

Ingeniero de Caminos D. Jaime Font, secundado eficazmente por nuestro compañero D. Pedro Soto, que continuó al frente de los trabajos de este ferrocarril hasta su completa terminación y recepción por la Compañía del Mediodía.

Esta estación es de modelo especial. Por su particular situación, tuvo que desarrollar á lo largo de la carretera sus servicios, que en las otras estaciones de la línea están más reconcentrados á fin de facilitar las maniobras. Ninguna aguja, á no ser las dos extremas, se coge de punta. En cuanto á su disposición, el trazado de las vías comprende la general, una segunda vía ó apartadero; á la izquierda del edificio de viajeros los servicios de mercancías empalmando sus dos vías con el apartadero. Del otro lado del andén de la vía general, y arrancando de ésta, está la vía para mercancías.

Tanto el edificio magnífico de Huelva como el más sencillo de las estaciones de último orden de esta línea, están concebidos partiendo de una base ó elemento común, constituido por uno de los vanos de planta baja con sus machos ó entrepaños adyacentes; esta idea permite el desarrollo ulterior de las construcciones, aprovechando lo edificado en un principio.

No entramos en la descripción del edificio por representarse solo en nuestro grabado la vista general de dicha estación.

ATENEO DE MADRID

CONFERENCIAS SOBRE ELECTRICIDAD POR EL SEÑOR MADARIAGA,
PROFESOR DE DICHA ASIGNATURA EN LA ESCUELA DE MINAS

IV

Estudiamos en el artículo anterior la función potencial y vimos que en todo campo de fuerzas, cada punto, definido, por ejemplo, por sus coordenadas cartesianas, tenía un cierto potencial, de modo que podemos escribir $V = \varphi(x, y, z)$; si queremos hallar el lugar geométrico de los puntos que tienen un potencial C , pondremos $\varphi(x, y, z) = C$, ecuación de una superficie en que todos sus puntos tienen el mismo potencial C , *superficie equipotencial* C . De un modo análogo podríamos tener diferentes superficies equipotenciales que nos harían formar exacta idea del campo de fuerzas. Basta, en efecto, ver que por intermedio de ellas podemos determinar en un punto la dirección, sentido y magnitud de la intensidad. Imaginemos la superficie equipotencial que pasa por ese punto; si á partir de él recorremos sobre la superficie y en cualquiera dirección un elemento rectilíneo ds , el nuevo punto al que de este modo lleguemos tendrá el mismo potencial que aquel del cual partimos, $\frac{dV}{ds} ds = 0$ ó $\frac{dV}{ds} = 0$, y como

esta derivada es la componente de la intensidad sobre la dirección ds , deducimos que la dirección de la intensidad en un punto de una superficie equipotencial es normal á dicha superficie. Para fijar su sentido basta tener trazadas dos superficies equipotenciales y recordar lo que se dijo en el artículo anterior acerca de que la intensidad iba en sentido de los potenciales decrecientes. En cuanto á magnitud, como la intensidad es normal á la superficie equipotencial, su valor será el de esta componente normal:

$$H = - \frac{dV}{dn}$$

siendo dV la variación que experimenta el potencial al pasar de una superficie equipotencial á otra que diste de ella dn . Vemos, pues, que las superficies equipotenciales definen un campo de fuerzas.

El construir la función $V = K \sum \frac{m}{r}$ cuando son varios los centros de fuerza, es realmente difícil; así es que no se procede á determinar la ecuación general de las superficies equipotenciales, sino que se hace su trazado gráficamente, apoyándose en el trazado del caso más sencillo en que sólo haya un centro de fuerza, en el cual, por razón de simetría, son esféricas las superficies equipotenciales. Si por los datos del problema Km valiese 10,

$$\text{tendríamos } V = \frac{10}{r} \text{ ó } r = \frac{10}{V}$$

y las esferas de potenciales 1, 2, 3, tendrían respectivamente por radios 10, 5, $\frac{10}{3}$, Una sección del campo por un plano que pasase por el centro de fuerza, daría, naturalmente, circunferencias como intersección. Si hubiese más de un centro de fuerza, dos, por ejemplo, dibujaríamos el campo que cada cual originase, y los puntos de la superficie equipotencial 4, por ejemplo, serían los de intersección de las superficies equipotenciales 1 y 3', 2 y 2', 3' y 1, si las acciones de ambos centros de fuerzas eran concurrentes; en el caso de ser divergentes, hallaríamos las intersecciones de las superficies cuyo potencial difiriese en 4 unidades. En el caso anterior no son puntos de la equipotencial 4 las circunferencias 4 y 4' de los campos parciales; pues éstas habrían de combinarse con las 0' y 0 que están en el infinito. Haciendo el trazado del modo expuesto, esto es, de modo que los potenciales vayan creciendo en progresión aritmética, puede uno, puesto que

$H = - \frac{dV}{dn}$ formarse idea de la magnitud relativa de la intensidad; ésta es *mayor ó menor* en un punto que en otro, cuando en las inmediaciones de éste disten *más ó menos* que en las del primero las superficies equipotenciales.

