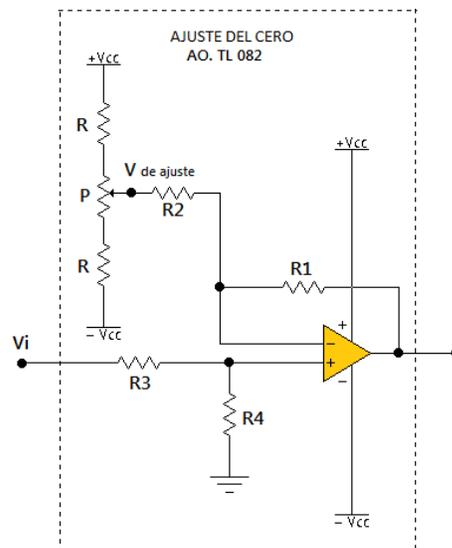


Figura 35. Circuito de Calibración a Cero Gramos

Protección del PIC:

El bloque X6 (ver Figura 36) es la protección para el PIC contra voltajes negativos en caso de alguna falla en las etapas anteriores, por lo que al tener voltajes negativos el diodo de rápida conmutación conduce y deja solo un nivel de -0.2v a -0.5v los cuales no hacen daños al Pic.

El valor mínimo de la resistencia "Rd" que acompaña al diodo se calcula con el nivel máximo de voltaje y la corriente máxima que soporta la salida del AO que utilizaremos.

$$\text{Resistencia M\u00ednima} = (\text{Voltaje M\u00e1ximo}) / (\text{Corriente M\u00e1xima})$$

Entonces:

$$Rd_{min} = Vo_{max} / I_{max}$$

Al observar el “data sheet” del integrado AO TL082, los valores de la corriente máxima que soporta es 2.5 mA, y el voltaje que proviene de la celda de carga ya esta normalizado a 5 Volt para la entrada del ADC.

Entonces tenemos:

$$Rd_{min} = 5v / 2.5mA$$

$$Rd_{min} = 2K\Omega$$

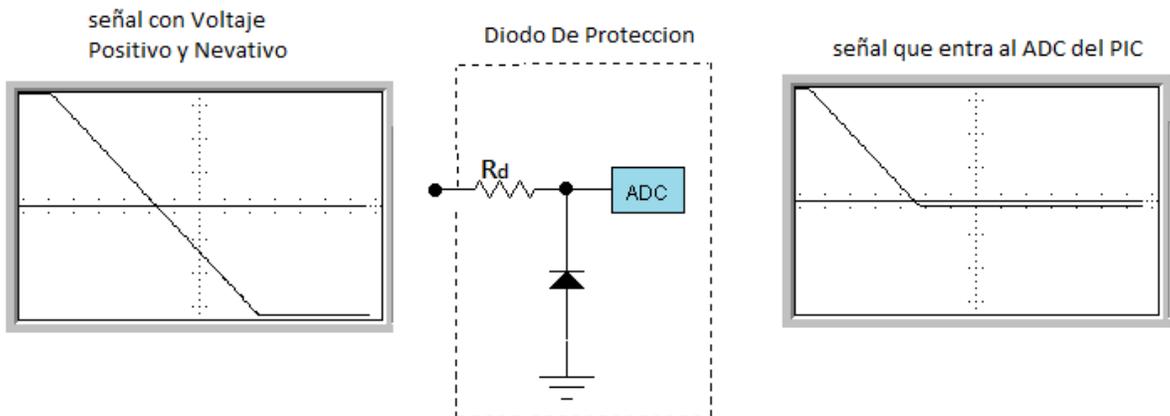


Figura 36. Circuito de Protección del PIC a -V

El último bloque es el ADC interno del PIC que convierte la señal analógica en Digital y la parametriza para hacer el cálculo del peso, así cuando esté el nivel deseado se enviarán las órdenes al sistema de sujeción que está compuesto por 2 cilindros neumáticos que accionan las 2 prensas laterales y el saco es soltado.

Al unir las etapas el circuito resultante es el siguiente:

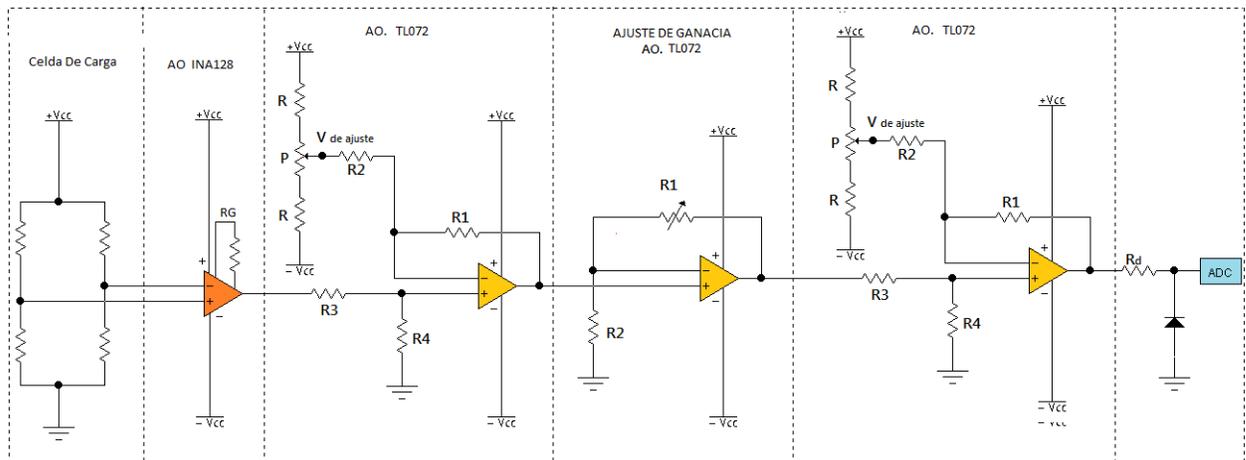


Figura 37. Circuito Completo del Sistema de Pesado

9.5 CONTROL DE VACIADO

La operación del control de vaciado en los sacos lo realiza el PIC teniendo en cuenta las siguientes variables de entrada:

1. Sensor de peso,
2. Indicador de cosedora libre,
3. Estado de los cilindros neumáticos medido desde las electroválvulas,
4. El pedal que acciona el operario al colocar el saco

El control de vaciado se ilustra en el siguiente diagrama de flujo:

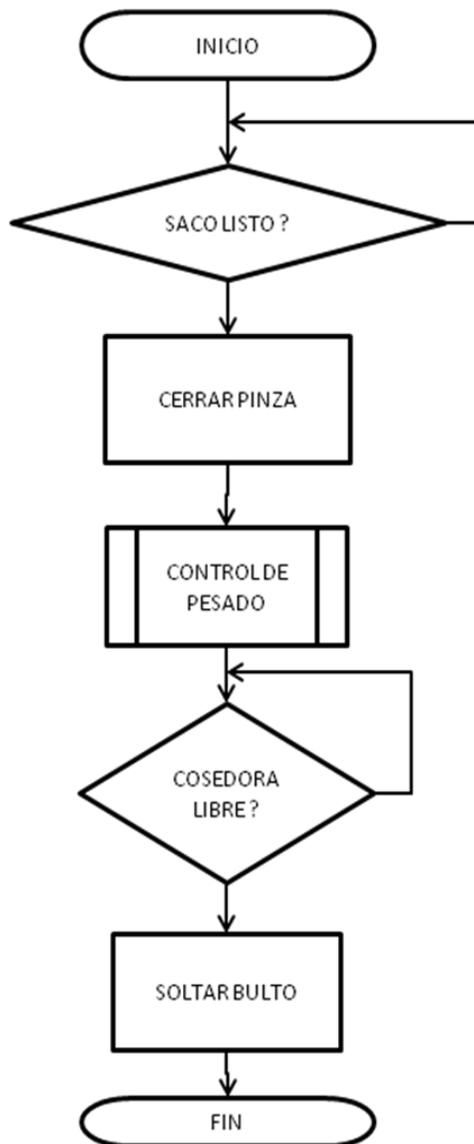


Figura 38. Diagrama de flujo del vaciado del abono

9.6 COSTURA DEL SACO

En el sistema de costura se utilizará un cabezal cosedora marca Yuki. Esta máquina cose todo tipo de sacos en baja producción de 500 sacos diarios, tales como polipropileno, termo-laminado, yute, arpillera, plástico liso, papel, osnaburgo, etc.

Tiene un motor de 1100 rpm y cuenta con un sistema de rodillos de alimentación que toman el saco solo sin necesidad de mover el prensa tela.

El cabezal de costura estará fijo sobre la banda transportadora para que el operario coloque la boca del saco en la guía y el saco sea cosido a la velocidad de la banda.



Figura 39. Cabezal de costura Marca YUKI

10. PROTOTIPO DEL SISTEMA

Para el sistema de empacado se realizó un prototipo para mostrar su funcionamiento y forma de operatividad, para lo cual tenemos las siguientes evidencias del proceso de ensamblaje de su parte principal del vaciado, control y pesado del granulado.

Tolva de Alimentación:



Figura 40. Foto de Tolva de Alimentación

Puerta de control de paso de los granulados

En las siguientes figuras se observa el servomotor que controla la proporción de vaciado al cerrar o abrir la puerta dentro del ducto.



Figura 41. Foto de Puerta de control de vaciado

Sistema de sujeción de la bolsa

Es el sistema que va suspendido sobre la celda de carga y sujeta la bolsa sobre la que se deposita el granulado.

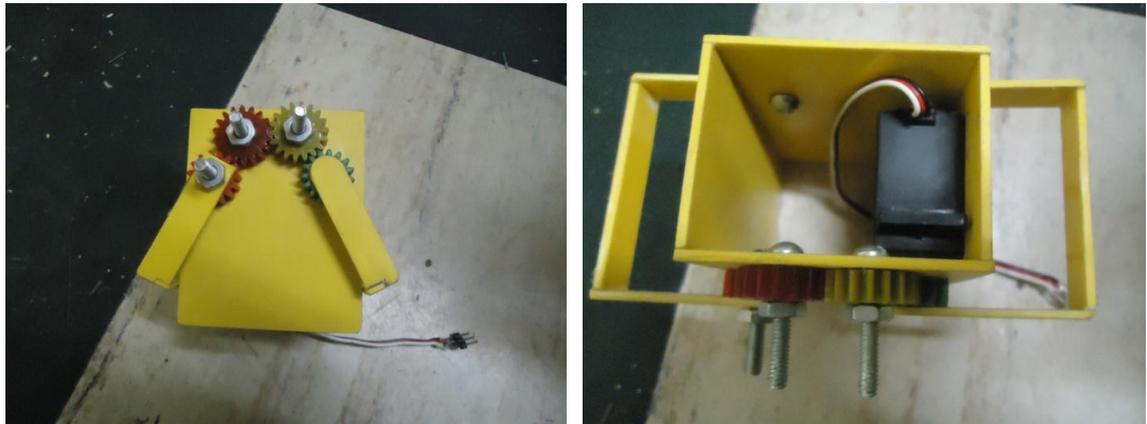


Figura 42. Foto del Sistema de Sujeción

Ensamblado del sistema

Este es el orden de los elementos del sistema de control y sujeción de las bolsas.



Figura 43. Foto del Sistema de vaciado y sujeción de las bolsas



Figura 44. Foto 1. del Sistema Mecánico Armado



Figura 45. Foto 2. del Sistema Mecánico Armado.

11.INTERFAZ DE USUARIO

Para la interfaz del operario con la máquina se dispondrá de un Display LCD de 16x2 en el cual se mostrará el peso deseado seleccionado por el operario y el peso actual del saco, para su manipulación se tendrán:

Tecla **C_CERO**: Con esta tecla se inicia el sistema de calibración del sistema sin peso.

Tecla **C_MAX**: Con esta tecla se inicia el sistema de calibración del sistema a 1 Kg.

