



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Universidad Pública de Navarra

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

Memoria: Muelles evacuación

Jesús Arellano Usón
Víctor Labayen Guembe

Febrero 2021

Índice general

Índice de figuras	2
1 Descripción del producto	3
2 Descripción del funcionamiento del sistema	6
2.1 Admisión de las cajas	6
2.2 Distribución	6
3 Descripción sistemas SCADA	8
3.1 Sistema SCADA de la nave	8
3.2 Sistema SCADA central	9

Índice de figuras

1.1	Esquema de una nave modelo compuesta por cuatro muelles de carga.	3
1.2	Esquema correspondiente con la localización de los elementos de transporte y alojamiento de las cajas de los productos a lo largo de la nave.	4
1.3	Esquema correspondiente con la localización de los distintos sensores, cilindros y motores presentes en la nave.	5
3.1	Interfaz gráfica del sistema SCADA localizado en cada una de las naves del sistema, que permite visualizar el flujo de las cajas de productos a lo largo de los diferentes muelles.	8
3.2	Interfaz gráfica del sistema SCADA central que permite visualizar cuantitativamente el estado de las diferentes naves disponibles. . . .	9
3.3	Interfaz gráfica del sistema SCADA central que permite visualizar el flujo de las cajas de productos a lo largo de los diferentes muelles de una de las naves.	10

1. Descripción del producto

El sistema propuesto consiste en la automatización del reparto de cajas, con distintos productos, entre los distintos muelles de carga de la nave. En lo que sigue de este apartado, se utilizarán los siguientes conceptos:

- Nave: Espacio industrial que aloja los diferentes elementos del sistema de reparto automatizado de productos cárnicos avícolas derivados del pollo. El sistema planteado contará de 2 naves independientes. En la figura 1.1 se representa parte de una de ellas. Ambas naves presentan la misma estructura.
- Muelle de carga: Conjunto de elementos asociados a un punto de carga de un único camión. En la figura 1.1 se han representado un total de 4 muelles. El sistema está planteado para que el número de muelles no sea una limitación.

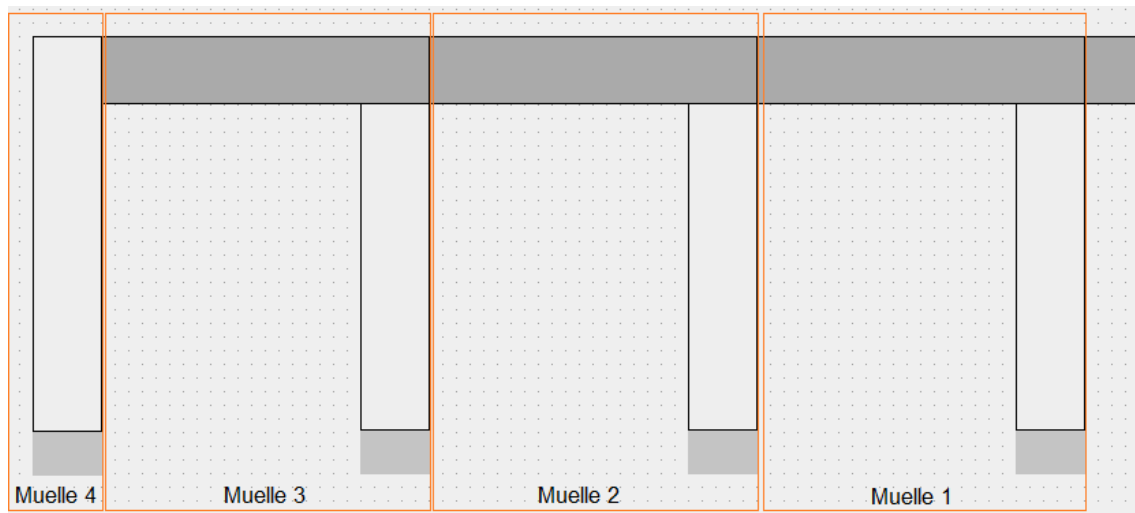


Figura 1.1: Esquema de una nave modelo compuesta por cuatro muelles de carga.

Los diferentes elementos que requieren ser instalados para la implementación física del sistema son los siguientes:

- Cinta transportadora: Sistema de transporte motorizado que permite el movimiento controlado de las cajas de productos a lo largo de la nave. A excepción del último muelle de la nave, cada uno tiene una cinta transportadora asociada. Adicionalmente, existen otras dos cintas transportadoras en el sistema: Una situada al inicio de la nave, a la que el propietario deberá suministrar de cajas de forma ininterrumpida, y otra a continuación, que será el punto de acceso de las cajas al sistema. Todas las cintas mencionadas se pueden ver en la figura 1.2.
- Transportador por gravedad: Sistema de transporte formado por rodillos metálicos. Permite el movimiento de las cajas de productos aprovechando su peso para deslizarse por los rodillos con ayuda de la pendiente del transportador. Cada uno de los muelles presentes en la nave dispone de un transportador por

gravedad que deposita las cajas en la estación de carga correspondiente. En la figura 1.2 se ha indicado la ubicación de los distintos transportadores de gravedad de la nave.

- Estación de carga: Espacio destinado al alojamiento de las cajas de los productos cuando llegan al final de cada uno de los transportadores por gravedad. Los operarios de cada una de las naves deberán embalar los productos derivados a cada estación de carga para su posterior traslado al camión del muelle. Cada uno de los muelles de la nave dispone de una estación de carga. Las ubicación de las distintas estaciones está indicada en la figura 1.2.

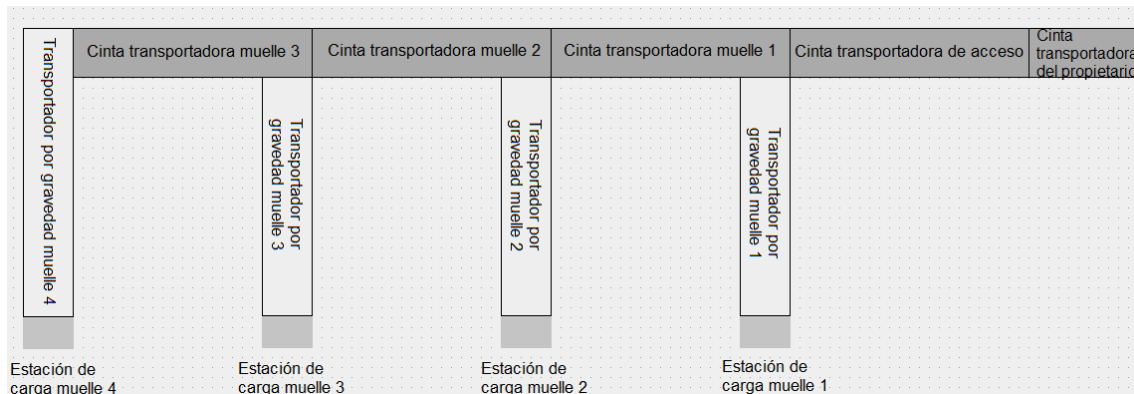


Figura 1.2: Esquema correspondiente con la localización de los elementos de transporte y alojamiento de las cajas de los productos a lo largo de la nave.

- Cilindros: Dispositivo cuyo objetivo es el de empujar las cajas de los diferentes productos que circulan por las cintas transportadoras hacia los transportadores por gravedad de cada uno de los muelles, enviando la caja a las estaciones de carga correspondientes. Los cilindros empleados para la implementación física son cilindros neumáticos debido a los requisitos del sistema: No se requiere un posicionamiento preciso del vástago de los cilindros, resultan más económicos y presentan un mantenimiento e instalación de menor complejidad. Concretamente, se ha optado por cilindros neumáticos de efecto simple con retorno por muelle. Se debe instalar un cilindro en cada uno de los muelles exceptuando el último de los mismos. Se ha optado por un sistema en el que el vástago recoja el producto de la cinta transportadora para ser arrastrado hacia los transportadores por gravedad en lugar de un sistema de empuje. Se ha optado por esta implementación para optimizar el espacio disponible en la nave ya que el volumen del cilindro queda alojado hacia el interior del muelle. La localización de cada uno de los cilindros instalados ha sido representada en la figura 1.3.
- Sensores: Dispositivo capaz de detectar la presencia de cajas de producto situadas delante del mismo. Se ha optado por sensores ópticos compuestos por una par emisor-receptor. El emisor, que genera un haz láser de luz visible o infrarroja, se sitúa en uno de los laterales del elemento de transporte (cinta transportadora o transportador por gravedad) y el receptor se sitúa en el lado opuesto. Cuando una caja pasa frente al sensor esta bloquea el haz de luz permitiendo su detección. Debido a las características de las cajas utilizadas para