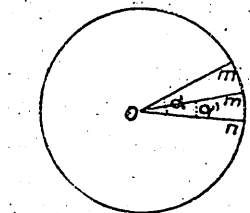
En virtud de todo lo que llevamos dicho, claro es que si imaginamos concentrada en un punto del campo una cierta cantidad de agente, pudiéndose mover con libertad, y desprovista de inercia, la trayectoria que describa será envolvente de las direcciones del campo en los puntos por donde vaya pasando y, por consiguiente, normal á las superficies equipotenciales que encuentre; estas trayectorias, que definen también un campo, han recibido de Faraday el nombre de *líneas de fuerza*. Se comprende que si para definir bien el campo acudiéramos al procedimiento de trazar muchas líneas de fuerzas, lo que haríamos sería complicarlo cada vez más; de aquí la idea iniciada por Maxwell de considerar haces ó manojos de estas líneas, en los cuales la intensidad fuese próximamente constante; y representar dichos haces por sus ejes; la magnitud de estos haces se determina por la condición de que el *flujo de fuerza* sea la unidad.

Flujo de fuerza elemental en un punto es el producto de la intensidad por el elemento de superficie equipotencial que pasa por ese punto; llamando ds al elemento de superficie, será $H ds$. Para hallar el flujo á través de una superficie, bastaría integrar entre los límites convenientes. El flujo de fuerza definido es á través de la superficie equipotencial; si el elemento ds , pasando por el punto en cuestión, fuese de una cierta superficie que formase el ángulo α con la equipotencial, bastaría *estimar* este elemento ds sobre la equipotencial, que sería $ds \cdot \cos \alpha$; el flujo ele-

mental sería $H ds \cos. \alpha$; también puede considerarse como resultado de multiplicar ds por la componente de H , según la normal á la superficie dada, ó sea $H \cos. \alpha$. El flujo puede ser *positivo* ó *negativo*; como siempre que se trata de signos, se establece el convenio de que el ángulo α , cuyo coseno da signo al flujo, se cuente con la normal *exterior* á la superficie; así, si el ángulo es agudo tal como el α , $\cos. \alpha$ es positivo, deduciéndose que el flujo *saliente* es positivo y *negativo* el *entrante*.

Sabido ya lo que se entiende por flujo de fuerza, claro es que para la representación de un cierto campo, por medio de los haces de Maxwell, denominados *tubos de fuerza*, basta elegir éstos, de modo que la distancia ds entre dos consecutivos (esta ds es realmente la distancia entre dos ejes ó líneas de fuerza de las que van á representar el campo) sea tal que $ds = \frac{1}{H}$.

Apliquemos esto al caso más sencillo de que sea *única* la masa del campo. Supongamos esta masa concentrada en o , y con un radio *unidad* tracemos una esfera; la intensidad en un punto m de ella es Km ($f = K \frac{mm'}{r^2}$; m' y r son iguales á la unidad); el área del casquete equipotencial, cuyo ángulo sólido es α , tiene por valor $2\pi (1 - \cos. \alpha)$ [circunferencia máxima por altura], luego el flujo á través de él vale $Km \cdot 2\pi (1 - \cos. \alpha)$. Si el ángulo fuese el α' el flujo sería $Km \cdot 2\pi (1 - \cos. \alpha')$, y para que om y om' sean ejes ó líneas de fuerza de las que han de representar el campo es necesario, según hemos dicho, que el flujo á través del casquete cuya sección es mm' y cuyo ángulo sólido es $\alpha - \alpha'$, sea la unidad; tendremos, por tanto, la ecuación



$$Km \cdot 2\pi (\cos. \alpha' - \cos. \alpha) = 1 \Rightarrow \cos. \alpha' - \cos. \alpha = \frac{1}{2\pi \cdot Km} = C. \text{te}$$

Esta ecuación nos sirve para, fijada una línea de las que han de definir el campo (por el ángulo α que forma con una cierta dirección) deducir otra línea del campo, definida por α' , y así sucesivamente; en el caso actual las líneas $om, on', om'', \text{etc.}$, formarían cada una con la anterior ángulos iguales.

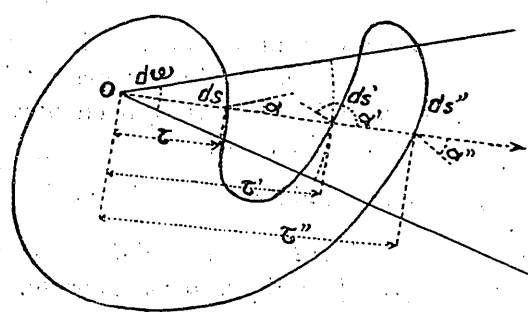
Representado un campo por medio de los tubos *unidad*, que así se llaman los anteriores, se puede hallar fácilmente el flujo que atraviesa una superficie, con sólo ver el número de líneas de fuerzas ó ejes de tubos que la cortan.

Los tubos que hemos considerado en el ejemplo anterior son *cónicos*; tendremos tubos *cilíndricos* en el caso de que las superficies equipotenciales fuesen de radios muy grandes y pudieran considerarse planas en una cierta extensión, resultando así lo que se llama un *campo uniforme* como lo es el de la gravitación terrestre.

Pasemos á demostrar el teorema de Gauss, cuyo enunciado es el siguiente: *Situada en un campo una superficie cerrada, el flujo de fuerza que la atraviesa es igual á $4\pi K$ multiplicado por la suma de las masas envueltas por esta superficie.*

Consideremos primero el caso de una masa única interior concentrada en un punto tal como o .

Tracemos el cono elemental de ángulo $d\omega$, y que tenga por vértice o , y llamemos ds, ds' y ds'' las áreas interceptadas por el cono sobre la superficie dada; sean r, r' y r'' las distancias de las áreas ds, ds' y ds'' al punto o , y α, α' y α''



α'' los ángulos de las normales respectivas á esas áreas, con el eje del tubo que representa la dirección de la intensidad. Los flujos á través de ds, ds' y ds'' son respectivamente según sabemos.

$$+ \frac{Km}{r^2} ds \cos. \alpha - \frac{Km}{r'^2} ds' \cos. \alpha' + \frac{Km}{r''^2} ds'' \cos. \alpha'';$$

pero $ds' \cos. \alpha'$ es el área del casquete esférico descrito con o por centro y con r' por radio, y este área dividida por r'^2 mide el ángulo sólido $d\omega$; en resumen:

$$d\omega = \frac{ds \cos. \alpha}{r^2} = \frac{ds' \cos. \alpha'}{r'^2} = \frac{ds'' \cos. \alpha''}{r''^2}$$

El flujo es, por tanto, igual á $+ Km d\omega - Km d\omega + Km d\omega = Km d\omega$;

integrando esta expresión entre o y 4π tendremos el flujo emante de $o \Rightarrow \int_0^{4\pi} Km d\omega = 4\pi Km$.

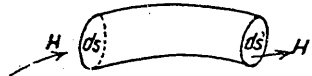
Si el punto es exterior el número de veces que la superficie fuese atravesada por el cono sería par y se destruirían unos con otros los términos correspondientes á la expresión del flujo que procediendo de este punto atravesase la superficie.

Imaginando ahora puntos tanto interiores como exteriores, el flujo total que atravesase la superficie sería

$$4\pi K \Sigma m$$

esta suma, comprendiendo solamente las masas interiores.

Supongamos que la superficie está limitada por las paredes laterales de un tubo de fuerza y por secciones ds y ds'' equipotenciales. El flujo elemental entrante es $-Hds$, el saliente $H'ds'$, y si no hay masa interior el flujo que atraviesa la superficie será nulo, ó sea $H'ds' = Hds$. Integrando tendremos



$$\int Hds = \int H'ds'$$

lo que significa que el flujo que entra por una base sale por la otra, ó sea el *principio de la conservación del flujo*. Por esta propiedad se ha dado el nombre de *flujo* á la ex-

presión Hds , pues análogamente á lo que sucede en un canal, por ejemplo, la cantidad de agua que pasa por dos secciones de él es la misma, siempre que entre ellas no haya un nuevo manantial.

De la expresión $Hds = II'ds'$ se deduce que

$$\frac{II}{II'} = \frac{ds'}{ds};$$

lo que quiere decir que en un tubo como el considerado la intensidad del campo está en razón inversa de la sección normal al eje, deduciéndose de aquí que en un campo uniforme los tubos serán cilíndricos.

Además, llamando N al flujo $dN = II'ds$ » $H = \frac{dN}{ds}$, de

donde se deduce que la intensidad es el flujo por unidad de superficie equipotencial en el punto considerado.

(Se continuará.)

E. HORSTMANN.—A. CASADESÚS.

Alumnos de la clase de electricidad de la Escuela de Caminos.

EL PUERTO DE CARTAGENA

MONOGRAFIA (1)

(Continuación)

Concesiones á particulares.—Durante el tiempo de ejecución de las obras por el Estado, mediante contrata, el Gobierno hizo en el puerto las importantes concesiones siguientes, que algunas habría sido preferible no existieran para el completo desarrollo de proyectos destinados á facilitar todos los servicios y necesidades del tráfico. Al Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena se concedieron, en 16 de Enero de 1874, los terrenos comprendidos entre el muelle propiamente dicho, según proyecto primitivo, y la muralla de la plaza, si bien con ciertas condiciones, y entre ellas la de reservarse el Estado los terrenos que fuesen necesarios para edificios de servicios públicos, que más tarde se resolvió serían los de Aduana, Carabineros, Capitanía de puerto, Sanidad marítima y los de para obras y conservación del puerto por Fomento, sin que hasta la fecha se haya resuelto en definitiva la extensión y emplazamiento para cada uno. A D. Francisco Buergo, que luego cedió sus derechos á D. Andrés Pedreño, se concedieron en 24 de Febrero de 1871 terrenos y autorización para construir un muelle como el del Estado á continuación del extremo oriental de éste, en el sitio denominado el Batel, y prolongándose luego por la costa Levante del puerto; obras que, mediante prórrogas y modificaciones concedidas, sólo en parte se hallan construídas con arreglo al proyecto y como definitivas. Al mismo Sr. Pedreño se hizo análoga concesión en 20 de Enero de 1873 en la costa Levante y á continuación de la anterior, hallándose ya hoy construído su muro definitivo. A D. Ignacio Figueroa, más allá en la misma costa, en 25 de Abril de 1875, y en confrontación de su fábrica de desplatación de plomos, siendo aún casi todas sus obras muelles provisionales. Y en fin, con carácter precario utilizaban ya y obtuvieron más tarde también concesiones de

muelles provisionales en el espacio de costa entre los de Pedreño y Figueroa, y para sólo buques de poco calado, un muelle espigón de madera los Sres. Polandi y Bosch, y muelles de piedra y terraplén los señores herederos de Valarino en la confrontación de su fábrica de cristales. Todas las concesiones y muelles de la costa Levante tienen por objeto principal la carga de minerales de hierro y de barras de plomo procedentes de la sierra minera y la descarga de carbones para la misma.

DE 1875 A 1883.

Una vez rescindida la contrata, Cartagena, interesada en la prosecución y terminación de las obras, consiguió que se creara la Junta encargada de ello por Real decreto de 4 de Junio de 1875, que á la vez aprobó el Reglamento por que había de regirse y autorizó con aplicación exclusiva á dichas obras, como impuesto, el recargo de 50 por 100 sobre el derecho de descarga que entonces cobraba el Estado, y un arbitrio local de muelle sobre la carga y descarga de mercancías, según relación y tarifa adjuntas al Real decreto, si bien años después se modificaron impuesto y arbitrio, rigiendo hoy desde el Real decreto de 3 de Julio de 1886 para el primero sólo el 25 en vez del 50 por 100, y para el segundo tarifa en general más baja. Y así también el Real decreto de 19 de Enero de 1877 concedió á la Junta la subvención anual de 500.000 pesetas, que aún disfruta, aunque ha dejado de cobrar algunos años en que se hallaba con recursos sobrantes.

El impuesto y arbitrio establecidos se empezaron á cobrar también por las operaciones en los puertos inmediatos de Escombrera y Porman, anexos del de Cartagena para los servicios de Aduanas, Capitanía de puerto, Sanidad, etc., y, mediante reclamaciones de los interesados y convenio y propuesta, la Real orden de 17 de Enero de 1876 resolvió que la mitad de lo que de cada uno de esos puertos recaudase la Junta quedase reservada para obra de mejora en los mismos, previos sus respectivos proyectos.

Al empezar á funcionar la Junta eligió para dirigir las obras al Ingeniero D. José Rodríguez Acerete, hasta entonces Inspector de las mismas; y éste, auxiliado por los Ayudantes del Cuerpo Sres. Pérez y Villamarzo, dió, como antes, grandes pruebas de laboriosidad, honradez, inteligencia y celo, que enaltecen su Memoria, pero que en mucho quizá contribuyeron á su luego prematuro y desgraciado fin. Y la Corporación fué encargándose de las edificaciones, talleres, material de todas clases, incluso el tren de limpia del Estado, á medida que las cuestiones pendientes con el contratista lo permitieron.

La Junta, autorizada por su Reglamento, prefirió para la prosecución de las obras el sistema de administración, casi para todas seguido también luego; y el buen nombre que esta Junta y sus obras gozan dentro y fuera de la localidad son prueba de que ese sistema puede ser ventajoso sobre el de contrata y sin los inconvenientes que no siempre merece se le supongan.

Al emprender de nuevo las obras y mientras la Junta no podía hacerse cargo de las pendientes de liquidación con el contratista, el Ingeniero Director redactó un proyecto de reforma y ensanche del Muelle Alto ó de Roldán, que con presupuesto de 38.210,77 pesetas fué aprobado en 7 de Febrero de 1876, siendo enseguida ejecutadas las obras.

(1) Véase el núm. 2.º