

Asignatura: Programación Avanzada de Autómatas.

Documento: Ejercicios de diseño de sistemas
secuenciales.

Ejercicio 2: Ciclo Automático de Transportador Power&Fee.

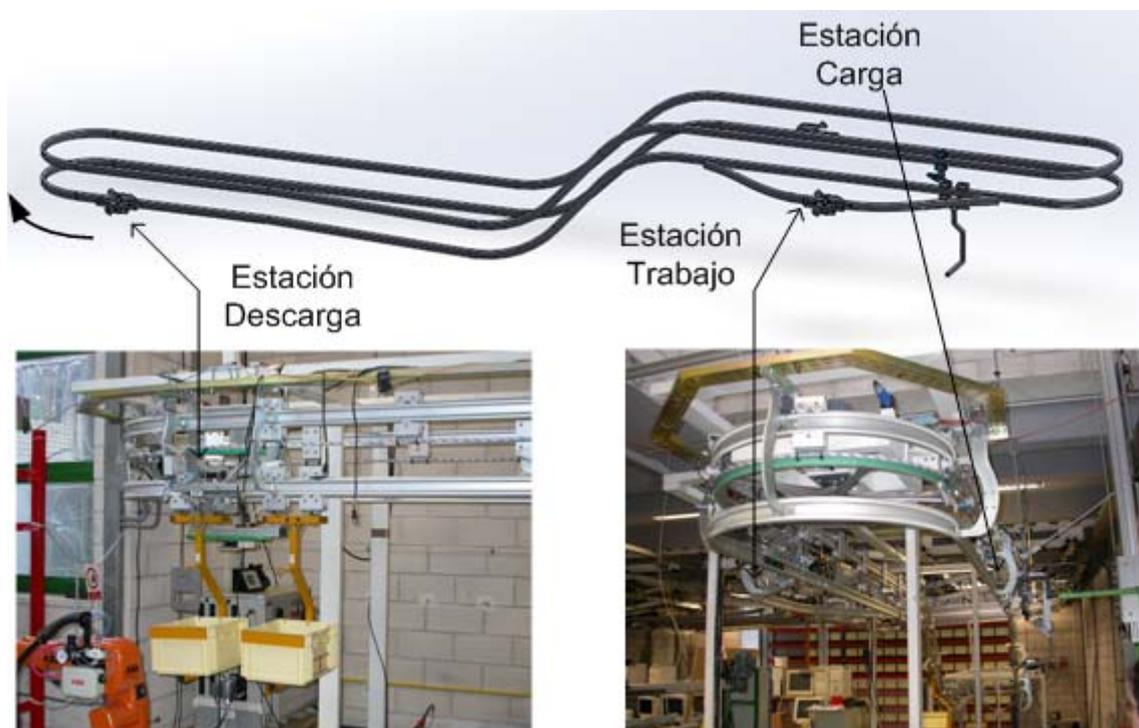


Figura 1: Imagen de transportador Power & Free
(Laboratorio Ricardo Marín de la E.E. Industrial de la Universidad de Vigo).

Muchos procesos productivos actuales (y muy particularmente el sector del automóvil) requieren de la capacidad de transportar piezas de un punto a otro de una planta industrial, y de la posibilidad de formar colas en dichos puntos a la espera de dar paso a los productos uno a uno (dosificar). Los diferentes sistemas de manutención industrial (caminos de rodillos, cintas transportadoras, sistemas AGV, aerovías, etc.) son los empleados para estos fines, y permiten desde la dosificación de piezas entre zonas robotizadas hasta el transporte y distribución de ensamblados entre distintas estaciones de trabajo en cadenas de montaje. Entre los transportadores ligeros (para cargas de peso medio) que proporcionan esta funcionalidad, los sistemas “Power & Free” (ver Figura 1) son, en la actualidad, muy demandados desde la industria, especialmente en su configuración aérea, en la que la unidad transportadora de carga (típicamente un “carro

transportador” o un dispositivo mecánico acoplado sólidamente al sistema de arrastre) circula por un raíl elevado. Los sistemas “Power & Free” permiten realizar un control del flujo, dado que es posible incorporar puntos de parada, donde las unidades de transporte se desacoplan de las unidades empujadoras (típicamente “carros empujadores” equiespaciados que se mueven de forma continua y constante gracias a un mecanismo de arrastre), mientras que el resto de unidades transportadoras siguen siendo empujadas en otras zonas del transportador.

Esta funcionalidad es posible gracias a la presencia de dos raíles en el sistema, uno de ellos por el que se mueven las unidades de empuje (Power) a lo largo de un circuito cerrado, y otro raíl paralelo, independiente, por el que circulan las unidades de transporte (Free), que pueden acoplarse o desacoplarse en función de las necesidades de configuración. La funcionalidad concreta de los sistemas “Power & Free” radica en que las unidades de transporte móviles pueden ser liberadas del empuje y formar colas en diferentes puntos del sistema (estaciones de parada).

