

# Diseño e Implementación de un Sistema de Control para la Dosificación de Material Químico en una Máquina de Manufactura de Alfombras

León Caicedo José Alejandro\*

Pillajo Angos Diego David\*

Facultad de Ingeniería Electrónica, Escuela Politécnica del Ejercito  
Av. El Progreso S-N, Sangolqui, Ecuador

**Resumen:** El presente artículo describe el Diseño e Implementación de un Sistema de Control para la Dosificación de Material Químico en una Máquina de Manufactura de Alfombras, la implementación del sistema se basa en el control de velocidad de motores AC para el movimiento de la alfombra, y para controlar la caída de polvo de polietileno que se riega en la alfombra, también posee un control de temperatura para un horno industrial, el cual funde el material químico. El sistema consta de variadores de frecuencia, PLC, panel de operador para la HMI, sensor de temperatura, elementos de maniobra y de protección. El software utilizado para la programación del PLC y el panel de operador se lo realizó en la plataforma TIA (Totally Integrated Automation Portal)

## Introducción

La máquina de plastificado MAQ-01 opera a partir de los años noventa, razón por la cual toda su ingeniería se encuentra desactualizada y debido a las exigencias ambientales en las que trabaja no se encuentra en condiciones ideales, se han deteriorado los equipos y herramientas utilizadas en esta cabina.

El factor más importante para la realización de este proyecto es el hecho de que el proceso de dosificación ya no cumple con los parámetros requeridos por la empresa, por ende existe pérdida de material químico (polietileno), por lo tanto el nuevo sistema realizará este ajuste para que no exista pérdida de polvo.

## Descripción del proceso general de manufactura de alfombras

ALFINSA utiliza alfombras con fibra de poliéster de origen nacional o importada, la cual llega en rollos de 25 metros con un ancho entre 1.60 y 2.00 metros. A esta alfombra se le aplica polvo de polietileno con una concentración entre 200 y 500 gramos por metro cuadrado la cual pasa por un proceso de calentamiento con la finalidad de que la alfombra quede plastificada y pueda ser manipulada para realizar el corte y la adaptación para el termoformado y prensado. La dosificación de material químico es una de las principales operaciones en la producción de alfombras automotrices.

El rango de operación de dosificación para el nuevo sistema de control está dado entre los 100 gr/m<sup>2</sup> y 500 gr/m<sup>2</sup> con un error del  $\pm 10\%$ .

El modo de operación está determinado por el comportamiento de la velocidad aplicada a los

---

\*chster\_fury@hotmail.com

\*ddpa1202@hotmail.com

motores, la cantidad de material químico suministrado a las alfombras y el control de temperatura para plastificar dicha alfombra, con estas tres etapas se culmina el proceso de tratamiento de alfombras.

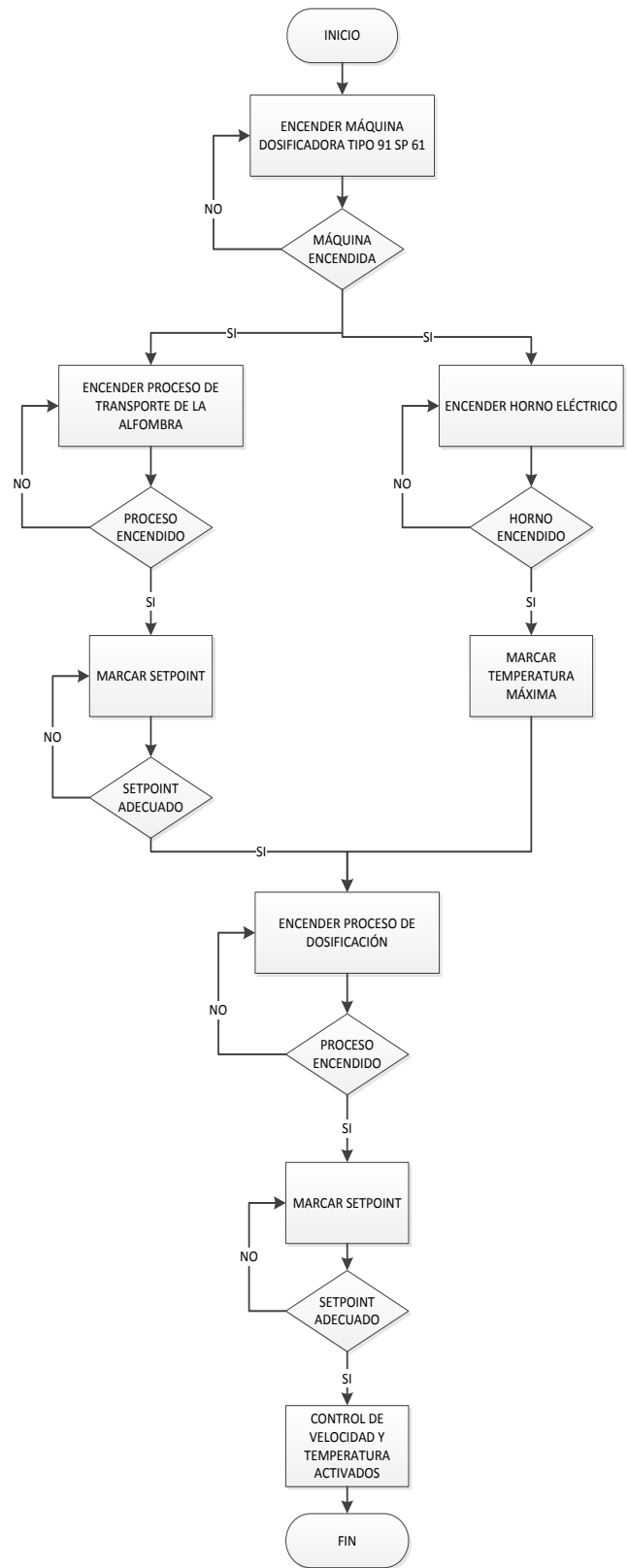
La figura 1 ilustra el diagrama del proceso de dosificación que realiza la máquina dosificadora Tipo 91 SP 61, que es descrito desde la etapa inicial (encendido de la máquina) hasta la etapa final (control de velocidad y temperatura activados), en todo el proceso existen características influyentes como por ejemplo la configuración de la velocidad de transporte (calandra), la temperatura para la fusión del material químico; las que modifican el desarrollo del proceso y los elementos que controlan. Dependiendo de las variables involucradas todo el proceso avanzará, de manera que todas las variables se verán reflejadas en el producto final que es la alfombra ya procesada con características propias y definidas por el operador.

En la figura 2 se especifican los componentes que intervienen en el proceso general de manufactura de alfombras.

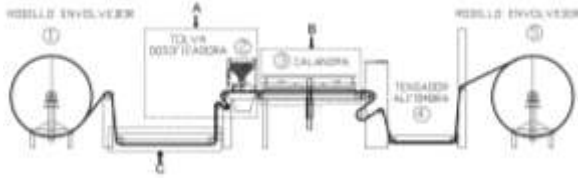
- A      Proceso de Dosificación**
- B      Proceso de Calandrado**
- C      Proceso de Transporte de la Alfombra**

**Diseño del sistema de control**

El diseño de ingeniería se describe como el proceso de aplicación de las diversas técnicas y principios científicos, con el objeto de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización.



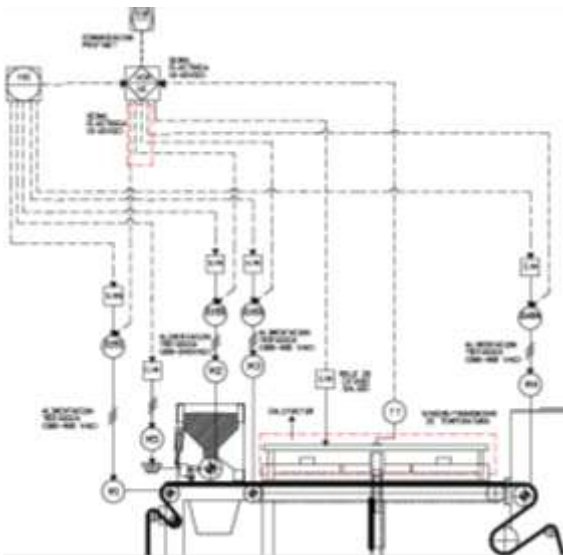
**Figura. 1. Operación de la Máquina Dosificadora**



**Figura. 2. Componentes del Proceso de Dosificación**

### Diagrama p&id de la máquina dosificadora

El diagrama P&ID (figura 3) representa gráficamente los elementos que permitirán realizar la automatización del proceso. Los P&ID son el paso inicial de la ingeniería básica, en la que se estudia una fase de conceptualización, plan o resumen que resulta de los trabajos preliminares y selección de la mejor opción para el proceso de dosificación.



**Figura. 3. Diagrama P&ID del Sistema**

Para designar y representar los instrumentos de medición y control se empleó la norma ISA (Instrument Society of America). La nomenclatura y símbolos básicos de los elementos se muestran en la tabla 1.

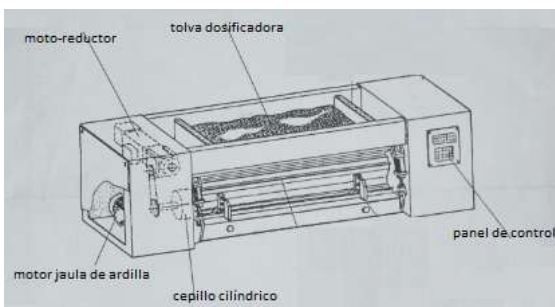
Nomenclatura	Descripción
M1	Motor que es utilizado para el proceso de traslado de la alfombra
M2	Moto-reductor que mueve el cepillo cilíndrico para que sea efectivo el proceso de dosificación
M3	Motor que es utilizado para el proceso de traslado de la alfombra
M4	Motor que es utilizado para finalizar el proceso de traslado de la alfombra y proceso de calandrado
M5	Motor que es utilizado para hacer vibrar la tolva dosificadora.
HK	Estación de Control manual.
VIR	Registrador Indicador de Velocidad. Panel View.
VCR	Registrador Controlador de Velocidad. PLC.
SVR1	Regulador Variador de Velocidad para M1.
SVR2	Regulador Variador de Velocidad para M2.
SVR3	Regulador Variador de Velocidad para M3
SVR4	Regulador Variador de Velocidad para M4
TT	Sensor/Transmisor de Temperatura
E/M	Elemento electro-magnético (Contactor)

**Tabla. 1. Nomenclatura de los elementos del Sistema**

El proceso general de dosificación de alfombras está compuesto por tres procesos; Dosificación, Transporte y Calandrado, por lo que se detalla los componentes presentes en cada proceso:

1. El proceso de dosificación tiene como función, suministrar polvo de polietileno en la alfombra por medio de una tolva dosificadora con un mecanismo de tamizado del material químico por medio del ajuste de la velocidad de un moto-reductor. El mecanismo de conexión entre el moto-reductor de dosificación y la tolva dosificadora es un eje metálico que va conectado en el eje de salida del motor y la entrada horizontal del cepillo

cilíndrico. La tensión que se maneja en el motor de dosificación es de 220 [VAC], del sistema de distribución de la máquina. La variable que se controla en este proceso es la velocidad de giro, ya que a más revoluciones funcione el material químico caerá más rápido en la alfombra, de igual manera en el proceso inverso a menores revoluciones del motor el material químico presente en la alfombra será menor. Inicia este proceso cuando el motor dosificador es encendido y procede a girar un cepillo cilíndrico en sentido anti-horario, haciendo que el polvo de polietileno empiece a caer en la alfombra, sin antes llenar la tolva dosificadora de material químico (polietileno). Véase figura 4.

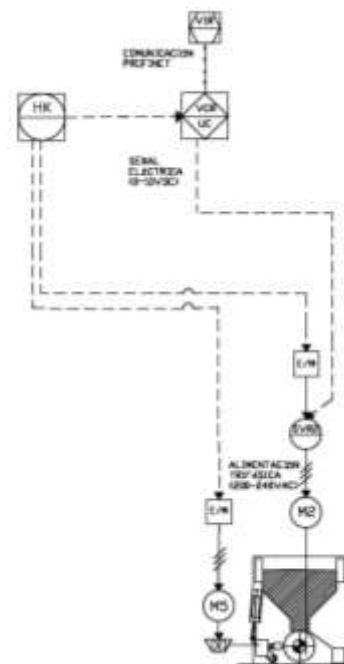


**Figura. 4. Elementos que intervienen en el Proceso de Dosificación.**

La figura 5 ilustra los dispositivos que intervendrán en el proceso de dosificación sabiendo el funcionamiento de cada uno de los actuadores, que para este proceso son: moto-reductor (M2) para la dosificación y motor jaula de ardilla (M5) para la vibración de la tolva.

El moto-reductor (M2) será regulado por un Variador de Frecuencia (SVR2), el cual es activado por un contactor (E/M), desde el panel de control manual (HK) y el PLC (VCR). La variable a controlar es la velocidad de giro en

revoluciones por minuto seteada desde el Panel View (VIR).



**Figura. 5. Dispositivos de diseño para el Proceso de Dosificación.**

La comunicación entre el PLC (VCR) y el Panel View (VIR), es Profinet.

La señal analógica de control de salida del PLC (VCR) es de 0 a 10 VDC por lo que el Variador de Frecuencia (SVR2) deberá tener una señal analógica de entrada de 0 a 10 VDC.

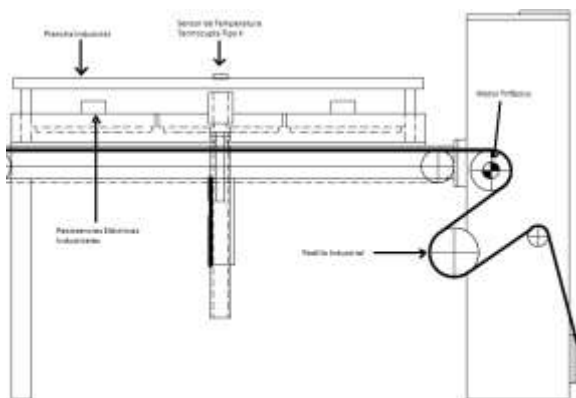
La alimentación del moto-reductor (M2) es trifásica de 200-240 VAC.

El motor (M5) es aquel que hace vibrar la tolva para poder utilizar todo el material químico, este motor es arrancado directamente desde el panel de control manual (HK).

La alimentación del motor es trifásica (M5) de 200-240 VAC.

2. Calandrado es un proceso de conformado que consiste en pasar un material sólido a presión entre rodillos de metal que giran para realizar el transporte de la alfombra

pasando por una etapa de fundido por la temperatura. Dos son los elementos que actúan, principalmente el motor jaula de ardilla accionado a 440 [VAC] y las resistencias industriales mostrados en la figura 6. A diferencia de otros procesos dos son las variables que interviene, la velocidad del motor que por medio de una cadena y un engranaje ajustado al rodillo controlan la velocidad de transporte de salida de la alfombra y la temperatura fijada en la resistencia industrial para la fundición de material químico suministrado en la alfombra. La relación entre los dos es primordial ya que a una velocidad demasiado rápida la resistencia no será capaz de fundir el material químico en la alfombra y en el caso inverso tomando demasiado tiempo en la salida, es decir la velocidad del motor sea muy lenta y por ende el accionamiento del engranaje no sea rápido y la temperatura demasiado alta la alfombra se quema.

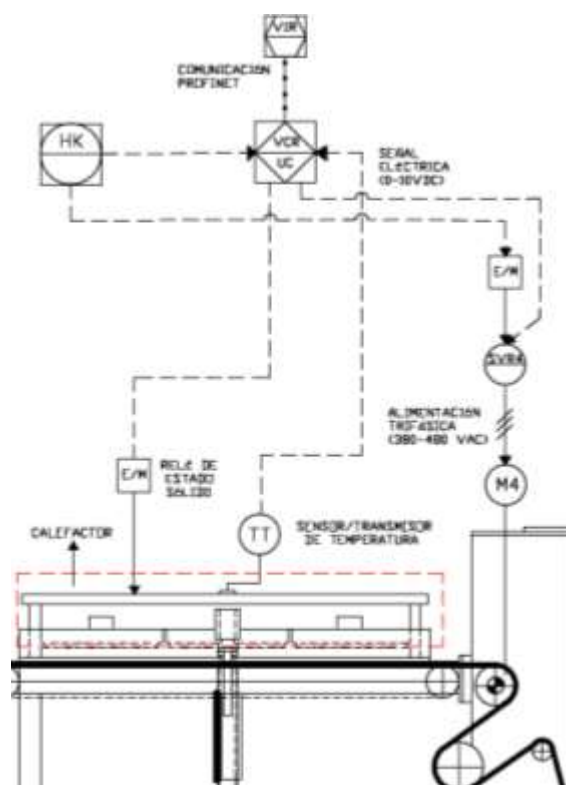


**Figura. 6. Elementos que intervienen en el Proceso de Calandrado.**

La figura 7 ilustra los dispositivos que intervendrán en el proceso de calandrado sabiendo el funcionamiento de cada uno de los actuadores, que para este proceso son: motor (M4) para el traslado final de la

alfombra y sensor de temperatura (TE) para fundir dicha alfombra.

El motor (M4) será regulado por un Variador de Frecuencia (SVR4), el cual es activado por un contactor (E/M), desde el panel de control manual (HK) y el PLC (VCR). La variable a controlar es la velocidad de giro en revoluciones por minuto seteada desde el Panel View (VIR).



**Figura. 7. Dispositivos de diseño para el Proceso de Calandrado.**

La comunicación entre el PLC (VCR) y el Panel View (VIR), es Profinet.

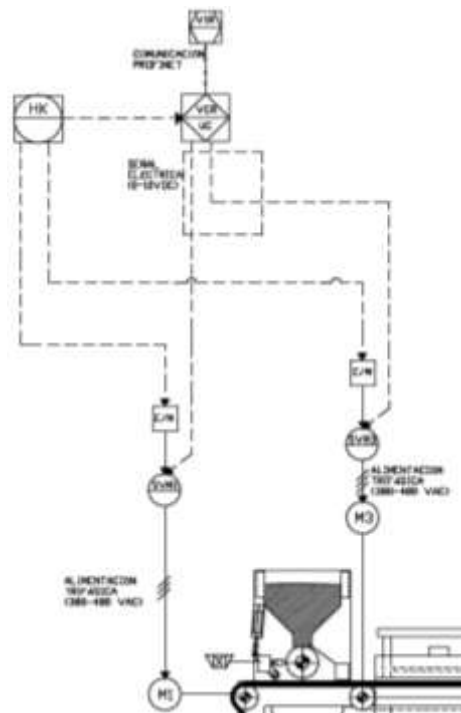
La señal analógica de control de salida del PLC (VCR) es de 0 a 10 VDC por lo que el Variador de Frecuencia (SVR4) deberá tener una señal analógica de entrada de 0 a 10 VDC.

La alimentación del motor (M4) es trifásica de 380-480 VAC.

El sensor/transmisor de temperatura (TT) enviará una señal de control al PLC (VCR), el cual realizará un control on-off con histéresis. La señal de control del sensor/transmisor de temperatura (TT) deberá ser acondicionada de 0 a 10 VDC dentro del programa del PLC (VCR) ya que la señal del sensor está dada en milivoltios.

3. El proceso de transporte de la alfombra está conformado por rodillos envoltores en el inicio y fin de la máquina dosificadora que son controlados por dos motores jaula de ardilla, alimentados con 440 [VAC]. Para acoplar el rodillo de la calandra, la máquina dosificadora consta de dos rodillos más, acoplados a motores trifásicos y controlados por las tarjetas DRY-310, este acople se lo realiza para que la alfombra no se enrede en el transcurso del transporte. La variable que se va a controlar en estos dos dispositivos es la velocidad de giro de cada uno de los motores para ser más específicos las revoluciones por minuto, los motores transportan el movimiento producido por medio de cadenas y engranajes hacia una malla de aluminio que gira constantemente para lograr el transporte de la alfombra desde el punto de entrada hacia la salida, de igual manera que el proceso de calandrado la velocidad implícita en este proceso dependerá mucho de la temperatura ya que a mayor velocidad el material no será fundido por la resistencia industrial.

La figura 8 ilustra los dispositivos que intervendrán en el proceso de transporte sabiendo el funcionamiento de cada uno de los actuadores, que para este proceso son: motor (M1) y motor (M3) para trasladar la alfombra.



**Figura. 8. Dispositivos de diseño para el Proceso de Transporte.**

El motor (M1) y (M3) serán regulado por Variadores de Frecuencias (SVR1) y (SVR3) según corresponda, los cuales son activados por contactores (E/M), desde el panel de control manual (HK) y el PLC (VCR). La variable a controlar es la velocidad de giro en revoluciones por minuto seteada desde el Panel View (VIR).

La comunicación entre el PLC (VCR) y el Panel View (VIR), es Profinet.

La señal analógica de control de salida del PLC (VCR) es de 0 a 10 VDC por lo que los Variadores de Frecuencia (SVR1) y (SVR3) deberán tener una señal analógica de entrada de 0 a 10 VDC.

La alimentación del motor (M1) y (M3) es trifásica de 380-480 VAC.

## Diseño del Circuito de Fuerza

El circuito de fuerza fue diseñado a partir de los requerimientos y consideraciones del proceso, siendo los variadores de frecuencia los que se utilizarán para el control de velocidad. En la figura 9 se puede apreciar los componentes del circuito de fuerza para cada proceso de la máquina dosificadora, la misma que va a ser utilizada para la identificación en el diseño y selección de los dispositivos.

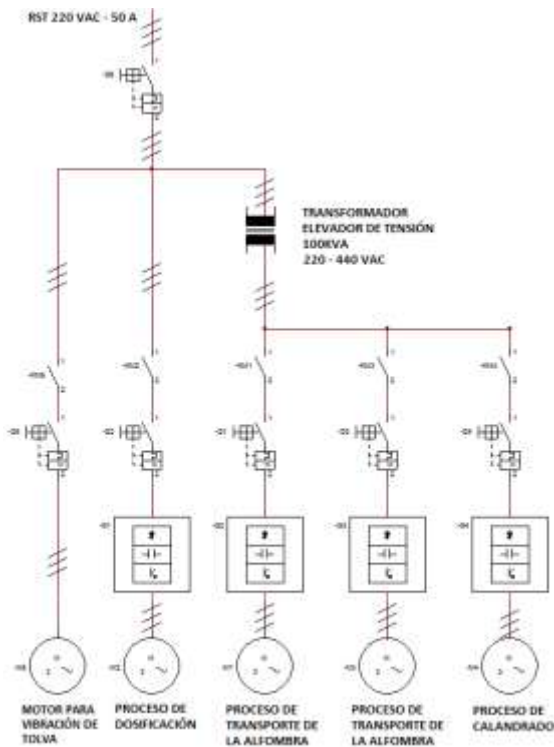


Figura. 9. Diagrama Unifilar del Circuito de Fuerza.

## Diseño del Circuito de Control

El circuito de control fue diseñado a partir de los requerimientos de la empresa ya que es la que optó que la implementación se la realice con un PLC.

La figura 10 muestra el diagrama del circuito de control considerando los siguientes aspectos:

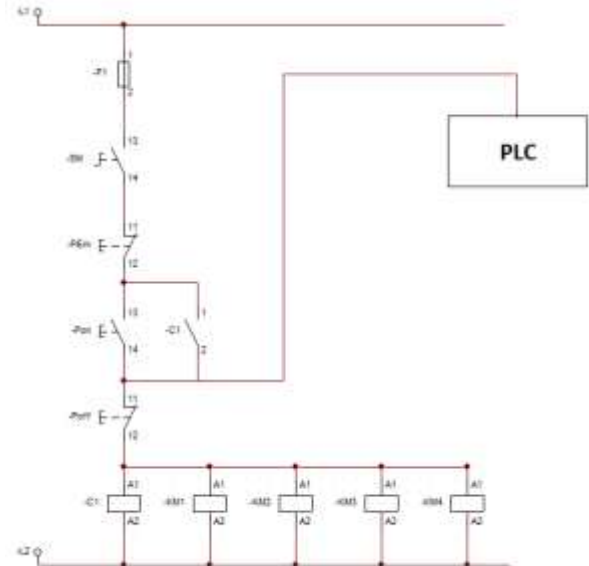


Figura. 10. Diagrama Eléctrico del Circuito de Control.

El sistema debe poseer un Switch Master (SM) para Encender y Apagar todo el sistema.

El sistema debe tener un botón de paro de emergencia (PEm) en caso de que sea necesario activarla. Para la adquisición del botón de emergencia se debe considerar que sea de tipo hongo para fácil acceso.

Encendido del circuito de control por medio de un pulsador (Pon), este enciende el PLC, la fuente de poder, el Panel View y los Variadores de Frecuencia, por medio de las respectivas bobinas de los Contactores.

- Contactor (C1), para enclavar el pulsador (Pon).
- Contactor (KM1), para activar o desactivar la alimentación del variador de frecuencia (G2) mostrado en la figura 9, siendo este el que regule la velocidad del motor (M1) para el proceso de transporte de la alfombra.

- Contactor (KM2), para activar o desactivar la alimentación del variador de frecuencia (G1) mostrado en la figura 9, siendo este el que regule la velocidad del motor (M2) para el proceso de dosificación.
- Contactor (KM3), para activar o desactivar la alimentación del variador de frecuencia (G3) mostrado en la figura 9, siendo este el que regule la velocidad del motor (M3) para el proceso de transporte de la alfombra.
- Contactor (KM4), para activar o desactivar la alimentación del variador de frecuencia (G4) mostrado en la figura 9, siendo este el que regule la velocidad del motor (M4) para el proceso de calandrado.

Apagado del circuito de control por medio de un pulsador (Poff).

En el PLC se debe considerar: (Ver figura 11)

- La alimentación debe ser de 220 VAC.
- Señales analógicas, ya que el proyecto consta de 4 salidas analógicas (AO) con acondicionamiento de 0 a 10 VDC, para los procesos de dosificación, transporte y calandrado.
- (AO1), salida analógica para regular la velocidad del motor 1.
- (AO2), salida analógica para regular la velocidad del motor 2.
- (AO3), salida analógica para regular la velocidad del motor 3.
- (AO4), salida analógica para regular la velocidad del motor 4.
- Salidas Discretas (DO)
- Para Activar la puesta en marcha de los Variadores de Frecuencia (DO5, DO6).

- Contactor (KM5), para activar o desactivar el arranque directo del motor (M5), el cual hace que vibre la tolva dosificadora.
- Luz piloto (H1), indicador del proceso de dosificación.
- Luz piloto (H2), indicador de alarma.
- (C2), activa o desactiva el relé de estado sólido.
- Entrada Analógica para el sensor de Temperatura, dicha entrada deberá ser acondicionada de 0 a 10 V dentro del programa, tomando en cuenta el rango de variación de la termocupla tipo K.

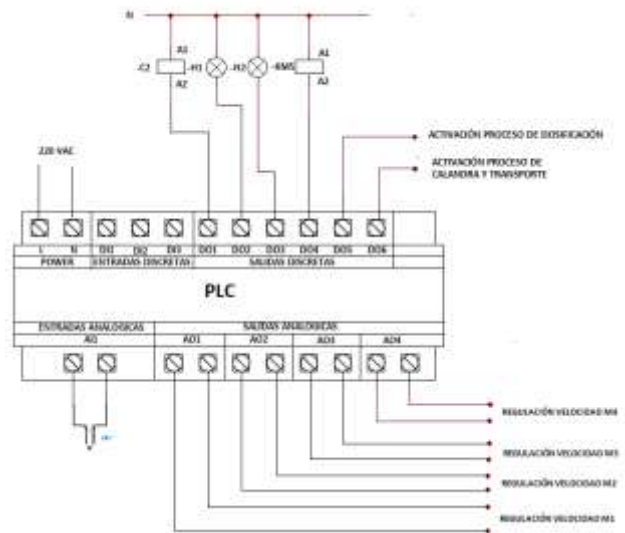


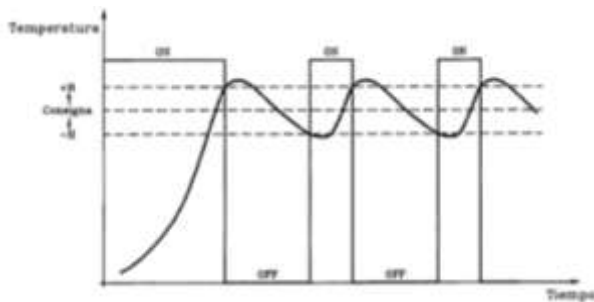
Figura. 11. Diagrama Eléctrico del PLC.

### Consideraciones para el Control de Temperatura

Es indispensable realizar un tipo de accionamiento de forma automática que permita manipular acciones de control en determinado proceso sin la necesidad de la intervención continua de un operario de acuerdo a las condiciones requeridas por un



proceso, para ello se puede hacer uso de las varias técnicas de control en este caso un control de temperatura de lazo simple para el proceso de calentamiento de la alfombra en el que será medido por el sensor y comparado por una señal interna deseada (set point) y ajustada a la salida por los valores requeridos tan cerca como sea posible, para la aplicación la señal de control es todo o nada, siendo agregado un rango de tolerancia (histéresis) diseñado así para que la salida no cambie de forma brusca. Véase figura 12.



**Figura. 12. Control de temperatura con lazo de histéresis.**

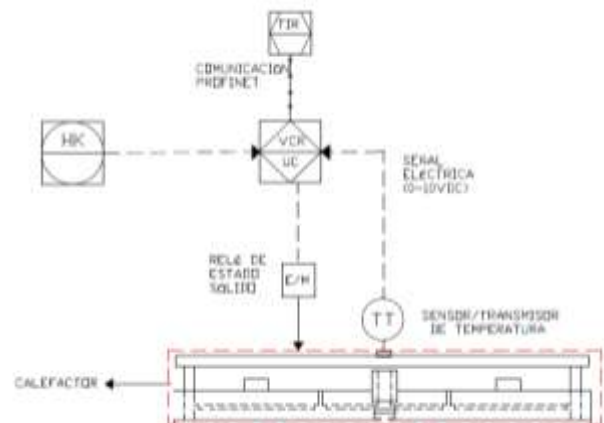
En el proceso de calandrado este sistema de control es muy útil ya que así evitará una brusca activación de los contactores y actuadores (relé de estado sólido) en general ayudando a prolongar su vida útil. Lo indispensable de este método de control consiste en ajustar la histéresis de modo que exista un retardo suficiente entre el modo "ON" y "OFF", esto es el overshoot cuando la magnitud de la temperatura rebasa al setpoint y el undershoot en el caso contrario.

- Esta técnica de control permite controlar la activación o no de las resistencias eléctricas de la plancha de la calandra.

- La rapidez de la evolución de la temperatura dentro de la plancha de la calandra está en función a las características de las resistencias eléctricas, potencia, voltaje y corriente aplicada.

La figura 13 ilustra el diagrama P&ID del controlador de temperatura, este se lo realiza a partir del acondicionamiento de la señal de temperatura adquirido por el sensor (termocupla tipo K), evaluando como valor mínimo de temperatura 0 VDC y como máximo 10 VDC.

Mediante la respectiva programación se debe obtener el controlador de temperatura y mediante el actuador (Relé de Estado Sólido) activar o desactivar el Calefactor, según el rango de histéresis.



**Figura. 13. Diagrama P&ID del controlador de Temperatura.**

La tabla 2 muestra la nomenclatura para el controlador de temperatura.

### Arquitectura del Sistema de Control

Los elementos principales que intervendrán en el sistema de control sin descuidar los elementos de maniobra más utilizados como

los selectores, indicadores, entre otros. Estos dispositivos se clasifican en 2 grupos:

### Dispositivos de Control y Fuerza

Controlador Lógico Programable (PLC) con Entradas/Salidas analógicas y discretas.

