

### Digitalización de la RENFE 333 (Electrotren 2001) automatizando los focos principales

Este documento trata de describir el trabajo realizado con una Renfe 333 (Electrotren 2001) originalmente analógica para digitalizarla y automatizar el encendido de los focos principales. La parte más original y posiblemente interesante de todo el trabajo es la programación para el encendido automático de los focos principales al ponerse en marcha la locomotora, que está al final del documento. No obstante ello, algunas de las experiencias que se cuentan pueden ser de interés también para quien acometa un trabajo parecido.

El trabajo está muy basado en otro anterior hecho por José Antonio Marcos (Märkos), muy bien documentado y que él mismo me hizo llegar, siendo lo más nuevo y quizás original de mi trabajo un añadido de cierta automatización al final.

Recomiendo la lectura de ese documento de Märkos, ya que incluye algunas ideas que, no por ser buenas, yo no he incluido en el mío, como la placa de circuito impreso para centralizar todos los componentes y conexiones desde el "decoder" al motor y leds de iluminación, alternativas de sustitución de las bobinas del estator y algunas fotos adicionales y/o con mejor calidad que las que pueda incluir yo aquí.

En la foto siguiente puede verse el chasis de la locomotora una vez quitada la carcasa, a la izquierda está el relé para cambio de sentido (es un modelo para tres carriles, corriente alterna) y a la derecha está el motor.



Esta locomotora lleva de origen un motor universal (el mismo tipo que el empleado en AC/tres carriles de Märklin), teniendo dos modelos: el 2001 pensado para corriente alterna/tres carriles y el 2020, pensado para corriente continua/dos carriles. El 2001 lleva el típico relé para cambio de sentido y el 2020 un par de diodos que le permiten funcionar sin tener que cambiar el motor (obviamente en este caso los ejes y tomas de corriente son distintos). En la foto siguiente puede verse el motor universal.



Dado que para poder desmontar el motor hay que desmontar y sacar el bogie motor completo y que, por falta de documentación, me parecía muy complicado, opté inicialmente por mantener el motor tal cual viene, con el estator de bobina, y emplear un “decoder” Uhlenbrock 76200, pensado para poder utilizarse en estos motores.

Ese “decoder” tiene un posible problema conocido y comentado en varios foros: sobrecalentamiento. Sin embargo, en uno de esos foros (Trenes Aguiló), en el que también había intervenido Märkos, parece que se llega a la conclusión de que si se colocan los choques de RF y el condensador que se recomienda en la documentación del fabricante, ese sobrecalentamiento no se produce.

Sin embargo, cuando todavía no había empezado con ello, se cruzó un correo en el que se hablaba de las posibilidades de programación de los decoders ESU lokpilot, especialmente en su última versión (Auflage 6) y a la que no llega el Uhlenbrock, así que decidí cambiar de idea e instalar un ESU lokpilot.

Problema: seguía con la intención de no cambiar el estator del motor. En otro foro alemán me sugirieron el uso de un pequeño circuito adaptador formado por un par de diodos y de condensadores (una variante de los dos diodos ya conocidos y empleados por la misma Electrotren en el modelo 2020, como puede verse en la documentación de despiece del mismo fabricante) que en principio permite conectar “decoders” con salida pensada para motores de CC (estator de imán permanente) a motores de universales (CA y CC con estator de bobina).

La prueba realizada no tuvo éxito, el motor no iba bien, por lo que no me detendré más en este punto y sí queda para posibles trabajos posteriores hacer pruebas más detalladas sobre esta posibilidad.

Lo primero fue quitar el relé de cambio de sentido y los cables que iban desde él hacia el motor, ya que a partir de ahora va a ser el “decoder” el que controle el sentido de marcha. Este relé va atornillado a un pequeño anclaje que nos puede servir para fijar el “decoder” con cinta de doble cara y, evidentemente, convenientemente aislado, ya que ese anclaje es masa del chasis.

Para conectar el “decoder” a los distintos puntos de la locomotora (motor, leds, patín, masa) empleo un arnés con zócalo de 8 pines ESU 51950 con sus cables de extensión, lo que facilita enormemente el posible reemplazo del “decoder” en caso de ser necesario (que en mi caso, desgraciadamente sí lo fue).

