

expresión en la cual cada subíndice, aplicado á la característica d , indica que solamente la variable por él indicada ha sufrido variación en la función quedando constantes todas las demás.

a) Sea, como la más sencilla de todas las funciones de varias variables: $F(q, r, s \dots) = q + r + s + \dots$. La inmediata aplicación de la fórmula (1) nos da

$$d(q + r + s + \dots) = dq + dr + ds + \dots \quad (2)$$

b) Analogamente la aplicación de la misma fórmula $q r$ nos conduce á

$$d(qr) = dq \cdot r + q \cdot dr \quad (3)$$

sin que en ella podamos permutar los factores que componen cada uno de los sumandos del segundo miembro.

En general:

$$d(q, r, s \dots) = dq \cdot r s \dots + q \cdot dr \cdot s \dots + q r \cdot ds + \dots \quad (4)$$

de manera que para diferenciar el producto de varios factores todos ellos cuaterniones, se puede seguir la misma regla que se da en el cálculo ordinario sobre escalares, con la única precaución de que cada diferencial de un factor, ha de conservar en el producto el mismo lugar que en él tenía el factor correspondiente.

c) Como producto notable podemos estudiar el, constantemente igual á la unidad, que sigue: $1 = q q^{-1}$. Diferenciándolo se obtiene:

$$0 = dq \cdot q^{-1} + q \cdot dq^{-1}$$

ó sea:

$$dq \cdot q^{-1} = -q \cdot dq^{-1}$$

y multiplicando á ambos miembros de la anterior igualdad por el multiplicador q^{-1} tendremos:

$$q^{-1} dq \cdot q^{-1} = -q^{-1} q \cdot dq^{-1} = -dq^{-1}$$

Sin multiplicar los ejemplos más, á fin de no entretener demasiado al lector, que puede buscar otros para adiestrarse en el manejo del método, pasaremos á estudiar una clase particular de funciones de suma importancia en este cálculo.

(Se continuará.)

EXPERIMENTOS DE TRACCIÓN ELÉCTRICA CON CORRIENTE ALTERNA A 15.000 VOLTIOS

Según el *Elektrotechnik und Maschinenbau*, la fábrica Oerlikon ejecuta desde Enero de 1935, con anuencia de la Dirección de los Caminos de hierro federales helvéticos, ensayos de tracción, en los cuales emplea corriente alterna monofásica á alta tensión. La corriente de régimen es producida por un grupo convertidor, formado por un motor sincrónico de corriente trifásica, que se encuentra unido á la red de distribución de la fábrica (230 voltios, 50 periodos), y que está acoplado á dos generatrices, cada una da 400 kilovatios. Una de estas generatrices produce corriente alterna á 750 voltios y 50 periodos, y la otra corriente, igualmente alterna, á 750 voltios y 15 periodos. Las dos generatrices se unen á transformadores que elevan la tensión á 15.000 voltios.

El servicio está asegurado por dos locomotoras: la primera, transforma en corriente continua la corriente alterna á 50 periodos, por medio de convertidores giratorios formados de un motor de inducción y de una generatriz de corriente continua. La corriente continua obtenida, alimenta los dos motores de la locomotora, cada una de una potencia de 220 caballos. El peso

de la locomotora es de 55 toneladas y lleva cuatro ejes motores, desarrollando una potencia de 400 caballos y marchando con una velocidad de 36 á 40 kilómetros por hora y 55 kilómetros como máximo (sin carga.) La segunda locomotora es de corriente alterna.

Lleva dos motores conmutadores monofásicos en serie de una potencia de 200 caballos cada uno y cuatro ejes motores. La corriente alterna á alta tensión y á 15 periodos, reduce su tensión de 15.000 á 750 voltios por medio de dos transformadores fijos. El peso de la locomotora es de 42 toneladas y desarrolla la misma velocidad y la misma potencia que la primera locomotora.

Para la canalización con trole de 3 mm. de diámetro, se han adoptado á título de ensayo tres modos de suspensión:

- 1.º Una suspensión rígida para las pequeñas velocidades.
- 2.º Una suspensión elástica por medio de correderas con resortes fijados á los aisladores.

- 3.º Una suspensión elástica por medio de dos hilos fiadores en acero, que se disponen de manera que formen un triángulo.

Los postes están enlazados metálicamente y la toma de corriente se obtiene por el trole llamado de percha y con eje de rotación móvil.

Los viajes de ensayo han sido efectuados con trenes cargados con 150 á 250 toneladas en la sección Seebach-Affoltern que mide 3 km. En ciento veinticinco días se han efectuado 1.746 trayectos y recorrido 5.206 km. lo que da 631.209 toneladas kilométricas brutas. Durante los ensayos se han producido en nueve casos pequeñas perturbaciones, de las cuales, ocho son imputables á la instalación, y una por una avería producida en un aislador.— O.

LA TRACCIÓN ELÉCTRICA EN EL SIMPLÓN

Los electrotécnicos suizos han estudiado con singular empeño el problema de aplicación de la energía eléctrica en la tracción del ferrocarril del túnel del Simplón, desde que se consideró que esta gran obra estaba en vías de ejecutarse. Este pensamiento, germen de meritorios trabajos y estudios de bastantes años, tropezaba con las juiciosas reservas de los Servicios de ferrocarriles, que, sin desconocer las ventajas de la tracción eléctrica en los túneles de gran longitud, no las creían tan decisivas que autorizaran á ensayar este nuevo sistema en una línea internacional de la importancia de la del Simplón.

Tan natural resistencia ha ido cediendo poco á poco por diversas causas, entre las que merecen citarse las dificultades imprevistas surgidas en la ventilación del subterráneo con la tracción de vapor y los ensayos en gran escala últimamente realizados, que tienden á demostrar que la electricidad puede emplearse sin temor alguno como motor, aun en vías férreas de primera importancia, y como á la vez la casa suiza Mrs. Brown, Boveri y C.^{ta}, de Baden, se ofreció á tener dispuesto todo el material eléctrico para la fecha de la apertura del túnel y á poner dicho equipo á disposición de los ferrocarriles federales, con el fin de hacer una seria comparación entre los sistemas de tracción térmica y eléctrica, en un caso tan apropiado para hacer resaltar las ventajas de la última, se comprende que dicha oferta fuese aceptada y planteado el problema de electrificación del ferrocarril del túnel.

Sin embargo, el poco tiempo que quedaba al adoptarse aquella resolución á fines del año pasado, para la inauguración de la línea, fijada para principios de este verano, ha motivado que la proposición no haya podido estudiarse detenidamente y modificar ciertas disposiciones técnicas proyectadas que en condiciones de mayor libertad se hubiesen seguramente conservado.

No habiendo tiempo material para construir locomotoras enteramente nuevas, ha sido preciso aprovechar el material disponible, aceptando dos locomotoras trifásicas, de 900 á 1.000 ca-