

CONTROLADOR PWM72

Descripción

El controlador PWM72 es un circuito electrónico para alimentar maquetas analógicas de trenes de Corriente Continua de las escalas HO, 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.



La característica distintiva de este controlador es el mando marcha/paro y adelante/atrás electrónico. Manualmente se maneja mediante los botones verdes y rojo que se ven en la imagen, pero también se puede actuar sobre este mando mediante otros dispositivos externos, en particular vías de contacto, sensores de tipo Hall o Reed, e incluso dispositivos electrónicos como Arduino, placas de comunicaciones etc. Esto da una serie de posibilidades muy importantes para el manejo y automatización de las maquetas. A este respecto, véase al final de este manual la sección "Utilización Avanzada"

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 HO, proveniente de una fuente de alimentación externa de Corriente Continua, que sea capaz de suministrar un mínimo de 1A.

La corriente pulsada 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 prácticamente 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 parada del mismo. Si el alumbrado es por bombillas de incandescencia. las luces sólo funcionarán a partir de cierta velocidad.



RH TRAIN CONTROLLERS

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 pulsada 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 prácticamente 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 parada 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 continua" 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 lubricada.

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 PWM72 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 límite 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 PWM72, 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 límite de intensidad que soporta el PWM72 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 PWM72

Por lo tanto, la fuente de alimentación con que alimentaremos el PWM72 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 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 PWM72

Sin embargo, en muchos casos se prefiere manejar cada locomotora con un PWM72 independiente. En ese caso pueden utilizarse alimentaciones de menor potencia y menor precio como la PSU091A o la PSU121A que proporcionan sólo 1 A.



RH TRAIN CONTROLLERS

Se puede utilizar cualquier alimentador enchufable, o fuente de alimentación de corriente continua 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 PWM72 para garantizar que la intensidad que recibe éste no supera los 2 amperios.

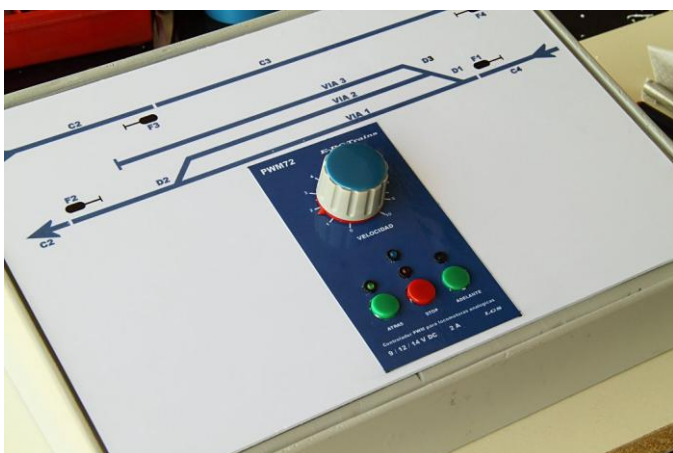
Si la fuente utilizada tiene suficiente potencia puede utilizarse una misma fuente para más de un PWM72. Por ejemplo una fuente con salida de 12 voltios y 5 amperios puede utilizarse para alimentar dos PWM72, pero será imprescindible poner un fusible de 2 amperios en la alimentación de cada PWM72. Con 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 PWM72, con sus correspondientes fusibles. De esa forma se podría hacer, por ejemplo que un PWM72 maneje cuatro locomotoras, el segundo otras cuatro y un tercero dos más, por lo tanto diez locomotoras simultáneamente en total con un consumo 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 solidamente, ya que eso es lo que le da consistencia al montaje. No debe hacerse funcionar sin esta unión, 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. así como arandelas y otros complementos 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. Para este equipo es particularmente adecuada la caja de la marca RETEX modelo 33070008. Se podrá comprobar que las torretas que lleva esta caja coinciden con los taladros de las placas de circuito de este controlador, y que la carátula, coincide con el panel de esta caja.



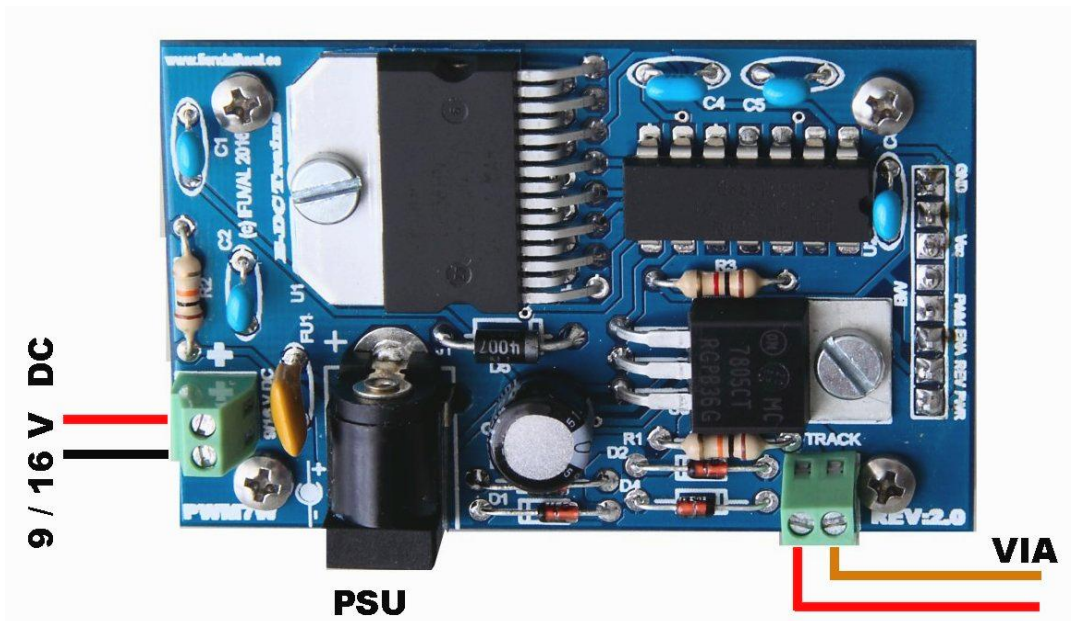


Recomendamos reproducir el video <https://youtu.be/22VuDrElzH4> donde se muestran varias formas de montaje de este controlador, tanto en paneles como en cajas.

La caja que se muestra a la derecha es la fabricada por la marca RETEX con referencia 33070008 (en gris o en negro) Es especialmente adecuada para este equipo y la carátula se adapta exactamente a su panel superior.

Conexión:

La conexión de la fuente de alimentación al controlador PWM72, puede hacerse de dos formas: si la fuente de alimentación cuenta con un conector de alimentación, como es el caso de las PSU091A, PSU121A, PSU092A o PSU122A se conectará el conector de la fuente directamente al conector marcado como PSU en la imagen siguiente, que corresponde a la placa inferior del PWM72.



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

fuentes de alimentación con el símbolo :

