

El tapón de la botella en la cual se desea recoger la muestra de agua, está atravesado por dos tubos: uno de ellos, de muy poca longitud, sirve para dar salida al aire; el otro, más largo, desciende hasta cerca del fondo de la botella, y se prolonga al exterior por un tubo de caucho, que lleva un pequeño peso, para poderle sumergir hasta la profundidad deseada.

Sumergiendo el tubo y la botella, el sifón se ceba, en virtud del principio de los vasos comunicantes, y el agua que entra en la botella es tomada de la profundidad, á la que ha descendido el tubo de caucho. Una vez cebado el sifón, se puede elevar la botella por encima del nivel del agua, si se quiere, continuándose, no obstante, la carga de aquélla.

Como mientras desciende el tubo de caucho hasta la profundidad de donde se quiere obtener la muestra, aguas de distintas profundidades penetrarían en la botella falseando el resultado del análisis, se toma la precaución de apretar con unas tenazas el tubo de caucho durante el descenso.

(Engineering News.)—O.

NOTA SOBRE LA INDUCCIÓN ELECTROSTÁTICA DE LA LÍNEA ÁEREA

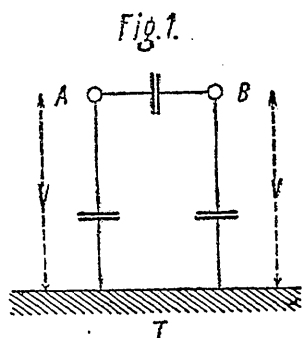
Desde que se instalaron líneas aéreas para el empleo de corrientes alternativas, se notaron efectos de inducción electromagnética en las líneas próximas, sobre todo en las destinadas al uso del teléfono; esta inducción ha sido perfectamente estudiada y hoy se conocen los medios, ya que no para impedir, al menos para atenuar suficientemente las perturbaciones producidas por esta causa.

Á medida que se han extendido las instalaciones de transporte de fuerza, han ido aumentando las distancias y, como consecuencia, el voltaje, que hoy llega á 50 y aun 60.000 voltios. Estos voltajes tan elevados dan lugar á efectos de inducción electrostática que producen perturbaciones en las líneas inmediatas, bastante graves para motivar la adopción de medios de aminorarlas.

El poco tiempo transcurrido desde que se comenzó á usar estos voltajes, es causa de que la inducción electrostática no se halle tan estudiada como la electromagnética, y esta es la razón de la presente nota.

Principiaremos por el caso más sencillo, ó sea el de dos hilos aislados, paralelos al suelo, que suponemos plano, y paralelos entre sí; uno de ellos se halla en comunicación con uno de los terminales de un alternador, que tiene el otro á tierra; suponemos constante el potencial eficaz y despreciamos la caída de potencial debida á la resistencia de la línea, es decir, que admitimos que el potencial es el mismo en el origen que en el final de la línea; á este hilo le llamaremos hilo inductor. El segundo hilo, al que designaremos por el nombre de hilo inducido, suponemos no tiene carga eléctrica alguna.

El hilo inductor, unido al alternador, tendrá con tierra una diferencia de potencial alternativa, que supondremos sinusoi-



dal; en virtud de la capacidad existente entre los hilos y entre éstos y tierra, se establecerán corrientes, constituyendo dos cir-

cuitos que van desde el hilo inductor á tierra, uno directamente, el A T, y el otro pasando por el inducido A B T (fig. 1.^a).

Este último circuito le podemos reemplazar por dos condensadores C y C_1 , en cascada, siempre que admitamos que la velocidad de transmisión de la onda eléctrica desde el alternador al final de la línea, sea muy grande con relación al periodo de la fuerza electromotriz alternativa, lo que es perfectamente admisible, para las frecuencias usadas en la práctica. Las capacidades C y C_1 , de estos condensadores, serán evidentemente las mismas que las existentes entre los dos hilos entre sí, y entre ellos y tierra.

Las corrientes debidas á la capacidad, serán iguales en los trozos A B y B T del circuito, y podemos escribir las siguientes relaciones: $I = 2\pi f C_1 (V - V') = 2\pi f C V'$, en las que V y V' son las diferencias de potencial entre los hilos A y B y tierra.

Hemos podido escribir esta relación para los valores eficaces V y V' , por estar en fase las dos diferencias de potencial.

$$\text{De la relación anterior se deduce } V' = V \frac{C_1}{C + C_1} \quad (1)$$

que nos expresa el valor eficaz de las diferencias de potencial que toma el inducido con relación á tierra.

Para deducir el voltaje producido por inducción de un hilo en otro aislado, nos bastará sustituir en la fórmula (1) C y C_1 , por sus valores. Estos los podemos calcular por las fórmulas que nos dan la capacidad de un conductor cilíndrico y un plano, y la de dos cilindros paralelos, que son respectivamente

$$C = \frac{l}{2 \log \frac{4H}{d}} \cdot \frac{1}{9 \cdot 10^9} \quad \text{y} \quad C_1 = \frac{l}{2 \log \frac{4D^2}{d d'}} \cdot \frac{1}{9 \cdot 10^9};$$

en las que la capacidad está en microfaradios y se designan por l la longitud, H la altura del hilo sobre tierra, d y d' los diámetros de los hilos, y D la separación de los mismos entre sí; todas estas dimensiones, en centímetros, y los logaritmos neperianos. La sustitución en la fórmula (1) nos da para valor del voltaje inducido en función del inductor

$$V' = \frac{V}{1 + \frac{\log \frac{4D^2}{d d'}}{\log \frac{4H}{d}}} \quad (V)$$

Esta fórmula nos dice, que á igualdad de las demás circunstancias, la inducción crece rápidamente, á medida que disminuye la separación de los hilos, y que aumenta cuando crece la capacidad entre hilos ó disminuye la capacidad del inducido á tierra.

En corroboración de la teoría, hemos hecho experimentos en las condiciones que se detallan: se colocaron dos hilos de cobre sostenidos por dos caballetes de madera, á una altura de 340 centímetros sobre el suelo; el hilo inductor estaba sujeto á aisladores de porcelana, iguales á los empleados con éxito en una línea de transporte á 12.000 voltios, y se fijaron en los caballetes, por medio de espigas de madera cuidadosamente parafinadas. El hilo se unía á un terminal de un transformador de 7 1/2 kilovatios, construido para soportar tensiones de 35.000 voltios; el otro terminal del transformador comunicaba con tierra. El voltaje se midió con un voltímetro electrostático Kelvin, modelo vertical, uno de cuyos terminales se hallaba á tierra.

El hilo inducido se apoyaba por medio de aisladores de porcelana, de doble campana, del tipo usado para 2 ó 3.000 voltios, y las espigas eran de hierro; el voltaje se determinó por medio de voltímetros electrostáticos Kelvin, del tipo horizontal, empleando en cada caso el modelo apropiado para el voltaje que se trataba de medir.

El inductor era de 3 milímetros de diámetro y para el inducido se usaron alambres de 1, 3 y 16 milímetros; en un experi-

mento se empleó para el inductor un diámetro de 16 mm., y para el inducido hilo de 3. En todos los casos, la longitud de cada hilo fué de 10 metros y su altura sobre el suelo de 340 centímetros. Las tensiones se hicieron variar entre 2.000 y 7.000 voltios, límites entre los que se podían efectuar las medidas con exactitud.

Se han hecho experimentos variando las distancias de separación de los hilos, desde 26,7 centímetros hasta 250, para cada una de las combinaciones distintas de hilos; á continuación se inserta un estado de los resultados obtenidos para hilos, ambos de 3 mm. de diámetro.

Distancia entre hilos Centímetros	VOLTAJE		$\frac{V'}{V}$	Distancia entre hilos. Centímetros	VOLTAJE		$\frac{V'}{V}$
	Inductor. V	Inducido. V'			Inductor. V	Inducido. V'	
26,7	3.900	525	Media. 0,1592	150	4.300	255	Media. 0,0592
	4.500	720			4.500	272	
	5.500	955			5.200	310	
	6.800	1.020			5.900	345	
	7.300	1.160			6.300	370	
	7.600	1.220			6.900	407	
51,6	2.200	260	0,1227	200	2.200	92	0,0394
	2.600	310			2.700	112	
	3.000	365			3.200	131	
	3.600	435			3.900	156	
	4.300	520			4.700	186	
	4.700	660			5.200	202	
	6.300	740			5.800	225	
	6.700	810			6.400	245	
100	3.000	250	0,084	250	2.700	88	0,0307
	3.700	302			3.100	99	
	4.300	350			3.450	109	
	5.200	425			4.000	126	
	5.900	478			4.900	151	
	6.300	518			5.900	177	
	6.700	625			6.400	191	
					6.900	206	

