

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UNA MÁQUINA CONVERTIDORA DE PAPEL HIGIÉNICO EN LA EMPRESA ABSORPELSA

Guerrero Cruz Darío Andrés
Departamento de Eléctrica y Electrónica
Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE
Sangolquí, Ecuador
E-mail: dario_1318@hotmail.com

RESUMEN.-El presente documento detalla la implementación de una máquina convertidora de papel higiénico en la empresa Absorpelsa, que consiste de una bobina madre de 1,30 m de diámetro convertir en bobinas o bastones de diámetros más pequeños. El proyecto describe cada una de las diferentes etapas que se debe pasar para la creación del producto, así como una interfaz de usuario para operación de la máquina.

1. INTRODUCCIÓN

Absorpelsa es una empresa líder en el mercado nacional e internacional en la industria del papel, fijando sus metas en la competitividad, eficiencia y capacidad de respuesta en sus procesos productivos, logrando innovar el producto para atender las exigencias de sus demandantes.

Son los encargados de satisfacer los requerimientos de sus clientes ofreciendo un producto de calidad, y desarrollando una cultura de reciclaje de papel, para contribuir a la preservación del medio ambiente.

La automatización de procesos intermedios nace de la falla de la mayoría de dispositivos, como consecuencia de esto la empresa ha tenido que disminuir la producción al tener una parte del proceso paralizado significando pérdidas notorias para esta empresa.

Por este motivo se propuso el cambio de variadores de velocidad y PLC, para automatización de etapas intermedias de este proceso logrando de esta manera tener almacenado rollos de papel de 1.30m de largo y de diámetro variable según las exigencias del usuario

2. CONTROL DE VELOCIDAD PARA DESBOBINADO DE PAPEL

Para esta etapa se tiene tres variadores Siemens que controlan tres motores los cuales están acoplados a rodillos de diferente.

Al ser rodillo de diferente diámetro se tiene que sus velocidades angulares son diferentes pero sus velocidades lineales van a ser iguales, por eso se

ingresa por pantalla la velocidad lineal a la cual va a arrancar toda la máquina, considerando que la consigna para los variadores va a ser en RPM es decir que se debe encontrar a qué velocidad angular debe arrancar cada variador para mantener la misma velocidad lineal.

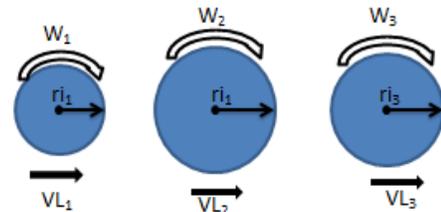


Figura 1. Rodillos controlados por Variadores

Para encontrar la velocidad angular se usó la siguiente fórmula:

$$W_1 = \frac{VL \text{ rad}}{ri \text{ s}}$$

Siendo:

VL = Velocidad lineal ingresada por pantalla

ri = radio inicial del rodillo

W = velocidad angular

Teniendo como datos el radio inicial de cada rodillo y la velocidad lineal que es ingresada por el operador, lo que nos permite encontrar la velocidad angular para cada rodillo.

3. CONTROL DE TENSIÓN PARA DESBOBINADO DE PAPEL

El Control de tensión se realiza por medio de un rodillo danzarín el cual tiene acoplado al eje un encoder que proporcionara cierto número de pulsos dependiendo a la posición en la que se encuentre este rodillo.

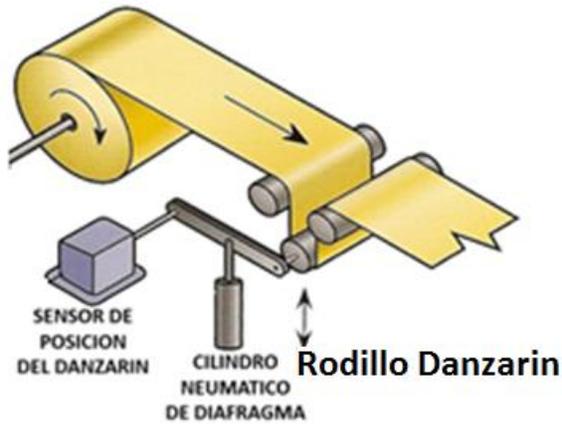


Figura 2. Control de Tensión

Esto quiere decir que si el papel se tensiona demasiado el rodillo danzarín empieza a subir incrementando el número de pulsos, mientras que si el papel está demasiado suelto el rodillo danzarín empieza bajar a igual que los pulsos.

