

Laguardia hasta el punto denominado Goyán, en la ribera del Miño, terminando con un embarcadero en el mismo.

—Una de San Vicente á San Juan, provincia de Alicante, pasando por Villafraqueza y el Caserío de Tangel.

—La carretera que, partiendo de Esporlas, en el sitio denominado «Punta del pi ve», y pasando por la Esplayeta, termine en Santa María (islas Baleares).

—Una de tercer orden que, partiendo de la Hiniesta (Zamora), y pasando por Andavías y Manzanal del Barco, termine en la villa de Carbajales de Alba.

—Entre las de tercer orden, una que partiendo de la estación del ferrocarril de Espinosa de Henares, empalme en Hita con la carretera de Madrid á Soria.

—La carretera incluida en el plan general por la ley de 30 de Mayo de 1889, de la estación de Villalumbroso á Cervatos de la Cueva, pasará, además de los puntos que en dicha ley se determina, por el pueblo de Villalumbroso.

—Una de tercer orden que, partiendo del puente de El Grado, y pasando por Coscojuela de Fantova, Hoz de Barbastro, Huerta de Vero y Azlor, termine en la que desde el puente de Las Cellas ha de ir á Naval; y otra que, partiendo de Monzón y pasando por San Esteban de Litera, termine en Tamarite de Litera.

—Una de tercer orden que, partiendo de Castrogeriz y pasando por Vallejera, Villamedianilla y Revilla Vallejera, empalme con la general de Valladolid á Burgos.

#### FERROCARRILES

Se ha autorizado al Gobierno de S. M. para otorgar á la Sociedad minera y metalúrgica de Peñarroya la concesión para construir, sin subvención del Estado, y explotar durante noventa y nueve años, un ferrocarril de vía estrecha que, partiendo de Puertollano, termine en Almodóvar del Campo, con arreglo al proyecto y pliego de condiciones que á propuesta del concesionario apruebe el Ministerio de Fomento.

Este ferrocarril se considera de utilidad pública para los efectos de la expropiación forzosa, y el concesionario tendrá el derecho de ocupar los terrenos de dominio público y disfrutará de las demás exenciones ó privilegios que las leyes conceden á los de su clase.

—Se ha autorizado al Gobierno para otorgar á D. Manuel Ibarra y Lucía la concesión de la construcción y explotación de un ferrocarril económico que, partiendo de Carrión de los Céspedes, en la línea de Sevilla á Huelva, y pasando por Bollullos del Condado, Rociana, Bonares y Moguer, termine en la Rábida.

Este ferrocarril se declara de utilidad pública y con derecho á la expropiación forzosa y á la ocupación de terrenos del dominio público.

Las obras se ejecutarán con arreglo al proyecto previamente aprobado por el Ministerio de Fomento, debiendo comenzarse dentro de los seis meses siguientes á la fecha de la concesión y quedar terminadas en el plazo de cinco años, á contar desde el día en que se empiecen.

#### CANALES

El régimen y administración del canal de la derecha del río Llobregat correrán en adelante á cargo del Sindicato de regantes, actualmente establecido, y de los que en lo sucesivo se establezcan ó elijan por dichos regantes.

El Sindicato formará todos los años, para el régimen y administración del canal, un presupuesto en el que figurará como ingreso el importe del canon que se impondrá á los regantes, cuyas cuotas no podrán exceder de las fijadas actualmente por el Estado, y como gastos, además

de los generales de administración, las sumas que hayan de invertirse en obras de mejora para el aumento del caudal de agua, regularización del riego y establecimiento de los oportunos desagües, no pudiendo regir en cada año el nuevo presupuesto hasta que sea aprobado por el Gobernador civil de la provincia.

Las obras que tengan por objeto el aumento en la dotación del agua utilizable para el riego, se practicarán respetando siempre los aprovechamientos existentes en el río Llobregat.

#### PUERTOS

Se ha declarado de interés general el puerto de Tazacorte, en la isla de Palma (Canarias).—(*Gac.* de 11 de Septiembre de 1896.)

Se ha otorgado á Don Andrés del Río Ferrer la concesión para construir un muelle ó malecón y una fábrica de salazón y conservas de pescado en la playa de Padín, del puerto de Santa Eugenia de Rivera, de Coruña.—(*Gac.* 11 Septiembre de 1896.)

Se ha otorgado á la Sociedad T. Gil y Compañía, del Ferrol, autorización para construir y explotar un dique seco de carena en la ría del mismo nombre, en el sitio denominado Punta Pescadoira, junto á la villa de la Graña.—(*Gac.* 15 Septiembre 96.)

#### PERSONAL

Habiéndose creado cuatro nuevas plazas de Ayudantes segundos de Obras públicas (que anunciamos en el número anterior en la sección de *Movimiento de personal*), para el servicio de dicho ramo en la isla de Puerto Rico, con la categoría de Oficiales segundos de Administración, sueldo de 600 pesos, el sobresueldo de 900, y con derecho, los que se nombren, al abono del pasaje á dicha isla por cuenta del Estado, á las que podrán aspirar los Ayudantes de Obras públicas de la Península, la Dirección general lo pone en conocimiento de los interesados para que los que deseen obtenerlas puedan solicitarlas del Ministro de Ultramar por conducto de aquel Centro directivo en el plazo de treinta días, á contar de la inserción de este anuncio en la *Gaceta de Madrid*.—(*Gac.* 11 de Septiembre de 1896.)

### SECCIÓN DOCTRINAL

#### EL NUEVO ALUMBRADO ELÉCTRICO DE SAN SEBASTIÁN (1)

Sirve de punto de enlace del artículo anterior con el presente, el que se refiere al sistema de transmisión de la electricidad. Apuntóse ya que el sistema adoptado era el trifilar; tócame ahora mostrar sus ventajas.

Es el sistema trifilar resultado de la yuxtaposición de dos bifilares, de tal manera, que los mismos servicios que se prestan con los dos sistemas bifilares independientes que exigen el concurso de cuatro hilos, realízanse con ventaja en el sistema trifilar, que no exige más que tres hilos de las mismas secciones que las de los empleados en cada uno de los sistemas bifilares.

Esto se realiza uniendo en tensión las dinamos de los dos sistemas bifilares. El nuevo circuito está for-

(1) Véanse los números S.º y 10

mado por los dos conductores que salen respectivamente de los polos positivo y negativo libres y de un tercer hilo, que parte del punto de unión de las dos dinamos.

Compréndese fácilmente, explicada la anterior disposición, que los dos grupos correspondientes á los sistemas bifilares funcionan con absoluta independencia, puesto que si uno de ellos cesase de producir energía, el otro se encontraría en igualdad de condiciones que si funcionase aisladamente. Si la energía producida por uno de los grupos es igual á la del otro y ambos grupos funcionan, el hilo central no recibirá electricidad ninguna y el circuito estará formado por los dos hilos exteriores; al contrario, si uno de los grupos tiene más energía que el otro, el hilo central será recorrido por una intensidad que será proporcional á la diferencia de energía entre uno y otro grupo. En la práctica es preciso evitar esta circunstancia, que trasciende al orden económico.

Como se ve al primer golpe de vista, este sistema trifilar permite realizar una economía de un 25 por 100 en el peso del cobre que hubiera sido empleado en dos sistemas bifilares. Pero hay más; la pérdida de energía producida en el sistema trifilar es, á igualdad de distancia, mitad de la que se origina en los dos sistemas bifilares. En efecto, la pérdida de energía depende del cuadrado de la intensidad y de la resistencia del circuito, y como el primer término es igual en el sistema trifilar que en los dos bifilares, puesto que el hecho de acoplar en tensión dos dinamos de la misma intensidad tan solo duplica la tensión, siendo la intensidad la misma que en cada una de las dinamos antes del acoplamiento; y el segundo término es, en los dos sistemas bifilares, doble del correspondiente del sistema trifilar, puesto que el circuito es doble, la pérdida de energía será en el sistema trifilar, de acuerdo con lo que se ha apuntado más arriba, la mitad que en los dos sistemas bifilares á igualdad de distancia; y que por consiguiente, á igualdad de pérdida de energía, el sistema trifilar puede servir una extensión doble de la de los dos sistemas bifilares correspondientes.

