



DISEÑO MECÁNICO DE LA LÍNEA TRANSPORTADORA

Capítulo Séptimo

INTRODUCCIÓN

Ahora que ya investigamos, analizamos y digerimos la información necesaria para hacer el diseño de esta línea transportadora. En este capítulo vamos a seleccionar el motor a utilizar, la configuración de las bobinas dentro de los módulos, vamos a diseñar distintos tipos de módulos para las diferentes aplicaciones.

LA ESTRATEGIA A SEGUIR

Lo primero en nos vamos a enfocar es en detallar los requerimientos de la línea transportadora. Para ello vamos a recordar lo que se planteó en el primer capítulo de esta tesis:

“La línea transportadora inteligente para la que se diseñará el **módulo** debe de tener las siguientes características:

- X *Que sea innovadora*
- X *Que utilice el principio del motor lineal*
- X *Que pueda re-configurar cambios de trayectoria de forma automática*
- X *Que sea segura para los operadores, contra descargas eléctricas*
- X *Que los pallets estén equipados con los sensores adecuados para evitar colapsos.*
- X *Que tenga un sistemas de codificación de piezas*
- X *Que sea Modular.”*

Estos requerimientos los vamos a reordenar, por áreas:

ÁREA ELECTRO - MECÁNICA

Que utilice el principio del motor lineal

Que pueda re-configurar cambios de trayectoria de forma automática

Que sea segura para los operadores, contra descargas eléctricas

Que sea Modular

Que sea innovadora

ÁREA ELECTRÓNICA

<i>Que los pallets estén equipados con los sensores adecuados para evitar colapsos</i>	<i>Que tenga un sistema de codificación de piezas</i>	<i>Que pueda re-configurar cambios de trayectoria de forma automática</i>
<i>Que sea Modular</i>	<i>Que sea innovadora</i>	

Como vemos, son 5 requerimientos que hay que tomar en cuenta para el diseño mecánico. Y también pueden observar que muchos requerimientos son aplicables, tanto para el área mecánica, como para el área electrónica.

Para cumplir estos requerimientos, se me ocurrieron varias ideas, pero la que más me llamó la atención es la de comparar la línea transportadora, con las redes Ethernet. Sabemos que los conveyors transportan muchos pallets. Que frecuentemente tienen problemas de tráfico y coordinación. Y ya que, soy ingeniero en Comunicaciones y electrónica. Me acordé que Ethernet también tiene esos problemas. Y que Ethernet transporta muchísimos más paquetes de información a través de sus canales de comunicación. Me acordé que utiliza puentes (Bridges), Concentradores (Hubs), Ruteadores (Routers), Conmutadores (Switches), para dirigir de forma adecuada el tráfico de paquetes a través de la red. Así que adopté estos mismos principios para que sean aplicados en la línea transportadora.

Utilizando esta estrategia, cumplimos con los siguientes requerimientos:

- T **ES INNOVADORA:** No he visto ninguna línea transportadora que tenga un módulo Ruteador, o que le asigne una dirección de destino y de origen a sus pallets. Así como se hará en esta línea.
- T **ES MODULAR:** Así como Ethernet se compone de diversos dispositivos que regulan el tráfico en la red (switches, ruteadores y puentes), de la misma manera se compondrá esta línea. Ya que habrá módulos estandarizados que al juntarlos armen una línea transportadora inteligente. Y ya que su unidad mínima es un módulo, su reordenamiento (cambio de layout) será viable y muy fácil
- T **PODRÁ RE-CONFIGURAR CAMBIOS DE TRAYECTORIA DE FORMA AUTOMÁTICA:** De hecho existirá un módulo dedicado única y exclusivamente a guiar a los pallets a su destino final, en base a la dirección de destino.

SELECCIÓN DEL MOTOR

Ya tenemos tres requerimientos cumplidos de los cinco que nos pidieron. El siguiente requerimiento a analizar, es el de cómo utilizar el principio del motor lineal. Para esto, ya hicimos una investigación previa, de los motores lineales (Capítulo IV). Como bien recordaremos, existen muchos tipos de motores lineales, pero de entre todos ellos requerimos uno que:

- H Sea ligero
- H Que no requiera que el pallet esté energizado
- H Que no requiera que el pallet esté siempre en la línea transportadora, es decir, que se pueda separar fácilmente
- H Que el pallet sea el secundario
- H Que se energéticamente viable
- H Que no requiera un sistema complicado de control
- H Que no requiera de un costoso o complicado sistema de localización
- H Que se pueda controlar la velocidad de desplazamiento del pallet
- H Que permita el cambio de trayectoria, sin necesidad de dispositivos mecánicos complejos

Bueno, tras analizar estos requerimientos. Se observó que el mejor motor para esta aplicación es el motor lineal plano bidimensional. Como el que se observa en la figura 4.36. Estos motores, por lo general son a pasos. Con lo cual nos evitamos diseñar un elaborado sistema de control. Así como un costoso sistema de localización del pallet.

Para cumplir con el último requisito, que es el de la seguridad contra descargas eléctricas. Decidimos que lo mejor es utilizar una configuración de secundario corto movable y que el motor sea por reluctancia. Y por supuesto, el secundario será nuestro pallet. Así, el pallet se podrá retirar de la línea en cualquier instante, puesto que no está acoplado, también será ligero el pallet. Será energéticamente más eficiente, ya que no habrá que transportar bobinas. Y en cuestión de seguridad, las bobinas y la alimentación eléctrica estará en el estator. Dónde el operador no tendrá acceso. Así que con esto ya hemos cumplido todos los requerimientos mecánicos.

Ahora lo que sigue es el diseño en sí del módulo. Como ya dijimos, vamos a utilizar un motor plano bidimensional a pasos. El primario va a ser el Platten y estará lleno de bobinas, las cuales van a generar el movimiento en el pallet (forcer), que estará hecho de un material con una amplia permeabilidad magnética.

Pero antes de poder establecer una guía para la el diseño final del motor. Hay que remontarnos a los motores a pasos lineales. Estos los hemos estudiado en el capítulo cuatro en el apartado Motor Lineal A Pasos, que está dentro del apartado Motores Especiales. Y la figura que me gusta mucho es la 4.31. En la que se ve explícitamente como está compuesto un forcer en un motor a pasos lineal de reluctancia. No es objetivo de esta tesis hacer el diseño del motor, pero sí entender el principio de funcionamiento. Para que pudiera entender este principio, tuve que hacer una animación / simulación que demuestra el número de dientes mínimo que se requieren y el número de pasos necesarios para tener el desplazamiento de un paso polar, y entiendase paso polar, como la distancia que hay de una bobina a la otra.

Este motor funciona, al conmutar las bobinas, haciendo que vayan atrayendo los dientes del forcer. En la figura siguiente se aprecia el motor lineal a paso. El forcer es el que está en rojo y tiene cuatro dientes. Es de material ferromagnético. Las bobinas están representadas por los bloques de color azul oscuro. Los bloques de azul claro son espacios que se rellenan con algún tipo de resina, el objetivo de esa resina es proveer de una superficie lisa al forcer. La parte café claro es la base para las bobinas, lo que sería el equivalente del sustrato para las plantas del jardín. Esta base sostiene los núcleos ferromagnéticos de las bobinas, cabe recalcar que la base debe de tener una permeabilidad baja, debido a que no queremos autoinductancias. El bloque verde, simula la bobina activa, que atrae a alguno de los dientes del forcer. Como vemos en la figura. El forcer está en su posición inicial y es retenido por la única bobina activa.

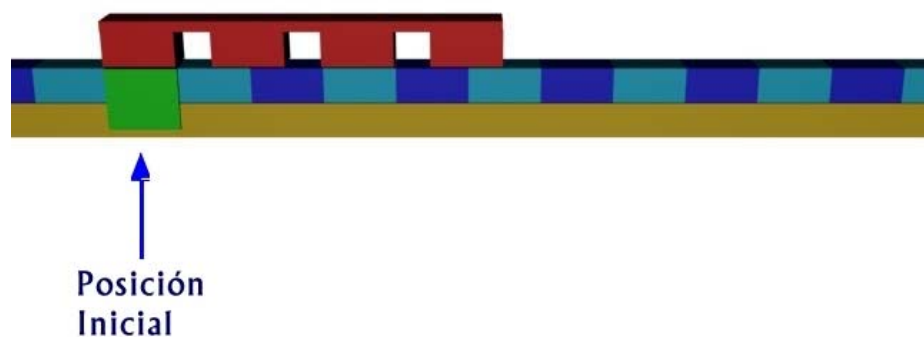


Figura 7.1 - Esquema del funcionamiento de un motor lineal a pasos por reluctancia.