Debido á la pequeña capacidad de los hilos, por la corta longitud que se pudo emplear en los experimentos, ha sido imposible obtener corriente, no acusando movimiento alguno un voltímetro electromagnético para 180 voltios, y aun á voltajes próximos á 1.000 se podía tocar impunemente el hilo inducido sin experimentar sensación desagradable.

Colocado un teléfono entre el hilo inducido y tierra, se percibía perfectamente el sonido, que, débil para unos 200 voltios, aumentaba mucho de intensidad á medida que crecía el voltaje.

Como resumen de los experimentos, se pone á continuación un cuadro gráfico, en el que se representan los resultados obtenidos; como abscisas, se han tomado las separaciones de los hilos en centímetros, y como ordenadas, las relaciones entre los voltajes inducido é inductor, expresadas en milésimas; de modo que para obtener el voltaje inducido, basta multiplicar el inductor por el valor de la ordenada y dividir por 1.000.

Las tres curvas marcadas I, II y III, se refieren á diámetros de hilos inducidos de 1, 3 y 16 mm., siendo 3 el del inductor (figura 2).

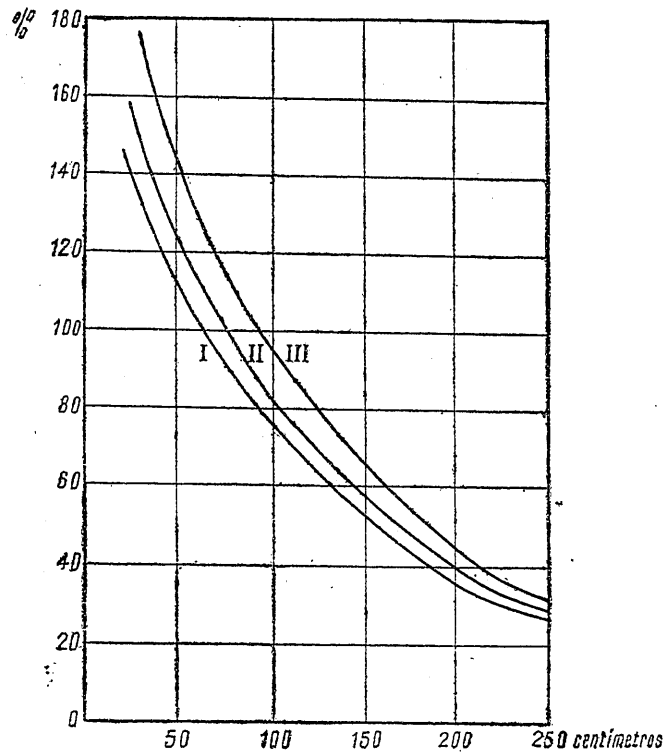
Estas curvas se ajustan en su forma á la que se deduce de la fórmula antes establecida, y demuestran la influencia de la capacidad entre hilos; en lo que se refiere al efecto de la capacidad con relación á tierra, no nos ha sido posible el hacer experimentos concluyentes, por no tener una línea suficientemente larga y no ser posible tampoco el determinar experimentalmente la capacidad por su pequeñez.

Desde luego sí podemos asegurar que los valores obtenidos para la inducción son mucho menores que los que aparecerán en una línea, debido á que la capacidad con relación á tierra es mucho mayor relativamente, en nuestros experimentos, en atención á la proximidad de los hilos á las paredes y techo, y á que la capacidad del electrómetro y de su hilo de conexión, lejos de

ser despreciable, es del mismo orden de magnitud que la de los hilos.

