

# REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

**Redactor-Presidente...** Excmo. é Ilmo. Sr. D. Leonardo de Tejada, Inspector general del Cuerpo  
**Redactores.....** Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.  
 D. Antonio Sanier, Profesor de la Escuela de Caminos.  
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.  
**Colaboradores.....** Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

## DINAMOS CONMUTATRICES

(CONTINUACIÓN)

Para dar idea de las variadas aplicaciones á que se prestan las conmutatrices, terminaremos estos apuntes describiendo rápidamente algunas instalaciones en las cuales se emplean dichas máquinas con diversos fines.

En Palazzolo (Italia) la empresa de alumbrado eléctrico estableció en 1893 un transporte de fuerza de alta tensión con corrientes trifásicas para utilizar un salto distante de la población; pero temiendo que la fuerza hidráulica de éste fuera insuficiente, en el porvenir, para atender al desarrollo del consumo, los concesionarios consideraron prudente adoptar corriente continua en la distribución, lo que había de permitir más adelante extender el servicio con la adición de una batería de acumuladores.

Para conseguir la transformación necesaria se estableció una conmutatriz de 40 kilovatios, que recibía corriente trifásica á 95 voltios y producía corriente continua á 155 voltios.

En 1895 se instaló una segunda conmutatriz de 40 kilovatios, y todavía no se ha sentido la necesidad de colocar la proyectada batería de acumuladores, de suerte que las conmutatrices alimentan directamente los conductores de distribución.

En Hausen, cerca de Zurich, un transporte de fuerza á alta tensión destinada á una instalación industrial que requería, por razones especiales, el empleo de una batería de acumuladores, posee para cargarla una conmutatriz, desde hace seis años.

Hacia la misma época (1894) la distribución de la energía eléctrica en Novara se hacía por corriente continua sobre una red trifilar alimentada por una central á vapor.

Más tarde la construcción de una central hidro-eléctrica á alguna distancia de la ciudad permitió conseguir la energía eléctrica á más bajo precio, previa la transformación de las corrientes alternas en continuas por medio de 2 conmutatrices de 50 kilovatios.

La Sociedad Regional de Electricidad de Caen (Francia), para establecer el alumbrado eléctrico por medio de acumuladores transportables á bordo de los barcos que hacen el servicio entre dicha ciudad y el mar, emplea desde 1895 una conmutatriz que transforma en continua la corriente alterna simple de 90 períodos por segundo producida en la central de aquella Sociedad.

En Rouen la instalación es más interesante, porque las mismas conmutatrices responden á muy diversos fines, para atender al complejo servicio de aquella central.

La fábrica, situada en punto muy céntrico, alimenta con corriente continua, en un radio de 800 á 1.000 metros, una red trifilar á  $2 \times 120$  voltios. Concéntricamente á ésta existe para el servicio de los barrios exteriores y los arrabales una red de corriente alterna. Cuatro conmutatrices de 110 kilovatios cada una, directamente acopladas á las máquinas de vapor de gran velocidad, que giran á 460 vueltas por minuto, se prestan á los siguientes usos:

1.º Acopladas á los motores de vapor trabajan como generatrices de corriente continua, con una tensión variable de  $2 \times 120$  voltios á  $2 \times 140$  voltios, para alimentar la zona interior.

2.º Acopladas igualmente á los motores producen, con una frecuencia de 38 períodos por segundo y una tensión de 180 voltios, corriente alterna simple, que transformada á 2.000 voltios por transformadores estáticos á la salida de la central, sirve para alimentar la zona exterior de la población.

3.º Pueden asimismo producir simultáneamente corriente continua y corriente alterna.

4.º Separadas de sus motores sirven para transformar en corriente alterna simple la corriente continua disponible sobre los rails del tablero, producida por los dinamos de corriente continua ordinarias.

Todas estas combinaciones se efectúan con la mayor facilidad, y la instalación es mucho más sencilla y económica que si se hubieran colocado generatrices independientes alternativas y continuas.

El rendimiento es también más elevado, porque no hubiera sido posible en este último caso realizar siempre el acoplamiento directo de los dinamos entre sí cuando trabajaran como transformadores rotativos y de los dinamos con los motores de vapor cuando funcionaran como generatrices.

Una nueva conmutatriz de 150 kilovatios ha sido instalada recientemente para el mismo múltiple servicio que las cuatro anteriormente citadas.