Descripción del sistema

El transportador Power&Free del Laboratorio de mantenimiento e Informática Industrial (Laboratorio Ricardo Marín Martín) de la E.E. Industriales de la Universidad de Vigo cuenta con tres puntos o estaciones de parada y, en su conjunto, representa una línea de montaje con un punto de entrada (Estación de Carga de la figura 1), un punto de ensamblaje (Estación de Trabajo de la figura 1) y un punto de salida (Estación de Descarga la figura 1). Cada una de las estaciones constan de un sensor de detección carro y un actuador neumático biestable para abrir y cerrar la estación. Además, la estación de descarga cuenta con un elemento de fijación adicional del carro (neumático biestable). La estación de trabajo o ensamblaje está situada fuera del circuito principal de arrastre por lo que se cuenta con un sistema secundario de arrastre impulsado por un cilindro neumático. Un desvío previo a la estación de trabajo permite que un carro entre en esta zona o siga el recorrido por el camino principal. El desvío de salida de la zona de trabajo permite recoger o bien los carros que vienen de la estación de trabajo o bien de la zona de carga.

El funcionamiento de cada un de las estaciones (carga y trabajo) es el siguiente:

- En reposo están cerradas.
- Cuando se detecta un carro y se recibe la señal de validación correspondiente (por ejemplo, una pulsación de un operario), se abre. En el caso de la estación de carga hay dos señales de validación de apertura, una para mandar el carro directamente a descarga y otro para mandar el carro a trabajo.
- Al dejar de detectar carro, la estación se cierra.

En el caso de la estación de descarga:

- Cuando se detecta un carro se bloquea.
- Dos segundos después (dado que no hay detectores de posición del cilindro de bloqueo, se temporiza el bloqueo) se queda a la espera de la señal de la validación correspondiente.
- Tras recibir la señal de validación, se desbloquea 2 segundos y después se abre.
- Al dejar de detectar carro, se cierra.

Además, si un carro de la estación de entrada se manda a trabajo, hay que poner el desvío de entrada en dirección a la estación. Si un carro de la estación de entrada se manda a descarga directamente, hay que poner el desvío de entrada y el desvío de salida en dirección bypass. Si se deja salir un carro de trabajo, hay que asegurarse de poner el desvío de salida en posición “Trabajo” y que no hay ningún carro en el tamo que va desde la estación de carga al desvío de salida.

Para ayudar a un carro que tome el desvío de trabajo en dirección a la estación de trabajo, hay que activar el empuje auxiliar que está constituido por un cilindro que hay que expandir y retraer de forma alternada durante un tiempo. Para que empiece este proceso, a falta de detector de carro previo, hay que temporizar el tiempo aproximado que el carro que salió de la estación de carga tarde en llegar (aproximadamente 17 segundos)

Señales de entrada y salida (Sensores y actuadores)

El sistema cuenta con tres sensores de tipo inductivos (uno por estación). Además, en la zona de trabajo existe una serie de detectores para gestionar el tráfico:

- DetectorPaso: Detecta que un carro, tras pasar el desvío de entrada a trabajo, ha entrado en el tramo de bypass.
- DetectorEntradaTrabajo: Detecta que un carro, tras pasar el desvío de entrada a trabajo, entra en el raíl de acumulación de la estación de trabajo. En este raíl puede haber varios carros acumulados, y se supone lleno cuando este mismo detector esté dando señal de forma continua (saturación)
- DetectorEntradaDescarga: Detecta que un carro, tras pasar el desvío de salida a trabajo (vega del tramo de bypass o del tramo de salida de la estación de trabajo) entra en el tramo final que lo conduce a la estación de descarga.

En cuanto a los actuadores del sistema, cada una de las estaciones cuenta con un cilindro neumático que actúa sobre el sistema de desenganche-enganche de los carros de arrastre. Existen dos cilindros para cada uno de los desvíos, con el fin de desviar los carros por la estación de “trabajo” y para que el carro de salida de la estación de trabajo se reincorpore al circuito principal. Por último, el motor eléctrico (señal ActuaMotor) es el que mueve todo el sistema, mientras que el arrastre en el tramo de la estación de

trabajo se realiza a través de un sistema con movimiento adelante/atrás activado a través de un cilindro (señales ActuaAlante y ActuaAtras).

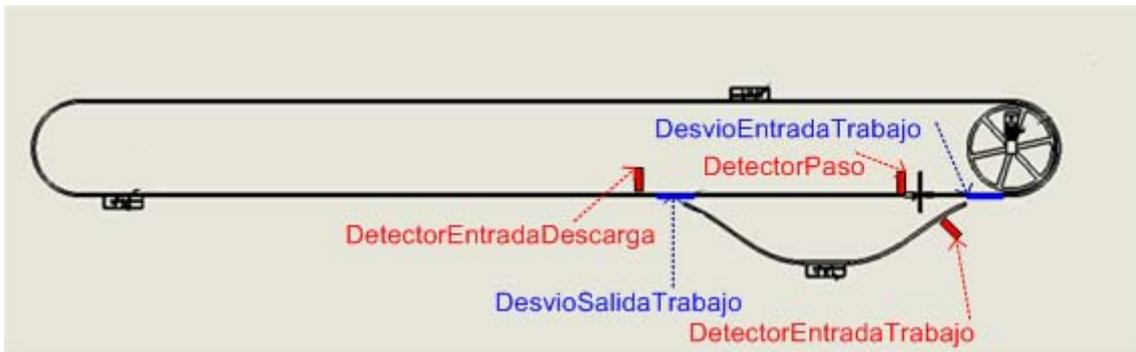


Figura 2: Detectores de paso de carro en Zona Trabajo/ByPass.

Cada Estación cuenta con las siguientes señales:

Estación de Carga:

- DetectorCarga (*Entrada*)
- AbrirCarga (*Salida*)
- CerrarCarga (*Salida*)

Estación de Trabajo:

- DetectorTrabajo (*Entrada*)
- AbrirTrabajo (*Salida*)
- CerrarTrabajo (*Salida*)

Estación de Descarga:

- DetectorDescarga (*Entrada*)
- AbrirDescarga (*Salida*)
- CerrarDescarga (*Salida*)
- BloquearDescarga (*Salida*)
- LiberarDescarga (*Salida*)

Para el control de tráfico y de los desvíos hay las siguientes señales.

- DetectorPaso (*Entrada*)
- DetectorEntradaTrabajo (*Entrada*)
- DetectorEntradaDescarga (*Entrada*)

- AbreDesvioEntrada (*Salida*)
- CierraDesvioEntrada (*Salida*)
- AbreDesvioSalida (*Salida*)
- CierraDesvioSalida (*Salida*)

Para el control del arrastre hay las siguientes señales:

- ActuaMotor (*Salida: motor para el arrastre principal*)
- ActuaAdelante (*Salida: cilindro para arrastre en el desvío de trabajo*)
- ActuaAtras (*Salida: cilindro para arrastre en el desvío de trabajo*)

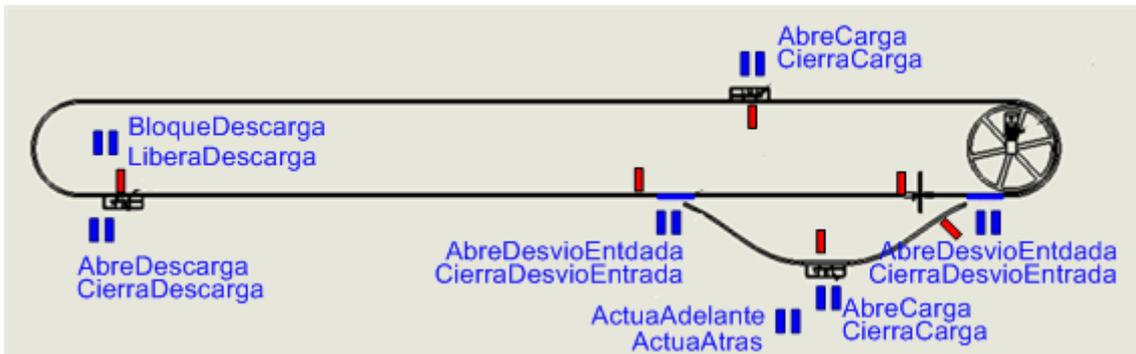


Figura 3: Actuadores neumáticos.

(*ENTRADAS*)

DetectorCarga:BOOL;
 DetectorPaso:BOOL;
 DetectorEntradaTrabajo:BOOL;
 DetectorEntradaDescarga:BOOL;
 DetectorTrabajo:BOOL;
 DetectorDescarga:BOOL;

(*SALIDAS*)

AbrirCarga :BOOL;
 CerrarCarga:BOOL;
 AbreDesvioEntrada:BOOL;
 CierraDesvioEntrada:BOOL;
 AbrirTrabajo:BOOL;
 CerrarTrabajo:BOOL;
 AbreDesvioSalida:BOOL;
 CierraDesvioSalida:BOOL;
 AbrirDescarga:BOOL;
 CerrarDescarga:BOOL;
 BloqueaDescarga : BOOL;
 LiberaDescarga:BOOL;
 ActuaMotor:BOOL;
 ActuaAdelante:BOOL;
 ActuaAtras:BOOL;

Además, hay las siguientes señales de validación provenientes de la Interfaz Hombre Máquina:

IHM_ValidaCargaADescarga
 IHM_ValidaCargaATrabajo
 IHM_ValidaTrabajo
 IHM_ValidaDescarga

Se Pide:

1. Diseñar la/las redes de Petri para el funcionamiento automático del sistema. Tener en cuenta que solamente se le debe dar permiso de salida a un carro de carga o descarga si tiene el/los desvíos en la posición que necesite para hacer su recorrido. Además, hasta que un carro no haya pasado estos desvíos, no debe soltarse otro carro que los necesite.
2. Rediseñar la red utilizando una macroetapa (módulo) para la funcionalidad de las estaciones.