Conocidas las leyes de la inducción entre dos hilos, podemos

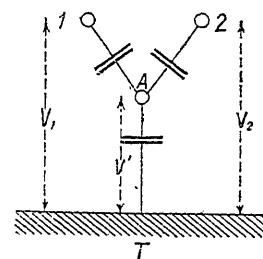
Fig. 2.



hacer aplicación de las mismas al estudio de líneas de más de un conductor.

Línea monofásica.—Supongamos hay una línea compuesta de dos conductores, 1 y 2, (fig. 3), en presencia de un hilo aislado A: los dos hilos 1 y 2 están puestos en comunicación con los terminales de un alternador, y tratamos de deducir los efectos de inducción producidos en el hilo A por los 1 y 2. Para el estudio de las corrientes de capacidad, reemplazaremos los conductores

Fig. 3.



por hilos sin capacidad y condensadores dispuestos como se indica en la figura: designaremos por v_1 , v_2 y v' , los potenciales de los hilos con relación á tierra.

Desde luego en el punto A concurren tres corrientes de capacidad i_1 , i_2 é i , y sabemos que entre ellas hay la relación $i = i_1 + i_2$. Los valores de estas corrientes, expresados en función de los valores eficaces de los potenciales son:

$$i_1 = 2 \pi f \sqrt{2} (V_1 - V') \sin 2 \pi f t;$$

$$i_2 = 2 \pi f \sqrt{2} (V_2 - V') \sin 2 \pi f t;$$

$$i = 2 \pi f \sqrt{2} V' \sin 2 \pi f t.$$

De las relaciones anteriores se deduce

$$V' = \frac{V_1 C_1 + C_2 V_2}{C + C_1 + C_2}$$

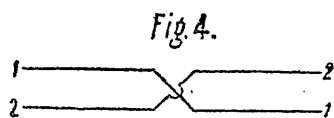
Para obtener el valor V' , es necesario conocer, no sólo los valores de C_1 , C_2 y C , sino también los de las diferencias de potencial entre tierra y los hilos de trabajo. Si suponemos que los

dos hilos están perfectamente aislados y el centro del inducido á tierra, los valores V y V_2 , serán iguales numéricamente á $\frac{V}{2}$ y de signos opuestos; de modo que sustituyendo estos valores en la fórmula, tendremos para el voltaje inducido en el hilo A :

$$V = \frac{V}{2} \frac{C_1 - C_2}{C + C_1 + C_2} \quad (3).$$

Si los valores de C_1 y C_2 son iguales, no habrá inducción electrostática en el hilo A y su voltaje á tierra será 0. Esto se puede conseguir colocando el hilo A á igual distancia de los 1 y 2, y de no ser esto posible ó conveniente, haciendo transposiciones en los hilos de la línea de trabajo, como se indica en la figura 4. Los trozos en que queda dividida la línea de trabajo por las transposiciones, deben ser, en número par y de igual longitud, al menos dos á dos. Este mismo sistema se emplea para evitar los efectos de las inducciones electro-magnéticas.

Aun cuando las capacidades de los hilos de trabajo con rela-



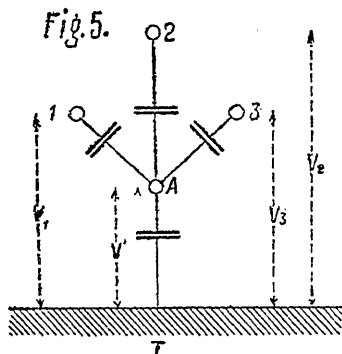
ción al aislado sean iguales, es preciso, para que la inducción sea nula, que los voltajes V_1 y V_2 sean iguales y de distinto signo, y esto requiere que las resistencias de aislamiento en los dos hilos de trabajo sean las mismas. Podría teóricamente deducirse el valor de la inducción, aun en el caso de ser diferentes dichas resistencias; pero no tiene aplicación práctica, y, caso de desear conocerle, es más sencillo y exacto medir el voltaje á tierra del hilo que el obtener las resistencias de los aislamientos. Hay un caso, sin embargo, muy interesante, que es aquel en que uno de los hilos de trabajo tiene una resistencia á tierra en su aislamiento, igual á 0, ó sea se halla á tierra, como puede ocurrir accidentalmente; en este caso la inducción en el hilo aislado es la máxima. Como el alternador imprime á los conductores una diferencia de potencial eficaz, siempre la misma V , si uno de los conductores tiene para voltaje á tierra 0, el otro adquirirá para su potencial absoluto el valor V , y por la fórmula (3)

$$V' = V \frac{C_1}{C + 2C_1}$$

Con ayuda, pues, de la fórmula anterior, podemos calcular la inducción producida por una línea monofásica sobre un hilo, al menos para los dos límites máximo y mínimo.

Línea trifásica.—En el caso de una línea trifásica podemos también reemplazar los conductores por otros desprovistos de capacidad y cuatro condensadores, como se indica en la figura 5.

En el punto A (hilo inducido) concurren cuatro corrientes,



pudiéndose escribir para sus valores instantáneos la siguiente relación $i = i_1 + i_2 + i_3$; cada una de estas corrientes se puede expresar por $i = 2\pi f C v$; $i_1 = 2\pi f C_1 (v_1 - v)$; $i_2 = 2\pi f C_2 (v_2 - v)$.

$i_3 = 2\pi f C_3 (v_3 - v)$, siendo v_1, v_2, v_3, v los valores instantáneos de las diferencias de potencial entre tierra y los hilos.

De las relaciones anteriores deducimos: $v' = \frac{C_1 v_1 + C_2 v_2 + C_3 v_3}{C + C_1 + C_2 + C_3}$

Si queremos escribir la relación entre los voltajes eficaces, tenemos que sustituir á la suma algébrica del numerador la geométrica, ó sea la resultante, puesto que los vectores difieren de fase. Si suponemos la línea equilibrada, la diferencia de fase entre cada dos vectores es de 120° , y sabemos que la resultante de tres vectores a, b y c , que tienen esta relación de fases, es

$$\sqrt{a^2 + b^2 + c^2 - (ab + ac + bc)}$$

de modo que podemos escribir

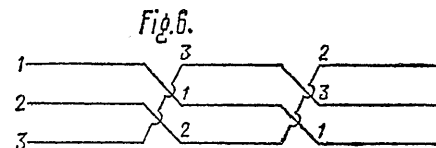
$$V' = \sqrt{\frac{C_1 V^2 + C_2 V^2 + C_3 V^2 - (C_1 V_1 C_2 V_2 + C_1 V_1 C_3 V_3 + C_2 V_2 C_3 V_3)}{C + C_1 + C_2 + C_3}}$$

Si admitimos que los aislamientos con relación á tierra de los hilos de trabajo son iguales, los valores de V_1, V_2 y V_3 son precisamente iguales á la tensión entre hilo y neutro, y llamando V la tensión entre hilos, podemos escribir la fórmula anterior del modo siguiente:

$$V' = \frac{V}{\sqrt{3}} \frac{\sqrt{C_1^2 + C_2^2 + C_3^2 - (C_1 C_2 + C_2 C_3 + C_3 C_1)}}{C + C_1 + C_2 + C_3}$$

Si el hilo inducido se halla equidistante de los de trabajo $C_1 = C_2 = C_3$ y el voltaje inducido es 0. Esta disposición se puede conseguir, ya colocando el hilo telefónico á igual distancia de los otros tres, ya haciendo en los hilos de trabajo inversiones, como se indica en la figura 6. Los trozos en que queda dividida la línea deben ser múltiples de tres y de una longitud igual cada tres.

Aun en este caso, si las resistencias de aislamiento á tierra no son iguales, sobre todo si un hilo se corta ó se pone acciden-



talmente á tierra, el voltaje inducido puede ser muy fuerte, y para deducirlo nos basta dar en la fórmula anterior el valor 0 á la capacidad del hilo cortado, en el numerador y denominador, ó solamente en el numerador si el hilo toma tierra; también en este caso, si el neutro está aislado, el potencial de los hilos que permanecen aislados aumentará y se hará igual al que hay entre hilos, siendo en este caso la fórmula

$$V' = V \frac{C_1}{C + 3C_1}$$

Hasta aquí hemos supuesto que la línea inducida se hallaba en toda su longitud sometida á la influencia de la línea de trabajo, como sucede en las líneas destinadas al servicio de las instalaciones eléctricas; pero si se trata de una línea telefónica, que sólo en una parte de su longitud se encuentra bajo dicha influencia, el voltaje calculado sería excesivo; para deducir el correspondiente hay que disminuir el calculado en la relación que hay entre la longitud influenciada y la total de la línea inducida. Así, por ejemplo, si se trata de una línea telefónica de 20 kilómetros entre dos estaciones, y que está próxima á una línea de transmisión en un espacio de 2 kilómetros, yendo muy separada en el resto, el voltaje será $2/20$, ó sea un décimo del calculado por las fórmulas indicadas, en las que las capacidades se suponen todas para la misma unidad de longitud.

Para terminar esta nota, damos á continuación la traducción

de trozos de dos Memorias, presentadas en el Congreso internacional de San Luis en 1904; en ellos se encuentran noticias acerca de la importancia de los efectos de inducción electrostática y se indican los medios empleados para corregirlos.

MM. Kelly y Bunker, en una Memoria titulada *Some difficulties in high-tension transmission*, dicen:

«Los hilos de trabajo de una línea, sea de circuito sencillo ó doble, deben ser transpuestos con referencia á los puntos de empalme y estaciones telefónicas.

»Se ha demostrado experimentalmente que las transposiciones no deben hacerse á distancias fijas, dando este sistema peor resultado que el indicado antes. Con dos circuitos, uno debe tener las transposiciones en dirección opuesta al otro, aunque hay una línea en la que funciona perfectamente el teléfono, á pesar de tener uno de los circuitos recto, sin transposiciones.

»Los experimentos practicados en una línea sin transposiciones, con los hilos del teléfono cinco pies más bajos que los de trabajo y transpuestos los hilos telefónicos cada cinco millas, han dado para el voltaje entre el teléfono y tierra, de 2.100 á 2.800 voltios, cuando la tensión de la línea era de 40.000. Con 30.000 voltios, el voltaje del teléfono á tierra se reducía en la misma relación.

»Dando á los hilos de trabajo dos tercios de rotación entre los puntos de empalme y las estaciones telefónicas, no se podía apreciar el voltaje, con un voltímetro Weston ó con uno calórico, para 150 voltios.

»El voltaje inducido era debido á la capacidad, y en ninguna de las pruebas se encontró voltaje inducido magnéticamente.

El gran número de accidentes fatales que han ocurrido en tiempos pasados, á consecuencia de estar colocado el circuito telefónico en los mismos postes y debajo de los hilos de trabajo, aconsejaría el establecimiento de líneas independientes, aun cuando el servicio no mejorara. El teléfono es más necesario en los momentos de averías, y estando en los mismos postes rara vez se puede utilizar. El voltaje inducido en el teléfono aun cuando la línea de trabajo tenga transposiciones, si hay un hilo á tierra ó cortado, es bastante grande para ser peligroso y para incendiar los objetos de madera adyacentes. La distancia entre los dos circuitos debe ser al menos de 6 pies, y mejor de 8. Al colocar los alambres del teléfono se les debe dar la misma flecha que á los de trabajo. Para líneas de 50 millas ó más, se debe emplear para el teléfono cobre ó aluminio en lugar de hierro.

»M. Hayward, en su Memoria titulada *Power Plants in Parallel*, dice: No es posible puedan trabajar en paralelo varias instalaciones, sin un servicio telefónico entre todas las centrales y subestaciones. El sistema telefónico debe establecerse y explotarse con tanto cuidado como las líneas de transmisión. Cada estación importante debe tener dos líneas de comunicación, porque cuando ocurre una avería, toda estación debe quedar parada hasta que se restablezca la comunicación.

»Es buena práctica establecer líneas separadas para el teléfono, pero no es indispensable, puesto que se puede tener un servicio perfecto con líneas de teléfono en los mismos postes, con ó sin el neutro á tierra, en la línea de trabajo, y las indicaciones del teléfono son preciosas, pues avisan las perturbaciones que pueden sobrevenir, permiten localizar las averías e indican las sobreelevaciones de tensión.

»Las condiciones necesarias para un buen servicio telefónico, son: buen aislamiento, tanto en la línea de trabajo, como en el teléfono; sólida construcción, tal que aun en las tempestades no se rompan los hilos; buena protección á los operadores contra los altos voltajes accidentales; y transposiciones tanto en la línea de trabajo como en la telefónica.

»Sin un aislamiento perfecto en las líneas de transmisión, es inútil una línea telefónica colocada en los mismos postes. Para la línea del teléfono, se consigue el mejor aislamiento usando aisladores de porcelana, de los proyectados para líneas de luz á 2.000 voltios. Todos los elementos de la instalación, tanto los colocados en el exterior como en el interior de los edificios, de-

den resistir sin perforarse la tensión de 2.000 voltios. Se deben desechar los enchufes y emplear interruptores de cuchillo, y éstos colocados de modo que las campanillas de aviso y el teléfono estén fuera de circuito, conectando el teléfono sólo en el momento de usarlo.

»Como protección de los aparatos y operadores en caso de cruce con las líneas de alta tensión, se ha visto resulta completamente eficaz colocar dos cilindros grandes de metal, paralelamente y dejando un pequeño intervalo, comunicando uno de ellos con tierra; este protector debe estar en una caja incombustible ó exteriormente al edificio.

»La solidez en las líneas se consigue muy bien con aisladores de porcelana y alambres de hierro núm. 8 (unos 4 mm.). No se debe usar cobre de menos dimensión que la del núm. 6 B & S. (4 mm.), que no resistiría los esfuerzos debidos á los malos tiempos; el hierro resiste muy bien.

»Se obtiene un buen servicio colocando los alambres del teléfono muy juntos y transponiéndolos una vez cada media milla. Con hilos de trabajo sin transposiciones hay una inducción considerable entre el teléfono y tierra. En una línea en el Utah á 28.000 voltios, el voltaje entre el teléfono y tierra debido á esta causa es de unos 1.000; pero, á pesar de esto, el servicio telefónico es perfecto aun en tiempo de lluvia. Por supuesto, cualquier tierra en el teléfono impide la transmisión, pero la transposición de la línea de trabajo suprimirá probablemente esta dificultad.»

JUAN ALONSO MILLÁN.

CONSTRUCCIÓN DEL FERROCARRIL DEL JUNGHAU

Acerca del estado de adelanto de las obras de esta línea, abierta á la circulación en Agosto último hasta la altitud de 3.161 metros; hallamos interesantes detalles en *La Revue Minéralurgique*.

En el mes de Agosto de 1899 se abrió la primera estación en túnel, la de la garganta de Rothstock, situada en el kilómetro 2.380, y á una altitud de 2.530 metros, sin que hasta llegar á ella la perforación del túnel haya ofrecido nada de particular.

Para la ejecución del trozo siguiente, comprendido entre la estación citada y la de Eigerwand se ha abierto en la roca una cueva destinada á sala de máquinas, en la que se ha instalado el material necesario para las reparaciones y un transformador de 30 kilovatios destinado á asegurar el alumbrado eléctrico del subterráneo, y la fusión de la nieve que proporciona el agua necesaria para el funcionamiento de las perforadoras. Para el servicio de éstas se han montado tres dinamos Thomson-Houston, capaces de poner en acción una 6, otra 4 y la tercera 2 perforadoras á la vez; todas son movidas por motores trifásicos que se alimentan de la canalización de toma de corriente. Las perforadoras de percusión reciben la corriente impulsiva con la tensión de 120 voltios, dan 380 choques por minuto y absorben 5 caballos por máquina; su peso aproximado es de 75 kilogramos. El ataque se lleva á cabo mediante cuatro máquinas montadas en dos columnas verticales, que practican taladros de 1,10 metros de profundidad media y 4 centímetros de diámetro.

En esta sección se simplificó y abrevió la perforación del túnel mediante la ayuda de tres galerías transversales de evacuación, que arrancando del túnel iban á desembocar en la ladera la montaña y en sitios en que se podían precipitar al exterior los productos arrancados por los explosivos. Las galerías citadas tenían una pendiente próxima al 87 por 100, y su suelo se revestía de fuertes planchas de palastro formando una canal por la que, por la sola acción de la gravedad, se vertían al pie de la montaña los escombros que descargaban los vagones en su boca interior.

Hasta tanto que no se llegó á abrir la primera galería late-