el transporte de los productos cárnicos (presentan agujeros), el par emisor/receptor se situará a la menor altura posible respecto al elemento de transporte, ya que estas cajas siempre son sólidas en la parte inferior. Se puede ver la posición de los distintos sensores en la figura 1.3. Se ha colocado un sensor en cada una de las cintas transportadoras controladas por el sistema y otro a mitad del recorrido total de los transportadores por gravedad. La función de estos últimos es la de detectar el paso de las cajas para contabilizar el número de cajas en el muelle así como su acumulación en las estaciones de carga.

- **Motores:** Elemento encargado del movimiento de las diferentes cintas transportadoras de la nave. Para la implementación física se ha optado por la instalación de motores asíncronos debido a que resultan más económicos, requieren un mantenimiento menor y el sistema diseñado no presenta requisitos estrictos de velocidad. Los motores asíncronos deben ser instalados en cada una de las cintas transportadoras presentes en los muelles y en la cinta transportadora de acceso. El sistema propuesto controlará todos los motores presentes en la figura 1.3.
- **SCADA de la nave:** Conjunto de ordenador que ejecuta el software proporcionado para el control de una nave específica y del PLC *Siemens S7-1200* con el cual se comunica. Ambos elementos gestionarán en conjunto los distintos sensores, motores y cilindros presentes en cada una de las naves. En el caso particular que nos compete, será por tanto necesaria la instalación de dos sistemas SCADA de este tipo, uno por cada una de las naves del sistema.
- **SCADA Central:** Software encargado del control y monitorización de las diferentes naves de la fabrica. Es el encargado de la comunicación con los sistemas SCADA de cada una de las naves. La localización de este elemento es indiferente.

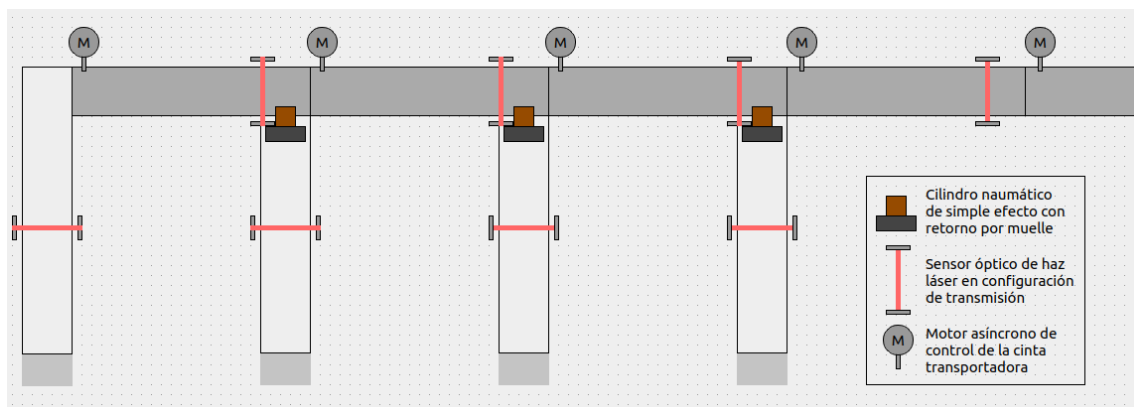


Figura 1.3: Esquema correspondiente con la localización de los distintos sensores, cilindros y motores presentes en la nave.

2. Descripción del funcionamiento del sistema

2.1. Admisión de las cajas

Según la planificación del proyecto, la cinta transportadora del propietario debe disponer en todo momento de cajas de producto. En un primer momento, el motor de esta cinta se accionará hasta que una caja alcance el sensor de la cinta transportadora de acceso, deteniendo en ese momento el motor de la cinta transportadora del propietario.

Una vez la caja ha sido detectada, se evaluará el contenido de la misma mediante un sistema de visión artificial que no está contenido dentro del alcance de este proyecto. El SCADA de la nave, que monitoriza el estado del sensor de la cinta de acceso, realizará una petición al SCADA central, que gestiona la trazabilidad y conoce los envíos que deben realizarse, para conocer cual debe de ser el muelle destino de dicha caja. La caja permanecerá detenida hasta que el SCADA de la nave conozca el destino correspondiente. Una vez este se conozca, el motor de la cinta de acceso se encenderá permitiendo a la caja avanzar hasta las siguientes cintas transportadoras, siempre y cuando el sensor de la cinta transportadora del muelle 1 no esté detectando una caja, en cuyo caso el sistema esperará a que se cumpla dicha condición. Una vez la caja sea detectada por el sensor de la cinta transportadora del muelle 1, se encenderá nuevamente el motor de la cinta transportadora del propietario para suministrar una nueva caja al sistema, que repetirá las acciones comentadas.

2.2. Distribución

A excepción del último, que carece de cilindro, cinta transportadora y sensor en dicha cinta, todos los muelles del sistema funcionan de forma similar. A falta de que se indique lo contrario, las cintas transportadores se encuentran detenidas.

Una vez la caja ha sobrepasado el sistema de admisión, y es detectada en el sensor de una cinta transportadora, se verifica el destino de dicha caja. Si la caja detectada debe acabar en el muelle correspondiente al sensor que la ha detectado y la estación de carga de dicho muelle no se encuentra saturada de cajas (hay una caja bloqueando de forma continuada el sensor del transportador por gravedad), se activará el cilindro de dicho muelle para arrastrar la caja hacia el transportador de gravedad. Una vez el cilindro ha terminado su recorrido, se liberará su presión neumática y volverá por acción del muelle. Las cajas arrastradas por los cilindros acabarán en la estación de carga correspondiente y retirarlas será responsabilidad del operario de dicha estación. En caso de encontrarse la estación de carga saturada, se modificará el destino de la caja al muelle final de la nave, que actúa como destino por defecto en caso de saturación.

En caso de que la caja detectada no deba acabar en el muelle correspondiente al sensor que la detecta, o el destino de esta caja ha sido modificado por saturación de la estación de carga, se activará el motor de la cinta transportadora siempre y cuando no exista bloqueo en el siguiente muelle (el sensor de la siguiente cinta transportadora esta detectando una caja, o, en el caso del penúltimo muelle de la nave, la estación de carga del último muelle se encuentra saturada). En tal caso, se modificará el destino de la caja estableciéndolo en el último muelle. Una vez se enciende el motor de la cinta transportadora, esta permanecerá activada hasta que la caja sea detectada por el siguiente sensor del sistema (localizado en la siguiente cinta transportadora, o, en el caso del penúltimo muelle, en el sensor del transportador por gravedad).

3. Descripción sistemas SCADA

3.1. Sistema SCADA de la nave

Tal y como se ha comentado anteriormente, se establecerá un SCADA independiente en cada una de las naves de la empresa. Este SCADA mostrará la interfaz de usuario de la figura 3.1. En ella, se representan los estados de todos los elementos controlables del sistema (sensores, motores, y cilindros), así como el número de cajas acumuladas en cada estación de carga. Tal y como se puede apreciar sobre la propia interfaz gráfica se ha incorporado una leyenda que permite al usuario conocer la funcionalidad de cada uno de los elementos del sistema SCADA.

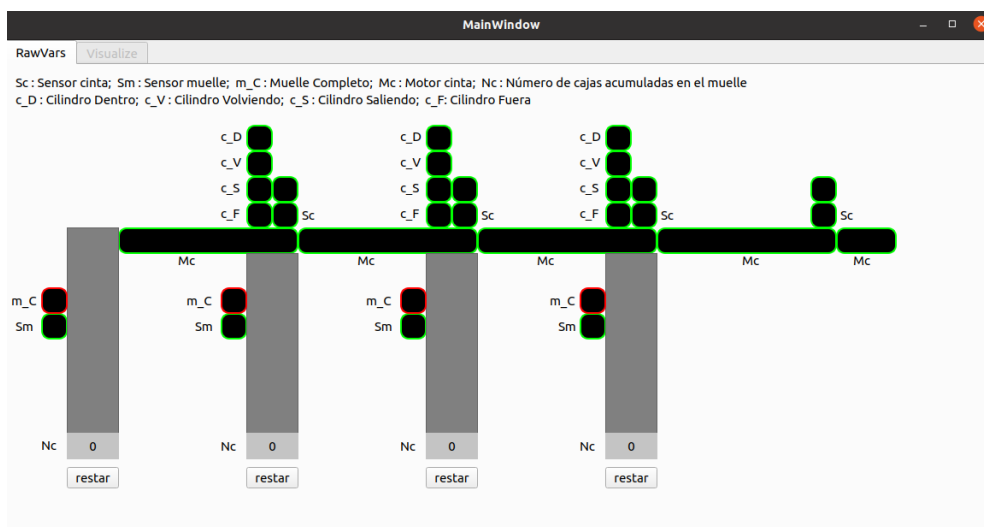


Figura 3.1: Interfaz gráfica del sistema SCADA localizado en cada una de las naves del sistema, que permite visualizar el flujo de las cajas de productos a lo largo de los diferentes muelles.

En el caso de los motores de las cintas se ha empleado el identificador **Mc**. En caso de que el motor asíncrono de una cinta se encuentre apagado la apariencia de la cinta permanecerá de color negro. Sin embargo, cuando el motor se encuentre encendido y la cinta correspondiente se encuentre en movimiento, se indicará este fenómeno cambiando el color de la representación gráfica de la cinta a verde.

Respecto a los sensores se han empleado dos identificadores diferentes. Por un lado, el identificador **Sc** hace referencia a los sensores instalados para detectar la presencia de las cajas de productos al comienzo de las cintas. Por su parte, el identificador **Sm** hace referencia a los sensores de presencia instalados a mitad de recorrido de los transportadores por gravedad. Cuando ambos sensores no detectan la presencia de ninguna caja de producto su apariencia en la interfaz permanecerá de color negro. En caso contrario, se indicara el fenómeno cambiando la apariencia del identificador a color verde.

Por otro lado, se han empleado dos identificadores diferentes para representar el

estado de las estaciones de carga de los diferentes muelles. Por un lado, el identificador `m_C` permite identificar mediante su representación visual en color rojo el llenado de las estaciones de carga. Por su parte, el identificador `Nc` permite visualizar cuantitativamente en tiempo real el número de cajas presentes en cada una de las estaciones de carga de los diferentes muelles.

Por último, en el caso de los cilindros se han empleado cuatro identificadores diferentes para representar el estado de cada uno de los cilindros en tiempo real. La fase en la que se encuentra cada uno de ellos se representa visualmente estableciendo su apariencia de color verde. Cuando el vástago de un cilindro se encuentra totalmente recogido, el identificador `c_D` será activado. Cuando el vástago está en movimiento y comienza a salir, el identificador `c_S` se activa para reflejar el desplazamiento. Cuando el movimiento de salida ha sido completado, se activa el identificador `c_F` que refleja visualmente que el vástago del cilindro se encuentra completamente fuera. Por último, el identificador `c_V` será activado en caso de que el vástago del cilindro esté siendo recogido.

Finalmente, la interfaz dispone de un botón titulado `restar` para cada estación de carga, que permite decrementar el número de cajas acumuladas en dicha estación según los operarios las vayan retirando.

3.2. Sistema SCADA central

Tal y como se ha introducido con anterioridad, el sistema SCADA central es el software a cargo del control y monitorización de las diferentes naves de la fabrica. Es el encargado de la comunicación con los sistemas SCADA de cada una de las naves (ver figura 3.1).



Figura 3.2: Interfaz gráfica del sistema SCADA central que permite visualizar cuantitativamente el estado de las diferentes naves disponibles.

El sistema SCADA central ofrece al usuario la posibilidad de consultar el estado de cada una de las naves disponibles. En el caso que nos aplica se trata de dos naves

que funcionan de manera independiente. Así, en la figura 3.2 es posible visualizar la primera de las interfaces disponibles. En ella, se representa, para cada una de las naves, el número total de cajas que deben ser repartidas entre los diferentes muelles. El número de estas cajas que todavía deben ser distribuidas entre los distintos muelles de cada nave se actualiza en tiempo real gracias a la comunicación continuada con los sistema SCADA de las naves y puede ser visualizado con ayuda de una barra de progreso.

Adicionalmente, el usuario puede consultar, para cada una de las naves representadas, el número de cajas acumuladas en cada muelle. Además de numéricamente, esta información ha sido representada con ayuda de barras de progreso que permiten visualizar el estado de llenado de cada una de las estaciones de carga respecto a su capacidad total.

Por otro lado, el sistema SCADA central permite al usuario consultar en tiempo real los estados de todos los elementos controlables del sistema (sensores, motores, y cilindros), así como el número de cajas acumuladas en cada estación de carga de manera independiente para cada una de las naves, de igual manera que se representaba en la figura 3.1. En la figura 3.3 es posible apreciar la interfaz gráfica de una de las naves. Así, se permite al usuario monitorizar el estado de la distribución de las cajas de productos a lo largo de los muelles. El usuario del SCADA central podrá seleccionar con ayuda de las pestañas superiores representadas en la figura 3.3 la nave que desea visualizar en tiempo real. Los identificadores son los mismos que los empleados para el sistema SCADA de las naves. La única diferencia de esta funcionalidad respecto a la presentada para los sistemas SCADA de las naves (ver figura 3.1), es que desde el SCADA central no puede decrementarse el número de cajas de cada estación de carga. Esto es debido a que está es una labor que debe realizarse por los operarios de la nave con ayuda del SCADA previo, cuando van incorporando los paquetes de los diferentes productos a los camiones.

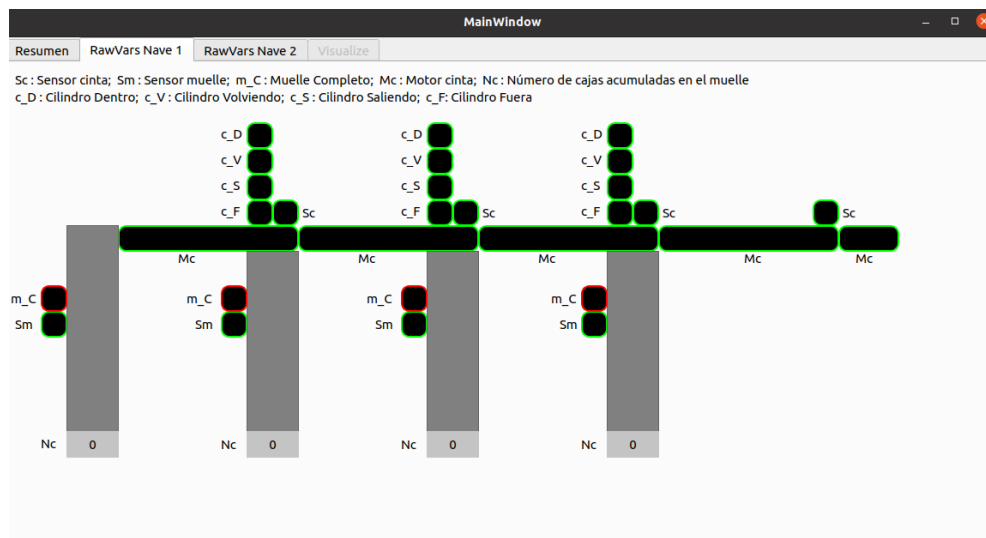


Figura 3.3: Interfaz gráfica del sistema SCADA central que permite visualizar el flujo de las cajas de productos a lo largo de los diferentes muelles de una de las naves.