Tecla **ENTER**: Esta tecla se utilizará para aceptar la configuración del peso preseleccionado por el operario.

Tecla **SP** : (Seleccione peso) Manipula el aumento de peso deseado aumentando en pasos de 100 gramos.

Modo de Visualización



Figura 46. Interfaz de Usuario

El display LCD estará controlado por el puerto c del PIC 16f877A que controlará las principales variables del sistema de empaclado.

A continuación se muestra el diagrama de Flujo del sistema y su código fuente.

Cuerpo Del Programa

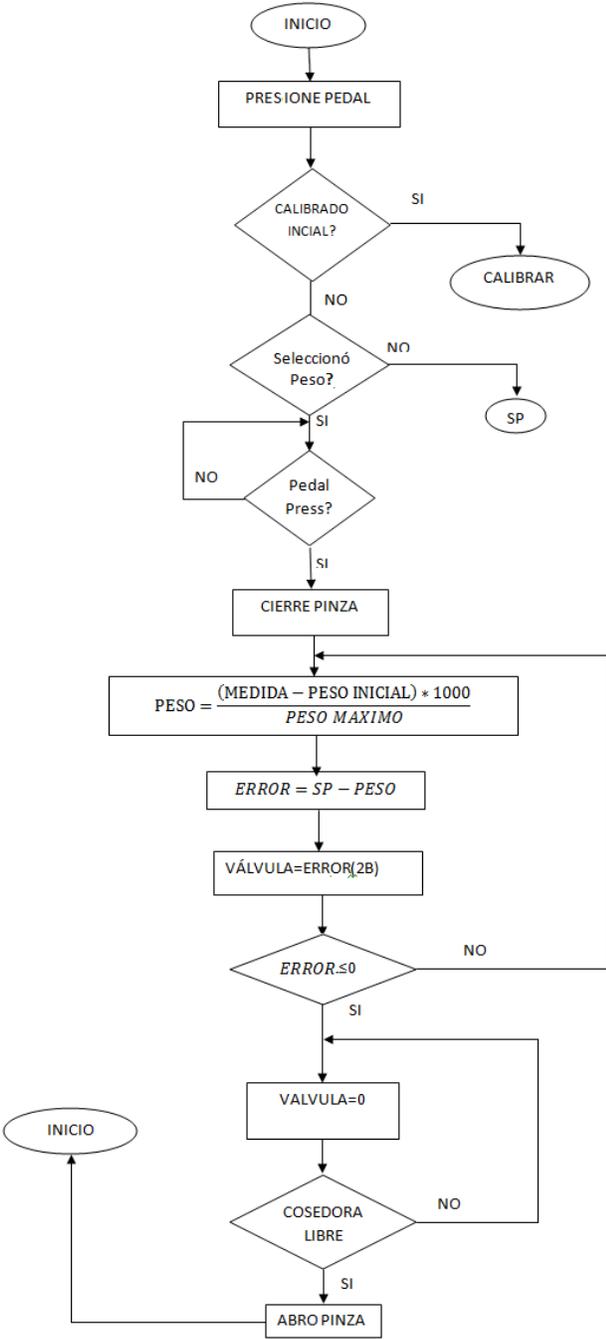


Figura 47. Diagrama de Flujo Sistema Principal

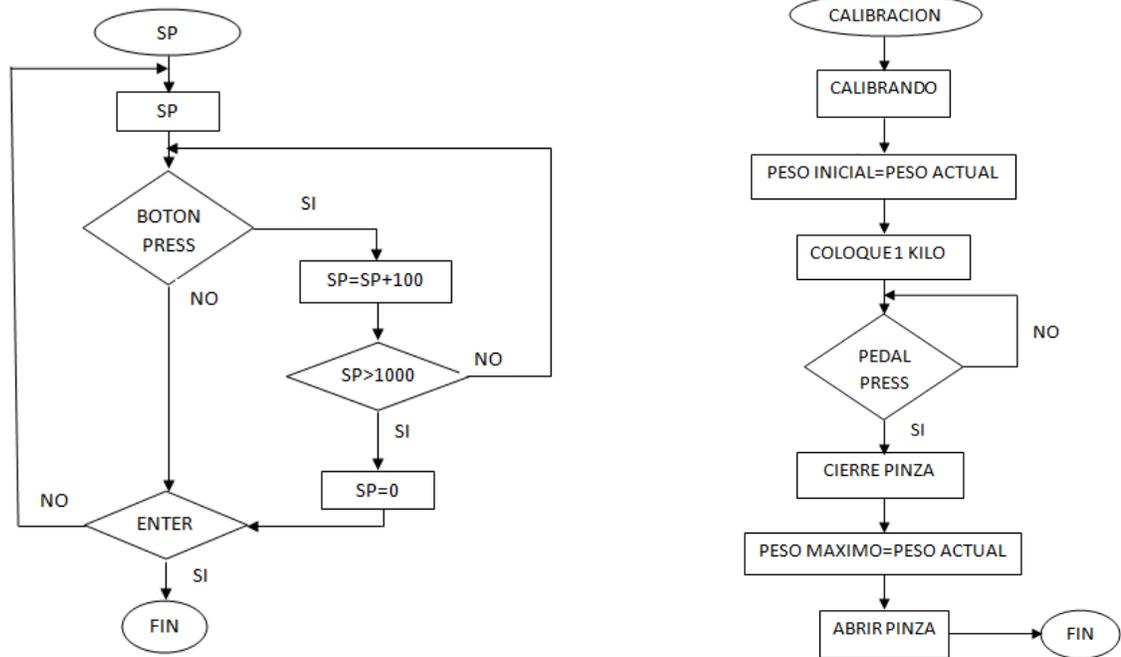


Figura 48. Diagrama de Flujo, Rutina Selección de Peso y Sistema de Calibración

Programa del PIC 16F877en lenguaje C

```

//*****ARCHIVO CABECERA*****

#include <16f877A.h>
#DEVICE ADC=10

#fuses HS, NOPROTECT, PUT, NOWDT, BROWNOUT, NOLVP,
NOCPD,NOWRT,NODEBUG

//***** Reloj a la entrada del CPU *****

#use delay(clock=4000000) //

//***** Definición de puertos *****

#use fast_io(A)
#use fast_io(B)
#use fast_io(C)

