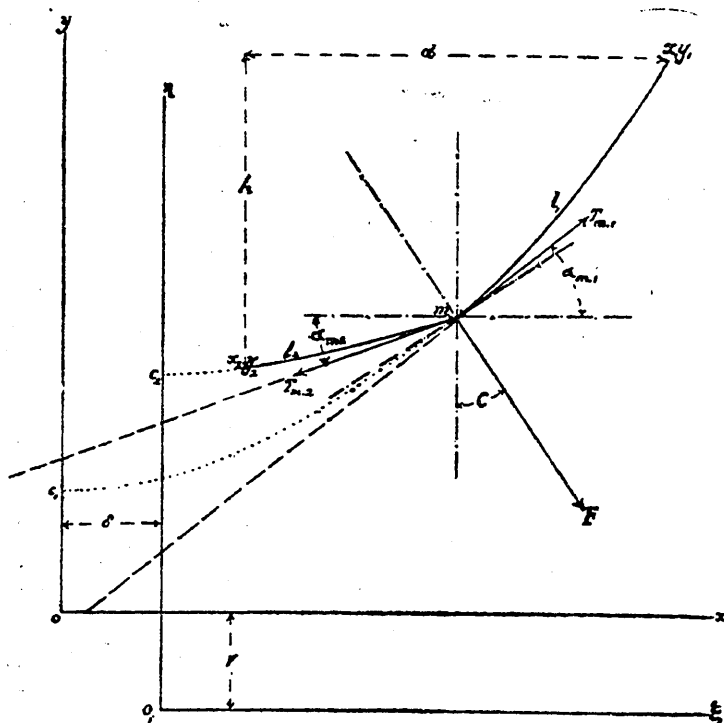


Un problema de utilidad se presenta en la determinación de los esfuerzos sobre una cuerda ó cable sujeto por sus extremos y sometido á una fuerza en un punto intermedio y que obra en un plano vertical. Se presenta esta cuestión en los transportes aéreos por cable fijo.

Las condiciones de equilibrio pueden establecerse observando que la primitiva cuerda formará ahora dos catenarias, una desde uno de los puntos extremos al punto de aplicación de la fuerza, y otra desde éste al otro punto extremo, en la misma forma que si el punto de aplicación de la fuerza fuera un punto fijo de la cuerda.

fig. III



Sea m este punto (fig. 3.ª) y F la fuerza que actúa sobre él formando con la vertical el ángulo ϵ . Sean (x_1, y_1) y (x_2, y_2) los puntos fijos ó extremos de la cuerda, cuyo desnivel sea h y d su distancia horizontal, y representése por l_1 la longitud horizontal de la cuerda $m(x_1, y_1)$ y por l_2 la longitud $m(x_2, y_2)$. El primer trozo de cuerda formará una catenaria cuyos ejes serán ox, oy , y llámese a á su parámetro; igualmente, el segundo trozo formará otra, cuyos ejes serán ox', oy' , y se representarán por γ y δ sus distancias á los ejes ox, oy , siendo paralelos unos á otros, el parámetro de esta segunda catenaria se representará por a_2 . Además, sean $\alpha_{m.1}$ y $\alpha_{m.2}$ los ángulos que las tangentes á cada una de las dos catenarias que concurren en el punto m forman con los ejes de abscisas y s_m, σ_m , las longitudes de catenaria c_1m, c_2m , contadas desde el punto m á los respectivos ejes de ordenadas.

El punto m se halla en equilibrio bajo la acción de las tres fuerzas $F, T_{m.1}$, tensión de la cuerda superior dirigida en la dirección de la tangente á la catenaria superior, en el punto m , y $T_{m.2}$, tensión de la cuerda inferior en las análogas condiciones. Proyectando estas fuerzas en la dirección de F y en otra perpendicular á ella, resultan como condiciones de equilibrio:

$$T_{m.1} \sin (\alpha_{m.1} - \epsilon) + T_{m.2} \sin (\epsilon - \alpha_{m.2}) = F$$

$$T_{m.1} \cos (\alpha_{m.1} - \epsilon) - T_{m.2} \cos (\epsilon - \alpha_{m.2}) = 0$$

en las que, según la ecuación (40) $T_{m.1} = py_m : T_{m.2} = p\eta_m$,

y según las (4), (5), introduciendo en ellas los parámetros a_1, a_2 :

$$\begin{aligned} \sin \alpha_{m.1} &= \frac{s_m}{y_m} : \cos \alpha_{m.1} = \frac{a_1}{y_m} : \sin \alpha_{m.2} = \\ &= \frac{\sigma_m}{\eta_m} : \cos \alpha_{m.2} = \frac{a_2}{\eta_m}, \end{aligned}$$

que sustituidas en las ecuaciones de equilibrio anteriores, desarrollando y reduciendo dan

$$(a) \quad s_m \cos \epsilon - a_1 \sin \epsilon + a_2 \sin \epsilon - \sigma_m \cos \epsilon = \frac{F}{p}$$

$$(b) \quad a_1 \cos \epsilon + s_m \sin \epsilon - a_2 \cos \epsilon - \sigma_m \sin \epsilon = 0$$

Para completar las condiciones del problema, además de las dos condiciones expresadas por las anteriores ecuaciones, falta establecer que el punto m pertenece indistintamente á cada una de las dos catenarias, y que de éstas, la una ha de pasar por el punto (x_1, y_1) y la otra por el (x_2, y_2) , á un desnivel h y distancia horizontal d .

Las relaciones de unas coordenadas con las otras vienen dadas por las ecuaciones:

$$\eta = y - \gamma : \xi = x - \delta$$

siendo negativo el valor de γ en la figura.

La ecuación (6) aplicada al caso presente da las siguientes ecuaciones:

$$y_1 = \sqrt{a_1^2 + (s_m + l_1)^2} : y_m = \sqrt{a_1^2 + s_m^2} :$$

$$\eta_2 = y_2 - \gamma = \sqrt{a_2^2 + (\sigma_m - l_2)^2} : \eta_m = y_m - \gamma = \sqrt{a_2^2 + \sigma_m^2}$$

y el pertenecer el punto m á ambas catenarias exige que:

$$y_m = \eta_m + \gamma, \text{ ó sea que:}$$

$$\sqrt{a_1^2 + (s_m + l_1)^2} = \gamma + \sqrt{a_2^2 + \sigma_m^2}$$

$$x_m = \xi + \delta, \text{ ó sea que:}$$

$$a_1 l_1 \cdot \frac{\sqrt{a_1^2 + s_m^2} + s_m}{a_1} = a_2 l_2 \cdot \frac{\sqrt{a_2^2 + \sigma_m^2} + \sigma_m}{a_2} + \delta$$

(poniendo en esta última, por x , sus valores dados por la ecuación (7) y las anteriores).

(Continuará.)

CONTADORES DE MOTOR

SU EMPLEO Y SU CONTRASTE

Consideraciones particulares sobre los modelos Isaria Werke de Munich.

(Conclusión.)

De tiempo en tiempo (cada dos años próximamente) se comprobará la marcha de los contadores para proceder, en caso necesario, á una nueva verificación si se registran errores por defectos importantes, se principiará por limpiar los dos cojinetes, principalmente el de rubíes, para desembarazarlos del aceitesolidificado que pudieran contener. Al mismo tiempo se pulimentará el rótulo con ayuda de un pequeño vástago de madera rodeada de tela embebida en bencina.

En los contadores de corriente continua se limpian el colector y las escobillas con una pequeña cinta de seda. Una marcha brusca é irregular puede producirse por la presión de unas agujas sobre otras producida por defecto de colocación ó interposición de cuerpos extraños, ó por cortos-circuitos entre dos segmentos consecutivos del colector.

Puede hacerse el examen de las aguas limpiándolas, y ajustándolas de nuevo hacerlas marchar suavemente. Con una lente se puede examinar los segmentos del colector y quitar con un pequeño vástago puntiagudo de madera los cuerpos extraños que pudieran contener las ranuras.

Igualmente se comprobará que el disco de freno no roza contra los imanes y que entre imán y disco no hay ningún cuerpo extraño (limadura de hierro, etc.).

El engranaje de la rueda motriz calada sobre el eje con la primera rueda dentada del minuterio debe ser el conveniente, de modo que los dientes no penetren ni poco ni mucho.

El contraste de los contadores de vatios-hora de corriente continua se hace de la manera siguiente:

Se envía primeramente al contador el 10 por 100 de la corriente máxima para que esté calculado. Durante este tiempo se mantiene la tensión constante, por ejemplo, á 110 ó 220 voltios (según la tensión de la red).

El número de vueltas que dé entonces el contador por kilovatio-hora (ó por hectovatio hora) debe ser igual al que está marcado en la caja del contador.

