

ALUMBRADO DE COCHES DE FERROCARRILES

La cuestion del alumbrado de coches de ferrocarriles es ciertamente una de las mas interesantes que se presentan en la explotacion de los ferrocarriles, tanto bajo el punto de vista de la seguridad contra incendios, como bajo el del confort i de la economía.

Por esto es que todas las compañías de ferrocarriles se han preocupado de este asunto i que ha sido detenidamente estudiado en los congresos de ferrocarriles.

Varios son los sistemas que se han empleado para alumbrar los trenes: la bujía estearina, lámparas de aceite i de petróleo, el gas de aceite, llamado gas rico, ya sea solo, mezclado con acetileno, o aprovechando la incandescencia i la electricidad, producida por acumuladores o por un dinamo accionado por uno de los ejes del coche.

Estos diversos sistemas tienen sus ventajas inconvenientes, i los estudiaremos por separado, dividiéndolos en tres grupos.

I.—ALUMBRADOS CON BUJÍA, ACEITE I PETRÓLEO

1.º *Alumbrado con bujías.*—Este modo de alumbrado, que talvez es el mas práctico como alumbrado auxiliar, en el sentido de que siempre estará en estado de funcionar, fué el primero que se empleó en los ferrocarriles, i en la actualidad no es normalmente usado, sino que en Rusia, el mismo tiempo que el gas i la electricidad en ciertas líneas i exclusivamente en otras.

Lo usan como alumbrado auxiliar la compañía des Wagons-Lits i del Norte Frances.

La bujía empleada es de estearina, de sesenta gramos de peso mas o ménos, de 21 milímetro de diámetro i de 145 milímetros de largo.

La duracion de su combustion es de cinco horas i el gasto es de un céntimo de franco por hora.

El número de bujías es variable segun la intensidad luminosa que se quiere tener.

Para conseguir un alumbrado brillante, el gasto resulta elevado.

2.º *Alumbrado con lámparas de aceite.*—El alumbrado a aceite se usa en la mayor parte de los ferrocarriles, i hai casos en que su empleo prima sobre cualquier otro sistema.

Jeneralmente se deja en el medio del techo del compartimento un orificio circular en el cual se adapta una lámpara en forma de anillo i que sirve de depósito al líquido

combustible, el cual queda bajo carga sobre la mecha. Este líquido sale por uno o dos tubos inclinados hacia el eje del depósito.

Una mecha de algodón conduce el aceite al exterior i permite el alumbrado.

El pico de la lámpara era al principio plano i sin tubo; posteriormente se ha hecho el pico redondo i se ha colocado un tubo de vidrio; el poder luminoso es mayor, pero consumen mas aceite.

En el boletín de la Comisión Internacional del Congreso de Ferrocarriles (números de Mayo i Agosto de 1900), se encuentran planos detallados de los diferentes tipos de lámparas empleadas.

Uno de los que ha dado mejores resultados es la Lafaurie i Potel.

El aceite empleado en la mayoría de los casos es el aceite de colza, análogo al aceite de nabo; sin embargo, en los ferrocarriles de las Indias del Este se emplea el aceite de palmacristi i en España el aceite de olivo mezclado con petróleo (cinco por ciento en verano i diez por ciento en invierno.)

Este sistema es poco potente bajo el punto de vista del poder luminoso; un aparato normal da a lo mas cinco a seis bujías de alumbrado (10 bujías = 1 cárcel próximamente) a un metro de distancia. Ahora, para poder leer sin fatigar la vista, se sabe que es necesario que haya sobre la superficie del libro una intensidad luminosa de 10 bujías normales a lo ménos. Como la intensidad luminosa decrece proporcionalmente al cuadrado de la distancia del foco luminoso, i la distancia de este foco a la superficie de lectura varia en los compartimentos de ferrocarriles entre 1 metro 50 i 2 metros, tendremos que es necesario que en la lámpara la intensidad luminosa sea igual a $10 \times 1.5^2 = 22.5$ bujías normales.

Es preciso, para que el alumbrado sea bueno, que las lámparas estén perfectamente llenas a la bomba, pues, si queda un poco de aire en el depósito, este aire se dilata por el aumento de temperatura producido por la combustion i el aceite se derrama por el pico.

Es preciso, por otra parte, aceite de buena calidad i mechas convenientes. Es, pues, a los agentes encargados de estas lámparas a quienes debe atribuirse el valor de su funcionamiento.

En la Compañía de Ferrocarriles del Norte Frances, en que se ha hecho uso de lámparas de aceite mui perfeccionadas, el consumo alcanza a mas de 45 gramos para una intensidad luminosa de un cárcel-hora. Siendo el precio de un kilógramo de aceite de colza o nabo de 1.20 francos, se ve que el cárcel-hora de 9.62 bujías decimales, sale a 5.4 céntimos de franco.

A pesar de todos sus inconvenientes, el alumbrado a aceite presenta ciertas ventajas, tales como: seguridad relativa contra peligros de incendio i de esplosion, poco peligro para los obreros que tienen a su cargo la manutención de las lámparas, no dar olor, bajo precio relativo, independencia de cada lámpara i empleo en todos los casos; por esto es que este alumbrado se apropia mui bien como alumbrado auxiliar en caso de necesidad.

Si además de estas ventajas, se considera que el aparejo de los coches para el alumbrado a aceite no exige sino que gastos poco elevados; que el peso de la instalación no

modifica, se puede decir, el peso muerto de los vehículos; i por fin, que salvo los gastos de adquisicion de las lámparas, la instalacion completa no lleva consigo sino gastos poco elevados por los lamparistas, no hai que estrañarse que este modo de alumbrado sea todavía empleado por un gran número de administraciones que lo mantienen en sus líneas principales i otras que, disponiendo de modos de alumbrado mas perfeccionados para los trenes importantes, conservan aun el alumbrado a aceite para los trenes de segundo orden.

Hai todavía en los antiguos coches bastante gran cantidad de lámparas de modelo primitivo con pico plano, que consumen de 12 a 15 gramos de aceite por hora i que dan un poder luminoso de 0.35 cárcel mas o ménos.

Las compañías inglesas emplean una lámpara con pico plano de 30 a 35 milímetros de ancho, que consumen 20 a 25 gramos de aceite por hora i que dan un poder luminoso de 0.60 a 0.70 cárcel.

Como hemos dicho se ha mejorado sensiblemente el alumbrado a aceite, reemplazando el pico plano por un pico redondo con una corriente de aire central i chimenea de evacuacion de los productos de la combustion.

Los ferrocarriles del Estado Belga emplean una lámpara de pico redondo con chimenea de vidrio i mecha de 20 milímetros de diámetro, cuyo consumo de aceite por hora es de 35 gramos.

El poder luminoso es de cerca de un cárcel, i el gasto por hora de alumbrado de 0.035 franco mas o ménos.

En Francia, la Compañía del Norte emplea en los coches de primera clase, alumbrados con aceite, lámparas análogas a la anterior.