```

```

//***** Definición de variables *****

float valor1;
long valor0;
float sp;
float error;
int valh;
int vall;
long valorm;
#include <lcd.c>

void main() {

//***** Configuración ADC *****

    setup_adc_ports(AN0);
    setup_adc(ADC_CLOCK_DIV_64);

//***** Configuración de puertos *****

set_tris_b(0b00000000); // puerto b como salidas para el lcd
set_tris_c(0b00000000); // puerto c como salidas de los actuadores
set_tris_a(0b00101111); // puerto a como entradas de los sensores
set_tris_d(0b11111111);

// *****INICIO DE PROCESO*****

output_bit(pin_c0,0); //***** Abre pinza
output_bit(pin_c1,1); //***** Cierra válvula

    disable_interrupts(global);
    disable_interrupts(int_rda);
    lcd_init();

    valh=read_eeprom(0); //Recupera los valores calibrados en la EEPROM
    vall=read_eeprom(1);
    valor0=make16(valh,vall);

    valh=read_eeprom(3);
    vall=read_eeprom(4);
    valorm=make16(valh,vall);

    sp=100*read_eeprom(6);
    goto ponbolsa;

```

```

//***** Rutina de Auto-calibración de cero *****

calibracero:

lcd_putc("\f");//borra lcd
lcd_putc("Calibrando");
delay_ms(2000);
valor0=read_adc();

write_eeprom(0,make8(valor0,1));          //****escribe nivel alto
write_eeprom(1,make8(valor0,0));          //****escribe nivel bajo

//***** RUTINA PONBOLSA *****

ponbolsa:

lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putc("\fcoloque bolsa y\n");
lcd_putc("presione pedal");
do{
    //***** SI PRESIONA PEDAL *****
    valor1=0;

    if(bit_test(input_d(),3)==0){ //** Si se presiona
        // bottom "C_cero"
        goto calibracero; // ** Va a Calibración
    }

    if(bit_test(input_d(),2)==0){ //** Si se presiona
        // bottom "C_max"
        goto calibramax; // ** Va a Calibración
    }

    if(bit_test(input_d(),0)==0){ //** Si se presiona
        // bottom "SP"
        goto seteapeso; // ** Va a Selección de Peso
    }

}while(bit_test(input_a(),1)==1);

//*****

output_bit(pin_c0,1); //***** Cierra pinza

lcd_putc("\f"); //***** Borra lcd
delay_ms(1000);
output_bit(pin_c1,0); //***** Abre válvula

```

```

do {
    // ***MIENTRAS PESO < VALOR DESEADO
    lcd_gotoxy(0,1);
    valor1=read_adc();
    valor1=(valor1-valor0);
    valor1=1000*valor1/valorm;
    printf(lcd_putc,"Peso %gg  ",valor1);
    delay_ms(300);
    error=sp-valor1;
    lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc,"%Faltan gg ",error);

} while (sp>valor1);

//***** Cuando Peso es igual al Valor deseado *****

output_bit(pin_c1,1); //*****cierra válvula y para llenado
delay_ms(1000);
output_bit(pin_c0,0); //*****abre pinza y suelta la bolsa

goto ponbolsa; //***** Esperar Nueva Bolsa *****

//***** Rutina Calibración 1 Kg *****

calibramax:

lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putc("\fcoloque 1kilo y\n");
lcd_putc("presione pedal");

do{
    valor1=0;
}while(bit_test(input_a(),1)==1);

output_bit(pin_c0,1); //***** cierra pinza
delay_ms(3000);
valorm=read_adc()-valor0;

write_eeprom(3,make8(valorm,1));//***** Escribe nivel alto
write_eeprom(4,make8(valorm,0));//***** Escribe nivel bajo

output_bit(pin_c0,0); //***** Abre pinza

goto ponbolsa;

```

```

//***** Rutina De Selección de peso Deseado *****

seteapeso:

lcd_putc("\f");          // *** Borra LCD
do{
    valor1=0;
}while(bit_test(input_d(),0)==0);

do{
    lcd_gotoxy(0,1);
t(input_d(),0)==0){
    sp=sp+100;          // ***Selección de gramos de 100 en 100
    do{
        valor1=0;

}while(bit_test(input_d(),0)==0);

        }
        if(sp>1000){ // *** Tope de Selección es 1000g
            sp=100;
        }

        printf(lcd_putc,"%gg      ",

    }while(bit_test(input_d(),1)==1); //*** Al Presionar ENTER

write_eeprom(6,sp/100); // ** Guarda el valor Peso Deseado en
                        //      la EEPROM
goto ponbolsa;        // ** Espera La Bolsa a Empacar
}
//***** FIN DEL PROGRAMA *****
//*****

```

12. FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

El estudio de factibilidad requerido para efectos del diseño del sistema de empacado, se basa en tres aspectos o niveles: técnico, económico y operativo. A continuación, se evalúa cada una de estas factibilidades por separado.

12.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA

En este proyecto se evidencia la utilización de dispositivos cotidianos en el mercado de la electrónica industrial y de control, que se consiguen fácilmente en la ciudad de Neiva, además la facilidad estructural del sistema hace fácil de sustituir algún dispositivo debido a que se tomó en cuenta en el diseño la funcionalidad básica de cada motor, actuador, sensor o sistema de control lo que hace un sistema flexible en diseño y robusto en funcionalidad.

12.2 FACTIBILIDAD OPERACIONAL

En el diseño de este sistema se tuvo en cuenta principalmente la facilidad de operación, por lo que se tendrá una interfaz de selección de peso y un pedal de accionamiento para que el operario pueda ubicarse de forma segura y operar la máquina con la rapidez que vea conveniente, además solo será necesario una pequeña capacitación o repasar el manual de operación para que se tenga total control sobre el sistema.

Además las personas a cargo de la administración técnica operativa de la planta están de acuerdo con el sistema propuesto mediante la función mostrada con el prototipo y para ellos el sistema aplicado y los dispositivos a utilizar son de fácil interpretación para el personal que ejecutará las labores operativas y que serán los encargados de la manipulación del sistema de pesado y empaque.

12.3 FACTIBILIDAD ECONÓMICA

El costo del sistema de empacado es relativamente bajo, comparado con los sistemas que hay en el mercado para este propósito, además el sistema se encarga de su sostenimiento, debido a que se utilizaría solamente un operario en la zona de empacado; y por tener mayor velocidad de empacado que la requerida

por la planta, se podría manejar una hora definida de empaqueo diaria casi al final del turno laboral, utilizando solo un operario y en un lapso de tiempo corto lo que resultaría muy económico para el rendimiento general de la planta.

Los costos de los materiales se muestran a continuación:

DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
Celda De Carga	200 Kg	1	400000	400.000
Motor AC Trifásico	1.5 HP	2	400000	800.000
Materiales de bandas	-----	2	550000	1.100.000
Materiales Silo	2 M ³	1	1.800000	1.800.000
Servomotor Industrial	12 Vdc	1	430000	430.000
Cilindro Neumático de doble efecto	60 PSI	2	150000	300.000
Electroválvulas	100 PSI	2	120.000	240.000
Cabezal Cosedora marca YUKI	1100 Rpm	1	450000	450.000
Dispositivos electrónicos y de control	Varias	Global	1.000.000	1.000.000
TOTAL MATERIALES				6.520.000
Mano de obra		1.5 meses		4.000.000
Diseño y supervisión y calibración del sistema				10.000.000
COSTO TOTAL				20'520.000

Cuadro 1. Tabla de Costos del sistema.

Como observamos, aunque tenemos que adquirir todo los materiales por que la planta de tratamiento de abono es nueva, el costo del sistema de empaqueo es bajo lo cual hace muy factible su implementación.

13. CONCLUSIONES

Se logró diseñar un sistema de pesado y empaque semiautomático para la empresa Consulco encargada del diseño y construcción de la planta de tratamiento de residuos sólidos en el municipio de Aipe, con lo que se aportó crecimiento tecnológico en la región.

Con este trabajo de grado se logra comprender el diseño de sistemas en plantas de producción, aumentando el nivel tecnológico de las industrias en la región debido a que las demás plantas de tratamiento de residuos cuentan con sistemas automáticos en las fases de empaclado.

El sistema de pesado y empaque cumplió con los requerimientos funcionales de diseño y costo exigido por la empresa Consulco encargada de la construcción de la planta de tratamiento, y el sistema se incluirá en la construcción.

Con la realización del prototipo para el sistema de pesado y empaque se obtendrán resultados favorables y confiables al momento de su implementación debido a que se utilizó tecnología económica y fácil de adquirir o modificar. Los dispositivos que se utilizaron tienen como característica una sencilla operación que lo convierte en un sistema de fácil aprendizaje para los operadores que trabajaran en la planta de tratamiento.

Con este proyecto se obtuvo la solución específica para el pesado y empaque de uno de los productos de la planta de tratamiento, además en un futuro este trabajo podrá ser tomado para cualquier otra empresa que desarrolle productos granulados o en polvo y que necesite su empaque lo cual brinda grandes niveles de aplicación y una posible producción para su venta en otros sectores.

14. RECOMENDACIONES

- La planta de tratamiento de residuos está diseñada en una cubierta con mucha ventilación, y con muchos residuos de materiales en movimiento, lo que puede provocar frenado en los rodamientos de los motores y de las bandas transportadoras, por lo que es necesario un constante y periódico mantenimiento además de limpieza de los residuos que se escapan del embalaje.
- La capacitación del personal que operará el sistema debe ser clara y basada en la seguridad, por contar con sistemas mecánicos neumáticos de alta presión los cuales pueden conllevar a graves lesiones si se presenta un accidente.
- Por deformación y residuos de materiales en los componentes del sistema de pesado del abono, es necesario realizar siempre la rutina de auto calibración de peso, antes de comenzar la utilización del sistema.
- Se deben realizar mantenimientos preventivos en la parte eléctrica, ajustar conexiones y verificar que las mediciones cumplan con los parámetros establecidos en la norma RETIE.
- Como mejora, es posible adaptar el sistema mecánico para que tome los sacos sin necesidad de ayuda del operario, permitiendo esto manejar velocidades superiores a las permitidas en el actual sistema, las cuales no se aumentan por seguridad del operario.

BIBLIOGRAFÍA

ROSA, Thomas. Editorial Reverté. Circuitos y señales. Introducción a los sistemas lineales y de acoplamiento.

CAUICH KÚ , José Mario . Monografía, SENSORES INDUCTIVO, INFRAROJO, MAGNETICO, EFECTO HALL., Septiembre de 2009.

Sensores y Actuadores Industriales, Monografía, Ingeniería Automática y electrónica industrial, Universidad de Vigo,- España.

SEDRA/SMITH. Microelectronic Circuits. Editorial Oxford University Press.

IBRAHIM, Dogan (Marcombo). Programación De Microcontroladores Pic.

ROLDÁN VILORIA, José. Motores Eléctricos. Automatismos De Control.

Sensor Inteligente, página web, disponible en <http://www.sick.com/home/en.htm>, Acceso octubre 6 de 2010.

Básculas Comerciales e Industriales, página web, <http://www.bcilda.com>, Acceso Junio 2010.

National Instruments, página web, <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/7372> - Acceso Marzo 2010.

Ingeniería Eléctrica. Conceptos Básicos de Sistemas Neumáticos, Página Web disponible en: <http://neuelectric.blogspot.com/2009>, Marzo de 2011.

Sensores Industriales, Galgas Extensiométricas. Página Web disponible en <http://www.basculasbalanzas.com> Marzo 2011.

