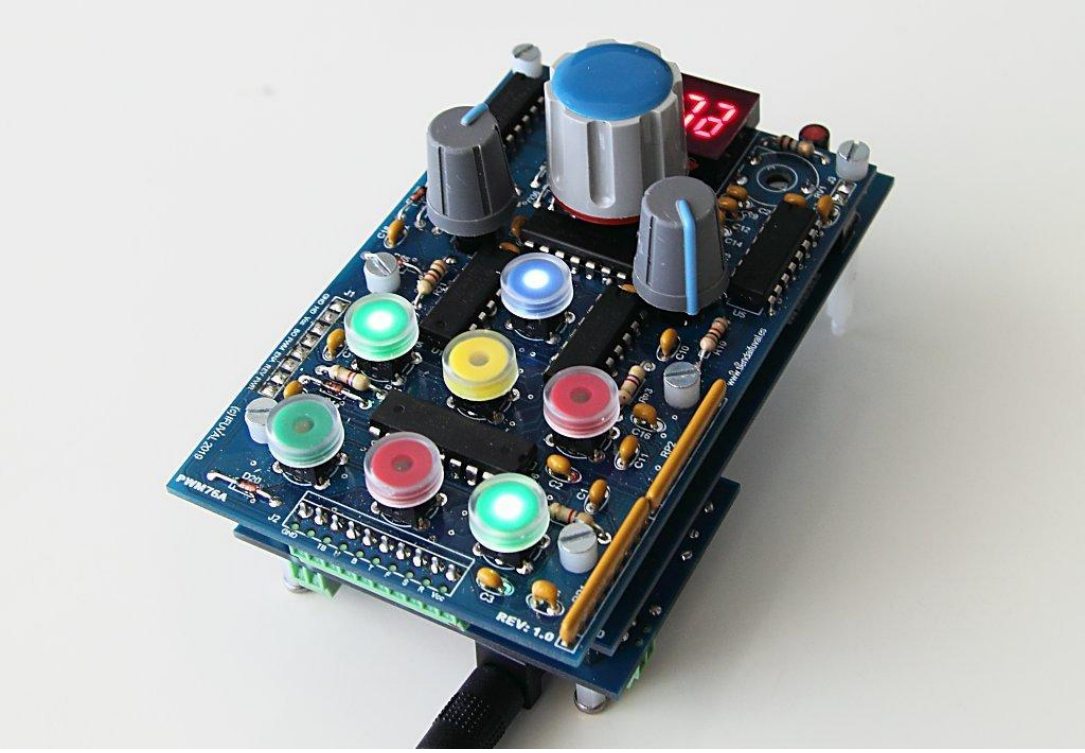
CONTROLADOR PWM76ASFA

Descripción

El controlador PEM76ASFA es un circuito electrónico para alimentar maquetas analógicas de trenes de **Corriente Continua** de las escalas H0, N o Z utilizando corriente pulsada PWM (Pulse Width Modulation) de baja frecuencia. Este tipo de corriente produce un control extraordinariamente preciso de la velocidad de las locomotoras especialmente a velocidades lentas y muy lentas.



Este controlador tiene una serie de características muy poco habituales en controladores para trenes en miniatura, por lo que resulta un controlador muy avanzado, y que permite tanto un funcionamiento muy realista de los trenes, como la realización de controles y automatismos con una gran facilidad. Entre ellas destacamos:

- Corriente de salida de tipo PWM con frecuencia de 40 Hz tensión entre 9 y 16 Voltios y hasta 2 Amperios de intensidad, capaz por lo tanto para trenes analógicos de corriente continua (DC) de escalas H0, N, o Z

- Control electrónico de marcha/paro e inversión de sentido, con indicadores luminosos. Este tipo de control puede accionarse mediante los pulsadores (verdes y rojo) presentes en el propio controlador o a distancia, mediante pulsadores, botoneras, vías de contacto, sensores de tipo reed, sensores de tipo Hall, etc. También mediante temporizadores como TIMER, dispositivos electrónicos tipo Arduino, placas de comunicaciones con ordenador etc.

- Simulación de inercia: El controlador hace que los trenes aceleren y frenen de forma progresiva automáticamente. De esta forma se simula el efecto de la inercia que presentan los trenes reales debido a su gran masa. Este efecto es ajustable en límites muy amplios, ya que permite hacer que los trenes aceleren de forma prácticamente instantánea hasta hacer que tarden unos 70 segundos en alcanzar la máxima velocidad desde cero, o bien que lleguen a pararse desde la velocidad máxima en

un tiempo análogo. Este ajuste de inercia está permanentemente accesible, de modo que puede modificarse en cualquier momento, incluso con el tren en marcha.

- Paradas y arranques progresivos manuales y automáticos. El controlador cuenta con tres pulsadores luminosos que pueden ser accionados manualmente para producir una parada progresiva, una arrancada progresiva y una parada automática. Estas mismas funciones se pueden activar externamente mediante pulsadores, botoneras, vías de contacto, sensores de tipo reed, sensores de tipo Hall, etc. También mediante temporizadores como TIMER, dispositivos electrónicos tipo Arduino, placas de comunicaciones con ordenador etc. En este caso los pulsadores actúan como pilotos luminosos que indican la activación de estas funciones

- La parada automática que hace detenerse al tren, por ejemplo ante una señal roja, puede ser ajustada para que sea totalmente instantánea, o que presente un retardo ajustable, de forma que la frenada sea más realista. Este ajuste de la inercia de frenada es independiente del ajuste de inercia de aceleración o deceleración

- Si se usan sensores situados junto a las señales que el trazado pueda tener, y que pueden corresponder a un sistema de bloqueo automático, al llegar el tren a esas señales se activarán automáticamente en el controlador las funciones de aceleración, deceleración o parada según la indicación de la señal y se iluminarán los botones de su cuadro de mando como confirmación del reconocimiento de esas señales. Esto es casi exacto a lo que hace en el tren real con sistema ASFA (Anuncio de Señales y Frenado Automático) y por eso este controlador lleva esas siglas como indicativo de su función.

- Velocímetro con indicación digital de la velocidad a que circula en cada momento la locomotora que esté siendo manejada por el controlador. Este velocímetro puede ajustarse para que la velocidad se muestre en Km/h o en Millas/hora o bien en forma de porcentaje sobre la velocidad máxima. Asimismo se puede ajustar para que la conversión de la velocidad a escala a la velocidad real sea válida para cualquiera de las escalas H0,N o Z

El dispositivo se alimenta con corriente continua de 9 V para escala Z, de 12 V para escala N, y de 16 V para escala H0, proveniente de una fuente de alimentación externa de Corriente Continua, que sea capaz de suministrar un mínimo de 1A.

La corriente PWM generada tiene una frecuencia constante aproximada de 40 HZ lo que permite una marcha extraordinariamente lenta. La tensión de pico es constante, lo que favorece la buena toma de contacto con las vías, y el rango de variación de la anchura de pulso cubre prácticamennte de 0 a 100 %

El mejor rendimiento se obtiene con locomotoras provistas de motor de cinco polos. Las equipadas con motores de tres polos no pueden mantener una velocidad tan baja como las de cinco polos.

Si las luces de la locomotora son por LED`s se encienden, incluso con la locomotora parada, en la dirección seleccionada en el control electrónico de dirección, y se apagan en la posición de stop del mismo. Si el alumbrado es por bombillas de incandescencia. las luces sólo funcionarán a partir de cierta velocidad.

La alimentación por corriente PWM no tiene ningún efecto negativo sobre las locomotoras y de hecho es una de las opciones establecidas por la norma NEM 630 referente a tipos de "Alimentación con tensión contínua" para los trenes analógicos.

Para obtener un funcionamiento perfecto hay que garantizar el correcto estado de la locomotora, en particular la ausencia de suciedad en el colector del motor, la limpieza de los frotadores que captan la corriente de las ruedas y la limpieza de las llantas de las ruedas. También hay que garantizar que la cadena de engranajes está limpia y ligeramente lubrificada.

Hay que conseguir también un correcto contacto eléctrico entre las ruedas y la vía, mediante la adecuada limpieza de los carriles. Una solución excelente es la introducción en el circuito de alimentación, de limpiavías electrónicos, ya que esto garantiza la continuidad eléctrica entre las ruedas y los carriles. Este controlador es perfectamente compatible con este tipo de dispositivos.

Este controlador está diseñado para manejar locomotoras exclusivamente analógicas con motor de escobillas y estator de imán permanente. La presencia de otros elementos electrónicos en la locomotora, distintos a un condensador antiparasitario, puede alterar el funcionamiento previsto y por tanto no se garantiza un funcionamiento correcto en esos casos.

Alimentación

Cada contralor PEM76ASFA puede manejar una o varias locomotoras **simultáneamente**, ya sea por manejar varios trenes en un mismo trazado o por manejar trenes con varias cabezas tractoras, doble tracción etc. El limite de locomotoras a manejar lo impone la intensidad demandada por éstas. Normalmente se considera que la intensidad necesaria para una locomotora de escala Z es de 0,3 amperios, para una de escala N es de 0,5 A y para una de escala H0 es de 1 A. Estos son valores medios, habiendo importantes variaciones de unos modelos a otros. Sumando la intensidad demandada por todas las locomotoras que se vayan a hacer funcionar simultáneamente en el circuito bajo el control de un PEM76ASFA, tendremos la intensidad necesaria total. Por ejemplo si se van a hacer funcionar tres locomotoras de escala N se necesita una intensidad de 1,5 amperios.

El limite de intensidad que soporta el PEM76ASFA es de 2 amperios. Por lo tanto, se podrán hacer funcionar simultáneamente seis locomotoras de escala Z, cuatro de escala N o dos de escala H0 con un solo PEM76ASFA

Por lo tanto, la fuente de alimentación con que alimentaremos el PEM76ASFA debe ser capaz de suministrar 2 amperios de intensidad. En nuestro catálogo existe la fuente PSU092A que puede suministrar 2 A a 9 V así que es adecuada para la escala Z y la fuente PSU122A que puede suministrar 2 A a 12 V, siendo por tanto la adecuada para la escala N

En nuestro catálogo no hay fuentes de alimentación de corriente continua de 15 o 16 V que serían las adecuadas para la escala H0, pero en tiendas de electrónica pueden adquirirse fuentes de alimentación de tipo conmutado de por ejemplo 15 voltios y 2 amperios que serían adecuadas para alimentar un PEM76ASFA y utilizarlo en H0

Se puede utilizar cualquier alimentador enchufable, o fuente de alimentación de corriente contínua que de la tensión e intensidad adecuadas. Es recomendable sin embargo que se utilicen fuentes de buena calidad de tipo conmutado. Para el caso de la escala Z que funciona a 9 V puede incluso conectarse como alimentación una pila de 9 voltios.

También pueden utilizarse fuentes de alimentación de mayor potencia, es decir de la tensión correspondiente a la escala utilizada pero con una intensidad de salida mayor. En este caso se deberá intercalar un fusible de 2 amperios en la entrada de alimentación del PEM76ASFA para garantizar que la intensidad que recibe éste no supera los 2 amperios.