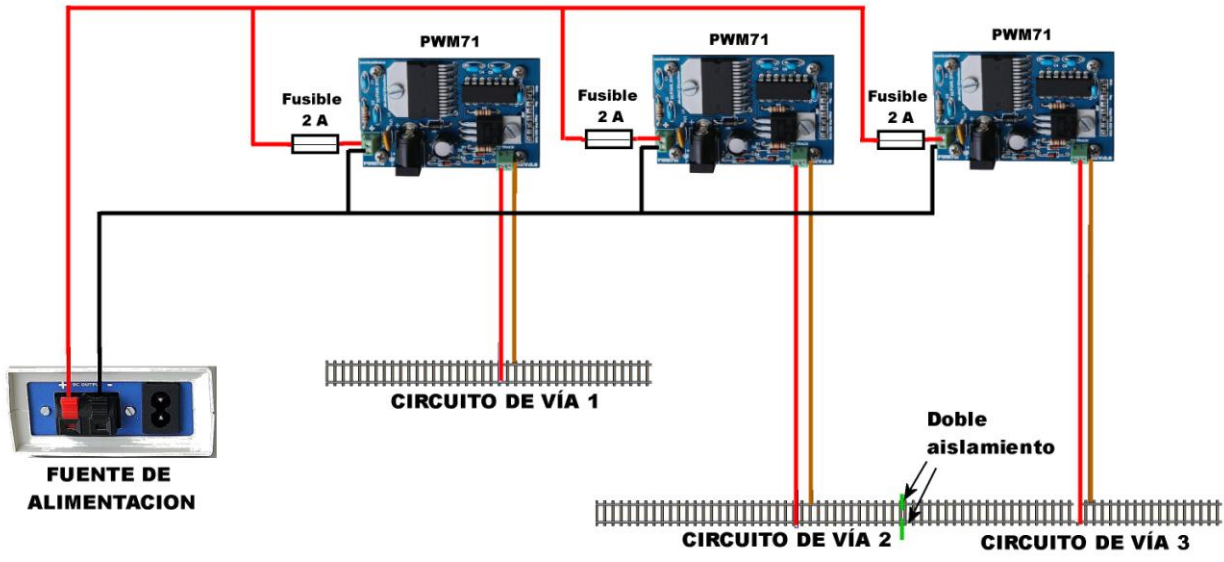
Alternativamente cuando se utilicen fuentes de alimentación conmutadas u otro tipo de alimentaciones que no llevan estos terminales, se conectará la fuente de alimentación mediante dos cables a la clema rotulada 9/16 V DC, teniendo cuidado de respetar la polaridad.

En caso de utilizar más de un PWM72 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 PWM72 y a continuación tomar dos cables desde la clema "9/16 V DC" para llevarlos a la clema correspondiente del segundo PWM72. 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.

Manejo:

Al conectar la fuente de corriente continua, se encenderá el piloto azul, indicando que el equipo recibe alimentación. Si no fuese así revisar la conexión de la alimentación y su correcta polaridad. También se enciende el piloto rojo, indicando que cualquier locomotora situada en la vía alimentada por el PWM72 está parada.

Pulsando el botón verde de la derecha se encenderá el piloto verde y si la locomotora tiene luces de led se encenderán las correspondientes a la marcha adelante. Girando a derechas el mando de velocidad, la locomotora comenzará a rodar y se ajustará la velocidad según la posición de este mando

Pulsando el botón verde de la izquierda, la locomotora cambiará de sentido y se moverá hacia atrás. No es necesario parar la locomotora para cambiar la locomotora de marcha adelante a marcha atrás, pero muchos aficionados prefieren hacerlo así.

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.



RH TRAIN CONTROLLERS

Seguridad:

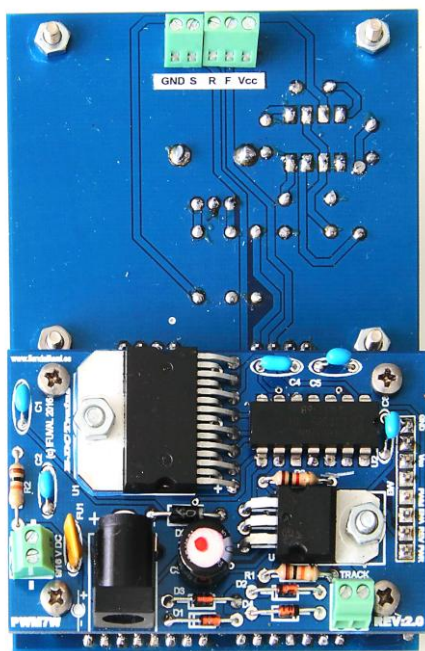
El piloto azul indica que el circuito recibe alimentación adecuada. Si al conectar la alimentación no se encendiese, comprobar que la polaridad del alimentador es la correcta. El controlador está protegido contra inversión de la polaridad así que no puede estropearse por esta causa.

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 PWM72 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. Las diferencias se refieren a la forma de controlar la velocidad, y a la existencia 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 PWM72 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 PWM72, 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 PWM72) al pasar por un segundo sensor colocado en cualquier otro lugar del trazado y que esté conectado a la función F del PWM72. la active, con lo



cual el tren que estaba detenido en la estación arrancará de nuevo automáticamente.

