

LA ELECTRIFICACIÓN MADRID-ÁVILA Y VILLALBA-SEGOVIA

Por JUAN M. OLIVARES GATELL, Ingeniero de Caminos.

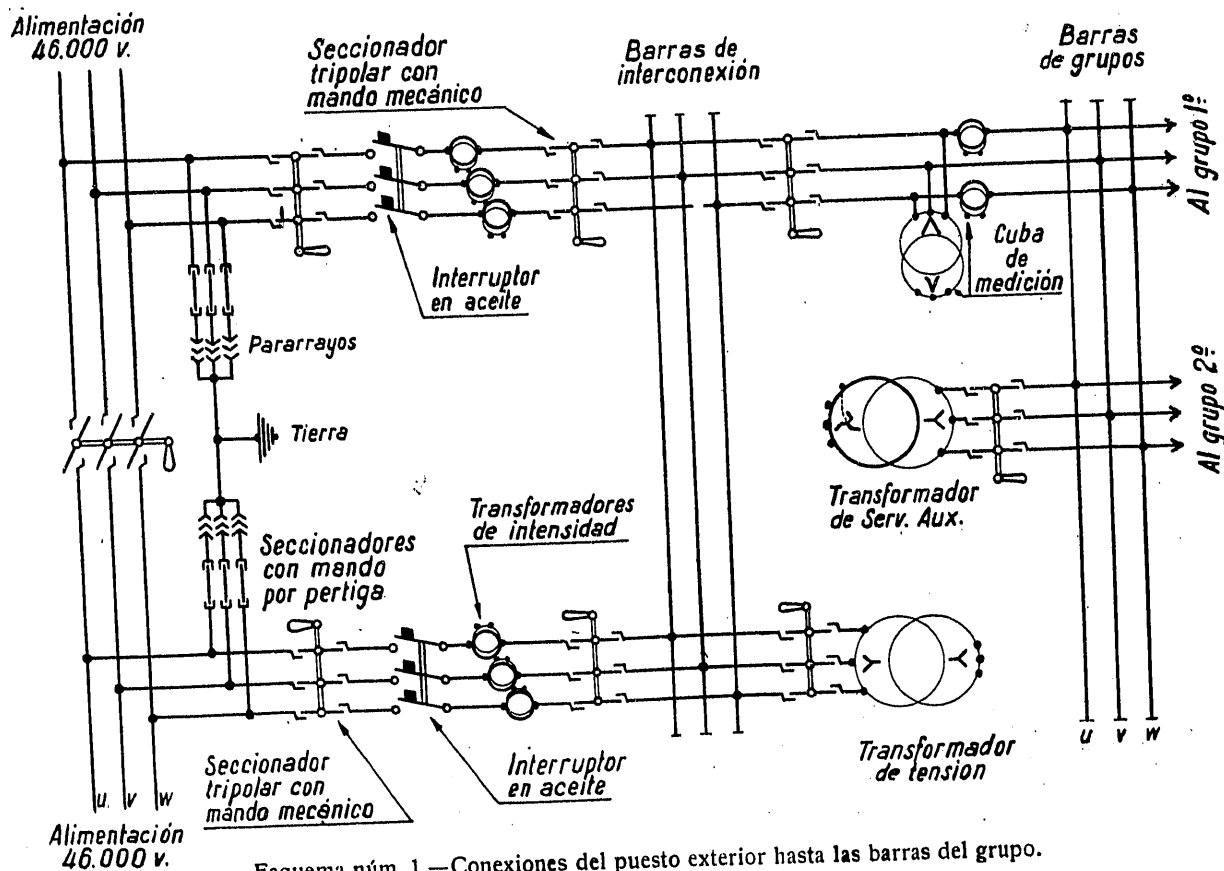
Continuamos la completa descripción que venimos haciendo de la importante obra de ingeniería que se reseña en el epígrafe, en la que varios compañeros nuestros que han intervenido en la construcción, redactan los correspondientes artículos; y así, pasamos a continuación a presentar las particularidades más interesantes de las subestaciones.

VI. - LAS SUBESTACIONES.

En todas las subestaciones convertidoras de la electrificación Madrid-Avila-Segovia, existen dos partes bien diferenciadas, tanto por su aspecto como por su función eléctrica: el puesto exterior y el equipo del interior del edificio. En aquél se reúnen todos los aparatos y conexiones a 46 000 voltios, mientras que en el interior de la subestación no existen tensiones superiores a la de la línea de contacto.

