



RETROFIT ELECTRÓNICO Y DE CONTROL DE LA FRESADORA EX-CELL-O DE TRES ESTACIONES XG610-NC

González García, Oscar Hernando; Millán Arciniegas, Jaime Andrés

Universidad Autónoma de Bucaramanga – UNAB
Bucaramanga, Colombia.
Ogonzalez7@unab.edu.co
jmillan3@unab.edu.co

Abstract.

El cambio de tecnología de los dispositivos eléctricos y de control de la fresadora Ex-Cell-O de tres estaciones, brinda la oportunidad de realizar un trabajo de campo a nivel industrial en donde se han podido aplicar muchos conocimientos adquiridos en la formación profesional. Esta máquina presenta una mejora en el proceso de producción de juntas fijas, ya que puede realizar las etapas de fresado de las pistas donde van las esferas de forma simultánea, sin necesidad de realizar cambios en la programación ni en las herramientas, lo cual al final, se ve reflejado en el aumento de la producción y en la mejora de la calidad de las piezas.

Palabras Clave: Retrofit, Fresadora, Control Numérico.

I. INTRODUCCIÓN.

Actualmente el proceso de fresado de los caminos donde van las esferas de las juntas fijas es realizado por una sola máquina, a la cual se le debe cambiar la herramienta después de haberse realizado el desbaste de un lote de piezas, para posteriormente realizar el terminado, proceso que se pretende mejorar.

La fresadora Ex-Cell-O al inicio de la práctica, poseía dos controles numéricos y dos PLC en la parte de control, además de una secuencia de lógica cableada como control de la etapa de potencia de cada una de las estaciones. El trabajo realizado constó en la aplicación y mejora de diseño para el cambio de todos estos dispositivos, con el objetivo de poner la máquina en producción a partir de enero del 2.011.

II. CONTROL NUMÉRICO

Tipo de control especializado para manejar y posicionar un dispositivo mecánico móvil, cuyos desplazamientos vienen dados por medio de información numérica.

Este control se aplica principalmente en operaciones de perforado, mandrilado, torneado y fresado para el mecanizado de piezas. Las principales razones que intervienen para la implementación del control numérico son:

- Fabricación de productos de alta calidad y cantidad.
- Realizar operaciones complejas.
- Productos de bajo costo.

Las características más importantes que llevan a una empresa industrial a implementar el control numérico se basan en el aumento de la productividad, la flexibilidad, precisión y la rapidez para realizar procesos complejos.

Ventajas:

Entre las ventajas que se pueden mencionar del control numérico, cabe destacar las siguientes:

- Flexibilidad para la fabricación de piezas complejas, con un alto grado de calidad y precisión.
- Mayor cantidad de piezas realizadas, debido a que se omiten los tiempos muertos y esperas en las líneas de mecanizado.
- Se disminuye el despilfarro de material, debido a la exactitud del proceso.

III. Descripción general del funcionamiento de la Fresadora EX-CELL-O

El proceso general del fresado al interior de las campanas de las juntas fijas empieza en la primera estación donde el operario se encarga de posicionar los dos (2) dispositivos en las copas de los módulos rotativos, anclados a la mesa, para que se les realice el fresado, al tiempo que retira las piezas a las que ya se realizó toda la operación. Además, en esta estación se encuentra un tablero de mando general, en el que van visualizadores y accionadores de las diferentes fases del proceso, y en el que según programación relacionada con pulsadores ubicados allí mismo, el operario puede dar inicio al proceso general de forma automática, o bien, ir etapa por etapa de forma manual.



Figura 1. Vista general de la máquina.
Fuente: Autores.

Inmediatamente después de que las juntas fijas se hayan colocado en las copas y se dé inicio al proceso, se acciona el motor hidráulico anclado a la mesa y encargado del movimiento de esta, para que la mueva ciento veinte grados (120°) en sentido horario y se llegue a la segunda estación, en la cual se realiza el primer fresado, conocido como operación de desbaste, de las seis (6) pistas, para posteriormente pasar a la tercera estación y realizar el retoque de las pistas, etapa del proceso que se conoce como *Terminado*.

IV. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PROGRAMACIÓN

Una vez la máquina se enciende, los sistemas inician un reconocimiento de factores y condiciones iniciales, que aseguren el correcto funcionamiento de cada uno de los dispositivos. Los factores que evalúa son:

- La temperatura de los gabinetes centrales de control.
- Los módulos de las unidades asegurados en las estaciones.
- Los ejes en la posición inicial.

Realizadas estas operaciones, se procede a enviar la señal a la pantalla del tablero de mando, indicando que el control numérico se encuentra preparado para iniciar. Luego, se revisa el modo de operación que se ha seleccionado (manual/automático). En el modo manual, se da libertad para que tanto los ejes como los motores de los husillos se puedan mover a disposición del operario, los servomotores se mueven con mando directo del tablero y a los motores de los husillos, se les permite enlazar la velocidad que se desea para el fresado, a través de un lazo de control retroalimentado, por un encoder incremental que toma los pulsos del eje

de los módulos y los manda a un dispositivo contador.

La fresadora poseía dos PLC encargados del control, además de dos controles numérico para las recetas de las piezas. El segundo PLC, tenía a su mando la alimentación de los dos controles numéricos, la limpieza de la memoria, y además, mandaba señales al primer PLC para ejecutar los comandos. Como tal, el PLC 1 tenía toda la programación de la máquina, desde las operaciones más sencillas como el cambio de herramienta, hasta llegar a las operaciones más complejas de los movimientos de la mesa y de los módulos. Las tareas estaban controladas por medio de temporizadores que activaban y desactivaban los ciclos de trabajo. Toda la programación de ambos PLC se encontraba bajo programación en bloque (KOP).

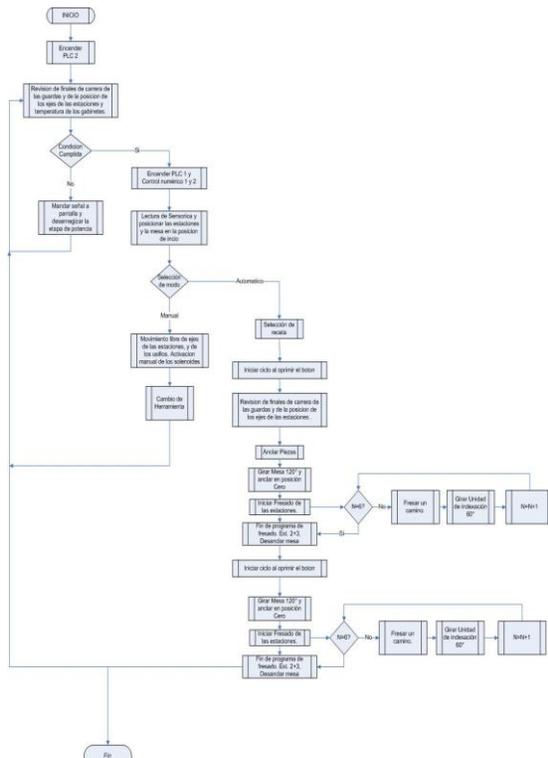


Figura 2. Diagrama de flujo de la programación de la Fresadora
Fuente: Autores

V. DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA ELÉCTRICO, ELECTRÓNICO Y DE CONTROL.

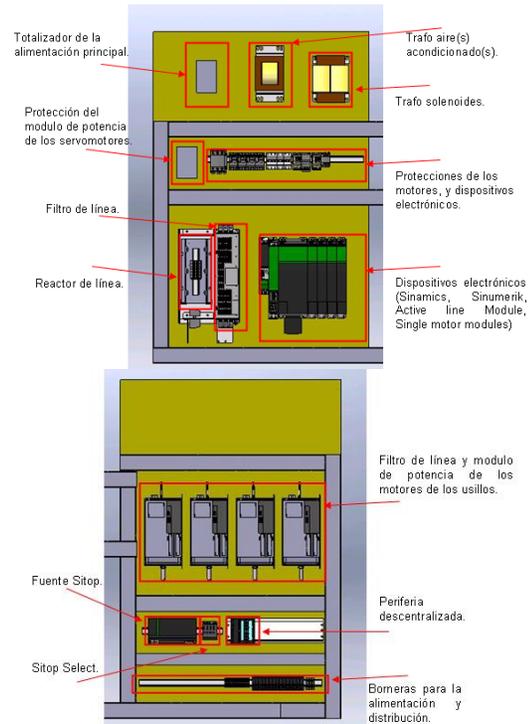


Figura 3. Diseño en SolidWorks de los nuevos gabinetes de control.
Fuente: Autores.

La alimentación total de la máquina viene dada por líneas de 440 volts, con una corriente máxima de consumo con todos los elementos nuevos de 250 A. El nuevo sistema eléctrico y de control, está diseñado de forma tal que, se aprovecharán los espacios que se tenían previamente en la máquina, se reutilizaron dos (2) gabinetes conectados internamente por medio de canaletas. Además de dos (2) tableros ubicados en la segunda y tercera estación, los cuales se encargan, por medio de periferias descentralizadas, de controlar algunos movimientos y tomar algunas señales provenientes de sensores ubicados en dichas estaciones.

Adicional a esto queda un tablero pequeño con borneras que conectan y mandan las señales de los sensores ubicados en el árbol principal de la mesa; y otro tablero en el estación hidráulica que conecta unos solenoides, y manda las señales de los presostatos e indicadores de nivel de dicho tanque y del módulo de enfriamiento. De los sistemas que se encontraban anteriormente, se reutilizaron dos (2) transformadores con sus respectivas protecciones, los cuales se encargan de alimentar los aires acondicionados y las bobinas de los solenoides.

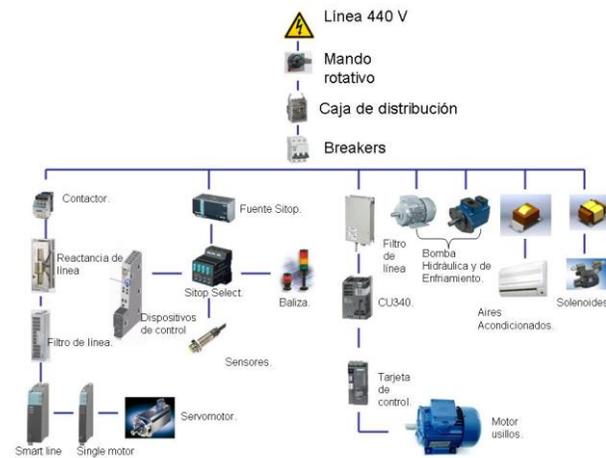


Figura 4. Diagrama general de la conexión de los dispositivos.

Fuente: Autores.

El diseño del cual se partió para realizar la distribución de los componentes, se observa en la imagen anterior, en ella se muestra de manera general la conexión de los dispositivos dependiendo de su funcionamiento; la corriente primero pasa por un totalizador con un mando rotativo acoplado, el cual se conecta a un módulo de barraje distribuidor al que se le adicionan los demás dispositivos, con sus respectivas protecciones.

Para cada elemento de la línea de conexión existe una protección la cual se seleccionó de acuerdo a los datos de

consumo suministrados por los fabricantes de dichos dispositivos.

El tablero de mando es la interfaz entre el operador y el controlador para realizar las operaciones de la máquina. Desde este tablero, se seleccionan las recetas dependiendo del número de parte de la pieza de junta fija que se vaya a trabajar.



Figura 5. Diseño en SolidWorks del tablero de mando.

Fuente: Autores.

Este dispositivo consta de una pantalla y un teclado conectado a una PCU, que se encarga de administrar toda la interfaz. El módulo posee anexo tres (3) entradas USB y un panel móvil acoplado a una caja de conectividad, conectado directamente al SINUMERIK por medio de protocolo profinet.

VI. Tableros de las estaciones 2 y 3.

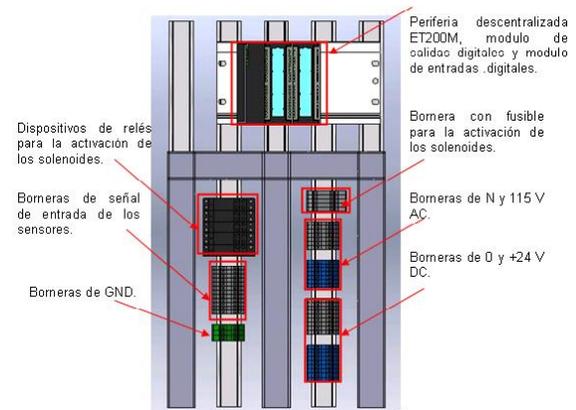


Figura 6. Dispositivos del tablero ubicado en la segunda estación

Fuente: Autores.

En la estación 2 se realiza el desbaste de los caminos al interior de la campana donde van las esferas, aquí se encuentran sensores tipo final de carrera que mantiene los ejes dentro de su rango de trabajo y aseguran que las guardas de la estación se encuentre cerradas, algunos presostatos que indican la activación de los solenoides correspondientes y algunos sensores inductivos que marcan las revoluciones de cada uno de los motores de los husillos.

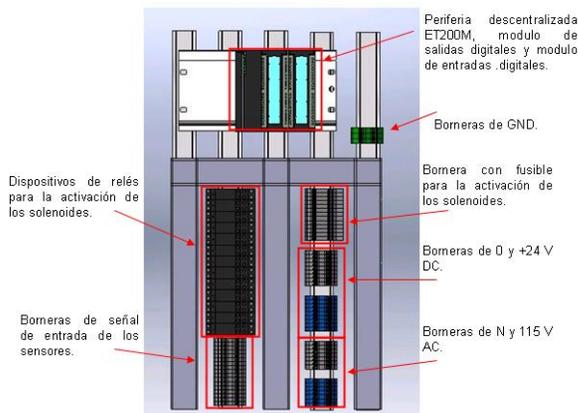


Figura 7. Dispositivos del tablero ubicado en la tercera estación
Fuente: Autores.

La tercera estación posee más sensores y actuadores que la segunda estación, debido a su cercanía física al módulo del tanque hidráulico, razón por la cual gran parte de los solenoides y presostatos que se encargan del movimiento central de la mesa, se encuentran ubicados en esta.

Los dispositivos propios de la estación son cinco (5) solenoides y tres (3) presostatos, los cuales se encargan de tomar las herramientas, ajustarlas y limpiar los residuos de viruta que quedan del fresado.

VII. CONCLUSIONES

- Se debió documentar y revisar la información que se poseía de la máquina referente a planos de conexión, debido a falta de información acerca de la máquina.
- La comprensión del libro que cuenta con la descripción de los procesos realizados en la fresadora se logró en un periodo de tiempo más largo que el esperado, ya que, como la máquina es de fabricación alemana, esta información se tiene en este mismo idioma. También, el análisis del programa de control con el que cuenta el área de automatización tomó mucho tiempo, pues es bastante extenso y tiene en cuenta secuencias de la lógica cableada.
- Se pudo realizar una descripción de modo general en como operaba la máquina, con lo cual se pudo realizar pruebas anexas con un tablero de control en el cual se simularon los movimientos de la mesa principal y el anclaje y desanclaje de las unidades que posicionan las juntas fijas que van a ser mecanizadas; con lo cual en colaboración del practicante de mecánica se pudo comprobar el funcionamiento de los módulos hidráulicos, los actuadores eléctricos y sensores que se encuentran en la máquina.
- Los dispositivos que estaban implementados en los seis (6) gabinetes y seis (6) tableros de control fueron removidos en su totalidad, inventariados y almacenados como componentes de reserva ante alguna posible falla de cualquier máquina en la planta. Cabe aclarar que se reutilizaron



unas protecciones y dos (2) transformadores que suplirán solenoides y aires acondicionados en los nuevos gabinetes.

- Se realizó un mantenimiento detallado de cada uno de los dispositivos que se reutilizaron, nombrados anteriormente, para comprobar su correcto funcionamiento y evitar futuros fallos en los circuitos de conexiones.
- De la misma manera que se reutilizaron ciertos componentes eléctricos, se llegó a la conclusión de diseñar y construir el interior de los nuevos tableros y gabinetes tomando como base las medidas externas de los mismos para volver a implementarlos y reducir gastos.