Si la fuente utilizada tiene suficiente potencia puede utilizarse una misma fuente para más de un PEM76ASFA. Por ejemplo una fuente con salida de 12 voltios y 5 amperios puede utilizarse para alimentar dos PEM76ASFA, pero será imprescindible poner un fusible de 2 amperios en la alimentación de cada PEM76ASFA. Con esta disposición cada controlador podrá manejar cuatro locomotoras de escala N de forma simultánea y en total ocho simultáneamente.

Pero también puede utilizarse esa fuente de 12 voltios y 5 amperios conectando tres o más controladores PEM76ASFA, con sus correspondientes fusibles. De esa forma se podría hacer, por ejemplo que un PEM76ASFA maneje cuatro locomotoras, el segundo otras cuatro y un tercero dos más, por lo tanto diez locomotoras simultáneamente en total con un consuno total de 5 amperios y sin que ninguno de los controladores supere los 2 amperios, ni la fuente de alimentación supere su capacidad de 5 amperios.

Montaje:

Este controlador debe obligatoriamente montarse en el panel de un cuadro de control, o en una caja, de forma que las placas de circuito queden fijadas sólidamente, ya que eso es lo que le da consistencia al montaje. En algunas fotografías de este manual se muestra sin ningún panel, pero no debe hacerse funcionar así, más allá de una simple prueba. Se adjunta con cada controlador una plantilla para marcar los taladros a efectuar en el panel en el que se monte el equipo, así como un carátula adhesiva para pegar sobre la cara superior de ese panel, con rotulaciones para los mandos y accesorios para el montaje.

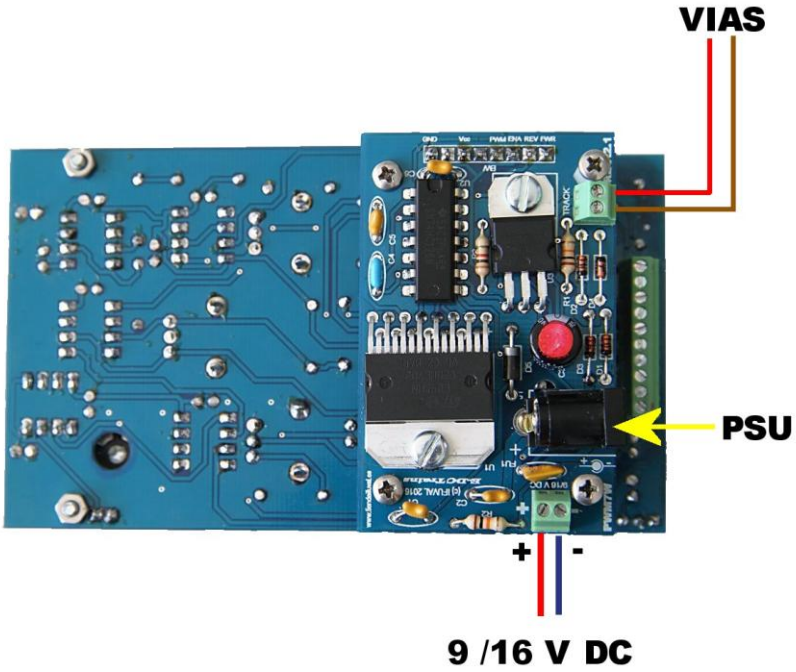
Las dos formas habituales de montaje son o bien formando parte de un cuadro de control (TCO) o bien en una caja de las empleadas para montajes de electrónica.

La imagen siguiente presenta el controlador montado en un panel de control con la carátula que se suministra adherida al panel.

Para ver el proceso seguido para realizar el montaje presentado en la imagen anterior, se puede visualizar el siguiente vídeo: https://youtu.be/a5vmJYqfnnc

Conexión:

La conexión de la fuente de alimentación al controlador PEM76ASFA, puede hacerse de dos formas: Si la fuente de alimentación cuenta con un conector de alimentación, como es el caso de las PSU092A o PSU122A se conectará el conector de la fuente directamente al conector marcado como PSU en la imagen siguiente, que corresponde a la vista inferior del PEM76ASFA.



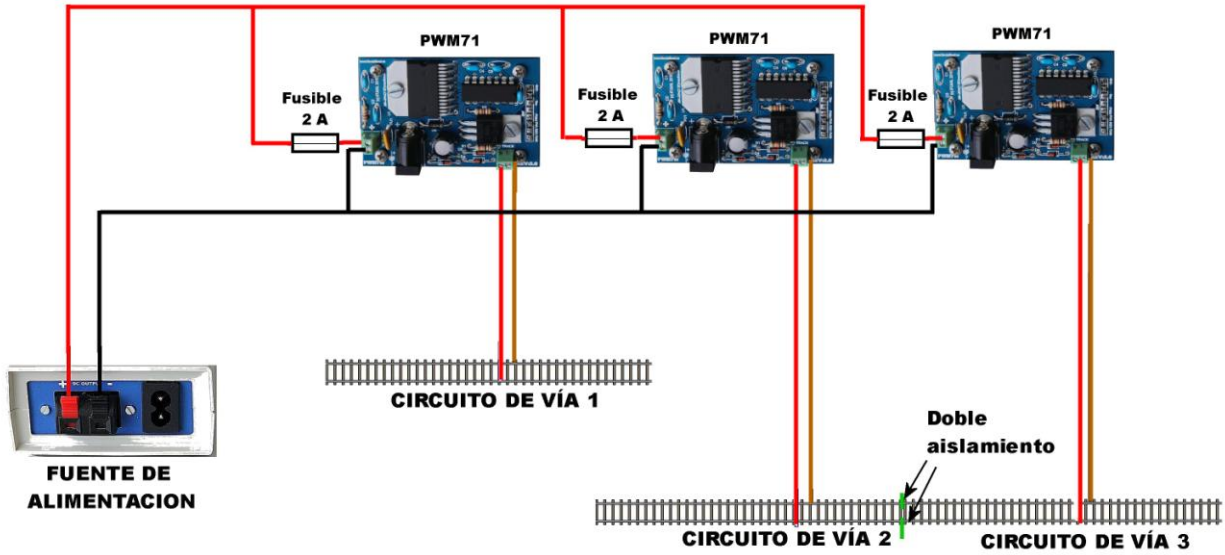
Si se utilizan otras fuentes con el mismo tipo de conector de alimentación hay que asegurarse de que la polaridad del conector es la correcta. Normalmente la polaridad del conector se indica en algún punto de la fuente de alimentación con el símblolo :

Alternativamente cuando se utilicen fuentes de alimentación conmutadas u otro tipo de alimentaciones que no llevan estos terminales, se conectará la fuente de alimentación mediante dos cables a la clema rotulada 9/16 V DC, teniendo cuidado de respetar la polaridad.

En caso de utilizar más de un PEM76ASFA conectado a la misma fuente de alimentación, y suponiendo que ésta sea del tipo que lleva conector, se puede enchufar el conector al enchufe PSU del primer PEM76ASFA y a continuación tomar dos cables desde la clema "9/16 V DC" para llevarlos a la clema correspondiente del segundo PEM76ASFA. En este tipo de conexiones, cuando sea necesario, no hay que olvidar la inclusión de los correspondientes fusibles.

La conexión a la vía se hará mediante dos cables a partir de la clema rotulada TRACK. Cada cable se unirá mediante soldadura o clips a uno de los dos carriles de la vía. Si en la placa de conexión de las vías existe un condensador antiparasitario, debe eliminarse. Esta es la misma recomendación que se hace para las instalaciones digitales

En la imagen anterior se ha representado uno de los cables en rojo y el otro en marrón. Esto, de acuerdo con la normativa de Märklin para la escala Z corresponde a que el cable rojo se llevará al carril derecho y el marrón al carril izquierdo. Sin embargo esto carece de importancia. Si al poner en marcha el tren se observa que el sentido de marcha es opuesto al esperado bastará invertir los cables en esta clema.

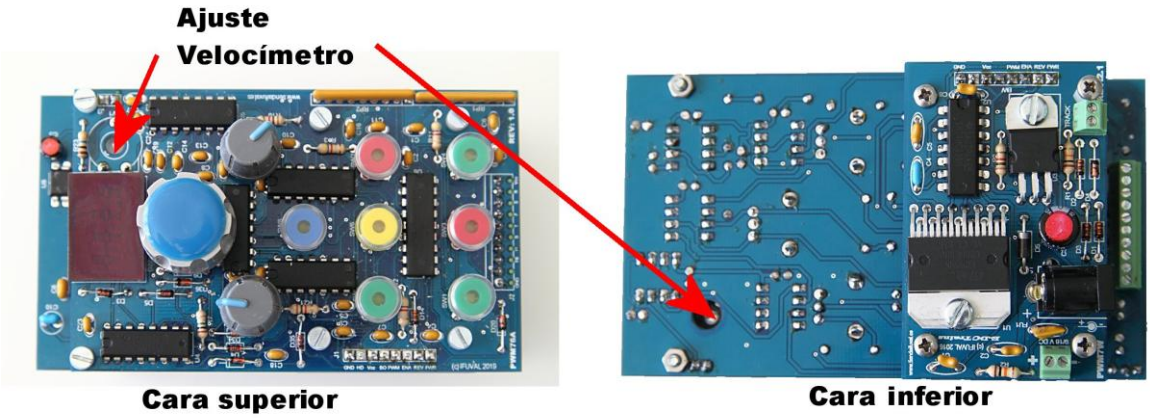


En cualquier caso, ya sean todos los controladores alimentados desde la misma fuente, o que cada controlador lleve su propia alimentación independiente, si en una maqueta se alimentan varios circuitos eléctricos, cada uno con un controlador , de manera que haya un punto en que se unen los carriles de uno y otro circuito, como en el punto representado en la imagen anterior, entre el tramo de vía 2 y el 3, se deberá tener en cuenta que es necesario aislar ambos carriles, y no sólo uno de ellos como se hace a veces en instalaciones analógicas de corriente continua convencional.

Calibración del velócímetro:

El velocimetro se puede calibrar de dos formas disintas:

A) Calibración para indicar el porcentaje de velocidad respecto de la máxima: Esta calibración es muy simple y no necesita siquiera que se actúe sobre un circuito con una locomotora. Sencillamente se girará el mando de inercia completamente a la izquierda y el de velocidad completamente a la derecha. y se pulsarán los dos botones verdes. La lectura del velocimetro se estabilizará en un valor próximo a 100. Entonces con un destornillador de tipo relojero, se actuará sobre el potenciómetro de ajuste hasta que se obtenga una medida de 100 lo más aproximada posible.



El potenciómetro de ajuste es accesible tanto desde la parte superior como desde la inferior mediante taladros realizados en las placas de circuito en los puntos que se indican en estas imágenes. Obviamente si el controlador está ya montado en un panel, solo será accesible la cara inferior
La ventaja de este tipo de calibración es que es válida para cualquier locomotora y cualquier escala.

B) Calibración para que el velocímetro indique la velocidad en km/h : Para esta calibración se requiere hacer rodar una locomotora en un circuito de longitud conocida y cronometrar el tiempo que la locomotora tarda en recorrer ese circuito. Se deberá mantener el control de velocidad en una posición medio alta y no tocarlo durante toda la prueba.

Una vez que se ha terminado el recorrido cronometrado, hay que detener la locomotora con el botón de STOP. esto hace que la locomotora se detenga, pero en el velocímetro se mantiene la visualización de la velocidad registrada.

Supongamos que se trata de un circuito de escala Z que mide 3,42 metros y la locomotora tarda 14 segundos en recorrerlo. Entonces hay que dividir la longitud del circuito en metros por el tiempo empleado en segundos, y el resultado multiplicarlo un número que depende de la escala.

Para la escala Z el número es 792. Para escala N es 576 y para escala H0 es 313.

Así que en nuestro caso será V=3,42 / 14 x 789 = 192 Ese número es la velocidad real en Km/h, reducida a su escala, que ha llevado la locomotora.

Entonces procedemos como en el caso anterior, y mientras el velocímetro mantiene todavía la lectura del recorrido cronometrado, actuamos sobre el potenciómetro de ajuste del velocímetro hasta conseguir que la cifra visualizada sea la obtenida por cálculo. En este caso 192.

Con esto, el velocímetro marcará con una aproximación aceptable, la velocidad a la que realmente circulan los trenes en nuestras instalaciones, siempre y cuando la tensión de alimentación del controlador permanezca invariable.

En este video se puede ver el procero de calibración de un velocímetro similar al incorporado a este controlador : https://youtu.be/AOxcHDKgyFE

Normalmente se tendrá la impresión de que el velocímetro marca una velocidad demasiado alta. Esto se debe a un efecto psicológico conocido por los aficionados. Véase al respecto este artículo: https://mimaquetaz.blogspot.com/2016/08/cual-corre-mas.html

Manejo:

Al conectar la fuente de corriente continua, se encenderá el pulsador luminoso azul, indicando que el equipo recibe alimentación. Si no fuese así revisar la conexión de la alimentación y su correcta polaridad

Inicialmente todos los demás pulsadores deberían estar apagados. Sin embargo en algunos casos, en función de si ha hecho un apagado y encendido casi instantáneamente o también de la forma de iniciarse la fuente de alimentación, podría no ser asi. Basta pulsar el botón azul para que todos se apaguen.

Para una primera prueba, recomendamos poner los dos mandos de inercia completamente a la izquierda (inercia cero) y el mando de velocidad completamente a la izquierda. Hecho esto, presionar el pulsador luminoso verde "ADELANTE" y también el pulsador verde rotulado "VIA LIBRE" , con lo que la locomotora pasa al estado de marcha normal y entonces mover suavemente el control de velocidad hacia la derecha. La locomotora deberá arrancar y moverse más o menos rápidamente según la posición del control de velocidad.

Se pueden probar también los tres pulsadores de la parte de control de dirección. El botón verde de la derecha ("ADELANTE") pone la locomotora en marcha hacia delante el de la izquierda ("ATRAS") pone a la locomotora en marcha atrás, y el botón rojo central para la locomotora. La parada producida por este botón rojo es absoluta, de modo que la locomotora se para inmediatamente y se apagan sus luces, quedando totalmente desconectada. Este botón rojo se puede usar también como "parada de emergencia". Si una locomotora va a quedar estacionada un tiempo largo conviene dejarla en esta posición de parada.

Con las posiciones de los mandos indicadas, el controlador PEM76ASFA se comporta como cualquier controlador clásico para trenes analógicos de corriente continua, con la particularidad de permitir un control extraordinariamente preciso de la velocidad, especialmente a velocidades muy bajas.

Si en esta situación, se gira el mando de **inercia** hacia la derecha, se observará que el tren deja de responder instantáneamente al mando de **velocidad**. Por el contrario si giramos el mando de **velocidad** hacia la derecha, por ejemplo, el tren empieza a acelerar progresivamente hasta alcanzar la velocidad que correspondería a la nueva posición del control de velocidad al cabo de varios segundos. Lo mismo si giramos el mando hacia la izquierda, el tren empieza a disminuir su velocidad hasta ajustarse de nuevo a la velocidad indicada por el mando en un cierto tiempo que depende la posición del mando de inercia.

Esta situación emula lo que ocurre con los trenes reales, que por su gran masa no pueden acelerar o frenar de forma instantánea, sino que necesitan un cierto tiempo para modificar su velocidad, Este controlador permite un ajuste de la inercia que puede variarse en cualquier momento, incluso con el tren en marcha, y que puede llegar a ser tan efectivo que el tren puede tardar más de un minuto en alcanzar su velocidad máxima desde cero, o también requerir más de un minuto para detenerse desde su máxima velocidad. Esto es mucho más de lo que se puede conseguir con la mayoría de los controladores que se anuncian como "con simulación de inercia"

Con este tipo de control, el movimiento de los trenes resulta muy realista, pero requiere una cierta práctica ya que por ejemplo es muy fácil "pasarse de frenada" y no detener un tren en el lugar deseado. De hecho hay que dejar de pensar en el mando de velocidad como en "acelerador" y empezar a considerarlo más bien como un "control de crucero".

Desde este punto de vista, la posición del mando de velocidad en cada momento, determina lo que sería la "velocidad objetivo" o "velocidad de crucero" que es aquella a la que se estabiliza el tren automáticamente, tanto si se desplazaba previamente a una velocidad menor como mayor. Esto sucede siempre que está encendido el pulsador verde, y la aproximación a la velocidad de crucero es más o menos rápida según la posición del mando de inercia.

Si accionamos el pulsador amarillo, el tren inicia una parada progresiva hasta detenerse, es decir ignora la velocidad objetivo que marca el mando de velocidad, y empieza a disminuir su velocidad hasta llegar a cero. Por supuesto si antes de que se llegue a detener el tren accionamos el pulsador verde, el tren deja de disminuir velocidad y empieza a aumentarla hasta alcanzar de nuevo la velocidad de crucero marcada por el mando de velocidad. Evidentemente en cualquier momento podemos mover el mando de velocidad para establecer una velocidad de crucero más alta o más baja.

En cualquier momento podemos también presionar el pulsador rojo, lo que provoca una parada prácticamente inmediata del tren. Esta parada puede ser más o menos rápida según la posición del mando de inercia de frenado. Téngase sin embargo en cuenta, que si el tren circula muy despacio cuando se activa la parada, la detención del tren será prácticamente instantánea aunque la inercia de frenado esté al máximo. Este comportamiento coincide con la realidad, pues un tren que circula muy despacio se puede detener casi instantáneamente Esta parada a diferencia del botón STOP es sólo una disminución de velocidad hasta cero, pero no desconecta la locomotora que sigue recibiendo pulsos de control y manteniendo encendidas las luces (si son led)

Seguridad:

Algunas locomotoras producen un sonido semejante a un zumbido, sobre todo a velocidades muy bajas. No es más que una resonancia entre la frecuencia de la señal PWM y la frecuencia propia de vibración de algún elemento del motor. No tiene ningún efecto negativo, ni perjudica a la locomotora. También es posible que este sonido se deba a un deficiente filtrado de la corriente de alimentación, por lo que si es posible se deberá cambiar la alimentación a una fuente de adecuada calidad, preferentemente de tipo conmutado.

Si se detecta algún problema, tal como ruidos en las locomotoras calentamiento excesivo o marcha irregular se recomienda hacer la prueba de sustituir provisionalmente la fuente de alimentación por una pila de 9 V. Si al hacer esto, se solucionan los problemas, la causa de los mismos está en la fuente de alimentación.

El piloto azul indica que el circuito recibe alimentación adecuada. Si al conectar la alimentación no se encendiese, comprobar que la polaridad del alimentador es la correcta. El controlador está protegido contra inversión de la polaridad así que no puede estropearse por esta causa.

Este controlador lleva incorporado un limitador de intensidad para proteger el circuito frente a sobrecargas. Este limitador interrumpe la alimentación cuando se mantiene un consumo superior a 2.2 A varios segundos. Cuando esto ocurre, se apaga el piloto azul, y el equipo queda desconectado (en ocasiones se enciende y se apaga intermitentemente) Si esto ocurriese hay que desconectar la alimentación y esperar unos minutos antes de intentar conectarlo de nuevo. Conviene investigar la causa de este consumo excesivo, que se ha podido producir por algún cortocircuito en la vía o en el cableado, o bien por un consumo muy alto como el que podía ocurrir con locomotoras faltas de mantenimiento o con trenes formados por varios coches iluminados con luces de tipo incandescente.

Adviértase que esta protección incorporada en el circuito es más bien contra una sobrecarga que contra un cortocircuito. Un cortocircuito franco puede hacer que la corriente suba de forma prácticamente instantánea a un valor de varios amperios, lo que podría producir daños en el controlador. Por eso es importante utilizar fuentes conmutadas con una intensidad de salida adecuada (uno o dos amperios) ya que en estos casos la fuente de alimentación será la que evite esta subida de intensidad rápida ante un cortocircuito. Las fuentes de nuestro catálogo están escogidas con este criterio. Por eso mismo si el usuario decide utilizar una fuente de

mayor potencia, deberá proveer los medios para evitar la sobreintensidad producida por un cortocircuito, siendo el método más recomendable la colocación de fusibles, según se ha especificado en el texto.

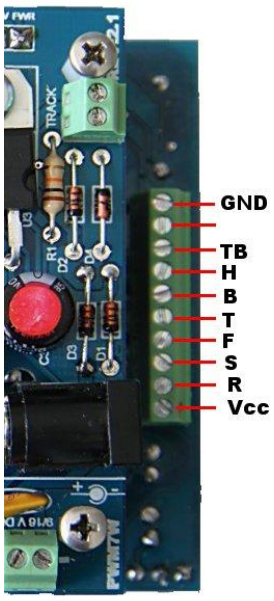
Este controlador se basa en un Circuito Integrado para control de motores L298 del tipo puente H, que es capaz de proporcionar 4 A. Esto supone que al considerar como intensidad máxima del controlador 2 A se está tomando un factor de seguridad del 100%. En función de la carga que se le pida, el circuito integrado y también el limitador de corriente pueden calentarse, pero eso es perfectamente normal. La construcción de este circuito utiliza la propia placa del circuito impreso para disipar el calor generado en los circuitos integrados, por lo que cuando está funcionando a plena carga es normal que toda la placa se caliente. Conviene por tanto asegurar la libre circulación de aire alrededor de la placa del circuito. Por esto mismo, si se utiliza habitualmente el controlador PEM76ASFA cerca de su límite de potencia no será conveniente confinarlo en una caja muy ajustada, y en todo caso será conveniente abrir agujeros o ranuras de ventilación.

UTILIZACION AVANZADA

Este controlador pertenece a la serie PWM7x por lo que comparte muchas características técnicas con otros modelos de esa serie. Las diferencias se refieren a la forma de controlar la velocidad, y a la existencia de mayor o menor cantidad de "funciones externas"

Una función externa es un sistema que permite actuar sobre el controlador mediante un dispositivo externo, normalmente situado en la vía y accionado por el paso de los trenes.

Por ejemplo si tenemos un controlador PEM76ASFA y activamos la función externa "S" el tren que esté siendo manejado por el controlador se detendrá, exactamente igual que si el usuario hubiera pulsado el botón de stop.