Finalmente iba a tener que cambiar el estator del motor. Acudí entonces a uno de los documentos que me había enviado Märkos en el que, además del despiece de la locomotora

(que ya había conseguido por otro lado), venía también lo más importante: una hoja adicional con las recomendaciones e instrucciones de mantenimiento del fabricante de la locomotora, incluyendo el “gran mantenimiento”, que implica el desmontaje completo del motor y cómo hacerlo.

Y ahora una decisión a tomar. ¿Cuál de los dos procedimientos indicados por Märkos seguir?

1.- El cambiar el estator por un imán permanente implica el tener que limar y ajustar parte del plástico que rodea el “núcleo” del imán para que encaje en el sitio donde va la bobina del estator y que es algo más estrecho (unas décimas de milímetro) que el imán tal como viene. Además, el “arco” del imán tiene menos grosor (algo más de un milímetro) que los hierros del estator original, por lo que hay que colocar un pequeño suplemento que cubra ese hueco y evite que el imán pueda “bailar” y cambiar de posición. Ese suplemento puede hacerse con pequeños trozos de baquelita o de una placa de circuito impreso.

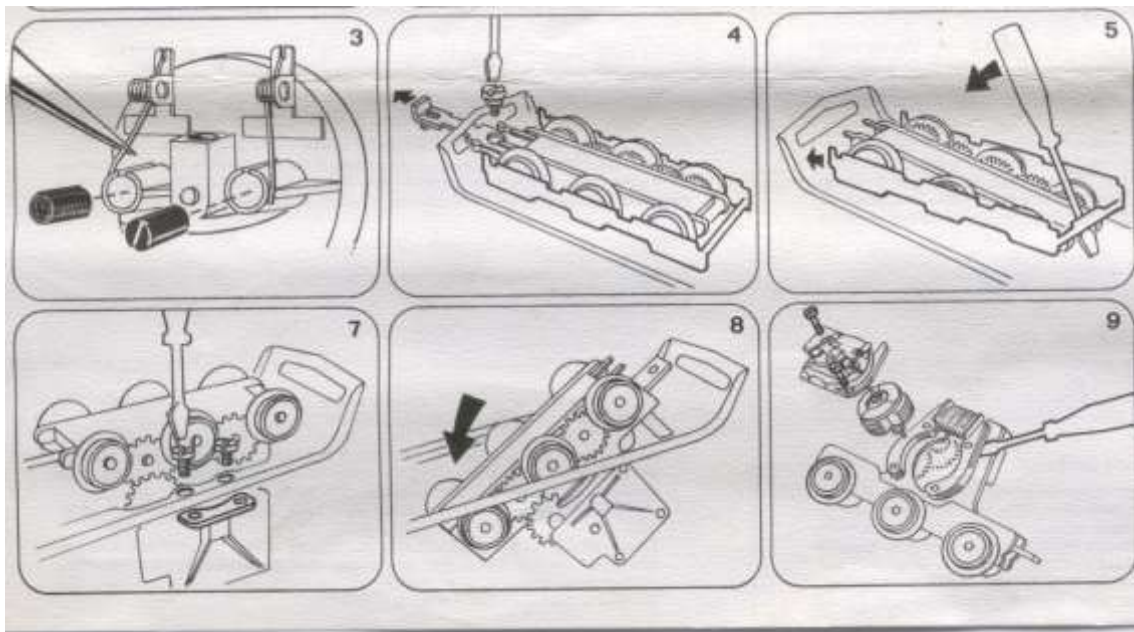
2.- Hacer una obra de bricolaje/cerrajería, desmontando las bobinas del estator, cortando los hierros del estator por la mitad en su parte central, colocando un par de imanes de neodimio, volviendo a unirlos y fijándolos con alguna pasta adhesiva.

En el trabajo de referencia se ha utilizado la primera solución, aunque su autor últimamente recomienda la segunda, por coste (los imanes de neodimio son económicos) y porque se mantiene la geometría y dimensiones originales del estator.

No obstante a mí me resultaba más fácil realizar la primera, y opté por ella.

Empecemos con el trabajo. Lo primero es desmontar el bogie motor siguiendo las instrucciones del fabricante (enganche, plástico que rodea al bogie, una de las pletinas que lo mantienen “flotando” y sacarlo inclinándolo hacia el lado correcto...).