La línea aérea tiene una longitud de unos 6 kilómetros, y está sostenida por aisladores de porcelana, colocados en postes distantes entre sí 50 metros. Todos los postes presentan en sus pies unas defensas de espino de alambre que impidan el fácil acceso de la gente á ellos, evitándose de este modo que una contingencia desgraciada producida por algún pequeño defecto de aislamiento, ocasionase alguna víctima; y además los situados en el monte están defendidos por para-rayos. Antes de llegar al casco de la población, la línea se transforma de aérea en subterránea. El sistema adoptado para los cables subterráneos es curioso, puesto que éstos no tienen más capas protectoras que caucho y cáñamo, y están directamente enterrados en el suelo. Conocido era ya este sistema de colocación inmediata en el suelo, y así, por ejemplo, la casa Siemens y Halske fabrica

cables cuyas capas protectoras están formadas de papel impregnado de una composición aisladora, de un tubo de plomo recubierto á su vez de una capa de cáñamo impregnado y protegida por una armadura formada de dos trozos de cilindro de hierro, que se recubren en sus bordes, y finalmente, de una última capa aisladora que protege al hierro contra la oxidación. Bien se ve la gran diferencia que existe en cuanto á las precauciones que para su aislamiento se han adoptado, entre unos y otros tipos de cables; sin embargo, la práctica, que es la gran maestra en todas estas cuestiones, parece que ha sancionado ya el sistema de cables adoptado, por lo cual no debemos oponer razón alguna contra su adopción. Otra circunstancia, aparte de la general anteriormente indicada, pudiera influir además en el buen éxito de dicho sistema en San Sebastián. Es ésta, la gran permeabilidad de su subsuelo, con lo cual la acción del agua sobre las capas aisladoras ha de ser muy poco intensa.

A unos 0,30 metros por debajo del nivel del suelo y abarcando toda la superficie ocupada por los cables, se extiende una fuerte tela metálica, que sirve para recibir los primeros golpes de pico en caso de apertura de trincheras; indicando así la existencia debajo de la tela metálica de los cables, y obligando á los operarios encargados de la apertura de la trinchera á adoptar las oportunas precauciones.

La sección de los alambres es de 9 mm<sup>2</sup> y el potencial de 500 volts; y como según hemos visto en el artículo anterior, la energía disponible en los polos en épocas normales es de 85500 watts, la intensidad correspondiente á la tensión antedicha será de 17 amperes.

Este dato ha de ser uno de los elementos que nos han de servir para calcular la pérdida de energía ocasionada en la línea.

Pero antes de verificar este cálculo, hemos de hacer algunas consideraciones sobre ciertas circunstancias que influyen, en el caso de las corrientes alternativas, en el aprovechamiento de la energía eléctrica.

Un conductor recorrido por corrientes alternativas, desarrolla alrededor de él, según las leyes de la inducción, un campo magnético variable, que puede crear en los conductores próximos y en las armaduras protectoras, corrientes inducidas, las cuales se forman siempre á expensas de la energía total.

Combátese este inconveniente, aproximando lo más posible los dos conductores que componen el circuito, puesto que las corrientes próximas de sentidos opuestos tienden á producir efectos contrarios en las masas sujetas á su influencia, y se lo anula completamente usando dos conductores concéntricos; porque en este caso, cada uno de los conductores desarrolla en el interior del sistema el mismo campo magnético que si estuviese concentrado en el eje común; es decir, que los campos exteriores, por ser de signos contrarios, se neutralizan, y que el campo magnético está concentrado en el espacio

anular, comprendido entre los dos conductores.

Otra circunstancia que influye en el aprovechamiento de la energía, es la mayor resistencia que los conductores oponen á las corrientes alternativas que á las continuas. Cuando una corriente alternativa recorre un conductor, su densidad es mayor en la superficie que en el centro del conductor; y, por consiguiente, esto hace que la sección útil que haya de influir en la resistencia sea, á igualdad del diámetro del alambre, menor que en el caso de las corrientes continuas, y que por ende, la resistencia que oponga el alambre sea mayor. De esta tendencia de las corrientes alternativas á acumularse en la superficie exterior de los conductores, se deduce que la forma más racional de éstos sería aquella que aplicase la masa total del conductor á los puntos donde es mayor la densidad eléctrica, quitándola de aquellos otros donde sea nula; es decir, que la forma más racional sería la tubular, consecuencia que ya habíamos obtenido antes y á que ahora llegamos partiendo de principios diferentes.

