

Automatización y control de una línea de ensamble de transmisores clicker con robots de seis grados de libertad y PLC

SALAZAR-OLIVA, Lilia Rosa†, MAYORQUIN-ROBLES, Jesús Antonio, MEDINA-MUÑOZ, Luis Arturo y ROBLES-VERDUZCO, Carlos Benigno

Departamento de Metal-Mecánica, Instituto Tecnológico de Nogales

Recibido 3 de Enero, 2017; Aceptado 2 de Marzo, 2017

Resumen

Debido a la creciente demanda de este producto, se ha venido incrementando su producción haciendo cada vez mas difícil cumplir los requerimientos del cliente tanto en volumen como en calidad, por lo que fue necesario buscar una solución. Por tanto dicha solución consiste en automatizar la línea de ensamble de transmisores clicker, para llevar a cabo la automatización de esta operación se utilizaran como controlador principal un PLC, mediante el cual se monitorearan guardas, puertas de acceso y alarmas, para el ensamblado se utilizaran brazos roboticos con seis grados de libertad, con controladores de la marca FANUC, uno de ellos se encargara de la alimentación de un conveyor con las piezas necesarias tomándolas de carritos surtidores, después 3 robots mas se encargaran de tomar material y armar los transmisores pieza por pieza en un fixture, al terminar lo pondrán sobre el mismo conveyor, después el 5to y ultimo robot se encargara de colocarlo en la estación de prueba donde se validara la funcionalidad del mismo, posteriormente será depositado en una resbaladilla que los llevara directamente a empaque.

Automatizacion, PLC, Fixture, Clicker, Robots

Abstract

Due to the growing demand of this product, it's increased production has made it harder to meet customer requirements in both volume and quality; so it was necessary to find a solution. Therefore, said solution consists of automating the clicker transmitter assembly line. A PLC as a principal controller will be used to automate this procedure. It will monitor the guards, access doors, and alarms. For the assembly, robotic arms with six degrees of freedom will be used with FANUC brand controllers. One of them will be in charge of feeding a conveyor with the necessary pieces taken from a dispenser cart. Next, 3 more robots will be in charge of taking the materials and assembling the transmitters piece by piece in a fixture. Once finished, they will be placed in the same conveyor. Afterwards, the 5th, and last, robot will be in charge of delivering them to the test station; where their functionality will be tested. These will then be placed in a slide that will take them directly to packaging.

Automation, PLC, Fixture, Clicker, Robots

Citación: SALAZAR-OLIVA, Lilia Rosa, MAYORQUIN-ROBLES, Jesús Antonio, MEDINA-MUÑOZ, Luis Arturo y ROBLES-VERDUZCO, Carlos Benigno. Automatización y control de una línea de ensamble de transmisores clicker con robots de seis grados de libertad y PLC. Revista de Innovación Sistemática 2017. 1-1:10-23

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Hoy en día la creciente competencia en el sector industrial hace que la automatización no sea una opción para mantenerse en el mercado, sino una necesidad. Los sistemas de manufactura existentes se han transformado gracias al desarrollo de las máquinas herramientas, la implementación de robots industriales, monitoreo y control de la producción, entre otros.

El término automatización se propuso en los años cuarenta en Estados Unidos para indicar el manejo y proceso automáticos de las máquinas en la producción. En los sistemas de producción actuales, uno de los elementos más importantes para la automatización lo constituyen los robots industriales (Kalpakjian & Schmid, 2008).

Existen distintas definiciones para lo que es un robot industrial; la International Organization for Standardization (2012) describe a un robot industrial como una “máquina formada por un mecanismo que incluye varios grados de libertad, que a menudo tiene la apariencia de uno o varios brazos que terminan en una muñeca con la capacidad de sujetar una herramienta, una pieza de trabajo, o un dispositivo de inspección”.

El proyecto e implementación de un sistema robotizado implica la consideración de muchos factores, como son la selección adecuada del robot, disposición del robot en la célula del trabajo, plano de implementación del sistema, elementos pasivos como mesas, alimentadores, herramientas y elementos activos como PLC, máquinas CN, manipuladores secuenciales, entre otros. (Martín Hernández, et. al., 2013).

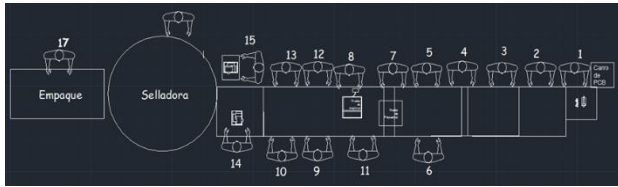
El presente trabajo mostrará información técnica y resultados de la automatización de una línea de ensamble de transmisores clicker, que consiste en tomar una línea de producción y revisar cada parte de su proceso con el fin de detectar los puntos críticos y buscar una solución automatizada para disminuir el tiempo, aumentar la calidad, la seguridad de producción y reducir los costos de producción.

En términos generales, se plasma un sistema automático de una celda capaz de ensamblar cada una de las partes de un transmisor clicker, así como probarlo y dejarlo listo para el empaque. Este sistema es asistido por robots de la marca FANUC, un PLC como control principal que coordinará y llevará el inventario de materiales y de unidades ensambladas, un equipo de prueba desarrollado por ingeniería de pruebas “caja de Faraday”, un sistema de seguridad administrado por un PLC de seguridad de la marca BANNER, un grupo de operadores y guardas.

Análisis inicial

La celda a automatizar actualmente cuenta con una serie de estaciones de ensamblaje para cada una de sus partes, así como un equipo de prueba funcional capaz de detectar cualquier falla en el funcionamiento. Después éste es llevado a la estación de empaquetado y etiquetado.

Las dimensiones de la línea de ensamble de este son de alrededor de 20mts de largo por 3mts de ancho con la participación de 17 personas (figura 1), entre ellas materialistas, operadores de equipo de prueba y ensambladores.

**Figura 1** Línea manual

Fuente: *Elaboración propia*

El ensamble consta de 6 piezas que se ensamblan una a una a mano en una línea de producción, donde se prueban y se empaacan. Este proceso se divide en seis operaciones:

- Tomar la tapadera trasera (back cover) y colocar una etiqueta antirrobo en el interior, posteriormente ubicarla en una caja.
- Insertar batería al tablero.
- Colocar el tablero sobre la tapa trasera.
- Poner la tapa delantera (top cover) a presión sobre la tapa trasera con tablero.
- Someter a prueba en el equipo funcional.
- Colocar un botón y la tapa de configuración.
- Empacar.

En un turno de 9 horas en promedio se ensamblan 5,700 transmisores dando un aproximado de un trasmisor cada 6 segundos. Los tiempos aproximados por operación manual se presentan en la tabla 1.

Tiempos Aproximados por Operación		
# Operación	Descripción	Tiempo
1	Pegar etiqueta a la tapa trasera	3 a 4 seg.
2	Insertar batería al tablero	3 seg.
3	Colocar el tablero sobre la tapa trasera	3 a 4 seg.
4	Poner la tapa frontal	4 a 5 seg.
5	Probar en equipo funcional	6 seg.
6	Poner botón de plástico a presión	4 a 5 seg.
7	Poner la tapa de configuración	4 a 5 seg.

Tabla 1 Tiempos de Operación Manual

Fuente: *Elaboración propia*

Sistema de Automatización

Para automatizar esta línea de ensamble se pretende reducir la intervención humana, utilizando lo último en tecnología de automatización y control para mejorar el rendimiento, calidad del producto, seguridad y capacidad de producción. A partir del análisis inicial, se eligieron los componentes principales para el proceso, como son los robots, el controlador principal, el sistema de seguridad y la dinámica del nuevo proceso.

La implantación de un robot industrial en un determinado proceso exige un detallado estudio previo del proceso en cuestión, examinando las ventajas e inconvenientes que conlleva la introducción del robot. Dentro del catálogo de FANUC, una empresa líder en productos y servicios para automatización industrial, se eligió los FANUC LR Mate 200iD y FANUC M-10iA. La primera serie de robots se caracteriza por ser robots compactos de seis grados de libertad, con características similares a las de un brazo humano. Combina la mejor capacidad de carga de peso del robot con la protección estándar IP67 de la International Electrotechnical Commission (2013).

Esto hace que sea el mejor y más confiable mini robot para la automatización de procesos en muchas industrias.

Por otro lado, la serie M-10 de FANUC es el robot de manipulación más rápido de su clase. Esta serie ofrece un rendimiento mejorado y tiempos de ciclo optimizados en una amplia gama de operaciones de pick, place y machine tending. Con un peso de sólo 130 kg cuentan con una carga útil de 12 kg, velocidades de eje muy altas y aceleración que resulta en movimientos de muñeca altos. El brazo delgado integrado por cable y el soporte de montaje hueco de muñeca facilitan la operación incluso en áreas de trabajo confinadas (FANUC The Factory Automation Company, s.f.).

Los robots FANUC pueden ser programados de diferentes maneras. En este caso se utilizará un control TeachPendant y una interface de programación textual con comando e instrucciones definidas. En este entorno es posible desarrollar varios programas y ejecutar el que deseemos ya sea manual o llamándolos de uno a otro haciendo una especie de subrutinas y librerías para reutilizar código.

El PLC a utilizar sería de la plataforma CompacLogix, que iría junto con distintos módulos dentro de un gabinete principal. Esta plataforma es ideal para abordar aplicaciones de control a nivel máquina, con o sin movimiento simple, con una potencia y escalabilidad sin precedentes. Los módulos a utilizar son de la marca Allen-Bradley, y sus características son:

- Módulo de salidas. Su finalidad será para activación de solenoides, válvulas y lámparas.
- Módulo de contadores de alta velocidad. Estos se utilizarán para leer el encoder del conveyor y poder tener la posición exacta de las piezas.

- Módulo de salidas de relay. Estas se utilizarán para controlar contactores y actuadores que requieren alta corriente y baja velocidad de conmutación.
- Módulo de entradas configurables a positivo o negativo. Se utilizarán para la lectura de sensores y señales de entrada desde otros dispositivos, como status de robots o equipo de prueba.
- Módulo de salidas de estado sólido. Se utilizarán para mandar señales de inicio a los robots.

Para ayudar a optimizar el proceso de diseño y configuración Rockwell Automation (2017) ha mejorado el software. Ahora incluye una integración ampliada con herramientas de ingeniería así como contenido de aplicación predesarrollado para reemplazar código personalizado y nuevas funciones para ayudar a mejorar la seguridad. Studio 500 es un software que permite el desarrollo, programación y mantenimiento de los equipos y producto Allen Bradley.

De fuentes de alimentación, se utilizará una de 24VDC a 2A para alimentar los motores de las puertas corredizas de la zona de carga de material, y otra de 24VDC a 10A para alimentar la lógica y dispositivos de 24 volts necesarios para el control.

Para la comunicación entre diferentes dispositivos, se escogió el Stratix 5700 Industrial Managed Ethernet Switch. Este switch establece la comunicación entre los diferentes dispositivos con protocolo TCP/IP creando una red local y a su vez dando posibilidad de ver dicha red desde una red externa. De la misma manera, se escogió el SE20-84XTRJ822, 8 Port Industrial Ethernet Switch para mantener una comunicación cerrada entre los cinco robots.

Su finalidad será activar los sistemas de seguridad y evitar que colisionen entre ellos debido a que conocerán la posición de cada uno y mediante una calibración especial podrán determinar qué tan cerca se encuentra uno del otro.

La interface TURCK 8MB12Z-5P3-5/S90 Multiport Interface Boxes se utilizará para mantener un estándar en el tipo de conexión entre sensores, actuadores y PLC o robots, facilitando el reemplazo en caso de daño en alguno de ellos. Con su ayuda se disminuirá la cantidad de cables y acomodo, la identificación de las conexiones y gracias a sus indicadores luminosos se podrá determinar el buen funcionamiento.

El sistema de seguridad que se implementará contará con un controlador de seguridad modular. Se utilizará un controlador general BANNER / XS26-de que tiene la opción de expandirse para agregar hasta ocho módulos de expansión de I/Os. De los módulos a agregar está el BANNER / XS16si 16-pin Safety Input Module, cuya función será monitorear todos los sensores, interruptores de las puertas, posiciones de los carritos y señales de seguridad de los demás componentes. Otro módulo a utilizar es el BANNER / XS2ro Safety Relay Output Module, que tiene dos pares de salidas redundantes que cierran los circuitos de seguridad en los cinco robots: el primer par se utilizará para la señal "EMG" paro de emergencia y el segundo para el fence o perímetro. Un módulo de comunicación Ethernet/IP a RS485 para módulos de expulsión de I/Os se utilizará para aumentar el número de salidas y entradas del robot FANUC M-10iA ya que por hardware no cuenta con I/Os. Con este módulo se podrá leer y escribir en cualquiera de los puertos disponibles (BANNER Engineering Corp., s.f.).

Un switch BANNER / SSA-EB1 Flush-mount Solenoid Interlock Safety Switch Emergency Stop Push Button será utilizado como medida de seguridad. Este botón es un paro de emergencia general que deshabilita todo movimiento y proceso riesgoso, este va directamente al PLC de seguridad. Cinco de ellos se utilizarán para cubrir las zonas más peligrosas y al alcance de otras personas para ser accionado en cualquier momento. Otro elemento del sistema de seguridad sería IDEM / KLP Solenoid Interlock Safety Switch, donde varios de ellos serán utilizados para bloquear las puertas de acceso mientras las partes en movimientos están activas. Estos switches estarán conectados al sistema de seguridad y en caso de ser quebrantado, de igual manera, se desactivan todos los procesos de movimiento (IDEM Safety Switches, 2013).

Un relay de estado sólido se utilizará para controlar el encendido y apagado de los motores de las puertas. Al ser de estado sólido, se evita el riesgo de que se queden pegados debido al no formar una chispa al encenderse con alta corriente de carga por no tener contactos.

Finalmente, se utilizará un SMC Manifold, que es un compacto arreglo de ocho válvulas que optimiza el espacio y simplifica el control y las conexiones. Su función será el controlar los fixtures de cerrado y con el uso de válvulas de vacío, se controlarán unas ventosas que se utilizarán para los robots. Estas ventosas ayudarán a mover las piezas sin causar daños gracias a su gran adherencia y hermeticidad.

Diagramas de flujo de robots, control y seguridad

El robot probador espera una señal del PLC que le indica que el conveyor se ha detenido y puede empezar la inspección. Si encuentra partes disponibles toma el ensamble y la tapadera, se mueve a la estación de prueba, pone la tapa en el ensamble ya probado y lo intercambia por el ensamble sin probar. El ensamble probado lo mueve según el resultado de la prueba, si el resultado sale satisfactorio lo deposita en el área de empaque, de lo contrario lo deposita en el área para revisión técnica.

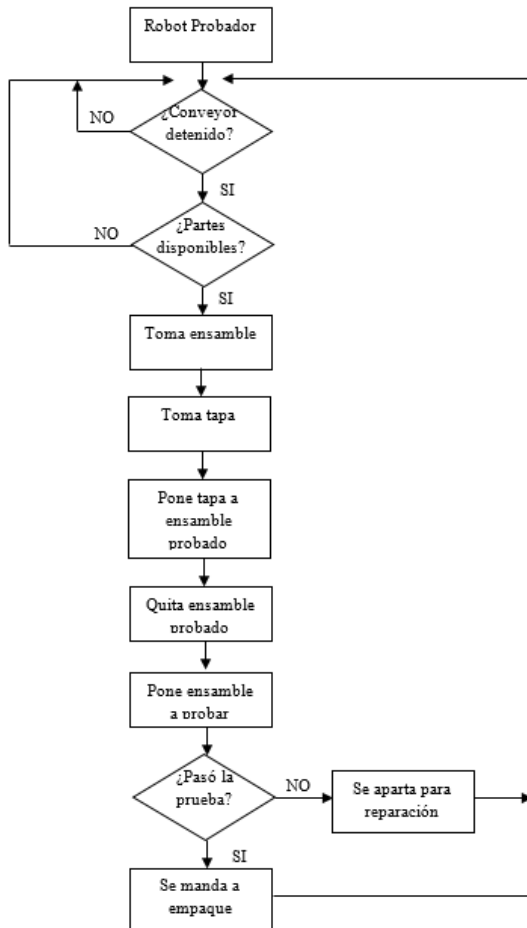


Figura 2 Diagrama de flujo del robot probador
Fuente: *Elaboración propia*

El robot ensamblador espera la señal del PLC que le indica que el conveyor se ha detenido y puede empezar la inspección. Si encuentra partes disponibles empieza por tomar la batería y la etiqueta, después mediante una inspección visual determina la posición de las piezas y toma la cobertura trasera y la monta en el fixture de armado, le coloca la etiqueta, toma el tablero, lo coloca sobre el fixture, le inserta la batería, toma la cobertura delantera la coloca sobre el fixture y manda cerrarlo. Después, toma el botón plástico y lo inserta en el ensamble, toma el ensamble y lo acomoda en el conveyor junto a la tapadera de configuración.

El robot de materiales recibe la orden de producción y según el inventario actual, acomoda las charolas con las diferentes partes. Una vez las charolas en posición, cuenta las partes y actualiza el inventario, luego saca las partes y las posa en el conveyor. Si una de estas charolas se vacía, la intercambia por otra del carrito. En caso de que el carrito este vacío da la orden de cambiarlo y si hay piezas disponibles de la misma pieza en otro lugar las toma de ahí. En caso de que el conveyor se llene, el robot espera hasta que se mueva y continúa surtiendo las piezas. Los diagramas de flujo de los robots se presentan de la figura 2 a la 4.

Las puertas para material son controladas por el PLC. Al terminarse el material de un carrito o simplemente elegir en el menú el reemplazo del mismo, la puerta debe moverse a la posición de carrito para cubrir esa zona mientras se hace el cambio y así evitar el acceso a la celda. Para hacer este movimiento es necesario verificar que el robot no este sacando o metiendo charolas para evitar una colisión; si este es el caso la tarea se detiene hasta que la condición es segura.

Al llegar a la posición del carrito a intercambiar, éste es liberado y se espera hasta que el nuevo carrito es ingresado para mover la puerta a su posición cero. Su diagrama de flujo se presenta en la figura 5.

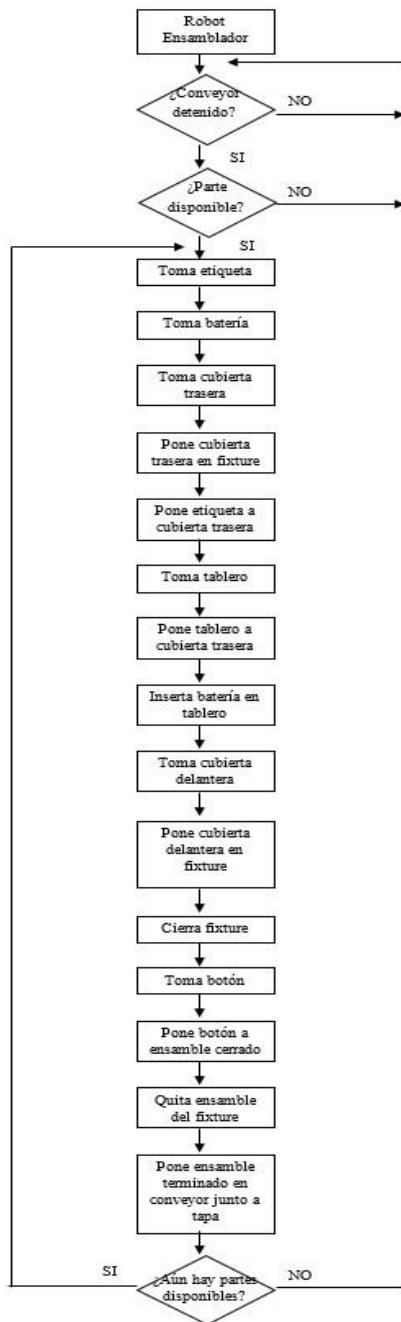


Figura 3 Diagrama de flujo del robot ensamblador
Fuente: Elaboración propia

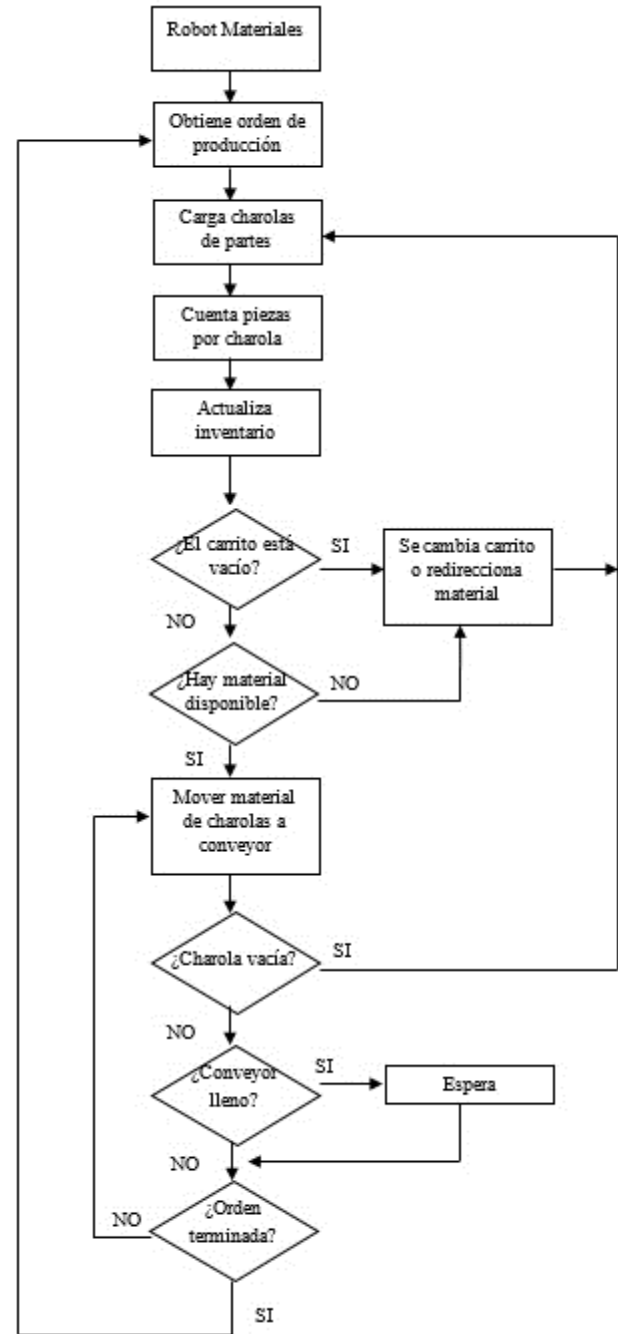


Figura 4 Diagrama de flujo de robot de materiales
Fuente: Elaboración propia

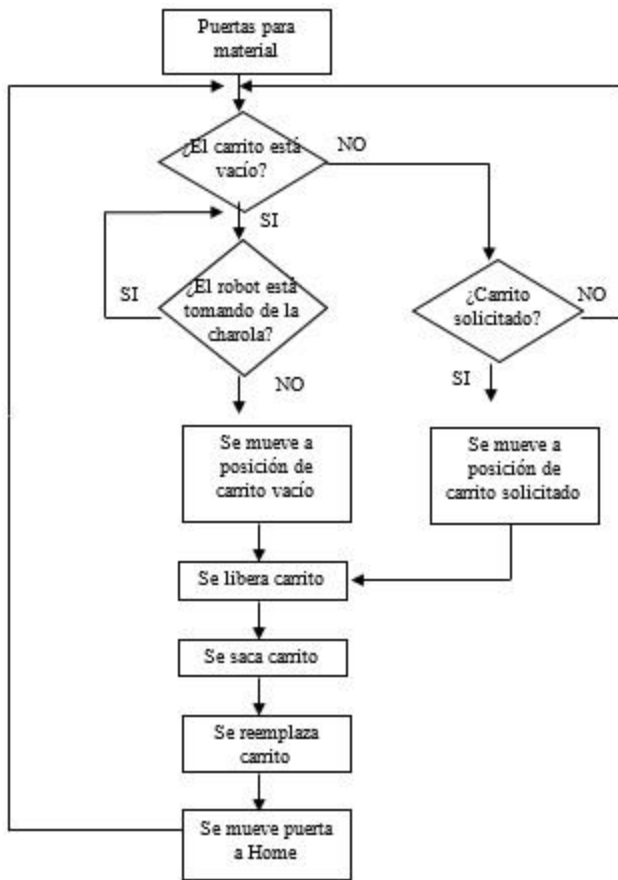


Figura 5 Diagrama de flujo para las puertas de material
Fuente: *Elaboración propia*

El controlador de seguridad trabaja independiente al PLC. Se encarga de monitorear los interruptores de paro de emergencia, las guardas de seguridad y sensores que cubren el perímetro del área además de habilitar y deshabilitar las funciones de los demás equipos. En caso de presionar un interruptor de paro de emergencia se detiene todo movimiento y alimentación riesgosa y ésta solo puede ser activada de nuevo restaurando el sistema a una condición segura. En caso de violar el perímetro, se deshabilitan los movimientos automáticos poniendo todo en modo JOG (sólo puede ser movido manualmente). Si la condición es completamente segura, se habilita el funcionamiento automático.

El diagrama de flujo del controlador de seguridad se presenta en la figura 6.

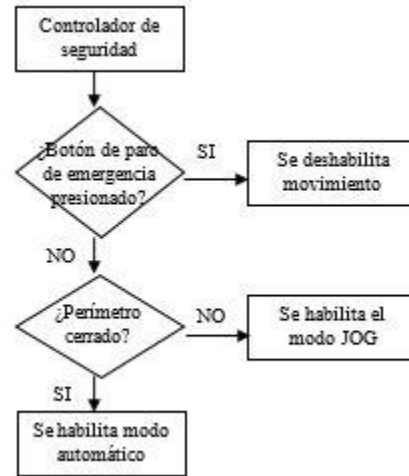


Figura 6 Diagrama de flujo de controlador de seguridad
Fuente: *Elaboración propia*

Resultados

Después de la selección de los componentes, diagramas se desarrollaron a la par con la construcción de estructuras para delimitar el área y montar los diferentes componentes que forman la celda.

Al analizar el área, se instaló el de gabinete principal (figura 7 y 8). En él se montó el gabinete que contiene toda la comunicación y control: el PLC CompacLogix L33ER junto a sus módulos, se alambraaron entradas y salidas del mismo hacia las interfaces multipuertos “junction boxes”, se colocó el conmutador para la comunicación Ethernet/IP, un conmutador para comunicación entre robots, se hicieron cables de Ethernet y se conectaron todos los dispositivos a la red. Se instalaron dos fuentes de poder de 24VDC, un controlador PowerFlex para motor de conveyor y un PLC de seguridad BANNER.

Éste se alambro con sus correspondientes interfaces multipuertos, se agregaron terminal blocks para las señales de los robots y se añadieron relays de estado sólido para controlar motores de DC. Posteriormente, se hizo la instalación de interruptores principales térmicos para proteger los equipos de sobrecargas.



Figura 7 Gabinete 1

Fuente: Elaboración propia

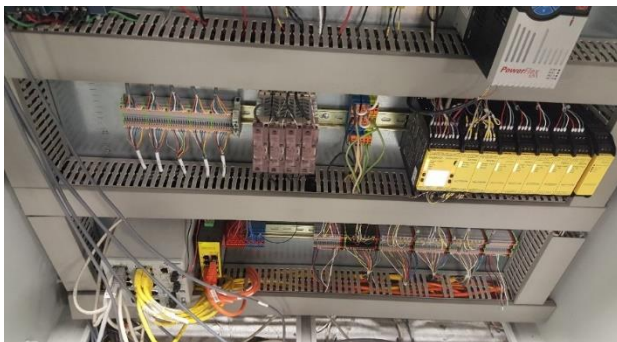


Figura 8 Gabinete 2

Fuente: Elaboración propia

Se continuó con la instalación de los robots ensambladores y probador (figura 9). En esta etapa los robots fueron fijados en sus bases alineados al conveyor con taquetes en el suelo (figura 10). Se montaron las cajas de control de cada robot en el panel principal de la celda, se hicieron las conexiones eléctricas de la toma de 220VAC y las conexiones entre caja y robot. Se encendieron, configuraron y calibraron.

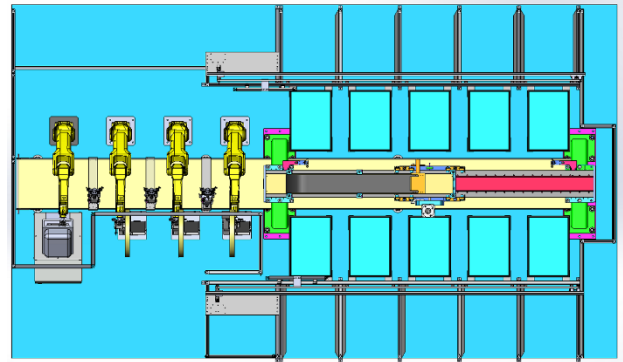


Figura 9 Diagrama de posición de los robots

Fuente: Elaboración propia

Luego se instalaron las herramientas de robots ensambladores. Aquí se instaló y probó la herramienta diseñada para los robots ensambladores y se alineó. Se instalaron líneas de vacío para las ventosas, se guio cableado del gripper desde la herramienta a una caja de conexiones y control de los puertos I/Os de los robots (figuras 11 a 14).



Figura 10 Robots instalados

Fuente: Elaboración propia

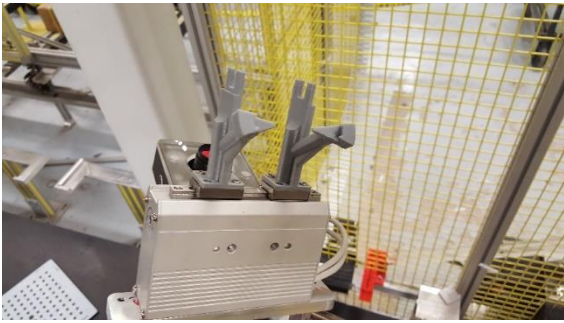


Figura 11 Herramienta para ensambladores
Fuente: *Elaboración propia*



Figura 12 Herramienta para ensambladores
Fuente: *Elaboración propia*



Figura 13 Caja I/Os Robots vacía
Fuente: *Elaboración propia*



Figura 14 Caja I/Os Robots instalada
Fuente: *Elaboración propia*

El siguiente paso fue la instalación del robot surtidor de materiales, su herramienta y válvulas de vacío (figura 15). Para ello se montó una grúa (7mo eje) de este robot a través de logística y medidas de seguridad. Una vez completada la operación, se instaló la herramienta con nueve ventosas para surtir piezas al conveyor y ganchos para meter y sacar charolas de los carritos. Se guiaron cables y mangueras desde las tomas principales a través de las canaletas de la grúa. Se instalaron dos manifolds para las nueve válvulas de vacío en la parte trasera del brazo, se instaló y alambraron los expansores de puertos I/Os mismos que activarán las válvulas y obtendrán las señales de vacío correcto.



Figura 15 Robot de materiales con herramienta
Fuente: Elaboración propia

Se instaló un fixture para el cierre de ensamble. Este fixture va sobre el conveyor accesible para el robot, donde se irán colocando cada una de las piezas para posteriormente cerrar a presión el trasmisor.

Los nuevos tiempos que se obtuvieron se visualizan en la tabla 2. Estos tiempos aproximados son de un solo robot ensamblador y dan aproximadamente 17 a 18 seg, dando el resultado de entre los tres tendríamos un tiempo de ciclo de casi 6 segundos, igual o menor al tiempo del proceso manual.

Posteriormente se instalaron las dispensadoras de etiquetas, que se encargarán de mantener lista una etiqueta para el robot. Estos dispensadores se instalaron del otro lado del conveyor al alcance del robot, y se alimentarán de un rollo con 5000 etiquetas suficientes para cubrir un turno.

Asimismo, se instalaron interruptores de límite para monitorear la posición de puertas corredizas y detectar la presencia de carritos en posición. También se instalaron solenoides bloqueadores de carrito, se alambraaron y se guiaron hasta las interfaces multipuerto (junction box) a través de conectores estándar de tipo M12.

Se instalaron dos Panel View Automation Direct para controlar y monitorear el proceso. Con estas interfaces para el operador podrá generar los gráficos y controles. El software que se utilizó fue de Automation Direct “C-MORE programming” (figura 16).

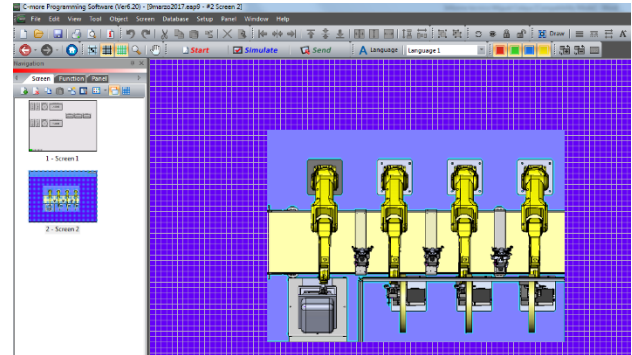


Figura 16 C-MORE programming Software
Fuente: Elaboración propia

Ya teniendo el controlador de seguridad BANNER conectado y funcionando, se agregaron las señales del fence y paros de emergencia. Por lo tanto se añadieron cinco interruptores de paro de emergencia con contactos redundantes y las salidas del controlador hacia las terminales de seguridad de los cinco robots. Para la programación de este controlador de seguridad se utilizó el editor que la misma compañía ofrece de nombre “BANNER Expandable Safety Controller” (figura 17).

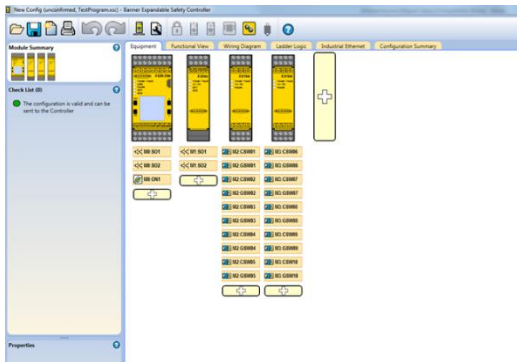


Figura 17 BANNER Expandable Safety Controller
Fuente: Elaboración propia

Una vez configurado cada uno de los módulos y puertos de entradas y salidas se procede a generar un circuito lógico que será el encargado de reconocer condiciones inseguras y seguras según las necesidades de la aplicación, encargándose de activar o desactivar los elementos peligrosos según sea la situación.

Para la programación de los robots, fue necesaria tener lista la herramienta y la zona de trabajo, pues antes de comenzar se deben generar las calibraciones para las diferentes herramientas o “ToolFrames”. En el caso de los ensambladores se utilizaron cuatro:

- ToolFrame 1: Ventosa para Batería.
- ToolFrame 2: Ventosa para Etiqueta.
- ToolFrame 3: Gripper parte para sujetar botón plástico.
- ToolFrame 4: Gripper parte para sujetar Cover.

Después se generan los planos “User Frames”

- Plano #1 “User Frame 1” corresponde al plano sobre el conveyor. En este plano se toma referencia para tomar las piezas.

- Plano #2 “User Frame 2” plano sobre el fixture. Este plano referencia las posiciones para el ensamble de pieza por pieza.

Para el método que se empleó para generar los planos se utilizó una cámara montada sobre el robot y con ayuda de la misma plantilla generar un plano automáticamente. Este método se utilizó en nuestra aplicación ya que se cuenta con una cámara en el robot con la que nos ayudaremos a encontrar las piezas y contrarrestar los errores por posición, provocados por el movimiento, vibración, entre otros.

Una vez calibradas las herramientas, los planos creados se debe tener cuidado de no mover o cambiar algo en las herramientas o posición del robot pues de hacerlo todas las calibraciones se pierden.

Tiempos Aproximados por Operación		
# Operación	Descripción	Tiempo
1	Tomar la etiqueta y batería	2 seg.
2	Tomar la tapa trasera y ponerla en el fixture	2 seg.
3	Pegar etiqueta	1 seg.
4	Tomar tablero y ponerlo en fixture	3 seg.
5	Insertar batería	1.5 seg.
6	Tomar tapa frontal y ponerla en fixture	2 seg.
7	Cerrar fixture	1 seg.
8	Tomar el botón de plástico y ensamblarlo	3 seg.
9	Sacar ensamble y ponerlo en el conveyor	2 seg.

Tabla 2 Tiempos aproximados en celda automatizada
Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

La automatización y mejora de procesos son tareas que exigen resultados en aspectos de producción, costos y tiempos. Consecuente, la innovación y la búsqueda de soluciones se persiguen para mejorar el rendimiento de los procesos. Debido a la creciente demanda de los transmisores clicker, se ha venido incrementando su producción haciendo cada vez más difícil cumplir los requerimientos que exigen los clientes.

Gracias al conocimiento de campos de ingeniería como programación, robótica, controladores lógicos programables, instrumentación y neumática, se logró desarrollar un sistema de automatización para esta línea de ensamble.

Posterior a la investigación, análisis y toma de decisiones se logró formalizar un sistema de automatización para una línea de ensamble de transmisores clicker. Con los datos obtenidos, se estudió el proceso, manejo y tiempos de producción de cada operación en el ensamblado y pruebas.

Seguidamente de escoger el equipo a utilizar y la metodología, el desarrollo de esquemas y croquis del área se determinaron logrando la disminución de personal involucrado en el proceso así como un aumento de calidad y confiabilidad del producto, además de la reducción del tiempo de producción.

En la integración y programación se vieron distintas obstáculos como el analizar el área de posición de la celda, una correcta sincronía e interacción entre los diferentes componentes del sistema, calibración de herramientas, secuencias de tareas y la generación de la lógica.

En un futuro se buscará la continua innovación de este y otros tipos de procesos, así como su implementación en otras áreas.

Referencias

BANNER Engineering Corp. (s.f.). Products. Recuperado el 20 de Febrero de 2017, de BANNER Engineering Corp.: <http://www.bannerengineering.com>

FANUC The Factory Automation Company. (s.f.). FANUC LR Mate robot series. Recuperado el 20 de Febrero de 2017, de FANUC: <http://fanuc.eu>

FANUC The Factory Automation Company. (s.f.). FANUC M-10 robot series. Recuperado el 20 de Febrero de 2017, de FANUC: <http://www.fanuc.eu>

IDEM Safety Switches. (Octubre de 2013). Safety Interlock Switch with Guard Locking. Recuperado el 25 de Febrero de 2017, de IDEM Safety Switches Site Content Guide: <http://http://www.idemsafety.com/>

IEC International Electrotechnical Commission. (29 de Agosto de 2013). IEC 60529:1989+AMD1:1999+AMD2:2013 Degrees of protection provided by enclosures (IP Code). Recuperado el 20 de Febrero de 2017, de IEC Webstore: <http://www.iec.ch>

ISO International Organization for Standardization. (Marzo de 2012). ISO 8373:2012, Robots and robotic devices — Vocabulary. Recuperado el 29 de Mayo de 2017, de ISO: <http://www.iso.org>

Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2008). MANUFACTURA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA. México, México: PEARSON EDUCACIÓN.

Martín Hernández, M. D., Berbós Almenara, E., Herránz Cortés, T., Carrobles Maeso, M., Rodríguez García, F., Rioja Cuesta, G. F., . . . Madrid Ruiz, J. (2013). Manual Técnico de Mecánica y seguridad industrial. Madrid, España: CULTURAL S.A.

Rockwell Automation Inc. (2017). Literature Library. Recuperado el 25 de Febrero de 2017, de Rockwell Automation, Inc: <http://www.rockwellautomation.com/>