

que se reduce á

$$\sqrt{l^2 - h^2} = d \left(1 + \frac{1}{24} \frac{d^2}{a^2} + \dots \right)$$

que despreciando los términos siguientes de la serie, de los que el inmediato vale sólo $\frac{1}{1920} \frac{d^4}{a^4}$, resulta:

$$(31) \quad a = \frac{1}{\sqrt{24}} \sqrt{\frac{d^3}{l^2 - h^2 - d}} = 0.2041 \sqrt{\frac{d^3}{l^2 - h^2 - d}}$$

que por medio de unas tablas usuales de cuadrados y cubos se puede hallar con suma rapidez. Este valor así hallado, dado el pequeño valor del primer término despreciado de la serie, para valores de $\frac{d}{a}$ inferiores á la unidad, será ya muy exacto. Asimismo el valor de $x' + x''$ vendrá dado por

$$(32) \quad x' + x'' = 2.3026 a \log \frac{l+h}{l-h}$$

que juntamente con $x' - x'' = d$ permite hallar x' y x'' por medio de unas tablas de logaritmos usuales.

En el caso, bastante frecuente, de una catenaria de cuerda horizontal, en la que $h = 0$, las fórmulas anteriores se reducen á:

$$(33) \quad a = 0.2041 d \sqrt{\frac{d}{l-d}}; \quad x' = -x'' = \frac{d}{2}$$

En este caso es también bastante importante el trazado de la catenaria y determinación de su parámetro cuando se conoce sólo la cuerda horizontal y la flecha, como sucede en el caso de cables de transporte ó eléctricos.

Para esto conviene referir la ecuación general á un eje de abscisas que pase por el vértice, con lo que la ordenada es igual á la flecha, que se denominará f , y resulta:

$$y = f = \frac{a}{2} \left(e^{\frac{d}{2a}} + e^{-\frac{d}{2a}} - 2 \right)$$

por ser la ordenada aquí igual á la ordenada de la ecuación general menos a , y la abscisa x igual á la mitad de la cuerda d . Desarrollando el valor de f en serie y reduciendo queda:

$$f = \frac{a}{2} \left[\left(\frac{d}{2a} \right)^2 + \frac{1}{3 \cdot 4} \left(\frac{d}{2a} \right)^4 + \frac{1}{3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6} \left(\frac{d}{2a} \right)^6 + \dots \right]$$

que puede ponerse bajo la forma

$$f = d \left(\frac{1}{8} \frac{d}{a} + \frac{1}{384} \left(\frac{d}{a} \right)^3 + \frac{1}{23040} \left(\frac{d}{a} \right)^5 + \dots \right)$$

que siempre que $\frac{d}{a}$ sea algo menor que la unidad con gran aproximación se puede tomar

$$(34) \quad f = \frac{1}{8} \frac{d^2}{a} \text{ que da para } a: a = \frac{1}{8} \frac{d^2}{f}$$

asimismo, dada la cuerda y la flecha, se puede hallar con gran aproximación la longitud l , observando que

$$\frac{1}{2} = s = \frac{a}{2} \left(e^{\frac{d}{2a}} - e^{-\frac{d}{2a}} \right)$$

desarrollada en serie da

$$l = 2a \left[\frac{d}{2a} + \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3} \left(\frac{d}{2a} \right)^3 + \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} \left(\frac{d}{2a} \right)^5 + \dots \right]$$

que poniendo en vez de a su valor hallado anteriormente da para la diferencia entre la longitud del arco y la cuerda

$$l - d = \frac{d}{6} \left[\left(\frac{4f}{d} \right)^2 + \frac{1}{20} \left(\frac{4f}{d} \right)^4 + \dots \right]$$

y como en estos casos, antes referidos, la relación de la flecha á la cuerda es tal que $\frac{4f}{d}$ es muy inferior á la unidad, resulta muy exacto tomar sólo el primer término de la serie que da

$$(35) \quad l - d = \frac{8}{3} \frac{f^2}{d}$$

fórmulas todas ellas muy sencillas si se comparan con las generales, largas de calcular por su forma transcendente. Es verdad que si se poseen tablas de funciones hiperbólicas, el cálculo se reduce grandemente; pero aparte de que estas tablas son poco usadas, si se quiere exactitud hay que recurrir á tablas algo completas, como las de Ligowski, Gudermann ú otras análogas, pues las pequeñas resultan poco exactas para estas aplicaciones.

