

Fué muy estimado por sus profesores y compañeros y por cuantos tuvieron el gusto de tratarle siempre.

¡Descanse en paz tan sabio Ingeniero, como llorado é inolvidable amigo!

JULIO FERNÁNDEZ VARO,
Corresponsal
de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS en Álava y Vizcaya.

Bilbao 23 de Noviembre de 1918.

La REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS interpreta el sentimiento de los Ingenieros de Caminos, asociándose á estas manifestaciones de profundo sentimiento por la muerte de tan distinguido compañero, y envía á su apreciable familia su más sincero pésame.

INFLUENCIA DE LAS LÍNEAS MONOFÁSICAS DE TRACCIÓN SOBRE LAS LÍNEAS DE DÉBIL CORRIENTE

El empleo de la tracción eléctrica por corriente monofásica produce perturbaciones considerables en las líneas de débil corriente que, como las de telégrafos y teléfonos, están situadas en casi todos los casos paralelamente á la vía y á muy corta distancia de ella. Las líneas de conducción de energía á alta tensión ocasionan también inducciones sobre las líneas de débil corriente próximas; mas por tratarse en este caso generalmente de una sola inducción electrostática y no presentarse la circunstancia de retorno de la corriente por tierra, común á las comunicaciones telegráficas y á la tracción monofásica, ni la de paralelismo y proximidad en largo trayecto no ofrecen estas posibles perturbaciones en las líneas de débil corriente la misma importancia é interés que las que en ellas producen las líneas de tracción monofásica. Únicamente de estas últimas nos ocupamos á continuación.

Naturaleza y causa de las perturbaciones.

Se producen en mayor grado estas perturbaciones en las líneas de un solo hilo, es decir, cuando el circuito se cierra por la tierra. Tal es el caso de las líneas telegráficas y la mayor parte de las señales y accionamiento de aparatos á distancia.

Se observa que los aparatos telegráficos receptores correspondientes á líneas sujetas á influencia de las de tracción funcionan espontáneamente, con vibraciones, durante la marcha de las locomotoras eléctricas, llegando en algunos casos á resultar la recepción imposible. Otras veces, siendo posible la comunicación telegráfica, se producen llamadas involuntarias y repetidas. Se observa igualmente que cesan las perturbaciones cuando las locomotoras se detienen.

Las líneas que reciben más influencia son las paralelas á las de tracción y á corta distancia de ellas. En las que son perpendiculares á la vía apenas se ejerce perturbación.

Las perturbaciones en las líneas explotadas con aparatos Hughes ó Baudot son mucho menos sensibles que las explotadas con Morse, lo que se explica, según la teoría de las perturbaciones, por presentar los circuitos correspondientes á aparatos Hughes y Baudot más impedancia que los de Morse.

En las líneas de doble hilo, que es el caso de los teléfonos, las perturbaciones no presentan ni la importancia ni la permanencia que en las líneas telegráficas.

Pueden ser causa de las perturbaciones la *inducción electromagnética* y la *inducción electrostática*, y en circunstancias especiales la *diferencia de potencial entre tierra* y las *derivaciones de tierra*.

La *inducción electromagnética* basta para explicar las perturbaciones que se producen en las líneas telegráficas próximas y paralelas á las de tracción monofásica. Es esta inducción la que mayormente las produce, y á evitar su efecto se tiende con las disposiciones hoy empleadas, de las que más adelante se hablará.

La *influencia electrostática* en las perturbaciones es apenas considerable. Los fenómenos electrostáticos pueden, por otra parte, ocasionar influencias sobre las líneas de débil corriente, que den lugar hasta accidentes personales, cuando es crecida la tensión de las líneas conductoras de energía. Se sabe, en efecto, que los conductores de alta tensión crean á su alrededor un campo eléctrico, y los hilos colocados en este campo alcanzan un potencial más ó menos elevado. Para los hilos situados en el campo de un conductor de corriente monofásica para tracción, este potencial es proporcional á la tensión sobre el hilo de contacto y al logaritmo de la relación de las distancias del hilo influenciado á los conductores del circuito de energía. La tensión sobre el hilo influenciado es independiente de la intensidad y de la frecuencia de la corriente del circuito de alta tensión; no influye, pues, que las locomotoras circulen o no. Esta acción electrostática, en suma, que acabamos de decir influye sobre las líneas de débil corriente, no es causa apenas de las perturbaciones en el funcionamiento de los circuitos telegráficos y telefónicos, de los que nos ocupamos especialmente en este artículo.

La *diferencia de potencial entre tierra*, creada por el retorno de la corriente de tracción por los carriles, puede también ejercer influencia en algunos casos sobre las líneas de un solo hilo. En los carriles de retorno de corriente, en considerable longitud se producen caídas de tensión que crean en la tierra diferencias de potencial que pueden afectar á las líneas de un solo hilo que toman tierra en las proximidades de la vía férrea.

Por último, las *derivaciones* debidas á mal aislamiento de las líneas intervienen también en las perturbaciones de que tratamos.

Medios de evitar las perturbaciones.

Se pueden clasificar en dos grupos: uno comprende los procedimientos, que consisten en operar sobre las causas perturbadoras, es decir, sobre los generadores de corriente y sobre el sistema de distribución de energía, y otro comprende los procedimientos que tienen por objeto evitar el efecto que se puede producir sobre las instalaciones de débil corriente, disponiendo éstas convenientemente.

Disposiciones para suprimir las causas perturbadoras.—No haciendo más que alusión á las disposiciones que pueden tomarse respecto á modificar la intensidad y la tensión de la corriente para corregir las inducciones electromagnéticas y electrostáticas, y á modificación de la frecuencia, pasaremos á hablar de un procedimiento empleado con éxito para evitar las perturbaciones de origen electromagnético que, como se ha dicho, son las verdaderamente perjudiciales y de mayor efecto. Consiste en el empleo de transformadores de intensidad, llamados *transformadores-absorbedores* (1), colocados sobre la línea monofásica de tracción.

La teoría elemental de estos transformadores es como sigue:

En la tracción monofásica el retorno de la corriente se efectúa por los carriles y por tierra, en forma variable. Para la co-

(1) Traducción literal de las palabras francesas *transformateurs-suceurs*.

riente que vuelve por tierra se puede considerar que el retorno se efectúa por un conductor ficticio situado á cierta profundidad.

Ahora bien, la fuerza electromotriz inducida por un circuito de tracción monofásica sobre un circuito de un solo hilo, esto es, que se cierra por tierra, se puede calcular por una fórmula general, que es:

$$f. e. m. = 4,6 \times 10^{-4} \left[K \log \frac{r_2}{r_1} + (1 - K) \log \frac{r_2 + d}{r_1} \right] L \omega I,$$

en la cual

K representa la porción de corriente de tracción que vuelve por los carriles.

d la distancia de la superficie del suelo al conductor ficticio de retorno.

L la longitud de paralelismo de las líneas de tracción y telegráfica.

I la intensidad de la corriente de tracción.

r_1 la distancia del hilo teleográfico al hilo de *trolley*.

r_2 la distancia del hilo teleográfico á los carriles.

A la vista de esta fórmula se deduce que la fuerza electromotriz inducida disminuye disminuyendo la distancia de los conductores de ida y vuelta de la corriente, y procurando que el retorno de la

la fuerza electromotriz creada, y la entre A y B la caída de tensión debida á la resistencia de los carriles.

Se aumentará el efecto de estos transformadores si el retorno de la corriente, en lugar de por los carriles se hace por un conductor colocado al lado del hilo de *trolley*, en el cual se intercalará el arrollamiento del transformador que en el sistema anterior se intercalaba en los carriles. El funcionamiento del transformador absorbedor será análogo al indicado para el retorno de la corriente por el carril.

Disposiciones en las instalaciones de débil corriente para evitar las perturbaciones.—Pueden protegerse las líneas y los aparatos.

La protección de las líneas de un solo hilo se reduce á una de estas soluciones: Separarlas de la acción de las corrientes de tracción desplazándolas á cierta distancia; hacer las líneas subterráneas; poner un hilo de retorno de la corriente; emplear dispositivos compensadores destinados á producir sobre las líneas telegráficas fuerzas electromotrices iguales y contrarias á las perturbadoras.

La separación de las líneas de débil corriente de las de tracción es onerosa y no siempre posible, sobre todo en las vías férreas de montaña. Por otra parte, se pierde en el desplazamiento de las líneas de débil corriente la ventaja que su marcha por el

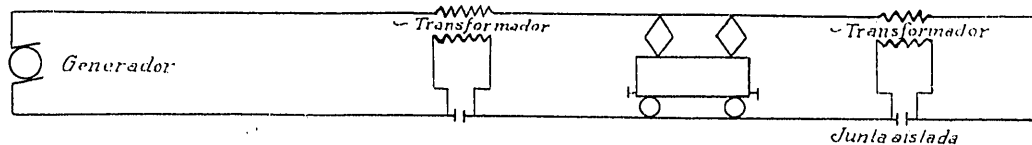


Fig. 1.ª

corriente se efectúe sólo por los carriles. Teniendo un límite la disminución de la distancia del hilo de toma de corriente á los carriles, las disposiciones que deben adoptarse para disminuir aquella fuerza electromotriz son las relativas á que el retorno de la corriente de tracción se efectúe en la mayor cantidad posible por los carriles.

Con el objeto de favorecer este retorno de la corriente por los carriles se hace uso de conexiones eléctricas entre ellos, embriando cuidadosamente las uniones, y se puede también reforzar la conductibilidad con conductor de retorno, unido á los carriles, pero con cualquiera de estos sistemas se ha visto que no se mejora la conductibilidad lo suficiente para impedir que una buena parte de la corriente vaya por tierra.

Para conseguir más eficazmente el retorno máximo por los carriles se emplean transformadores de intensidad, montados sobre la línea, de modo que uno de los arrollamientos se intercale en el hilo de toma de corriente y el otro en los carriles, según indica la figura 1.ª

Estos son los transformadores llamados absorbedores, porque su objeto es absorber, llevar á los carriles toda la corriente de retorno.

En la figura 2.ª se da un esquema de la instalación de un transformador absorbedor. Para que la corriente de tracción vuelva toda por los carriles, es necesario que la resistencia de éstos sea nula, y esto se obtiene creando una fuerza electromotriz igual y de signo contrario á la caída de tensión de la corriente de retorno por los carriles entre el generador y la locomotora. Esta fuerza electromotriz se crea por el transformador. Por efecto de éste quedarán al mismo potencial los puntos A y D , y la corriente no pasará por el conductor ficticio $A'D$, sino que circulará por los carriles, á consecuencia de la diferencia de tensión entre B y C y entre A y B . La diferencia de tensión entre B y C la producirá

camino de la vía ó sitio próximo ofrece para su construcción, vigilancia y entretenimiento.

Es más oneroso aún, pero eficaz, hacer subterráneas las líneas de débil corriente. Hay, además, en esto una limitación por la distancia, pues siendo ésta grande resulta la comunicación telegráfica difícil con las líneas subterráneas.

Es igualmente costoso el aumentar un hilo para las líneas telegráficas, lo cual además las sobrecarga. Debe tenerse en cuenta

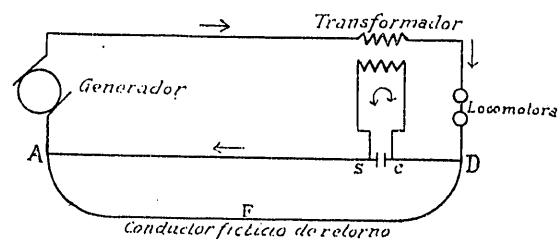


Fig. 2.ª

en este caso que puede haber peligro para el personal del manejo de aparatos, porque estando la línea aislada de tierra quedan expuestos á los efectos electrostáticos.

Como dispositivos compensadores se han empleado conductores auxiliares de retorno, de que se habló en el párrafo precedente, combinados en algún caso con transformadores que tienen su primario intercalado en el hilo de retorno y el secundario en el hilo teleográfico que se trata de proteger.

En las líneas de doble hilo la protección se reduce á asegurar un buen aislamiento y procurar la autoinducción, haciendo bastantes cruzamientos.

Aun con los procedimientos de protección de líneas que acaban de ser indicados es difícil impedir que las corrientes perturbadoras circulen por las líneas de débil corriente, y por ello es

preciso muchas veces tomar precauciones para sustraer los aparatos á las influencias perjudiciales. Se ha empleado á este efecto en los receptores telegráficos un dispositivo de conductor, con una capacidad que obliga á la corriente alterna perturbadora á que se bifurque y derive hacia esa capacidad, dejando sólo paso al receptor á la corriente telegráfica, que es continua. Este dispositivo presenta, sin embargo, ciertas dificultades para su aplicación práctica.

Igualmente se emplean transformadores especiales para proteger los puestos telefónicos, así como bobinas de descarga para poner á cubierto las instalaciones de las tensiones peligrosas.

FRANCISCO WAIS SAN MARTÍN,
Ingeniero de Caminos.

La formación del Ingeniero electricista en los Estados Unidos.

por

ETIENNE FLAGEY

(CONCLUSIÓN) (1)

Opinión del Dr. Hadley (2).

«Cuando todos los asuntos de la nación estén dirigidos por el sentido común es cuando realmente haremos progresos.

Desde el punto de vista industrial, los negocios se presentan actualmente muy complejos, y precisamente esta complejidad es la que crea las funciones del Ingeniero. Éste debe poseer una sólida instrucción científica, pero también diré que, casi sobre todo, debe conocer la economía política y el derecho. Cuando haya recibido una educación en esta forma, *entonces únicamente* es cuando podrá ocupar en el mundo de los negocios el puesto distinguido y altamente apreciado que le corresponde por derecho.»

Opinión del Sr. L.-B. Stillwell (3).

«En la educación del alumno de Ingeniero, ó más bien del que termina sus estudios, es preciso hacer una distinción entre la nota del alumno y su valer, como más adelante entre su *reputación* y su *carácter*.

La nota y la reputación son la exteriorización del individuo, el valer y el carácter son el individuo en sí mismo.

Existe una diferencia, que no debia haber, entre el valor nominal y el valer intrínseco de un joven, la falta incumbe al observador.

Esto es cierto en general, pero cuanto más reposan los conocimientos de un hombre sobre las ciencias exactas, más su valer intrínseco es sensiblemente igual á su valor nominal. No hablamos, naturalmente, más que desde el punto de vista estrictamente profesional.

Las matemáticas constituyen el pensamiento recto, el razonamiento y el juicio sanos, y es por lo que declaro que el alumno no las estudiará nunca lo bastante. Los grandes problemas industriales y económicos no se resolverán más que por hombres que vean claro.

Por consiguiente, la enseñanza de las matemáticas será necesaria antes que todo á aquel que tenga que pensar; es la luz del cerebro. Los grandes literatos, los maestros del pensamiento antiguo ó contemporáneo han sido ó son matemáticos y su estilo breve, claro y conciso no deja duda alguna respecto á este particular.

Por el contrario, la enseñanza exagerada de las matemáticas prepara el hombre de laboratorio y éste no vive más que parcialmente sin poder esperarse que más adelante pueda nunca llegar á convertirse en un hombre eminente, porque muchas de las cualidades y funciones intelectuales que han desarrollado en él la ciencia abstracta quedan paralizadas, ó por lo menos fuera de toda actividad productiva.

El Dr. George Silvain, Presidente de la Sociedad de Ingenieros americanos, en la última reunión de esta asamblea dijo:

«La enseñanza que ha de darse á los futuros Ingenieros debe inspirarse en los factores siguientes: Tendencia del alumno, en otras palabras su vocación, grandes problemas industriales y sus relaciones con el progreso económico, reposando todo sobre una sólida base de matemáticas.»

El gran error de los Colegios y Universidades de América es el preparar la especialidad, la opción del aspirante á Ingeniero por una de las ramas de la electricidad aplicada á la industria. Partiendo de este principio, estas escuelas abandonan todo lo que no está inmediatamente relacionado con el sujeto de la tesis y en esta forma llegamos inevitablemente á formar Ingenieros sin «humanidades».

Ahora bien, se acerca la época, ó por lo menos así es de esperar, en que las Universidades americanas no concederán diplomas de Ingenieros más que á los alumnos que durante cuatro años hayan estudiado sus «humanidades», más dos años de instrucción técnica y práctica sobre el sujeto que hayan elegido.

No quiero decir con esto que sea necesario que un futuro Ingeniero conozca el griego, pero sí digo que una Universidad no debería entregar el diploma de Ingeniero electricista á un alumno que no hubiese estudiado y conocido la economía política, el razonamiento, los dilemas, los silogismos, todas las premisas del buen sentido y del sentido común que forman al hombre, á igual título que un cierto estudio técnico prepara al alumno á la especialidad que ha elegido.

En cuanto al título de Ingeniero electricista, concedido después de tal educación al alumno que ha aprobado su tesis con éxito, puede decirse que este diploma no tendrá más valor que el que podría tener una señal de límite que marque un nuevo período en la vida del joven. Ya no tiene más que aprender que su oficio de Ingeniero, su educación profesional puede decirse que no comienza hasta el día en que recibiendo su diploma deja la Universidad.

También es preciso añadir aún que, en contrario á lo que se acostumbra á aceptar en materia de enseñanza profesional y de estudios posteriores á los de la Universidad, el alumno de Ingenieros no debe estancarse en su especialidad, sino, por el contrario, tratar de adquirir una amplia práctica en todas las ramas de la industria eléctrica; además, deberá leer y estudiar las obras científicas que se publiquen, de modo que su actividad intelectual esté siempre en plena acción, por el mayor interés de la industria y en el suyo propio, tanto intelectual como material. En otros términos, la posición del Ingeniero electricista es un estudio profesional continuo que dura tanto como la vida, y por esta razón los programas universitarios no deben ser más que una enseñanza preparatoria para este estudio, y comprender principalmente las ciencias que forman, el carácter y la inteligencia del hombre.»

(1) Véase el número anterior.

(2) Presidente de la Universidad de Yale.

(3) Presidente de la Cámara de Ingenieros electricistas, Consejeros de Nueva York.