

Separador de Tubos para Máquina KATAKEN

Reporte de proyecto

M.C. Héctor Arellano Rangel¹, Ing. Roberto Mata Vázquez¹, Ing. Roberto Zelada Peña².

(1) Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

(2) Texas Instruments de México S.A. de C.V.

Instituto Tecnológico de Aguascalientes. Av. López Mateos No. 1801 Ote. Fracc. Bona Gens.

Aguascalientes, Ags. Tel: (014) – 9-10-50-02, Fax (014)-9-70-04-23

e-mail: harellanor@hotmail.com

Resumen

En este reporte de proyecto se presenta el diseño del sistema que realiza la separación de los tubos 1 y 14 dentro del proceso de llenado de tubos antiestáticos de la máquina modelo KATAKEN, la cual forma parte de la línea de producción de la empresa Texas Instruments de México y se encarga del corte, formado, simbolizado y llenado de circuitos integrados.

La separación de los tubos 1 y 14 se realiza debido a que son los que contienen circuitos integrados con problema de formado y simbolizado.

Con el desarrollo del sistema se logra reducir el tiempo del proceso de llenado de tubos antiestáticos, facilitar el manejo de la máquina y aumentar la productividad del proceso.

Palabras clave

Tubos antiestáticos, circuitos integrados, KATAKEN.

Abstract

This report of project presents the design of the system that separates the pipes 1 and 14 in the filling process of antistatic pipes in the KATAKEN machine, which is a part of the production line of the company Texas Instruments of Mexico and realizes the cut, formed, symbolized and filled of integrated circuits.

The separation of the pipes 1 and 14 is for that they contain integrated circuits with problem of formed and symbolized.

With the development of the system there is a decrease in the filled process time, facilitates the handling of the machine and increases the productivity of the process.

Key Words

Antistatic pipes, integrated circuits, KATAKEN

Introducción

Dentro de los procesos que se llevan a cabo en la máquina KATAKEN está el del llenado de tubos

antiestáticos con circuitos integrados, los cuales previamente han sido cortados, formados y simbolizados. En la figura 1 se puede apreciar en forma esquemática el proceso de llenado, el cual comienza con la colocación de los tubos vacíos en un recipiente especial para que posteriormente sean separados o singularizados por un carrusel, el cual también realiza la orientación de los mismos, de tal manera que el llenado se realice en forma adecuada, posteriormente, son separados en grupos de 14 tubos y transportados a la zona de llenado donde los circuitos integrados fluyen hacia los tubos hasta que todos hayan completado su capacidad, posteriormente son transportados hacia una tolva de descarga donde son recogidos por el operario para continuar con el proceso denominado, inspección visual mecánica y concluir con el empaque de tubos.

La inspección visual mecánica es un proceso en el cual el operario revisa que los circuitos integrados no presenten daño en el formado de las terminales y que el simbolizado que caracteriza a cada pieza sea legible y estén de acuerdo con los parámetros especificados por la empresa; en caso de detectar cualquiera de estos problemas, los circuitos integrados son separados de sus respectivos tubos y son desechados. La inspección se lleva a cabo con todos y cada uno de los tubos procesados, actividad que consume un tiempo considerable y que influye significativamente en el tiempo total del proceso de llenado de tubos antiestáticos.

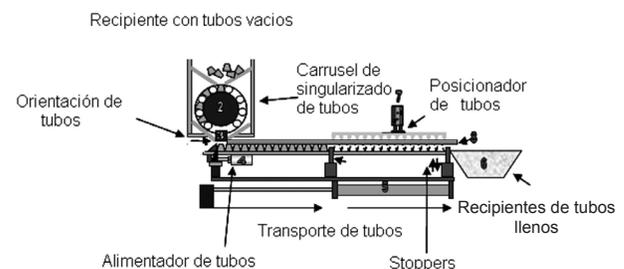


Figura 1. Proceso de llenado de tubos.

Como parte de las políticas de mejora continua de la empresa, se realizó un análisis de las condiciones de operación del proceso de simbolizado, corte, forma, llenado e inspección de circuitos integrados que lleva a cabo la máquina KATAKEN, con el objeto de detectar condiciones de operación que al modificarse pudieran mejorar su desempeño. Uno de estos análisis, se llevó a cabo específicamente en el proceso de inspección visual mecánica. El análisis consistió en realizar un control estadístico de los circuitos integrados que presentan problemas de formado y simbolizado, con el objeto de determinar el grado del problema y la procedencia de los mismos. El análisis arrojó que, del total de circuitos integrados que presentan algún problema de formado o simbolizado, el 99% no cumplen con los parámetros de calidad estipulados por la empresa y en su totalidad provienen de los tubos 1 y 14; el restante 1% si cumplen con los mencionados parámetros de calidad y su procedencia es de los tubos restantes. Los problemas de formado y simbolizado se presentan fundamentalmente, debido a la conformación física de los armazones donde previamente se colocan los circuitos integrados y al molde con el que se realiza la separación de los mismos, además de las características de operación del sistema que realiza el simbolizado. Con el propósito de resolver el problema, se propuso diseñar un mecanismo que durante el proceso de llenado realizara la separación del primero y último tubo de cada conjunto de 14, que como se ha especificado son los que contienen circuito integrados con problemas de formado y simbolizado. Con lo anterior la inspección solo se debe hacer a únicamente 2 tubos.

Este proyecto surge como una mejora al proyecto denominado Automatización del proceso de llenado de tubos para máquina KATAKEN, el cual fue el primer proyecto en el cual el Instituto Tecnológico de Aguascalientes, a través del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica participó con la empresa Texas Instruments de México y el cual tuvo como objetivo automatizar el proceso de llenado de tubos antiestáticos.

Desarrollo

En primer lugar se establecieron las características básicas que debe tener el sistema separador, tomando como base las políticas de la empresa y las condiciones de operación de la máquina KATAKEN, las cuales se describen a continuación.

1.- Mantenimiento.- Con el objeto de facilitar y reducir el tiempo en el que se realiza el mantenimiento, la ubicación y la calidad de los componentes debe ser tal que sean accesibles y fáciles de desmontar.

2.- Área de trabajo.- El diseño debe de tomar en cuenta las características del sistema de llenado de tubos, de tal manera que con su operación no afecte la eficiencia y confiabilidad de dicho sistema.

3.- Ecología.- El diseño debe de observar todas las normas establecidas por la empresa, en cuanto al cuidado del medio ambiente, tales como ruido, contaminación, etcétera, para que con su operación no afecte el área de influencia.

4.- Componentes del sistema.- Los componentes empleados en la construcción deberán de ser del mismo tipo que los utilizados en el sistema de llenado de tubos, con el propósito de mantener homogéneo al equipo.

De acuerdo con lo anterior y tomando como base la observación del proceso, la operación que debe realizar el sistema es la siguiente:

El sistema debe ser capaz de detectar dentro del grupo de 14 tubos de cada descarga, la presencia del tubo 1 y el tubo 14, separarlos y colocarlos en un recipiente especial, de donde serán retirados por el operario para realizar la operación de inspección visual mecánica.

Una vez establecidas las características de operación del sistema a desarrollar, se planteó un diagrama a bloques con el objeto de tener una idea global de los elementos que lo conforman y establecer la relación entre cada uno de ellos, con el objeto de simplificar el proceso de diseño.

El diagrama a bloques propuesto se presenta en la figura 2 y a continuación se describe la función de cada uno de los bloques.

El bloque de detección de tubos 1 y 14 tiene la función de establecer durante el proceso de traslado, el momento exacto en el cual los mencionados tubos se encuentren justo en la posición adecuada para su separación. Cuando lo anterior suceda el bloque enviará una indicación al bloque de control para que detenga la operación del proceso de traslado y pueda llevarse a cabo el retiro de los tubos.

El bloque de separación de tubos retira los tubos 1 y 14, una vez que se haya detenido el proceso de trasladado.

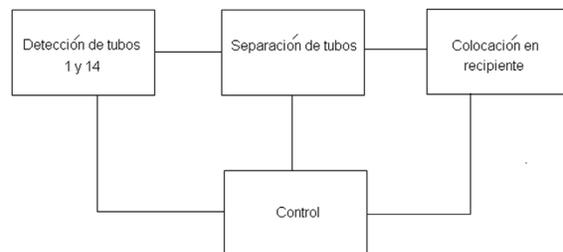


Figura 2. Diagrama a bloques del sistema.

Por su parte el bloque de colocación en recipiente, realiza el acomodo de los tubos en un recipiente especial donde el operario pueda retirarlos para posteriormente realizar la inspección respectiva.

El bloque de control es el encargado de coordinar el trabajo del sistema, de tal manera que con la información recibida active los mecanismos necesarios que permitan llevar a cabo en forma correcta la separación de los tubos. Esta acción de control estará a cargo de un PLC.

Tomando como base lo anterior, se elaboró en conjunto con el personal de la empresa, la propuesta para el sistema que se presenta en la figura 3 y que se describe a continuación.

El sistema consta de un par de sensores que son los encargados de detectar la presencia de los tubos, los cuales se encuentran justo bajo el recipiente que alojará dichos tubos, el cual es denominado contenedor de tubo 1 y 14, tal y como se puede apreciar en la figura 3. Los cilindros separadores son los encargados de retirar los tubos y trasladarlos al contenedor. Una vez que los tubos han sido colocados en el contenedor se activa un mecanismo que tiene la capacidad de sujetarlos e impedir que regresen a la zona de traslado y con ello puedan interferir con el adecuado funcionamiento del equipo.

El sistema también cuenta con sensores que le indican en todo momento al PLC, la posición de los cilindros separadores, con el propósito de poder llevar un adecuado control del proceso.

El sistema cuenta además con todos los ensamblajes mecánicos, que permiten llevar a cabo la correcta separación de los tubos.

La coordinación del trabajo del sistema se efectúa por medio del PLC Omron modelo CS1GCPU44H [1] que se emplea en el control del proceso general de la máquina KATAKEN.

En la figura 4 se muestra un diagrama más específico del proceso de detección y separación de los tubos, en donde se puede ver que el primer tubo en separarse es el 14, y en el momento de ser detectado por los

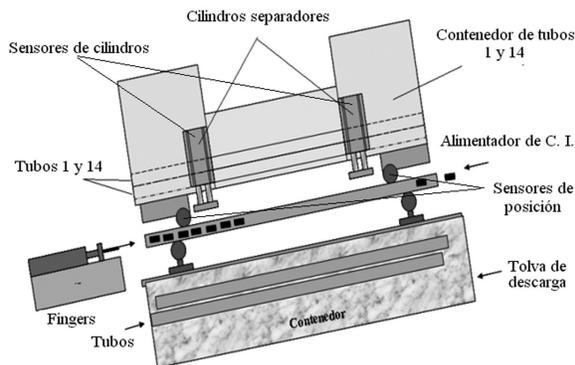


Figura 3. Sistema separador de tubos.

Detección y separación de los tubos 1 y 14

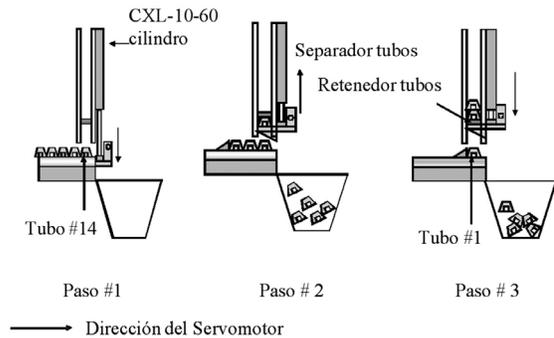


Figura 4. Proceso de detección y separación de los tubos 1 y 14.

sensores, el PLC detiene el movimiento del servomotor y actúa el par de cilindros que realizan la separación y lo colocan en el recipiente. Una vez que el tubo ha sido separado, el PLC desactiva los cilindros y activa el servomotor, permitiendo el flujo de los tubos hacia la tolva de descarga. Cuando el tubo número 1 es detectado, el PLC detiene el servomotor y activa nuevamente los cilindros para que dicho tubo sea llevado al recipiente y una vez que esta acción es ejecutada, activa nuevamente el servomotor para que la placa donde son transportados los tubos, regrese a la posición de inicio y de comienzo un nuevo proceso de transporte, llenado y separación de tubos.

Una vez definida la estructura y la operación del sistema de separación, el siguiente paso consistió en la selección de los dispositivos más adecuados para desarrollar cada una de las actividades previamente definidas, considerando las normas establecidas por la empresa y las condiciones de operación mencionadas. Considerando lo anterior, el proceso que se siguió para la selección de los dispositivos fue similar al empleado en el diseño del sistema de llenado de tubos y que consta de los siguientes pasos:

- Estudio de la operación del sistema.
- Estudio de alternativas.
- Selección de la mejor alternativa.
- Análisis de los diferentes tipos de dispositivos.
- Determinación del dispositivo más adecuado.
- Análisis matemático del dispositivo.
- Establecimiento de la relación entre variables dependientes e independientes.
- Establecimiento de los parámetros de operación.
- Selección del fabricante.
- Análisis de productos.
- Selección del dispositivo.

En el caso específico de los cilindros que se utilizan en el proceso de separación, considerando la presión de la línea de alimentación de aire del sistema, el desplazamiento que deben de efectuar, la fuerza que deben ejercer y el tipo de operación, se utilizan dos cilindros CXL1060 de la empresa SMC[2].

Con el propósito de que el PLC pueda tener un adecuado control sobre la operación de los cilindros, se deben de especificar los sensores de fin de carrera y las electroválvulas a utilizarse.

Con respecto a los dispositivos que determinan si ya se ha completado la trayectoria de los cilindros, el fabricante de los mismos recomienda el uso de los sensores de fin de carrera con número de parte DZ73[3], dispositivos de su propia línea de producción, los cuales están diseñados de tal manera que se adaptan adecuadamente a las características físicas de los cilindros. En cuanto a sus parámetros eléctricos, estos dispositivos tienen un voltaje de carga nominal de 24 volts de CD y una corriente de carga máximas de 40 mA, parámetros que son compatibles con los parámetros de operación de las entradas del PLC, que trabaja con un voltaje nominal de 24 volts de CD y corriente de entrada de 7 mA. En la figura 5 se puede apreciar la ubicación de los cilindros y la posición de los sensores de fin de carrera.

Si se toma en consideración la presión de trabajo de los cilindros de 0.4482 MPa, y los parámetros eléctricos de las salidas del PLC como velocidad de respuesta de 0.5 ms, voltaje de salida de 24 volts de CD y la corriente de carga máxima de 500 mA [1], las electroválvulas compatibles con dichos parámetros son las fabricadas por la empresa SMC con número de parte VZ5120-5MZ-01[4].

El diagrama neumático del sistema que muestra la interconexión entre los elementos mencionados se presenta en la figura 6.

En cuanto a la selección de los sensores para detectar la presencia de los tubos en la zona en la cual se lleva a cabo el proceso de separación, una vez analizado su trabajo y con base en las características físicas de los tubos que determinan el área a detectar, la distribución

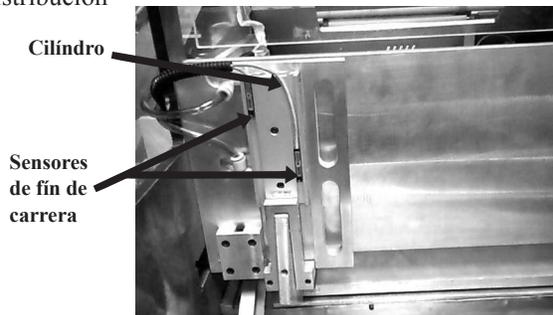


Figura 5. Cilindros y sensores de fin de carrera.

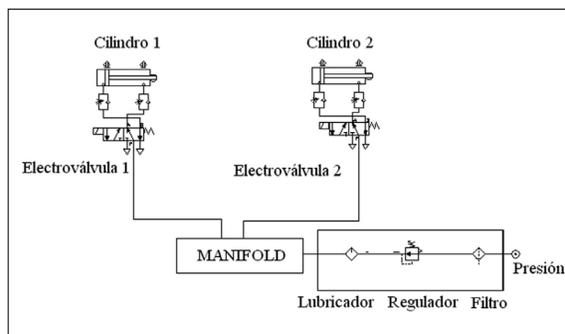


Figura 6.- Diagrama Neumático del sistema.

física del sistema (que establece la distancia a la cual se colocarán los sensores con respecto al tubo antiestático) así como su constitución física (que debe de ser flexible y compacta con él propósito de tener un buen margen de ajuste de posición y mayores opciones para su colocación), la velocidad de respuesta de los sensores, la velocidad a la cual se desplaza la charola transportadora y al voltaje de polarización, se emplearon los sensores de fibra óptica FU – 35FA[5] de la compañía Keyence.

Como estos sensores no son compatibles con las entradas del PLC, es necesario utilizar circuitos de acoplamiento, que en este caso particular y tomando en cuenta los parámetros eléctricos del PLC y del sensor, se emplea un acoplador (amplificador) modelo FS2–60[6] de la misma empresa Keyence. Estos amplificadores cuentan además con un indicador que se enciende cuando se está en la condición de sentido para un mejor control y supervisión de su operación.

La parte mas importante dentro del sistema de separación es quizá el mecanismo que permite su adecuada operación, para su diseño se tomaron en cuenta las condiciones de trabajo de la máquina KATAKEN, las limitaciones de espacio y las especificaciones del tipo de material a emplearse establecidas por la empresa. Una vez diseñadas cada una de las partes que conforman el mecanismo mediante el empleo del AUTOCAD, se procedió a realizar el maquinado de las mismas, actividad que se llevó a cabo en el taller de máquinas y herramientas de la empresa.

Una vez concluido el maquinado de las piezas, se procedió al armado del sistema y a la colocación de los dispositivos eléctricos y neumáticos, desarrollándose en forma paralela el diagrama de escalera correspondiente, para la adecuada coordinación del sistema y con base en este diagrama realizar las modificaciones al programa del PLC de la máquina KATAKEN, para una correcta coordinación del proceso de detección y separación, sin interferir con el trabajo global de la máquina. En la figura 7 se muestra la ubicación del sistema.

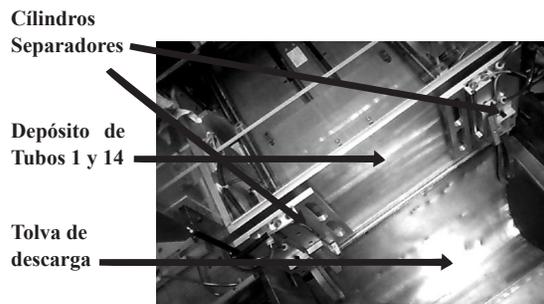


Figura 7. Vista del sistema separador.

Resultados

Con el desarrollo del proyecto se consigue la separación automática de los tubos 1 y 14 del llenado de tubos antiestáticos, lo que trae como consecuencia directa una simplificación del proceso de inspección visual mecánica ya que el operario tendrá que verificar solo 2 de los 14 tubos de cada descarga, lo que representa una disminución del 86% en cuanto a las actividades realizadas en dicho proceso, lo que a su vez trae como consecuencia una menor fatiga del trabajador y por lo tanto un mayor rendimiento en sus actividades diarias.

En cuanto al tiempo del procesamiento del llenado de tubos antiestáticos y con base en un estudio realizado por la empresa se alcanza una reducción del 4%, hecho que en forma global mejora la eficiencia del proceso del sistema de trabajo de la máquina KATAKEN.

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos se puede afirmar que el objetivo planteado en el proyecto se cumplió plenamente, debido a que se logró la automatización del proceso de separación de los tubos 1 y 14.

Con la automatización de dicho proceso se logra además, una mejora sustantiva en los parámetros de operación del sistema de producción de circuitos integrados y a los trabajadores se les reduce una de las tareas más tediosas, lo que redundará en un mejor desempeño de los mismos, y en cuanto a la empresa, le permite alcanzar una de sus metas fundamentales que es la de ofrecer un ambiente de trabajo más adecuado y una optimización de sus recursos.

Referencias

- [1] CS1GCPU44H Data Sheets (2007), OMRON, U.S.A., <http://www.omron.com>
- [2] CXL1060, Data Sheets (2007), SMC, U.S.A., <http://www.smcusa.com>
- [3] DZ73, Data Sheets (2007), SMC, U.S.A., <http://www.smcusa.com>
- [4] VZ5120-5MZ-0, Data Sheets (2007), SMC, U.S.A., <http://www.smcusa.com>
- [5] FU – 35FA, Data Sheets (2007), Keyence, U.S.A., <http://www.keyence.com>
- [6] FS2–60, Data Sheets (2007), Keyence, U.S.A., <http://www.keyence.com>.

Artículo recibido: 22 de junio del 2007

Aceptado para publicación: 1 de noviembre del 2007