En todas las aplicaciones al trazado de cables inclinados y planos referentes á su instalación, como los ejes caen muchas veces fuera del papel, es preferible referir la curva á ejes que pasen por el punto inferior de la misma, cosa que resulta fácil, poniendo en las ecuaciones generales en vez de $y, x, y + y'', x + x''$, siendo y'', x'' las coordenadas de dicho extremo inferior. Sería preferible poder tomar como ejes coordenados la cuerda y una perpendicular á la misma, mas las fórmulas generales resultan demasiado complicadas y largas de calcular.

(Continuará.)

CONTADORES DE MOTOR

SU EMPLEO Y SU CONTRASTE

Consideraciones particulares sobre los modelos Isaria Werke de Munich.

(Continuación.)

De las precedentes consideraciones se deducen las conclusiones siguientes: gran par con pequeño consumo en la derivación y peso mínimo del inducido. Estas condiciones las cumple en absoluto el inducido abierto en tres partes del contador de corriente continua Isaria, y además esta disposición pone otra ventaja: que el colector puede ser de tres piezas solamente y tener, por consecuencia, un diámetro muy pequeño, lo que reduce el desgaste de las escobillas á su mínimo. Un arrollamiento del cortacircuito en el inducido preserva al colector contra la formación de chispas; este arrollamiento recibe la corriente de inducción que se produce al paso de las escobillas de un segmento al otro.

La construcción de las escobillas se ha hecho con el mayor cuidado posible; ha sido el coronamiento de una serie de experiencias hechas con más de 50 modelos diferentes.

Una buena escobilla debe llevar las condiciones siguien-

tes: que el apoyo sea bueno para asegurar un buen paso de corriente, pero por otra parte que no ocasione un rozamiento exagerado para no producir desgastes en el colector. Una elasticidad exagerada del resorte es tan perjudicial como la poca elasticidad; porque un resorte demasiado flexible no impedirá que la escobilla se separe del colector por efecto de una fuerte sacudida (por ejemplo, el paso de un carruaje, etc.), resultando de aquí una formación de chispas. Por otra parte, es preciso que la escobilla sea fácilmente intercambiable, y cada vez que se la coloque, que tome igual posición, sin necesidad de una comprobación posterior. Es preciso, por último, que la escobilla sea invisible á los cortacircuitos.

Los minuterios de los J. Z. W. trabajan, por decirlo así, sin rozamiento. Esto se averigua, merced á la posición vertical de todos los ejes de rotación que se mueven apoyados en piezas de acero pulimentado y endurecido ó en piedras preciosas. El tornillo sin fin que, en los otros sistemas se encuentra en el eje del motor, está colocado en un sitio donde da muchas menos vueltas. El rozamiento del tornillo sin fin disminuye igualmente en la relación del número de vueltas.

Estos contadores son prácticamente insensibles á las corrientes próximas, así como á los efectos del magnetismo terrestre.

En los contadores de amperios-hora de motor de corriente continua, el campo está generalmente producido por imanes permanentes, mientras que la corriente de consumo, ó una parte de ésta, recorre el inducido. Los contadores de amperios-hora de motor son, en suma, un pequeño motor electromagnético de corriente continua.

Permitidme describir, ante todo, brevemente el principio en que se fundan los contadores Ferranti, Chamberlain, y Hookham, Sangamos, etc.

En el contador Ferranti, un baño de mercurio á través del cual la corriente de consumo pasa de la periferia hacia el centro, se pone en rotación por la acción de un imán permanente. El mercurio en su movimiento arrastra á un ligero tambor con aléas calado en el árbol y sumergido en el baño. La rotación del eje se transmite á un sistema de agujas.