Variador de Frecuencia

Contactores

Selectores e Indicadores

Panel de Operador

### Dispositivos de Seguridad

Fusibles

Guardamotores

Nomenclatura	Descripción
HK	Estación de Control manual.
TIR	Registrador Indicador de Temperatura. Panel View.
VCR	Registrador Controlador de Velocidad. PLC.
TT	Sensor/Transmisor de Temperatura
E/M	Relé de Estado Sólido.

**Tabla 2. Nomenclatura de los elementos del Controlador de Temperatura.**

La figura 14 muestra la arquitectura del nuevo sistema de control.



**Figura. 14. Arquitectura del Sistema de Control. Implementación**

Para la instalación de los diferentes elementos que componen el sistema, la fuente de suministro eléctrico consta de la siguiente descripción: 220/480 VAC Y 4 H 3Ø. Lo que significa que el voltaje de alimentación por líneas es de 220 Voltios en corriente alterna entre fase y neutro, 480 Voltios entre fase y fase, con cuatro hilos en total, es decir tres fases y neutro, sistema trifásico en Y.

Con la acometida trifásica lista para usarse se procede a la instalación del tablero de control y fuerza.

La parte interior del gabinete de control y fuerza está acoplada al tablero principal de la máquina dosificadora, ya que la empresa así lo decidió. Aquí se encuentran todos los componentes mencionados para el sistema de control, los elementos están distribuidos en tres secciones, la primera sección está ubicada en la parte inferior del gabinete compuesto por los elementos de protección para las líneas trifásicas como para los motores, siendo los fusibles, los contactores y guardamotores.

La segunda sección se encuentra en la parte superior del gabinete compuesto por los elementos de control, es decir por el PLC y la fuente de poder de 24 VDC, estos elementos son alimentados por una sola fase y neutro es decir 220 VAC. Por último se tiene la tercera sección donde se encuentran los variadores de velocidad.

La figura 15 muestra el gabinete instalado en la máquina de dosificación.



**Figura. 15. Gabinete del Sistema de Control**

La instalación del tablero de control se lo realizó en el tablero principal de la máquina dosificadora, esto se lo realizó por decisión de la empresa, debido a que el nuevo sistema de control es un acople al antiguo sistema.

El tablero de control consta de un switch master de encendido del sistema, también consta de un pulsador de encendido con su respectivo indicador para el sistema de dosificación y un pulsador de apagado para el sistema, y por último un indicador de alarma.

La figura 16 ilustra el tablero de Control para el operador.



**Figura. 16. Tablero de Control**

## **Programación de los Dispositivos**

La programación y parametrización de los dispositivos está basada en la programación del PLC, los Variadores de frecuencia y el Panel de Operador HMI.

### **Diagrama de flujo**

Una óptima programación se da cuando se tiene el total conocimiento del proceso a controlar, a continuación se detalla el diagrama de flujo de operación.

En la figura 17 se muestra como es la manera en que se tiene que realizar la programación en base a la secuencia del proceso, la misma que empieza con la activación del proceso general de dosificación, luego se marca el set point para el proceso de transporte de la alfombra, en ese instante realiza una comparación para saber si el set point se encuentra dentro del rango de operación, activando la relación de control para el proceso de dosificación y proceso de calentamiento, después se marcar el set point para el proceso de dosificación, en ese instante realiza una comparación para saber si el set point se encuentra dentro del rango de operación, el control de temperatura se lo realiza internamente en base al set point del proceso de transporte de la alfombra ya que este es el que genera el set point de temperatura referente a la relación de control.

Hay que tomar en cuenta que el proceso de dosificación y el proceso de calentamiento está en función del proceso de transporte de la alfombra, ya que si la velocidad de transporte aumenta, la velocidad de dosificación y el control de temperatura también lo hacen, es decir la dosificación y la

temperatura aumenta, por lo tanto el sistema es proporcional al proceso de transporte.