En la figura siguiente puede verse una imagen parcial del documento del fabricante, Electrotren, donde se indican los pasos para poder desmontar el bogie motor:



A continuación se quitan las dos escobillas, luego los dos tornillos que sujetan la tapa, la tapa misma y el estator ayudándose con un pequeño destornillador para hacer una suave palanca y despegarlo de su posición de años...

Sacamos el rotor y aprovechamos para limpiarlo lo mejor posible o incluso cambiarlo, si está muy desgastado, o “planificarlo”, si está rayado.... El mío lo estaba, pero decidí dejarlo como está, posible error, pero no me atreví a que mis “manazas” lo estropearan más de lo que ya estaba. De todas formas los buenos “manitas” sí recomiendan hacer ese proceso, que seguro le da nueva vida al motor, y, por ende, a la locomotora. Lo que sí se puede y se debe hacer es aprovechar que tenemos el motor “desnudo” para engrasar con una mini-gota (si todo es escala H0 la gota debe serlo también) de aceite de engranajes los mismos. No es normal que abramos el motor habitualmente, hay que aprovechar oportunidades.

Ahora con una lima metálica empezamos a rebajar esas décimas que necesitamos del plástico que rodea el núcleo del imán ESU 51961 un poco por cada lado (para que quede siempre centrado) y comprobando cuándo entra ya en el hueco de las bobinas.

SEGUNDA (no es un error, es la segunda) PRECAUCIÓN a tomar antes de ese punto: obsérvese dónde tiene el imán los agujeros para los tornillos que después lo traspasarán para fijar la tapa, pues puede darse el caso (como me ocurrió a mí) que rebajemos por un lado del imán y al colocarlo nos encontremos con que lo hemos hecho por el lado inadecuado, pues los agujeros de los tornillos quedan por el contrario y hay que darle la vuelta y volver a empezar con las “rebajas”.

PRIMERA (ésta sí que es la primera de verdad) PRECAUCIÓN a tomar, pero ésta antes de iniciar todo el trabajo es conseguir que el Sr. Murphy se vaya a dar una vuelta, aunque cueste invitarlo a lo que sea, pero que no esté cerca en ningún momento de todo este proceso.

Desgraciadamente yo no había tomado ninguna de las dos y noté la cercanía de Murphy en varios momentos, uno de ellos precisamente éste, cuando me di cuenta de que había equivocado los laterales que había que rebajar, que los tornillos no tenían su hueco para entrar, con lo que la tapa tampoco, y que había que volver a empezar con el otro lado, lo que duplica la posibilidad de error o de estropear el imán o algún otro componente.



Bien, ya terminado ese proceso y comprobado que entra perfectamente y alineado correctamente en el hueco donde estaban las bobinas, pasamos a hacer unos pequeños cortes en forma de “C” en una placa de circuito impreso, para suplementar el arco del imán, recomendamos otra vez observar dónde están los agujeros pasantes para los tornillos en el imán o el punto donde deben atornillarse en la carcasa del motor (sobresale y es más grueso que el tornillo) para que con el tamaño de estos suplementos no los tapemos (Murphy seguía por aquí) y los pegamos al arco del imán con algún pegamento rápido.

Ya sólo queda volver a poner nuestro rotor (lo mejor que lo hayamos dejado), el imán trabajado, la tapa y....



A la derecha del arco del imán, entre el imán y la carcasa del motor puede verse el suplemento de baquelita (placa de circuito impreso) añadido para ocupar el hueco que quedaba. En el trabajo de referencia de Märkos hay una foto donde puede verse con mucho más detalle.

La tapa, tal cual viene el imán, no entra, queda algo de trabajo adicional de lima, esta vez en el plástico del hueco central del núcleo del imán. Una lima de "cola de ratón" viene muy bien, rebajamos hasta que la tapa entre y ahora sí....



En esta foto puede verse que la tapa ya ajusta y entra bien, y el suplemento entre tapa y carcasa en el otro lado del motor.

La foto siguiente presenta el motor visto desde arriba, con el imán ya encajado en su sitio.



Entra la tapa, atornillamos con cuidado de quede centrada y no inclinada a uno de los lados y, FUNDAMENTAL, recomendación de nuestro amigo Märkos, comprobamos que girando las ruedas, gira libremente el motor (se supone que previamente la locomotora funcionaba bien, lo que lleva consigo que los engranajes estaban bien), para asegurarnos que el rotor no roza en ninguna parte con tapa o imán.