VIII. OBSERVACIONES.

Los nuevos dispositivos a implementar fueron adquiridos previamente por el ingeniero que se encontraba encargado de automatización y control, al iniciar el nuevo diseño, se realizaron cambios de mejora. Se consiguieron nuevas ET200M para el control descentralizado de las estaciones 2 y 3, con el objetivo de reducir el cableado saliente de los gabinetes principales. Se hizo mantenimiento a algunos sensores finales de carrera con el fin de poder reutilizarlos y no tener que comprar nuevos dispositivos.

Por recorte en el presupuesto las unidades refrigerantes de los gabinetes, fueron reutilizadas de las que ya se encontraban en la máquina, mandándolas solamente a mantenimiento debido a que estas se

encontraron por mas de 5 años sin ser utilizadas.

IX. PROPUESTA DE MEJORA.

En la mesa principal de la máquina, los movimientos para la posición Cero, están dados por un motor hidráulico, que por medio de una válvula de frenado y unas válvulas reguladoras de caudal, permite modificar la velocidad de movimiento de la mesa y el frenado de esta para el cambio de movimiento. Varios de los problemas que se han tenido a la fecha, vienen dados por fallas en los sellos del motor y de las válvulas, que no permitían el correcto funcionamiento del circuito hidráulico. Aunque, a la fecha los inconvenientes ya se han superado, se propone la implementación de un servomotor, en reemplazo del motor hidráulico, debido a que este, permite un mejor control del movimiento y disminuye la probabilidad de fallas en la parte hidráulica.

Según las especificaciones del motor hidráulico que actualmente posee la máquina, se necesitaría un servomotor de las siguientes características:

Marca	Velocidad	Torque	Tipo de encoder	Descripción
Siemens	60 RPM	1900 N.M	DriveCliq	Caja reductora.

RECONOCIMIENTOS

Se da agradecimiento especial a todas aquellas personas que nos permitieron ser parte de este proyecto y del equipo del área de Automatización en DANA Transejes, al ingeniero Sergio Álvarez Gerente del Departamento de Mejoramiento Continuo, al Ingeniero Luís Caro y al Ingeniero Omar Gómez; a Edgar Ferreira practicante de Mecánica



de la Universidad Industrial de Santander, con quien se está desarrollando el proyecto en la empresa en un trabajo conjunto, permitiendo hasta el momento lograr las metas planteadas. Y la Familia Dana – Transejes, quienes desde el primer día nos recibió con los brazos abiertos y nos permitió ser miembros de tal prestigiosa empresa.

REFERENCIAS.

- Documentación del programa original de la Fresadora Ex – Cell – O XG 610 CN. [1]
- Planos eléctricos del Fabricante de la Fresadora Ex – Cell – O XG 610 CN. [2]
- Documento Corporativo JUNTAS HOMOCINETICAS ¿de dónde viene ese ruido?, almanaque 5, Autor: Dana – Transejes Colombia. Tomado directo de la empresa. [3]
- Documento Corporativo EJES HOMOCINETICOS, ¿Qué son? ¿cómo funcionan?, almanaque 1, Autor: Dana – Transejes Colombia. Tomado directo de la empresa. [4]
- Documento Corporativo EJES HOMOCINETICOS ¿Cuál es su tipo?, almanaque 2, Autor: Dana – Transejes Colombia. Tomado directo de la empresa. [5]
- Documento Corporativo JUNTAS HOMOCINETICAS ¿Cuáles son los componentes de una junta homocinética?, almanaque 3, Autor: Dana – Transejes Colombia. Tomado directo de la empresa. [6]
- Fuente de alimentación SITOP. Catalogo KT 10.1-2009 PDF. Autor: Siemens Industry. Fuente: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo2&aktprim=99&lang=es> [7]
- Sinumerik, Sinumerik 840D sl NCU manual PDF. Autor: Siemens Industry. Fuente: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo2&aktprim=99&lang=es> [8]
- Sinamics S120, Booksize power units Equipment manual PDF 11/2009 Autor: Siemens Industry. Fuente: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo2&aktprim=99&lang=es> [9]
- Sinamics 120 Control Units PDF. Autor: Siemens Industry. Fuente: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo2&aktprim=99&lang=es> [10]