

## RESUMEN

Con el análisis de la línea de producción realizado en la planta de la empresa Inaexpo, se determinó: que el sistema actual de abastecimiento tiene exceso de personal y además la capacidad de la maquina etiquetadora es desaprovechada (48 latas por minuto etiquetadas), debido al abastecimiento irregular de los enlatados. Con el diseño del sistema de alimentación semiautomático, la máquina etiquetadora tendrá la capacidad de proporcionar: 75 unidades por minuto en el caso de los enlatados de 1 Kg, 90 unidades por minuto en el caso de frascos y 104 unidades por minuto para los enlatados de 410 gr.

Los diferentes sistemas que permiten el abastecimiento de la máquina etiquetadora. Por ejemplo: el sistema de elevación, puede ser logrado de diversas formas. Por ejemplo, elevador de: cadena, cable o hidráulico. Para el análisis de las ventajas y desventajas de cada alternativa, se describió su funcionamiento y características. La correcta selección entre todas las alternativas expuestas se logró mediante la utilización de matrices de decisión, en las cuales se ponderó parámetros como: costo, construcción, instalación, frecuencia de mantenimiento, espacio, fiabilidad y otros parámetros propios de cada sistema. En el caso del sistema de elevación la mayor ponderación fue alcanzada por el elevador de cadena de rodillos.

El diseño del sistema de elevación posee la mayor cantidad de elementos sometidos a cálculo. Debido a que soporta la mayor carga y posee un número considerable de piezas que deben ser construidas. Este sistema está formado básicamente de una estructura metálica y componentes que permiten la transmisión de potencia, para la elevación de un bastidor. Esto permitió enfocar el cálculo en: dimensionamiento de ejes de transmisión, selección del perfil estructural y determinación de los pernos adecuados para el ensamblaje de la paleta del bastidor.

Los sistemas de: transporte y limpieza, no soportan cargas extremas (entre 13 y 20 kg) y sus componentes móviles permiten el desplazamiento de los enlatados a una velocidades (0.14 m/s). Por lo tanto, los cálculos realizados en

estos sistemas, no están basados en su estructura sino en sus componentes móviles: ejes de transmisión, chavetas.

El sistema de descarga está formado en su mayoría por elementos neumáticos, los mismos que son seleccionados y no calculados. Por tal motivo, los cálculos realizados para el sistema de descarga, se centraron en obtener las velocidades adecuadas para abastecer el número de unidades previsto hacia las máquinas etiquetadoras.

Una de las exigencias que deben cumplir los sistemas de: elevación, descarga, transporte y limpieza, es la facilidad de acoplarse a tres formatos de productos: frascos, enlatados de 450 gr y 1 kg. Por lo tanto, en cada uno de los sistemas se diseñó mecanismos que permiten acoplarlos a cada formato.

El control que permite el funcionamiento conjunto de todos los sistemas se realiza mediante un PLC. Todos los sistemas requieren de un solo operador. Para esto, se tomó en cuenta algunas instancias en la programación del PLC, de esta forma se logró que el operador pueda manejar cualquier inconveniente, sin necesidad de asistencia. Por ejemplo: el ciclo de descarga de un palet empieza y termina con una sola pulsación, esto admite que el operador pueda vigilar el proceso de descarga.

La correcta selección de los elementos de: potencia, eléctricos, neumáticos y de control se realizó mediante el cálculo de los parámetros esenciales para su localización en catálogos. Para el caso de los elementos neumáticos y moto reductores, la utilización de catálogos interactivos permitió una selección rápida y eficiente. Además los catálogos proporcionaron dibujos que facilitaron la localización de estos elementos en planos de conjunto.

En los capítulos de: selección y diseño de elementos, existía la necesidad de lograr un proceso ordenado de cálculo, combinado con la visualización de la forma y dimensiones de los distintos sistemas. Esto se logró con la utilización de los paquetes computacionales: Mathcad V11 y Autocad 2002 respectivamente.

Por tratarse del diseño de un prototipo, además de los cálculos realizados, se pidió una verificación que ratifique el correcto diseño de las partes críticas, consideradas en cada sistema. Para esta verificación, se utilizó el paquete Cosmos Works 2004, este paquete permitió verificar los diseños mediante el cálculo del factor de seguridad y la distribución de esfuerzos. Este programa muestra estos dos parámetros a través de toda la pieza mediante una gama de colores. Los resultados dados por este software permiten concluir que los cálculos realizados son correctos, pues, los valores superiores a la unidad del factor de seguridad, muestran que el esfuerzo máximo al cual están sometidas cada una de las piezas, es menor que el límite de resistencia especificado por el fabricante del material.

Debido a la naturaleza semiautomática del funcionamiento de los sistemas de elevación y transporte, la programación del PLC que los controla debe ser verificada. El correcto funcionamiento de este sistema de control se corroboró en el paquete Fluid Sim-P V 3.5, debido a que la mayoría de componentes controlados son neumáticos. En la simulación se logró comprobar el funcionamiento adecuado de todas las instancias previstas en su diseño. El diagrama de escalera realizado en este simulador es el mismo que posee el PLC que controla los dos sistemas.

Basados en el costo horario de la máquina, la reducción de personal en los dos turnos en los que operará la máquina y en la tasa de crecimiento aproximada de la producción, en un período de cinco años, se obtuvo los valores de VAN= 2174.15 y TIR=15%, de los cuales concluimos que el proyecto es viable debido al valor positivo del VAN que indica que esta inversión incrementa el valor de la empresa y el TIR indica el valor en porcentaje que me paga esta inversión si se realiza.

## **REFERENCIAS**

### **BIBLIOGRÁFICAS**

**GERE, J. M. y TIMOSHENKO, S. P. Mecánica de Materiales. Traducido del inglés por José de la Cera Alonso. 4ta ed. México. Thomson. 1998. pp 321-327.**

**NORTON R. L. Diseño de Máquinas. Traducido del inglés por Gabriel Sánchez García. Primera ed. México. Prentice Hall. 1999. pp. 149-687**

**SHIGLEY J. E. y MISCHKE C. R. Diseño en Ingeniería Mecánica. Traducido del inglés por Javier León Cárdenas. 6ta ed. México. Mc Graw Hill. 2003. pp. 506-519**

**Müller W. et al. Electrotecnia de Potencia. Traducido del alemán por Jorge Romano Rodríguez. Especial ed. España. Reverté. 1984. pp. 120-125**

**ECUADOR, INSTITUTO DE NORMALIZACIÓN. Código de Dibujo Técnico. 3ra ed. Ecuador. INEN. Serie Normalización No 009. 1989-10-02. pp. 1-110**

**MATA J. ÁLVAREZ C. y VIDONDO T. Dibujo Mecánica. Primera ed. España. Edebé. 1985. II. pp. 87-177**

**Link Belt. Power Transmission Products. U.S.A. 1977. pp C-13 – C-84**

**Icobandas. Bandas Para Transmisión y Transporte. Colombia. 2002. pp. 38-46**

### **INFORMACIÓN MAGNÉTICA**

**CD. FESTO. Programa Interactivo de Selección de Elementos Neumáticos. 2003**

**CD. Danfoss Bauer. Programa Interactivo de Selección de Motores Reductores. 1999**

**CD. DODGE. High Torque Synchronous Belt Drives Catalog. 2004**

**Disquet. Programa Interactivo de Selección y Aplicación de Aceros. 2004**

## **DIRECCIONES DE INTERNET**

**<http://www.skf.com/skf/productcatalogue>. Página de propiedades del producto. 31/05/2004**