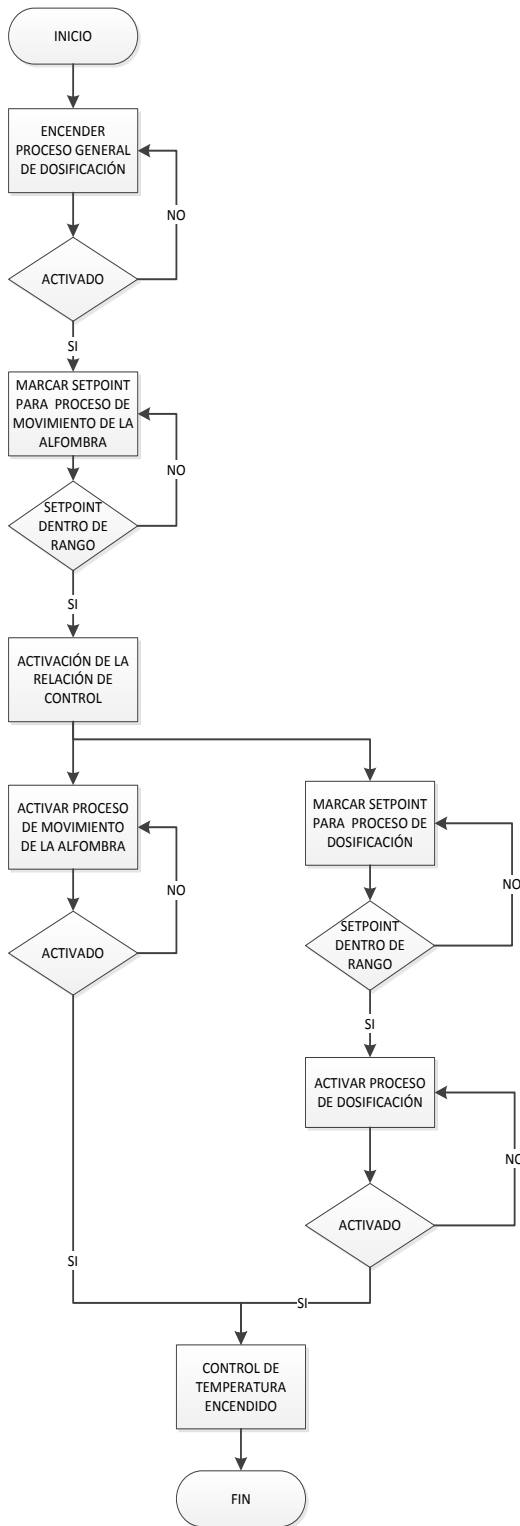


Figura. 17. Diagrama de Flujo

## Pruebas Experimentales y Resultados

Los resultados vienen dado a partir del punto de operación, además el sistema tienen un rango de operación detallado a continuación.

Para el sistema de velocidad de transporte el rango es:

Rango: 3 a 15 m/min

Para el sistema de dosificación el rango es:

Rango: 100 a 500 gr/m<sup>2</sup>

Para el control de temperatura el rango es:

Rango: 100 a 250 °C

El punto de operación más utilizado en la empresa es el siguiente:

5m/min para el sistema de velocidad de transporte y

250 gr/m<sup>2</sup> para el sistema de dosificación

Por lo tanto, en este punto se realizó todas las calibraciones del sistema.

Dato dosificación (gr/m <sup>2</sup> )	Peso (gr)	Área (m <sup>2</sup> )	Datos obtenidos dosificación (gr/m <sup>2</sup> )	Error (%)
100	316,06	3,5	90,30	-9,70
150	494,55	3,5	141,3	-5,8
200	729,3	3,5	208,37	+4,19
250	930,8	3,5	265,94	+6,38
300	1088,87	3,5	311,11	+3,70

Tabla 3. Pruebas al sistema de dosificación

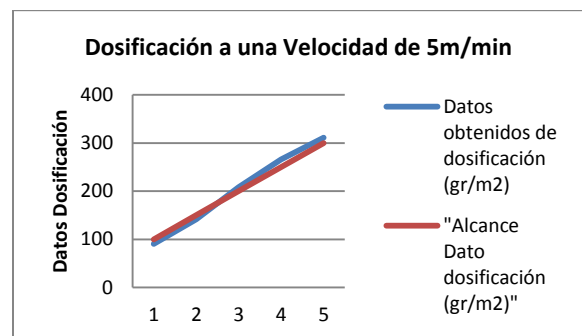


Figura 18. Dosificación a una Velocidad de 5m/min

## Conclusiones

El sistema cumplió con las expectativas impuestas, ya que la dosificación de material químico (polvo de polietileno) se distribuye correctamente en la alfombra, realizando un control óptimo de dicho material, siendo así el principal proceso de producción de la empresa, por lo tanto, el sistema de control desarrollado es confiable, seguro y cumple con las necesidades de la empresa y el operador.

Se logró desarrollar una interfaz fácil e intuitiva para el sistema de control de dosificación, ya que los sistemas de monitoreo y control implementados en este proyecto son de fácil utilización para el personal de operación.

Debido a que se utilizaron métodos de control automático e interfaces de comunicación industrial, el espacio de implementación es menor al de los sistemas tradicionales, por lo tanto fue fácil acoplar este nuevo sistema al sistema antiguo en la forma física y eléctrica, de donde se obtuvo la unión entre el sistema de control de dosificación y la maquina dosificadora.

Mediante la utilización del PLC se acoplaron dos sistemas independientes, el control de velocidad y control de temperatura, obteniendo resultados satisfactorios.

## Referencias

- [1][http://www.cinae.org.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=87&Itemid=497&lang=es](http://www.cinae.org.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=87&Itemid=497&lang=es)
- [2]<http://www.premiertechieg.com/es/productos/tolva-volumetrica/>
- [3] Manual técnico de la máquina dosificadora, tarjeta DRY 310, otorgado por la empresa ALFINSA S.A.
- [4]<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4838/1/CD-4431.pdf>
- [5] [http://www.rocatek.com/forum\\_plc2.php](http://www.rocatek.com/forum_plc2.php)
- [6]<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/696/1/CD-1100.pdf>

## Biografías Autores



**Diego Pillajo** nació en Quito, Ecuador, un 12 de Febrero de 1987 inicio su vida estudiantil cursando sus estudios secundarios en el Colegio Hermano Miguel "La Salle", y de forma posterior realizar sus estudios de pregrado en la Escuela Politécnica del Ejército en la carrera de Automatización y Control.



**José León** nació en Ambato, Ecuador, un 2 de Abril de 1987 inicio su vida estudiantil en la Escuela "La Granja" para continuar la formación académica en el Colegio Diocesano "San Pío X" y de forma posterior realizar sus estudios de pregrado en la Escuela Politécnica del Ejército en la carrera de Automatización y Control.