Si situamos por ejemplo un sensor tipo Reed o Hall en la vía de una estación manejada por un controlador PEM76ASFA, y conectamos el sensor a la función "S", cuando el tren llegue a la estación y active el sensor, se detendrá automáticamente en la estación. Es posible que otro tren que funcione con otro controlador (no necesariamente otro PEM76ASFA) al pasar por un segundo sensor colocado en cualquier otro lugar del trazado y que esté conectado a la función F del PEM76ASFA. la active, con lo cual el tren que estaba detenido en la estación arrancará de nuevo automáticamente. Esa funcionalidad es idéntica para todos los controladores de la serie PWM7x que tengan las funciones de automatización F, S y R

Este controlador tiene seis funciones externas, identificadas como "F" "S" "R" "T" "B" y "H" Las tres primeras corresponden respectivamente a los tres botones del control de sentido de marcha y realizan la misma función que resulta al presionar estos botones, o sea, respectivamente marcha adelante paro total y marcha atrás. Las tres siguientes corresponden a los tres pulsadores ASFA y por lo tanto realizan las mismas funciones que éstos, es decir respectivamente aceleración progresiva, parada progresiva y parada inmediata.

De manera que la parada en la estación que acabamos de describir, que resulta un tanto primitiva porque las paradas y arrancadas serán bruscas, puede perfeccionarse mucho con este controlador. Lo que haremos es situar un sensor antes de la estación conectado a la función "B". Asi cuando el tren pase sobre él empezará a decelerar. En la estación, en el punto en que la locomotora deba detenerse situaremos otro sensor conectado a la función "H" Esto producirá la detención casi inmediata (según el ajuste de la inercia de frenado) en el punto deseado. El segundo tren actìvará otro sensor conectado la la función "T." Con ello el tren volverá a arrancar de manera progresiva.

Para conectar un sensor a estas funciones se utilizan los contactos de la clema situada en la parte inferior del controlador (la clema de color verde situada en la parte derecha de la imagen adjunta) Esta clema lleva seis

bornas marcadas con las letras de las seis funciones indicadas anteriormente, y dos más, marcadas como GND Vcc y una adicional marcada como TB cuya misión se verá más adelante.

Para activar una función basta conectar de forma momentánea la borna que queremos activar a la borna GND.

Esto es exactamente lo que hace un tren cuando pasa sobre un sensor Reed, El imán que colocamos en la locomotora hace que durante un momento se conecten entre si los dos terminales del sensor Reed Si uno de estos terminales está unido por un cable a la borna B y el otro terminal, mediante otro cable a la borna GND, al juntarse los contactos del Reed se habrán unido momentáneamente las bornas B y GND con lo que se activará la función B y el controlador encenderá el pulsador amarillo y se iniciará una parada progresiva del tren que esté controlando.

La borna Vcc puede usarse para alimentar el terminal de alimentación Vcc de los sensores Hall. Proporciona una tensión constante de 5 V.

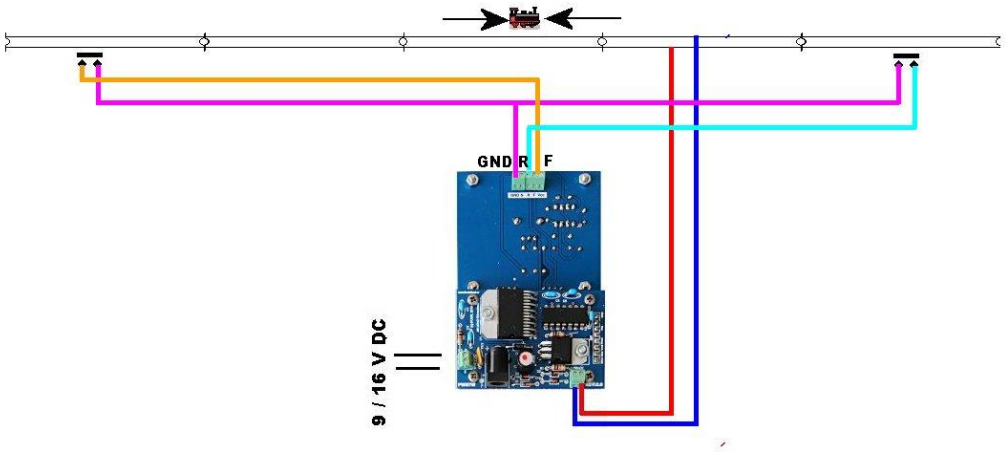
Las bornas "F" "S" "R" "T" "B" y "H junto con la borna GND pueden usarse también como entradas de señales electrónicas de tipo TTL (0 / 5 V Active Low) por lo que pueden activarse directamente desde una gran variedad de equipos electrónicos, en particular Arduinos y placas de comunicación USB como la Velleman K8055. Por lo tanto este controlador puede servir como interfase para el manejo de trenes analógicos mediante sistemas informáticos, de una manera muy simple.

EJEMPLOS DE FUNCIONES AVANZADAS

NOTA: Algunas de las siguientes imágenes muestran las bornas F, S, R, GND y Vcc en las posiciones que opcupan en otros circuitos de la serie PWM7x Esto es indiferente ya que lo que hay que tener en cuenta son las letras correspondientes a cada borna y no su situación, que varía de un modelo a otro.

1. Tren lanzadera

Véase el video: https://youtu.be/GIOZnU3Q8gU

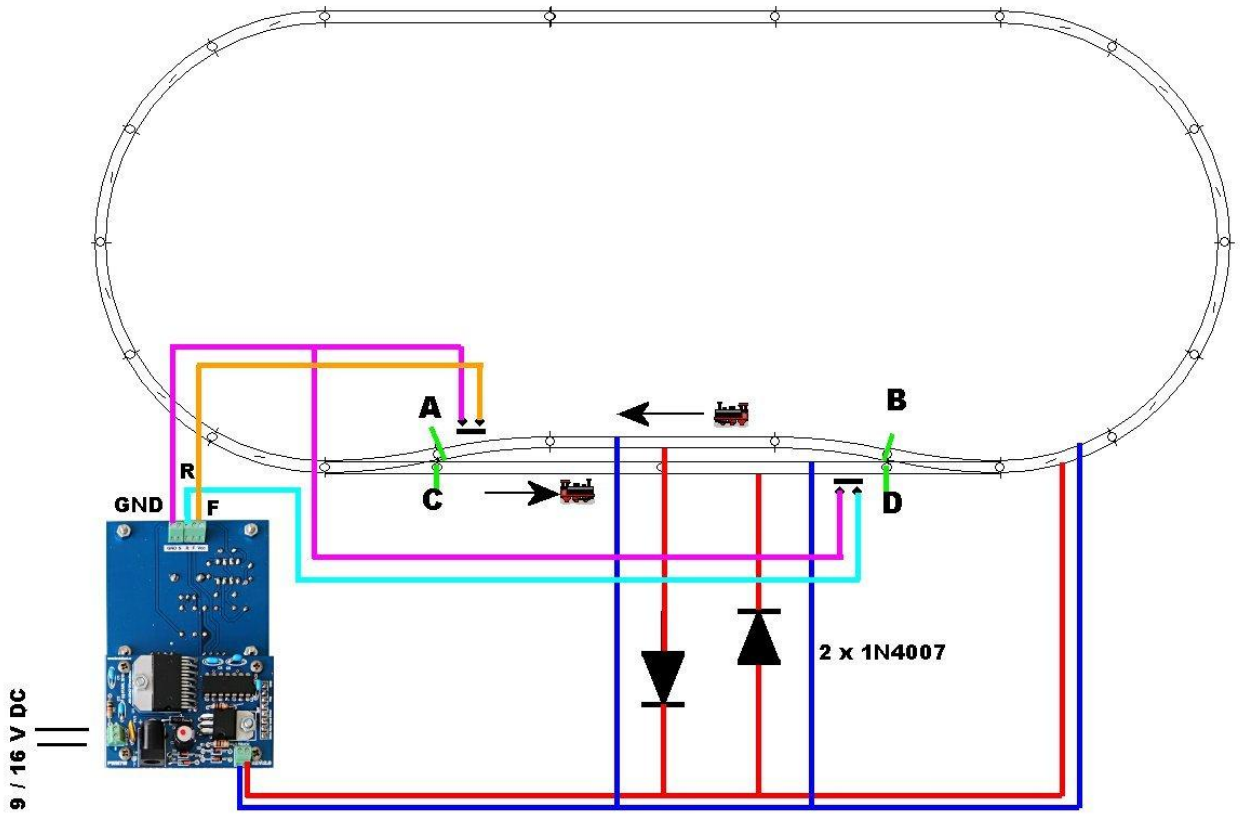


Con este montaje se pretende que un tren se mueva a lo largo de una vía que no es cerrada, sino que acaba en dos extremos, de modo que cuando llegue a un extremo retroceda automáticamente hasta el otro extremo y viceversa.

Para ello sencillamente motamos cerca de cada extremo unos sensores de tipo Hall o Reed y equipamos la locomotora con los correspondientes imanes.

La conexión de los sensores es mediante un hilo conectado a la borna GND (violeta en la imagen) y al terminal GND de los sensores, y otros dos hilos, que conectan los otros terminales de los sensores, uno a la borna R (hilo cyan) y el otro a la borna F (hilo amarillo) . Si los sensores son de tipo Hall se conectarán ambos terminales Vcc de los sensores a la borna Vcc del PEM76ASFA.

El funcionamiento es que si cuando el PEM76ASFA indica marcha adelante y el tren se mueve por hacia la derecha al llegar al extremo derecho activa el sensor conectado a la borna R . Con ello el PEM76ASFA cambia a marcha atrás y el tren retrocede hasta el otro extremo donde se invierte de nuevo la marcha. **2. Vía de doble sentido**



En este ejemplo, tenemos un ovalo que en su parte delantera presenta una estación de cruce, es decir que aquí se van a cruzar dos trenes, que recorrerán alternativamente el ovalo en sentido contrario.

Para ello aislamos (ambos carriles) los dos tramos cerca de los desvíos, en puntos tales como A B C y D de manera que tenemos tres tramos eléctricamente independientes: El ovalo con los dos desvíos incluidos mas las dos vías de la estación

A continuación conectamos la salida hacia las vías desde el PEM76ASFA a cada uno de los tramos en que hemos dividido el trazado. Las líneas roja y azul indica esas conexiones. Obsérvese que en la alimentación de cada una de las vías aisladas, y concretamente en la conexión al carril que queda por la parte más exterior, intercalamos un diodo 1N4007, pero en un caso el ánodo del diodo está hacia el lado del carril y en el otro el diodo se monta al revés.

Con esto, por el óvalo los trenes pueden circular por ambos sentidos, y lo harán según el sentido que establezca el controlador PEM76ASFA, pero, en cada una de las vias de la estación los trenes solo pueden

circular en un sentido, y lo harán solamente cuando ese sentido coincida con el que en ese momento tenga establecido el PEM76ASFA.

Hecho esto, colocamos al final de cada vía de estación, según el sentido con el que circularán los trenes por esa vía, un sensor, que puede ser de tipo Reed o Hall si las locomotoras van equipadas con imanes para activar este tipo de sensores. La situación del sensor será tal que una vez rebasado el sensor, las locomotoras tengan espacio para parase antes de alcanzar el corte del carril.

A continuación conectamos los sensores a la clema de funciones del PEM76ASFA de forma que la borna GND (linea vioeta) vaya al terminal GND de cada uno de los sensores y las bornas R y F se conecten cada una a uno de los otros terminales de los sensores. Concretamente la borna F al sensor situado al final del tramo en que los trenes circulen hacia la derecha (linea cyan) y la borna R a l sensor situado al final del tramo en que los trenes circulan hacia la izquierda.

Si los sensores son de tipo Hall se conectará el terminal Vcc de ambos sensores a la borna Vcc

Los desvíos se dejarán apuntados de forma que cuando llegue un tren desde la izquierda el tren vaya al tramo en se circula de izquierda a derecha y cuando llegue desde la derecha el tren pase al tramo en que los trenes circulan de derecha a izquierda. Se supone que los desvíos son talonables y tienen muelles de recuperación que los vuelven a su posición cuando el tren sale por la vía contraria.

Con esto el circuito funciona automáticamente. cuando un tren alcanza un sensor, el PEM76ASFA cambia el sentido de circulación, y entonces ese tren se para y arranca el otro, y asi sucesivamente.

3. Bucle de retorno

El llamado "bucle de retorno" es una situación que se produce en los circuitos de vía de dos carriles cuando, sea como sea, un tren pasa por un punto, y después de un cierto recorrido, sin que provoquemos el cambio de sentido desde el controlador, vuelve a pasar por el mismo punto en sentido contrario. El caso más típico se produce en una raqueta, como la representada en la imagen siguiente, pero en realidad hay otras muchas situaciones en que se produce, y la consecuencia de esto es que se forma un cortocircuito al quedar unidos un carril con otro. La forma de deshacer el cortocircuito es seccionar la vía en dos puntos tales como el C y el D de la imagen, con aislamiento completo, es decir aislando ambos carriles.

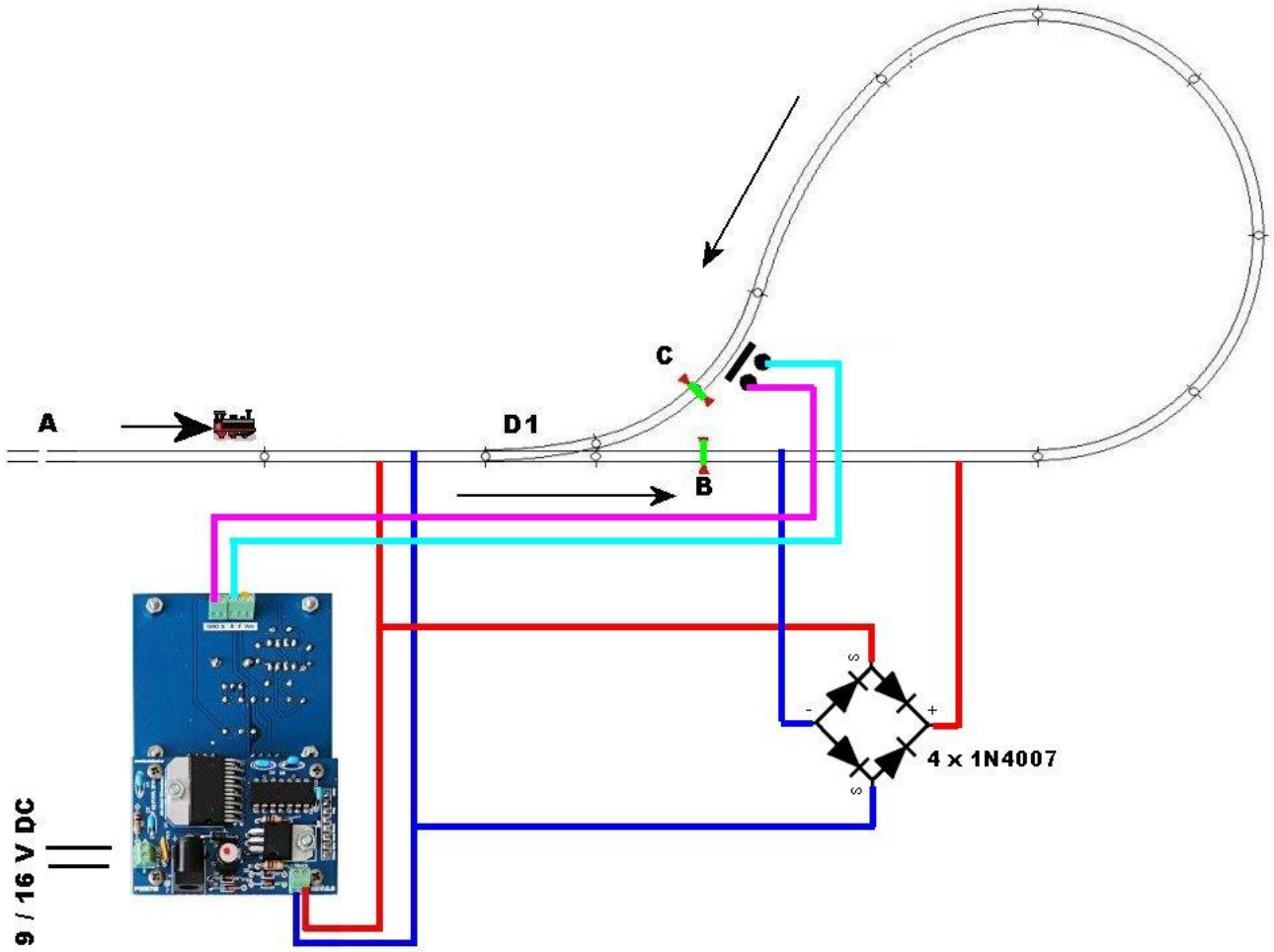
Sin embargo si hacemos esto, cuando el tren pasa por uno de esos seccionamientos se puede encontrar a uno y otro lado del corte una polaridad inversa de las vías, lo que le hará dar un salto hacia atrás y probablemente quedarse atascado sobre la unión, provocando un cortocircuito.

Para conseguir que esto no suceda, existen soluciones más o menos complicadas y en el caso de digital, (en el que el tema es parecido pero distinto), existen unos aparatos denominados gestores de bucle. Muchas veces se dice que el tema de los bucles de retorno es más difícil en analógico que en digital, puesto que en analógico el sentido de circulación depende de la polaridad de la vía.

Sin embargo, gracias a las funciones externas del PEM76ASFA se puede resolver el tema de un bucle de retorno de forma sencillísima.

En la imagen vemos que el controlador PEM76ASFA alimenta de forma normal la parte externa del bucle, es decir la vía que llega por A, y se extiende hasta los dos seccionamientos en B y C (lineas rojas y azules)

El resto del bucle lo alimentamos también a partir del PEM76ASFA pero intercalando un puente de diodos, formado por cuatro diodos en la disposición indicada en la figura. Esto hace que en ese tramo el tren siempre circule en el mismo sentido, el indicado por las flechas, con independencia de si el controlador está ajustado a marcha adelante o marcha atrás.



Un poco antes del punto C. ponemos un sensor Reed o Hall conectado a las bornas GND y R del PEM76ASFA. Si el sensor es tipo Hall se conectará precisamente la borna GND al terminal GND del sensor, la borna R al terminar OUT del sensor y la borna Vcc al terminal Vcc del sensor. El desvío debe estar permanentemente apuntado para que el tren que llegue por la izquierda pase al bucle por la parte que entra por el punto B

El funcionamiento es que, con el PEM76ASFA ajustado a marcha adelante el tren deberá venir desde A, y entrar al bucle Por B. Después de recorrer el bucle, y antes de llegar al corte C, se activa el sensor, y el controlador conmuta a marcha atrás, pero esto no afecta al tren que está en el bucle, porque su alimentación viene desde el puente de diodos. De esta manera, cuando el tren llega al punto C la polaridad a uno y otro lado del corte es idéntica y por lo tanto el tren sale hacia A rodando en sentido contario a cuando entró.

4. Bloqueo automático con paradas y arrancadas progresivas

Un sistema de bloqueo o acantonamiento consigue que en determinado trazado puedan circular simultáneamente varios trenes sin alcanzarse. Para ello, el trazado se considera divido en tramos consecutivos, denominados cantones y se establece un sistema que impide que un tren entre en un cantón en el que ya hay un tren. Es exactamente el mismo criterio que se emplea en el tren real. El sistema que consigue que los trenes se detengan antes de entrar en un cantón ocupado y continúen la marcha cuando se desocupe, sin necesidad de ninguna intervención manual se denomina bloqueo automático.

Un sistema así en analógico puede realizarse de forma simple con controladores de bloque BLKS0, y un solo controlador sin simulación de inercia, como el PWM71, pero en ese caso las paradas y arrancadas antes de entrar en los bloques serán bruscas.

El Controlador PWM76ASFA está especialmente preparado para conseguir en una instalación analógica un sistema de bloqueo automático similar al que puede obtenerse en una instalación digital equipada con sistemas de frenado ABC, ya que las paradas y arrancadas son progresivas. Además el bloqueo automático basado en PWM76ASFA maneja automáticamente las señales de bloqueo (semáforos) haciendo los cambios de luces que los trenes "parecen" obedecer. Al ser todo ello automáticamente controlado mediante sensores o "balizas" que detectan el paso de los trenes, se crea una situación semejante al sistema ASFA de los ferrocarriles reales, y una circulación muy realista.

El primer paso a realizar en un circuito que queramos que sea controlado de esta forma es planificar el número y longitud de los cantones. Tradicionalmente se dice que para un bloqueo automático hay que hacer unos cantones como mínimo un poco más largos que el tren más largo que vaya a circular. Esto puede ser correcto para bloqueos automáticos sin inercia, pero no lo es en nuestro caso, porque hay que tener en cuenta que el tren debe circular cierto tiempo a su velocidad de crucero, pero si tiene que parar, deberá además hacer una parada progresiva, y si después de la parada arranca de nuevo deberá hacer una arrancada progresiva. El espacio que se requiere para esta frenada y arrancada progresiva, es ajustable, pero si es muy pequeño se desvirtúa totalmente el sistema, haciendo que no se justifique la utilización de los PWM76ASFA. Como mínimo habría que dejar una longitud de vía equivalente al tren más largo para la frenada y otro tanto para la arrancada, y qué menos que otros dos largos para que el tren circule a velocidad constante, así que para que este tipo de bloqueo automático tenga sentido hay que considerar al menos cuatro veces la longitud del tren más largo como medida para cada cantón. Si se dispone de suficiente longitud de vía, sería muy satisfactorio poder agrandar los tramos de frenada y aceleración (hasta dos longitudes de tren para cada uno) y toda la longitud posible para el resto del cantón. En este último caso aconsejamos que esta longitud adicional, no sea igual para todos los cantones, sino que en unos casos sea mayor y en otros menor (por ejemplo en relación 1 a 2 o incluso 1 a 3.

