

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

APARATOS ELECTROSTÁTICOS

PARA DISIPAR LA NIEBLA Y EL HUMO

Ocioso es recordar los inconvenientes que llevan consigo las espesas nieblas que de continuo se extienden en las regiones húmedas y frías, ni las protestas continuas contra los humos que impurifican la atmósfera de las grandes zonas industriales. Es, pues, indiscutible el interés que revisten los experimentos practicados por Mr. Lodge para estudiar la posibilidad de limpiar el aire de aquéllos, sirviéndose de aparatos fundados en el principio de que las partículas sólidas y líquidas en suspensión en el seno de un gas obedecen sin resistencia á la acción de la gravedad, tan luego como dicho gas se somete al influjo de un campo electrostático de gran intensidad.

El citado físico había ya conseguido resultados concluyentes mediante el empleo de un cable que, partiendo de una sala de su laboratorio, terminaba en la cima de un torreón de la Universidad de Birmingham en una varilla vertical rematada por una serie de puntas en forma de peine horizontal. El cable se hallaba en comunicación directa con uno de los polos de una máquina eléctrica de Wimshurst y el otro polo de la máquina en conexión con la tierra. Con tan sencillo aparato pudo ver disipada una niebla bastante espesa en una zona esférica de 50 metros de radio á partir del peine metálico.

Del conjunto de sus experiencias ha deducido Mr. Lodge que la condensación y subsiguiente purificación del aire se produce en toda la extensión de una esfera que, teniendo por centro la extremidad del conductor del que emanan las descargas ó efluvios eléctricos, complica su radio á medida que se eleva la tensión electrostática.

Ulteriores pruebas de Mr. Breydal han puesto en evidencia que los mejores resultados se obtienen empleando una varilla de cobre aguzada, cuando se desea conseguir el efecto en una dirección determinada, y cuando se pretende despejar, precipitando el humo ó la niebla, un espacio extenso en todas direcciones, hay que hacer uso de una serie de puntas metálicas divergentes de unos 50 centímetros de longitud.

Estudiando la forma en que se determina la condensación, se prueba que cuando la atmósfera, además de la niebla, contiene humo ó polvillo, se aclara con mayor facilidad que cuando se trata de nieblas propiamente dichas, lo cual se explica porque las partículas de carbón ó de polvo son mejores conductoras de la electricidad que el vapor de agua, y por ello aquéllas se electrizan más fácilmente, como atraídas por el radiador y proyectadas á lo largo de él, electrizando por contacto en su ca-

mino á las partículas circunstantes, á la vez que atraen á lo glóbulos de agua suspendidos en el aire.

Mr. Breydal ha conseguido en sus experimentos disipar en algunos segundos las nieblas finas que se extendían hasta unos 100 metros de distancia. Los aparatos empleados con tal objeto, que pudieran denominarse *radiadores de condensación de nieblas*, deberían disponerse en forma análoga á la de las lámparas de arco para el alumbrado. Su construcción es poco costosa, y su uso, á menos de ser muy frecuente, exigiría un reducido gasto anual.

Claro es que si se necesita conseguir un radio de acción muy extenso, habrá que disponer de un manantial de electricidad que la produzca con tensión bastante alta, y con tal objeto pudiera utilizarse la corriente alternativa que se emplea para el alumbrado, elevando su potencial con auxilio de un transformador, ó bien servirse de un pequeño motor que ponga en actividad una máquina estática.

Sea cualquiera el manantial de electricidad que se adopte, la disposición más sencilla aconsejada por Mr. Breydal, consiste en poner en comunicación, por medio de un conductor aislado, uno de los polos de la máquina con un radiador colocado en la extremidad de una antena y el otro polo, bien sea con la tierra, ó bien con otro radiador.—L.

CONGRESO INTERNACIONAL DE MECANICA APLICADA CELEBRADO EN LIEJA

(CONTINUACIÓN)

Las turbinas de gas han sido objeto en el Congreso de especial atención. Es indudablemente de importancia grande poder utilizar directamente la presión explosiva de una mezcla detonante en un aparato giratorio á gran velocidad, á gran gasto, que no presente juntas móviles cuya impermeabilidad sea preciso conservar y que permita una expansión completa entre las presiones más elevadas y la atmósfera. Hasta la fecha no puede decirse que se haya llegado á una solución completa; hay que ensayar mucho y gastar mucho dinero todavía.