En el contador Chamberlain, Hookham y Sangamos, un disco de cobre esmaltado es el que flota en el baño de mercurio.

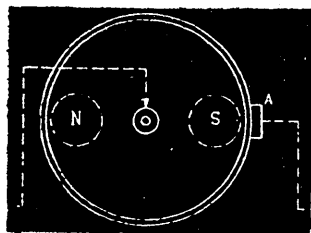


Fig. 3.*

La corriente va por el mercurio á la superficie A de la periferia metálica desnuda del disco (fig. 3.*) que representa el inducido. La partida de la corriente se hace por el eje. Bajo la influencia de un imán permanente cuyas líneas de fuerza en los polos N y S atraviesan el disco perpendicularmente, el conductor recorrido por la corriente, es decir, el disco, se pone en movimiento. La velocidad de rotación es proporcional á la corriente que atraviesa el disco.

El movimiento se transmite, por consiguiente, directamente á las agujas. Cuando la intensidad de la corriente es demasiado grande, no se deja pasar más que una parte de la corriente á través del disco, sirviéndose de un shunt. Si se reemplazan los imanes permanentes por electroimanes que estén influenciados por la tensión, se obtienen contadores de vatios hora.

El inconveniente de estos contadores, que por decirlo así no han alcanzado mucho favor en Alemania, es debido á que el contador es difícilmente accesible y el mercurio fácilmente oxidable.

En los contadores de amperios-hora de motor, la velocidad V es proporcional á la corriente de utilización I , cuando el contador no suministra ningún trabajo; en segundo lugar, V es proporcional á la corriente de utilización I , cuando el motor suministra trabajo que es absorbido, por ejemplo, por un sistema de frenaje producido por corrientes de Foucault, de tal suerte, que la energía consumida es proporcional al cuadrado de la velocidad. El contador Ok de la Isaria-Zaehler-Werke se funda en el primer principio citado. Entraña, por consiguiente, la condición de que no existe ninguna pérdida por rozamiento, lo que prácticamente es imposible.

La velocidad de equilibrio se alcanza cuando la fuerza contra-electromotriz producida por el motor es igual á la tensión de las bornas, es decir, cuando la corriente de inducido tiene un valor igual á cero.

Todos los demás contadores de amperios-hora empleados en Alemania suministran trabajo. La energía producida es absorbida por un freno de corrientes de Foucault.

En los contadores de amperios-hora de la Isaria-Zaehler-Werke, el inducido muy ligero en forma de disco sirven al mismo tiempo para absorber la energía producida. Las tres bobinas planas del inducido montando las unas sobre las otras están fijadas sobre un disco de aluminio que gira entre los polos de dos imanes permanentes. Los imanes forman, por consecuencia, por una parte el campo magnético, pero sirven al mismo tiempo de imanes de freno. El inducido está montado en paralelo con una resistencia recorrida por la corriente principal; esta resistencia provoca una caída de tensión de un voltio próximamente. Por esto no pasa por el inducido más que por una pequeña parte de la corriente.

Ahora bien; de algún tiempo á esta parte se va renunciando cada vez más á los contadores de amperios-hora por la inferioridad manifiesta con relación á los contadores de vatios hora, inferioridad que no compensaría una diferencia de precio insignificante.

Los contadores de amperios hora, ante todo, no reaccionan bajo las variaciones de tensión, y, por consiguiente, no dan una exacta indicación de los vatios consumidos realmente.

Además, los contadores de amperios-hora tienen todos una velocidad demasiado elevada, que frecuentemente excede diez veces la de los contadores de vatios-hora del mismo tamaño. Esto ocasiona mayores desgastes en el colector, las escobillas y los rubíes. En tercer lugar, es imposible adoptar en los contadores de amperios-hora una disposición que pueda compensar las pérdidas por rozamiento, y por consiguiente, la curva de verificación de este contador es mala. El contador de amperios-hora registraría exactamente bajo una pequeña carga, si pudiera girar sin rozamiento; pero como esto no puede ser, arranca mal y se cometen errores notables por defecto cuando el consumo es

reducido; estos errores son todavía mayores cuando el colector está ligeramente oxidado ó engrasado.