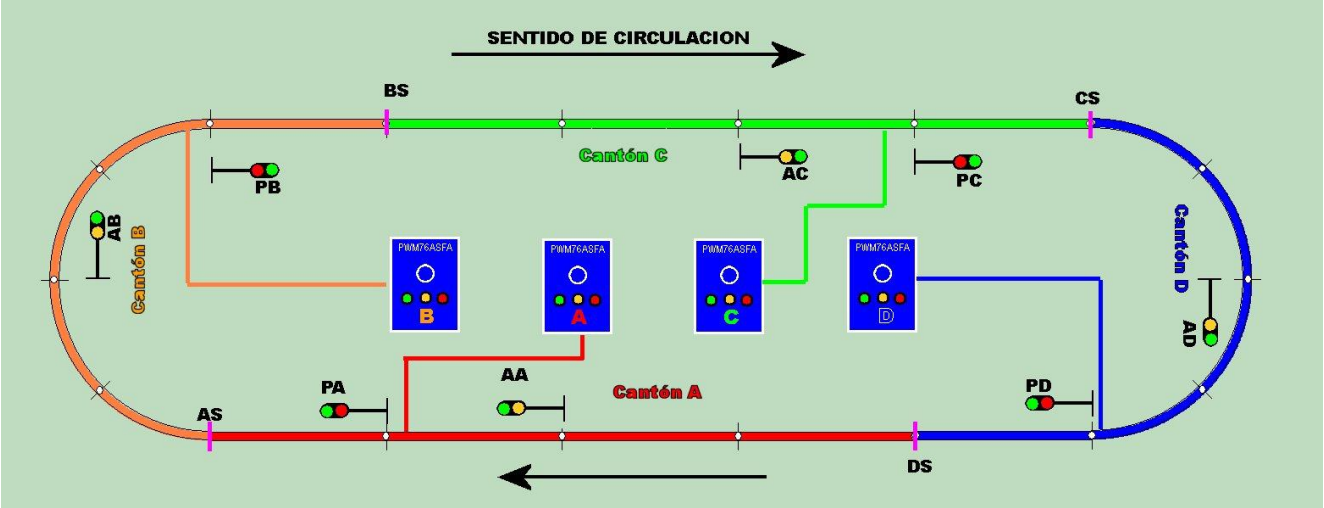
De esta forma la circulación es más variada y se evita el efecto "tren lento" (O "Mamá pato y sus patitos") en el cual el tren que circula más lento se sitúa en cabeza y circula encontrando siempre los cantones abiertos, y los otros trenes se sitúan en cantones sucesivos detrás de él, avanzando "a tirones" según el primero va liberando cantones.

Establecido el número y situación de las separaciones entre cantones hay que proceder a aislar ambos carriles entre cantón y cantón. Esto se podrá hacer mediante bridas aislantes o bien, si la vía está ya instalada y balasteada, se pueden hacer cortes de los carriles con un minitaladro y un disco de corte.

La imagen siguiente muestra un gráfico muy esquemático de un trazado con bloqueo automático de cuatro cantones A, B, C y D dibujados respectivamente en rojo, naranja, verde y azul. Por supuesto la forma de óvalo no es más que un esquema y la vía deberá ser proporcionalmente mucho más larga y con una forma mucho más recurvada. Es bastante habitual hacer estos circuitos en forma de "Hueso de perro".

Aunque para fijar ideas, se han marcado los cantones con las letras A, B, C y D no hay ninguna razón para decidir cuál deberá res el primer cantón y cual el último. De hecho hay que considerar que el primer cantón es el siguiente al último y el siguiente al último es el primero, de forma que todos son idénticos y no hay realmente último ni primero.

En la citada figura se han representado con AS BS CS y DS las juntas aislantes entre cada dos cantones. Como decíamos estas juntas deben aislar los dos carriles en estos puntos de unión.



Hay que advertir que en este sistema no hay que hacer otros cortes de carriles más que los indicados entre cantón y cantón.

En cada cantón se han dibujado dos señales: Una señal avanzada de tipo dos aspectos (verde /amarillo) y una señal principal de dos aspectos (verde roja)

La señal avanzada marca el punto donde el tren deberá empezar a decelerar cuando la señal principal está en rojo. La señal principal marca el punto donde deberá detenerse la locomotora cuando dicha señal está en rojo.

A diferencia de lo habitual cuando no hay simulación de inercia, aquí el cantón no termina inmediatamente después de que el tren rebase la señal principal, sino que se prolonga un espacio antes de que llegue al cantón siguiente. Por ejemplo cuando el tren está parado en la señal principal PA del cantón A y arranca, y empieza a aumentar la velocidad, está todavía dentro del cantón A hasta que no llega al punto AS donde ya pasa al cantón B. Se debe ajustar la inercia del controlador que maneja el cantón A para que el tren llegue a este punto con una velocidad que sea aproximadamente la velocidad objetivo del cantón B, de manera que la transición al pasar en el punto AS del cantón A al cantón B resulte poco perceptible.

Asi que el tramo entre la señal PA y la transición AS es lo que llamábamos inicialmente el tramo de aceleración, y que debe tener una longitud minima de un largo de tren, si queremos una circulación realista. Análogamente, cuando un tren llega desde el cantón D y llega a la señal AA a través de transición DS, deberá recorrer la distancia DS hasta la señal AA a la velocidad de crucero, y a partir de esta señal, empezar a decelerar hasta llegar casi parado a la señal principal PA. Este es por tanto el tramo de deceleración , y como el tren acelera y decelera al mismo ritmo, la longitud de este tramo AA-PA debe ser aproximadamente igual a PA-AS

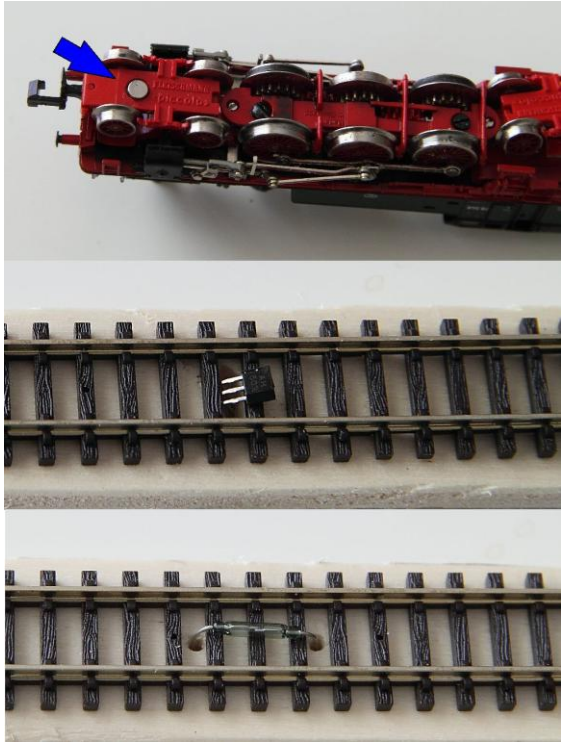
Exactamente lo mismo se aplica a los otros cantones.

Adviértase que es necesario un controlador PWM76ASFA para cada cantón. La razón es que cada tren se mueve de forma independiente, con aceleraciones y deceleraciones y paradas y arrancadas que ocurren para cada tren mientras que otros trenes circulan y experimentan otros cambios de velocidad. Como las aceleraciones y deceleraciones, paradas y arrancadas son mandadas desde el controlador, es evidente que se requiere un controlador distinto para cada tren. Afortunadamente, como ya decíamos, los cantones para este sistema son muy largos, por lo que es difícil que haya que usar más de tres o cuatro controladores.

También se necesita un BLKS03 para cantón, ya que en definitiva hay que hacer un sistema de bloqueo automático. Estos BLKS03 pueden ser sustituídos por relés biestables, pero con alguna limitación.

A este respecto, conviene decir que puede ser conveniente hacer algún cantón sin inercia, es decir sin paradas y arrancadas progresivas. por ejemplo en una zona oculta de la maqueta. Si por ejemplo el cantón C (verde) fuera oculto, podemos ponerle un controlador PWM72 y suprimir la señal avanzada AC. Incluso hacer que el punto CS estuviera inmediatamente detrás de la señal PC. Asi que no sólo ahorramos con un controlador más

barato, sino que ahorramos espacio al no necesitar el cantón C tramos de frenada y aceleración. Los trenes llegarían a la velocidad ajustada en el controlado C (PWM72) hasta la señal principal PC y al arrancar de esta señal lo harían a la velocidad del controlador C pasando enseguida al cantón D. Hemos hecho así un "cantón sin inercia" y puede haber varios en el circuito, con controladores PWM72, más sencillos.



Respecto del cableado, hasta aquí es muy simple pues basta unir cada controlador a su cantón. La única precaución es mantener la misma regla con los cables entre el controlador y las vías, de modo que el sentido hacia delante sea el mismo para todos los controladores (incluyendo los que puedan no ser controladores con inercia). Esto es lo que se ha representado en el dibujo anterior con las lineas de conexión en rojo, verde amarillo y azul entre los controladores y las vías de su correspondiente cantón.

Llegado este punto es importante hacer la prueba con una locomotora, comprobando que rueda por todos los cantones sin pararse en ningún punto, que obedece al regulador del cantón sobre el que rueda en cada momento y por supuesto que rueda en el mismo sentido en todos los cantones cuando los respectivos controladores están ajustados al mismo sentido.

Hecho esto, vamos a superponer en este circuito un sistema de bloqueo automático. Necesitamos un controlador de bloqueo como el BLKS03 o un relé biestable y situar un sensor que detecte el paso de los trenes colocado al principio de cada cantón. Los sensores más habituales son los Reed o los Hall. Los primeros son una ampolla de vidrio con dos contactos metálicos en su interior, y los segundos son un elemento electrónico En ambos casos el sensor se activa al paso de una locomotora equipada con un imán.

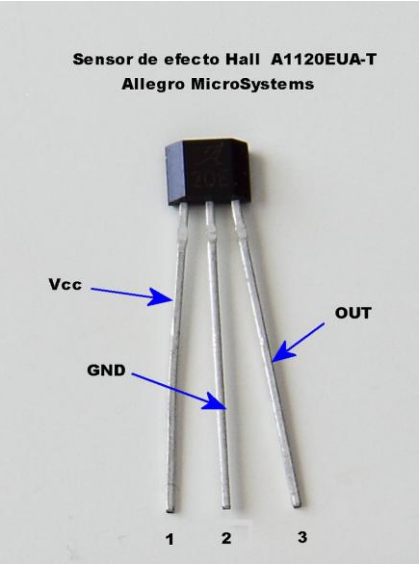
En la imagen adjunta, vemos en la parte superior una locomotora de escala N con un imán situado sobre la cabeza de uno de los tornillos del cárter (se sujeta por su propio magnetismo) Debajo un sensor tipo Hall y debajo un sensor tipo Reed.

Ambos dispositivos producen un contacto eléctrico momentáneo entre sus dos terminales al paso de una locomotora equipada con un imán.

Se pueden emplear también otros detectores, por ejemplo vías de contacto, fototransistores, infrarojos, etc, pero en general son más engorrosos.

Los más sensibles y robustos son los sensores Hall.

Recomendamos usar concretamente el que tiene la referencia A1120EUA-T de la marca Allegro MicroSystems (en la imagen) De hecho los sensores Hall son muy distintos unos de otros, por lo que solo se garantiza el funcionamiento con este tipo.



El sensor Hall tiene tres terminales Vcc, GND y OUT que hay que tener identificados y asimismo hay que situarlos en la vía con la cara achaflanada hacia arriba, tal como se ve en la imagen.

En los esquemas sucesivos representaremos con el símbolo: cualquiera de estos sensores puesto que en definitiva todos ellos hacen la misma función, que es conectar momentáneamente dos de sus terminales entre si.