Para este control se realizó una ecuación donde se encuentra un factor **Y** que va a multiplicar la consigna del variador dependiendo a la posición del encoder.

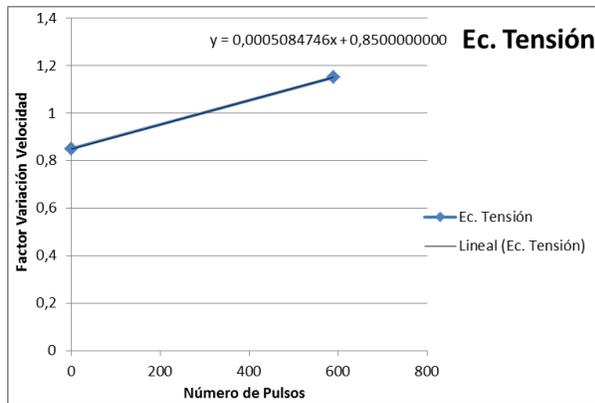


Figura 3. Ecuación control de Tensión

Con este análisis se obtuvo la siguiente ecuación:

$$Y = 0.0005084746X + 0.85$$

Dónde:

Y= factor de multiplicación para incremento o decremento de velocidad.

X= Número de pulsos del encoder

Con esto se tiene que si existe un incremento de pulsos significa que el papel esta tensionado y el factor que se

obtiene va a aumentar la velocidad para disminuir la tensión del papel, caso contrario si se obtiene un decremento de pulsos significa que el papel no está tensionado y el factor que se obtiene va a disminuir la velocidad logrando de esta manera que el variador controle automáticamente la tensión del desbobinado.

4. REBOBINADO DE PAPEL

Con dos servo motores se controla el enrollamiento del papel, teniendo como dato la consigna de velocidad que ingresa el operador.

La condición de estos servos es que conforme vaya enrollando debe ir disminuyendo la velocidad debido al crecimiento de la bobina, para lograr esto se realizó la siguiente fórmula.

$$W = \frac{VL}{r}$$

$$r = r_i + e * (nV)$$

$$W = \frac{VL}{r_i + e * (nV)}$$

Dónde:

VL= es la consigna de velocidad

r_i= 0.023 = radio inicial del core (bastón de Cartón)

e=espesor del papel

nV=número de vueltas de los servos

Para el desarrollo de esta fórmula el dato que no se tiene es el número de vueltas del servo, pero la ventaja es que los servo motores tienen acoplado un encoder el cual me envía un pulso por cada vuelta que estos den, de esta forma se tendría todos los datos y se puede encontrar la velocidad a la que van a funcionar los rebobinadores

5. NÚMERO DE METROS ENROLLADOS

Para determinar la cantidad de metros que se está enrollando se tiene un encoder de 500 pulsos acoplado al eje principal que tiene 1,20 m de diámetro..

Para poner en unidades de medida se debe conocer la distancia que se ha recorrido por cada pulso que entregue el encoder

$$\frac{d}{\text{pul}} = \frac{1,20}{500}$$

$$\frac{d}{\text{pul}} = 0,0024$$

Es decir que por cada pulso que me entregue el encoder se ha recorrido 0,0024 m, ahora se tiene que encontrar la distancia recorrida para lo cual se ha realizado la siguiente formula:

$$d_{\text{recorrida}} = \# \text{pulsos} * 0,0024 + (nV - 1) * 1,20$$

De esta manera se logra determinar cuántos metros se están enrollando para poder realizar el control deseado.

6. DISTRIBUCIÓN DE CORE

Para esta etapa se tiene electroválvulas las cuales se van a accionar en secuencia primero para retirar la bobina que está terminada y luego alimentar de un nuevo core al rebobinador que terminó su secuencia.

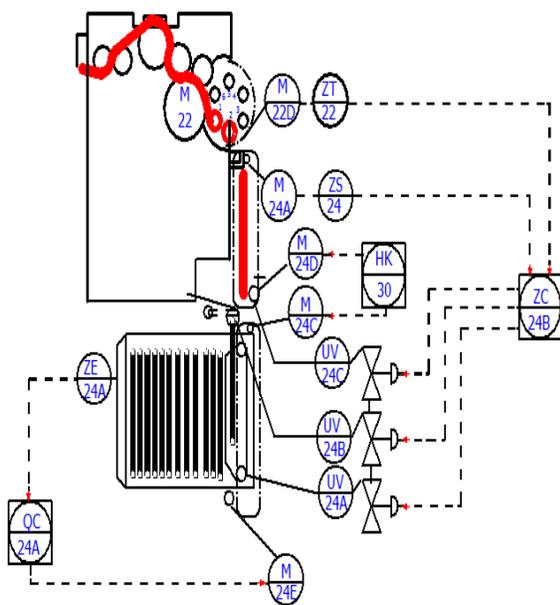


Figura 4. Distribución de core

7. SELLADO DE PAPEL

Para este proceso existe un sensor fotoeléctrico que detecta que pasa el rollo y acciona un rodillo pateador

empujando el rollo a la máquina de sellado donde motor y válvulas de aire son accionado para que el rollo gire en el mismo eje, logrando que la última parte de la hoja adicional cubra dos sensores fotoeléctricos que se encuentran en la base, cuando esto ocurre se acciona una electroválvula que permite el paso de goma y accionamiento de un motor cuyo cambio de giro está controlado por sensores inductivos que limitan el fin de carrera moviendo este contenedor de goma de forma horizontal, para que selle completamente el rollo.

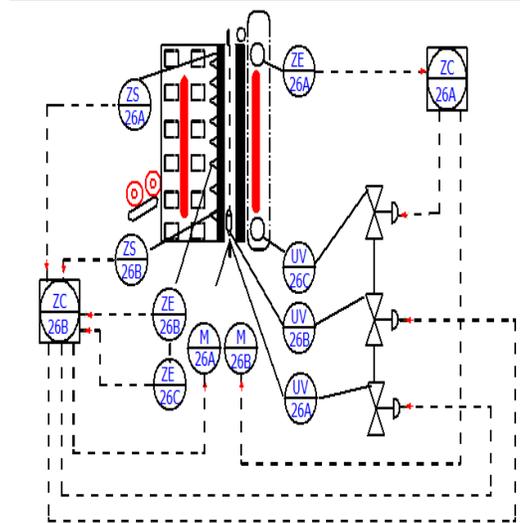


Figura 5. Sellado de papel

8. IMPLEMENTACIÓN

Para poder controlar a los tres rodillos de la etapa de desbobinado se tiene variadores Sinamics G120 los cuales están conectados por medio de comunicación Profibus hacia el PLC maestro

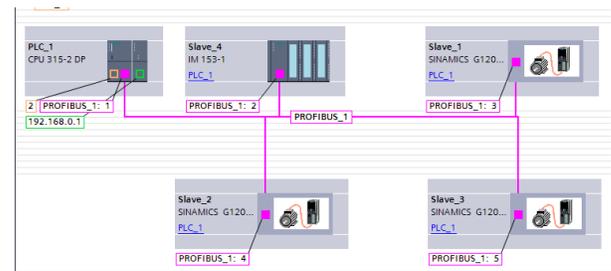


Figura 6. Esquema de comunicación

Una vez que todos estén en la misma subred se debe asignar el telegrama..

Este Telegrama me va a permitir la emisión y recepción de palabras para el control del variador y para conocer el estado del mismo.

Para la selección del telegrama se debe dar doble click en cada uno de los esclavos en este caso se va a seleccionar el telegrama estándar 20 PZD 2/6 que significa que se va a tener dos palabras en sentido de recepción y seis palabras en sentido de envío.

Módulo	Rack	Slot	Dirección I	Dirección Q	Tipo
Slave_1	0	0	2044*		SINAMCS G12
Telegrama estándar 20, PZD-2/6_1	0	1	268...279	256...259	Telegrama est

Figura 7.Asignación de telegrama

Las palabras de envío y recepción vienen definidas por el telegrama es decir que se tiene lo siguiente.

TELEGRAMA VARIADOR	DIRECCIÓN PLC
Las palabras de recepción serán:	
1. Palabra de Control	QW256
2. Consigna	QW258
Las palabras de envío serán:	
1. Estado del Variador	IW268
2. Velocidad actual	IW270
3. Intensidad filtrada	real IW272
4. Par actual	IW274
5. Potencia actual	activa IW276
6. Palabra de fallo	IW278

Elaborado: Autor de tesis

Figura 8.Palabras de control

Una vez configurado el Hardware se debe programar el Variador.

Parámetro	Especificación	Parámetro Programado
P15	Macro Profibus	7
P918	Dirección Profibus	3
P922	Selección de Telegrama	20:Telegrama estándar PZD 2/6
P2030	Protocolo de comunicación	3:Profibus

Adicional a esto la unidad de control tiene un dip switch en el cual se debe poner la misma dirección profibus en número binario.

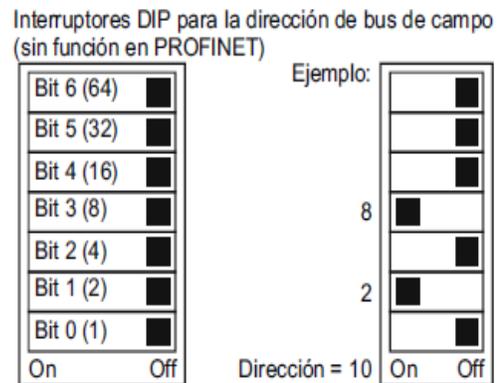


Figura 7.Asignación de dirección

Para la comunicación Profibus lo más importante es asignar la dirección la cual va a ser única para cada equipo, conocer la velocidad de transmisión y su telegrama de envío y recepción.

9. PRUEBAS Y RESULTADOS

Para tener una confiabilidad en el desarrollo de este producto se realizaron pruebas de arranques y paros para comprobar que la hoja se mantenga templada y no se rompa, adicional se realizaron pruebas de variación de velocidad obteniendo de esto buenos resultados al evitar que la hoja se rompa durante todo el proceso.

Para las pruebas de tensión se arrancó la máquina a altas velocidades para ver si no se la hoja no se rompía teniendo como resultado que la variación de pulsos era notoria para el cambio de velocidad.



Figura 1. Rodillo danzarín

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La elaboración del papel cada día es más compleja y exige una mejor calidad debiendo utilizar hardware más avanzado para obtener mejores resultados reduciendo tiempos de producción. Este sistema implementado mejora los tiempos del sistema manual de 56.7s a 11.6s disminuyendo significativamente el tiempo de elaboración del bastón al ser un proceso continuo.

El control de tensión en este tipo de procesos es crítico ya que al tener una materia prima muy delicada como es el papel que no soporta variación de tensión muy bruscos es necesario controlarlo durante todo el desbobinado y rebobinado del papel, esto se sincronizó con los tres variadores a la misma velocidad lineal y con un rodillo danzarín acoplado un encoder, que mantiene la tensión dependiendo de la posición del rodillo estabilizando el paso de la hoja durante el proceso.

El desarrollo de este proyecto mediante el uso de servo motores que son controlados por el PLC mediante posicionamiento ayudan a sincronizar las posiciones deseadas, permitiendo de esta manera tener mayor exactitud en el proceso

Recomendaciones

Se recomienda para no tener interferencias en la comunicación separar los cables de alimentación de los

de comunicación para evitar cualquier perturbación que pueda afectar la comunicación entre equipos.

Se recomienda una capacitación al personal encargado de la operación de la máquina, para que conozcan las modificaciones realizadas ya que debido al desconocimiento manipulan incorrectamente los controles ocasionando que se desconfigure los sistemas y la avería de la misma.

11. REFERENCIAS

Recursostic.educacion.es. (10 de 08 de 2012). Obtenido de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacionart=2>

Siemens. (15 de 07 de 2012). .siemens.com. Obtenido de <https://support.automation.siemens.com/WW/adsearch/resultset.aspx?region=WW&lang=es&netmode=internet&ui=NDawMDAxNwAA&term=COMUNICACION+PROFIBUS&ID=68109071&ehbid=68109071>

Siemens. (14 de 07 de 2012). siemens.com. Obtenido de <https://support.automation.siemens.com/WW/adsearch/resultset.aspx?region=WW&lang=es&netmode=internet&ui=NDawMDAxNwAA&term=SINAMICS+G120&ID=70339246&ehbid=70339246>

Siemens. (15 de 07 de 2012). siemens.com. Obtenido de https://www.automation.siemens.com/salesmaterial/as/brochure/es/brochure_simatic-wincc-flexible_es.pdf?HTTPS=REDIR

Wikipedia. (14 de 07 de 2012). Wikipedia la Enciclopedia Libre. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Sensores>

Biografía

Darío Andrés Guerrero Cruz, Nació en Quito el 12 de Febrero de 1988. Su educación primaria la realizó en la Escuela del Ejército Abdón Calderón, sus estudios secundarios en el Colegio Militar “Eloy Alfaro” y su educación superior la realizó en la Escuela Politécnica del Ejército.