La Compañía Francesa del Este emplea lámparas Faucon, con pico redondo i chimenea suspendida por encima del pico, de manera que queda circulacion libre del aire al rededor de la mecha. El consumo es de 20 a 22 gramos por hora, i el poder luminoso de 0.70 cárcel.

Las Compañías del Oeste, Sur i Paris Lyon-Mediterráneo emplean las lámparas Lafaurie i Potel, con pico redondo, sin chimenea de vidrio i con un reflector provisto de un orificio central de pequeño diámetro, que comunica con la chimenea de la linterna. Los productos de la combustion salen por este orificio. El consumo horario es de 25 a 30 gramos i el poder luminoso de 0.70 cárcel mas o ménos. El gasto por lámpara-hora es avaluado en 0.03 franco.

En Estados Unidos, Rusia i Suiza, no se hace uso del aceite vegetal para el alumbrado normal de los coches de ferrocarriles.

3.º *Alumbrado con lámparas de petróleo.*—Se han empleado tambien lámparas a petróleo, cuyo poder luminoso es bastante considerable, pero el empleado ha sido limitado en los coches, desarrollándose considerablemente para el alumbrado de las señales de atras de los trenes i de las linternas de las locomotoras i ténders. El petróleo tiene por este último empleo la ventaja de no congelarse, como el aceite, con los grandes frios.

Este sistema tiene graves inconvenientes, como ser la dificultad del reglaje de la altura de la llama, la dificultad de almacenaje, los peligros de manutencion i de incendios, la resudacion, que es difícil evitar, i el mal olor que resulta.

Para el alumbrado de coches, las compañías de ferrocarriles de Estados Unidos han empleado el petróleo de preferencia a toda otra materia. Esto es por otra parte natural, ya que se encuentran en el centro de producción de este combustible. El petróleo empleado para los coches es un producto rectificado que no emite vapores sino que a 148° mas o menos. En estas condiciones no presenta sensiblemente mas peligros que el aceite vegetal.

Las lámparas empleadas en Norte América son provistas de picos con mecha plana (simple o doble) o redonda, consumiendo de 30 a 40 gramos por hora. El poder luminoso es de 1.2 a 1.5 cárcel por lámpara. Los coches tipo americano son alumbrados convenientemente con cuatro lámparas.

En Inglaterra, la compañía Isle-of-tan alumbraba sus coches con petróleo.

La Compañía Real de los ferrocarriles portugueses, el Central Suizo i el Viège-Zermath emplean igualmente el petróleo americano para el alumbrado de los coches.

En Francia, la Compañía de Orleans ha aplicado en grande escala el alumbrado a petróleo.

Los ferrocarriles del Estado frances han adaptado el alumbrado a petróleo para los furgones de equipajes. Las lámparas empleadas tienen un pico redondo de 23 milímetros de diámetro con doble corriente de aire. Consumen 20 a 25 gramos por hora i dan un poder luminoso de 0.80 cárcel mas o menos. Están provistos de este alumbrado 450 furgones. El precio por hora de alumbrado es de 0.01 franco.

En Noruega, los wagones postales son los únicos alumbrados por medio de lámparas de petróleo.

En 1887 se introdujo en el Estado de Baviera i tienen unos 1,100 coches alumbrados con petróleo o sea el 22 por ciento del total.

En 1895 lo introdujo el Estado de Wuttemberg sólo en unos 40 coches.

En 1891 lo empleó el Estado de Rumania en unos 400 coches, pero lo abandonó en 1894 i se arreglaron estos coches para el alumbrado al aceite de colza, por medio de lámparas Lafaurie-Potel.

Los estados de Baviera i de Wuttemberg consideran satisfactorio el alumbrado a petróleo. Al contrario, los ferrocarriles de Rumania estiman que con el petróleo las dos condiciones de alumbrado satisfactorio i alumbrado económico son incompatibles; constatan ademas estos inconvenientes: empleo de un petróleo especial de un precio mas elevado que el aceite de colza, manutención delicada, molesto para encender las lámparas i empleo de una sustancia de conservación i manejo peligrosos.

II.—ALUMBRADO CON GAS

1.º *Alumbrado con gas de aceite.*—Con el objeto de evitar los inconvenientes que se presentan con los sistemas de alumbrado que hemos visto ántes, se pensó en tomar un gas combustible como agente que proporcionara un alumbrado a la vez limpio, potente i agradable.

En 1856, el ferrocarril «Chicago Galena» ensayó el gas de hulla. Este gas era comprimido en depósitos cilíndricos colocados debajo de cada coche, de ahí iba a los quemadores colocados en el cielo raso de los compartimentos.

El gas de hulla sirvió para el alumbrado hasta el año 1867, época en que M. Julio Pintsch propuso el gas de aceite o *gas rico*. Se llama gas rico porque es mas rico en elementos carburados que el gas de hulla o gas ordinario; tiene cuatro veces mas poder luminoso. Se comprende la importancia que hai en utilizar para los ferrocarriles un gas con gran poder luminoso, puesto que es preciso poder almacenar bajo un pequeño volumen una gran cantidad de luz. Así los depósitos de los coches no necesitan tener un gran volumen i no se aumenta mucho el peso muerto de los carros.

Los ensayos de alumbrado a gas de aceite dieron resultados satisfactorios. Un quemador Manchester, con un gasto de 25 litros por hora, da un poder luminoso de 0.70 cárcel mas o ménos, i se puede aumentar éste, modificando el gasto del gas i la naturaleza del quemador empleado.

Depósitos destinados a recibir el aprovisionamiento del gas se instalan bajo los coches o sobre sus techos, i se almacena ahí, tomándolo de la usina, la cantidad de gas necesaria para 30 a 35 horas de alumbrado.

Esta ha sido una mejora considerable para la explotacion, sobre todo para la claridad i fijeza, así como por la limpieza de las lámparas. Se enciende el gas por un simple mechero de alcohol i se apaga cerrando una llave simplemente. Quedan así suprimidos los lampareros: no mas pérdidas de aceite, no mas mal modo de llenar las lámparas, no más quejas de mala calidad de aceite i de las mechas.

Así, despues de los ensayos hechos en Alemania en 1876, un gran número de compañías de todas partes del mundo han hecho grande aplicacion de este modo de alumbrado.

En 1880, 6,000 coches estaban alumbrados a gas.

Esta cifra pasa en 1890 a 33,000. I en 1898 a 106,000.

Pero este progreso no se ha alcanzado sin sacrificios de importancia. No sólo la instalacion en los coches de este modo de alumbrado ha exigido gastos mayores que los que importaba la instalacion del alumbrado a aceite, sino que tambien se han orijinados gastos elevados a causa de la creacion de usinas de fabricacion del gas, el establecimiento de cañerías de gas i de estaciones para llenar los recipientes.

Los detalles de las lámparas i el modo de fabricacion del gas de aceite se encuentran consignados en el *Boletín del Congreso Internacional de ferrocarriles*, números de Mayo i Agosto de 1900.

De los acumuladores, el gas es distribuido en las canalizaciones por un simple juego de llaves. Estas canalizaciones son de plomo i con un espesor suficiente para resistir a una presion de diez kilógramos, o de tubos de fierro galvanizado reunidos por medio de regalfas fileteadas i soldadas.

De distancia en distancia se encuentran ramales que van a las bocas de carga. Para llenar los depósitos de los coches, basta unir las bocas de carga con las que vienen del gasómetro por medio de un tubo de cautchou. Una vez hecha la maniobra de las llaves, basta de uno o dos minutos para cargar de gas a siete kilógramos de presion, los depósitos de un coche. Es una gran ventaja la rapidez i sencillez de esta operacion.

En las estaciones que sirven líneas de poca importancia, se instalan acumuladores fijos, que se alimentan por medio de wagones-reservorios cargados de gas, a once kilógramos de presion en la usina mas próxima. Se pueden tambien alimentar directamente

los coches por medio de este wagon-reservorio. Este wagon lleva en jeneral tres acumuladores de diez metros cúbicos mas o ménos cada uno.

El inconveniente de este sistema es que no se pueda llegar a vaciar completamente los reservorios. Cuando el gas ha descendido a una presion de cuatro kilógramos mas o ménos, es difícil cargar los acumuladores de los coches.

Se puede llegar a tener una utilizacion mejor, instalando al lado de los acumuladores fijos una bomba accionada por un motor a gas o a petróleo, que aspire el gas en el wagon-reservorio i lo impela hácia los acumuladores fijos.

Se encontró al principio mas simple encerrar la cantidad de gas necesaria de un furgon agregado a cada tren, uniendo a él los diversos coches por medio de un tubo que formara canalizacion. Este procedimiento, que existe aun en algunas partes para trenes cuya composicion queda invariable, ha sido rápidamente abandonado, i lo que se hace ahora es proveer cada coche de uno o varios reservorios que encierran la cantidad de gas que se quiera, de manera a asegurar la independencia absoluta de los coches, que es hoy dia un principio de explotacion.

Como hemos dicho, el aprovisionamiento de gas de cada coche corresponde a treinta i cinco horas mas o ménos, para un consumo horario por quemador de veintitres a veinticinco litros; sin embargo, en los ferrocarriles holandeses sólo es para quince horas i para veinte horas en los del Estado Prusiano.

Las llaves de carga están fijadas a las longuerinas de cada lado del coche i sirven para operar la llena de los reservorios. El gas, que se encuentra a una presion de siete kilógramos, despues de esta operacion es llevado a la presion normal de consumo, que es de veinticinco a treinta milímetros de agua, pasando por un regulador de presion colocado bajo la caja del coche. Este aparato está dispuesto de tal suerte que las trepidaciones i los choques no tienen accion sobre la fijeza de la llama durante la marcha.

Los picos que consumen veintitres a veinticinco litros dan un poder luminoso de 0.70 cárcel mas o ménos que, comparado con el poder luminoso de las lámparas de aceite, que es de 0.35 a 0.045 cárcel, ha constituido al principio un real progreso. Pero en razon de la mayor altura que se ha dado a los techos de los carros i de las necesidades del confort, siempre crecientes de parte del público, ha sido necesario aumentar la cantidad de luz producida por la combustion del gas.

Un simple reflector, dispuesto para dar la recuperacion, que se coloca en las linternas como el reflector ordinario, da un aumento sensible de intensidad luminosa; se puede así llegar a pasar de una cárcel con un consumo de veinticinco litros por hora.

En los grandes coches, jénero Pullman, las linternas, provistas de aparatos de recuperacion, bajan cincuenta a sesenta centímetros del techo, de manera que se acerque el foco luminoso a los asientos.

Estas linternas comprenden cierto número de quemadores dispuestos en corona, i el consumo de gas, que puede variar entre cuarenta i cinco i sesenta litros a la hora, corresponde a un poder luminoso de dos a tres cárcel.

En fin, se emplean igualmente lámparas en las cuales la llama es producida por el escurrimiento del gas por un quemador en forma de toro, perforado por una série de huecos pequeños.

La llama se presenta entónces en forma circular-horizontal; es mui blanca i el resultado producido es excelente, con la condicion que el aparato se encuentre en perfecto estado de entretenimiento. Si los huecos se obstruyen, se producen puntos oscuros en el toro, que hacen mal efecto.

Como aparato de este jénero hai la lámpara Coligny, cuya descripción se puede ver en el *Engineering*, de 10 de Abril de 1893.

Costo.—El precio del metro cúbico del gas comprimido a diez atmósferas, varia entre límites bastantes estendidos, segun el precio de las materias primas empleadas segun el poder luminoso buscado i segun la importancia de la fabricacion.

Así el precio mas bajo del metro cúbico es de 23 céntimos de franco i el mas elevado 1.25 franco.

El precio normal, 60 a 70 céntimos; así que tomaremos el valor medio de 65 céntimos.

El gasto horario por picos que consumen veinticinco litros, es pues, de 0.016 francos. Se eleva para los picos de gran gasto (cuarenta i cinco a sesenta litros) a 0.029 i 0.039 francos.

Hai que agregar a estas cifras los gastos provenientes del entretenimiento i del personal necesario, que pueden avaluarse en 0.005 francos por lámpara-hora.

Algunos datos estadísticos.—En Inglaterra se ha reemplazado casi en todas partes el alumbrado a aceite por alumbrado a gas. Así, el número de coches alumbrados con gas de aceite que era de siete mil quinientos en 1892, ha subido a treinta i un mil quinientos en 1900.

Ha sucedido lo mismo, aunque en menor escala, en los otros países.

En Inglaterra se emplea casi en todas partes, para las primeras clases, linternas con dos quemadores. El consumo varia de veintiuno a cuarenta litros, segun el tipo de linterna.

En Estados Unidos i colonias inglesas, el consumo horario es de treinta i cinco a ochenta litros de gas por lámpara.

En Bélgica, cuarenta litros.

En Francia, varia de veintitres a veintisiete litros.

Los ferrocarriles italianos emplean linternas con un pico i llama vertical, en los que el consumo horario es de veinticinco a treinta litros.

En jeneral, las lámparas se encienden por el exterior, es decir, por el techo.

En los ferrocarriles rusos las linternas son del tipo Pintsch, con un pico i llama vertical. El consumo es de veintiocho litros i se encienden desde el interior.

En Suiza, las compañías emplean linternas con un solo pico i llama vertical en que el consumo es de dieciseis a treinta i ocho litros por hora. Se encienden desde el interior de los coches.

Indicamos a continuacion algunas administraciones que disponen de usinas a gas de una notable capacidad de produccion:

Estado prusiano.—Cuarenta i cinco usinas susceptibles de una produccion de doscientos a dos mil metros cúbicos de gas por día.

Estado húngaro.—Tres usinas con capacidad total de produccion de cinco mil cien metros cúbicos por día.

Estado holandes.—Tres usinas con capacidad total de produccion de dos mil doscientos metros cúbicos por día.

Estado austriaco. — Cuatro usinas con capacidad total de produccion de mil seiscientos cuarenta i dos metros cúbicos por día.

