

AFORO AUTOMATICO DE TRAFICO

JORGE GOMEZ FERNANDEZ
ANTONIO ISIDORO CRUZ
Centro de Estudios Carreteras (CEDEX)

1. INTRODUCCION.

El CEDEX llevó a cabo a partir de 1981, distintos estudios y Convenios con la Dirección General de Carreteras del M.O.P.U., encaminados a mejorar la toma de datos del tráfico y la calidad de éstos mediante nuevos métodos de aforo.

Como consecuencia de las investigaciones realizadas se adoptó como nuevo equipo para la toma de datos de tráfico el equipo TRAFICOMP, y a partir de ese momento se ha procedido a la automatización de la red nacional de aforos, sustituyendo los aparatos RCHT por los nuevos modelos y dotando a las estaciones de aforo, de bucles de inducción magnético, que son los captores utilizados actualmente.

Para dar a conocer la nueva tecnología introducida en la toma de datos de tráfico, se hizo necesario un reciclaje del personal de aforos del M.O.P.U. El CEDEX ha organizado, cursillos de formación y perfeccionamiento de dicho personal durante los últimos cuatro años. Para la realización de las prácticas se han utilizado tanto estaciones con tráfico real, como la estación situada en el Centro de Estudios de Carreteras, lo que permite hacer todo tipo de pruebas con los distintos programas que pueden utilizarse en las estaciones de aforo automático.

2. AFORO AUTOMATICO

Técnicamente, un sistema de detección de vehículos en carretera, es un conjunto formado por dos subsistemas diferenciados:

— **El Subsistema sensor.** De características mecánicas electrónicas, que actuando como transductor, detecta el paso del vehículo por la estación y lo transforma en un impulso electrónico.

— **El subsistema de procesamiento.** Procesa los impulsos y da salida a los datos, ordenándolos por valores y periodos de tiempo preestablecidos.

2.1. El subsistema sensor

Llamado **captador** puede ser de distinto tipo, según el procedimiento que se utilice:

— **Neumático.** El funcionamiento de los antiguos aparatos que utilizaban tubo neumático, tipo Junior o RCHT, se basaba en contabilizar impulsos que se producían al cerrarse un circuito eléctrico por el efecto que producía en una membrana elástica el aire impulsado a través de un tubo neumático de neopreno, instalado en la calzada transversalmente al paso de los vehículos.

— **Hidráulico.** En este tipo el tubo está lleno de un líquido, pero el sistema es el mismo que el neumático, presionar un diafragma al paso de un vehículo por efecto de la presión de un fluido.

— **Piezoeléctrico.** Un elemento cerámico emite un voltaje al paso de un vehículo.

— **Foto eléctrico.** Una célula sensible a la luz detecta el paso de los vehículos al cerrar el paso a un rayo de luz.

— **Acústico.** Se detecta el paso de un vehículo por el sonido de una rueda al pasar por una cavidad resonante.

— **Radar.** Los ultrasonidos emitidos son reflejados por el vehículo y recogidos en un receptor.

— **Bucle de inducción.** La masa metálica de un vehículo altera la inductancia de un bucle conductor situado en la calzada. Al bucle se le denomina captador. Este es el tipo usado en la automatización del Plan Nacional de Aforos.

2.1.1. Instalación de una estación de aforo automático. Es importante seleccionar un lugar adecuado para la instalación de una estación de aforo automático. A veces se han utilizado las

antiguas estaciones con caseta para la instalación de los bucles de inducción, otras se ha hecho en un lugar diferente, debido a que las condiciones necesarias para su instalación son: a) Tramos de carreteras rectos con poca variación en la inclinación del perfil longitudinal; b) El movimiento transversal ha de ser mínimo, con objeto de que el vehículo pase centrado en el carril, por ello es necesario que el tramo tenga disciplina de carril incluso con señalización de prohibido adelantar.

La instalación de bucles de inducción magnética requiere la apertura de una ranura de unos 5 cm de profundidad en el pavimento. Las dimensiones del bucle son variables, siendo normalmente para el sistema Traficomp de 2,13 por 1,52 mts. La distancia entre la parte frontal de dos bucles de un mismo carril es de 4,87 m. Las ranuras, una vez introducido el cable, se sellan con algún producto bituminoso.

El cable del bucle (captador) debe tener una inductancia, incluidos los cables de alimentación, entre 20 y 400 μ H para permitir el calibrado del detector. Esto limita el perímetro del bucle entre 4 y 50 m, y la longitud de los alimentadores a menos de 300 m. El número de espiras necesarias para cada bucle son 3. Se construyen dos bucles por carril, ya que algunos programas necesitan dos captadores para funcionar.

2.2. SUBSISTEMAS DE PROCESAMIENTO

Antes de automatizar la red nacional de aforos, el proceso de los datos era el siguiente: las cintas de papel impresas con los datos de los aparatos RCHT eran enviadas al M.O.P.U. donde se les daba

un tratamiento largo y costoso, con lo que los datos de IMD de las carreteras, correspondientes a cada año, se obtenían varios meses más tarde. Actualmente los datos obtenidos no son exclusivamente de intensidades, sino que pueden ser de tipo de vehículos, de velocidades, etc. Estos datos quedan recogidos en cintas magnéticas que son enviadas al M.O.P.U. y procesadas mediante ordenador, dando una salida impresa en papel para su utilización inmediata y grabando por otra parte en un banco de datos, donde se almacenan éstos, siendo posible la obtención de cualquier dato necesario, intensidad, velocidad, longitud, etc. en cada momento, de cada una de las estaciones permanentes aforadas.

3. DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA TRAFICOMP

Este sistema es un nuevo concepto en la recogida de datos de tráfico. En su forma más sencilla consta de una registradora portátil que graba un programa, almacena datos y los transmite, y una lectora capaz de transmitir un programa grabado en cinta y recoger los datos de la registradora así como hacer ajustes en los programas a través de un teclado y una pantalla.

La registradora incluye 4 detectores de vehículos, un procesador transistorizado, y una memoria RAM. La registradora puede acoplarse a tubos neumáticos o a bucles de inducción magnética. En el primer caso actúa como los antiguos RCHT en el caso de intensidades, pero el tubo neumático también está para poder utilizar otros programas. El bucle de inducción magnética actúa de la siguiente forma:

El bucle y un condensador variable forman parte de un circuito oscilante. Se ajusta la frecuencia del circuito para que esté en resonancia con un oscilador de frecuencia constante; esto se hace mediante el condensador variable que está contenido dentro de la registradora, en los detectores. Cuando un vehículo se sitúa sobre el captador (bucle) altera la inductancia del bucle, provocando una alteración del circuito oscilante. En ese momento el detector emite una señal, que es su forma de notar la presencia del vehículo.

A la operación de ajuste de frecuencia se le denomina calibración, sin ella no es posible tomar datos.

3.1. DESCRIPCION DE LA REGISTRADORA

Las registradoras modelo 141 A que utiliza el M.O.P.U. no necesitan grabar un programa a través de la lectora para tomar intensidades, ya que vienen con un programa grabado en memoria ROM que se pone en funcionamiento al conectar



FIGURA 1. Vista general de una estación de aforo automático con captadores de bucles de inducción.



FIGURA 2. Equipo Traficomp.

la fuente de alimentación. Si se desea obtener otro tipo de datos, se graba el programa correspondiente a través de la lectora, quedando al margen el programa de intensidad.

La registradora 141 A es una caja metálica a prueba de ambiente, que incluye una tarjeta con el CPU, otra de entrada-salida de datos, una para la fuente de alimentación y dos detectores 750 P.B. Tiene también dos detectores neumáticos para captadores de tubo. La registradora no tiene ningún dispositivo de visualización, sólo tiene un LED cada detector para permitir su calibración.

En una aplicación típica se pueden asignar hasta 20 registradoras y una lectora a cada operario encargado de la recogida de datos.

3.2 DESCRIPCION DE LA LECTORA

La lectora 140 A ha sido diseñada con microprocesadores de forma que puede leer los datos y transmitirlos a la registradora, así como recibirlos y grabarlos en cinta magnética a través de un dispositivo de grabación.

En el panel frontal de la lectora están los controles y dispositivos visualizadores para la puesta en estación de una registradora, así como una alarma sonora de error. El teclado de 16 teclas proporciona todas las funciones de control para las operaciones de la lectora en la puesta en estación, así como permite los ajustes, en los programas, necesarios en cada caso.

4. DESCRIPCION DE LOS PROGRAMAS Y FUNCIONAMIENTO

Existe una biblioteca compuesta por diversos tipos de programas para el control del tráfico, grabados en cintas de cassettes que pueden ser utilizadas por el equipo Traficomp.

Para el Plan Nacional de Aforos se han estudiado todos los programas de que se dispone actualmente y se ha obtenido de cada uno de ellos, instrucciones de puesta en estación y ajustes que permiten un mejor manejo y una mayor calidad en los datos. Estos programas son:

— Programa de intensidades de vehículos.

- Programa de velocidades.
- Programa de longitudes.
- Programa de tipo de vehículo.
- Programa de separación entre vehículos.
- Programa de tiempo de separación entre vehículos.
- Programa de velocidad-longitud-volumen.
- Otros programas que combinan las características anteriores.

Los programas más usuales son: intensidad, velocidad, longitud y tipo de vehículo.

4.1. PROGRAMA DE INTENSIDADES

El programa básico prevé la posibilidad del conteo de intensidades de 4 carriles individuales en intervalos de 1 hora. Una vez que se haya activado el programa dentro de la registradora, se pueden introducir ajustes por medio del teclado para cambiar los carriles de 4 a 2 ó a 1, sumando el aforo en dos direcciones y cambiando los intervalos de registro a cualquiera de los disponibles entre 1 y 60 minutos.

Este programa tiene dos versiones, una para funcionar con bucle de inducción y otra con tubo neumático.

4.2 PROGRAMA DE VELOCIDAD

Los programas de velocidad pueden utilizarse con tubo neumático pero en este caso son menos exactos. Lo normal es utilizarlos en estaciones con bucles de inducción. Para medir velocidades hay que conectar dos lazos por carril.

El programa calcula la velocidad de un vehículo dividiendo una longitud fija $d = 16$ pies ($\approx 4,87$ m) que es la distancia entre la parte frontal de dos bucles consecutivos, entre el tiempo que tarda dicho vehículo en recorrer esa distancia. (figuras 3 y 4).

Si se utiliza tubo neumático, el concepto del programa es el mismo, es decir calcula el tiempo que tarda en pasar un eje del vehículo de un tubo neumático a otro estando separados los tubos una distancia fija. Pero en este caso sólo se pueden hallar la velocidad de un solo carril, el de la derecha, ya que si el tubo neumático coge dos

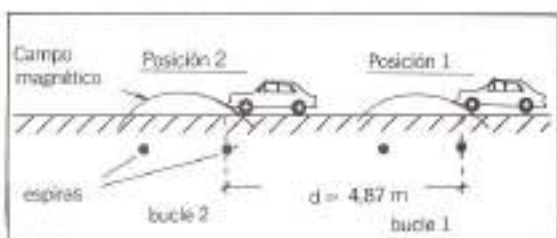


FIGURA 3. Toma de datos con el programa de velocidades de vehículo.

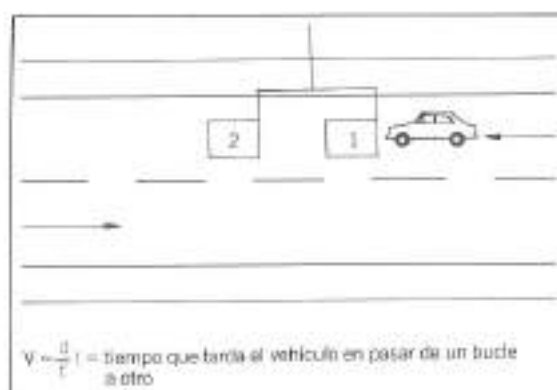


FIGURA 4. Captadores utilizados en el programa de velocidad de vehículos.

carriles, pueden pisar dos ejes de distintos vehículos, cada uno un tubo y no se podrá hallar la velocidad.

4.3. PROGRAMA DE LONGITUD

Este programa controla dos carriles y clasifica los vehículos en mayores o menores de una longitud determinada que son 18 pies (5,50 m). También se le llama programa de ligeros-pesados por considerar que los vehículos de menos de 5,50 m son ligeros y los demás pesados. Este programa sólo puede utilizarse con lazos de inducción magnética. Uno de los ajustes que permite el programa es cambiar la longitud de separación de ligeros-pesados.

El funcionamiento del programa se basa en calcular primero la velocidad del vehículo y después el tiempo de ocupación de un lazo. Esto hace que el programa no sea muy exacto porque lo que hace es restar una distancia fija, cuando en realidad es variable y depende de la altura del chasis y de si se ha echado una capa de refuerzo encima del firme donde se ha construido la estación. Es decir: los lazos o bucles se conectan igual que para un programa de velocidad y se calcula ésta de la forma explicada anteriormente, (figura 5). El tiempo de ocupación de un lazo desde que toca el vehículo el punto 1 hasta que sale en el punto (2) depende de la longitud del lazo a y de

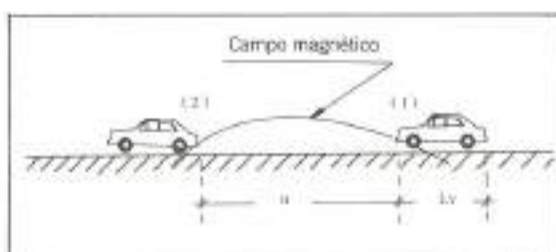


FIGURA 5. Toma de datos con el programa de longitudes de vehículos.

la longitud del vehículo L_v . Si el vehículo circula a una velocidad V el tiempo t será:

$$t = \frac{a + L_v}{V}$$

$$V \cdot t = a + L_v \quad L_v = V \cdot t - a$$

4.4. Programa de tipo de vehículo

Este programa clasifica los tipos de vehículos que pasan por un carril en ocho categorías, basándose en el número de ejes de los vehículos y en la distancia de separación entre ejes. Funciona con dos tubos neumáticos y un lazo opcional, (figura 6). Para contar los ejes de un vehículo utiliza el tubo T_1 . Para medir la separación entre ejes, calcula primero la velocidad del vehículo, utilizando para ello una distancia fija $d = 2,82$ m, y dividiendo la distancia d entre el tiempo que tarda en pasar dos ejes consecutivos. El lazo opcional lo que hace es disminuir la distancia intervehicular, ya que si no se conecta para que la clasificación esté bien hecha la distancia entre vehículos ha de ser como mínimo 10,73 m, mientras que si se conecta se reduce a 3,75 m.

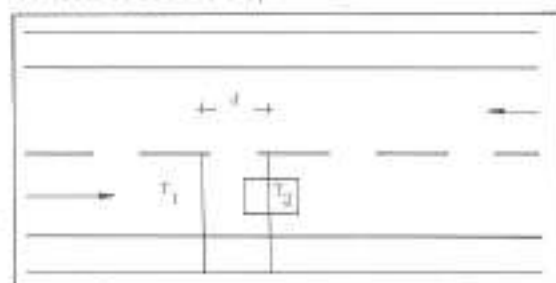


FIGURA 6. Captadores utilizados en el programa de tipo de vehículo.