ANEXO A
Catálogo General SD03 SIEMENS para motores



Catálogo General | SD03 | 2005

motores eléctricos

- Motores monofásicos NEMA
- Motores trifásicos NEMA
- Motores de media tensión NEMA
- Motobombas
- Variadores de velocidad



*Más de un motor...
y más que un motor...
Siemens le da a Usted:*

Más características de calidad, interior y exteriormente

Cada motor Siemens es una combinación de características y materiales cuidadosamente seleccionados para proporcionar un motor confiable, eficiente y durable. Cada componente es un ejemplo de excelente diseño, mano de obra calificada y valor agregado... cojinetes antifricción de alta capacidad, rotor balanceado dinámicamente bobinado de cobre, aislamiento superior.



*Motor vertical
flecha hueca*

Aseguramiento de calidad

Además de incorporar materiales de alta calidad, cada motor Siemens pasa por más de 100 distintas inspecciones de calidad antes de salir de nuestra planta. Para que sea lo suficientemente bueno para ser ofrecido a Usted. La responsabilidad de nuestra gente ayuda a poner la confiabilidad extra en los motores Siemens.



*Motor trifásico
uso general*

Eficiencia en operación ahora y en el futuro cuando ésta más se necesita

Los motores Siemens están diseñados para ser resistentes en el trabajo y operan tan eficientemente que Usted estará sorprendido con su ahorro de energía. Las diferencias que Siemens le ofrece le dan más motor por su dinero y más ahorro a largo plazo.



*Motor trifásico
a prueba de explosión*

Apoyo para elección del motor adecuado

Cuando Usted está seleccionando un motor, Siemens opina que Usted debe hablar con quien pueda apoyarle a elegir el accionamiento adecuado para el trabajo a desempeñar. Nuestros ingenieros de ventas tienen el conocimiento y experiencia para ayudarle a resolver cualquier problema de aplicación, diseño o instalación.



*Motor trifásico
abierto armazón 56*

Motores trifásicos jaula de ardilla, alta eficiencia, totalmente cerrados

Totalmente cerrados con ventilación exterior
 Montaje: Horizontal (F1)
 Aislamiento Clase F
 Diseño Nema B según Norma MG-1
 33°C temp. ambiente a una altitud de 2300msnm
 40°C temp. ambiente a una altitud de 1000msnm

Motores a prueba de explosión para atmósferas de
 División 1, Clase 1, Grupo D - Clase 2, Grupos F&G
 Para otra clasificación, favor de consultarnos.
 Factor de Servicio:
 1.0 Motores RGZESD
 1.15 Motores RGZE y RGZESD
 1.25 Motores RGZE y RGZESD
 Amazonas 143T a 256T en 2 y 4 Polos



PRODUCTO CERTIFICADO S1097

Potencia en HP	Descripción			Modelo		
	Velocidad en RPM	Tensión a 60 Hz en Volts	Tamaño Amazón NEMA	RGZE Uso general Catálogo Spiridon	RGZESD Servicio pesado No. de parte	RGZESD A prueba de explosión Catálogo Spiridon
0.5	900	220440	143T	1LA01438YK30	N/A	N/A
	1800	220440	143T	1LA01434YK30	N/A	1M91434YP30
	1200	220440	143T	1LA01436YK30	N/A	1M91436YP30
	900	220440	145T	1LA01458YK30	N/A	N/A
1	3600	220440	143T	1LA01432YK30	1LA91432YK30*	1M91432YP30
	1800	220440	143T	1LA01444YK30	1LA91444YK30*	1M91444YP30
	1200	220440	145T	1LA01456YK30	1LA91456YK30*	1M91456YP30
	900	220440	182T	1LA01828YK30	1LA91828YK30*	1M91828YP30
1.5	3600	220440	143T	1LA01442YK30	1LA91442YK30*	1M91442YP30
	1800	220440	145T	1LA01454YK30	1LA91454YK30*	1M91454YP30
	1200	220440	182T	1LA01826YK30	1LA91826YK30*	1M91826YP30
	900	220440	184T	1LA01848YK30	1LA91848YK30*	1M91848YP30
2	3600	220440	145T	1LA01452YK30	1LA91452YK30*	1M91452YP30
	1800	220440	145T	1LA01464YK30	1LA91464YK30*	1M91464YP30
	1200	220440	184T	1LA01846YK30	1LA91846YK30*	1M91846YP30
	900	220440	213T	1LA02138YK30	1LA92138YK30*	1M92138YP30
3	3600	220440	182T	A7882500006685	1LA91822YK30*	1M91822YP30
	1800	220440	182T	1LA01824YK30	1LA91824YK30*	1M91824YP30
	1200	220440	213T	1LA02136YK30	1LA92136YK30*	1M92136YP30
	900	220440	215T	1LA02158YK30	1LA92158YK30*	1M92158YP30
5	3600	220440	184T	1LA01842YK30	1LA91842YK30*	1M91842YP30
	1800	220440	184T	1LA01844YK30	1LA91844YK30*	1M91844YP30
	1200	220440	215T	1LA02156YK30	1LA92156YK30*	1M92156YP30
	900	220440	254T	1LA02548YK30	1LA92548YK30*	1M92548YP30
7.5	3600	220440	213T	1LA02132YK30	1LA92132YK30*	1M92132YP30
	1800	220440	213T	1LA02134YK30	1LA92134YK30*	1M92134YP30
	1200	220440	254T	1LA02546YK30	1LA92546YK30*	1M92546YP30
	900	220440	256T	1LA02568YK30	1LA92568YK30*	1M92568YP30
10	3600	220440	215T	1LA02152YK30	1LA92152YK30*	1M92152YP30
	1800	220440	215T	1LA02154YK30	1LA92154YK30*	1M92154YP30
	1200	220440	256T	1LA02566YK30	1LA92566YK30*	1M92566YP30
	900	220440	284T	1LA02848FE71	1LA02848SE71*	*
15	3600	220440	254T	1LA02542FE71	1LA92542YK30*	1M92542YP30
	1800	220440	254T	1LA02544FE71	1LA92544YK30*	1M92544YP30
	1200	220440	284T	1LA02846FE71	1LA02846SE71*	*
	900	220440	286T	1LA02868FE71	1LA02868SE71*	*
20	3600	220440	256T	1LA02562FE71	1LA92562YK30*	1M92562YP30
	1800	220440	256T	1LA02564FE71	1LA92564YK30*	1M92564YP30
	1200	220440	286T	1LA02866FE71	1LA02866SE71*	*
	900	220440	324T	1LA03248FE71	1LA03248SE71*	*
25	3600	220440	284TS	1LA02842FE72	1LA02842SE72*	*
	1800	220440	284T	1LA02844FE71	1LA02844SE71*	*
	1200	220440	324T	1LA03246FE71	1LA03246SE71*	*
	900	220440	326T	1LA03268FE71	1LA03268SE71*	*
30	3600	220440	286TS	1LA02862FE72	1LA02862SE72*	*
	1800	220440	286T	1LA02864FE71	1LA02864SE71*	*
	1200	220440	326T	1LA03266FE71	1LA03266SE71*	*
	900	220440	364T	*	1LA03648SE71*	*
40	3600	220440	324TS	1LA03242FE72	1LA03242SE72*	*
	1800	220440	324T	1LA03244FE71	1LA03244SE71*	*
	1200	220440	364T	1LA03646FE71	1LA03646SE71*	*
	900	220440	365T	*	1LA03658SE71*	*