Una vez realizado esto, se realiza la conexión del arnés con zócalo 51950 al cable que “sube” del patín (cable rojo del “decoder”) y (cable negro del “decoder”) a la masa del chasis (el anclaje del relé cambiador de sentido en AC). El chasis de esta locomotora es todo metálico (lo que le da una buena estabilidad y fuerza de arrastre circulando), por lo que puede haber muchos puntos de toma de masa, con un buen rascado de pintura, pero el primero y más fácil es éste. Lo siguiente es conectar los otros cables a la placa distribuidora si se ha decidido ponerla siguiendo el documento referenciado (mi recomendación es hacerlo, esta locomotora tiene una buena “cama” en el centro del chasis para ponerla, aunque yo no lo hice, disculpas por ello), o al motor (cables naranja y gris), y a probar en la vía de programación, por ejemplo, con lo cual, ya de paso, podemos cambiarle la dirección por defecto (CV1 = 3) a la que queramos. ¡FUNCIONA! (Murphy igual se ha ido... ¡no!, es que estaba despistado... ya veremos)

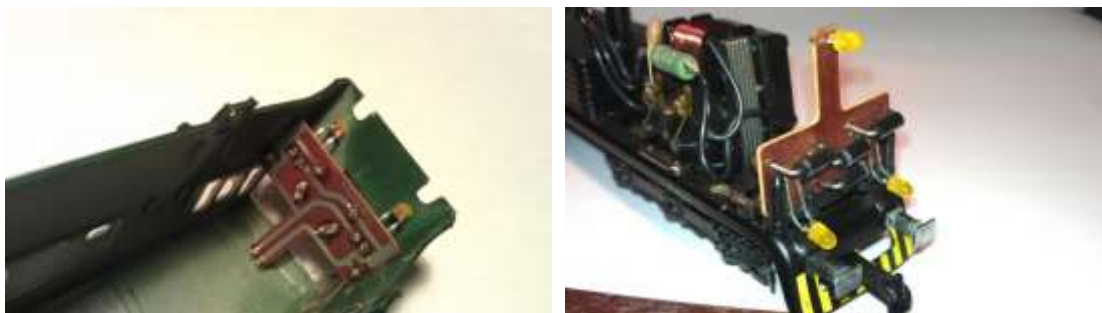
Ahora queda el tema iluminación, las luces de ambos testeros. Lo que trae de origen (esta locomotora tiene unos cuantos años) son unos leds de “alto” consumo y unas resistencias de las de varios vatios (hacía tiempo que no las veía), lo que implica un consumo excesivo para nuestro “decoder” y un calentamiento del interior de la máquina importante (hay quien dice que puede freírse un huevo sobre ellas, no estoy seguro, pero un cocido dentro de la locomotora sí es posible, igual estaban pensando en la época en que las locomotoras, como ésta, no tenían aire acondicionado con bomba de calor). Esta es la placa que trae originalmente:



Además tenemos la posibilidad hoy día de los leds bicolor blanco/rojo de (que hace un par de años no existían), así que vayamos a ello, empleando para todo leds de 3mm., blanco cálido para el superior y blanco cálido/rojo (el uso del “cálido” es por la época de esta locomotora) para los inferiores, aún así recomiendo el pintar suavemente los inferiores, para que el cálido de ellos sea más real (el del superior es suficiente)

Aquí sí que he seguido algunas recomendaciones y lo que llevaba la locomotora original: poner en el interior de cada testero una placa de circuito impreso donde conectar los leds y, en mi caso por no haber utilizado la placa general recomendada, las resistencias de cada led.

TERCERA PRECAUCIÓN: Se debe medir muy bien esa placa y hacerla del tamaño adecuado, tanto en ancho como en alto, como ya veremos. Adicionalmente, antes de diseñar el conexionado debe verse dónde entra la placa, los soportes que tiene el chasis de la locomotora (pensado para leds unicolor, dos cables y no para leds bicolor, tres cables) y cómo puede acabar encajando en los pivotes negros que salen del chasis. Esto, además, explica la forma un tanto “rara” de estar conectados los leds originales a las placas originales.



Ahora toca decidir el valor de las resistencias, sobre todo las de los focos blancos, porque para mejor imitación de lo real, el foco principal (superior) debe ser más luminoso que los inferiores.

