

Monitorización de holguras de comprobación en cambios de aguja mediante visión artificial

Rafel Mormeneo Melich

08/05/2014

1. Campo de aplicación

El presente proyecto se enmarca dentro del sector ferroviario. Más específicamente dentro de la supervisión de los elementos de la infraestructura que se encargan de desviar el tráfico de trenes en una intersección.

Cuando en una vía tenemos una intersección existen unos elementos móviles llamados espadines o agujas que se encargan de hacer que el tren circule en sentido normal, es decir, que continúe en línea recta o bien que vaya a sentido invertido, es decir, que cambie de dirección. En la figura 1 se puede observar un diagrama de una intersección con dichos elementos. En ella se han marcado los espadines con color rojo. En la intersección superior, el espadín superior se encuentra separado del carril recto y el inferior se encuentra pegado al carril. La parte dónde encaja el espadín se denomina contra-aguja. De esta forma cuando circule un tren de izquierda a derecha este seguirá la dirección recta o normal tal como indica la flecha. En cambio, en la intersección inferior, los espadines o agujas se encuentran en la posición opuesta, de aquí en adelante invertida, por lo que el tren hará la curva y cambiará su dirección de desplazamiento tal como indica la flecha.

2. Descripción de un cambio de aguja

Actualmente la gran mayoría de cambios de aguja están motorizados. De esta forma el cambio se puede realizar remotamente desde el centro de control. Los motores que actúan sobre las agujas o espadines se denominan motores de cambio de aguja. Estos motores pueden ser de distintos tipos, siendo los más comunes los motores eléctricos o electro-hidráulicos. Sea cual sea el tipo de motor, este actúa sobre los espadines mediante una barra que se denomina barra tractora. Cuando llega la tensión de mando al motor, este actúa sobre la barra tractora que está ligada a ambos espadines. Los espadines se mueven los dos al mismo tiempo. Así mismo, cada espadín consta de una barra de comprobación solidaria a él. Estas barras de comprobación se mueven de forma solidaria al espadín empujadas por el movimiento de este. Las barras de comprobación son

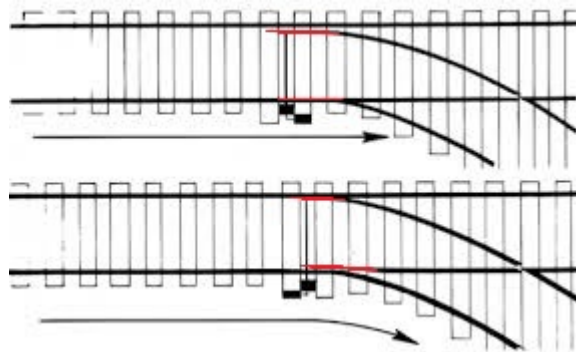


Figura 1: Superior: vías con espadines en posición normal. Inferior: vías con espadines en posición invertida

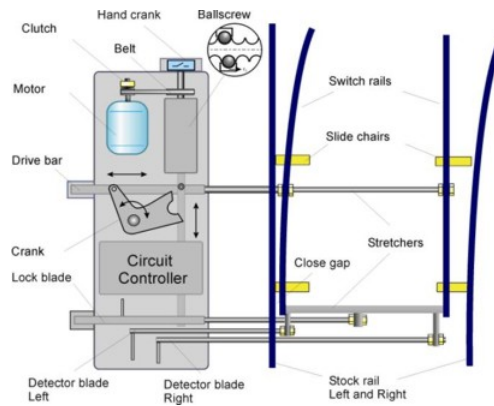


Figura 2: Cambio de aguja

dos barras, una para cada espadín, paralelas a la barra tractora y que van desde cada uno de los espadines hasta la caja del motor de cambio de aguja. El conjunto formado por espadines, contra-agujas, motor, barra tractora y barras de comprobación se denomina cambio de aguja. La figura 2 muestra un diagrama de un cambio de aguja.

La función de las barras de comprobación consiste en asegurar que el cambio de aguja se ha ejecutado correctamente, es decir, que los espadines se han movido a su posición final por la actuación del motor sobre la barra tractora. Estas barras tienen practicadas unas entallas a las que se les acoplan unos elementos metálicos denominados martillos en el interior de la carcasa del motor. La figura 3 muestra una imagen del interior de un motor de cambio de aguja. La figura 4 muestra el detalle de los dos martillos y las entallas de las barras de comprobación. Cuando el martillo correspondiente a la barra dónde se ha ejecutado el movimiento entra dentro de la entalla de su barra de comprobación

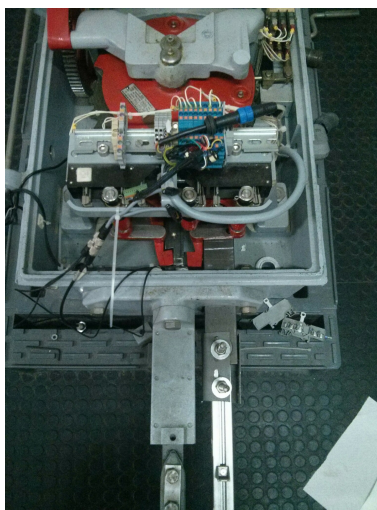


Figura 3: Interior de un motor de cambio de aguja

correspondiente cierra un circuito eléctrico. Este circuito se denomina circuito de comprobación. Mediante el circuito de comprobación se puede asegurar en el centro de control que el cambio se ha ejecutado correctamente. En caso que el martillo no encaje bien dentro de la entalla, y no cierre el circuito, en el enlace del motor no llega la tensión de comprobación. En este caso los trenes no pueden circular por encima del cambio de agujas paralizando, de esta forma, el tráfico ferroviario.

3. Objetivo del proyecto

Tal cómo se ha comentado en la sección 2 cuando hay un problema en un cambio de agujas los trenes no pueden circular por encima de él. Esto obliga a paralizar el tráfico ferroviario o desviarlo de su recorrido habitual. Cuando un martillo encaja en una entalla de una barra de comprobación este tiene una holgura. Habitualmente la entalla tiene un ancho de 55 mm mientras que el martillo tiene un ancho de 50 mm. A su vez las barras de comprobación tienen un mecanismo por el que se puede ajustar dicha holgura que se denomina holgura de comprobación. Decimos que la barra está centrada cuando la holgura que queda en cada parte del martillo es de 2,5 mm. Debido a las vibraciones en los pasos de tren y a las dilataciones de los elementos metálicos que forman las vías y los cambios de aguja las barras de comprobación cambian constantemente de posición.

Los operadores ferroviarios han advertido que este es uno de los elementos que mas problemas causan en la operación de la infraestructura ferroviaria y por lo tanto existe una necesidad real de monitorizar la holgura de los martillos en las barras de comprobación.



Figura 4: Detalle de los martillos y las entallas de las barras de comprobación

El objetivo del presente proyecto consiste en la realización de un dispositivo de monitorización de la holgura de comprobación.

4. Estado del arte

Actualmente la UPC juntamente con TMB y la empresa Thinking Forward XXI, de aquí en adelante TF, tienen una patente sobre un dispositivo de monitorización de cambios de aguja. Este dispositivo se encarga de monitorizar, entre otros parámetros, la holgura de comprobación. Para ello se basa en el uso de campos magnéticos. La principal problemática de los campos magnéticos es que su valor cambia con el cuadrado de la distancia, es decir, es exponencial, y además el campo magnético varía en tres dimensiones. Idealmente las barras de comprobación solamente deberían moverse en un eje. Debido a desgastes de las piezas mecánicas y vibraciones producidas por los trenes las barras de comprobación también tienen juego en las otras dos dimensiones. Estos juegos hacen que los sensores de campo magnético detecten cambios que resultan en errores de lectura. Además como se ha comentado en la sección 3 la holgura de comprobación es de 5 mm. La resolución deseada para la monitorización de la holgura de comprobación es de 0,1 mm. De esta forma pequeñas variaciones en el campo magnético debido a estos juegos de las barras de comprobación generan errores importantes en las lecturas. Otro de los problemas que presenta el sensor de campo magnético es que debe calibrarse para que pueda traducir los valores de campo magnético en valores de holgura. Esta calibración es propensa a desajustarse debido a los juegos de las barras.

Además la empresa TF está desarrollando un dispositivo denominado Sensor Óptico de Comprobación, de aquí en adelante SOC. Este dispositivo se

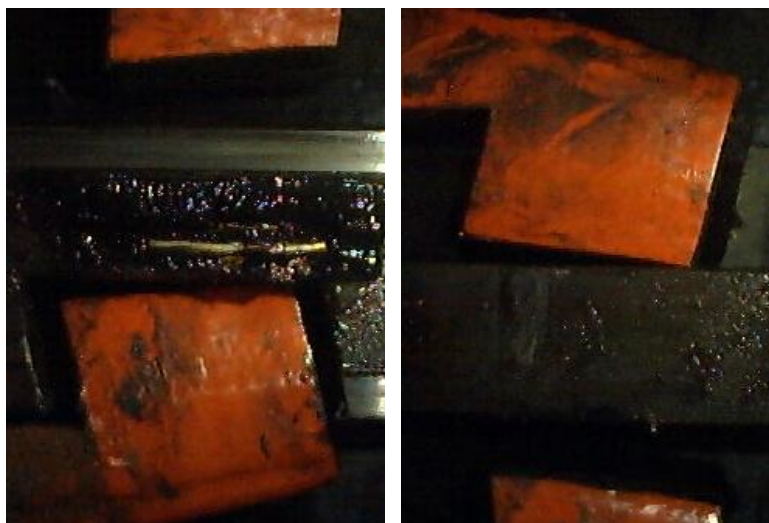


Figura 5: Imágenes capturadas por el sensor SOC

encarga de capturar imágenes de los martillos y las entallas de las barras de comprobación. Este dispositivo consta básicamente de un sensor de imagen, un microprocesador ARM y una interfaz de comunicación a través de bus CAN (Controller Area Network). El SOC se sitúa en el interior de la carcasa de los motores de cambio de aguja. La figura 5 muestra dos imágenes capturadas por dicho sensor cuando la aguja está en posición normal e invertida.

5. Propuesta de realización

Para la realización del dispositivo de monitorización de la holgura de comprobación se pretende utilizar el sensor SOC. Este sensor actualmente se encarga de tomar imágenes de las martillos y las barras de comprobación y enviarlas al centro de control para que un operario pueda supervisar que la holgura de comprobación es correcta. Aprovechando este dispositivo se realizará un firmware que detecte la posición en la que se encuentra el motor y que calcule la holgura de comprobación mediante visión por computador. Con ello se pretende evitar la problemática que presentan los actuales sensores de campo magnético, tanto de calibración como de errores de lectura.

Cómo ya se ha comentado en la sección 4 la resolución de las medidas se desea que sea, como mínimo, de 0,1 mm.

El proyecto constará de 3 partes. En la primera parte se estudiará la viabilidad del proyecto determinando si la cámara, su posición y la iluminación existentes permiten realizar algoritmos de visión artificial para determinar la holgura de comprobación con una resolución igual o menor de la deseada. En la segunda parte se estudiarán distintas técnicas de procesamiento de imagen para rea-

lizar las dos tareas. Además se valorará cual de ellas es más apropiada teniendo en cuenta el entorno, el hardware y la problemática que pretendemos solventar. Finalmente la tercera parte consistirá en la implementación de los algoritmos desarrollados en forma de firmware para que pueda correr de forma embedded en el dispositivo SOC.

6. Conclusiones

En este documento se ha presentado una propuesta de proyecto para solucionar una problemática real en el sector ferroviario. Aprovechando un dispositivo que actualmente está en fase de desarrollo se pretende monitorizar de forma automática la holgura de comprobación en los motores de cambio de aguja. El nuevo dispositivo presenta dos ventajas importantes respecto la versión existente basada en la medición de campos magnéticos. Por una parte no requerirá de calibración y por otra no se verá afectado por los juegos de las barras de comprobación. De esta forma se estudiará la viabilidad de la propuesta, se estudiarán distintas soluciones posibles y finalmente se implementará la mejor de ellas.