

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Estudio sobre las resistencias pasivas de los motores.

El Ingeniero M. A. Witz ha publicado en *La Lumière Electrique* un estudio muy interesante sobre las resistencias pasivas de los motores, y en él propone un método muy sencillo para apreciar el valor de estas resistencias. Desde luego podemos decir que este método está basado en un principio análogo al del método empleado para medir anticipadamente la resistencia de los vehículos sobre una vía férrea, y que consiste en lanzar un vehículo a una velocidad dada sobre una vía a nivel, y medir el tiempo que tarda en pararse cuando cesa la impulsión que se le ha comunicado.

M. Witz hace observar que un motor de vapor de gas ó eléctrico que está moviéndose con su velocidad normal de régimen, si se le suprime instantáneamente la potencia motriz, continuará moviéndose hasta que haya agotado la energía acumulada en sus órganos, y efectuará un cierto número de vueltas en un tiempo determinado, decreciendo la velocidad angular hasta anularse según una ley que depende de la constitución del mecanismo, y que caracteriza su valor y su estado. La observación del movimiento del volante hasta su parada suministra, pues, importantes datos relativos a la dinámica del motor.

El autor expone que las velocidades expresadas por el número de vueltas n efectuadas en la unidad de tiempo al cabo de un tiempo t , contado a partir de la supresión de la impulsión motora, pueden calcularse por una fórmula de la forma:

$$n = at^2 - b^2 + c$$

en la cual a , b y c son coeficientes de un motor a otro y que es fácil determinar en cada caso.

En efecto, en el momento de partir se tiene $c = N_0$, siendo N_0 la velocidad en la partida. Cuando el motor se para al cabo de un tiempo t_n después de haber efectuado N vueltas, siendo n entonces igual a 0, se tiene:

$$0 = at_n^2 - bt_n + c$$

Es suficiente, pues, contar N y t_n y añadir una sola observación de la velocidad al cabo de un tiempo t para tener todos los elementos de cálculo de a , b y c .

Si se observa además que el valor del coeficiente a es siempre pequeño, y aun despreciable algunas veces, se puede simplificar la ecuación y reducirla a la forma:

$$a = b't + c.$$

En este caso se tiene

$$c = N \text{ y } b' = \frac{c}{t_n},$$

y es suficiente conocer la velocidad inicial en la partida y la duración t del movimiento.

El método es en particular interesante para la determinación del rendimiento orgánico de las máquinas, determinación que presenta con frecuencia muchas dificultades é incertidumbres. Se calcula, como es sabido, este rendimiento por la relación de la potencia efectiva a la potencia indicada, determinándose generalmente la primera por medio del freno; pero es muy raro que se pueda montar una polea de freno sobre el árbol de los motores de gran potencia, y además este género de experimentos presenta grandes dificultades. En cuanto a la medida de la potencia indicada existen incertidumbres que hacen que los re-

sultados obtenidos no puedan considerarse con la suficiente precisión. De todo lo cual resulta que no hay que extrañarse que en ensayos igualmente cuidados efectuados sobre motores de la misma importancia y del mismo valor, se encuentren valores de rendimientos orgánicos muy diferentes.

Así, por ejemplo, M. Witz ha encontrado, en los experimentos hechos con M. Hubert sobre un motor de gas de 1.450 caballos de la Sociedad Cockerill, un rendimiento orgánico de 0,934 en plena carga, en tanto que el profesor Riedeler ha encontrado sobre un motor de la Sociedad de Nuremberg de dimensiones equivalentes un rendimiento de 0,831.

El método propuesto por M. Witz es, por el contrario, de una gran sencillez y de una precisión suficientemente rigurosa.

He aquí un ejemplo de su aplicación:

Un motor de gas de altos hornos de dos cilindros de doble efecto dispuestos en tandem de 0,80 metros de diámetro (varillas de los émbolos 0,20) y de un metro de carrera, regulado a 100 vueltas, lleva sobre su árbol motor el inducido de una generatriz de corriente continua y un volante muy pesado, de 25.000 kilogramos, calculado para producir un coeficiente de irregularidad igual a $\frac{1}{120}$; la potencia normal del motor es

de 850 caballos efectivos y la del grupo de 600 kilovatios.

Un ensayo ha suministrado los resultados siguientes:

Velocidad media: 106 vueltas por minuto.

Presión media en los diagramas: 4,57 kilogramos.

Potencia indicada: 1.015 caballos.

Potencia del grupo: 560 kilovatios.

Caballos eléctricos: 761,2.

Rendimiento eléctrico de la generatriz: 0,935.

Potencia del motor: 813,9 caballos efectivos.

Rendimiento orgánico: $\frac{813,9}{1,015} = 0,80$.

He aquí ahora el cálculo del rendimiento partiendo de, los datos adquiridos con el procedimiento de que venimos hablando:

Velocidad inicial N_0 : 105 vueltas por minuto.

El volante efectúa $N = 106,5$ para consumir su energía.

El PD^* del volante y del inducido es igual a 666.325 (kgm);

$$K = \frac{666.325}{4 \times 9,81} = 16,981;$$

$$W = 0,0055 \times 16,981 \times 105^2 = 9,677 \text{ kilogramos por vuelta.}$$

Pero en el régimen de 106 vueltas, practicado durante el período de toma de los diagramas el motor efectúa 1,776 revoluciones por segundo y $9,677 \times 1,776 + 17,039$ kilogramos por segundo.

Este trabajo equivale a una potencia de 227,8 caballos, la cual es necesaria para realizar en el motor en plena carga 106 vueltas por minuto.

Regulando convenientemente la mezcla, se obtiene fácilmente con este motor 850 caballos efectivos, que es su potencia normal, y el rendimiento orgánico es entonces igual a $\frac{850}{850 \times 227,8}$

$= 0,75$ Como se ve, el rendimiento calculado de esta manera es muy próximo del que ha sido encontrado anteriormente por la comparación del trabajo efectivo al trabajo indicado.

M. Witz ha ido más lejos; disponiendo de un grupo electrogénico idéntico y próximo al anterior, ha hecho funcionar éste como receptor, y ha observado que una corriente de 502,5 amperios por 400 voltios, que corresponden a una potencia de 201 kilovatios, hacia tomar a la máquina una velocidad uniforme y sostenida de 95,6 vueltas por minuto. A esta carga reducida del

motor, el rendimiento eléctrico fué igual á 0,82; por lo tanto, los 201 kilovatios equivalen á una potencia efectiva de la máquina de gas de $201 \times 0,82 = 164,8$ kilovatios, y se ve que son necesarios 225 caballos para mantener el grupo á una velocidad de 95,6 vueltas. Como para 100 vueltas se encontraron 227,8 caballos, resulta que á la potencia normal del grupo de 600 kilovatios por 100 vueltas, el rendimiento es de $\frac{600}{600 - 164,8} = 0,785$.

La concordia de estas cifras parecen, pues, justificar la exactitud del método propuesto por M. Witz, toda vez que el rendimiento orgánico que este método proporciona tiene un valor comprendido, con muy poca diferencia, entre los dos determinados, por medios enteramente diferentes.

Las condensaciones centrales.

Los ensayos sobre instalación de condensaciones centrales han permanecido largo tiempo sin dar solución práctica; pero en el curso de estos últimos años el problema ha sido estudiado con mayor interés, y un cierto número de casas, sobre todo en Alemania, han construido condensaciones centrales que han dado resultados económicos muy satisfactorios.

La descripción de estas instalaciones es interesante, no solamente por sus disposiciones, sino también por los principios nuevos que han sido aplicados. Uno de los más importantes es el de *contracorriente*.

En los condensadores de mezcla ordinaria que están instalados cerca de las máquinas, la bomba aspira la mezcla de agua, de aire y de vapor que se ha condensado; por lo tanto, el agua y el aire marchan paralelamente hacia el orificio de evacuación. Se observará que la evacuación se hace á la temperatura del agua caliente, y, por tanto, se extraerá la gran cantidad de vapor que resulta del grado elevado de saturación á esta temperatura. En las instalaciones de condensación central, el agua se extrae por una bomba de agua caliente ó un tubo barométrico de 10 metros por lo menos, siendo el aire y el residuo de vapor aspirados por la bomba de vacío. Esta disposición permite una circulación muy ventajosa, pues hace penetrar el vapor por la parte inferior, el agua por la superior, y evacuándose el aire y el vapor residual por la parte alta y el vapor por la baja. La corriente gaseosa y la corriente líquida marchan, pues, en sentido inverso, que es lo que se llama *circulación metódica* ó á *contracorriente*.

Se ve que el aire es aspirado en la proximidad de la entrada del agua fría, es decir, á una temperatura en que el grado de saturación del vapor es pequeño. El volumen gaseoso á extraer será, por consecuencia, menos grande que para la circulación con corrientes paralelas, puesto que llevará menos vapor, y también siendo el aire más frío estará menos dilatado. Se realiza así una economía de agua fría, porque el agua puede evacuarse á una temperatura más elevada.

La circulación por el sistema de contracorriente permite, pues, una notable disminución en el volumen de las bombas y del gasto de energía necesario para su funcionamiento.

Cuando el número ó la marcha que llevan las máquinas que envían vapor al condensador varía, la temperatura de éste y, por consecuencia, el grado de vacío no permanecen constantes. Para evitar este inconveniente M. Weiss ha imaginado un aparato que mantiene automáticamente un grado de vacío satisfactorio; pero este aparato no conviene más que cuando las variaciones en el flujo del vapor no tienen lugar sino á largos intervalos. No es este el caso de las máquinas de extracción, por ejemplo, en el cual los constructores tratan de obtener un vacío bastante constante impidiendo las fuertes variaciones de temperatura. Á este efecto la casa Balcke dispone sus condensadores de modo que se tenga en ellos una gran reserva de agua, que constituye como una especie de volante para las calorías. M. Weiss establece por sus cálculos que, á menos de adoptar

reservas de agua muy considerables, este sistema resulta ineficaz después de algunos minutos de entrar en el condensador el flujo máximo de vapor, y preconiza el empleo de acumuladores de agua fría, colocando fuera del condensador la reserva de agua.

El agua para el enfriamiento que desciende al interior del condensador, se vuelve á tomar después de mezclarse al vapor, y se conduce á la parte superior del acumulador, y el agua que se encuentra en la parte inferior de éste se dirige por otro tubo al condensador, en donde desagua á un nivel inferior al de la evacuación del agua ya calentada.

Se han igualmente utilizado en las condensaciones centrales condensadores de superficie cuando no se dispone de agua buena para la alimentación de las calderas, habiéndose empleado el tipo de los condensadores tubulares de la marina, á los cuales el principio de la contracorriente puede aplicarse.

En ciertos casos, en lugar de hacer circular el agua de enfriamiento por el interior de los tubos, se ha hecho pasar el vapor á condensar por ellos, sumergiendo el haz tubular en un depósito, un estanque y hasta en un río. Hay que observar que entonces el enfriamiento tiene lugar, sobre todo por consecuencia de la evaporación, y que no puede ser objeto de una circulación paralela ó metódica. Cuando no se dispone de un depósito, cuya superficie permita una evaporación bastante activa, se pueden enfriar los tubos por un sistema de riego.

Una de las grandes ventajas de la condensación central es permitir la aplicación de la condensación á las máquinas de marcha intermitente, como son las de extracción. Ensayos hechos por M. Henry en Westphalie demuestran que la condensación procura una economía de vapor que puede llegar en ciertos casos al 20 ó 25 por 100.

Sobre los condensadores independientes la condensación central presenta la ventaja de una gran seguridad de funcionamiento, porque las bombas están mejor instaladas y se vigilan más fácilmente que en las condensaciones ordinarias. En fin, el vacío se establece inmediatamente al poner en marcha las máquinas.

Locomotoras con mezcla recalentada de vapor y aire.

Esta locomotora del tipo exprés, construida por la Century Engine Co de Londres y descrita en el *Engineer* del 6 de Noviembre, utiliza como fluido motor una mezcla recalentada de aire comprimido y de vapor obtenido por el procedimiento Field y Morris.

El aire se comprime en dos cilindros dispuestos en tandem por delante de los cilindros de vapor, y entra al mismo tiempo que éste en un recalentador colocado en la caja de humos de la máquina á la salida de los tubos. Estos cilindros compresores se enfrían por medio de una corriente de agua suministrada por el depósito del tender.

Los ensayos efectuados con esta locomotora han dado una economía de combustible del 18 por 100 con relación á una locomotora normal de tipo semejante.

Vagón especial para la formación de terraplenes.

El uso de vagones especiales para formar y arreglar al mismo tiempo los terraplenes, se extiende cada vez más en América. Muchos de estos vehículos se hallan en servicio en las obras del canal de Panamá, y la O. F. Jordan Co., de Chicago, ha mandado construir un nuevo tipo que describe el *Engineering News* del 16 de Septiembre, cuyas características son: el empleo de aire comprimido para la maniobra de los diversos órganos; la colocación en la delantera del vagón de un aparato para quitar los obstáculos que puedan obstruir la vía; un sistema particular de enganche de las aletas laterales; posibilidad de emplear este vehículo como vagón quitanieves.

Toda la armazón es de acero, y las aletas laterales van sus-