



INFLUENCIA DE LAS PARTES MECÁNICAS

Hasta aquí hemos considerado que los instrumentos mecánicos son ideales y que en todos ellos actúa únicamente la fuerza resultante de la composición vectorial de los campos magnéticos, de las cuplas de rotación, o de los esfuerzos mecánicos producidos por la presión de la temperatura. Pero en todo indicador real actúan además otras fuerzas, que si bien pueden minimizarse, no deben despreciarse, porque afectan la precisión del movimiento.

Una de estas fuerzas es la que está presente en el **sistema de suspensión** de la parte móvil, ya que es necesario soportar a esta parte y permitirle, simultáneamente, que gire, por lo que se hace necesario dotarla de ejes y cojinetes. Otra es la **fuerza de inercia** producida por el movimiento que impide en un comienzo la indicación, pero que luego de ponerse en marcha sobrepasa el valor correspondiente y produce una oscilación de la aguja indicadora. La primera es una fuerza estática y la produce el sistema de suspensión de la parte móvil. La segunda es una fuerza dinámica y es todo el sistema móvil, con su forma y masa, el responsable de este efecto, el que lo contrarresta con el sistema de amortiguación.

Sistema de suspensión

Como se observa en la nota sobre instrumentos electromagnéticos (el indicador de bobina móvil e imán fijo), que por ser las cuplas relativamente débiles, el efecto de rozamiento de las puntas de los ejes en los cojinetes frena el desplazamiento de la bobina móvil.

Este mismo efecto ocurre en todos los indicadores analizados en otras notas, porque las fuerzas en juego son siempre débiles y las

fricciones son comparativamente grandes. Además, a medida que se va produciendo el desgaste de las partes en rozamiento y las partículas de polvo se van acumulando en el sistema móvil, la fuerza de frenado va aumentando.

Esta fuerza de frenado actúa siempre en sentido contrario al movimiento en la parte móvil (Fig. 1). Es decir, cuando se inicia un movimiento ascendente de la aguja, esta no llegará a la posición de equilibrio, en donde se igualan la cupla motora con la cupla antagónica, sino que se detendrá en una posición anterior indicando un valor menor. Por el contrario, si el movimiento de la aguja es descendente, ésta tampoco llegará a la posición de equilibrio, sino que se detendrá en una posición anterior indicando un valor mayor.

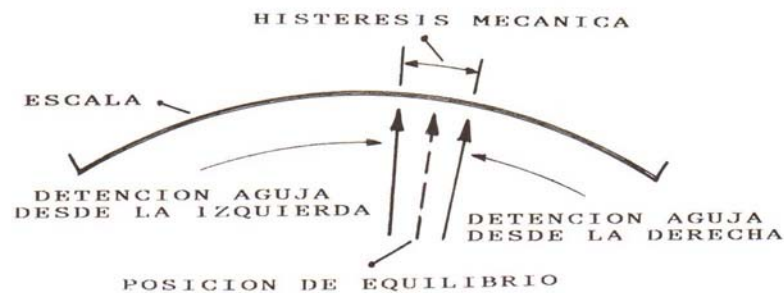


Fig. 1 - Fuerzas de frenado

La diferencia entre el valor mayor y el menor, correspondientes ambos a una misma magnitud medida, se denomina Histéresis mecánica del indicador. Y tanto mayor será la calidad como la precisión del indicador cuando, para las condiciones de funcionamiento normales, menor sea el valor de esta Histéresis.

Para lograr esto, se han desarrollado distintos tipos de suspensiones o apoyos, y el sistema más utilizado en los instrumentos en general es el **eje**

con punta cónica que gira apoyado en el hueco de un cojinete de acero o rubí sintético, ofreciendo así un área de mínimo contacto y, por lo tanto, una fricción mínima (Fig. 2).

Pero las presiones originadas por las aceleraciones típicas de un vehículo pueden dañar a esta suspensión, quebrando la punta del eje o rompiendo el cojinete. Por tal motivo se suelen utilizar asientos del tipo Incabloc, que sostienen al cojinete en posición normal por medio de un resorte trasero, pero permiten su movimiento axial ante un golpe excesivo.

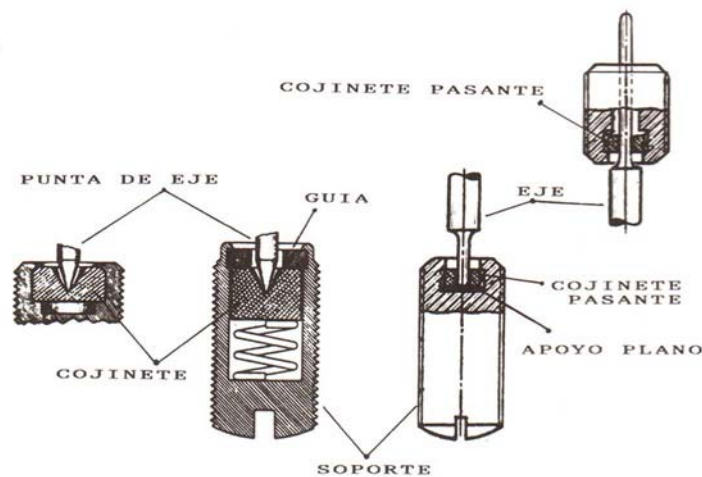


Fig. 2 - Distintos tipos de suspensiones

Sin embargo, este sistema no es lo suficientemente efectivo cuando el indicador tiene que soportar las vibraciones típicas del automotor, y peor aún cuando la parte móvil es relativamente pesada, cosa que sucede en estos indicadores que deben ser de construcción robusta.

Por tal motivo, se construye el sistema de suspensión disminuyendo el diámetro del eje en sus extremos a un valor mínimo para reducir su rozamiento pero sin debilitarlo, de modo que pueda soportar el uso sin quebrarse. El extremo inferior del eje es redondeado en la punta y apoya sobre una pieza plana de material duro haciéndoselo girar dentro de un



cojinete de agujero pasante. El extremo superior del eje atraviesa al otro cojinete de agujero pasante y se prolonga, de modo que pueda soportar a la aguja indicadora.

Todos estos sistemas de suspensión tienen limitado su desplazamiento axial para evitar que un valor excesivo de éste pueda trabar el recorrido normal de la parte móvil contra alguna parte fija del indicador, o por el contrario, que un desplazamiento axial insuficiente, frene el movimiento de rotación a causa de la dilatación técnica.

Sistema de amortiguamiento

Si consideramos el instante en el que se aplica al indicador la magnitud de la variable, hasta el momento en que se detiene la aguja y puede realizarse la lectura de su valor, observamos que transcurrió un cierto tiempo. Este comportamiento dinámico del indicador existe siempre y puede ser excesivo, molesto o tolerado, por lo que analizamos la forma de poder controlarlo.

Se verifica en todos los indicadores que la energía recibida por la parte móvil y que pone a la aguja en movimiento ascendente, hace que, debido a la propia inercia de las partes en movimiento, la aguja sobrepase la posición de la escala correspondiente al equilibrio de cuplas motoras y antagónicas. Luego, por el aumento de esta última y disminución de la primera, se produce la inversión del movimiento de la aguja, impulsándola nuevamente a la posición de equilibrio, pero sobrepasándola otra vez, ahora hacia valores menores.

En consecuencia, se produce un movimiento oscilante de la aguja indicadora (Fig. 3), imposibilitando efectuar la lectura inmediata y pudiendo transcurrir demasiado tiempo antes que ella se estabilice.

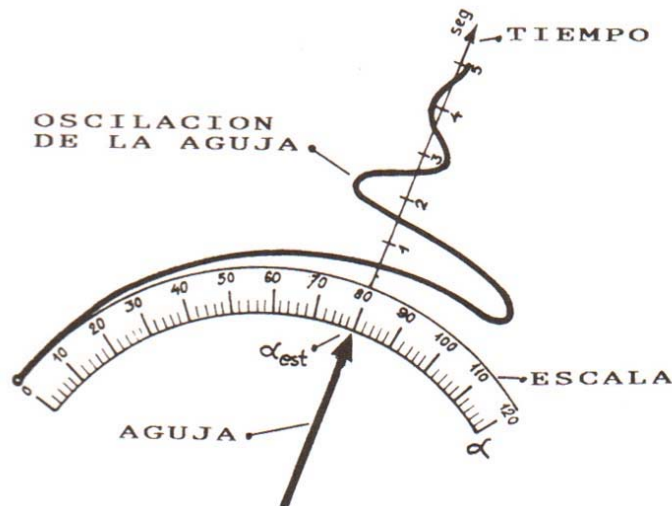


Fig. 3 – Movimiento oscilante de la aguja

Se debe aplicar entonces una **cupla amortiguadora** que actúe solamente frenando el movimiento oscilante pero que no actúe permanentemente sobre la parte móvil ocasionando errores de indicación. Esta cupla será entonces dinámica, es decir, absorberá la energía del movimiento de la parte móvil en forma directamente proporcional a la velocidad de su desplazamiento, y disminuirá su influencia a medida que se acerca el valor de equilibrio.

El resultado del balance energético de todas las cuplas en el sistema indicador, se agrupa ahora en tres tipos de **respuesta del movimiento** de la aguja, que pueden analizarse a través de un gráfico de su desplazamiento en función del tiempo (Fig. 4). Se aprecia así claramente, la diferencia entre estos tres tipos de movimiento.

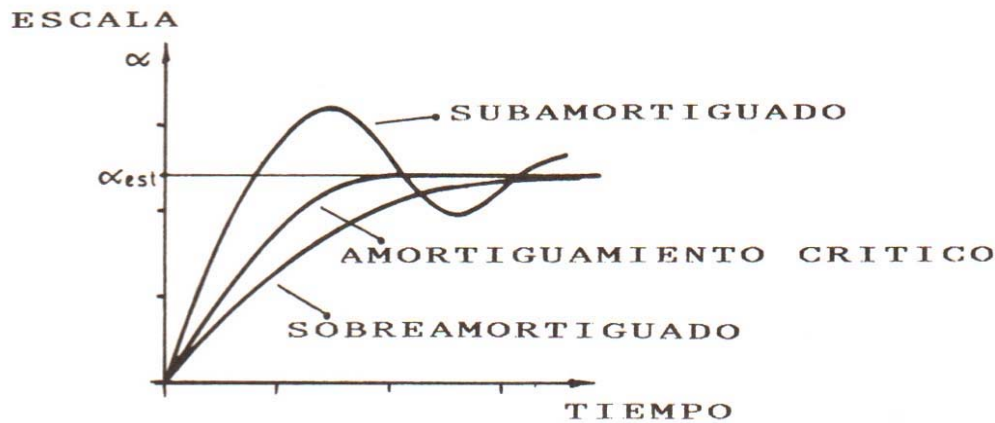


Fig. 4 - Respuestas de la aguja en función del tiempo

El sistema amortiguador que se instale en el indicador podrá producir un movimiento periódico ligeramente amortiguado, también llamado “subamortiguado”, en el que el posicionamiento de la aguja se realiza con un cierto número de oscilaciones, del mismo modo que hemos analizado anteriormente. La cantidad de oscilaciones dependerá de la cantidad de amortiguación del sistema, pero es indudable que se demorará un cierto tiempo antes de poder realizar la lectura.

Cuando el sistema amortiguador es excesivo se lo denomina “sobreamortiguado”; el movimiento es aperiódico y la aguja se acercará lentamente a la posición de equilibrio de cuplas. En este caso también habrá que esperar un tiempo relativamente largo para realizar la lectura.

Es indudable que habrá un **valor óptimo de amortiguación**, intermedio entre los dos anteriores, en donde la aguja se posiciona sin oscilaciones y en un tiempo mínimo. Este valor de amortiguamiento se los denomina “crítico” y es el que idealmente deberán tener todos los indicadores.



En la práctica se utiliza el indicador **ligeramente amortiguado**, lo que causa una pequeña oscilación antes de llegar a la posición de reposo. Este método es menos rápido que el críticamente amortiguado pero asegura al usuario el posicionamiento correcto de la aguja y que ésta no se encuentre frenada por ninguna causa.

Para lograr el efecto de amortiguación buscado es necesario que el indicador posea un **dispositivo amortiguador** de modo que, durante su acción, produzca la amortiguación deseada.

Este dispositivo deberá generar una fuerza resistente al movimiento de la parte móvil, que no actúe permanentemente, pero que sí lo haga cuando este se mueve, oponiéndole una fuerza mayor a medida que aumenta la velocidad de desplazamiento.

Los dispositivos amortiguadores adoptan diversas formas, pero se basan en dos sistemas clásicos que se utilizan en forma independiente o combinados.

Uno de los sistemas es el **amortiguador neumático** que aprovecha la resistencia que le ofrece el aire a una cierta superficie al moverse. La disposición más usada es la aleta solidaria a la parte móvil, que se desplaza dentro de una cámara cerrada, sin tocar las paredes, produciendo con su movimiento una ligera, pero suficiente, compresión del aire. De este modo, la aleta produce una cupla resistente proporcional a la velocidad de su desplazamiento.

El otro sistema es el **amortiguador electromagnético** que actúa bajo el principio de las corrientes inducidas en un elemento metálico cuando éste se mueve en un campo magnético. Básicamente consiste en



disponer una chapa de aluminio o cobre fijada a la parte móvil e introducida dentro del campo magnético de un imán permanente y fijo, de modo que se mueva dentro de él sin tocarlo ni rozarlo. En este caso se producirá, como en el sistema anterior, una cupla resistente proporcional a la velocidad del movimiento.

Ambos sistemas son muy eficientes pero no son suficientes cuando se los utiliza en indicadores de uso automotriz.

Efectivamente, en el automotor el comportamiento dinámico resulta más complejo porque el indicador no se encuentra en un tablero estable sino que recibe las vibraciones de la marcha del vehículo y algunas veces sacudidas imprevistas.

Por otra parte, debido a la necesidad de robustez, la masa mecánica en suspensión es mayor que en otros instrumentos estáticos y esto contribuye al aumento de los esfuerzos inerciales.

La consecuencia es que la parte móvil, al recibir impulsos de más de una fuente y no poder absorberlos suficientemente, estará continuamente oscilando alrededor de la posición de la escala que corresponde al equilibrio de cuplas. Y esta incertidumbre de lectura resulta grave en el caso del automotor, porque el conductor debe visualizar rápidamente las indicaciones de los instrumentos y no descuidarse en la interpretación de los mismos.

*Por tal motivo el sistema empleado generalmente es el **amortiguador viscoso**, que consiste en utilizar la propiedad de ciertos líquidos viscosos de actuar como freno al desplazamiento. El comportamiento de este sistema es entonces similar al de los sistemas*



Orlan Rober. Since 1958

anteriores. La forma práctica de implementarlos consiste en colocar un pequeño recipiente montado cercano al eje o a los cojinetes, o aún mismo dentro de su soporte, con el fin de colocar en su interior una controlada cantidad de grasa siliconada, o sustancia similar de elevada viscosidad, de modo que frene al eje en función de la velocidad de su desplazamiento.

El sistema así implementado es muy efectivo, superando para estos indicadores, los sistemas mencionados anteriormente. Pero se requiere un estricto control en su fabricación para lograr el efecto buscado de un instrumento ligeramente subamortiguado.