Los inconvenientes de la oxidación ó del engrase del colector adquieren mayores proporciones en los contadores de amperios-hora, que no tienen más que un voltio de tensión en las escobillas, que en los contadores de vatios-hora, cuya tensión es, próximamente, en las escobillas de 20 á 22 voltios.

En las instalaciones de corriente alternativa, si no me equivoco, no se han empleado los contadores de vatios-hora. El principio de estos contadores es el siguiente (véase la figura 4.):

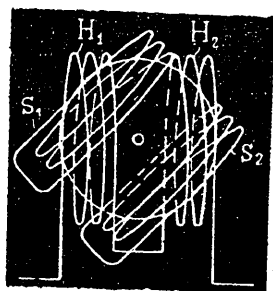


Fig. 4.ª

La corriente de utilización recorre las bobinas H_1 y H_2 , é induce en las bobinas S_1 y S_2 en cortocircuito y separa próximamente 45° en el eje corrientes de inducción cuyos campos, combinados con los engendrados por las bobinas de la corriente principal, actúan sobre el disco y lo ponen en movimiento.

Para medir el efecto de la corriente alternativa, se pueden emplear los contadores de vatios hora de la Isaria-Zaehler-Werke, que precedentemente hemos descrito, toda vez que no contienen hierro; un método indicado por Ferraris permite, sin embargo, simplificar su construcción, y por esto todos los contadores mono ó trifásicos están basados en el principio de Ferraris.

En estos contadores, llamados contadores de inducción, dos campos magnéticos diferenciados en fase actúan sobre un disco de cobre ó de aluminio que se pone inmediatamente en rotación (véase el diagrama de la figura 5.ª).

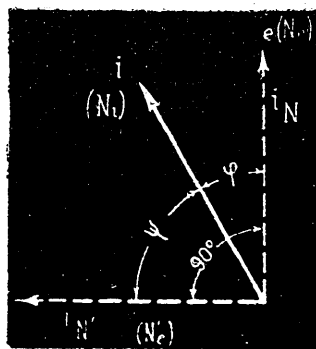


Fig. 5.ª

El campo N_i está recorrido por la corriente de utilización i , el otro campo N_e por una corriente iN proporcional á la tensión. Sea el ángulo de diferencia de fase entre la corriente i la corriente iN .

El par M_d del contador es proporcional del seno del ángulo de desplazamiento de fases y proporcional al número de líneas de fuerza de los dos campos y tendremos:

$$M_d = c N_i \cdot N_e \sin \varphi.$$

El efecto de la corriente alternativa es, por el contrario,

$$E = e \cdot i \cos \Phi.$$

Por consiguiente, el par no variará con el coseno como la potencia.

Ahora bien; para concordar los dos valores separo la corriente de tensión 90° con respecto á la tensión e , de tal suerte que viene á tomar la posición iN' . El par del contador es en este caso

$$M_d = c \cdot N_i \cdot N_e \cdot \sin \downarrow,$$

siendo la diferencia entre Φ y φ de 90° ,

$$M_d = c \cdot N_i \cdot N'_e \cos \varphi.$$

N_i corresponde á la corriente i , N'_e en proporcional á la tensión e .

El par del contador es, pues, proporcional á la potencia de la corriente alternativa.

Por esta razón se da á la corriente de la bobina de derivación una separación de fase de 90° con respecto á la tensión que la produce. La diferencia de fase en los contadores de corriente alternativa Isaria se obtiene de la manera siguiente:

El stator en derivación sirve de bobina de autoinducción; se obtiene así una diferencia de fase próximamente de 80° .