ANEXO B.
Especificaciones Contactor SIRIUS 3RT/1036

SIEMENS

Product data sheet

3RT1036-1BE40



Contadores Siemens tripolares 3RT

Los contactores tripolares 3RT son aparatos, que tienen como función la conexión y desconexión, son empleados en arrancadores a tensión plena a voltaje reducido y arrancadores exactos.

VENTAJAS:

- Eliminación de cableado, mediante sus modelos de conexión 3RA.
- 30 millones de maniobras mecánicas y 10 millones de maniobras eléctricas.
- Operación máxima de temperatura de 60 grados.
- Todos sus accesorios son enchufables.

Aplicación:

Los contactores tripolares en aire para corriente alterna trifásica, se emplean para mandos eléctricos o como aparatos de control remoto, especialmente en los casos en que sea necesaria una elevada frecuencia de operaciones.

La aplicación más adecuada es de conexión, desconexión y control de motores trifásicos hasta 500 C. P. 440V, 60 Hz, o de circuitos eléctricos de corriente alterna hasta 630 A de intensidad de corriente permanente 660V a 60 Hz.

Montaje:

Los contactores se montan en superficies planas.

Ejecución:

Los contactores 3RT1 son resistentes a los efectos del clima y están asegurados contra contactos involuntarios, según DIN VDE 0106, parte 100. Los contactores 3RT1 disponen de conexiones por tornillo o de la técnica de conexión por resorte Cage Clamp.. Los aparatos básicos de los tamaños S0 hasta S12 sólo contienen vías de corriente principales. Todos los aparatos básicos pueden ampliarse con bloques de contactos auxiliares. Los contactores del tamaño S3 tienen bornes de caja extraíbles para las conexiones de conductores principales. Ello hace posible la conexión de terminales de cable en anillo o de platinas.

Protección de motor

Para la protección contra sobrecarga, se pueden montar relés de sobrecarga 3RU11 en los contactores 3RT1. Los relés de sobrecarga se han de pedir por separado.

Limitación de sobretensión

Todos los contactores **3RT1** podrán conectarse posteriormente con elementos RC o con varistores para amortiguar las sobretensiones de desconexión de la bobina. Asimismo se pueden emplear también diodos o combinaciones de diodos (combinación de diodo de limitación y diodo Z para tiempos breves de desconexión).. En los contactores de los tamaños S0 hasta S12, se pueden enchufar varistores y elementos RC bien por arriba a bien por abajo, directamente en las conexiones de bobina. Combinaciones de diodos sólo se pueden enchufar por arriba (por razón de polaridad).

El sentido de enchufe viene predeterminado por una codificación. Los contactores de acoplamiento se suministran, según la ejecución, sin conexiones o bien conectadas en serie con varistor o diodo.

Tamaño S0 a S12

Existe un variado programa de bloques de contactos auxiliares para los diversos casos de aplicación. Los contactores en sí, no poseen ninguna vía de corriente auxiliar integrada.

Las variantes de contactos auxiliares son unitarias para los contactores de los tamaños S0 hasta S12.

En el lado frontal de los contactores se pueden montar, bien un solo bloque de contactos auxiliares de 4 polos, bien hasta cuatro bloques de 1 polo (técnica de conexión por tornillo o por resorte Cage Clamp). Las designaciones de conexión constan de cifras de orden sobre el aparato básico y de cifras de función en los bloques de contactos auxiliares.

Se dispone además de bloques de contactos auxiliares de 2 polos (conexión por tornillo) para la guía de conductor por arriba y por abajo con una construcción en forma de bloque cuadrangular (interruptor auxiliar de derivación).

Cuando el espacio de montaje tenga una profundidad de montaje limitada, se podrán montar lateralmente bloques de contactos auxiliares de 2 polos (conexión por tornillo), utilizables por la derecha o por la izquierda.

Los bloques de contactos auxiliares de colocación frontal se pueden desmontar sirviéndose de una palanca de desenclavamiento situada en el centro; los bloques de contactos auxiliares de montaje lateral se pueden sacar fácilmente ejerciendo presión sobre las superficies de sujeción acanaladas.

La designación de conexión de los distintos bloques de contactos auxiliares se corresponde con DIN EN 50 005 ó DIN EN 50 012, y la de los contactores completos, con bloque de contactos auxiliares 2 NA + 2 NC se corresponde con DIN EN 50012.

AMP	Tamaño	24VCA	110VCA	220VCA	380VCA
9	0	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AG20	3RT1023-1AN20	3RT1023-1AQ00
12	0	3RT1024-1AC20	3RT1024-1AG20	3RT1024-1AN20	3RT1024-1AQ00
17	0	3RT1025-1AC20	3RT1025-1AG20	3RT1025-1AN20	3RT1025-1AQ00
25	0	3RT1026-1AC20	3RT1026-1AG20	3RT1026-1AN20	3RT1026-1AQ00
32	2	3RT1034-1AC20	3RT1034-1AG20	3RT1034-1AN20	3RT1034-1AQ00
40	2	3RT1035-1AC20	3RT1035-1AG20	3RT1035-1AN20	3RT1035-1AQ00
50	2	3RT1036-1AC20	3RT1036-1AG20	3RT1036-1AN20	3RT1036-1AQ00
63	3	3RT1044-1AC20	3RT1044-1AG20	3RT1044-1AN20	3RT1044-1AQ00
80	3	3RT1045-1AC20	3RT1045-1AG20	3RT1045-1AN20	3RT1045-1AQ00
95	3	3RT1046-1AC20	3RT1046-1AG20	3RT1046-1AN20	3RT1046-1AQ00
115	6	*	3RT1054-1AF36	3RT1054-1AP36	3RT1054-1AV36
150	6	*	3RT1055-1AF36	3RT1055-1AP36	3RT1055-1AV36
185	6	*	3RT1056-1AF36	3RT1056-1AP36	3RT1056-1AV36
225	6	*	3RT1064-1AF36	3RT1064-1AP36	3RT1064-1AV36
265	10	*	3RT1065-1AF36	3RT1065-1AP36	3RT1065-1AV36
300	10	*	3RT1066-1AF36	3RT1066-1AP36	3RT1066-1AV36
400	12	*	3RT1075-6AF36	3RT1075-6AP36	3RT1075-6AV36
500	12	*	3RT1076-6AF36	3RT1076-6AP36	3RT1076-6AV36

Relé Térmico

REG	TAMAÑO S0	TAMAÑO S2
1.8-2.5	3RU1126-1CB0	*
2.2-3.2	3RU1126-1DB0	*
2.8-4	3RU1126-1EB0	*
3.5-5	3RU1126-1FB0	*
4.5-6.3	3RU1126-1GB0	*
5.5-8	3RU1126-1HB0	3RU1136-1HB0
7.-10	3RU1126-1JB0	3RU1136-1JB0
9.-12	3RU1126-1KB0	3RU1136-1KB0
11.-16	3RU1126-4AB0	3RU1136-4AB0
14-20	3RU1126-4BB0	3RU1136-4BB0
17-22	3RU1126-4CB0	*
18-25	*	3RU1136-4DB0
20-25	3RU1126-4DB0	3RU1136-4EB0
22-32	*	3RU1136-4FB0
28-40	*	3RU1136-4GB0
36-45	*	3RU1136-4HB0

Accesorios

- CONTACTO AUXILIAR FRONTAL 1NC 3RH1921-1CA01
- CONTACTO AUXILIAR FRONTAL 1NA 3RH1921-1CA10
- CONTACTO AUXILIAR LAT. 1NA+1NC 3RH1921-1DA11

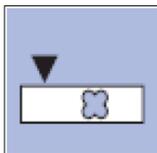
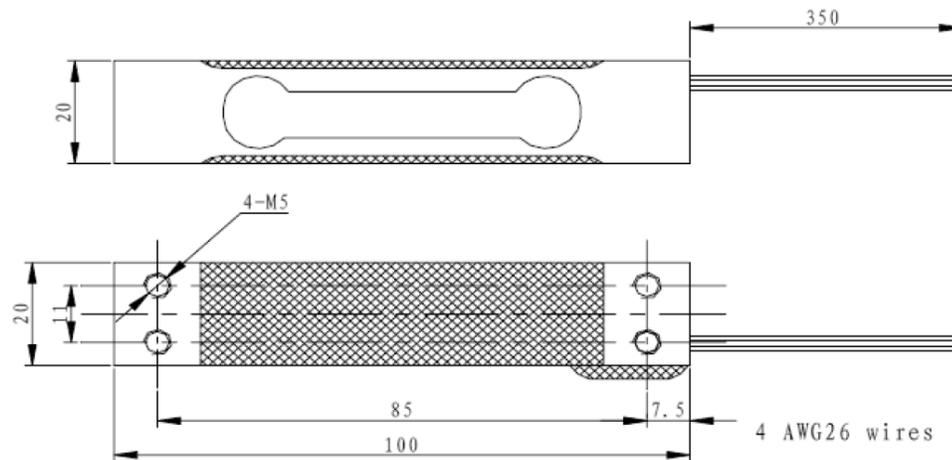
ANEXO C.
Especificaciones Celda De Carga DFS6

Data Sheet



DF6S
Load Cell Single Point
for platform Scale
25 x 25cm

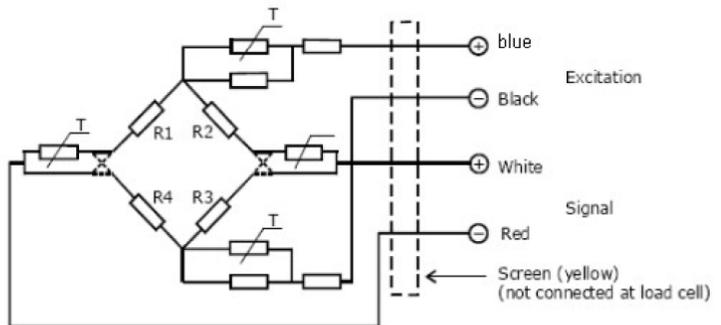
Dimensions



Specification

Item / Parameter	DF6S	Unit
Rated capacity	1, 2 y 4	kg
Max. platform size	250 x 250	mm
Nominal output	2.0 ± 10	mV/V
Zero balance	0±0.2	mV/V
Non-linearity	±0.02	%
Hysteresis error	±0.02	%
Creep	±0.03	%
Eccentric error	±0.04	%
Input resistance	1100±10%	Ohms
Output resistance	1000±5%	Ohms
Reference excitation voltage	5	V
Maximum excitation voltage	15	V
Nominal temperature range	-10~+40	°C
Operating temperature range	-20~+50	°C
Safe load limit	150	%
Lateral load limit	300	%

Circuit Diagram



Note:
Do not change length of 4 core cables, or else it will effect sensitivity of load cell.

