



Universidad de Castilla-La Mancha
Escuela Superior de Informática

Automatización Industrial

Trabajo:
Automatización del proceso de embotellado en
J. García Carrión(Daimiel)

Sergio de la Rubia García-Carpintero
Miguel Millán Sánchez-Grande

30 de Abril de 2010

© Sergio de la Rubia García-Carpintero, Miguel Millán Sánchez-Grande. Se permite la copia, distribución y/o modificación de este documento bajo los términos de la licencia de documentación libre GNU, versión 1.1 o cualquier versión posterior publicada por la *Free Software Foundation*, sin secciones invariantes. Puede consultar esta licencia en <http://www.gnu.org>.

Este documento fue compuesto con L^AT_EX.

Índice general

1. Introducción	4
1.1. Historia breve	5
2. Objetivo y motivación del sistema	6
3. Descripción del proceso	7
4. Explicación de las islas de automatización	9
4.1. Sopladora	9
4.2. Llenadora/Taponadora	10
4.3. Etiquetadora	11
4.4. Agrupadora	12
4.5. Paletizadora	13
4.6. Enfardadora	13
5. Beneficios de la automatización	15

Capítulo 1

Introducción

A la hora de elegir una empresa sobre la que realizar el trabajo, se buscaron opciones cercanas geográficamente y de fácil acceso en nuestro entorno. Por este motivo la opción elegida fue la de la empresa J.García Carrión (a partir de ahora JGC), ubicada en Daimiel; por tratarse de una instalación próxima a Ciudad Real y porque el hermano de uno de los componentes de nuestro grupo trabaja en dicha planta.

JGC es el encargado de todos los productos Don Simón.

JGC para desarrollar su plan estratégico cuenta con distintas bodegas y plantas de proceso y envasado de última tecnología en distintas partes de la geografía española, siendo una empresa pionera tanto a nivel nacional como internacional:

- Jumilla (Murcia), origen de la empresa, con una capacidad de 400 millones de litros.
- Daimiel (Ciudad Real), pionera en tecnología a nivel mundial, cuya alta producción de 800 millones de envases por año, la hace la más eficiente de Europa. Sobre la que se centra el trabajo.
- Gador (Almería), inaugurada en el año 2003, es una Planta especializada en tratamiento de vegetales (gazpacho, cremas de verduras naturales y caldos), con una capacidad de 120 millones de Kilos/año. La tecnología de esta planta se ha proyectado con Investigación y Desarrollo propio, único en la elaboración de productos naturales vegetales.
- Huelva, planta única en el mundo por su agricultura integrada.

1.1. Historia breve

La familia JGC siempre ha estado ligada a los viñedos y a la tradición agrícola, tiene sus orígenes en el pueblo murciano de Jumilla. En 1890 la familia construyó una nueva bodega, con ciertas dimensiones para aquella época, debido al gran auge de la exportación del vino de Jumilla a Francia, esta exportación fue originada por un parásito llamado filoxera que arrasó con los viñedos del país galo. Por tanto se toma el año 1890 como el de la fundación de GARCIA-CARRIÓN.

La marca GARCIA-CARRIÓN, prosigue su andadura, creciendo poco a poco y sobreponiéndose a distintas adversidades como la guerra civil. Aún así comenzó a distribuirse por toda España. Al continuar aumentando la demanda, se decide construir una nueva bodega en las proximidades de Jumilla, e instalar el primer tren de embotellado de alta capacidad.

Si por algo se ha caracterizado siempre la compañía ha sido por la innovación y por arriesgarse a realizar cosas que otros pensaban imposibles, de esta forma, a principios de los 80, con la implantación de las grandes superficies en España, el envase más utilizado para el vino de mesa era la botella de 1L. retornable, lo que exigía la posesión varias plantas de envasado distribuidas por toda España para atender la demanda nacional. Con el fin de buscar un envase no retornable, práctico, económico y de poco peso la compañía optó por la tecnología brik.

El lanzamiento del nuevo envase coincidió con el primer anuncio en televisión de la compañía, que será siempre recordado por la frase : “Voy a comer con Don Simón”.

Capítulo 2

Objetivo y motivación del sistema

La apertura de la planta de Daimiel coincide con la línea general de desarrollo e innovación que sigue la compañía JGC desde su creación, como se ha podido observar a través de su historia. Una primera planta fue inaugurada hace ahora tres años, esta la planta cubría una necesidad creada a partir del aumento de la demanda de sus productos. Era necesario una forma de elaborar mucho más producto, de una forma más veloz y cómo no a un menor precio. La alternativa de aumentar el imperio JGC sobre la geografía española se planteaba como una alternativa cara de ejecutar, así que se optó por la construcción de una sola planta en la que invertir más dinero para conseguir un alto rendimiento.

Pero durante la primera producción de dicha planta un incendio acabó con ella. Esta planta funcionaba con máquinas de la marca Sindel, y se encargaba de la producción de tinto de verano. Esa misma producción tuvo que ser finalizada en la planta antigua que la empresa posee en Jumilla.

Con el dinero que se consiguió con la liquidación del seguro unido a una subvención de la Junta de Comunidades de Castilla la Mancha, se decidió construir la planta que conocemos a día de hoy. Una de las punteras tecnológicamente hablando, no sólo a nivel nacional, sino que también a nivel internacional. Como posteriormente se explicará, las máquinas que desarrollan la cadena de trabajo son de la marca alemana Krones.

Capítulo 3

Descripción del proceso

El proceso que se lleva a cabo en la fábrica de JGC situada en Daimiel y sobre el cual se centra el esfuerzo de este trabajo consiste en embotellar zumos, sangría o incluso tinto de verano, dependiendo de las necesidades, pero sobre todo tinto de verano. Es decir en general cualquier producto de Don Simón que esté envasado en botella de plástico.

En la *figura 3.1* se representa un mapa de todo el proceso automatizado. Como se aprecia consta de seis etapas que se han de cumplir secuencialmente, para que dado una preforma y el líquido que se quiere embotellar consigamos un palet lleno de botellas.

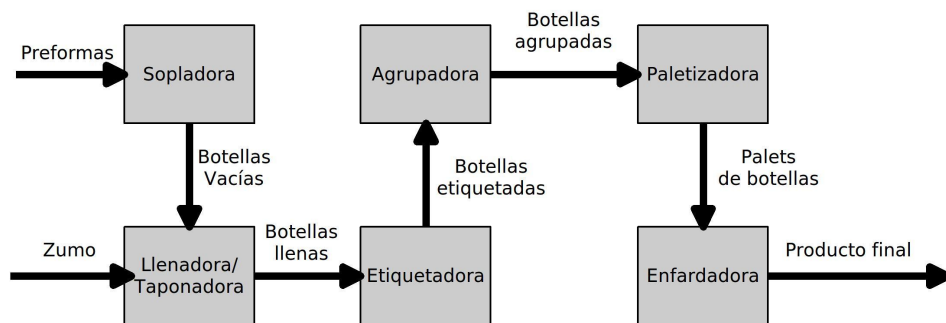


Figura 3.1: Proceso de embotellamiento

- La primera etapa consiste en a partir de las preformas obtener botellas de plástico. Una preforma es como se puede apreciar en la *imagen 3.2* una pequeña probeta de plástico, esta preforma es introducida en una máquina llamada **Sopladora**. A la salida de esta etapa las preformas son convertidas en botellas de plástico vacías.



Figura 3.2: Preforma

- En la siguiente etapa entra en juego no sólo la salida de la etapa anterior, si no que también el tinto. Ambos se compaginan en la **Llenadora/Taponadora** a la salida de esta etapa se tienen las botellas llenas y tapadas. Aquí no se abarca pero en esta etapa existe un inspector del nivel del tapón que se encarga de controlar que los tapones están correctamente colocados.
- Ahora se pasa a etiquetar las botellas, se introducen en la **Etiquetadora** y a la salida se obtienen las botellas correctamente etiquetadas, esta etapa también consta de un inspector para confirmar que las etiquetas fueron colocadas de forma correcta. Posteriormente se profundizará más sobre ello.
- Posteriormente las botellas son conducidas hacia la **Agrupadora** que como su nombre indica que encarga de agrupar las botellas y forrarlas en plástico de forma que su futura manipulación se tratará como un conjunto de botellas y no de forma individual.
- Después los grupos de botellas pasan a otra máquina llamada **Paletizadora** que se encarga de colocar los grupos de botellas unos encima de otros, y todos ellos encima de un palé para facilitar su transporte.
- Finalmente el palé de botellas pasa hacia la **Enfardadora** donde se forra con unas capas de plástico transparente para evitar pérdidas en el transporte o que el producto sufra algún destrozo.

Aparte de las diversas islas de automatización de las que se ha hablado, todo el transporte de una a la siguiente también está automatizado mediante diversas cintas transportadoras. Pero de todo esto se habla más a fondo en el capítulo siguiente.

Capítulo 4

Explicación de las islas de automatización

4.1. Sopladora

La primera de nuestras islas de automatización es la sopladora.

Esta planta dispone de una sopladora KRONES Volumetic, con una capacidad de trabajo de más de 14.000 botellas a la hora.

Las preformas se encuentran dispuestas en una fila a la entrada de un horno. Cada preforma entra al túnel y se calienta por radiación. Según el tipo de resina de con la que está hecha y la geometría que se quiere conseguir, se aplica una temperatura específica (unos 110°C de media). Para controlar la temperatura que se aplica a cada preforma, el horno cuenta con un pirómetro. Con la ayuda de un PID, la temperatura que se aplica a la preforma, se mantiene en todo momento constante, ya que de no ser así puede provocarle deformaciones.

Una vez caliente, la preforma es conducida a un molde. El molde está compuesto por dos o tres piezas que se separan para permitir la entrada de la preforma. Una vez dentro, las piezas se unen y desciende la sopladora sobre la boquilla de la preforma. La sopladora realiza dos operaciones sobre la preforma:

- Primero, se realiza el estirado y presoplado. Este consiste en que una varilla se introduce en la preforma y la va estirando mientras la sopla hasta que le da la longitud final que tendrá la botella.
- Después, se realiza el soplado moldeante. Este hace que la preforma se hinche hasta tocar las paredes del molde. Por el interior del molde circula una corriente de agua (a una temperatura aproximada de 9°C)

que mantiene frías las paredes. Cuando el material caliente de la preforma toca la pared fría del molde, adquiere la forma de este y se enfría.

Para controlar los procesos de estirado y soplado, el sistema cuenta también con un controlador PID, que maneja el traductor de presión y la válvula modulante de presión.

En total, la sopladora consta de 8 moldes. Estos se encuentran dispuestos sobre una superficie giratoria que, mientras gira, va cogiendo las preformas que se le van sirviendo para meterlas en cada uno de los moldes. Una vez formada cada botella, aprovechando el giro del sistema, se vuelve a abrir el molde y va saliendo del sistema por el lado opuesto al que entró, hacia la siguiente isla de automatización, la llenadora.

4.2. Llenadora/Taponadora

Las botellas son transportadas por un carrusel hasta la llenadora.

La llenadora/taponadora de esta planta, es una KRONES Contiform, con una capacidad de trabajo de 12.000 a 14.000 botellas a la hora, dependiendo de la capacidad de las botellas que deben llenar.

Al llegar a este sistema, cada botella es enchufada por un caño. Esta máquina posee un total de 80 caños conectados a un depósito donde está alojado el líquido con el que vamos a llenar las botellas, en este caso tinto de verano.

Primero, cada caño hace una presurización de la botella, con el objetivo de equilibrar la presión existente entre la botella y el caño para que pueda caer el líquido en la botella y que no forme espuma.

Para conocer el volumen que contiene la botella en un instante dado, cada caño posee un caudalímetro. Como el llenado de la botella se produce mientras se transporta a la siguiente máquina del sistema, se debe configurar correctamente la velocidad del carrusel para que le de tiempo a llenar la botella.

Este sistema, al igual que casi todos los sistemas de la planta, utiliza varias fotocélulas de ultrasonidos para detectar el paso de las botellas, y codificadores rotatorios (o encoders) para calcular, mediante el conteo de pulsos, cuando deben actuar los actuadores. En este caso, detecta el paso de una botella y calcula el momento en que esta llegará al caño, para dar la orden de abrir a la válvula de llenado de dicho caño.

Cuando la botella sale del carrusel de llenado entra en la taponadora. La taponadora detecta la entrada de una botella, abre una trampilla, deja

caer el tapón y mediante un embrague, que realiza un par determinado, lo aprieta, tapando la botella.

A fin de controlar las botellas defectuosas, este sistema cuenta con dos inspectores:

Inspector de nivel Este primer inspector se encarga de controlar que la botella ha sido llenada hasta un nivel esperado. Las botellas que tienen un nivel defectuoso serán retiradas de la cadena. Este inspector detecta el nivel de la botella mediante rayos X y proporciona una salida entre 0 y 10V.

Inspector de tapón Este inspector se encarga de controlar que la botella esté tapada correctamente. Para ello, se cuenta con dos fotocélulas. Estas fotocélulas se encuentran a la altura a la que debería ir la anilla del tapón. La anilla del tapón hace más grueso el cuello de la botella. Las fotocélulas se sitúan a una distancia algo menor al diámetro del cuello de la botella, de tal forma que si ambas fotocélulas detectan a la botella a la vez es que lleva bien colocado el tapón. En cualquier otro caso se controlará la botella para ser retirada de la cadena.

Como se dijo anteriormente, este sistema controla, mediante un encoder, las botellas defectuosas para retirarlas de la cadena. Las botellas son "literalmente" empujadas fuera de la cadena, en su fase de transporte, mediante un expulsador (o pusher). Este sistema empuja a la botella fuera de la cinta transportadora. El encoder cuenta los pulsos que deben pasar desde que un inspector encuentra una botella defectuosa, hasta que realmente esta botella pasa delante de uno de estos pusher; es entonces cuando se da la orden de que este actúe.

4.3. Etiquetadora

Antes de llegar a la siguiente isla de automatización, encontramos una **mesa de acumulación**. Esto se debe a que, a partir de este nivel, cada una de las máquinas que encontraremos es un 10 % más rápida que la anterior. Por este motivo, para que la etiquetadora, nuestro siguiente subsistema a analizar, pueda trabajar con continuidad, es decir, sin que le falten los recursos que necesita para trabajar, necesitará contar con un número considerable de botellas en stock. Cuando se alcanza este nivel, se activan las cintas transportadoras que conducen a las botellas a la etiquetadora. Para controlar el número de botellas almacenadas, la mesa de acumulación cuenta con un sensor que mide la presión que ejercen las botellas contra las paredes de la mesa. Cuando se alcanza la presión programada, la cinta transportadora comienza a moverse. Por otro lado, cuando esta presión es nula, el

movimiento de la cinta cesará y de forma automática, también se parará la etiquetadora.

Llegados a este punto, encontramos a un gran número de botellas agrupadas desplazándose hacia la etiquetadora, aunque, esta solo puede recibir las botellas enfiladas. Es por ello que necesitamos un mecanismo intermedio que las alinee. Para ello se cuenta con un **alineador**. Este sistema cuenta con una serie de estrechas cintas transportadoras, colocadas unas al lado de las otras, de forma paralela. Y cada cinta se desplaza a una velocidad superior que la que se encuentra inmediatamente a su izquierda. Pues bien, el sistema funciona de la siguiente manera: las botellas llegan apiñadas por la cinta más ancha y más lenta hasta que se encuentra en su camino con un estrechamiento. En ese momento, las botellas que van primeras, son empujadas a una cinta más estrecha y más rápida. Las botellas que han sido empujadas a esta cinta, se encontrarán de nuevo con otro estrechamiento, cayendo de nuevo a otra cinta más rápida que la anterior. El resultado será que, cuando se llega a la última cinta, todas las botellas que se encuentran en cabeza, están alineadas.