Por medio de un anillo de cortocircuito patentado D. R. P., núm. 175.443, la diferencia de fase se lleva más allá de los 90° y después exactamente á 90° por medio de una pequeña bobina intercalada en el circuito derivado.

Los contadores de corriente trifásica de la Isaria-Zaehler-Werke para fases desigualmente cargadas se componen de dos contadores monofásicos alojados en una misma caja y que actúan ambos sobre una sola parte en rotación, que comprende dos discos de aluminio montados en un eje común.

La parte giratoria trabaja también aquí sobre el minuto. La Isaria Zaehler-Werke ha conseguido recientemente mejorar considerablemente la sensibilidad de su contador de corriente alternativa, modelo TE. El par, entre otras mejoras, ha sido muy aumentado, reduciendo al mismo tiempo el gasto en derivación á la mitad próximamente de lo que antes era.

En las instalaciones de corriente trifásica con hilo neutro, cuyas tres fases están uniformemente cargadas, se puede en las medidas emplear un simple contador monofásico, cuya relación de transformación en las agujas esté calculada de modo que el contador indica directamente el consumo de las tres fases.

Cuando no hay conductor neutro, ó éste no es accesible, se emplea un contador construido especialmente para fases uniformemente cargadas.

El arrollamiento de hilo grueso de un contador de esta clase está intercalado en uno de los tres conductores, la derivación está establecida en éste y en los otros dos, con lo que el conductor gira más rápidamente.

En lo que respecta al manejo de los contadores, tengo que hacer notar lo siguiente:

Los contadores tienen que estar montados en locales lo más secos posible, que no contengan ni gases ni vapores perjudiciales y adosados á un muro macizo que tenga el espesor de pie y medio. Además es necesario que en la proxi-

midad no haya contadores de campos magnéticos internos ó conductores por los que circulen corrientes de gran intensidad. Los contadores deben estar suspendidos verticalmente y las conexiones hechas con cuidado. En los locales en que se produzca mucho polvo se cubrirán convenientemente los contadores con una caja de protección.

(Concluirá.)

LOS PUERTOS DE HAMBURGO, AMBERES

Y VARIOS OTROS DE EUROPA

POR EL INGENIERO GUIDO JACOBACCI

(CONTINUACIÓN)

PUERTO DE AMBERES

El dique África ó Lefebvre está actualmente en transformación, debido á la entrada de los nuevos diques en construcción y á la esclusa que se está preparando para darle comunicación directa con el río.

La Sociedad que explota los silos obtuvo de la ciudad el terreno necesario en arrendamiento por el término de cuarenta años. El edificio ocupa 2.500 m² y contiene 144 silos de 22 metros de altura, capaces cada uno de almacenar 75 á 275 toneladas de trigo, pudiendo contener en total 25.000 toneladas. Los buques cargados á granel atracan en el muelle anterior, donde, por medio de los elevadores transportables, se levantan los cereales desde la estiba al puente, vertiéndolos sobre cintas que circulan debajo del muelle y entran en el edificio.

En el interior hay cuatro grandes elevadores de noria, aptos cada uno para un trabajo de 90 toneladas por hora. Estos elevadores están divididos en dos secciones: la primera para llevar el trigo hasta las balanzas automáticas, que pueden alcanzar á 2.000 kilogramos por pesada (en general se usan á 900 kilogramos), y la segunda para llegar hasta el alto del edificio, donde el trigo, por medio de cintas corredizas y de carrillos vertedores, se descarga en los silos.

La salida de los trigos se hace por buques de mar ó lanchas fluviales y por ferrocarril. En el primer caso las embarcaciones atracan en el muelle lateral y reciben la carga por medio de tubos telescópicos en número de tres, que pueden verter 90 toneladas por hora cada uno. La carga en ferrocarril se hace con trigos embolsados. Entonces para ese servicio se dispone de cinco pequeños elevadores de 30 toneladas por hora, cada uno de los cuales está servido por tres balanzas automáticas para embolsar, siendo las bolsas de 100 kilogramos de peso. La carga de un vagón de cien bolsas se hace en veinte á veinticinco minutos.