Observacion.—M. Cajetan Banovitz, director del material i traccion de los ferrocarriles húngaros, observa que el peligro de incendio, que en el alumbrado a gas rico es mas temible que en el alumbrado al aceite, así como el peligro de esplosiones, son las razones que han tenido en cuenta algunas compañías para no aceptarlo.

Sin embargo, agrega que conviene hacer notar que todos los ferrocarriles que han introducido en sus líneas de alumbrado al gas rico, lo han desarrollado de una manera continúa i nunca ha sucedido que una vez aplicado este modo de alumbrado, haya sido abandonado por un ferrocarril cualquiera.

Gas ordinario carburado.—Fuera del alumbrado al gas rico, el estado de Baviera ha aplicado tambien en cierto número de coches el alumbrado al gas ordinario. A este efecto, el gas de alumbrado ordinario es carburado; el hidrógeno carburado es llevado a un carburador por el cual pasa el gas de alumbrado ordinario. La instalacion de los coches es igual a la del gas rico. El poder luminoso de los dos gases es igual. Este modo de alumbrado no se ha adoptado por ninguna otra administracion.

2.º—*Alumbrado por la incandescencia del gas.* Se ha ensayado tambien de mejorar el alumbrado a gas utilizando los manguitos *Auer*, que dan tan escelentes resultados en los aparatos fijos.

La Compañía del Paris Lyon-Mediterráneo lo ensayó detenidamente. Con el objeto de preservar el manguito, que es tan frágil, habia suspendido las linternas en una espiral circular que formara resorte i constituido por la cañería misma de llegada del gas. De esta manera habian llegado a asegurar una conservacion suficiente para los manguitos; pero, por otra parte, los manguitos no resistian a la manutencion de los agentes encargados de la conservacion i limpia de los aparatos. Es por esto que la Compañía Paris-Lyon-Mediterráneo hubo de renunciar a estender su empleo, aun cuando la luz producida fuera de mui buena calidad. La luz era blanca i fija, ademas era económica: el consumo sólo llegaba a treinta i cinco litros por hora para un poder luminoso de tres cárcel mas o ménos.

Por este motivo es que en el *Boletín del Congreso Internacional de Ferrocarriles*, de Mayo de 1900, se dice que «la solucion completa de este sistema para aplicarlo a los trenes no ha sido aun encontrada.»

Sin embargo, la Compañía Francesa del Este continuó los ensayos i ha llegado a obtener mui buenos resultados despues de dieciocho meses de esperiencias. He tenido oportunidad de imponerme personalmente de este sistema en visitas que he hecho a los ferrocarriles del Este en Enero i Febrero del presente año. Acompaño una publicacion que acaba de hacer esta Compañía relativa a este asunto i que ha tenido la amabilidad de enviarme el ingeniero principal del material i traccion, M. Bard, lo que me ahorrará

de entrar en detalles sobre el particular, limitándome sólo a indicar los resultados que han obtenido.

El gas llega a las lámparas por una cañería de las ordinarias en forma de cuello de cisne, que termina por el quemador; sobre él está colocado directamente i sin interposicion de ningun resorte, la galería que soporta el manguito.

En estas condiciones tan simples, se tiene, segun las esperiencias hechas, que los manguitos duran término medio cincuenta dias; que nunca se ha roto ninguno en el camino, lo que habria ocasionado la supresion momentánea del alumbrado en el compartimento; i que cuarenta i cinco por ciento de cuarenta manguitos ensayados han sido retirados intactos al punto de vista de su estado de conservacion, i su reemplazo no se ha efectuado sino por la disminucion de poder luminoso.

Han constatado tambien que la forma cóncava de los manguitos es mas ventajosa que la en forma de campana.

La galería de suspension del manguito en la forma definitiva que han adoptado, puede ser manipulada por los ajentes encargados por la conservacion i limpia sin peligro de deteriorar el manguito.

El nuevo quemador da una llama mui caliente i una incandescencia mui viva; exige una presion de gasto bastante elevada, a lo ménos ciento cincuenta milímetros i da un poder luminoso de mas o ménos dos cárcel para un consumo horario de quince litros de gas rico, medido a la presion atmosférica.

Con el gas de hulla comprimido a diez kilogramos es preciso, para obtener la misma luz, un gasto horario de mas o ménos treinta i cinco litros i una presion mas débil.

Con relacion a la linterna a gas con recuperacion, que en el principio de su aplicacion representaba un progreso considerable sobre la linterna normal, los rendimientos luminosos obtenidos con la incandescencia son mas de dobles.

Son tambien superiores a los obtenidos con la mezcla en la proporcion de uno a tres de gas i acetileno, que no pasan jeneralmente de 1.4 cárcel con un consumo horario de veinticinco litros.

En resumen, los manguitos incandescentes son aplicables al alumbrado de coches de ferrocarril, tan bien con el gas rico como con el gas de hulla, para este último con las reservas ántes indicadas.

Una de las principales objeciones hechas a la incandescencia era la delicadeza de manipulacion de los manguitos, objecion que desaparece para los aparatos ensayados por la compañía del Este, ya que no hai que tocar los manguitos sino para renovarlos.

Durante diez meses consecutivos ha podido la compañía del Este asegurar el alumbrado de veintidos compartimentos durante unas dieciocho mil horas, sin ningun accidente i dando a los viajeros una luz dos veces mas intensa que la que resultaba del empleo de las linternas a recuperacion; todo esto reduciendo en cuarenta por ciento el consumo de gas.

Conviene agregar que estos resultados han sido obtenidos con coches que no habian sido especialmente elejidos al punto de vista de la calidad de sus suspensiones i de sus rodaduras.

Se puede, pues, concluir que el poder luminoso es sensiblemente duplicado sin

aumento de gasto i que se realizará aun una pequeña economía, ya que a la reduccion de consumo de cuarenta por ciento de gas rico, sea diez litros por hora, durante cuatrocientas horas (duracion media mínima de los manguitos), corresponde una reduccion de gasto de: (contando a sesenta céntimos el precio del metro cúbico de gas).

$$\text{fr. } 0.60 \times 4 \text{ m}^3 = \text{fr. } 2.40$$

miéntras que el precio de un manguito colocado no es sino que de cuarenta céntimos a cincuenta céntimos.

3.º—*Alumbrado con acetileno puro.* En vista de mejorar el alumbrado de coches de ferrocarriles, la casa Pintsch pensó hace algunos años (1895) en el empleo del acetileno

El poder luminoso de este gas es considerable, con siete a ocho litros se obtiene una cárcel; i ademas presenta la ventaja particular de no perder poder luminoso por la compresion.

Sin embargo, empleado el acetileno en estado líquido i comprimido, como se hizo al principio, dió malos resultados, pues, era de temer esplosiones, i en realidad se tuvieron varios accidentes.

Se han emprendido esperiencias para emplearlo de otras maneras; pero sólo el porvenir puede darnos a conocer si este elemento es útil para el alumbrado de coches.

No sucede lo mismo para el alumbrado de las señales de atras del tren o para las linternas de las locomotoras en que tiende a utilizarse.

Segun el *Engineering News*, se encuentra aplicado de este modo a mas de cincuenta locomotoras a vapor de la «Southern Pacific Railway.»

Un ensayo de consumo practicado por la «Chicago and Northwestern Railway» permite afirmar que con carburo a cuarenta i cinco céntimos el kilógramo, el precio de alumbrado de una locomotora sale mas o ménos a cinco céntimos por hora, siendo los gastos de entretenimiento los mismos que para el alumbrado a petróleo.

Por otra parte, el alumbrado de la via se obtiene en cuatrocientos metros mas o ménos delante del tren.

Para mas detalles sobre este asunto, consultar el artículo de M. Carlier, de Abril de 1902.

Alumbrado por medio del gas misto o sea mezcla de acetileno i gas rico.—No pudiendo el acetileno puro servir fácilmente para el alumbrado de trenes, la casa Pintsch, de Berlin, tuvo la idea de mezclarlo con el gas rico, con el objeto de aumentar el poder luminoso del gas rico empleado solo. Pero ante todo hizo esperiencias sobre el peligro que presentaban estas mezclas, segun las proporciones variables de acetileno i gas rico.

En 1896 se hicieron en Berlin las primeras esperiencias sobre la esplosibilidad de esta mezcla i sobre su poder luminoso. Se repitieron en Francia en 1898 (*).

El resultado principal a que se llegó es que si se mezcla gas de aceite con acetileno, el gas producido no se descompone a la presion de diez kilógramos bajo la influencia de

(*) *Revue Générale des Chemins de fer.*—Tomo I de 1898, páj. 396. Alumbrado de trenes con acetileno en Alemania.

temperaturas elevadas, a condicion que la proporcion de acetileno no pase de cuarenta i cinco por ciento. Por otra parte, gas de aceite de buena calidad con la adicion de veinte por ciento de acetileno, mejora del simple i doble su poder luminoso.

Estos estudios han conducido a la administracion de la red de ferrocarriles del Estado prusiano a la sustitucion del gas de aceite por una mezcla de setenta i cinco por ciento de gas de aceite i veinticinco por ciento de gas acetileno. Entrando en mayor proporcion el acetileno, hai el peligro de que se produzcan esplosiones.

La primera aplicacion de este modo de alumbrado se hizo en Berlin en 1897, en los coches del Metropolitano. El acetileno entraba por veinticinco por ciento en la mezcla, i con esta proporcion se llega a triplicar el poder luminoso del gas.

En la actualidad mas de veinticinco mil coches del Estado prusiano usan este modo de alumbrado.

Los resultados satisfactorios obtenidos por el Estado prusiano, con el empleo de este gas, llamaron particularmente la atencion de los ingenieros de la Compañía de ferrocarriles de Paris Lyon Mediterráneo, i despues de detenidos ensayos, han adoptado en gran escala este mismo sistema, construyendo al efecto una usina para la fabricacion del acetileno en Bercy-Douanes, cerca de Paris (**).

Esta usina para el gas misto funciona regularmente desde el mes de Mayo de 1900 i produce en veinticuatro horas mas o ménos 2000 metros cúbicos de gas.

El precio de metro cúbico de gas de aceite (comprendida la amortizacion) alcanza en el Estado prusiano a 0.50 franco; el metro cúbico de acetileno comprimido se avalúa en 2.50 francos. En estas condiciones la bujía-hora de alumbrado por el gas de aceite cuesta 0.246 céntimos, mientras que la misma cantidad de luz obtenida con la mezcla de veinte por ciento de acetileno i ochenta por ciento de gas rico, sale a 0.15 céntimos.

Sin embargo, aun cuando la mezcla de gas rico i acetileno, en las proporciones ántes indicadas, no presenta peligro, la usina misma en que se fabrica el acetileno es peligrosa; así, no hacen pocos meses (en Diciembre último) se produjo una gran esplosion que destruyó completamente una usina de acetileno, construida en Estraburgo, hacia poco tiempo, para el alumbrado de trenes de un ferrocarril.

III. ALUMBRADOS ELÉCTRICOS

Desde hace mas de veinte años que se ha estado viendo modo de alumbrar los coches de ferrocarriles por medio de la electricidad; pero no podia tomar este alumbrado gran desarrollo con los sistemas al principio ensayados. Sólo desde unos ocho años a esta parte, el problema del alumbrado perfecto i práctico de los coches, por medio de la electricidad, parece resuelto.

La cuestion del alumbrado eléctrico en los coches de ferrocarril habia sido objeto de una discusion documentada en el Congreso de Ferrocarriles de 1889. Las conclusiones a que el Congreso arribó fueron favorables al principio del alumbrado de los trenes por la electricidad. La mocion que votó este Congreso fué la siguiente:

«Visto el estado actual del alumbrado eléctrico, no se puede alentar el alumbrado

(**) Puede verse la descripcion completa de la usina en el *Génie Civil*.—Tomo XXIX, número 26.

a gas de los coches de ferrocarriles. Es preferible estudiar el sistema de alumbrado de los coches por la electricidad i ver modo de perfeccionarlo por medio de ensayos prácticos.»

Bajo el punto de vista económico, este alumbrado cuesta mas barato que el a gas rico o al aceite. En la administracion de correos alemanes, en que poseen un material especial para la produccion de la corriente eléctrica (lo que aumenta el gasto ordinario), el costo por hora de alumbrado de una lámpara de doce bujías ha sido en 1898 de 0.044 franco, miéntras que el precio de alumbrado a gas rico les salia a 0.056 franco para las mismas cantidades (***).

Por otra parte, una estadística presentada por la oficina imperial de los ferrocarriles alemanes al Congreso de 1889 constata un gasto de 0.0376 franco para un alumbrado de 0.7 cárcel-hora por medio del gas rico, i un gasto de 0.056 franco para un alumbrado semejante con aceite de colza.

Pero estas cifras hai que tomarlas con mucha reserva, porque, como dice mui bien M. Wichert, es mui delicado establecer cálculos de este jénero que se presentan desgraciadamente mui a menudo para demostrar la economía del alumbrado eléctrico. Agrega que a él le seria mui fácil probar con cifras que el alumbrado eléctrico es tres veces mas costoso o tres veces mas económico que el a gas; todo depende de las condiciones del problema.

Los sistemas del alumbrado eléctrico de coches de ferrocarriles actualmente en uso, pueden resumirse como sigue:

1.º Los en que se hace uso de un grupo electrógeno especial llevado por un coche del tren para alumbrar.

Jeneralmente es un motor a vapor que acciona el dinamo que sirve para el alumbrado; el vapor viene de la caldera de la locomotora o de una caldera especial.

La locomotora a vapor, sistema Thuile, espuesta en Paris en 1900 llevaba un grupo electrógeno con turbina Laval, que estaba alojado en el compartimento del maquinista. La turbina era alimentada por vapor de la caldera de la locomotora.

Este sistema se emplea en Rusia (tren imperial), en algunas partes de Austria i Estados Unidos. Sólo tiene empleos en casos especiales.

Últimamente (1) se ha aplicado en Alemania este mismo sistema a un tren que va de la estacion Stettin (Berlin) a Stralsund-Sassnitz i a otro de Berlin-Altona i de Hagenan-Kiel.

La administracion de los ferrocarriles prusianos ha considerado que no debe emplearse el sistema de alumbrado eléctrico por medio de un dinamo accionado por uno de los ejes del coche, por cuanto los aparatos reguladores de la tension presentan órganos de tal delicadeza que se puede dudar que duren largo tiempo. I ademas ha tomado en cuenta que en el sistema de alumbrado eléctrico por acumuladores solos, la carga de las baterías es complicada i no es realizable en una gran esplotacion como la del Estado Prusiano.

(***) *Memoires de la Société des Ingénieurs Civils de France*, de Julio de 1901, citadas por M. Carlier.

(1) «Bulletin de la Commission internationale de Congrès des Chemins de fer. Enero 1903. Artículo de M. Wichert sobre «L' éclairage des trains à intercirculation des chemins de fer de l'Etat Prussien.»

Se ha decidido, pues, a experimentar el sistema que consiste en colocar el motor i el dinamo en la locomotora i prever una batería en cada coche. Cree tener así algo simple i económico. En la locomotora se encuentra un dinamo *shunt*, accionado por una turbina a vapor Laval.

2.º Los en que se emplean acumuladores alojados bajo cada coche. Muchas compañías de ferrocarriles han adoptado este sistema.

3.º El alumbrado puede tambien ser producido por medio de acumuladores alojados en un furgon de los trenes.

Hai pocos ejemplos de este sistema, que no conviene sino que en circunstancias particulares, para trenes que no son descompuestos i que hacen un servicio absolutamente regular.

Se cita en este jénero de aplicaciones los trenes de los ferrocarriles suecos que circulan entre Christianía i Helsinborg; los trenes lijeros de los ferrocarriles de Dinamarca, i algunos trenes de los ferrocarriles de Sicilia occidental.

4.º Los sistemas en que un dinamo accionado por un eje de un coche, alimente en marcha los aparatos de alumbrado i los acumuladores del coche.

Una série de sistemas se han ideado fundados en este mismo principio. Los mas conocidos son, en Estados Unidos, los de los señores Barrett, Moscowitz, Lewis, Young, Richards, Biddle, Crevelling, Gould, Kennedy, etc.; en Inglaterra, los de los señores Gill, Stone, Preston, etc., i en fin, en el continente europeo, los de los señores Dick, Auvert, Vicarino, Kull, etc.

De estos diversos modos de alumbrado eléctrico de trenes, los que han sido mas aplicados, i que merecen un estudio especial son los de acumuladores alojados en cada coche i los en que la corriente es producida por medio de un dinamo accionado por uno de los ejes del coche.

Examinaremos estos dos sistemas con un poco mas detencion.

1.º—*Alumbrado eléctrico por acumuladores.*—En 1888 se empezó a ensayar este sistema que ha tomado cierto desarrollo, pues en 1900 se contaban ya mas de cinco mil coches alumbrados por medio de acumuladores.

En jeneral, en cada coche se instalan las baterías que deben proporcionar la corriente necesaria para la alimentacion de las lámparas de este coche.

Las baterías, en número variable, encierran cierto número de elementos (seis a doce en la mayor parte de los casos) i son fijadas jeneralmente bajo las cajas de los coches.

La capacidad de los acumuladores varia entre setenta i doscientos veinte amperes, i la tension o voltaje de la corriente de descarga, de doce a treinta i seis volts.

Segun su número i capacidad, aseguran una duracion de alumbrado de 10 a 36 horas. El tiempo es indicado por un contador-horario.

La carga de los acumuladores es hecha, sea sobre los mismos coches por medio de una toma de corriente sobre la canalizacion que viene de la usina de produccion de electricidad, sea en un taller especial anexo a esta usina, al cual son llevadas las baterías i ligadas por medio de conexiones especiales con la canalizacion de la usina.

De las compañías que han aplicado el alumbrado por acumuladores a sus coches en proporciones mas o ménos grandes, mayor número de ellas hacen enviar las baterías para

cargarlas a la usina de produccion eléctrica, que las que las cargan en los coches mismos.

La operacion de la carga de los acumuladores exige de 6 a 14 horas para los acumuladores ordinarios i de $1\frac{1}{2}$ a 4 horas para los de carga rápida que no hai que sacarlos de los coches.

A pesar de las ventajas del alumbrado eléctrico de los trenes por medio de acumuladores, de las cuales la principal es la seguridad de funcionamiento, i cuyas primeras aplicaciones remontan a unos 14 años, no se ha desarrollado tanto como era de esperarlo. Esto proviene de las dificultades i de lo molesta que es la carga de los acumuladores.

Han adoptado este modo de alumbrado, entre otras, la Compañía del Jura-Simplon la Compañía Italiana del Mediterráneo, los Ferrocarriles alemanes, la Compañía de Orleans, la del norte frances; i como ensayo en algunos coches la Paris-Lyon-Mediterráneo la del Este, la del Sur i los ferrocarriles del Estado frances.

Examinaremos algunas aplicaciones de este modo de alumbrado.

Compañía francesa del Este.—En el mes de Febrero último tuve ocasion de ver el alumbrado eléctrico por acumuladores empleado en la Compañía francesa del Este.

Cada coche lleva baterías de acumuladores compuestos de 6 elementos i que están unidos de a tres, alimentando diferentes lámparas, con el objeto de que, si se echa a perder una de las baterías, funcione la otra.

Los acumuladores están colocados debajo de la caja del coche i pueden sacarse con facilidad, pues quedan a la altura del anden de la estacion.

El peso de cada elemento es de 65 kilogramos, de modo que es fácilmente manejable por un hombre; se llega a tener un peso total para los 6 elementos con sus accesorios de 450 kilogramos.

Los acumuladores son sacados de los coches para recargarlos; se trasportan en pequeños carritos de mano para llevarlos a la usina de carga.

La operacion de la carga de los acumuladores exige cuatro horas: conviene se haga lentamente para que despues se descarguen bien.

La estacion de los ferrocarriles del Este en Paris, tiene una instalacion especial para el alumbrado eléctrico de la misma estacion; pero éste no es suficiente para la carga de los acumuladores. Los acumuladores los cargan con electricidad tomada de la corriente de la Sociedad de Alumbrado Eléctrico de Paris, a la cual le pagan cuarenta céntimos por kilowatt-hora.

La instalacion de la oficina de carga de los acumuladores es de lo mas simple; una sola pieza de unos seis metros por cada lado, a la que llegan varios hilos de la canalizacion eléctrica i en la que hai un medidor que registra el gasto de electricidad.

La instalacion completa del alumbrado eléctrico de cada coche ha costado 1500 francos mas o menos.

Compañía del Norte.—La Compañía francesa del Norte se ha decidido por este sistema despues de haber ensayado muchos otros. En la aplicacion del Norte, cada coche lleva su bateria de alumbrado de manera a realizar la independencia de los coches. La tension de la corriente es reglada por un *adjoncteur-réducteur*, maniobrado a mano.