Las dificultades de un tal problema han sido expuestas admirablemente por M. R. Barcow. Después de hacer presente que las turbinas á explosión no tienen rendimiento suficiente, demuestra que la única turbina posible es la turbina á combustión, bajo presión constante, que exige el concurso de un compresor, y por tanto el trabajo utilizado no es más que la diferencia entre el trabajo producido por la expansión de los gases

y el absorbido por la compresión. Además, un compresor tiene en general un rendimiento pequeño y es un aparato frecuentemente de émbolo, por lo que se incurre en uno de los defectos que se pretende evitar con las turbinas. El compresor habrá de ser, pues, un aparato rotativo, y la combinación á estudiar será una turbina á expansión con un ventilador á alta presión de suficiente rendimiento. Este es el punto importante del problema, y esto es lo que M. Barcow entiende que no ha sido resuelto aún.

M. R. Armengaud ha hecho algo en este sentido con su turbina Armengaud-Lemale, que está funcionando desde hace tres años en los talleres de la Sociedad Turbo-motores en París. Los primeros ensayos se hicieron con una turbina Laval, alimentada con un compresor á gran velocidad, que introducía el aire en una cámara de combustión donde se encontraba el combustible, que era petróleo pulverizado. Bajo la presión de 10 kilos los gases salían á la atmósfera á 400 grados, y el motor desarrollaba el doble del trabajo necesario para accionar el compresor. En vista de este resultado, los inventores han emprendido la construcción de una turbina de 400 caballos, adoptando el tipo Curtis y el compresor policelular Rateau á 65 por 100 de rendimiento; el pulverizador de petróleo es muy eficaz.

M. Armengaud espera muy buenos resultados de esta nueva turbina.

C.—*Aplicaciones mecánicas de la electricidad.*—El programa oficial comprende el estudio de las aplicaciones de los motores eléctricos á las máquinas de trabajo intermitente, especialmente los laminadores, la máquina de extracción y los aparatos de elevación. La cuestión es interesantísima en la actualidad; pero los electricistas no han respondido á esta invitación del Congreso, y solamente se han presentado algunos informes referentes á cuestiones accesorias.

Mr. Gustave Lhoest ha tomado para asunto de su informe la distribución de la energía por la electricidad, empleando motores colectivos y motores individuales.

Los motores colectivos son aquellos que dan el movimiento á árboles de poca longitud, á los cuales se unen mecánicamente los diversos útiles que hay que mover; el motor individual se aplica á un receptor solamente. La elección de una ú otra de estas dos soluciones exige un conocimiento perfecto de las exigencias y del servicio de los receptores. Los motores que convienen en la mayoría de los casos son los de corriente continua excitada en derivación y los alternomotores asíncronos.

Cuando es necesario variar la velocidad, el motor individual está indicado; se obtiene esta variación actuando sobre el campo, ó bien enlazando el inducido á dos conductores convenientemente elegidos de una distribución á muchos hilos: solución americana.

La combinación de un alternador asíncrono con una generatriz y un motor de corriente continua constituye una solución que ha sido utilizada para accionar las máquinas de extracción.

El motor individual no conviene mucho á los útiles de marcha lenta; no se debe emplear más que en aparatos intermitentes de una cierta potencia. Se ha aplicado con éxito en las máquinas portátiles, que se han hecho mover hasta aquí por cables ó por el aire comprimido.

El motor individual ha servido mucho para poder apreciar las mejores condiciones de trabajo de un útil determinado; así en un taller de carpintería se ha observado que era una práctica viciosa empujar contra las sierras circulares las piezas de madera, en lugar de dejarlas avanzar libremente siguiendo la progresión del trabajo del útil.

D.—*Turbinas de vapor.*—Mr. Donat Banki ha dado las bases del cálculo de estas turbinas, partiendo de las teorías de Zeuner y de Stodola, con el propósito de facilitar á los constructores la solución práctica de los problemas que constituyen el objeto de sus investigaciones, tales como la elección del mejor tipo, según las circunstancias, y la determinación del número de coronas que hay que poner en serie. Además, el sabio profesor de

Budapest ha querido tener en cuenta en sus estudios las pérdidas por rozamiento, generalmente despreciadas en las teorías de los turbo-motores.

Su trabajo comprende el estudio de las turbinas de acción con caída de presión y de velocidad, género Laval; las turbinas de acción con una caída de presión y dos ó muchas caídas de velocidad, género Elektra, Riedler y Stumpf, etc.; las turbinas con muchas caídas de presión, género Rateau y Zoelly; y, por último, las turbinas de reacción, con caídas múltiples, género Parsons. El estudio es, pues, completo.—O.