El dique América hasta 1904 estaba ocupado por las instalaciones de petróleos. Pero actualmente esas instalaciones ya no existen, habiéndose transportado el servicio de inflamables al Sur de los nuevos muelles del Escalda. En 1905 y 1906 ese dique ha sido transformado, dotándolo de nuevas vías y de grúas y destinándolo al tráfico general. Los galpones allí construídos son del tipo adoptado en los demás diques y en los muelles del Escalda, salvo tres pequeños tinglados de madera colocados al otro extremo. En este último

punto no hay grúas, y como las riberas de ese muelle están arregladas en talud, se han construído para facilitar las operaciones cuatro falsos puentes de madera de 20 por 14 metros.

Además de estos ocho diques principales, existen algunos cortos trechos de muelles en los canales de unión. La parte central de estos canales ha sido ensanchada en forma de pequeños diques, al efecto de utilizarlos especialmente para el atraque de lanchas fluviales. En estos puntos las mercaderías se depositan simplemente en el muelle al aire libre ó se cargan sobre los carros y viceversa, pues allí no hay galpones ni dotación de grúas y vías.

El servicio de las vías férreas de todos los diques del puerto depende de una estación llamada Anvers Bassins-Entrepot, que termina al Sud de los diques Asia y Campine. Se compone de tres estaciones puestas á continuación una de otra, que son: la de Zurenborg, la de Stuivenberg y la Principal ó terminal.

La primera de éstas es como la llave de las demás, pues en ella se hace la clasificación de los vagones y la formación de los trenes. Con ese objeto la estación está dividida en dos secciones al Sur y al Norte de las vías principales para el servicio de la descomposición de los trenes y para el de su formación. El desarrollo de vías en dichas secciones es de 25 y 28 kilómetros respectivamente. El triaje se hace por gravedad y pueden en ella manipularse diariamente 4.500 vagones.

La superficie ocupada por la estación es de 28 hectáreas, y su nivel está á 4 metros más ó menos arriba del terreno circunstante.

Los vagones clasificados en la estación de Zurenborg, si están destinados á los diques ó depósitos, se hacen pasar á la estación principal ó continúan directamente al puerto por un ramal que se separa de la línea de Rotterdam en proximidad de las fortificaciones. Si al contrario tiene destino local ó deben seguir en dirección á Holanda, se detienen en la estación de Stuivenberg.

Los vagones que entran á la estación principal con destino á los diques, sufren allí, si es el caso, ulteriores operaciones de subdivisión y esperan, por el corto tiempo que sea necesario, el momento de entrar al puerto. En dicha estación se efectúa también el transbordo de las mercaderías que llegan de los muelles por carro ó que van á ellos por el mismo medio. Esta operación se practica al aire libre ó dentro de un gran galpón provisto de dos calzadas interiores, con entarimados, vías y grúas para la descarga de las mercaderías. Las grúas al interior y al exterior del galpón son en número de cuarenta, con fuerza de 1 á 2 toneladas; existen á más cuatro grúas de 5 toneladas y una de 10. Trabajan con agua á 50 atmósferas, comprimida en la misma estación mediante un motor de la fuerza de 75 caballos.

Además de las estaciones indicadas se ha instalado recientemente sobre la línea Belgo-Holandesa, frente al fuerte de Merxem, otra estación conocida bajo el nombre de Anvers-Austruweel. Esta estación, que tiene 31 hectáreas de superficie y 40 kilómetros de vías, sirve provisionalmente como sucursal de la de Stuivenberg para los vagones en tránsito ó en salida sometidos á la vigilancia aduanera; pero en cuanto se habiliten los nuevos diques interpuestos, quedará destinada al servicio de éstos y de los muelles Norte de los diques existentes.

El movimiento verificado en dichas estaciones, en relación con el tráfico de los puertos en los últimos años, fué el siguiente: