



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA DOSIFICADORA DE TURBA PARA PILONES DE FORMA PIRAMIDAL, EN BANDEJAS DE 50 x 28,2cm (10x20) EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS.

INFORME TÉCNICO

AUTORA:

Gabriela Sofía Estrella Ormaza

DIRECTORA:

Ing. Gabriela Verdezoto

Ibarra – Ecuador

2014

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA DOSIFICADORA DE TURBA PARA PILONES DE FORMA PIRAMIDAL, EN BANDEJAS DE 50 x 28,2cm (10x20) EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS.

Gabriela Sofía Estrella Ormaza

Resumen. El presente proyecto tiene como finalidad contribuir al desarrollo de la matriz productiva del país al generar más producción de plántulas de hortalizas en menos tiempo que la producción manual mediante el uso de elementos industriales, controladores programables, entre otros.

El objetivo principal es implementar una máquina dosificadora automática de turba (tierra) para celdas con forma piramidal, ubicadas en bandejas de 50 x 28,2 cm, en el proceso de producción de plántulas.

El desarrollo de este proyecto empieza con el diseño mecánico de la estructura y el dimensionamiento de los elementos que permiten el correcto funcionamiento de la máquina.

Al implementar un sistema automático se va a reducir el tiempo de dosificado de turba en las bandejas, mejorando así la producción de plántulas.

1. Introducción

Así como la tecnología ha ido evolucionando, así también las técnicas de cultivo han ido mejorando. Debido a los cambios climáticos los agricultores se han visto en la necesidad de asegurar su producción de tal manera que estas personas utilizan plantas ya germinadas que adquieren en las piloneras, para luego trasplantarlas en sus terrenos y así asegurar sus cultivos y sus cosechas.

En la actualidad las personas siembran gran cantidad de semillas en bandejas para luego vender estas las pequeñas plantas germinadas a los invernaderos. La siembra la realizan manualmente, empleando mucho tiempo en el llenado de tierra en cada uno de los agujeros de

las bandejas. Para el llenado de tierra en cada una de las bandejas, los trabajadores colocan porciones de turba sobre la bandeja y luego deslizan sus manos con fuerza presionando raciones de turba contra los agujeros y llenándolos totalmente. La gran cantidad de bandejas que se dosifican pueden llegar a producir dolores en las extremidades tanto superiores como inferiores.

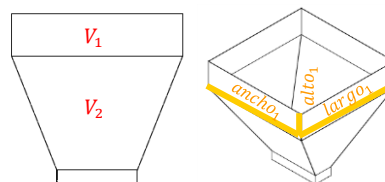
En el mercado existen máquinas automáticas sembradoras de alto costo y de gran tamaño que hacen que los dueños de las piloneras que están progresando profesionalmente continúen realizando las actividades de dosificación de la turba y siembra de las semillas manualmente.

Ante estas circunstancias en el presente trabajo se va a diseñar y construir una máquina de bajo costo, de tamaño moderado y dosifique turba sin intervención alguna del esfuerzo humano. Así se va a reducir tiempo de dosificación e incrementar un porcentaje en la producción de bandejas dosificadas y sembradas.

2. Contenido

A. DISEÑO MECÁNICO DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA

Diseño de las tolvas: En el proceso de dosificación es necesario utilizar dos tolvas debido a que con una sola no se obtiene una dosificación uniforme que llene cada celda de turba.



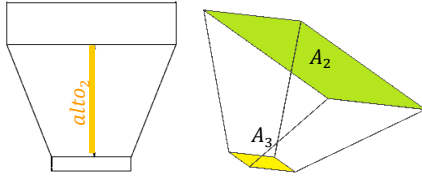


Figura 1. Dimensiones de la tolva

$$V_{total} = V_1 + V_2$$

Ecuación 1. Volumen total

Donde:

V_{total} : Volumen total de la tolva [m^3]

V_1 : Volumen sección cuadrada de la tolva [m^3]

V_2 : Volumen sección piramidal de la tolva [m^3]

$$V_1 = largo_1 \times ancho_1 \times alto_1$$

Ecuación 2. Volumen de la sección cuadrada de la tolva

Donde:

$largo_1$: Largo de la sección cuadrada [cm]

$ancho_1$: Ancho de la sección cuadrada [cm]

$alto_1$: Alto de la sección cuadrada [cm]

$$V_1 = 0,054 [m^3]$$

$$V_2 = \frac{alto_2}{3} \times (A_2 + A_3 + \sqrt{A_2 \times A_3})$$

Ecuación 3. Volumen de la sección piramidal de la tolva

Donde:

$alto_2$: Alto de la sección piramidal [cm]

A_2 : Área de la sección cuadrada [m^2]

A_3 : Área de la boca de dosificación [m^2]

$$V_2 = 0.065 [m^3]$$

$$V_{total} = 119.194 [L]$$

$$P = \frac{F}{A}$$

Ecuación 4. Cálculo de la presión interna máxima que soportan las tolvas

Donde:

P : Presión interna máxima que soportan las tolvas cargadas de turba. [Pa]

F : Fuerza generada por la turba debido a la gravedad. [N]

A : Área ocupada por la turba en las tolvas. [m^2]

$$P = 1133.5084 [Pa]$$

Estructura de soporte de las tolvas: Para el soporte de las tolvas, en las cuales se depositará la turba, se colocará una estructura de acero desde el soporte de la banda transportadora hacia el centro de masa de las tolvas.

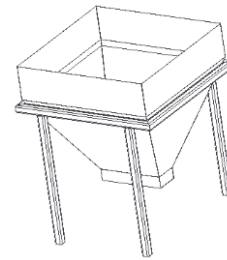


Figura 2. Estructura de soporte de las tolvas

Mecanismo de tacado de la turba: Para el tacado de la turba se construyeron dos piezas de aluminio para que sean livianas para su activación, son posee el mismo ancho de la bandeja de 28.2 [cm] y posee puntas para el tacado, las cuales empujan la turba dentro de cada celda de la bandeja.



Figura 3. Tacadora de turba

B. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL

Cilindros neumáticos: Elementos actuadores empleados para la activación de los tacadores y

para dar apertura en la dosificación de la turba de las tolvas sobre las bandejas. La fuerza de desplazamiento es el peso del elemento que van a movilizar los cilindros neumáticos.

