

cas son ondas luminosas, produciéndose varias simultáneas de distintos períodos (*).

Las moléculas de un cuerpo iluminado no son otra cosa que diminutos *resonadores* eléctricos de Hertz; hacen vibrar al éter al unísono de las ondas que reciben y estén en relación con las características especiales (capacidad, resistencia y autoinducción) de las moléculas; así en unas resonará solo la onda de 631 billones de vibraciones por segundo, ó sea el color azul; en otras el rojo, de 484 billones, etc.

Estos cuerpos iluminados ó focos secundarios, como son todos los objetos que nos rodean (y cuya imagen queremos transmitir) emiten también sus ondas á otros resonadores, pero ya especializadas en intensidad y color, y si sobre una pantalla blanca recibimos solo las de un objeto, como se realiza en la cámara oscura, no dejando superponer las de otros, entonces las moléculas (*resonadores*) de dicha pantalla al vibrar al unísono de las ondas recibidas, pintan la imagen. Igual sucede en la retina.

Entre un foco de luz y un objeto iluminado se establece un campo electro-magnético en que el flujo eléctrico es perpendicular á los rayos de luz, y el flujo magnético que siempre acompaña á aquél y cuyos efectos se suman, tiene la dirección de dichos rayos.

La vibración etérea que constituye la luz, con su dirección é intensidad, variación de ambas en el espacio y leyes que la rigen, es un caso particular de la vibración etérea electro-magnética.

Si en lugar de llegar rayos de luz al pequeño disco de que hablábamos en nuestro telefoto, llegasen rayos electro-magnéticos ¿podría resolverse el problema y enviar á la línea las tres corrientes ondulatorias correspondientes á tres ejes coordenados según indicamos?

Si puede resolverse para los rayos electro-magnéticos que sabemos producir, es indudable que la solución existirá también para su caso particular, los *luminosos*. El mérito estribará para pasar á éstos en saber reducir la escala.

(Se continuará.)

MANUEL MALUQUER.

Madrid 24 de Agosto de 1897.

REVISTA EXTRANJERA

Transmisión de la energía por la electricidad.

El Ingeniero M. William H. Preece, electricista que goza de gran reputación, leyó en un Congreso celebrado recientemente en la *Institution of Civil Engineers* una interesante comunicación, de la cual extractamos los párrafos que siguen:

La utilización de las fuerzas naturales es quizás el problema más interesante para el ingeniero. Implica necesariamente el transporte de la fuerza desde el lugar en que se produce á aquel en que puede ser empleada con utilidad.

El mérito relativo de los diversos sistemas de transmisión se determina científicamente por el rendimiento comparativo, es decir, por la relación del trabajo útil al producido en el manantial.

Hay tres sistemas eficaces de transmisión á grande distancia: la electricidad, el agua y el aire. ¿Cuál es la eficacia de cada uno de estos sistemas? Es decir, ¿cuál es, con cada uno de ellos, la pérdida entre el trabajo producido por el salto y el utilizado en el extremo de la transmisión? En estos diversos sistemas, la eficacia está limitada por la resistencia de los materiales, por el calor desarrollado, por diversas dificultades físicas, por los riesgos para el personal y el material, el gasto de establecimiento, el de la explotación, etc.

Lo especial de la electricidad y lo que principalmente origina su valor consiste en que la proporción perdida en la línea de transmisión puede ser conservada constante é independientemente de la distancia, pero el coste crece necesariamente con la longitud. Lo que se debe considerar es, por lo tanto, la capacidad de la línea y el capital necesario para su establecimiento.

Un conductor de cobre de una pulgada cuadrada (64 c²) de sección que transmite 1.000 amperes perderá por el calentamiento 1 kilowatt, ó sea 1,33 caballos por cada 20 yardas (36^m.60). Si solo transmite 500 amperes, la pérdida será la misma en un trayecto doble, 80 yardas, y si la intensidad se limita á 50 amperes, en 800 yardas (732 m.); tal es la ventaja de reducir la intensidad de la corriente. Esto depende enteramente de nosotros, porque el peso de cobre que forma el conductor, para la misma transmisión de potencia, varía en razón inversa del cuadrado de la tensión.

Con 1.000 volts, se transmitirán 1.000 kilowatts ó 1.340 caballos con un conductor de una pulgada cuadrada de sección á una distancia de 5,6 millas ó 8.816 metros, con una pérdida de 50 por 100 de la energía producida en el origen de la línea. Con una tensión diez veces mayor, 10.000 volts, se transmitirá la misma potencia por el mismo conductor á 27,5 millas, ó sea 44.275 metros, y con 20.000 volts á 110 millas, 177 kilómetros, reduciéndose la pérdida á 2,5 por 100. A distancias menores puede reducirse aún más la pérdida. Lo mismo que con el agua, la tensión está limitada por la resistencia de la materia y por los esfuerzos que se ejercen sobre ella. Actualmente, es difícil realizar un aislamiento suficiente con más de 20.000 volts. Si fuera práctico emplear tensiones superiores, se podría transmitir la fuerza por la electricidad á 200 millas (320 kms.) del manantial de potencia, llegando á luchar con el vapor. Pero con los límites de tensión admitidos hoy y el precio anual del carbón, el radio de acción económico no excede (en Inglaterra) de 40 millas ó 64 kilómetros.

El mismo razonamiento se aplica á la transmisión de la fuerza por el agua á presión; la distancia á que es posible transportar económicamente la fuerza depende del precio de la fuerza en el lugar en que se ha de emplear, es decir, casi exclusivamente del precio del carbón en aquel punto.

Egipto es el país por excelencia para la aplicación de las transmisiones eléctricas. Hay en el Nilo, en Merarvi y en Wady-Halfa, magníficas cataratas que representan cantidades enormes de energía completamente perdida. ¿No será posible llevar esta energía al Cairo ó á sus inmediaciones? Evidentemente, pero ¿á qué precio? Las condiciones en cuanto al precio del carbón son muy diferentes que en Inglaterra.

Hay ya actualmente muchos ejemplos de transmisión á distancia de las fuerzas naturales por medio de la electricidad. Hé aquí algunos:

(*) Ha venido á comprobar esto mismo un experimento reciente del Dr. P. Zeeman, de la Universidad de Amsterdam: las franjas del espectro luminoso de un metal incandescente se ensanchan cuando este se halla dentro de un campo magnético intenso.

LOCALIDADES	POTENCIA EN EL MANANTIAL		Distancia de transporte. Kilómetros.
	Caballos.	Kilowatts.	
Niagara.....	20.000	15.000	34
Sacramento.....	11.000	8.250	39
Ogden.....	11.000	8.250	58
Big Cottonwood.....	7.000	5.250	22,5
Corncord.....	5.000	3.750	64,5
Portland.....	4.600	3.500	19
Fresno.....	2.300	1.700	56
Quebec.....	2.200	1.650	38
San Francisco.....	1.000	750	19

En Italia hay un ejemplo notable de transmisión eléctrica de Tívoli á Roma, cuya distancia es de 29 kilómetros. Un volumen de agua de 220 metros cúbicos por minuto, con un salto de 49 metros, da una potencia bruta de 2.400 caballos y el rendimiento es próximamente de 50 por 100.

En Suiza, en Francia y en Alemania se encuentran ejemplos numerosos é interesantes de transmisiones eléctricas. En Inglaterra hay ejemplos de alumbrado eléctrico procedente de fuerzas hidráulicas, pero las distancias no son grandes.

Se ha propuesto emplear el carbón en la mina misma, para accionar motores térmicos que envíen la corriente eléctrica á Londres para utilizarla como fuerza motriz. Al menos en las condiciones actuales, es más ventajoso transportar el carbón. El gasto de combustible no es el único elemento en la producción de la corriente eléctrica; hay que tener en cuenta además, la vigilancia y el servicio de los motores, la conservación, el interés y amortización, que son factores no despreciables.

Si se supone que hay que transmitir 1.000 kilowatt-horas ó sea 3 millones de kilowatt-horas al año, cantidad que puede obtenerse fácilmente con un consumo de 5.000 toneladas de carbón, si el transporte del carbón á 100 millas, 161 kilómetros, cuesta 6,25 francos la tonelada, el gasto anual de transporte se elevará á 31.250 francos. Esta cifra representa solamente un poco más de un céntimo por unidad, y es ciertamente inferior al interés del capital de establecimiento de la línea eléctrica referido á la misma unidad.

En muchos de los ejemplos citados anteriormente, hubiera sido probablemente imposible transmitir la fuerza por otros medios que la electricidad; pero en otros casos, como por ejemplo, la tracción en las poblaciones, los ferrocarriles y los tranvías, las transmisiones en los talleres, barcos, minas, etc., la electricidad se encuentra en competencia con otros sistemas. Reivindica la superioridad sobre ellos en cuanto á la limpieza, la seguridad, la sencillez, la facilidad de su aplicación á toda clase de máquinas, la economía, etc.

Existen pocos datos respecto á la pérdida de las transmisiones mecánicas en los talleres. M. C. H. Benjamín, de Cleveland (Estados Unidos), ha realizado experimentos en 18 talleres de aquella ciudad; ha encontrado que las transmisiones absorbían de 50 á 80 por 100 del trabajo producido por el motor.

Para pequeñas potencias, en lo relativo á la comodidad, el caballo animado no tiene rival; como utilización de la conversión como combustible en energía, figura quizás en primer término, pero presenta las desventajas del gasto de los alimentos y la fragilidad del ser animado que hacen de él el motor menos eficaz desde el punto de vista comercial.

Los motores de gas del alumbrado y de petróleo son cómodos

para las pequeñas industrias, pero menos económicos que las máquinas de vapor, mientras que la electricidad, si puede obtenerse de una estación central á 0,15 francos el kilowatt-hora, es al mismo tiempo la solución más cómoda y más económica. No necesita caldera, no hay ningún riesgo ni peligro; no se paga más que lo que se emplea.

Es una solución inapreciable, no sólo para las pequeñas industrias, sino también para los usos domésticos: máquinas de coser, ventilación, bombas, ascensores, etc. Sin embargo, hasta ahora se emplea muy poco en Inglaterra. Los precios elevados, la indiferencia de las masas, cierta aprensión, etc., han restringido su uso; pero esta situación parece llamada á ser modificada rápidamente.

El rendimiento de las dinamos que transforman la energía en electricidad y el de las máquinas receptoras que vuelven á transformar la electricidad en trabajo, es superior al de todas las máquinas. Se encuentran hoy día de un modo corriente en el comercio, en muy buenas condiciones, dinamos que dan rendimientos de 0,94 á 0,96.

En suma, se puede decir que ya no hay dificultades prácticas para transmitir la energía á gran distancia por medio del agua, del aceite, del gas, del carbón, del aire y de la electricidad. El mérito relativo de estos diferentes medios depende de su rendimiento; pero su éxito desde el punto de vista económico, depende únicamente del precio del transporte. Hay casos en que cada uno de ellos presenta sobre los demás una superioridad indiscutible; hay otros en que la cuestión es dudosa y en los cuales para elegir acertadamente, hay que tener en cuenta consideraciones accesorias, tales como el espacio que ocupan, la conveniencia, la limpieza, la seguridad, la ausencia de ruido, etc.

Relación entre la resistencia á la tracción y la composición de los aceros usados en las construcciones.

La *American Society of Civil Engineers* ha publicado recientemente un estudio interesante de M. A. C. Cunningham sobre la relación que existe entre la composición química y la resistencia á la tracción de los aceros destinados á la construcción.

El mencionado artículo empieza enunciando la siguiente regla que permite deducir la resistencia del acero á la tracción conociendo su composición química:

Para hallar aproximadamente la resistencia á la tracción de un acero de construcción, súmese á una base de 40.000 libras 1.000 libras por cada 0,01 por 100 de carbono y 1.000 libras por cada 0,01 por 1.000 de fósforo, despreciando todos los demás elementos en los aceros normales.

Las divergencias radicales entre la resistencia efectiva y la calculada de este modo, es prueba de que se trata de aceros mezclados ó sometidos durante su fabricación á manipulaciones desusadas ó de que se han cometido errores en su análisis.

Los estudios más importantes sobre esta materia, son los que han llevado á cabo los Sres. Webster y Campbell, especialmente el último. Ha examinado 3.163 ejemplares en barras de condiciones perfectamente comparable, de igual tamaño y de composición conocida, distribuidas en 272 grupos, con arreglo á su composición química, y ha deducido el aumento de resistencia debido á los diversos elementos empleando el método de los mínimos cuadrados.

Las conclusiones de M. Campbell, que traducimos literalmente, son las siguientes: