

“DISEÑO, CONSTRUCCION E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA DE TINTA DE TRES COLORES PARA LA PIGMENTACIÓN DE LAS ROSAS NEVADO TINTED®, EN LA EMPRESA NEVADO ROSES”

Oscar Arteaga, David Rivas, Javier Defaz, William Vargas
Ingeniería en Mecatrónica. Universidad de las Fuerzas Armadas *ESPE* Extensión Latacunga
Departamento de Energía y Mecánica
Quijano y Ordóñez S/N y Hermanas Páez, Latacunga, Ecuador,
Email: obarteaga@espe.edu.ec, drrivas@espe.edu.ec, jdefaz@gmail.com,
williavargas@gmail.com.

RESUMEN.

En el presente proyecto se realizó el diseño e implementación de un sistema automatizado de dosificación de tinta para la empresa Nevado Roses, ya que actualmente el proceso de dosificado es manual, es decir, se llena de tinta los recipientes mediante vasos o jeringas, provocando así desperdicio de tinta, mayor manipulación, tiempo prolongado de producción, agotamiento físico del operario y una posible mezcla de colores.

La finalidad del proyecto es tecnificar el área de tinturado evitando pérdidas de tinta por manipulación y aumentando la producción a mayor escala de rosas bicolors y multicolors sin agotamiento físico.

El sistema automatizado consta de un proceso de posicionamiento de la bandeja a dos o tres colores, llenado de tintas y limpieza.

La máquina tiene una capacidad de llenado independientemente cual sea su selección de dosificado, 60 tallos tricolores y 100 tallos bicolors, en un tiempo de 3.30 minutos cada una. El costo aproximado del sistema es de 5500 dólares como primer prototipo.

Palabras claves: Dosificación automatizada, Rosas multicolors.

ABSTRACT.

In this project the design and implementation of an automated dispensing ink for the company Nevado Roses was performed , as currently the process metering is manual, ie fills ink containers with cups or syringes, thereby causing waste of ink, more manipulation , long production time , physical exhaustion and possible operator mixing colors .

The project aims to introduce technology area avoiding losses dyed ink handling and increasing production on a larger scale two color and multicolor roses without physical exhaustion.

The automated system consists of a positioning process of the tray two or three colors of ink filling and cleaning.

The machine has a filling capacity regardless what your choice of dosing , 60 and 100 stems tricolor bicolor stems, in a time of 3.30 minutes each. The approximate cost of the system is \$ 5,500 as a first prototype.

Keywords: Automated Dispensing, multicolored roses.

I. INTRODUCCIÓN

La presente tesis, se ha elaborado con la finalidad de ayudar al sector industrial de la floricultura mediante la construcción de una máquina dosificadora de tinta de dos y tres colores de una manera rápida y sencilla basándose en un sistema automático para la obtención de las rosas multicolores.

II. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Para empezar con el diseño mecánico se debe considerar el tamaño de las bandejas las cuales son utilizadas para el proceso de tinturación de rosas en la empresa. Cabe señalar que en el país no existe ninguna máquina con la que se pueda pigmentar rosas debido a su alto costo.

El diseño de la máquina dosificadora de tinta consta de algunas etapas que se describen a continuación.

A. PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros que se deben tomar en cuenta para iniciar con el diseño son:

Dimensiones de la bandeja de dosificación (Ver Fig.1.), esta es la base del dimensionamiento de todo el sistema.

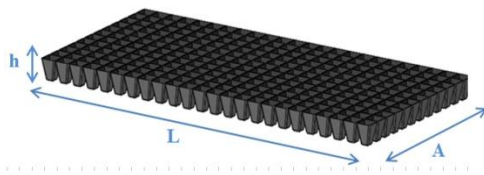


Fig. 1. Dimensiones de la bandeja

Se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros.

Dimensiones:

L = 500 mm; **A** = 210 mm; **h** = 50 mm

Peso de la bandeja dosificada = 2 Kg

Capacidad = 60 tallos a 3 colores y 100 tallos a 2 colores.

Volumen = 10 cc / por compartimiento.

Caudal = $Q = 20 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$

B. DISEÑO ESTRUCTURAL

Este diseño se lo realiza para la optimización del material en los elementos que están sometidos a mayores fuerzas, los cuales son: **Soporte de la bandeja:** Es el encargado de mantener en su lugar la bandeja mientras se produce el proceso de dosificación, es por ello que es sometido a las siguiente fuerza: peso de la bandeja (Ver Fig.2.)

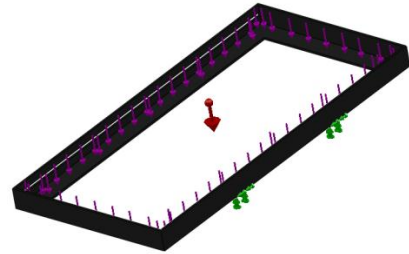


Fig. 2. Asignación de fuerzas al soporte de la bandeja

Guías: es el principal soporte al cual van a estar sujeta la estructura de la bandeja, las dimensiones depende de las medidas de la misma al momento de desplazarse de un punto a otro para su dosificación, (Ver Fig.3.)

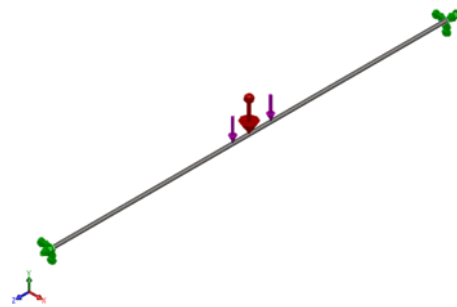


Fig. 3. Asignación de fuerzas del eje

El tornillo de potencia: Da el movimiento a los ejes X y Z, sus dimensiones depende de la longitud de desplazamiento de un punto a otro para su dosificación, (Ver Fig.4.)



Fig. 4. Asignación de fuerzas del eje

Bancada: Es la encargada de soportar a los cabezales de dosificación, guías, tornillos sin fin, motores, la cual es sometida a las siguientes fuerzas, peso de los cabezales, peso de los accesorios, peso de los motores, peso de las guías, y la fuerza de la banda (Ver Fig. 5)

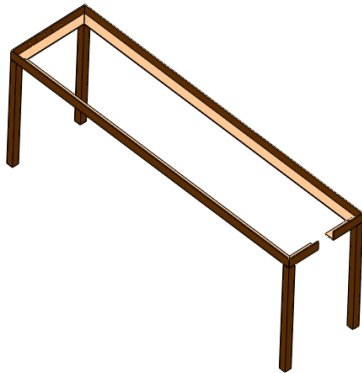


Fig. 5. Asignación de fuerzas de la estructura de soporte

Para realizar el diseño y el análisis estático a cada elemento de la maquina se debe tener un factor de seguridad por encima del seleccionado (F.S.=3)¹, de esta manera se garantiza que el elemento trabaje en condiciones favorables.

Los factores de seguridad para los siguientes elementos son:

- Guías: 3,17
- Tornillo de potencia: 3,27
- Bancada: 3,44

Para el soporte de la bandeja no se toma en cuenta el factor de seguridad, sino la precisión que existe para evitar el desplazamiento de la bandeja al momento de la dosificación, para

ello tenemos una precisión de 0,018mm equivalente a una precisión moderada.²

D. SELECCIÓN DE ELEMENTOS.

En base a los parámetros de diseño y las etapas del sistema se seleccionó los siguientes elementos:

- ✓ PLC Siemens 1214 AC/DC/Relé.
- ✓ Módulo de expansión de salidas DC.
- ✓ Pantalla KTP600 monocromática.
- ✓ 2 Pulsadores con retorno.
- ✓ 2 Pulsadores.
- ✓ Bornera general.
- ✓ Fusibles.
- ✓ 2 Motores a pasos.
- ✓ 2 Drivers para motores a pasos.
- ✓ 2 Sensores inductivos.
- ✓ 2 Sensores magnéticos.
- ✓ Fuente de 24V.
- ✓ Fuente de 5V.

E. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

Para la automatización del sistema se requiere de entradas/salidas digitales para el sensado y la activación de los actuadores, un módulo de expansión para el control de los motores a pasos. En la tabla No. 1 y No. 2 se detalla las entradas y salidas del PLC y del módulo de expansión.

Tabla No. 1: Detalles de Entradas y Salidas del PLC.

ENTRADAS	/	NUMERO
SALIDAS		
Entradas Digitales		8
Salidas Digitales		8
Entradas Analógicas		0
Salidas Analógicas		0

Distribución de Entradas y Salidas del Modulo

Tabla No. 2I: Detalles de Entradas y Salidas del Módulo de Expansión.

ENTRADAS	/	NUMERO
SALIDAS		
Entradas Digitales		0
Salidas Digitales		4
Entradas Analógicas		0
Salidas Analógicas		0

¹ ROBERT L. MOTT; “Diseño de elementos de máquinas”; 4da Edición; Pág. 154.

² ROBERT L. MOTT. “Resistencia de Materiales”. 3ra Edición; Pág. 440.

F. MONTAJE E IMPLEMENTACIÓN

Una vez realizado el diseño estructural y seleccionado los elementos eléctricos y electrónicos, se inicia el montaje.

Implementación mecánica: Es la construcción del Sistema de dosificación que se ha realizado mediante el diseño y selección de materiales como el AISI 316 y ASTM A36. Un factor muy importante en el diseño de las estructuras que conforman la Dosificadora es el peso de cada una de las partes, por consiguiente, siempre se trató de construir las estructuras de tal forma que cada parte de la misma sea capaz de soportar el peso de la otra evitando problemas posteriores. (Ver Fig. 6)



Fig. 6. Implementación estructural

Implementación eléctrica y electrónica: Se tiene una serie de dispositivos y elementos que nos permiten armar el tablero de control, para ello es necesario instalar los diferentes elementos como son: sensores, actuadores, fuentes, plc, drivers, tarjeta electrónica, etc. (Fig. 7)

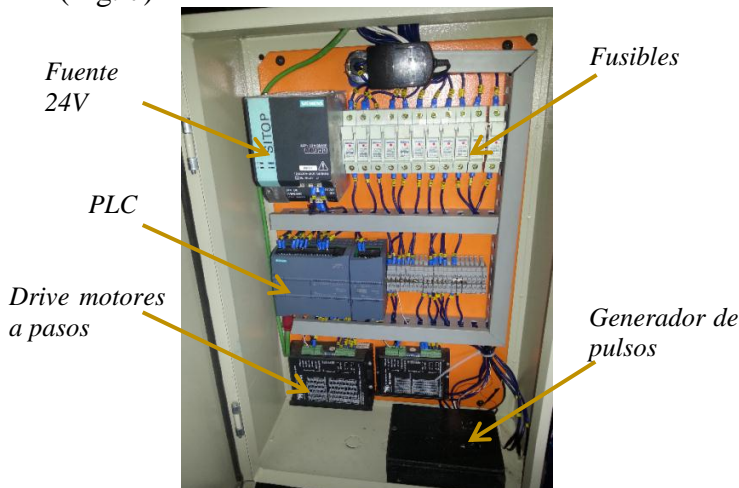


Fig. 7. Implementación eléctrica y electrónica

III. CONTROL Y MONITOREO

El modelo del sistema permite realizar el proceso de dosificación automático evitando la manipulación del operario. (Ver Fig. 8).