Este controlador tiene tres funciones externas, identificadas como "F" "S" y "R" y que corresponden respectivamente a la actuación de los botones de adelante stop y atrás.

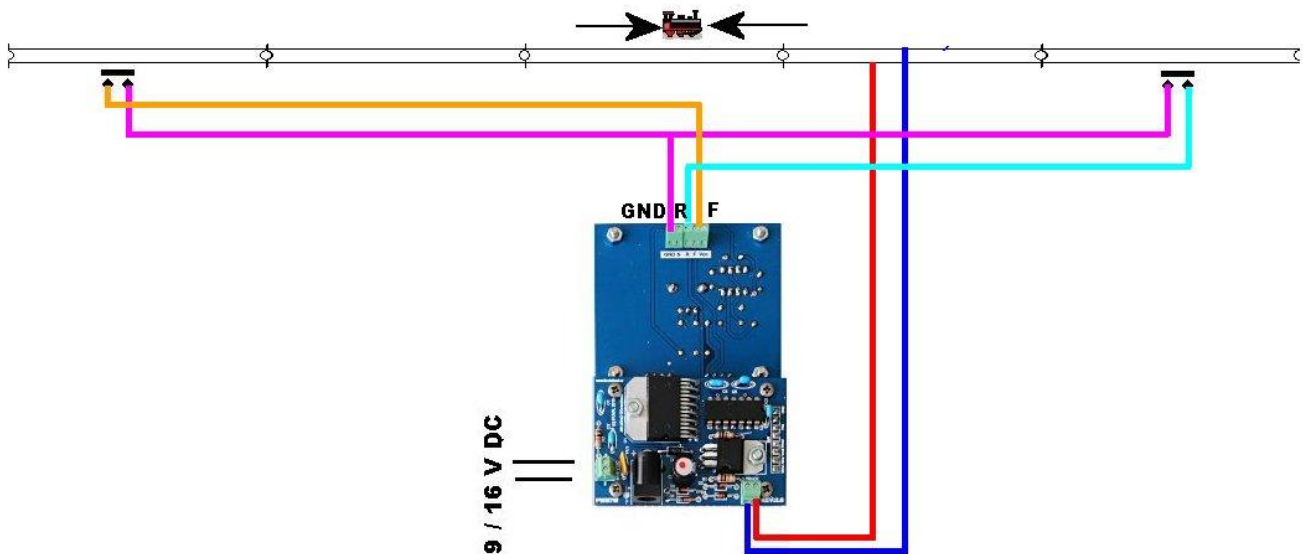
Para conectar un sensor a estas funciones se utilizan los contactos de la clema situada en la parte inferior de la placa que lleva el botón de mando (situada en la parte superior de la imagen adjunta) Esta clema lleva cinco bornas, tres de ellas marcadas con las letras F S y R y dos más, una marcada como GRD y la otra como Vcc

Para activar una función basta conectar de forma momentánea la borna F S o R que queremos activar a la borna GRD.

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 S y el otro terminal, mediante otro cable a la borna GRD, al juntarse los contactos del Reed se habrán unido momentáneamente las bornas S y GRD con lo que se activará la función S y el controlador parará los trenes que esté manejando.