CARACTERÍSTICAS	
Presión [bar]	6
Diámetro [mm]	25
Carrera [mm]	170
Fuerza de desplazamiento [N]	255
Tipo De funcionamiento	Doble efecto
Consumo de aire [L/min]	105

Tabla 1. Características técnicas y de funcionamiento de los cilindros de apertura de las tolvas
Fuente: (SNS P. , 2008)



Figura 4. Cilindro neumático para la apertura y cierre de la boca de las tolvas

CARACTERÍSTICAS	
Presión [bar]	6
Diámetro [mm]	10
Carrera [mm]	50
Fuerza de desplazamiento [N]	5
Tipo De funcionamiento	Doble efecto
Consumo de aire [L/min]	9

Tabla 2. Características técnicas y de funcionamiento de los cilindros de los tacadores
Fuente: (SNS, 2008)

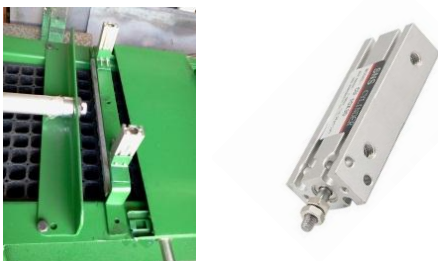


Figura 5. Cilindro neumático para el tacado de la turba

Unidad de mantenimiento: Se empleó una unidad de mantenimiento para evitar que partículas de agua ingresen a los elementos neumáticos.

CARACTERÍSTICAS	
Componentes	Filtro Regulador Lubricador
Rango de presión [MPa]	0.05 ~ 0.85
Presión máxima [MPa]	0.95
Máximo flujo de aire [L/min]	700

Tabla 3. Características técnicas y de funcionamiento de la unidad de mantenimiento
Fuente: (SNS, 2008) (Acosta Jaramillo, 2014)



Figura 6. Unidad de mantenimiento

Banda Transportadora: El material de la banda transportadora empleado para el desplazamiento de las bandejas es de PVC tipo ASTER de color verde por tratarse de un proceso industrial que se encuentra en contacto con tierra y un poco de humedad.

CARACTERÍSTICAS	
Tipo de banda	Breda B12 CK
Material	PVC
Color	Verde
Características especiales	Antiestática, resistente a aceites y grasa minerales y a la abrasión.
Espesor	2.7 [mm]
Peso	2.95 [kg/m ²]
Dimensiones	28 [cm] × 5.4[m]

Tabla 4. Características técnicas y de funcionamiento de la banda transportadora
Fuente: (Bandas & Bandas, 2013), (Acosta Jaramillo, 2014)



Figura 7. Banda transportadora

Servomotor y driver: Se empleó un servomotor debido a que es de fácil control y además posee un driver mediante el cual se puede programar el número de revoluciones al cual debe trabajar dicho motor.

CARACTERÍSTICAS		
Tipo de motor	AC Servomotor	
Modelo	SMH80S-0075-30AAK-3LKH	
Tensión [V]	220	
Rango de Potencia [W]	750	
Rango de Velocidad [rpm]	3000	
Torque [Nm]	Nominal	2.39
	Máximo	7.17
	Parada	2.63
Corriente [A]	Nominal	3.9
	Máximo	11.7
	Parada	4.4

Tabla 5. Características técnicas y de funcionamiento del servomotor

Fuente: (Kinko, 2013), (Acosta Jaramillo, 2014)



Figura 8. Servomotor

CARACTERÍSTICAS	
Tipo de driver	Servo driver
Modelo	CD 420
Tensión [VAC]	220
Elementos del driver	Fuente de alimentación para el control de 24 [VDC]
Elementos del driver	7 entradas digitales
	Entrada de señal de pulso
	2 entradas análogas
	4 salidas de corriente 100 [mA]
	Salidas digital de 24 [V] y 100 [mA]
	Salidas de control de freno
	Entrada/salida del encoder

Tabla 6. Características técnicas y de funcionamiento del servo-driver

Fuente: (Kinko, 2013), (Acosta Jaramillo, 2014)

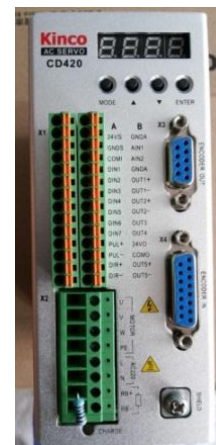


Figura 9. Servo-driver

Sensores: Los sensores de final de carrera se emplearon en la detección de las bandejas sobre la banda transportadora para la dosificación y para el tacado de la turba; así como para detectar el nivel de turba dentro de las tolvas se emplearon sensores de final de carrera tipo palanca a diferencia de los de detección de las bandejas que son de tipo rodillo bajo.

CARACTERÍSTICAS	
Material	Plástico y metal
Cabeza	<ul style="list-style-type: none"> ○ Palanca con rodillo ○ Palanca
Configuración de contacto	1 NC + 1 NO
Protección	IP66
Amperaje	15 [A]
Tensión	125 – 250 [VAC]

Tabla 7. Características técnicas y de funcionamiento de los sensores de final de carrera

Fuente: (Consortio Electrico Industrial S.A.C), (Acosta Jaramillo, 2014)



Figura 10. Micro switch (finales de carrera)

Para la detección del émbolo de los cilindros neumáticos usados en los tacadores se emplearon interruptores de lengüeta o también llamados interruptores de lámina o *reed switch*.

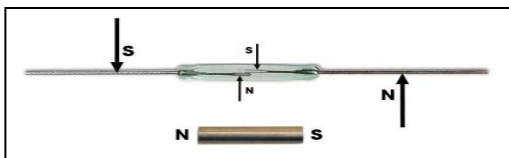


Figura 11. Sensores reed switch

Las características técnicas de los sensores se muestran en la siguiente tabla:

Características	Descripción
Rango de voltaje	24 [VDC]
Tiempo de operación	0.6 [mseg]
Tiempo de liberación	0.1 [mseg]
Vida útil	1 a 200 millones de operaciones
Peso	1 [g]

Tabla 8. Características técnicas de los sensores magnéticos

Fuente: (Hamlin, 2008)

En los sensores magnéticos se adaptaron conectores de plástico tipo WF2 (conector macho de 2 pines) y WM2S (conector hembra de 2 pines) para unir los cables del sensor con los del PLC y de esta hacer más práctico la conexión y desconexión de los sensores.

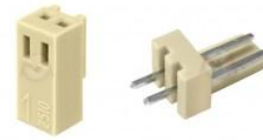


Figura 12. Conectores WF2 y WM2S

Actuadores: Los elementos utilizados para realizar las operaciones de activación de la máquina son las electroválvulas 5/2 las cuales movilizan los tacadores y las tapas de las tolvas para la dosificación de la turba.

CARACTERÍSTICAS	
Rango de voltaje	24 [VDC]
Presión de operación	1.5 ~ 8 [bar]
Potencia	3 [W]
Temperatura	35 [°C]
Protección	IP65
Tipo de válvula	5/2

Tabla 9. Características técnicas y de funcionamiento de las electroválvulas

Fuente: (SNS, 2008), (Acosta Jaramillo, 2014)



Figura 13. Electroválvula 5/2

Pulsadores y luces piloto: Se emplearon dos pulsadores tipo rasantes; un pulsador es para el encendido y el otro para el pagado de la máquina, el pulsador tipo hongo es para detener la máquina en caso de emergencia.

Las luces piloto utilizadas son para indicar si la máquina está encendida (verde) o está apagada (roja) y si existe un nivel de turba bajo en alguna

de las tolva, se enciende la luz de alarma (amarilla).



Figura 14. Colocación de los pulsadores y de las luces piloto en el tablero de control

C. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

Para la realización del sistema de control se empleó un PLC Logo! OB6, es un controlador programable básico pero capaz de realizar actividades de tipo industriales como las de la máquina dosificadores de turba.

CARACTERÍSTICAS	
Nombre del PLC	LOGO! 12/24RC
Entradas	8 (4 analógicas)
Salidas	4 (tipo relé)
Rango admisible	10.8 [V] – 28.8 [VDC]
"0" lógico	Máx. 5 [V DC]
"1" lógico	Mín. 8.5 [V DC]
Intensidad de entrada	0.1 – 1.5 [mA]

Tabla 10. Características técnicas y de funcionamiento del controlador programable

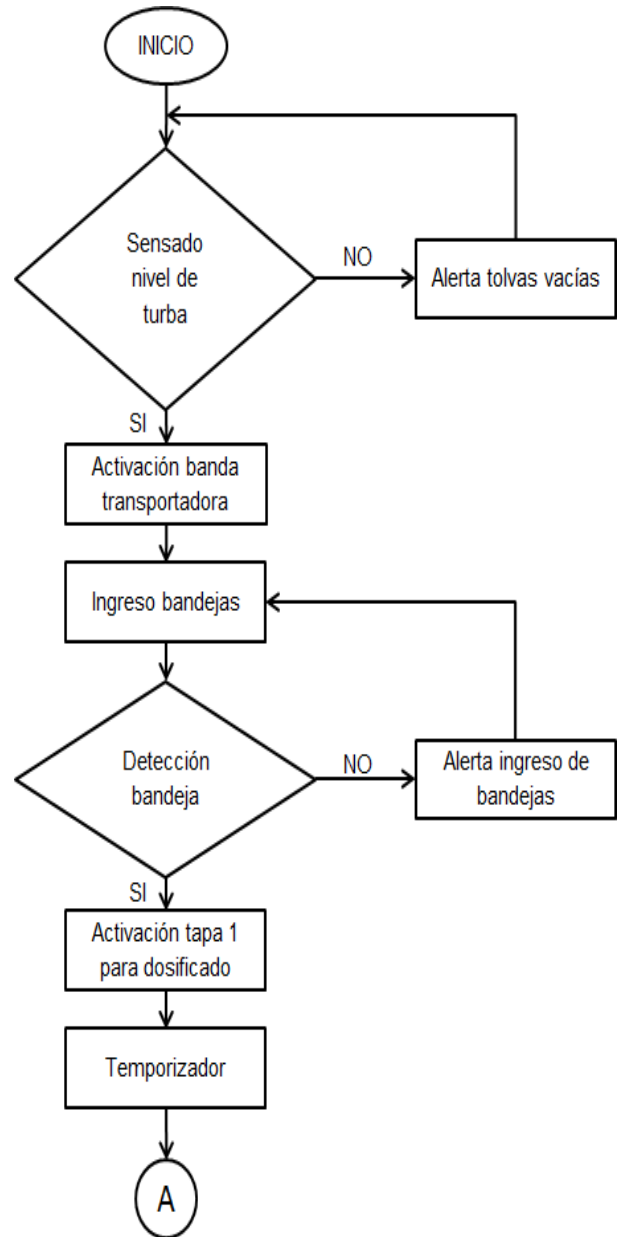
Fuente: (Siemens, 2014), (Acosta Jaramillo, 2014)



Figura 15. PLC seleccionado

Diagrama de flujo del programa en el PLC

En el siguiente flujograma se muestra gráficamente el desarrollo del proceso de dosificación de la turba:



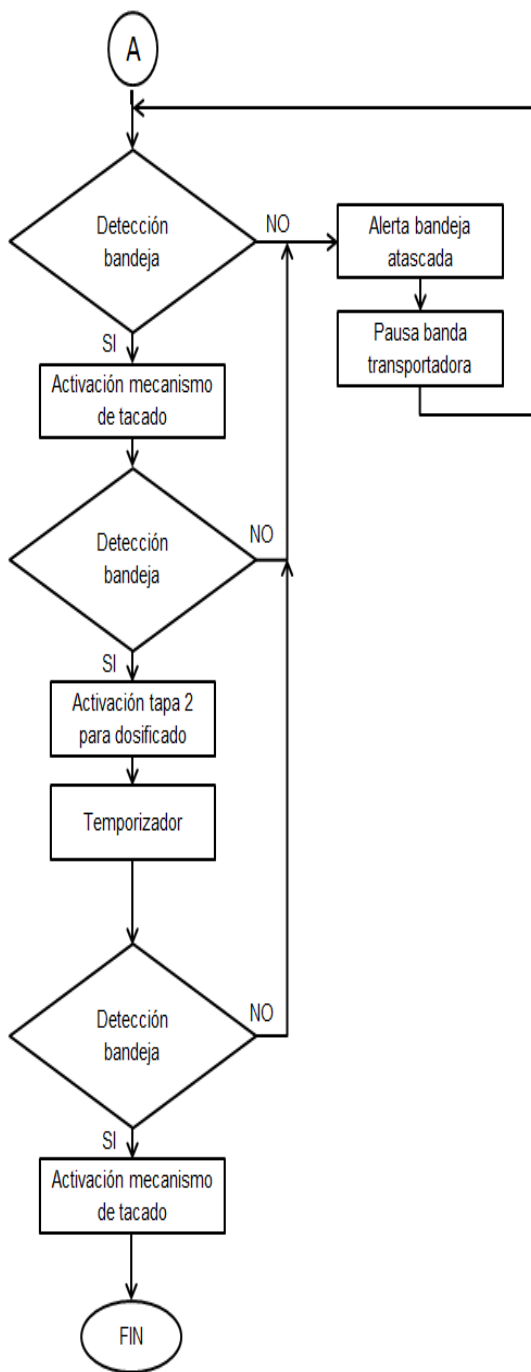
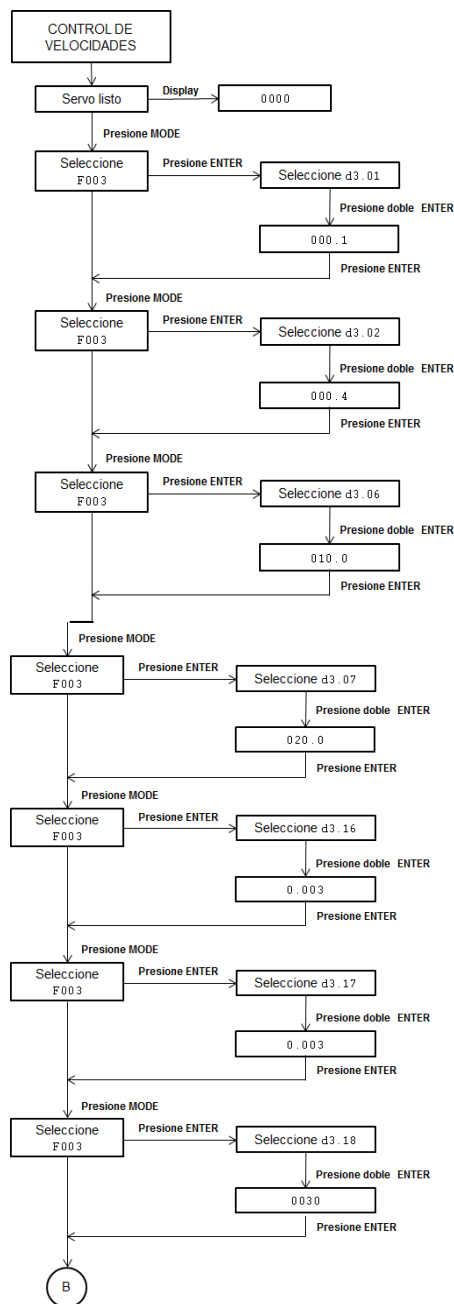


Figura 16. Diagrama de flujo del programa

Flujograma del programa del servo-driver

En el siguiente flujograma se detallan las actividades paso a paso de cómo se programa el servo driver para que el motor cumpla con la función específica dentro del proceso de dosificación de la turba:



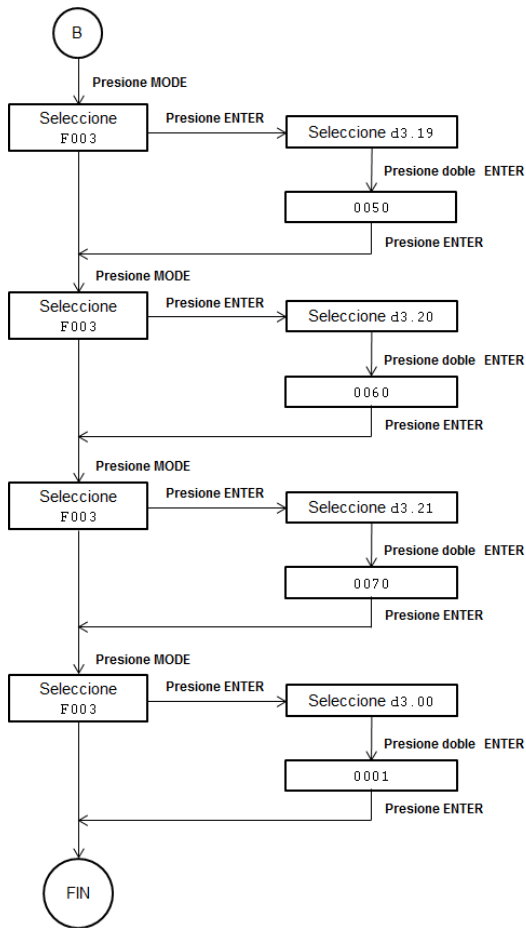


Figura 17. Flujoograma del programa del servo-driver

D. Implementación de la máquina

Para la construcción de la máquina se realizaron operaciones tecnológicas de mecanizado que a continuación se detallan:

Número	Operación
1	Trazado
2	Corte del material
3	Doblado
4	Esmerilado
5	Taladrado
6	Soldado
7	Fondeado
8	Pintado

Tabla 11. Operaciones tecnológicas de mecanizado

Estas operaciones de mecanizado se representan paso a paso mediante símbolos gráficos empleados en flujoogramas:

Simbología	Interpretación	Descripción de la actividad
	Operación	Indica las fases del proceso
	Transporte	Indica el movimiento del material o elemento de un lugar a otro
	Inspección	Indica la inspección de la calidad o cantidad
	Fin del proceso	Indica el término del proceso

Tabla 12. Simbología estándar para los diagramas de flujo

Código	Actividad
E1	Instalación de la estructura de la banda transportadora
E2	Instalación de chumaceras
E3	Instalación de rodillos para la banda transportadora
E4	Instalación de la banda transportadora
E5	Instalación de los soportes de las tolvas
E6	Instalación de los soportes del mecanismo de tacado
E7	Instalación de los soportes de los cilindros neumáticos
E8	Instalación de los cilindros neumáticos
E9	Instalación de las tolvas
E10	Instalación del servomotor
E11	Instalación caja de control

Tabla 13. Actividades realizadas en la implementación general de la máquina

Código	Actividad
1	Selección de la caja
2	Colocación de riel
3	Colocación de los elementos de protección (breaker, fusibles, contactor)
4	Colocación del driver del servomotor
5	Colocación de las borneras
6	Colocación de la fuente del PLC
7	Colocación del PLC
8	Conexión de los elementos de señalización
9	Conexión pulsadores y paro de emergencia
10	Conexión de sensores
11	Conexión de actuadores
12	Etiquetado de cables
13	Energización de los elementos

Tabla 14. Actividades realizadas en la implementación del tablero de control

Código	Actividad
1	Colocación cilindros neumáticos para dosificación de turba
2	Colocación cilindros neumáticos para tacado de turba
3	Colocación de racores
4	Conexión de electroválvulas
5	Conexión de unidad de mantenimiento
6	Conexión compresor
7	Etiquetado de cables y mangueras

Tabla 15. Actividades realizadas en la implementación del sistema neumático

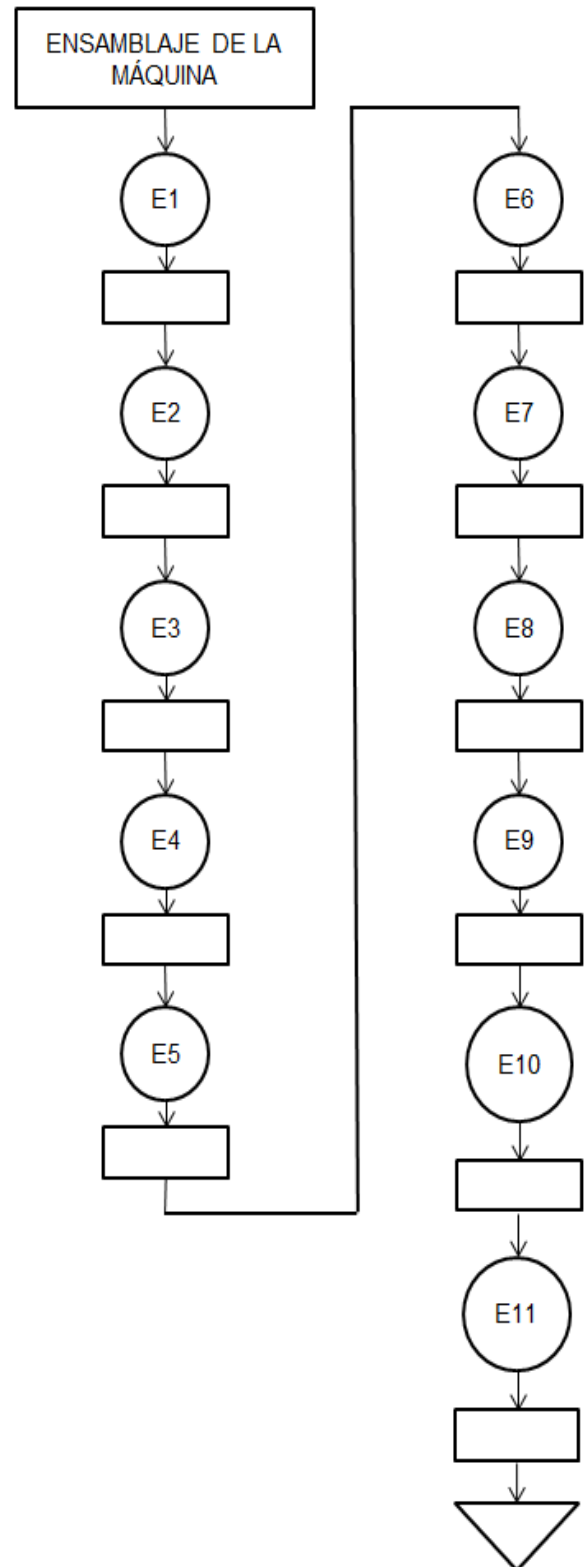


Figura 18. Flujograma de las actividades realizadas en la implementación general de la máquina

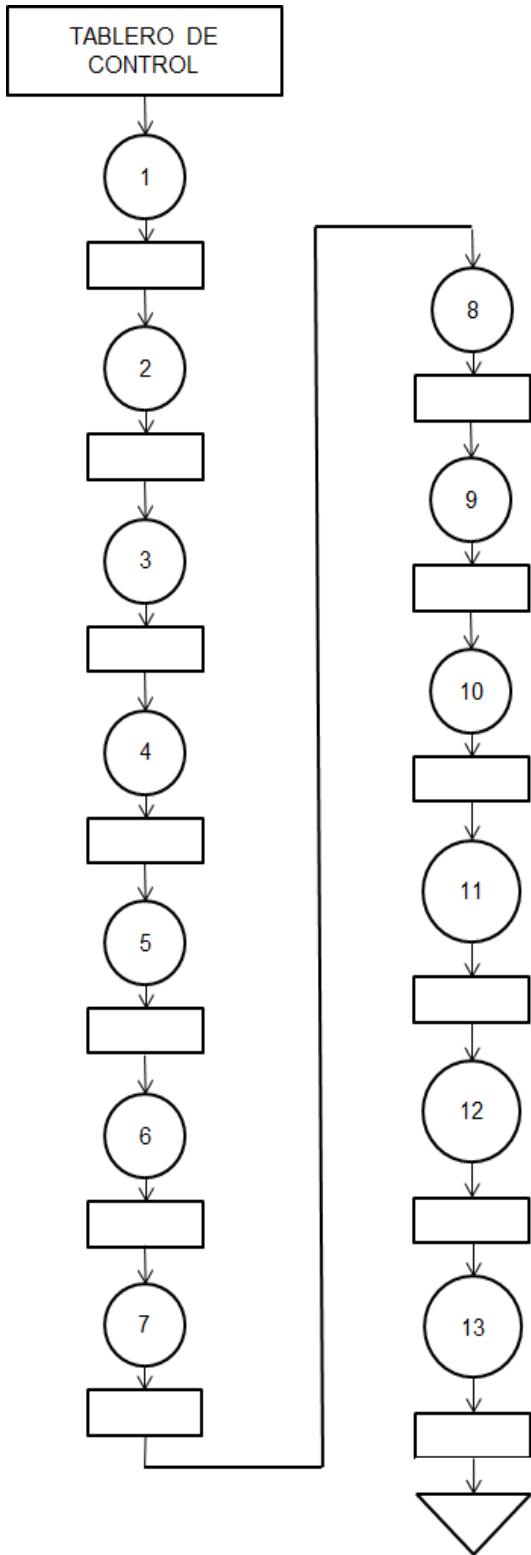


Figura 19. Flujo de las actividades realizadas en la implementación del tablero de control

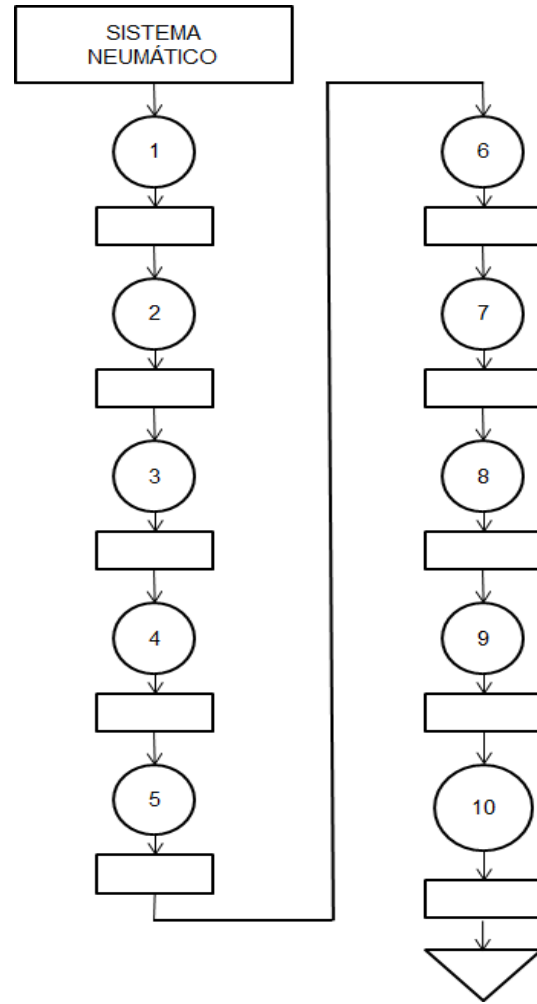


Figura 20. Flujo de las actividades realizadas en la implementación del sistema neumático

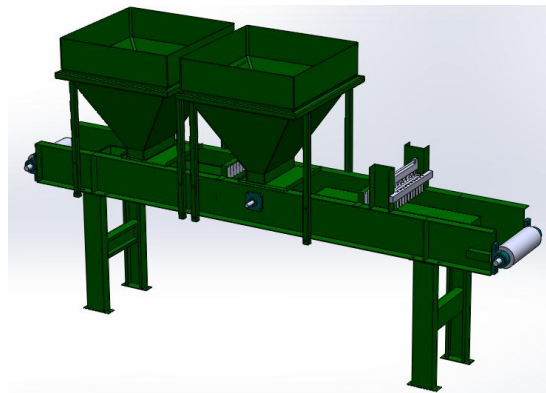


Figura 21. Esquema mecánico de la máquina

Esquema de conexión

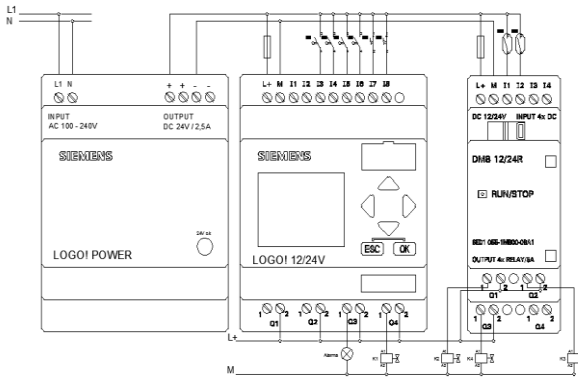


Figura 22. Esquema de las conexiones eléctricas de la máquina

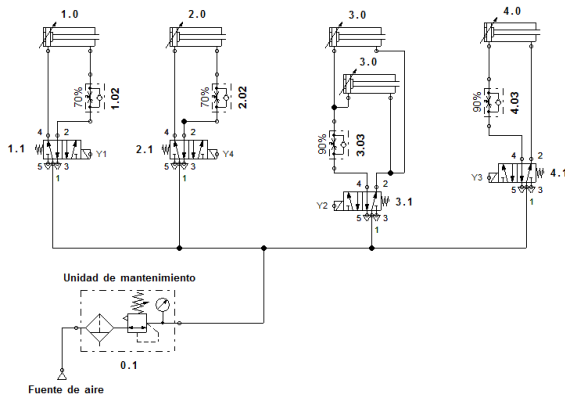


Figura 23. Esquema de las conexiones neumáticas de la máquina

3. PRUEBAS Y RESULTADOS

El diseño de la máquina es óptimo porque no solo resistirá las presiones de las posibles cargas que se presentarán durante el funcionamiento de la máquina, sino que está construida para evitar lo máximo posible, fallas de resistencia o soporte de cada uno de los elementos mecánicos.

Así es como en el análisis de las tolvas, la estructura de soporte de las tolvas, las tapas de apertura de las tolvas están sobredimensionadas para evitar cualquier posible falla futura.

$$P = \frac{F}{A}$$

Ecuación 5. Cálculo de la presión interna máxima que soportan las tolvas

Donde:

P : Presión interna máxima que soportan las tolvas cargadas de turba. [Pa]

F : Fuerza generada por la turba debido a la gravedad. [N]

A : Área ocupada por la turba en las tolvas. [m^2]

La presión interna calculada para las tolvas es de:

$$P = 1133.5084 [Pa]$$

Y de acuerdo al límite de fluencia mínima del material, del cual están construidas las tolvas que es $250 [MPa]$, entonces se puede determinar que las tolvas si soportan la presión que genera la turba en el interior de las mismas.

Análisis de las tapas de apertura de las tolvas:

Mediante la ayuda del software SOLIDWORKS se puede determinar el esfuerzo de Von Mises, el cual indica el valor máximo y mínimo de esfuerzo de las tapas de apertura de las tolvas.

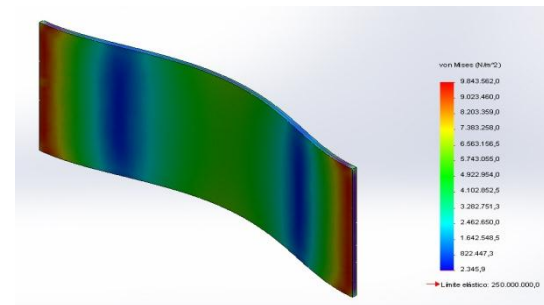


Figura 24. Esfuerzo de Von Mises de la tapa de dosificación

La siguiente tabla indica los valores de esfuerzos a los que se someterá la tapa de apertura de cierre de la boca de la tolva.

Esfuerzo	Mínimo	Máximo
Von Mises	2345.93 [N/m^2]	$984356 \times 10^6 [N/m^2]$

Tabla 16. Valores del esfuerzo de Von Mises

Debido a la fuerza aplicada a la tapa se realiza un desplazamiento, este es un factor muy importante debido a que si el desplazamiento varía notablemente se deben tomar medidas correctivas a la pieza.

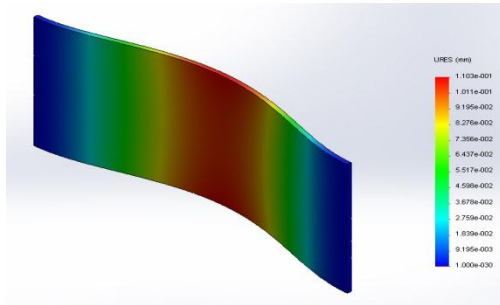


Figura 25. Desplazamiento realizado por la fuerza ejercida sobre la tapa

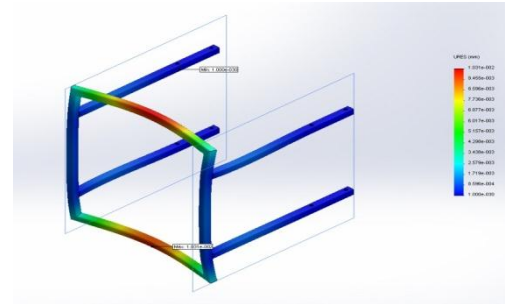


Figura 27. Desplazamiento resultante

Los valores del desplazamiento obtenidos son los siguientes:

Desplazamiento	Mínimo	Máximo
	0 [mm]	0.110341 [mm]

Tabla 17. Valores del desplazamiento realizado

Análisis de la estructura de soporte de las tolvas:

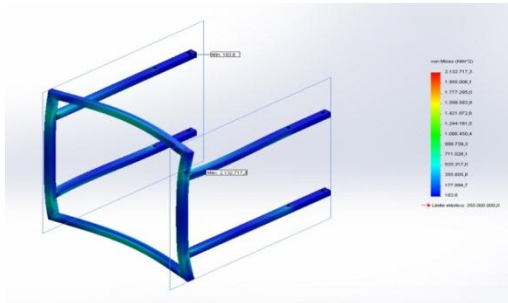


Figura 26. Esfuerzo de Von Mises

Mediante la ayuda del software de diseño asistido por computadora, Solidworks, se puede determinar el esfuerzo ejercido sobre la estructura y de la misma manera la resistencia o cambio de la misma ante alguna sobrecarga.

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos del esfuerzo máximo y mínimo que se puede ejercer sobre las estructuras de soporte:

Esfuerzo	Mínimo	Máximo
Von Mises	183.554 [N/m ²]	2.13272 × 10 ⁶ [N/m ²]

Tabla 18. Valores resultantes del análisis de las estructuras de soporte

En la figura 26 se muestra gráficamente el desplazamiento máximo y mínimo que resulta del esfuerzo de tensión al que se encuentran sometidas las estructuras de las tolvas llenas de turba.

Desplazamiento resultante	Mínimo	Máximo
	0 [mm]	0.010315 [mm]

Tabla 19. Desplazamiento resultante

Dosificado de la turba en las bandejas:

En la dosificación de la turba en las bandejas se presentó un problema en el sensado de la presencia de las bandejas porque los sensores de final de carrera se encontraban muy pegados a las bandejas y eso no les permitía cambiar de estado (activado/desactivado), por lo que se necesitó recorrer dichos sensores aproximadamente 3[mm] hacia atrás para que la detección de las bandejas sea la adecuada.



Figura 28. Fallas de dosificado de la turba sobre las bandejas.

El tiempo de dosificación de la turba en la segunda tolva debe ser menor al de la primera

tolva caso contrario la turba se acumula fuera de la bandeja.



Figura 29. Acumulación de turba en la banda transportadora

Movimiento de la banda transportadora:

Para la transmisión del movimiento desde el motor hacia el tambor motriz de la banda transportadora se utilizó un acople tipo matrimonio o también denominado tipo araña que posee dos secciones redondas de acero con tres dientes que se encajan bien entre ambas secciones, en el medio posee un acople de elástico en forma de estrella para evitar daños del acople.



Figura 30. Acople de transmisión de movimiento del motor a la banda transportadora

4. CONCLUSIONES

○ Se logró dosificar la turba en las bandejas en menos tiempo, aproximadamente 3[*min*] lo cual representa el 30% del tiempo que se demoraba en dosificar manualmente cada bandeja, que era de 10[*min*], por tal motivo se

obtiene que la máquina dosificadora reduce a menos de la mitad el tiempo de dosificación de las bandejas.

- Se definieron los parámetros que intervienen en el proceso de producción de plántulas principalmente en la dosificación de la turba, estos parámetros son la velocidad de apertura y cierre de la tapa de la boca de las tolvas que se controlan mediante el PLC, la determinación de la velocidad de apertura y cierre de las tapas de las tolvas está dada por temporizadores de 0.8 segundos, tiempo que no puede ser más del asignado en el PLC porque al exceder ese tiempo la turba cae sin control y genera un exceso de turba sobre la banda y más peso para el servomotor.
- Como idea inicial para la dosificación de la turba se pensó en colocar vibradores a las tolvas para que la turba no se compacte y baje hacia las bandejas, pero dado que para la apertura y cierre de las tapas de las tolvas se colocaron cilindros neumáticos que al momento de cerrar la caída de turba, generan un pequeño golpe a la tolva, permiten que la turba que se encuentra compactada baje automáticamente hacia la boca; esta alternativa permitió descartar el uso de los vibradores generando una reducción en los gastos de la implementación del proyecto.
- En la realización de las pruebas de dosificado de la turba se presentó el inconveniente de que la banda transportadora se resbalaba hacia el lado derecho de los rodillos lo cual generaba una sobrecarga al servomotor porque genera una fricción contra la estructura metálica, fue necesario verificar si los tambores se encontraban bien centrados y al mismo nivel uno del otro, de tal forma que se colocó una alza de aproximadamente 1.5 [mm] de espesor a uno de los rodillos, con este procedimiento se comprobó que a varias velocidades la banda no se resbala.
- Por la presencia de turba en los extremos de la estructura metálica cerca de la sección de dosificado se colocaron recubrimientos de caucho a lado de cada riel, de esta manera

se reduce el atascamiento al momento de dosificar la turba.

- Durante el funcionamiento de la banda transportadora se presenta un movimiento inesperado, debido a que la unión de los extremos de la banda transportadora se la realizó transversalmente y como dicha sección es más gruesa que el resto de la banda al momento de pasar la unión por los rodillos, la banda da un movimiento brusco y acelera su velocidad por un instante, por tal motivo dentro del proceso de dosificación la banda va deteniéndose fila por fila al momento de tacar la turba para que el movimiento brusco que se genera no afecte a los tacadores y se traben; pero para poder detener al servomotor cada vez que avanza una fila se utilizó un trinquete que asegura que el motor no se regrese por la inercia de la banda y así se pueda tacar la turba en las bandejas fila por fila.
- Para la colocación de los racores en las electroválvulas se necesitó agrandar la rosca con un machuelo tipo NPN para que los racores calzaran adecuadamente y no generen pérdida de aire o daños en la rosca de los elementos.
- La bandeja debe avanzar fila por fila para tacar la turba y hacer los agujeros para depositar las semillas, por lo que fue necesario colocar los finales de carrera en un distancia aproximada de aproximadamente 2,5 [cm], para que cada una de las celdas tope el sensor y emita una señal de presencia de la bandeja.
- Las cantidad de turba que almacenan las tolvas de la máquina permite la dosificación de alrededor de 10 bandejas, cabe mencionar que el nivel de turba para la dosificación de dichas bandejas se encuentra señalado como nivel máximo de llenado de las tolvas 100[L].
- La máquina dosificadora es parte de un proceso de producción de plántulas de tomate y pimiento; el proceso de producción está conformado por la dosificadora y también una sembradora, ambas máquinas

se encuentran colocadas sobre la misma estructura metálica y comparten el uso de la banda transportadora al igual que el controlador programable.

5. RECOMENDACIONES

- ✓ Antes de poner en funcionamiento cualquier máquina es necesario percatarse de revisar que los componentes mecánicos se encuentran nivelados y correctamente ajustados caso contrario se presentarán problemas posteriores de ruido o de movimiento de los mismos.
- ✓ Para determinar fácilmente la función que cumplen cada uno de los elementos de control de una máquina es esencial identificarlos con símbolos que permitan dar a conocer su ubicación dentro del tablero de control así como en el resto de la máquina.
- ✓ Se debe construir los elementos de una máquina con un cierto grado de seguridad o un valor extra a las dimensiones calculadas para que no se presenten fallas por mal dimensionamiento o por rozamiento de los elementos al momento de ensamblar completamente la máquina.
- ✓ La limpieza de la máquina debe ser diariamente con la ayuda de la manguera de mantenimiento después de cada uso para evitar que los residuos de turba se compacten y generen que en las rieles de la dosificación no exista el desplazamiento adecuado de las tapas y de igual manera los residuos de la turba desplacen la banda transportadora hacia cualquier lado y ésta no se centre correctamente.
- ✓ Revisar los rodamientos de los tambores o rodillos de la banda transportadora de que se encuentren en correcto funcionamiento y muy bien apretados a los ejes de cada uno de los rodillos.
- ✓ Seguir paso a paso el manual de mantenimiento de la máquina para evitar

daños de la misma y corregir algún posible problema que se presente durante el funcionamiento de la máquina.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta Jaramillo, C. A. (Diciembre de 2014). *Diseño y construcción de una máquina automática sembradora de semillas de tomate y pimiento en bandejas de 50x28.2 cm en el proceso de producción de plántulas. (Tesis de Ingeniería en Mecatrónica)*. Ibarra, Imbabura, Ecuador.

Bandas & Bandas. (24 de Mayo de 2013). *Bandas & Bandas*. Recuperado el 2014, de <http://bandasybandastransportadoras.blogspot.com/2013/05/bandas-industriales-bandas.html>

Consortio Electrico Industrial S.A.C. (s.f.). *Empresa comercializadora de productos de ingeniería*. Recuperado el 2014, de http://www.consortio-electrico.com/pag_camsco/indice_z-15.html

Hamlin. (2008). Obtenido de <http://www.hamlin.com/specSheets/AN104.pdf>

Kinko. (2013). *Kinko*. Recuperado el 2014, de <http://www.kinco.cn/html/en/products/Servo&Stepper/Servosystem/Servomotor/201104/28874.html>

Kinko. (2013). *Kinko*. Recuperado el 2014, de <http://www.kinco.cn/html/en/products/Servo&Stepper/Servosystem/Servodriver/CDseries/201104/28872.html>

Siemens. (10 de Septiembre de 2014). *Automation24*. Recuperado el 2014, de <http://media.automation24.com/datasheet/es/100916.pdf>

SNS. (2008). *SNS Pneumatic*. Recuperado el 2014, de [http://www.s-](http://www.s-ns.com/eng/products_read.asp?id=104&sid=29&bid=3)

[ns.com/eng/products_read.asp?id=104&sid=29&bid=3](http://www.s-ns.com/eng/products_read.asp?id=104&sid=29&bid=3)

SNS. (2008). *SNS Pneumatic*. Recuperado el 2014, de [http://www.s-](http://www.s-ns.com/eng/products_read.asp?id=15&sid=2&bid=1)

SNS. (2008). *SNS Pneumatic*. Recuperado el 2014, de [http://www.s-](http://www.s-ns.com/eng/products_read.asp?id=41&sid=11&bid=2)

SNS, P. (2008). *SNS Pneumatic*. Recuperado el Julio de 2014, de [http://www.s-](http://www.s-ns.com/eng/products_read.asp?id=99&sid=27&bid=3)

REFERENCIAS DEL AUTOR



Gabriela Sofia Estrella Ormaza

Nacida el 14 de marzo de 1992 en la ciudad de Ibarra, bachiller en Informática del Colegio Nacional de Señoritas "Ibarra", ahora denominado

Unidad Educativa Ibarra.

Los estudios universitarios los realizó en la Universidad Técnica del Norte en la carrera de Ingeniería en Mecatrónica.

Las áreas de interés son: electricidad, mecánica, electrónica, automatización industrial, robótica y control.

(gabystatr@hotmail.es)