M. Bauki ha adoptado el método gráfico, pero sus construcciones descansan en las fórmulas de la termodinámica. Así, la velocidad absoluta C_0 del vapor á la salida del inyector de Laval está dada por la fórmula $\sqrt{\frac{2g}{A}(\lambda_0 - \lambda_1)}$, en la cual las

λ son los colores del vapor antes y después de la expansión adiabática y el trabajo transmitido á la corona (M. Bauki le llama trabajo indicado) por unidad de peso de vapor es $L = \frac{1}{g}$

$(\cos \alpha_1 C_1 + \cos \alpha_2 C_2)$, en la cual C_1 y C_2 son las velocidades absolutas á la entrada y á la salida de los álabes y α_0 y α_1 los ángulos de los álabes. La caída de trabajo se calcula del mismo modo, y se obtiene el rendimiento indicado η , cuyo valor está dado por una relación parabólica, que se construye fácilmente y que se discute. Se ve sobre el trazado la velocidad C_1 del vapor, la velocidad η en la circunferencia y el rendimiento η : conocidas dos de estas magnitudes se deduce la tercera.

El autor aplica su método á ejemplos numéricos concretos y construye cuadros en los cuales se encuentra la potencia de la turbina, el diámetro del disco y su velocidad, el rendimiento, el consumo de vapor por caballo-hora para una presión determinada, etc.; las cifras calculadas confrontan con las de los ensayos de MM. Delaporte y Jacobson.

El trabajo de M. Bauki es realmente práctico y útil: Sus curvas, en grande escala, son de fácil y cómoda lectura.

M. Rateau ha presentado una Memoria que titula «Consideraciones sobre las turbinas de vapor á caída de velocidad». Se llaman así unas turbinas de acción, inventadas por M. Mortier, en las cuales la velocidad del chorro de vapor se divide en caídas, de manera que actúe, sea sobre un grupo de ruedas dispuestas en cascada, sea sobre una misma rueda, que se encuentra entonces sometida á la corriente varias veces sucesivas. Este tipo es verdaderamente seductor en teoría y en práctica, de muy fácil construcción; pero desgraciadamente se producen pérdidas notables por el rozamiento y por los torbellinos de vapor en los álabes motores y directores que dan por resultado una disminución considerable del rendimiento. Esto es lo que M. Rateau demuestra en su Memoria.

El cálculo se puede seguir fácilmente por su clara exposición: consiste en determinar los valores sucesivos de la velocidad absoluta del vapor entre los álabes móviles, sin cambio sensible de presión, hasta que esta velocidad se haya extinguido. Por unidad de masa del flujo que atraviesa la máquina, la energía es proporcional al cuadrado de la velocidad, y las diversas ruedas absorben sucesivamente las cantidades de energía

$$\frac{v_0^2 - v_1^2}{2}, \text{ las cuales se expresan por la fórmula general}$$

$2u(v_0 - (2n - 1)v_1)$; n es el número de orden de la rueda y u la velocidad de arrastre de los álabes móviles.

El cálculo demuestra que el primer paso de vapor en la rueda ó en las ruedas, es el que proporciona casi todo el empuje; el segundo no da más que la vigésima parte del empuje que proporciona el primero; y en el tercero da un valor negativo para la velocidad relativa del vapor en el álabe móvil, lo que demuestra que la rueda empuja al vapor, en lugar de empujar éste á aquélla; esta rueda es, pues, un freno. Hay ventaja, por lo tanto, en disponer las ruedas por grupos con interposición de un diafragma y un distribuidor, y combinar la caída de presión con

la caída de velocidad; se llega así á la turbina multicelular.

M. Sosnowski ha presentado una descripción de las turbinas Laval á disco único y á discos múltiples, perfeccionamiento llevado á cabo por la casa Breguet, de París.

Este último modelo está caracterizado por una disposición compound, que consiste en dirigir el vapor á su salida de una primera turbina en otra ú otras que tienen la misma velocidad lineal. Un árbol rígido lleva los distintos discos que son de acero forjado, en la periferia de los cuales están fijos los álabes receptores, y alternan con otras coronas distribuidoras fijas. Un regulador montado sobre el árbol de la turbina gobierna una válvula equilibrada.

Las velocidades de los discos son relativamente muy reducidas; una turbina de 1.000 caballos no da más que 2.700 vueltas por minuto. El consumo de vapor por caballo-hora efectivo está comprendido entre 4,5 kg. y 6 kg., según la presión del vapor y su recalentamiento.