M. Potier ha dado, teniendo en cuenta todas estas circunstancias, una fórmula que expresa la relación entre la resistencia  $R_a$  de un conductor á las corrientes alternativas de período  $T$ , y la de  $R_c$  del mismo conductor á las corrientes continuas. Dicha fórmula es la siguiente, siendo en ella  $l$  la longitud del conductor.

$$\frac{R_a}{R_c} = 1 + \frac{1}{12} \frac{l^2}{R_c^2} \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 - \frac{1}{180} \frac{l^4}{R_c^4} \left( \frac{2\pi}{T} \right)^4 + \dots$$

Esta fórmula da un aumento de resistencia de 2,5 por 100 para un hilo de 15 mm. de diámetro á la frecuencia de 80, y de un 8 por 100 á la frecuencia de 133. Teóricamente, la resistencia  $R_a$  calculada por la fórmula anterior, es la que habría que multiplicar en el caso de las corrientes alternativas, por el cuadrado de la intensidad eficaz, para obtener la pérdida de energía ocasionada en el conductor por el efecto Joule; pero en la práctica, cuando se trata de diámetros de pocos milímetros, se toma como valor de la resistencia el de la que opone el conductor á las corrientes continuas, sin que esta sustitución traiga aparejado error sensible, según podría verse en la fórmula anterior, poniendo en vez de  $R_c$  su valor  $\rho \frac{4l}{\pi d^2}$ .

Pasemos ya á determinar la energía perdida en el trayecto que media entre el punto de obtención de la electricidad y el en que empieza á distribuirse por la red urbana, no pudiendo extender nuestros cálculos á toda la línea por faltarnos una porción de detalles que serían precisos para ello, y además, porque más bien que pretender hacer un estudio acabado de la instalación eléctrica, nos hemos propuesto tan solo dar una idea general de ella.

La pérdida de energía debida al efecto Joule, está representada, según se sabe, por la expresión  $RI^2$ .

Determinemos los valores que en el caso presente tiene cada uno de los términos de la citada expresión. Ya hemos visto que el valor de  $I$  era 17 amperes, de modo que el valor de su cuadrado será de 289. El valor de  $R$  para la sección de 9 mm<sup>2</sup> y km. de longitud es de 1,70 ohms; de modo que para los 12 kilómetros (6 de ida y 6 de vuelta) la resistencia será de 20,4 ohms, y en total la pérdida de energía será de 5.780 watts, que viene á ser el 7 por 100 de la energía disponible en los polos de las dinamos. La pérdida de tensión entre los mismos puntos vendrá representada por la expresión  $RI$ , es decir, que será igual á 340 volts.

La distribución de la energía á los particulares se hace por medio de transformadores en derivación sobre la línea. Como ésta es trifilar, los transformadores se enlazan alternativamente con uno y otro circuito y se procura que la energía que exija cada uno de los grupos, sea igual á la del otro. Cada transformador sirve el grupo de abonados que habita una manzana. La disposición de las manzanas ha sido aprovechada para resolver económicamente el problema del abastecimiento de la electricidad á los abonados. Del transformador situado en cada una de ellas arranca el circuito secundario, el cual penetra en el patio central de grandes dimensiones que tiene la manzana y se extiende por todo él, apoyándose en aisladores sujetos á las fachadas interiores de las casas. Evitase, por consiguiente, con esta disposición, la apertura de una zanja á todo lo largo de las fachadas exteriores de la manzana, zanja que estaría destinada á recibir el circuito secundario en el caso de que no se hubiera aceptado la disposición anteriormente mencionada. Tampoco hay que ocultar que la disposición adoptada en San Sebastián exige la concesión graciosa por parte de los dueños de las fincas de ciertos derechos que en lo porvenir pudieran sufrir menoscabo, con daño desde el punto de vista económico de la sociedad explotadora de la instalación eléctrica. Los transformadores antes citados rebajan la tensión á 110 volts.

Esta es, á grandes rasgos, la nueva instalación de alumbrado eléctrico en San Sebastián, la cual, si bien en general no se aparta de los moldes para este género de instalaciones establecidos, sin embargo, en ciertos detalles, ofrece algunas condiciones especiales por las que nos ha parecido digna de ser estudiada y conocida.

JUAN VÍCTOR PRADERA.

## FERROCARRIL DE PAMPLONA Á IRUN (1)

### Descripción hidrográfica.

La divisoria que pasa por la montaña de Navarra separa las aguas del Mediterráneo y del Cantábrico, determinando las vertientes á las cuencas del Bidasoa y del Ebro.

(1) Véase el número 10.