En la exposición de Ginebra una parte del servicio de alumbrado recibía la corriente continua de una conmutatriz de 100 kilovatios que transformaba la corriente bifásica de 46 períodos y 2.400 voltios procedentes de la distribución general de la población.

La Central del Sector de la Orilla izquierda en París que produce corriente alterna á 3.000 voltios, se comprometió á suministrar al contratista de la línea de la nueva estación de Orleans la corriente necesaria para los electromotores de corriente continua que ésta poseía y deseaba utilizar.

Al efecto, se estableció una conmutatriz de 100 kilovatios. El arranque se efectúa sin la menor dificultad por medio de un pequeño motor asincrónico que arrastra la conmutatriz por fricción.

La ciudad de Ginebra estableció hace años una central hidráulica sobre el Ródano que servía una red de alumbrado eléctrico alimentada por corriente continua á  $2 \times 110$  voltios y una red para tracción á 600 voltios.

Más tarde, en 1896, se estableció en Chévres, aguas abajo de Ginebra sobre el Ródano, una poderosa instalación hidro-eléctrica que producía corriente bifásica á 2.100 voltios. Los Ingenieros del Municipio resolvieron que las nuevas redes para la distribución de energía eléctrica aplicada al alumbrado y á la fuerza motriz, se establecerían para alimentarlas con corrientes bifásicas, mientras que la capacidad de los servicios ya instalados anteriormente se reforzaría, á medida de las necesidades, por medio de conmutatrices.

Con este último objeto se colocaron tres conmutatrices de 100 kilovatios que merecen una descripción especial.

Cada una de ellas puede alimentar los dos puentes á 110 voltios, pues son máquinas dobles, cuyo inducido lleva dos arrollamientos en anillo, distintos, devanados sobre el mismo hierro, cada uno de los cuales termina en un colector independiente donde se recoge corriente continua á 110 voltios.

Los anillos de fricción están dispuestos de modo que pueda introducirse en cada uno de los devanados antes indicados, una de las corrientes bifásicas, á la tensión de 78 voltios, producida por transformadores estáticos.

Otros transformadores más pequeños, con relación de transformación variable, dispuestos, como hemos dicho al hablar de arranque de las conmutatrices, permiten efectuar el de éstas con corriente bifásica, sin perturbaciones perjudiciales en la red, á pesar de la mucha corriente que absorben, para ponerse en marcha, estas máquinas que tienen el devanado en anillo.

Además tres conmutatrices de 150 kilovatios á 425/600 voltios han sido instaladas para la tracción; el inducido de estas máquinas es único y está devanado en tambor, lo que facilita notablemente el arranque.

La Compañía del tranvía Neuschâtel á Saint Blaise (Suiza) tenía establecido el servicio por medio de coches automóviles con motor de gas, empleando el gas de alumbrado, comprimido á una presión considerable en recipientes metálicos.

Este sistema dió pésimos resultados, y la Compañía lo sustituyó provisionalmente por la tracción animal, mientras se estudiaba con detenimiento la solución que permitiera obtener con la mayor economía la fuerza motriz necesaria para la tracción eléctrica.

Con este objeto compararon los Ingenieros de la Empresa:

- a) La producción de la fuerza con máquina de vapor, costando el carbón 31 francos la tonelada.
- b) La producción de la energía con motor de gas pobre, sistema Dowson, pagando á 36 francos la tonelada.
- c) El arriendo de energía eléctrica vendida por el municipio á razón de 195 francos el caballo al año, bajo la forma de corrientes polifásicas á 4.000 voltios.

Esta última solución fué adoptada empleando conmutatrices combinadas con una batería de acumuladores. Dos transformadores trifásicos de 46 kilovatios rebajan la tensión de 4.000 á 337 voltios. Dos conmutatrices de 40 kilovatios reciben cada una una corriente de 75 amperios á 337 voltios con una frecuencia de 33,5 periodos por segundo y dan 73 amperios de corriente continua á 550 voltios.

El rendimiento de estas máquinas era de 92 por 100.

El arranque de cada conmutatriz se efectúa con el auxilio de un transformador trifásico de 3 kilovatios con un devanado único, cada una de cuyas tres bobinas se halla dividida en 15 secciones ó carretes que terminan en los contactos de un conmutador tripolar.

Otro conmutador, tripolar también, permite poner el aparato en circuito corto después del arranque.

Una batería de 300 elementos Tudor de 60 amperios hora de capacidad, sirve hasta cierto punto de reserva; pero principalmente de regulador ó volante, permitiendo á las máquinas funcionar á plena carga á pesar de las desigualdades del consumo.

La corriente de la batería sirve también para la excitación de las conmutatrices, y el sentido fijo y de antemano conocido de esta corriente evita que en el arranque de las máquinas se puedan producir cambios de polaridad.

En Saumur se emplea también para el alumbrado de los cuarteles una batería de acumuladores cargada por una conmutatriz de 40 kilovatios.

La Central del Sector de los Campos Elíseos en París, se ha encargado del alumbrado eléctrico del Elysée-Palace-Hotel recientemente construido.

Esta instalación comprende 5.500 lámparas de 16 bujías, 30 arcos y 8 ascensores eléctricos.

Con el objeto de aprovechar la fuerza de sus máquinas durante el día para este servicio, la Compañía ha montado dos baterías de acumuladores de 5.200 amperios horas cada una, para distribución á 3 hilos. La corriente de la central, que es monofásica á 3.000 voltios y 40 periodos, pasa por transformadores que reducen su tensión á 80 voltios y alimenta tres conmutatrices que cargan los acumuladores.

Las conmutatrices llevan un dinamo de sobre-tensión para la corriente continua, montada sobre la prolongación del árbol.

La capacidad de cada máquina es de 123 kilovatios, de los cuales 100 kilovatios á 100 voltios en la máquina principal, y 28 kilovatios en la dinamo de sobre-tensión á una tensión variable entre 20 y 50 voltios.

El arranque se efectúa por medio de la corriente de la batería.

La Compañía Urbana de Agua y Electricidad en Puteaux ha resuelto de un modo idéntico el alumbrado de Levallois por medio de corriente continua y baterías de acumuladores, utilizando la corriente de 2.600 voltios á 53 periodos de la Central de Puteaux por medio de tres conmutatrices de 143 kilovatios.

Varios establecimientos de enseñanza, entre ellos la Facultad de Ciencias de Burdeos, poseen hoy pequeñas conmutatrices de un modelo especial, llamado de laboratorio, provisto de seis anillos de fricción para la corriente alterna y un colector para la corriente continua.

La conmutatriz puede en onces, recibiendo energía mecánica, producir simultánea ó sucesivamente corriente continua, ó alterna simple, bifásica ó trifásica; ó inversamente obrar como motor alimentado por cualquiera de los sistemas de corrientes alternas recibiendo corriente continua y viceversa.

Las aplicaciones que muy someramente acabamos de indicar, permiten juzgar de los numerosos y variados problemas que el empleo de las conmutatrices permite resolver, y de las ventajas que ofrece la adopción de estas máquinas bajo el punto de vista de la economía en el coste de la instalación, del mejor rendimiento y de la reducción de los gastos de explotación.

En España, hoy que se multiplican los proyectos de tracción eléctrica y las instalaciones electroquímicas, mientras que la fuerza hidráulica disponible se halla casi siempre distante de las vías de comunicación, estas máquinas tienen á nuestro entender mucho porvenir, y serán en frecuentes casos la solución práctica que permitirá en buenas condiciones de rendimiento utilizar las ventajas de las corrientes alternas para un largo transporte, transformándolas á su llegada en la corriente continua indispensable á determinadas aplicaciones.

MANUEL CRUSAT.

## LA LEY DE AGUAS Y LAS INDUSTRIAS MODERNAS (1)

II

Apuntamos en nuestro escrito anterior el caso ocurrido de la tramitación de un expediente de aprovechamiento de aguas en un río reputado como navegable y flitable, cual expediente fué devuelto al peticionario, entre otras causas, porque el presupuesto no se hallaba conforme con lo prescrito en el párrafo tercero del art. 8.º de la Instrucción. (Real decreto de 14 de Junio de 1883). Dijimos también que, hallándose en lo firme el peticionario, no quedaba injustificada la pretensión del Ingeniero Jefe. El citado párrafo tercero dice: «Presupuesto en la parte referente al dominio público, y cuando la obra haya de explotarse para el público, presupuesto general.»

Ahora bien; en el proyecto de referencia se trata de aprovechar el esfuerzo para convertirlo en energía eléctrica, y ésta, transportada á distancia, emplearla en usos químico-mecánicos,

(1) Véase el núm. 1255 de esta REVISTA.