Entre las once subestaciones, que se hallan distri-

buidas a lo largo de las líneas electrificadas, hay diferencias más o menos considerables de unas a otras. Algunos puestos exteriores se distinguen notablemente de los demás por su función especial—por ejemplo, el de Las Zorreras, como punto común de las tres ramas de la línea “en Y”, o de alimentación—, y en otros sólo hay pequeños detalles de disposición que varían de unos a otros. En los interiores de edificio no existe más diferencia, desde el



Esquema núm. 1.—Conexiones del puesto exterior hasta las barras del grupo.

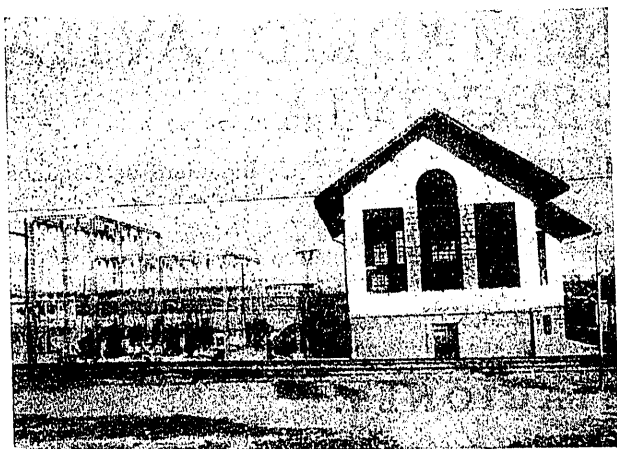


Fig. 1.ª — Vista general de la subestación.

punto de vista eléctrico, que el número variable de salidas de *feeder*; todo lo demás son variaciones en la disposición. Los cuadros, claro está, se diferencian tanto por el número de llegadas de alta tensión como por el de salidas de *feeder*.

En el presente artículo nos limitaremos a describir el tipo más general de subestación, al que se ajustan las de Las Matas, Robledo, Las Navas, Navalgrande, Collado Mediano, Tablada y, con pequeñas variaciones, Segovia. La de Las Zorreras se distingue por la razón dicha, y las de Madrid, Avila y Otero, por ser puntos de llegada de la energía a la línea "en Y".

En el puesto exterior, la disposición de los aparatos sobre el terreno corresponde casi exactamente a su situación en el esquema eléctrico (esquema nú-

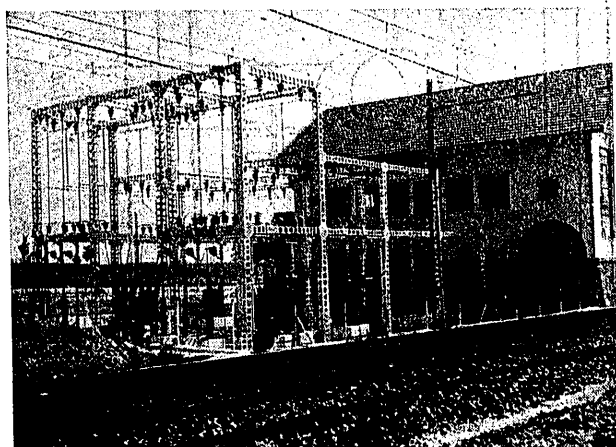


Fig. 2.ª — Vista de la subestación por el lado del puesto exterior.

mero 1). No sucede lo mismo en el interior, donde la disposición del edificio en dos plantas y el obligado aprovechamiento del espacio han exigido conexiones eléctricas menos directas.

La función de una subestación convertidora es, como se sabe, transformar la corriente alterna de alta tensión, que suministra la central hidroeléctrica, en corriente de las características adecuadas para la alimentación, a través de la línea de contacto, de los motores de las locomotoras eléctricas y automotores. En el presente caso, las centrales suministradoras son varias, proporcionando todas ellas corriente trifásica a 46 000 voltios 50 periodos, y la corriente que necesita el material tractor es continua y a 1 500 voltios. Ahora bien: como se cuenta con una



Fig. 3.ª — Vista de la subestación por el lado de la fachada de salida de continua.

caída media de un 10 por 100 en la línea de contacto, la tensión en barras de la subestación ha de ser de 1 650 voltios.

Esta función convertidora se lleva a cabo, principalmente, por los dos elementos más importantes de cada grupo: el transformador de potencia, que rebaja la tensión trifásica de 46 000 voltios a la precisa para la alimentación de las máquinas, y la conmutatriz, que convierte la corriente que recibe del transformador anterior en corriente continua a la tensión requerida. El resto del equipo está constituido por una serie de elementos de distribución, protección y control.

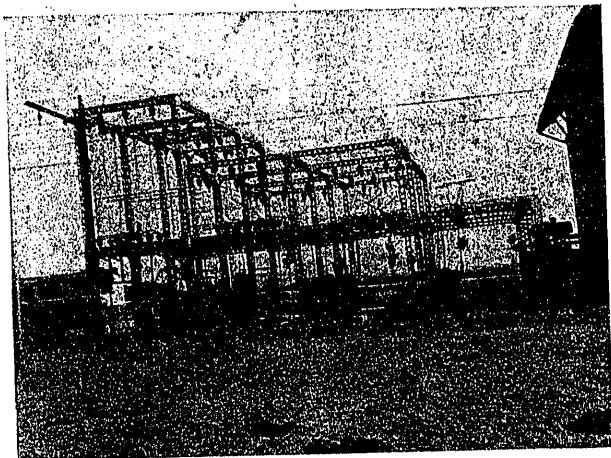


Fig. 4.ª — Puesto exterior.

Puesto exterior.

Sobre el esquema núm. 1 vamos a describir sucintamente los elementos del puesto exterior y su instalación.

Las conexiones del mismo se han realizado con tubo de cobre, suspendido de la estructura metálica mediante aisladores adecuados y realizando las uniones con piezas de latón de diversas formas, según su misión.

Como elementos más sencillos de la instalación están los seccionadores. Los hay unipolares, con mando por pértiga, en las bajadas a los pararrayos, y tripolares, con mando mecánico a distancia, repartidos en todo el puesto exterior. Estos seccionadores permiten aislar elementos o conjuntos de las conexiones bajo tensión para realizar alguna intervención en ellos, o, en algún caso, pueden intervenir en la conexión eléctrica de funcionamiento. Por ejemplo: el seccionador de paso que aparece abierto en el esquema número 1, está normalmente en esta posición, y, al cerrarse, puede establecer directamente la continuidad de la línea de alimentación, sin la intervención de los interruptores en aceite, que normalmente la llevan a cabo a través de las barras de interconexión.

En el frente del puesto exterior más alejado del edificio de la subestación, se hallan dos pararrayos tripolares de alta tensión, conectados directamente, como puede verse en el esquema, a la entrada de cada alimentación, con la sola interposición de los seccionadores unipolares a que nos hemos referido antes. Estos aparatos protegen las instalaciones de la subestación contra las sobretensiones de origen atmos-

férico que pudieran llegar a ella al descargar sobre la línea de alimentación. Están previstos para red con neutro a tierra, lo que exige esta disposición en la línea "en Y". La tierra precisa para los pararrayos se consigue en pozos especialmente dispuestos para este objeto, con las mejores garantías de un contacto con el suelo eléctricamente eficaz.

Al acercarnos al edificio de la subestación encontramos, en primer lugar, dos interruptores en aceite que, según podemos ver en el esquema, permiten la conexión de cada una de las llegadas con las barras de interconexión, estableciendo a través de ellas la continuidad de la línea de alimentación y dejando paso a la energía que necesita la subestación, o simplemente esto último desde una sola de las llegadas. La posición de estos interruptores ha de estar relacionada con los de las demás subestaciones, ya que, por medio de ellos, queda limitada la zona servida por cada una de las tres hidroeléctricas que suministran la energía, o incluso se puede establecer la interconexión de las mismas a través de la línea "en Y".

El accionamiento de los interruptores a que nos referimos se realiza eléctricamente, por un aparato de maniobra constituido por un potente electroimán que, al ser excitado, mueve directamente el eje de accionamiento del interruptor; la bobina de este electroimán se alimenta con corriente continua a 115 voltios, que se tomó de la fuente general de esta clase de corriente de que se dispone en la subestación para todos los servicios auxiliares. Como quiera que este electroimán absorbe intensidades muy grandes en el momento de excitarse, sólo se interpone en su circuito un contador auxiliar, incluido en el mismo aparato de maniobra, que cierra o abre aquél y que es accionado, a su vez, por un segundo electroimán,

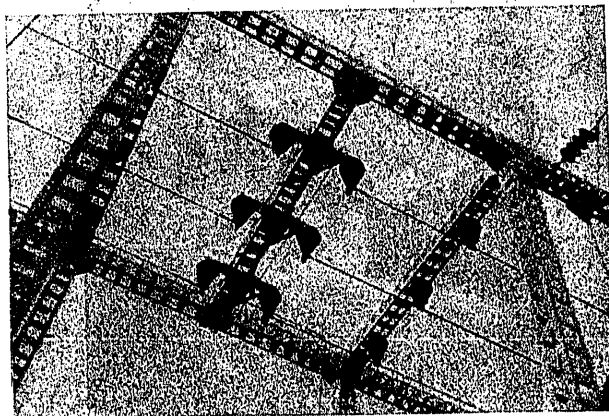


Fig. 5.ª — Seccionador tripolar de 46.000 voltios (abierto).

cuya bobina toma una intensidad pequeña que puede hacerse pasar sin peligro por todos los contactos auxiliares que convienen a la seguridad y prevención de falsas maniobras; entre éstos se incluye el de mando, situado en el conmutador correspondiente del panel, y que es el que produce el funcionamiento del aparato de maniobra cuando se trata de cerrar el interruptor.

El electroimán principal no ha de permanecer excitado una vez que se ha cerrado completamente el interruptor, ya que entonces se mantiene en la posición final gracias a un pestillo de fin de carrera; por ello, entre los contactos insertados en el circuito de la bobina auxiliar, se encuentra uno, del mismo aparato de maniobra, que se abre al completarse el cierre del interruptor y da lugar a la apertura del contacto auxiliar y la interrupción de la corriente en el electroimán principal. Este mismo contacto previene la falsa maniobra de intentar cerrar el interruptor estando ya cerrado.

Para abrir el interruptor existe un tercer electroimán que desengancha el pestillo de fin de carrera al ser alimentado; en su circuito se inserta un contacto que sólo está cerrado cuando lo está el interruptor, evitando la falsa maniobra al mismo tiempo que impide que la corriente continúe circulando por la

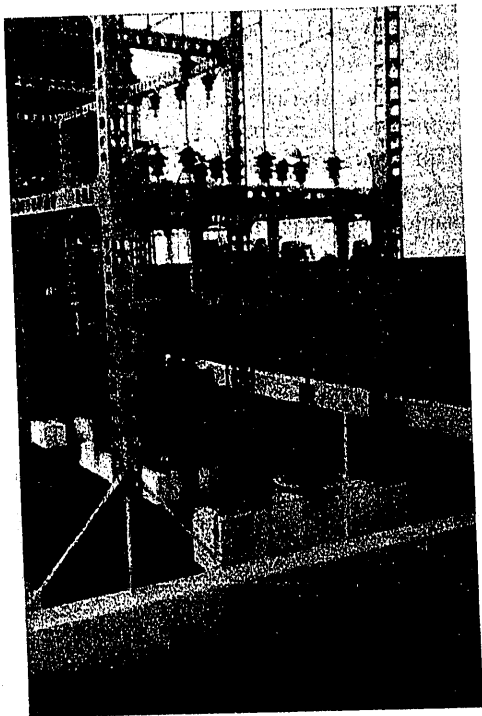


Fig. 6.a — Pararrayos tripolar de alta tensión.



Fig. 7.a — Interruptor en aceite y grupo de tres transformadores de intensidad.

bobina de desenganche una vez producido el efecto. Exteriormente se cierra este circuito por el contacto correspondiente del conmutador del panel, o por alguno de los contactos de seguridad que producen la desconexión automática del interruptor en caso de presentarse alguna circunstancia anómala.

Más allá de cada interruptor se halla un grupo de tres transformadores de intensidad, cuya misión es actuar sobre los interruptores anteriores, a través de los correspondientes relés de sobrecarga, para proteger la línea de alimentación. La función conjunta de los diversos interruptores de línea de las distintas subestaciones exige ciertas características de selectividad en esta protección, que la diferencian notablemente de las que existen en la misma subestación. No nos vamos a referir a ella por poder considerarse, en cierto modo, independiente de la subestación en sí.

De los anteriores transformadores de intensidad pasamos ya a las barras de interconexión a través de un seccionador tripolar con accionamiento mecánico que, con el que se encuentra antes del interruptor de línea, permite aislar el conjunto de interruptor y grupo de transformadores de las conexiones bajo tensión para poder manipular libremente en ellos, en caso de avería o revisión.

De las barras de interconexión se alimenta, también con su correspondiente seccionador, un grupo de tres transformadores monofásicos de tensión, en cuba común, cuyo efecto recae sobre la protección de la línea de alimentación antes citada; su conexión es estrella-estrella, y la relación de tensiones, 46 000/100 voltios.

Por el otro lado de las barras de interconexión

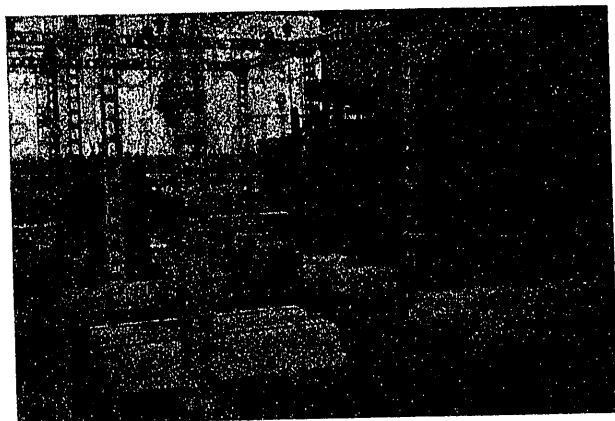


Fig. 8.ª — Interruptores y transformadores de grupo.

se toma la energía que necesita la subestación, a través de un seccionador, y haciéndola pasar por una cuba de medición, compuesta por dos transformadores de intensidad y dos de tensión para alimentar los aparatos de medida del papel de medición. Son éstos: cuatro contadores para medir energías activas y reactivas, consumidas y recuperadas; un vatímetro registrador y un voltímetro y un fasímetro, también registradores.

Y nos encontramos en las barras de grupo, donde la energía, ya medida y controlada, pasa a los grupos convertidores, que la disponen para ser utilizada por el material tractor.

Antes de describir uno de dichos grupos, y para no dejarnos nada atrás en el puesto exterior, citaremos el transformador de servicios auxiliares, que se encuentra entre el de tensión y la cuba de medición últimamente citados, y que, alimentándose de las mismas barras de grupos a 46 000 voltios, suministra corriente a 200 voltios para todos los servicios auxiliares, que la emplean en forma alterna, así como para el motor del grupo de carga que produce la corriente continua que en otros casos es requerida. Este transformador tiene una potencia de 30 KVA. y una relación de transformación de 46 000/200-115 voltios, y un dispositivo de conmutación en alta, aná-

logo al que luego citamos al referirnos a los transformadores principales.

Al otro lado de las barras de grupo se encuentran dos interruptores, en todo análogos a los ya descritos, salvo que llevan además, dentro de los tres aisladores de entrada y uno de los de salida, cuatro transformadores de paso o *bushings*, cuya misión veremos más adelante.

Detrás de los interruptores se hallan los transformadores principales, de 1 620 KVA. cada uno, cuya descripción hacemos al referirnos a las conexiones del lado alterna de los grupos. A uno de los lados queda espacio para la colocación de un tercer transformador de potencia, precedido de su interruptor correspondiente, y que constituirían, con las máquinas y demás aparatos que también tienen su sitio previsto en el interior del edificio, el tercer grupo que se prevé como futura ampliación. En el esquema núm. 1 sólo se han representado las conexiones del puesto exterior hasta las barras de grupo, por lo que no aparecen en él los interruptores y transformadores de potencia que corresponden ya a los grupos.

(Continuará.)

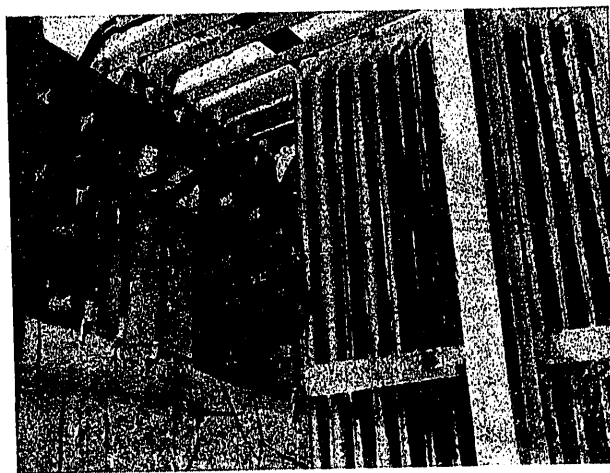


Fig. 9.ª — Salidas de baja tensión del transformador principal y paramuros de entrada en el edificio.