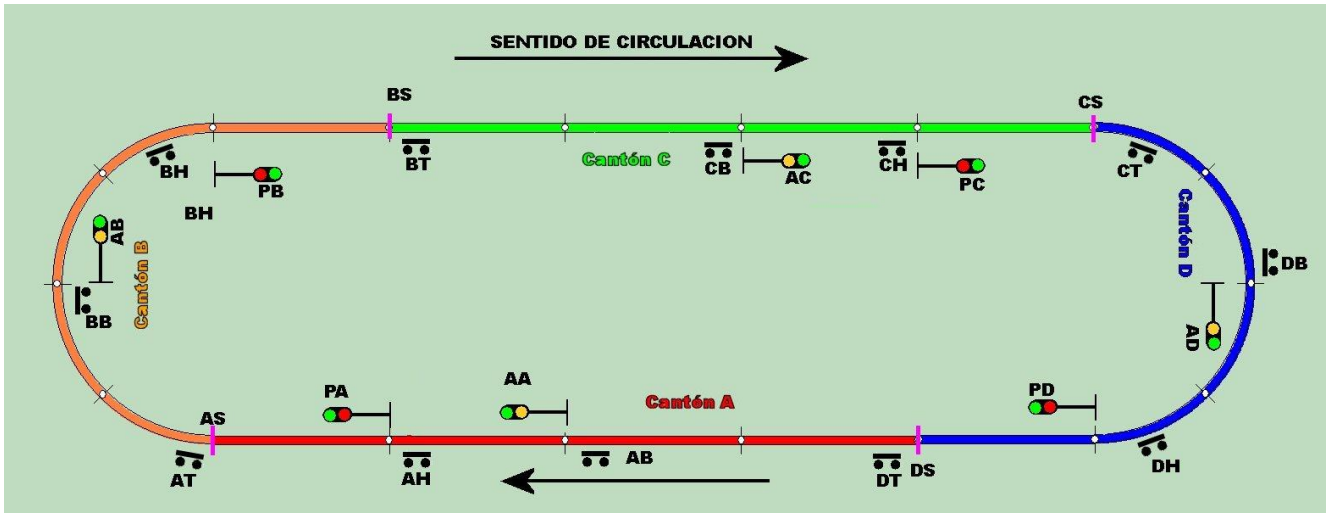
En el caso del sensor Reed, tiene dos terminales y son indiferentes, asi que se puede conectar en cualquier posición. En el caso del Hall los dos terminales que representa el símbolo anterior son los marcados como

"GND" y "OUT" en la figura adjunta, y si es necesario distinguir como debe conectarse a uno u otro terminal se indicará con sus nombres. El tercer terminal de Hall, "Vcc", es una alimentación de corriente que en general se conecta directamente a la borna Vcc de las clemas de nuestos equipos

Un sistema completo de bloqueo automático con simulación de inercia requiere que se instale un sensor antes de cada señal y también a la entrada de cada cantón. Estos sensores hacen las funciones de las balizas del sistema ASFA para los trenes reales.

En el esquema aiguiente se han añadido estos sensores. marcando aproximadamente su situación en un circuito.

En primer lugar tenemos los sensores AT, BT,CT y DT. Estos están situados a la entrada de cada cantón, de modo que cuando un tren pasa por ese punto, se considera que el tren ha entrado al cantón y por lo tanto éste ha quedado ocupado. Asimismo cuando el tren pasa por el sensor de entrada al cantón siguiente, se supone que ya ha abandonado el cantón anterior y por lo tanto ha quedado liberado. Por ejemplo cuando un tren "pisa" el sensor AT el cantón B se considera ocupado y el cantón A se considera liberado. Cuando el tren alcanza el sensor BT se considera liberado el cantón B y ocupado el cantón C, etc.



Obsérvese que si el cantón B está ocupado. la señal PA debe estar en rojo Y la señal AA debe estar en amarillo. Por el contrario si el cantón B está libre, la señal PA debe estar en verde y la señal AA también. Asi que se consideran parte del cantón A tanto las dos señales PA y AA y los tres sensores AT AH y AB aunque el sensor AT está ya en el siguiente cantón.

La situación de los sensores de entrada a un cantón no es crítica, y basta que estén más o menos a la altura de la transición de un cantón a otro.

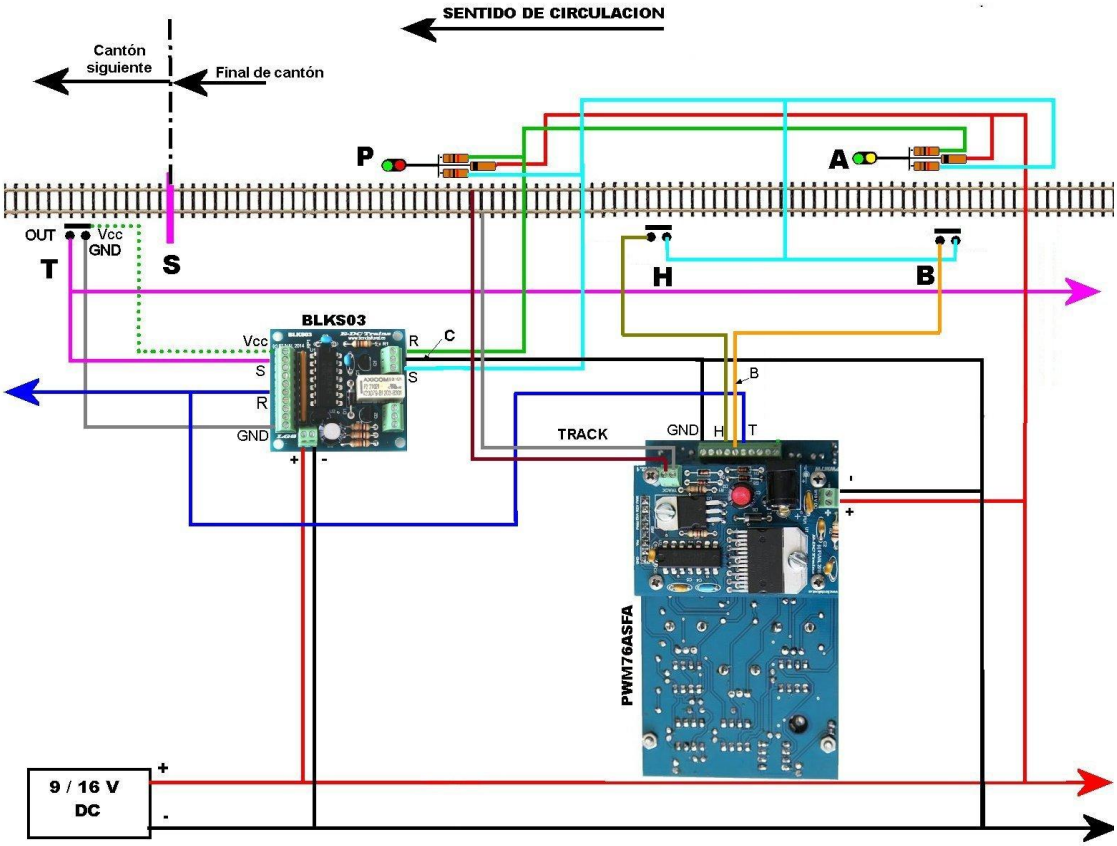
En cambio los sensores AH, BH, CH DH están destinados a detener el tren justo delante de las señales principales (PA, PB, PC y PD respectivamente) Cuando el tren activa uno de estos sensores, se dispara en el contolador del cantón correspondiente la función de "parada inmediata". Lo deseable es que el tren se detenga justo donde está la señal principal, pero no con una parada totalmente brusca, asi que el sensor deberá estar unos centimetros antes de la señal. El PWM76ASFA tiene un ajuste de inercia de frenada que permite ajustar la mayor o menor rapidez del frenado. Puede ser interesante hacer alguna prueba para determinar la distancia que deberá haber entre la señal principal P y el sensor H de cada cantón para encontrar la mejor situación para este sensor (o si ya tenemos los sensores situados, para colocar la señal) En cualquier caso lo que se pretende es lograr una precisión en el punto de parada y con una frenada estética que no resulte excesivavente brusca.

Respecto de los sensores AB BB CD Y DB su misión es comenzar la deceleración si la señal avanzada lo indica con la luz amarilla. No se requiere ninguna precisión en su colocación y de hecho se puede hacer que el tren empiece a decelerar bastante antes de la señal avanzada situando este sensor antes de la señal. (aunque si se hace esto, habrá que poner una inercia de valor muy alto para que el tren no llegue a pararse antes de llegar a la señal principal)

A partir de aquí, para mayor claridad, sólo se va a representar un cantón genérico, entendiendo que hay que repetir lo mismo para todos los cantones. El sentido de circulación se considera de derecha a izquierda, como sería en el cantón A de las figuras anteriores. Las conexiones con cantones contiguos se indicarán mediante flechas, de manera que una flecha hacia la izquierda significa que esa conexión irá a la conexión del cantón siguiente, donde habría una conexión con flecha a la derecha, en correspondencia a la del cantón dibujado, y analogamente una conexión con flecha a la derecha corresponde a una conexión con el cantón anterior.

Suponemos que como se dijo anteriormente se ha conectado a cada cantón un controlador PWM76ASFA asi que tendremos la vía, el controlador, y los sensores del cantón.

En la figura siguiente se representan una forma de conexión relativamente sencilla. Se hace uso de un controlador de bloqueo BLKS03 por cada cantón para manejar el cambio de luces en las señales, y otros posibles usos que se analizarán después, y aparece conectada la salida TRACK del controlador directamente a las vías, Esta conexión se puede realizar en cualquier punto del cantón.



Vemos que se han representado las dos señales, la principal y la avanzada marcadas como P y A. si este fuera el cantón "A" de la figura anterior, estas serían respectivamenye las señales PA y AA de aquél esquema. Análogamente tenemos los tres sensores T, H y B que corresponden a los AT, AH y AB del cantón A del esquema anterior, También se ha marcado como S el corte de carriles entre el cantón que analizamos y el siguiente. Correspondería al aislamiento AS del anterior esquema.

Aquí se han representado todos los elementos con sus conexiones, así que para las señales se han dibujado las dos resistencias y el diodo que suelen llevar las señales en sus cables de conexión y que deberán respetarse. El esquema está hecho en el supuesto de que los semáforos son de tipo ánodo común, que suele ser lo habitual en todas las marcas. En un semáforo de ánodo común se conecta el polo positivo de la alimentación (dibujado aqui en rojo) de forma permanente al cable común del semáforo (que suele llevar un diodo) y los otros dos terminales corresponden cada uno al negativo de uno de los dos leds y suelen llevar unas resistencias Asi que conectando cada uno de esos terminales al negativo de la alimentación (negro) se enciende el led correspondiente.

Obsérvese que en el esquema las señales quedan conectadas en paralelo entre si, ya que el posiitivo de la alimentación se une al terminal común de ambas señales. Asimismo el cable representado aquí en verde y que se conecta a ambas señales y lo mismo el representado en cyan está unido a ambas señales. De manera que si unimos el cable verde al negativo de la alimentación, ambas señales encenderán la luz verde y si por el contrario conectamos el cable Cyan al negativo de la alimentación se encenderá la luz roja en la señal P y la luz amarilla en la señal A. La conexión del verde o cyan a negativo lo hace el BLKS03 en la clema superior derecha de modo que cuando el BLKS03 pasa a posición R el negativo queda unido al verde y se encienden las luces verdes y cuando el BLKS03 está en posición S se une al negativo la conexión cyan y se encenderán las luces roja y amarilla.

Los sensores se han representado con el símbolo pero además en el caso de sensor T, que se supone de tipo Hall se han marcado los dos terminales GND u OUT y se ha dibujado una conexión marcada Vcc. Esta conexión, como hemos dicho solo existe para los conectores Hall y por eso se dibuja de puntos, indicando que debe llevarse a la borna Vcc de la clema donde se conectan los otros terminales. Los otros dos sensores H y B se han dibujado como sensores Reed, y por tanto con solo dos terminales que además son indiferentes. La razón de esto la veremos posteriormente.

Como ya se explicó Se pretende que cuando el tren salga de un cantón a través de la sección aislada S ,el cantón al que ha entrado se considere ocupado, y por tanto si llega un segundo tren deberá pararse antes de entrar al cantón ocupado. Asi que cuando se activa el sensor T del cantón, el BLKS03 debe pasar a la posición "S" Esto se hace sencillamente porque el OUT del sensor T está conectado a una de las entradas "S" del BLKS03. Como ya dijimos esto pone en rojo la señal principal P y en amarillo la avanzada, de modo que se pretende que el tren se pare ante la señal P y no pase al cantón ocupado, Todavía no hemos explicado porqué se para.

Asi que cuando un tren sale del cantón, deja el BLKS03 en posición "S" y las señales por tanto en rojo y amarillo.

Cuando el tren llega al final del siguiente cantón activa el sensor situado a su entrada. Si el cantón que estamos considerando es el A el sensor es el situado a la entrada del cantón C o sea el sensor BT. Este sensor debe poner en rojo las señales del cantón B que abandona. pero debe poner en verde las señales del cantón A, puesto que el cantón B queda liberado. Esto se consigue sencillamente uniendo el terminal OUT del sensor BT a una de las entradas "R" BLKS03 del cantón A. Es decir : Cada sensor "T" de un cantón debe estar conectado a una entrada "S" del BLKS03 de su propio cantón (conexión violeta en el esquema) y además a una entrada "R" del BLKS03 del cantón anterior. Es la conexión violeta acabada en flecha hacia la derecha, indicando que va al cantón anterior donde se conectará a una entrada R del BLKS03

Asimismo vemos dibujada en azul la conexión con la flecha a la izquierda, lo que indica que viene del cantón siguiente R se conecta a una entrada R del cantón actual.

En definitiva, cada sensor T se debe conectar a una puerta S del BLKS03 de su cantón y además a una puerta R del BLKS03 del cantón anterior.

Antes de continuar, es muy importante probar el funcionamiento del bloqueo. Para ello se pondrá a circular una locomotora equipada con su correspondiente imán, y se deberá comprobar que recorre todo el circuito, como ya se probó antes, pero ahora hay que comprobar que cada vez que la locomotora abandona un cantón, las señales del mismo quedan en rojo y amarillo, y cuando la locomotora abandona el cantón siguiente las señales cambian a verde y verde.

Si una locomotora equipada con un imán no actúa sobre los sensores y éstos son de tipo Hall, lo primero que hay que hacer es invertir la posición del imán en la locomotora. Esto es porque los sensores Hall solo reaccionan a la cara sur de los imanes, asi que hay que colocar los imanes con la cara sur hacia abajo. Como es dificil determinar cual es la cara sur (se puede hacer con una brújula) lo más fácil es probar, y si no se activan los sensores invertir el imán.

Ahora hay que cablear los sensores H y B de cada cantón. Estos sensores deben ser obligatoriamente de tipo Reed por la razón de que éstos van a funcionar no de forma permanente, sino que estarán activos o no y por tanto solo detectarán trenes cuando estén activos. Esto, en principio se podría hacer tanto con sensores Hall o Reed pero si son de tipo Hall, resulta que al activarse y desactivarse pueden producir una señal análoga a la de la detección de un tren, sin que haya ningún tren circulando sobre ellos, lo cual perturba el funcionamiento de

los automatismos. Por el contrario, los sensores Reed, al ser un elemento mecánico, no producen estas falsas señales. Asi que para este tipo de funcionamiento es aconsejable utilizar sensores Reed

Estos sensores Reed se colocan entre cada una de las entradas "B" y "H" del PWM76ASFA y la conexión de los semáforos que enciende las luces roja y verde. En el esquema esta conexion es de color Cyan y vemos como de esa conexión se deriva la conexión de uno de los terminales de cada sensor. Este cable Cyan está unido a tierra cuando el BLKS03 está en posición "S" pero aislado cuando está en posición "R"

O sea que si las luces de las señales están en rojo y amarillo, los sensores tienen un terminal unido a tierra y funcionan, pero si las señales están en verde los sensores están desconectados del negativo, asi que no se activan al paso de los trenes.

Pues con este sencillo método, hemos conseguido que los trenes obedezcan a las señales. Basta unir la salida del sensor H a la borna "H" del PWM76ASFA y la salida sensor B a la borna "B" del PWM76ASFA

Cuando las señales están en Rojo y amarillo, los sensores están activos y por tanto cuando el tren pasa sobre el sensor B, se activará la función B (deceleracion) de controlador , y esto hará que se encienda la luz amarilla del controlador y comenzará a disminuir la velocidad del tren. Cuando el tren alcance el sensor H se activará la parada inmediata del controlador se encenderá la luz roja del mismo, y el tren se detendrá.

Falta conectar la conexión que hemos hecho desde el cantón siguiente a una puerta R del BLKS03. Si llevamos además esta conexión (azul en el esquema) hasta la borna "T" del PWM76ASFA cuando las señales pasen a verde, se activa la función "T" (vía libre) del controlador, se enciende su piloto verde y los sensores H y B quedan desconectados. Si hubiera algún tren parado en la señal roja o incluso frenando en el tramo de deceleración, la función T al activarse lo vuelve a acelerar. Y mientras no se vuelvan a activar los sensores cualquier tren que atraviese la zona de señales las encontrará en verde y el controlador en "via libre" asi que no se pararán ante las señales.

Asi que una vez hechas estas conexiones el sistema debe funcionar por completo, produciendo la paradas y arrancadas progresivas ante las señales y haciendo que las señales funcionen cambiando sus colores para regular la circulación. Se puede ver este montaje funcionando en el video: https://youtu.be/sJsHR9iMubs

Opcionalmente es posible añadir un control manual para manejar manualmente el sistema, es decir para poner cualquier cantón en situación de abierto o cerrado y que las señales cambien en consecuencia.

Para ello se puede conectar a cada BLKS03 un conmutador manual de tres posiciones con retorno (on)-off-(on), conectando el terminal central a la borna GND del BLKS03 y los otros dos terminales uno a una borna R y el otro a una borna S que estén libres, es decir que sean las que se han usado para el bloqueo automático.

También es opcional la posibilidad de tener en un cuadro de mando unos leds de señalización que se iluminen según la situación de cada cantón. Pasta para ello derivar de una de las señales los tres hilos que las alimentan, y llevarlas a parejas de leds, o a leds bicolor situados en el cuadro. Otra opción es utilizar la clema inferior de salida del BLKS03 que queda desocupada en este montaje. En la posición R (señales en verde) se conecta internamente, la borna C a la R. En La posición S (señales en rojo) se conecta internamente la borna C a la S. A partir de esas conexiones se puede hacer cualquier función que se desee, utilizando corriente alterna o continua de cualquier tensión.

El controlador de Bloqueo BLKS03 puede ser sustituido por un relé biestable de dos bobinas. En ese caso las bornas de entrada R, S y GND serán respectivamente las entradas de una bobina, de la otra bobina, y una común a ambas. Las salidas R C y S serán las salidas del conmutador interno del relé.

Sin embargo, esto tiene varios inconvenientes: Por un lado el relé funciona a una determinada tensión mientras que el BLKS03 admite un amplio margen (entre 9 y 16 V) . Además el BLKS03 proporciona una tensión estable de 5 V en la borna Vcc para alimentar los sensores de tipo Hall.

Por otro lado cuando un sensor se activa, si utilizamos un BLKS03 la corriente que circula por el sensor es mínima, del orden de microamperios. Sin embargo si tenemos las bobinas de un relé conectadas directamente a los sensores, cuando éstos se activan soportan directamente toda la intensidad que requiera la bobina del relé. Además téngase en cuenta que el montaje que hemos hecho implica que cada sensor debe actuar sobre

dos relés en paralelo, por lo que la intensidad se dobla. A este respecto hay que tener en cuenta que la intensidad que soporta un sensor tipo Hall es de unos 25 mA.

Y seguramente lo más importante es que si queremos poner un mando manual, con un conmutador como se ha indicado, no tenemos entradas independientes como el BLKS03, así que habría que conectar el conmutador en las mismas bornas de relé que las conexiones del bloqueo. Pero esto tiene el inconveniente de que como los relés están conectados a los de los cantones anteriores y posteriores, al intentar actuar sobre un cantón determinado, lo haríamos también sobre los cantones vecinos.

Todos estos inconvenientes se evitan con el uso de los módulos BLKS03.

Como ya se comentó, se puede utilizar en uno o varios cantones un controlador más sencillo como el PWM72 (o PWM73SI, aunque éste resulta menos adecuado) aunque sin la posibilidad de aceleraciones y frenadas progresivas.

En ese caso, la señal anticipada A y su sensor B se pueden suprimir quedando solo la señal principal P y su sensor H. El tramo de aceleración puede reducirse a unos pocos centímetros con lo que la transición S al siguiente cantón estará muy cerca de la señal principal P y el sensor de entrada al nuevo cantón puede estar solo a unos centímetros del sensor de la señal de parada, pero ya en el cantón siguiente.

El controlador PWM72 tiene sólo tres funciones F S y R asi que la conexión del sensor H se unirá a la borna S del controlador , y la conexión que llega del sensor del cantón siguiente y va al R del BLKS03 se llevará también a la borna F del controlador. El funcionamiento es similar al caso del PWM76ASFA de modo que con el sensor H se activa la función S del controlador, y con el sensor T se activa la función F. Con la primera el tren se para bruscamente y con la segunda el tren arranca, también bruscamente.

En todos los casos las señales luminosas se pueden eliminar ya que son sóio decorativas, Lo que maneja el sistema de bloqueo son los BLKS03 y los sensores Sería el caso por ejemplo de un cantón cuya zona de parada estuviera oculta

Caracteristicas técnicas:

Controlador de corriente pulsada de baja frecuencia y anchura de pulso variable (PWM)

Entrada..... DC 9-16V 2 A max.
Salida ..... PWM 9 / 16V pp 32 VA max.
Frecuencia..... 35 - 40 Hz
Anchura de pulso..... Regulable entre 1% y 100%
Ajuste de Inercia..... De 0 a 100% de velocidad en tiempo entre 4 y 70 segundos

Dimensiones:

Placa de circuito.....63 x 108 mm
Profundidad de montaje ..... 40 mm