En mi caso, acabé poniendo:

Foco inferior rojo: 470 ohms

Foco inferior blanco: 10 Kohms

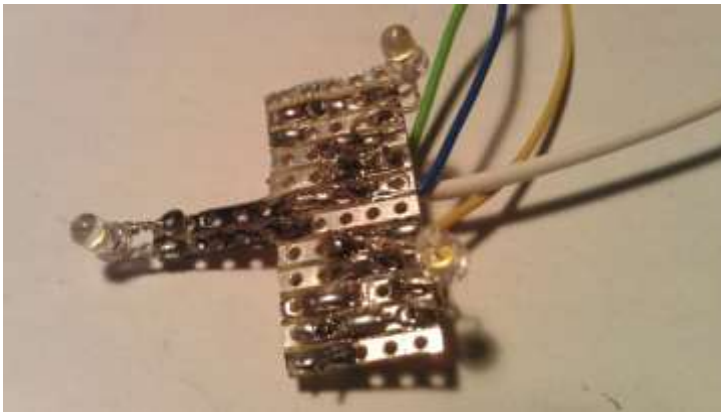
Foco principal superior: 680 ohms

Pero esto, evidentemente, va a gusto del usuario....



No se haga mucho caso de los valores de las resistencias que se ven según los códigos de colores, las fotos fueron sacadas en una de las muchas pruebas que hice, hasta que me decidí por calcular valores en base a intensidades por los leds relacionadas con la intensidad lumínica que creía querer, y eso me llevó a los valores anteriormente indicados.

CUARTA PRECAUCIÓN: Debemos ahora comprobar nuestra placa de circuito impreso con sus leds y asegurarnos que no tiene cortocircuitos, primero cada una por su lado y después las dos interconectadas como quedarán al final, puede usarse para ello una simple pila de 9V. Y una vez hecho eso, probar la locomotora en la vía



QUINTA PRECAUCIÓN: Se debe hacer la prueba sin cerrarla, sin ponerle la carcasa, para estar seguro de que lo que pasa se ve.... En mi caso, lo había (el cortocircuito), la había tapado (vana autosuficiencia de las cosas bien hechas, Murphy había vuelto), y al “decoder” le salieron fuegos artificiales y un “lunar negro” indicador del cortocircuito....

Nuevo “decoder”, corrección de cortocircuitos y ahora sí que podemos probar como se debe.

Conectar cable blanco a blancos delanteros y rojos traseros (comprobar sentido circulación locomotora con la central de control, Murphy seguía por aquí, hay que cambiar la placa y leds que tenía en la carcasa en el testero “1” por la del testero “2”) y lo correspondiente para marcha inversa, y teniendo en cuenta la idea final de los focos principales, el foco delantero principal a AUX1 y el “trasero” al AUX2 (cable morado suelto del “decoder”).

Todo parece ir bien, podemos empezar a ir cerrando cosas.... Volvemos a la TERCERA PRECAUCION... no cierra, quedan unos milímetros... y no son los cables (que por no cortarlos y no usar la placa de circuito impreso general recomendada se salían por todas partes, pero hemos conseguido meterlos), es otra cosa... ¡Claro! Las placas de los leds.... Mal medidas.

¡Por fin!, todo corregido y resuelto. Parece que todo funciona. Por en medio, conseguir un poco de pintura para suavizar un poco más la “calidez” de los focos inferiores.

Ahora entramos en la parte de programar el lokpilot y usar al final todas sus funcionalidades:

Hemos dicho:

CV1 = 6 (dirección locomotora... son las que tengo, humilde que es uno...)



CV29= 30 (28 pasos de velocidad de detectados en la central y valores adicionales de fábrica, curva de velocidad más detallada)  
CV31=16, CV32=0, CV263=CV271=CV279=CV287=128, las luces son leds.

¡Todo funciona correctamente!, la locomotora se mueve hacia donde debe, las luces se iluminan como deben y los focos principales responden a F1 (AUX1) y F2 (AUX2).

Volvemos ahora al principio de este trabajo, cuando se cruzó un correo hablando de las posibilidades de programación del lokpilot en esta versión. Eso me hizo pensar en cómo funciona el tema luces y focos de las locomotoras en la vida real. Tren parado en el andén, las luces de la locomotora pueden estar apagadas. Poco antes de ponerse en marcha, los focos inferiores (“¿de situación?”) se encienden, cuando la locomotora se pone en marcha, el foco principal, el superior, con mucha más luminosidad que los otros, se enciende... ¿Por qué no intentar programarlo con las posibilidades del lokpilot?

Manos a la obra.

CV31= 16 y CV32 =2

CV257 = 21 (originalmente es 20), lo cual es la condición de “Si F0 está en “on”, el movimiento es “hacia delante”, y la locomotora está en movimiento.

CV266 = 4 (originalmente es 1), que hace que la salida AUX1 (foco principal delantero) se ponga en “on” y encienda el foco principal delantero.

CV273 = 25 (originalmente era 24), lo cual es la condición de “Si F0 está en “on”, el movimiento es “hacia atrás”, y la locomotora está en movimiento.

CV282 = 8 (originalmente es 2), que hace que la salida AUX2 (foco principal trasero) se ponga en “on” y encienda el foco principal trasero.

Pero hay una duda... ¿Qué ocurre al pulsar la F0 o cuando la locomotora se pone en movimiento? Esas condiciones y acciones hablan de los focos principales, no de los inferiores.... ¿Se encenderán estos? Pues hay que probar.

Probamos y.... como esperaba y me temía (y había anotado), sólo se enciende el superior correspondiente, los inferiores no se encienden en parado aunque se pulse la F0, así que, vamos a por los inferiores. Es tan sencillo como hacer:

CV266 = 5 (4 de antes + 1 de los inferiores “hacia adelante”) y CV282 = 10 (8 de antes + 2 de los inferiores “hacia atrás”).

Probamos y... ¡Funciona!, en cuanto se pone en movimiento se encienden los tres focos blancos “delanteros” y los rojos “traseros” que se corresponden con el sentido de marcha.

¿Y en parado?... por mucho que se pulse la F0 no se enciende nada.... Y es que a este “mozo” (el lokpilot), hay que explicárselo todo, hay que decirle que en parado también encienda los focos inferiores, es decir, añadir otro par de líneas de programación:

CV289 = 20 (originalmente era 68), lo cual es la condición de “Si F0 está en “on”, y el movimiento previsto es “hacia delante” (independientemente del estado de movimiento de la locomotora, circulando o parada).

CV298 = 1 (originalmente es 4), que hace que la salida “blanca” (luces en sentido “hacia delante”) se ponga en “on” y encienda los focos inferiores correspondientes a ese sentido de marcha.

CV305 = 24 (originalmente era 72), lo cual es la condición de “Si F0 está en “on”, y el movimiento previsto es “hacia atrás”, (independientemente del estado de movimiento de la locomotora, circulando o parada).

y la locomotora está parada.

CV314 =2 (originalmente es 4), que hace que la salida “amarilla” (luces en sentido “hacia atrás”) se ponga en “on” y encienda los focos inferiores correspondientes a ese sentido de marcha.

En resumen, la programación queda como sigue (independientemente de las CVs de dirección de la locomotora, curva de velocidad, compensación de carga, etc., que pueden ser objeto en sí mismas de otro experimento y trabajo):

Poniendo CV31= 16 y CV32=2

CV257 = 21 CV266 = 5

CV273 = 25 CV282 = 10

CV289 = 20 CV298 = 1

CV305 = 24 CV314 = 2

Cierto que lo lógico habría sido poner las líneas de programación de los focos inferiores solos antes que los de los superiores, pero como las cosas fueron saliendo así, pues así quedan. Si alguien quiere emplear este documento como guía ya sabe lo que hay que hacer y como al lokpilot el orden de las líneas de programación le es igual y la velocidad a la que las lee es suficiente como para que exteriormente no haya diferencia, pues que las ponga en el orden lógico que mejor le parezca.

Y hasta aquí todo lo hecho. Incluyo un pequeño video en el que puede verse el resultado, e insisto en el punto de que la única tecla de función que se toca es la F0 en on o en off y, lógicamente el mando de marcha de la locomotora y hacia adelante o hacia atrás, pero nunca la F1 ni la F2.



Renfe 333 digitalizada foco automático.mp4

Un saludo y espero que os sea de utilidad.

Las fotografías y videos de este trabajo han sido realizados por el autor y son de su propiedad, excepto el documento de desmontaje del bogie motor, que es propiedad de Electrotren,

© F. Javier Escribano (FJE) - Madrid, 27 de Enero de 2014  
Uhlenbrock®, ESU® y Electrotrén® son marcas registradas.