Por fin, las botellas llegan a la **etiquetadora**. Esta etiquetadora es una KRONES Contiroll, y tiene una capacidad de trabajo de más de 14.000 botellas a la hora.

Un tornillo sin fin va separando las botellas entrantes, para evitar que lo hagan todas seguidas. La botella se encuentra con un primer cilindro giratorio, llamado *de estrella*. Este recoge la botella del tornillo sin fin y se la sirve, al otro lado, a otro cilindro giratorio en estrella mucho mayor. Este cilindro recoge la botella en una de sus muecas y la hace también girar sobre sí misma. Durante su camino por el cilindro, la botella se encuentra primero con el sistema de etiquetado. Este, está formado por una serie de rodillos que seguidamente comentaremos: tenemos dos rodillos que contienen dos bobinas de etiquetas, una que va suministrando las etiquetas y la otra que está para cuando se termine el primer rollo. La conmutación entre rollos se realiza automáticamente, de forma que no hace falta parar la máquina para cambiar de rollo.

4.4. Agrupadora

A la salida de la etiquetadora encontramos otra mesa de acumulación, puesto que, como ocurría en el caso anterior, la siguiente isla de automatización, tiene la capacidad de trabajar un 10 % más rápido que la etiquetadora.

Esta isla de automatización es la **agrupadora**. La agrupadora de esta planta es una KRONES Variopac.

Antes de llegar a la máquina, las botellas son ordenadas en filas de dos y separadas mecánicamente en packs de cuatro.

El objetivo de la agrupadora es plastificar lotes de cuatro botellas para luego meterlos en palés.

La agrupadora consiste, básicamente, en una cinta transportadora bajo la que se encuentran varios rodillos móviles y varios fijos. Los rodillos fijos se encargan de tensar el rollo de plástico con el que se plastificarán los lotes. Los rodillos móviles portan el extremo del rollo y se mueven describiendo arcos sobre los packs, dejándolos cubiertos.

Una vez cubiertos, los packs pasan por un **túnel de retráctilado**, donde se calientan a una temperatura de unos 235°C, haciendo que el plástico envolvente se encoja y fije las botellas del pack.

4.5. Paletizadora

4.6. Enfardadora

El palé llega a la enfardadora a través de la misma cinta que lo saca de la paletizadora.

La enfardadora tiene tres partes bien diferenciadas:

Mesa de rotación La mesa de rotación es una sección de la propia cinta transportadora que tiene la funcionalidad de girar en un plano paralelo al del suelo, pero sobre un eje perpendicular a este. Esta característica se aprovecha para, dado un rollo de plástico colocado cerca del palé, ir enrollando con el plástico el contenido del palé con varias capas, de arriba a abajo y viceversa, según las características del palé y de su contenido.

Pisón Una vez colocado el palé encima de la mesa de rotación, se fija al suelo con ayuda del pilón. El pilón es una columna anclada al suelo que posee, en su parte superior, una plataforma móvil que desciende hasta aprisionar contra la mesa de rotación al palé. Dicha plataforma gira junto con el giro de la mesa de rotación. Además, el pisón tiene la funcionalidad de medir la altura del palé para decírselo al robot. Esto lo hace ayudado por una resistencia lineal variable; el valor de la resistencia determinará la altura del palé.

Robot La enfardadora posee además un robot. Este es el encargado de colocar el rollo de plástico de tal forma que, el movimiento de la mesa de rotación, vaya enrollando el plástico en el palé. El movimiento del

brazo robótico posibilita forrar el palé de arriba a abajo con un simple movimiento ascendente o descendente del portador del rollo. Pero además, este modelo, también permite cambiar de rollo de enfardado sin tener que parar la máquina. El robot posee dos rollos de plástico; uno es el que se está utilizando para realizar el enfardado y el otro es el de repuesto, cuando se acaba el rollo, el propio robot desecha el rollo gastado y acude a su portarrollos a por un recambio para poder continuar su labor. El operario por su parte puede cambiar en ese momento el rollo vacío del portarrollos para cuando vuelva a gastarse el rollo actual.

La enfardadora maneja una serie de variables de actuación según la naturaleza del palé a enfardar. Así se podrá configurar la velocidad de rotación de la mesa y la tensión ejercida por el robot a la hora de colocar el rollo de plástico para el forrado del palé.

Los palés forrados continúan por la cinta transportadora contigua hasta el extremo de esta. Una vez allí, una de los numerosos vehículos con control automatizado se encargará de recoger el palé y llevarlo al almacén.

Capítulo 5

Beneficios de la automatización

Introducir nuevas tecnologías en una empresa tradicional como JGC siempre resulta un proceso complicado y que no agrada a todo el mundo. Pero no se puede negar que supuso un empujón muy importante tanto a nivel económico como a nivel de producción para la empresa. Erróneamente se asocia el concepto de automatización con una solución para reducir la cantidad de empleados en plantilla, bien esta empresa es un ejemplo de que esto no sucede, ya que al mecanizar el proceso relacionado con el empaquetado y relleno de botellas ayudo a la expansión de la empresa creando más puesto de trabajos, eso sí distintos a los que había con anterioridad. Aparte del beneficio económico de reducir el número de empleados de ese área hubo otros beneficios adicionales mayores:

Aumento de la eficiencia

Los costos de producción se redujeron drásticamente al aumentar las unidades de producto fabricadas por unidad de tiempo.

Incremento del volumen de producción

Al aumentar el número de unidades fabricadas por unidad de tiempo se aumentó la cantidad de unidades producidas así como el número de clientes a los que poder atender.

Estandarización de los procesos

De esta forma se logró que los productos tuvieran siempre las mismas características, al hacer el proceso repetitivo y siguiendo los mismos pasos. Se puede tener la certeza que dos vasos de cualquier producto Don Simón van a tener siempre el mismo sabor, color, densidad, etc.

Reducción de los problemas de calidad

Consecuentemente con la estandarización de procesos se consiguió aumentar la calidad, se eliminó cualquier error posible relacionado con un despiste humano, ya fuera debido al cansancio o a una negligencia.

Aumento de la competitividad

Todas estas mejoras, más y mejor producto en menos cantidad de tiempo, tienen una clara repercusión en la competitividad de la empresa, haciendo más fácil el cubrir diversas áreas de comercio.

Centralización de producción

JGC es una de las empresas más grandes e importantes de España en el sector, y como se ha hablado en la introducción consta solo de cuatro fabricas. Esto es debido a la gran productividad asociada al uso de la automatización, no es necesaria la construcción de mas sedes para cubrir las necesidad

Como demostración práctica de la utilidad de la automatización, la empresa esta haciendo frente a la crisis que experimentamos en estos días con un rebaja considerable en los precios de sus productos. Para realizar esto, JGC, se está preparando para multiplicar la capacidad de producción 1,5 veces en 2014. Con el incremento de la producción pretende atender la demanda en mercados internacionales para elevar su porcentaje de ventas al exterior desde el 35 % actual al 60 %. Aún con la crisis la empresa tenía previsto cerrar el ejercicio en curso con un beneficio antes de impuestos 22 millones de euros, lo que supone un incremento del 22 % respecto al año anterior, y elevar sus ventas un 12 %, hasta alcanzar los 650 millones de euros, en un año en el que ha recortado sus precios un 20 % de media para hacer frente al descenso provocado por la anteriormente nombrada crisis económica.

Bibliografía

- [1] Página web de J.García Carrión: <http://www.donsimon.com>
- [2] Página web de KRONES: <http://www.krones.de>
- [3] Consulta de videos de máquinas: <http://www.youtube.com>
- [4] Página web de Elettric80: <http://www.elettric80.it/>