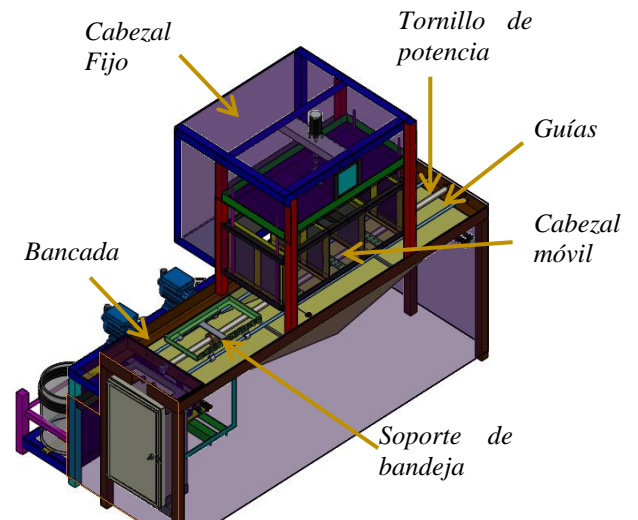


Fig. 8. Implementación estructural

A. PLC

La programación del PLC permite realizar segmentos LADDER o escalera para poner en marcha el funcionamiento de la máquina dosificadora de tinta según los parámetros establecidos por el área de producción se procede a realizar las pruebas de manera automática para su respectiva calibración de trabajo, a continuación indicamos el proceso de la automatización mediante un diagrama de flujo, (Ver Fig. 9).

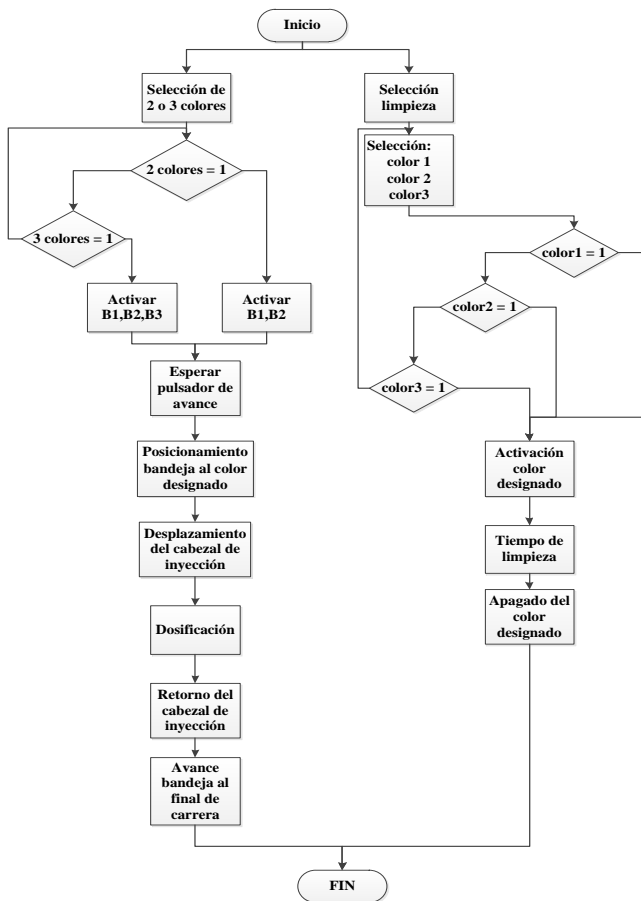


Fig. 9: Operación del sistema.

B. PANTALLA

La pantalla esta programada para poder visualizar un menú interactivo en el cual el operario puede realizar varios procesos como: la dosificación a 2,3 colores y un submenú de limpieza de la máquina. (Ver Fig. 10).



Fig. 10: Operación del sistema

IV. PRUEBAS Y RESULTADOS DEL PROCESO

Las pruebas realizadas en la máquina dosificadora de tinta son netamente prácticas y son realizadas una vez que la máquina está completamente construida, con la finalidad de comprobar el óptimo funcionamiento de cada uno de los equipos que forman parte del sistema de dosificación.

Pruebas de calibración para los volúmenes de dosificación.

Estas pruebas se realizan tomando en cuenta los parámetros establecidos por el área de producción, una vez que se compruebe que las estructuras móviles correspondientes a los ejes X y Z están moviéndose con normalidad y los dispositivos antes mencionados funcionen sin problemas se puede realizar las pruebas finales de operación.

Para la calibración de los volúmenes cada válvula solenoide ya sea para dos o tres colores se activan y desactivan independientemente mediante un tiempo determinado, dejando pasar una cantidad de tinta a la bandeja en donde según el nivel se calibra el tiempo para inyectar 7cc que es un parámetro establecido por la empresa como se observa en la (Fig. 11).

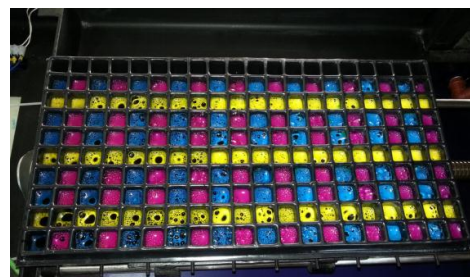


Fig. 11: Operación del sistema.

El volumen de dosificación no solo depende de las válvulas mencionada anteriormente sino también del software de programación, esto se lo hizo para configurar los tiempos de cada válvula solenoide con una mayor precisión de dosificado corrigiendo de esta manera los tiempos de inyección de cada color.

Medición de ciclos de trabajo.

Un ciclo de trabajo corresponde al tiempo tomado desde el instante en el que la bandeja es fijada a la base para ser dosificada hasta el instante en que el operador retira la bandeja.

El tiempo total del ciclo de trabajo detallado en la Tabla. No. 3, fue tomado a partir de que la máquina dosificadora de tinta fue calibrada en su totalidad. Este ciclo de trabajo se cronometró en forma experimental durante los periodos de operación reales. Para ratificar los tiempos de trabajo se realizaron varias pruebas posteriores.

Tabla No. 32: Tiempos de dosificación.

DESCRIPCIONES	TIEMPOS
Tiempo de dosificación para dos colores	3.30 min
Tiempo de dosificación para tres colores	3.30 min

De los resultados obtenidos se deduce que se pueden dosificar 17 bandejas en una hora aproximadamente con una producción de 1020 rosas multicolor o 1700 rosas bicolor.

En el proceso se muestra una tolerancia de 0.5cc en los volúmenes de dosificación de tinta a cada compartimiento de la bandeja, debido a que cada salida de los inyectores no se tiene una regulación de presión. Esto se encuentra dentro del rango determinado ya que por cuestión de cambios climáticos en el proceso de tinturado la empresa dosifica 7cc como mínimo para garantizar una mejor homogeneidad en el tinturado de la rosa.

En la Fig. 12 se muestra estos valores.

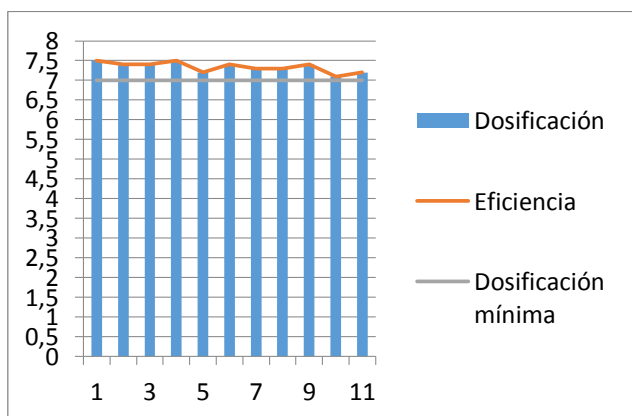


Fig.12: Valores de dosificación.

Tabla No. 43: eficiencia de dosificación.

# de muestras (Bandejas Dosificadas)	Promedio Primer color	Promedio Segundo color	Promedio Tercer color	Promedio total	Porcentaje Total (%)
1 Bandeja	7.5	7.4	7.4	7.43	99.11
2 Bandeja	7.3	7.4	7.5	7.4	98.67
3 Bandeja	7.4	7.3	7.4	7.37	98.27
4 Bandeja	7.5	7.4	7.4	7.43	99.11
5 Bandeja	7.4	7.2	7.4	7.33	97.78
6 Bandeja	7.4	7.4	7.4	7.4	98.67
7 Bandeja	7.3	7.3	7.4	7.33	97.78
8 Bandeja	7.3	7.5	7.3	7.37	98.27
9 Bandeja	7.4	7.4	7.4	7.4	98.67
10 Bandeja	7.4	7.3	7.3	7.33	97.78
				Total (%)	98.31

En base a los resultados de dosificación obtenidos en la tabla No.4, la máquina dosificadora de tinta tiene una eficiencia del 98.31% con una precisión de 0.0169, lo cual garantiza seguridad y confianza al momento de su funcionamiento.

V. CONCLUSIONES

- El diseño y construcción de la máquina dosificadora de tinta es un proyecto de investigación y desarrollo, favoreciendo así a la industria florícola.
- El sistema de dosificación implementado brinda amplias facilidades para el operario, ya que proporciona un método sencillo y práctico de realizar el proceso con ventajas muy relevantes.
- Al ingresar la bandeja al proceso de dosificado, la tinta no tiene manipulación, lo que asegura su calidad y cantidad de inyección.
- Se logra dosificar tinta a dos y tres colores en un mínimo tiempo de trabajo, ayudando notablemente a tinturar rosas a mayor escala.
- El tiempo de operación de la máquina es de 3.30 min, superando al tiempo tradicional de 40 min por cada bandeja de forma manual.
- El proceso automatizado de dosificación ayuda al operario a reducir su esfuerzo físico ya que no realiza el proceso de forma manual.
- Para incorporar el cuarto color se deja realizado el diseño y dimensionamiento del sistema mecánico, eléctrico, y electrónico en la máquina, con el objetivo de que en el

futuro pueda ser implementado dichos colores sin ningún problema posterior.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rúa J. (2008). Proceso de tinción de flores. Recuperado el 5 Agosto del 2012, de Nevado Ecuador
- Stephanie Dalley and John Peter Oleson (2003). Bombas Hidráulica. Recuperado el 18 Agosto del 2012.
<http://es.scribd.com/doc/6057846/Bombas-Centrifugas>
- Altec (2013). Que son las Electroválvulas Recuperado el 18 Agosto del 2012.
<http://www.altecdust.com/soporte-tecnico/que-son-las-electrovalvulas>
- Fanal Partes (2011). Los Racores Recuperado el 2 de Septiembre del 2012
<http://www.racoresyacoples.com/racores>
- Todo Robot (2008). Tutorial sobre Motores Paso a Paso (Steppermotors) Recuperado el 10 de Septiembre del 2012
<http://www.todorobot.com.ar/informacion/tutorial%20stepper/stepper-tutorial.htm>
- Irving L. Kosow (1 de mayo de 1993). Máquinas eléctricas y transformadores, Recuperado el 11 de junio del 2013 Pearson Educación. pp. 429
- Autonics (2007). Sensores Recuperada el 01 de junio del 2013
http://www.autonics.com.mx/products/products_2.php?big=01&mid=01/01

BIOGRAFÍA



Oscar Arteaga, nació en Ambato, Ecuador, es Ingeniero Mecánico, estudió Posgrado en Autotrónica, Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación, y Energías

Renovables, presta sus servicios profesionales como docente en la Escuela.

David Rivas, Master en redes de telecomunicaciones para países en desarrollo de la Universidad Rey Juan Carlos, Diplomado en redes digitales industriales, diplomado en gestión del aprendizaje universitario, Ingeniero en electrónica e instrumentación graduado en la Escuela Politécnica del Ejercito



Javier Defaz, Nació el 18 de Diciembre de 1988 en Ambato provincia de Tungurahua en Ecuador. Es graduado de Ingeniero en Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Extensión Latacunga en el año 2013. Áreas de Interés: Automatización de procesos Industriales y Robótica. Email: jdefaz@gmail.com.



William Vargas, Nació el 29 de Septiembre de 1988 en Ambato provincia de Tungurahua en Ecuador. Es graduado de Ingeniero en Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Extensión Latacunga en el año 2013. Áreas de Interés: Automatización de procesos Industriales y Robótica. Email: williavargas@gmail.com