M. Sosnowski ha hecho resaltar el papel importante del inyector.

Resulta de ensayos numerosos, que una turbina de 200 caballos no consume más que 6,72 kg. de vapor saturado, bajo una presión de 12 kg. por caballo-hora efectivo. El recalentamiento mejora sensiblemente el rendimiento, debido sin duda á la disminución de la resistencia al movimiento de rotación del disco. La condensación actúa de igual manera.

M. Mouchot, Director de la oficina técnica de la Sociedad Brown-Bonesi, ha hecho resaltar en una Memoria, con gran saber y gran habilidad, las cualidades de la turbina á reacción sistema Parson, la cual, como es sabido, consiste en una combinación feliz de la disposición á presiones escalonadas con la disposición á velocidades gradualmente extinguidas.

La velocidad de la turbina múltiple así constituida es evidentemente menor que la de la turbina á disco único; si v es la velocidad de la primera y V la de la segunda, se tiene

$$v^2 = \frac{V^2}{n},$$

para n escalones ó caídas.

La influencia del vacío es considerable para la turbina Parsons: la experiencia ha demostrado que se gana de 2 á 3 por 100 en el consumo de vapor por cada grado de vacío que se pueda obtener de más. El recalentamiento actúa también muy favorablemente. Teóricamente el consumo de vapor debería disminuir en un 1 por 100 por cada 9° de recalentamiento entre 200 y 300 grados; el beneficio en la práctica es aún mayor, toda vez que se obtiene una ganancia de un 1 por 100 por cada 6 grados. Este resultado, más favorable que el que era de esperar según la teoría, es verdaderamente curioso; se debe, indudablemente, á lo que hemos dicho anteriormente, á que los rozamientos del vapor recalentado son inferiores á los del vapor saturado.

Respecto al consumo de estas turbinas comparado con el de las máquinas de émbolo, M. Mouchot ha demostrado que á plena carga consumen lo mismo, pero á media carga la turbina consume menos. De un cuadro de cifras anejo á la Memoria se obtiene el dato siguiente: una turbina de 1.400 kilovatios ha consumido 7 kg. de vapor por kilowat hora y una máquina Sulzer de 3.000 caballos de la Luisenstrasse, en Berlín, consumiendo 4,32 kg. de vapor á 13 atmósferas de presión y recalentado á 312 grados, asociada á un grupo electrógeno de un rendimiento de 84 por 100, ha necesitado el mismo gasto de 7 kg. de vapor por kilowat hora. Pero aún se ha obtenido mejor resultado: en la estación central de Francfort, con una turbina de una potencia de 300 kilovatios, alimentada con vapor á 11 kg. de presión y 300 grados de recalentamiento, el consumo ha sido de 6,7 kg. por kilowat-hora.

M. Hast, Ingeniero del servicio marítimo entre Francia é Inglaterra, ha tomado como asunto de su comunicación el desarrollo adquirido por las turbinas de vapor y su aplicación á la

propulsión de navíos. De una estadística recientemente hecha resulta que la potencia total de las turbinas construidas hasta el día (Parsons, Laval, Breguet, Rateau, Antis, Zoelly, Riedler-Stumpf y Schulz) alcanza la cifra de 1.400.000 caballos; la turbina Parsons ocupa el primer lugar con una potencia de más de 915.000 caballos. La aplicación en tierra es principalmente en las centrales de electricidad: las más importantes son las de Francfort (11.500 caballos), d'Essen (13.000) y de Milán (7.600); la de la Sociedad de Electricidad de París, en Saint-Denis, alcanzará la importante cifra de 40.000 caballos, cuando esté terminada.

El primer navío movido por turbinas apareció en 1896 y recibió el nombre de *Turbinia*; aforaba 44 toneladas y tenía tres árboles provistos de hélices que giraban á razón de 2.500 vueltas. Esta velocidad es demasiado grande, y en las construcciones modernas, se ha rebajado á 1.200, 800, 600 y aun á 300 vueltas en el *Victorian* y el *Virginian*. Estos resultados son debidos sobre todo á largos y minuciosos estudios de Parsons, habiéndose conseguido de este modo mejorar notablemente el rendimiento global de motores y hélices.

El *Virginian*, de 13.000 toneladas, con una potencia de 10.500 caballos, ha realizado 19,4 nudos en vez de 17 previstos y garantizados. Varios ensayos han indicado que el máximo de movimiento total corresponde á una velocidad periférica en la extremidad de las alas de las hélices de 26 á 29 metros. La maniobra y la marcha atrás están resueltas favorablemente, y para realizar la marcha con velocidad reducida se apela al sistema de poner en servicio turbinas muy débiles, en lugar de las que dan la mayor velocidad, sistema oneroso, pero que no obstante es el mejor.

De aquí á poco se verá navegar la *Carmania*, de 21.000 caballos, y á éste seguirá una nueva construcción de la Compañía Cunard, de 70.000 caballos, con una velocidad de 25 nudos.

Una cuestión que se enlaza con las anteriores, es la de las turbinas-bombas centrífugas á gran velocidad y alta presión. Esta cuestión ha sido tratada por M. Hoffstedt, profesor en la Escuela Politécnica de Stokolmo. Las turbinas-bombas están constituidas por el acoplamiento directo de una bomba centrífuga en cada uno de los árboles de engranaje de la turbina Laval; estas bombas marchan en serie ó en paralelo.

Tal combinación resulta muy bien para alturas medias de elevación; pero cuando estas alturas exceden de 60 metros, se monta la bomba directamente en el árbol flexible de la turbina, si bien entonces la bomba cesa de ser aspirante y es necesario alimentarla bajo presión. Esto se hace raras veces, y lo general es proceder del modo siguiente: la bomba á alta presión se monta en el árbol flexible, y se combina con una bomba á baja presión, acoplada al mismo árbol por intermedios de un engranaje especial que la hace girar á la velocidad conveniente, de 800 á 3.000 vueltas.

El primer ensayo de una bomba de éstas se hizo en 1899; la bomba á alta presión de 90 milímetros de diámetro, giraba á razón de 16.600 revoluciones por minuto y elevaba el agua á cerca de 200 metros.

Estas aplicaciones se han multiplicado mucho desde entonces, y M. Sosnowski ha instalado en las minas de Lens dos bombas-turbinas que elevan 48 litros de agua por segundo á 133 metros, ó 27 litros á 183, consumiendo de 13 á 17 kilogramos de vapor por caballo-hora, medido en agua elevada.

E y F. Calderas y máquinas de vapor.—La máquina de vapor con émbolo, la que pudiéramos llamar la vieja máquina de vapor, constituye el último grupo de las cuestiones tratadas en el Congreso.

M. Armand Duchesne ha expuesto los resultados de sus brillantes estudios sobre las temperaturas de las paredes de los cilindros y su invención de las camisas de vapor á alta presión. Este hábil Ingeniero ha demostrado la ventaja que hay en llenar la cámara envolvente del cilindro, de vapor retenido ó estancado á una presión, y por tanto, á una temperatura superior

á la del que evoluciona en el cilindro. Con una envolvente alimentada como de ordinario, la cantidad de agua líquida que se precipita sobre las paredes metálicas es ciertamente menor que cuando no existe tal envolvente, pero no por eso deja de haberla; con una envolvente más caliente existe un recalentamiento en el cilindro desde el principio de la emisión, lo que prueba que las paredes están absolutamente secas. Este es un asunto muy importante, pues sabido es la economía que resulta de tal hecho, y en la medida en que aumenta el rendimiento.

M. Duchesne añade al generador de vapor un hervidero, destinado únicamente á mantener á la temperatura que se quiere el vapor encerrado en la envolvente: esta invención mejora notablemente el funcionamiento de la máquina de vapor.

M. Sinagaglia, procesor de la Escuela Politécnica de Nápoles, trata en su nota de los medios de mejorar el rendimiento térmico de las máquinas. Los medios son, como ya se sabe: el empleo de camisas de vapor, el aumento de velocidad del émbolo, el fraccionamiento de la expansión y el recalentamiento del vapor; esta última práctica constituye el asunto principal de su informe. Según él, el uso del vapor recalentado es el medio más potente de mejorar el rendimiento térmico de todos los que tanto la teoría como la práctica indica. Se debe, dice, llevar tan lejos como sea posible dicho recalentamiento, sin otro límite que el grado que le asigne la experiencia en cada caso particular.

M. Compere, Director de la Asociación parisién de Propietarios de aparatos de vapor, ha tratado también de una manera muy personal y con numerosos datos experimentales esta cuestión del uso del vapor recalentado, datos y observaciones muy interesantes dada la autoridad indiscutible de su autor. He aquí algunos.

Un ligero recalentamiento á 210 grados no parece reducir el consumo cuando la máquina funciona con envolvente, y este útil accesorio del cilindro parece el indicado; pero más allá de 210 grados se puede prescindir de él.

Los recalentadores independientes no convienen más que á instalaciones de alguna importancia.

Los recalentadores colocados dentro de las calderas deben ser bien estudiados; se debe poder limitar el grado de recalentamiento según las necesidades, y poder poner fuera de servicio los aparatos.

La instalación de los conductos de vapor, tiene en el asunto un papel importante: deben ser cortos, bien aislados y bien contruidos, y su diámetro puede ser más débil que para el vapor saturado; M. Compere admite velocidades de 30 y 40 metros.

Otras muchas cuestiones han sido tratadas en este Congreso, de menor interés que las citadas y cuya exposición nos llevaría demasiado lejos. Nuestro propósito ha sido únicamente citar las más salientes, cuya relación da á conocer, por otra parte, la fisonomía general del Congreso de mecánica aplicada, el cual ha sido, según Aime Witz expresa en el estudio detallado que ha hecho del mismo, y del cual es un extracto lo que llevamos publicado, un Congreso muy moderno y muy de actualidad en sus tendencias; ha atribuido á las cuestiones del día la importancia y el lugar que merecen, relegando á segundo término las que han perdido ya su interés, y ha hecho uso para aclarar ciertos problemas antiguos que aún permanecían oscuros, de los métodos modernos, pidiendo á la teoría lo que ésta puede y debe dar para llegar á resultados verdaderamente prácticos, desechando el empleo de vanas fórmulas.—O.

locomoción, suscita en la práctica el difícil problema de hacer compatible su tránsito por los caminos con el de los vehículos ordinarios, y las exageradas velocidades con que se lanzan sus conductores, aun sin llegar al límite peligroso para los que los utilizan, exceden bien pronto del necesario para garantizar la seguridad del tránsito común. Debido á ello, en todos los países se fijan por los reglamentos restricciones en la velocidad de su marcha que se soportan pesadamente por los aficionados á tales excursiones, y con el fin de eximirse de estas trabas se pensó ya ha tiempo en Inglaterra en construir calzadas especiales por las cuales circulen exclusivamente los automóviles; este pensamiento parece va á verse realizado en breve plazo en Londres.

Según la *Rivista Tecnico-Legale*, en una de las próximas sesiones del Parlamento Británico se presentará la demanda de autorización para construir y explotar, con arreglo al proyecto aprobado, una carretera para el servicio exclusivo de automóviles, que pondrá en comunicación directa las ciudades de Londres y Brighton, desarrollando su trazado á lo largo de la costa meridional de Inglaterra.

La nueva vía, proyectada por el Ingeniero Sir Douglas Fox tendrá su punto de partida en el distrito de Horbury y estará empalmada directamente con la carretera general que actualmente existe. Desde el citado punto la vía automovilista se dirigirá en dirección casi rectilínea y siguiendo en la mayor parte de esta sección, de 40 millas de longitud, el trazado de la vía férrea, hasta llegar á Patcham, en donde se unirá de nuevo con la carretera general.

La nueva calzada será completamente independiente de los demás caminos públicos, y en los cruzamientos con ellos se establecerán empalmes, por medio de los cuales los automóviles que marchen por las vías ordinarias puedan con toda comodidad introducirse en su vía especial.

No se ha determinado aún con carácter definitivo el ancho que ha de darse á la vía en proyecto. Se ha propuesto por algunos que se construyese en dos secciones independientes paralelas, una para cada sentido del movimiento; pero sin duda para disminuir el gasto de las obras se cree probable que se lleve á cabo una calzada única, dividida en toda su longitud por una barrera central.

Las pendientes mayores del perfil de la nueva vía serán del 3 por 100 y los radios mínimos de las curvas de 280 metros.

La solución radical adoptada permitirá á los automovilistas sustraerse á la fiscalización de las autoridades y á las limitaciones reglamentarias de la velocidad.—L.

INTRODUCCIÓN

AL ESTUDIO DEL CÁLCULO DE CUATERNIONES

Y OTRAS ÁLGEBRAS ESPECIALES

POR

DON FRANCISCO PÉREZ DE MUÑOZ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

(CONTINUACIÓN)

CARRETERAS ESPECIALES PARA LOS AUTOMÓVILES

El desarrollo creciente de la industria de los automóviles, efecto y causa á la vez de la afición progresiva á esta clase de

154. Presentaremos, al llegar á este punto, algunos ejercicios y problemas en los cuales pueda el lector adquirir expedición en el manejo de este cálculo, al mismo tiempo que ver cuán admirablemente se adapta á toda clase de problemas, tanto de geo-