Para iniciar el movimiento hay que activar la segunda bobina, así como se muestra en la figura siguiente. Hay que observar que el diente contiguo está a la mitad de la segunda bobina, por tanto cuando se active dicha bobina, atraerá con mucha facilidad a ese mismo diente.



Figura 7.2 - Para iniciar el movimiento se activo la segunda bobina, para atraer al segundo diente y generar el movimiento.

Una vez que se ha activado la segunda bobina, el campo magnético genera una fuerza para desplazar el forcer y reducir al máximo la reluctancia que siente la fuerza megneto motriz.



Figura 7.3 - El forcer ha sido desplazado por la fuerza generada por la segunda bobina.

Para volver a desplazar al forcer hay que activar la tercera bobina, así como se muestra en la siguiente figura:



Figura 7.4 - Se activa la siguiente bobina, para inducir una fuerza en el forcer, que haga que se desplace.

Al igual que sucedió en el caso anterior, la bobina inducirá una fuerza sobre el forcer para atraerlo hacia ella. Esto es muy importante, ya que nos garantiza que el forcer se quedará allí, pese a la temperatura, ruidos, variaciones de voltaje. Es la gran ventaja de los motores a pasos.



Figura 7.5 - El forcer ha sido desplazado hasta que el diente próximo alcance la bobina activa.

Otra vez más, hay que activar la siguiente bobina.



Figura 7.6 - Se activa la siguiente bobina, para desplazar al forcer

El forcer ha sido desplazado, nuevamente



Figura 7.7 - El forcer ha sido desplazado nuevamente. Pero no hay que confundirse, todavía no acabamos.

Ahora le toca nuevamente el turno a la segunda bobina.



Figura 7.8- El se activa nuevamente la segunda bobina.

Nuevamente la segunda bobina atrae al forcer, pero esta vez, al primer diente.

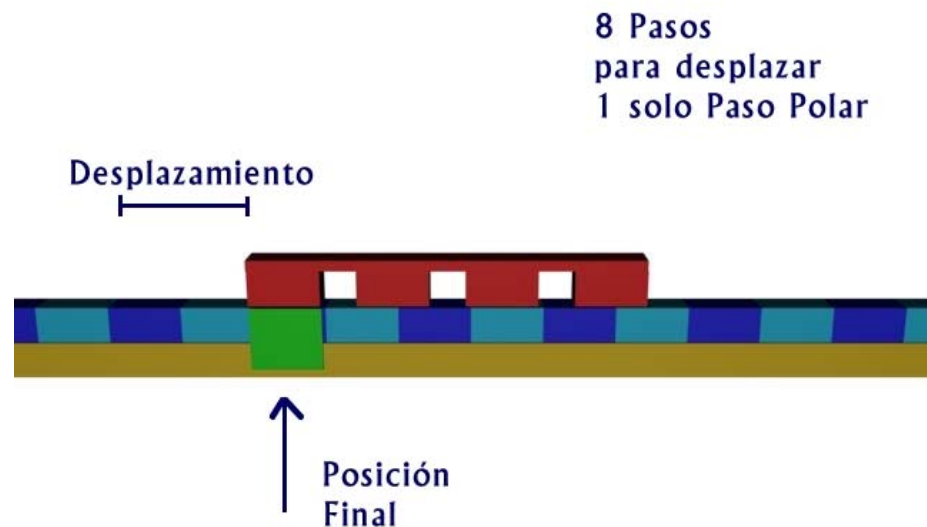


Figura 7.9 - La segunda bobina atrajo al primer diente. El ciclo está completo. Como podemos observar son 8 pasos para desplazar el forcer de una bobina a la otra.

Ahora sí ya hemos acabado el ciclo. Como vimos necesitamos ocho pasos para poder desplazar el forcer de una bobina a la otra. Para desplazar una distancia igual a la longitud del forcer (2.75 veces la distancia entre bobinas) necesitaríamos 22 pasos. También podemos deducir que este motor tiene una resolución de $\frac{1}{8}$ de la distancia entre bobinas.

Ahora bien, todo esto lo entendimos, por que necesitamos traslaparlo a dos dimensiones. Sabiendo que este motor debe de utilizar el principio de linealidad (lo que desplazamos en X no afecta la posición de Y). Y vamos a apoyarnos en lo investigado en el capítulo de motores lineales.

Como nos da a entender la figura 4.35 necesitamos poner dos forcers como los que analizamos en forma perpendicular, para poder desplazarnos en dos ejes. Y otros dos forcers en espejo y en contra esquina, para compensar los momentos. En cuanto al primario, está compuesto por una matriz de bobinas que permitirán el desplazamiento en las dos direcciones. Para explicar todo de mejor manera, vamos a armar imaginariamente un módulo con su deslizador. Así tenemos que lo primero que hay que poner son los núcleos ferromagnéticos en un arreglo matricial, así como se ve en la figura:

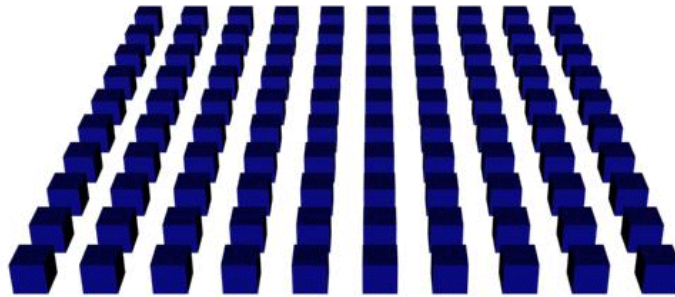


Figura 7.10 - Arreglo de núcleos ferromagnéticos, que conformarán una de las partes principales del módulo.

Enseguida, tenemos que darle un sustento a esos núcleos, junto con sus bobinas. Por ello hay que poner una base, de cualquier material, cuya permeabilidad sea relativamente baja. Puesto que no queremos que existan inductancias mutuas. Ver la figura siguiente:

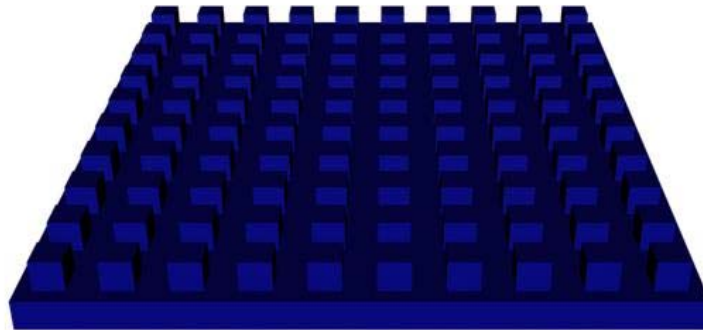


Figura 7.11- Darle una base a todos los núcleos ferromagnéticos

Arriba de la base y encajado en cada núcleo ferro magnético, hay que poner una matriz de bobinas, que serán nuestros actuadores. Así como lo muestra la siguiente figura:

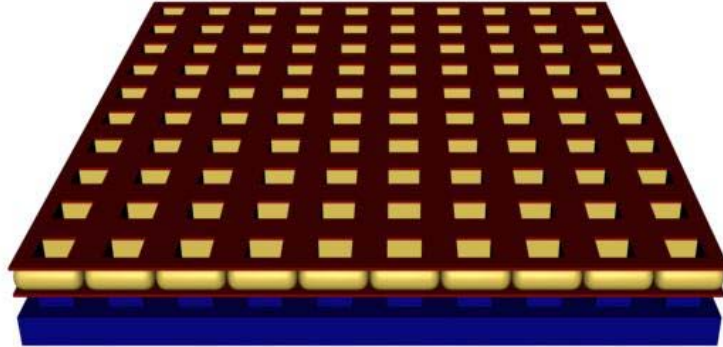


Figura 7.12 - Enseguida hay que poner la matriz de bobinas que se necesitan para nuestro módulo.

A continuación hay que ponerle una lámina que separará el forcer de los núcles de el platten. Además de que nos proveerá de una superficie lisa para que los pallets se puedan desplazar sin ningún problema. Vease la siguiente figura:

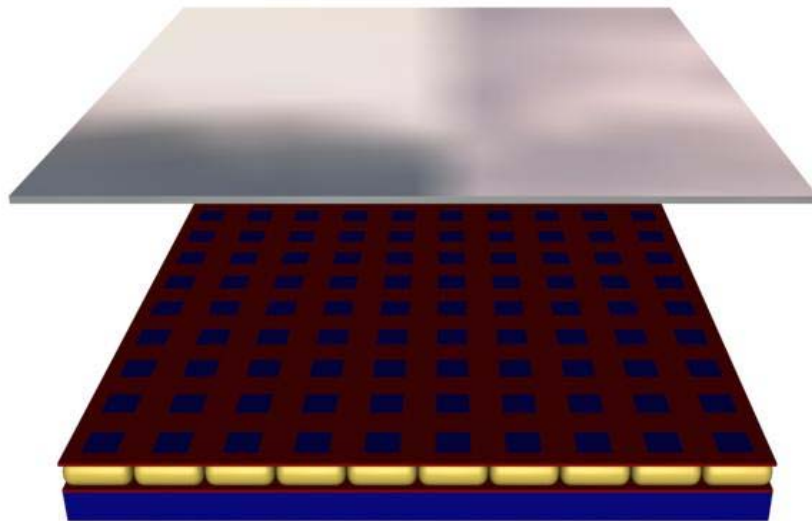


Figura 7.13- A continuación le ponemos una lámina de un material que no tenga propiedades ferromagnéticas. La lámina nos proveerá de una superficie lisa para que el forcer se deslice sin problema alguno.

Ahora sí ya tenemos construido nuestro estator. Y ahora lo que nos falta es construir imaginariamente el pallet o deslizador. Para ello vamos a poner los dientes, que son de material ferromagnético, encima del módulo. Vease la siguiente figura:

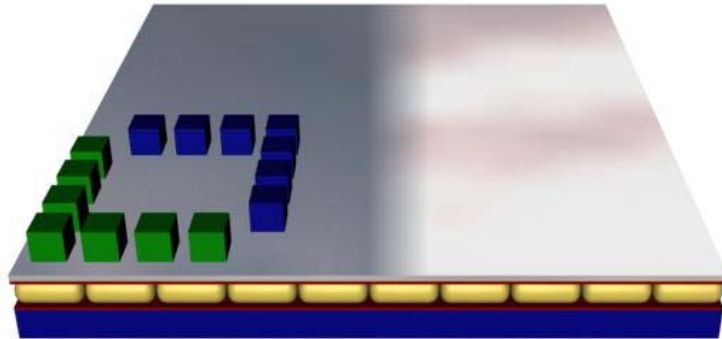


Figura 7.14 - Se pone los dientes del deslizador, para que se mueva en las dos direcciones. Hay que recordar que estos son de un material ferromagnético.

Enseguida pondremos unos balines que servirán como llantas locas para el pallet. Lo que nos reducirá la superficie de contacto. Alzará el pallet y deberá reducir la fuerza de rozamiento. Vease la siguiente figura:

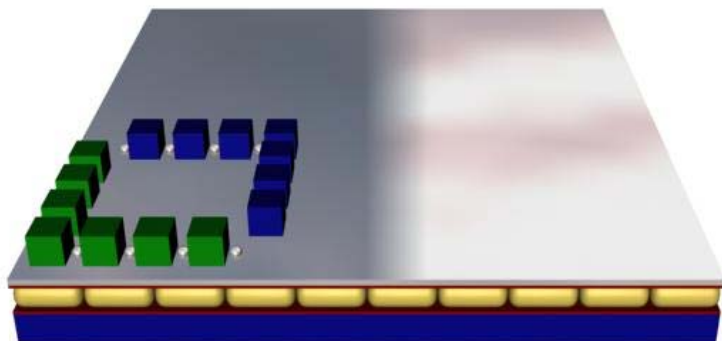


Figura 7.15 - Se utilizarán unos balines o canicas, como ruedas locas. Que reducirán la fuerza de rozamiento, y la superficie de contacto del pallet.

Enseguida hay que poner la caja donde se llevará toda la electrónica del pallet, sensores y demás. Vease la figura siguiente. Recuerde que esta caja debe de tener una permeabilidad muy baja.

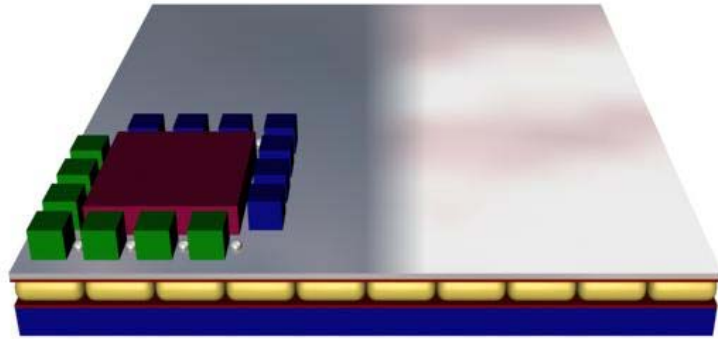


Figura 7.16 - Se pone la caja donde se llevará toda la electrónica. Recuerde que no puede ser de material ferromagnético

Enseguida hay que colocar la superficie del deslizador, lo que hará de pallet. Y que será la estructura para el deslizador. Este no debe de ser de material ferromagnético. Vease la siguiente figura:

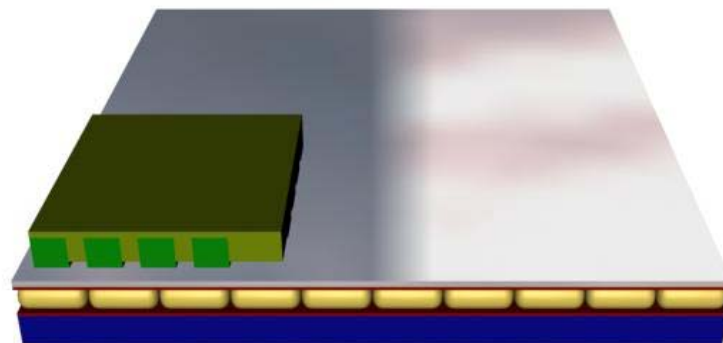


Figura 7.17 - Hay que colocar la superficie del deslizador, que es la que hará la función de pallet, además de ser la estructura del deslizador.

Ahora bien, no es necesario tener todas esas bobinas para darle movimiento al pallet. Puede hacer los siguiente módulos, con lo cual se va a ahorrar mucho dinero, trabajo. A continuación damos una breve explicación de lo que hace cada módulo.

MODULO BUS

El objetivo principal del Módulo Bus es el de llevar un pallet de un extremo del módulo al otro. El microcontrolador que controla ese módulo debe de llevar la programación necesaria para realizar dicha tarea y demás que son necesarias para el buen funcionamiento de la línea. A continuación hacemos mención de las características inherentes al procesamiento del módulo y cada una de las funciones que debe realizar el procesador de este módulo:

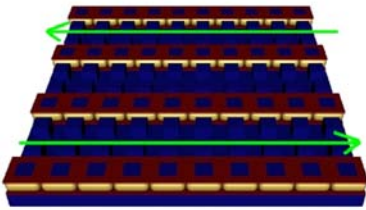


Figura 8.21 - Esquema de un módulo tipo bus.
Se observa que los pallets viajan en una sola dirección, pero en dos sentidos diferentes

Características:

- (Este módulo debe de transportar los pallets de un extremo al otro.
- (Este módulo sólo puede transportar pallets en una sola dirección, pero puede hacerlo en dos sentidos.
- (Éste es un módulo de unión, por tanto forzosamente debe de tener un módulo vecino en cada extremo

MODULO Funciones del módulo:

- BUS**) Deberá tener la capacidad de conmutar las bobinas adecuadamente para que pueda llevar el pallet hasta el otro extremo
-) Deberá tener la capacidad de dirigir varios pallets a en el mismo módulo
 -) Deberá tener la capacidad de informar a la computadora central de la localización de los pallets y del estado del módulo.
 -) Deberá comunicar al siguiente módulo de que se tiene un pallet en frontera
 -) Deberá tener una subrutina que acepte o retrase el paso de un pallet del módulo anterior.
 -) Deberá ser capaz de retransmitir a la computadora central, la información del pallet
 -) Deberá ser capaz de detectar fallos en la transportación de un pallet
 -) Deberá ser capaz de comunicar a la computadora central sobre algún fallo u obstáculo en el módulo

MODULO RUTEADOR

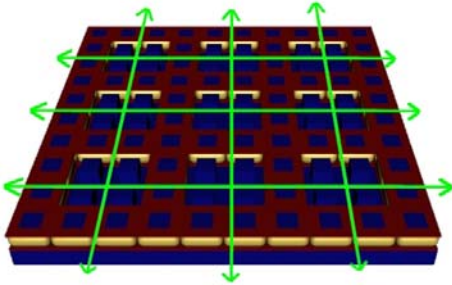


Figura 8.22 - Esquema de un módulo tipo ruteador.

MODULO RUTEADOR

El objetivo principal del Módulo Ruteador es el de dirigir los pallets al extremo del módulo que le corresponda, de acuerdo con su dirección. El microcontrolador que controla ese módulo debe de llevar la programación necesaria para realizar dicha tarea y demás que son necesarias para el buen funcionamiento de la línea. A continuación hacemos mención de las características inherentes al procesamiento del módulo y cada una de las funciones que debe realizar el procesador de este módulo:

Características:

- (Este módulo debe de transportar los pallets de acuerdo con la dirección del mismo
- (Este módulo puede transportar pallets multiples direcciones, y en los dos sentidos.
- (Éste es un módulo puede o no tener conectado un módulo vecino en cada extremo
- (Este módulo debe de ser capaz de leer la dirección del pallet

Funciones del módulo:

-) Deberá tener la capacidad de conmutar las bobinas adecuadamente para que pueda llevar el pallet hasta el extremo adecuado
-) Deberá tener la capacidad de dirigir varios pallets a en el mismo módulo
-) Deberá tener la capacidad de informar a la computadora central de la localización de los pallets y del estado del módulo.
-) Deberá comunicar al siguiente módulo de que se tiene un pallet en frontera
-) Deberá tener una subrutina que acepte o retrase el paso de un pallet del módulo anterior.
-) Deberá ser capaz de retransmitir a la computadora central, la información del pallet
-) Deberá ser capaz de detectar fallos en la transportación de un pallet
-) Deberá ser capaz de comunicar a la computadora central sobre algún fallo u obstáculo en el módulo

MODULO TERMINAL O ACUMULADOR

MODULO TERMINAL O ACUMULADOR

El objetivo principal del Módulo Acumulador es el de dirigir el pallet al extremo del módulo para que sea tomado por la estación de trabajo. Otro objetivo es el de acumular los pallets que están esperando ser atendidos por la estación de trabajo. El microcontrolador que controla ese módulo debe de llevar la programación necesaria para realizar dicha tarea y demás que son necesarias para el buen funcionamiento de la línea. A continuación hacemos mención de las características inherentes al procesamiento del módulo y cada una de las funciones que debe realizar el procesador de este módulo:

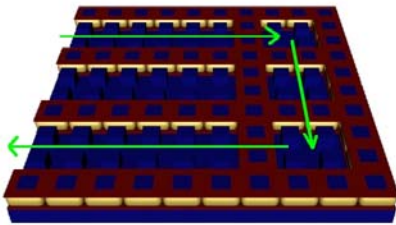


Figura 8.23 - Esquema de un módulo tipo acumulador

Características:

- (Este módulo debe de dirigir los pallets al terminal del módulo para que sean tomados por la estación de trabajo
- (Este módulo debe de coordinar la acumulación de pallets, para que sean atendidos por la estación de trabajo
- (Este módulo deberá de sacar el pallet usado a el router para ser atendido por la siguiente estación de trabajo
- (Éste es un módulo forzosamente debe tener conectado módulo ruteador en su extremo
- (Este módulo debe de ser capaz de leer la dirección del pallet

Funciones del módulo:

- H Deberá tener la capacidad de conmutar las bobinas adecuadamente para que pueda llevar el pallet hasta el extremo adecuado
- H Deberá tener la capacidad de dirigir varios pallets a en el mismo módulo
- H Deberá tener la capacidad de informar a la computadora central de la localización de los pallets y del estado del módulo.
- H Deberá comunicar al siguiente módulo de que se tiene un pallet en frontera
- H Deberá tener una subrutina que acepte o retrase el paso de un pallet del módulo anterior.
- H Deberá ser capaz de retransmitir a la computadora central, la información del pallet
- H Deberá ser capaz de detectar fallos en la transportación de un pallet
- H Deberá ser capaz de comunicar a la computadora central sobre algún fallo u obstáculo en el módulo