EJEMPLOS DE FUNCIONES AVANZADAS

1. Tren lanzadera



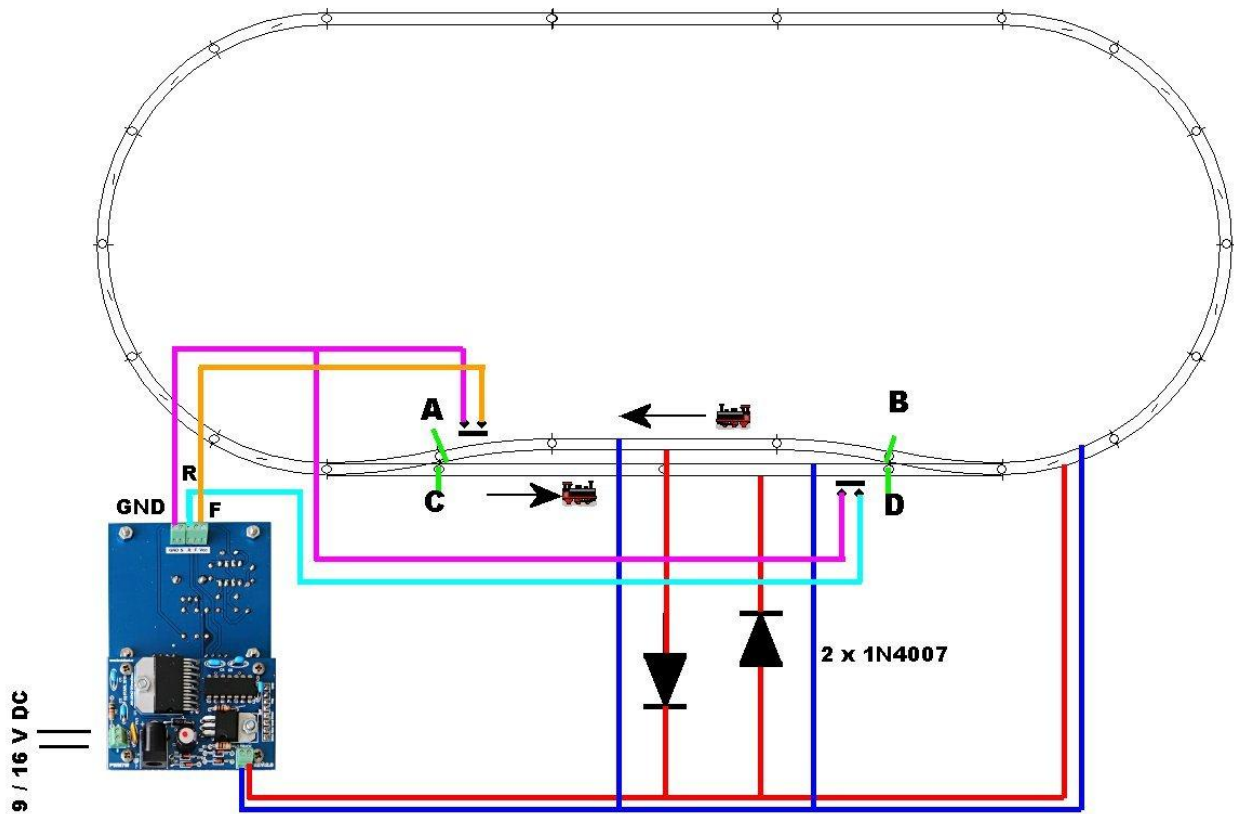
Con este montaje se pretende que un tren se mueva a lo largo de una vía que no es cerrada, sino que acaba en dos extremos, de modo que cuando llegue a un extremo retroceda automáticamente hasta el otro extremo y viceversa.

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 canectan 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 PWM72.

El funcionamiento es que si cuando el PWM72 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 PWM72 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 PWM72 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 PWM72, pero, en cada una de las vías 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 PWM72.

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 pararse antes de alcanzar el corte del carril.



RH TRAIN CONTROLLERS

A continuación conectamos los sensores a la clema de funciones del PWM72 de forma que la borna GND (línea violeta) 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 (línea cyan) y la borna R al 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 PWM72 cambia el sentido de circulación, y entonces ese tren se para y arranca el otro, y así sucesivamente.

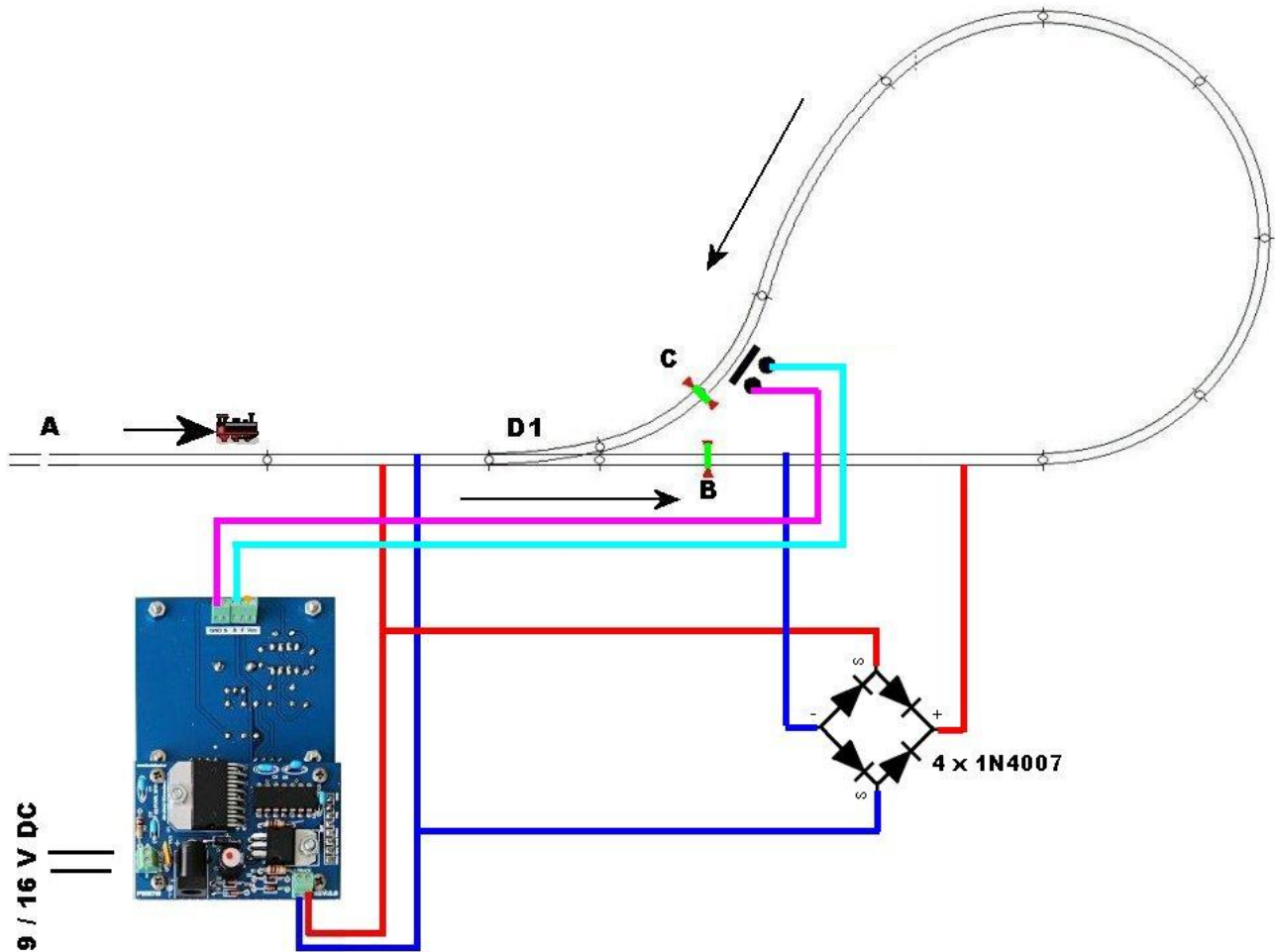
3. Bucle de retorno

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 PWM72 se puede resolver el tema de un bucle de retorno de forma sencillísima.



En la imagen vemos que el controlador PWM72 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 (líneas rojas y azules)

El resto del bucle lo alimentamos también a partir del PWM72 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 PWM72. Si el sensor es tipo Hall se conectará precisamente la borna GND al terminal GND del sensor, la borna R al terminal 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 PWM72 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 se ajusta a marcha atrás, pero esto no afecta al tren que está en el bucle, porque su alimentación viene desde el puente de diodos, de manera que 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 contrario a cuando entró.



RH TRAIN CONTROLLERS

Características 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%

Dimensiones:

Placa de circuito.....63 x 98 mm
Profundidad de montaje 33 mm