Carguemos, por ejemplo, un contador de 110 amperios, 220 voltios, con 10 amperios, y observemos con un cronómetro el tiempo en que el contador efectúa, por ejemplo, 60 rotaciones. Supongamos que para esto invierte 66,2 segundos. Se puede calcular que el contador hace las 60 revoluciones en 10 amperios $\times$ 220 voltios $\times$ 66,2 segundos, y por consiguiente en un vatio-segundo.

$$\frac{60}{10.220.66,2}$$

Vuelta y en un kilovatio-hora, que es igual á 3.600.000 vatios-segundos.

$$Ck = \frac{3.600.000}{10.220.66,2} = 1.484$$

El valor impreso en la caja del número de vueltas por kilovatio-hora es, sin embargo, 1.500; el contador gira, por consiguiente, demasiado lentamente, porque se disminuye el numerador, es decir, el tiempo (en el supuesto que los vatios permanezcan constantes) en que el contador hace 60 revoluciones, el valor en la fracción aumenta. Ahora bien; en la bobina auxiliar tengo un medio de variar el número de vueltas del contador para una carga de 10 por 100. Si aproximó la bobina del inducido, el contador gira más de prisa; si, por el contrario, la alejo, más lentamente. Por consecuencia, se puede reglar el contador hasta el número de vueltas por kilovatio-hora que corresponde exactamente al valor indicado.

El efecto de la bobina auxiliar no tiene ninguna influencia en la marcha del contador á cargas elevadas.

Estando reglado el contador exactamente para una carga de 10 por 100 lo contrasto de nuevo para la carga de 100 por 100, es decir, para la carga máxima á que el contador esté construido.

La regulación á 100 por 100 se hace mediante el empla-

zamiento del imán de freno. Si el borde externo del imán corresponde exactamente con el borde del disco de freno (figura 6.ª) el efecto obtenido por corrientes de Foucault es máximo; cuando se hace girar el imán en un sentido ó en el otro, la fuerza de frenaje disminuye. Lo regulo, pues, hasta que, para el ejemplo indicado, obtenga de nuevo

$$Ck = \frac{3.600.000, n}{W. t.} = 1.500$$

suponiendo que n es el número de vueltas en el tiempo t para un consumo de V vatios.

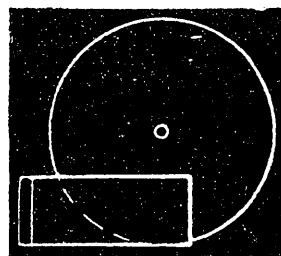


Fig. 6.ª

Ahora bien; si el contador gira exactamente á 10 por 100 de la carga, me doy cuenta, y compruebo además que el arranque debe comenzar próximamente á 0,8 por 100 de la carga, y como minimum para 11 vatios en los pequeños contadores. Cuando el contador arranca muy difícilmente, proviene con frecuencia de la fuerte presión de las escobillas, ó del difícil avance del minuterio producido por el mucho rozamiento de los dientes de la rueda motriz calada en el eje. Puede también esto ser producido por la rotura de una piedra, que habrá que reemplazar inmediatamente. El reconocimiento de este defecto se hace fácilmente pasando una aguja puntiaguda sobre la cavidad de la piedra. *A priori* puede reconocerse en los contadores por el ruido especial que hacen durante su funcionamiento.

Para determinar el error cometido por un contador para una carga dada, resto el valor indicado por el número de vueltas por kilovatio del valor obtenido y divido la diferencia por el valor indicado. El resultado multiplicado por 100 me da el error en tanto por ciento.

En el ejemplo precedente $Ck = 1.484$ el valor exacto es 1.500.

El error es, por consiguiente:

$$\frac{1.484 - 1.500}{1.500} \cdot 100 = -1,07.$$

El signo menos indica que se trata de un error por defecto, es decir, que el contador gira demasiado lentamente.

Para los contadores de amperio-hora que están contrastados para vatio-hora, admitiendo que la tensión permanece constante, sirve la fórmula que da Ck cuando se trata de contadores que no deben indicar más que amperios hora, se tiene:

$$Ck = \frac{3.600 n}{i, t.}$$

n = número de vueltas en t segundos para una corriente i . El contraste de los contadores amperio-horas no es posible más que cambiando la resistencia del shunt, porque una regulación por medio de los imanes varían no solamente la fuerza de freno, sino también la intensidad del campo.

Para contrastar contadores de vatios-hora de tres hilos

se ponen las dos bobinas de hilo grueso en serie y la tensión se conecta á los dos hilos exteriores. Después se comprueba también cada lado separadamente. Por razones de economía se suele emplear en los laboratorios la tensión de una batería especial de 4 ó 10 voltios, y con una capacidad correspondiente á la magnitud del contador que se verifica. Antes de proceder á la verificación, que siempre es preferible hacer mediante un instrumento de bobinas giratorias, se pone el contador bajo tensión próximamente durante media hora

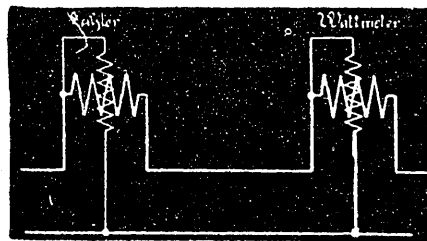


Fig. 7.ª

á fin de que el contador se caliente, porque en servicio el contador está, como es sabido, bajo tensión. El contraste suplementario de los contadores de corriente monofásica se hace como el de los contadores de corriente continua, de la manera indicada en la figura 7.ª

En este caso se tiene:

$$Ch = \frac{3.600.000. n}{W. t.}$$

w es el consumo de vatios medido con un vatímetro.

La regulación se hace en este caso igualmente á 100 por 100 de la carga con imanes de frenaje, y á 16 por 100 de la carga con las aletas de arranque.

La comprobación de los contadores trifásicos para carga desigual de las tres fases que, como anteriormente he tenido ocasión de indicar, están provistos de dos sistemas, actuando ambos en una parte giratoria común, se hace de la manera siguiente: se contrasta el sistema inferior separadamente, después se conectan en oposición las dos bobinas de hilo grueso de los dos sistemas, conectando de la manera ordinaria las bobinas de tensión. En seguida se desplaza el stator en derivación móvil del segundo sistema hasta que el contador se pare.

La verificación suplementaria de los contadores trifásicos para carga igual de las tres fases se hace mediante un punto neutro artificial, con tres resistencias iguales, cuando se opera en una red sin hilo neutro (fig. 8.ª). El arrollamiento

de hilo grueso del contador se intercala en una fase, después se conecta el sistema de tensión y en las otras dos, con las que el contador gira más rápidamente. La bobina de hilo grueso del vatímetro está intercalada en la misma fase que la bobina de hilo grueso del contador. La bobina de tensión

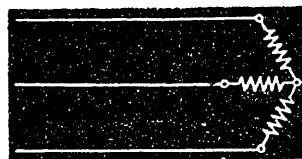


Fig. 8.ª

del vatímetro está montada entre este conductor y el punto neutro artificial. El vatímetro indica en este caso el tercio de la potencia total de la corriente trifásica, y es necesario alterar la fórmula que da Ch por

$$Ch = \frac{3.600.000. n}{3. w. t.}$$

En la práctica se efectúa una comprobación aproximada de la marcha de un contador de corriente continua ó monofásica de la manera siguiente, sin emplear aparatos: se carga el contador que se ha de examinar con dos lámparas de incandescencia de 16 bujías que consuman 50 vatios cada una, ó sea entre las dos 100 vatios; se cuenta el número de vueltas del contador durante seis minutos próximamente, es decir, durante $\frac{1}{10}$ de hora = kilovatios hora, ó lo que es lo mismo, á 1.800 vueltas por kilovatios-hora, sería necesario que el contador diera 18 revoluciones durante los seis minutos.

Se verifican igualmente los contadores trifásicos para carga desigual de las tres fases. En cuanto á los contadores trifásicos para carga igual de las tres fases se procede como para un contador monofásico, poniendo por vatio 1,5 vatios, es decir, en el caso precedente 27 vueltas en lugar de 18.

Para impedir que los contadores giren en vacío se coloca sobre el disco de frenaje una ligera masa magnética.

Tan pronto como la parte de disco de frenaje recubierto por la masa llega al imán, el disco se para.

En cuanto á la elección más apropiada de la magnitud de un contador, hay que añadir además que para los contadores empleados en las instalaciones de lámparas de incandescencia se cuenta próximamente 60 á 70 por 100 de los kilovatios instalados, y para los contadores de las instalaciones de motor el 125 por 100.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Turbinas de vapor «Electra», sistema Kolb.

La gran dificultad en la construcción de las turbinas de vapor reside en el hecho de que el vapor va animado de una velocidad considerable, 1.200 metros por segundo para el vapor á 10 atmósferas y recalentado á 250 grados. Para disminuir las velocidades de rotación excesivas (caso de las primeras turbinas Laval) se han empezado á construir turbinas con varios saltos de presión, y creando dentro de cada uno de estos saltos de presión varios saltos de velocidad.

En todas estas turbinas se utilizan tantas ruedas cuantos saltos de presión y de velocidad emiten, de donde resulta una complicación bastante grande que no puede emplearse sino en turbinas de gran potencia, 1.000 caballos por lo menos.

Según M. Manduit, la turbina «Electra» imaginada por el Ingeniero Kolb y construida en los talleres de la Compañía general eléctrica de Nancy será práctica, lo mismo en las grandes que en las pequeñas potencias, y así se ve, en efecto, que se construye actualmente para potencias variables desde 5 hasta 1.000 caballos. Á partir de 50 caballos, el consumo de vapor es