Cada batería posee dieciseis elementos de los cuales el 14.º, 15.º i 16.º son incorpo-

rados en el circuito de las lámparas, a medida que baja la tension en los electrodos del circuito.

Los acumuladores están dispuestos en cofres colocados bajo el coche.

La carga de los acumuladores se hace en los coches mismos, por medio de una canalizacion eléctrica, aérea o subterránea, establecida a lo largo de las vias de estacionamiento; ella se hace a tension constante i dura tres horas mas o ménos.

La baterias son sacadas periódicamente de sus cofres para la visita i la limpia.

Segun M. Sartiaux, ingeniero en jefe de la explotacion de la Compañía de ferrocarriles del Norte, el precio por lámpara-hora, de ocho bujías, se descompone como sigue:

Gastos de consumo.....	francos	0.0219
Cargas del capital.	»	0.0073
Gastos de manutencion.....	»	0.0033
TOTAL.....		francos 0.0325

i el precio del kilowatt-hora de enerjía eléctrica ha sido contado a razon de veinte céntimos; el valor del capital invertido para cuatro lámparas de ocho bujías es mas o ménos mil doscientos francos, de los cuales, setecientos francos corresponden a los acumuladores.

Segun M. Sartiaux, tambien el precio comprendiendo las cargas del capital, para un alumbrado con lámpara de aceite de siete bujías, alcanza en la Compañía del Norte a 0.033 franco. El alumbrado eléctrico es, pues, mas barato.

Burlington Limited. — La Compañía Burlington Limited, que hace el servicio entre Chicago i Minneapolis, utiliza tambien el sistema de alumbrado por almacenaje de electricidad en una batería. Cada coche lleva cuarenta i ocho elementos, cada uno de los cuales pesa veinticinco kilogramos. Los elementos son agrupados en número de seis, en cajas que se alojan en los cofres que lleva el coche. Son limpiados mas o ménos una vez por mes. Las baterías de los coches son unidas entre ellas por medio de tres conductores establecidos a lo largo del tren, de manera a igualar la descarga a los acumuladores. Éstos son cargados en las estremidades de la línea. En Minneapolis son cargados por un dinamo que es movido por un motor a gasolina. Un contra-maestre del taller ocupa unas tres horas al dia en hacer la carga i visitar las baterias.

En Chicago, un electricista, acompañado de un ayudante, hace la visita i vijila la carga, efectuada por medio de una corriente eléctrica, producida por la usina.

Jura-Simplon. — Segun un cálculo del doctor Büttener el gasto por bujía-hora en el ferrocarril del Jura-Simplon es de 0.0044 franco, lo que equivale a 0.0352 franco por lámpara-hora de ocho bujías.

2.º — *Alumbrado eléctrico por medio de un dinamo accionado por un eje del coche.* — En 1885 se tentó un ensayo de esta naturaleza, pero que dió mal resultado.

En 1895 se estudiaron sistemas mas perfeccionados en los cuales la alimentacion de las lámparas es hecha durante la marcha del tren por medio de un dinamo accionado por uno de los ejes del coche.

Hay actualmente varios sistemas basados en el mismo principio, de los cuales los mas extendidos son el Stone, conocido con el nombre de Gould, en Estados Unidos, el Auvert, el Dick, el Maschwitz i el Vicarino.

En todos estos sistemas, baterías de acumuladores de débil capacidad son agregados a los dinamos. Sirven para alimentar las lámparas durante las paradas i cuando la velocidad del tren es inferior a cierto límite, i son recargadas en el camino por los dinamos, cuando la velocidad de un tren es suficiente.

En un coche con ejes fijos, se coloca el dinamo en el marco; pero si el coche está provisto de trucks, el dinamo es a veces montado en el trucks mismo.

La trasmision del movimiento del eje al inductor del dinamo, es a menudo realizada por medio de una correa plana de cuero o metálica. Otros modos de trasmision han sido igualmente ensayados, pero no con tan buen resultado.

En las primeras aplicaciones del sistema Auvert, la toma del movimiento era hecha por medio de una rueda de fricción apoyada contra la faz interior de la llanta de una de las ruedas del coche.

En los primeros ensayos del sistema Vicarino, una rueda de fricción calada en el eje del inductor era aplicada contra otra rueda.

El mismo procedimiento fué utilizado durante algun tiempo en el sistema Maschwitz; despues se ha usado una correa provista de salientes en forma de V.

En el sistema Dick, se hace uso de una trasmision por engranajes, que no es conveniente para grandes velocidades i que exige mucha vijilancia.

Lo que caracteriza a cada uno de los diversos sistemas, es el procedimiento particular empleado para mantener constante la tension en los circuitos de alimentacion de las lámparas, a pesar de las variaciones continuas, i a veces mui grandes de la velocidad del tren.

Detalles relativos a la manera cómo se mantiene constante la tension en los circuitos de alimentacion en los diversos sistemas, así como la descripcion completa de estos sistemas, se encuentran en el folleto de M. Carlier, en la *Revue Générale des Chemins de fer* i en el *Boletín del Congreso de Ferrocarriles*.

A continuacion sólo indicaremos algunos datos jenerales, especialmente relativos al costo de este sistema de alumbrado.

Sistema Auvert. — Este sistema se ha ensayado desde el año 1899 en la Compañía Paris-Lyon-Mediterráneo, de la cual M. Auvert es ingeniero principal.

A la velocidad angular de mil trescientas cincuenta vueltas por minuto, el inductor da una corriente de treinta amperes de intensidad i de 15.5 volts de tension.

La batería de acumuladores es compuesta por ocho elementos colocados en cuatro cofres fijados a las longuerinas del coche.

El peso de todos los elementos es de doscientos ocho kilogramos i su capacidad utilizable de ciento ochenta amperes-hora.

Esta capacidad permite asegurar el alumbrado de un coche durante ocho a nueve horas.

El peso total de los aparatos que sirven al alumbrado eléctrico de ocho lámparas de un coche, es de quinientos ochenta kilogramos, mas o ménos.

El precio de instalacion es avaluado próximamente en dos mil quinientos francos por coche.

De ensayos hechos entre Paris i Niza, resulta (*) que un coche puede hacer cincuenta viajes por año, a razon de treinta horas de alumbrado por trayecto.

El número anual de lámparas-hora por las ocho lámparas de un coche es, pues igual a

$$50 \times 30 \times 8 = 12000.$$

Los gastos anuales son éstos:

Cargas del capital del establecimiento, cuatro por ciento de dos mil quinientos francos.....	fr.	100
Entretienimiento de los acumuladores, veinte por ciento de trescientos cincuenta francos.....		70
Entretienimiento de los dinamos (por los dos), diez por ciento de mil francos.....		110
Entretienimiento de las canalizaciones.....		40
TOTAL.....	fr.	320

sea por lámpara-hora

$$\frac{320}{12000} = 0,027 \text{ francos;}$$

i como una lámpara cuesta 1.60 franco, con una duracion de doscientas horas, la hora del uso de la lámpara viene a salir a

$$\frac{1.60}{2.00} = 0.008 \text{ franco,}$$

i por consiguiente, el gasto total por lámpara-hora:

$$0.027 - 0.008 = 0.035 \text{ franco.}$$

La Compañía Paris-Lyon-Mediterráneo parece estar mui satisfecha de este sistema, que lo ha estendido a mas de cincuenta coches.

Sistema Vicarino.—Las Compañías francesas del Este, del Oeste i del Sur, i los ferrocarriles del Estado frances ensayan, desde 1900, un sistema de alumbrado imaginado por M. Vicarino, administrador delegado de la Compañía Jeneral Eléctrica.

En este sistema el alumbrado de cada coche es asegurado por los aparatos siguientes:

(*) Cifras presentadas al Congreso de Ferrocarriles celebrado en 1900.

1.º Un dinamo de construccion especial, herméticamente cerrado accionado por medio de una polea a friccion o por una correa por el eje del coche, i que puede ser desenganchado en caso necesario.

2.º Una batería de acumuladores de débil capacidad.

3.º Un aparato ausiliar que sirve a la vez de *conjoncteur-disjoncteur*, para poner en conexion el dinamo i la batería de acumuladores o para cortar la union entre estas dos fuentes de electricidad, i de igualador de tension.

Tal como se ha aplicado últimamente este sistema, se emplean dos baterías de acumuladores, cada una de las cuales se encuentra especialmente en carga en un sentido de la marcha.

La tension adoptada es de 30 volts en las lámparas de 16 elementos, cuya capacidad es de 40 a 60 amperes-hora; la mezcla de agua acidulada por emplear debe ser de 23º B mas o ménos.

El costo del alumbrado, establecido por el inventor, es el siguiente:

El reemplazo de lámparas, representa por lámpara-hora.....	fr. 0.001
(Una lámpara cuesta 0.80 fr. i dura 800 horas término medio)	
El entretenimiento de los acumuladores (reemplazo de las placas)	0.002
La batería de 40 amperes-hora contiene 60 kilogramos de placas positivas a 150 francos el kilogramo	
El engrasaje i el agua acidulada.....	0.0003
(0.025 francos por hora i por coche)	
La potencia motriz.....	0.0025
(La potencia absorbida por coche es de $\frac{1}{2}$ caballo, sea 1 kilogramo de carbon por hora a 2 francos los 100 kilogramos)	
SEA EN TOTAL.....	fr. 0.0058

sea 6/10 de céntimo por lámpara-hora de 10 bujías.

Esta cifra parece mui baja.

La instalacion de un equipo completo para un coche, viene a valer para 80 bujías, 1,250 francos mas o ménos, sin incluir el montaje.

En la Compañía del Este, en que tuve lugar a examinar la instalacion de este sistema, que ahí tiene en ensayo, el costo del establecimiento ha sido de 1800 francos mas o ménos por cada coche, miéntras que, como hemos visto, la instalacion de acumuladores sólo costaba 1500 francos; pero me hicieron presente que como gasto se equivalian los dos sistemas mas o ménos, ya que la explotacion es mas cara con acumuladores solos a causa de la carga de éstos. El ensayo ha sido mui satisfactorio hasta el presente. Hai acumuladores que tienen mas de cinco meses de funcionamiento, pero me manifestaron que sólo por ensayo los habian dejado tanto tiempo. El peso de la batería de acumuladores es aquí de 250 i de 100 kilogramos solamente el del dinamo.

Sistema Stone.—El sistema Stone fué uno de los primeros sistemas prácticos de alumbrado eléctrico obtenido por medio de un dinamo accionado por los ejes.

El primer ensayo se hizo en 1894 a un coche de 1.^a clase del «London Tilbury and Southend Railway.»

Los ensayos fueron de lo mas satisfactorio, i actualmente se encuentra este sistema estendido en el mundo entero.

En 1900 ya lo poseian 140 compañías de ferrocarriles.

En los equipajes Stone, empleados en el continente europeo, la tension de la corriente en los electrodos de las lámparas es jeneralmente de 16 volts; el dinamo produce una intensidad de corriente media de 30 amperes.

Hai equipos para los cuales la tension de la corriente es de 24 volts; estos equipos son ordinariamente aplicados a los coches de lujo de la compañía de Wagons Lits.

En el equipo de Stone hai dos baterías de ocho elementos cada una; un elemento de acumulador contiene 13 placas (6 positivas i 7 negativas) que pesan mas o ménos 18 kilógramos. La capacidad de cada elemento es mas o ménos de 120 amperes-horas.

Esta es la aplicacion europea casi jeneral del sistema Stone.

Pero en América, el equipo Stone es mas potente; lo que es, por otra parte, necesario por su aplicacion a los coches Pullmann.

En Estados Unidos este sistema es esplotado por la «Gould Coupler C.^a», de New York, que fabrica tres jéneros de equipos clasificados con las letras A, B i C, cuyos poderes luminosos son, respectivamente, de 384, 544 i 704 bujías. El dinamo de la «Gould Coupler C.^a» es multipolar. Los acumuladores son divididos en dos baterías de 13 elementos cada una, cuya capacidad varia entre 300 i 525 amperes-hora.

LÁMPARAS CON FILAMENTO DE OSMIO

Su rol en el alumbrado eléctrico de los trenes

(«Bulletin de la commission internationale du Congrès des Chemins de fer.» — Marzo 1903, páj. 270, por M. Théodore Kittl.)

Como se sabe, el filamento que se usa en las lámparas eléctricas incandescentes es de carbon. Últimamente, en 1902, el baron Carlos Auer von Welsbach, inventor mui conocido de los picos de gas incandescente, ha ideado cambiar el filamento de carbon por uno de osmio.

El osmio es un metal de la familia del platino. Su peso específico, que es de 22.5, lo hace el mas pesado de los metales conocidos. Tiene una dureza escepcional, mas grande que la del fierro, i son necesarios para trabajarlo, útiles templados especiales. En punto de efusion no está todavia determinado con exactitud, pero se supone que se encuentra al rededor de 2,500.^o C; su poder luminoso, en estado incandescente, es escepcionalmente elevado; gracias a estas dos propiedades, este metal se presta particularmente bien para la confeccion de filamentos para lámparas eléctricas incandescentes.

Lo mismo que para las otras lámparas incandescentes, los filamentos de osmio son encerrados en una ampolla de vidrio en la que forman dos espirales completas.

La luz de la lámpara de osmio es mui bella i blanca; la de las lámparas incandescentes con filamento de carbon parece pálida al lado de ésta.

Si se compara una lámpara de osmio con dos lámparas de carbon, una de 3.5 watts i la otra de 2.5 watts, se encuentra que el consumo de energía, al cabo de 0.200, 400, 600, 800 i 1,000 horas de servicio, es para las lámparas de 2.5 watts, de 2, 3, 3.6, 4.1, 4.7 i 5.2 watts.

Es para la lámpara de 3.5 watts, de 3.5, 3.6, 3.7, 3.75, 3.95 i 4.2 watts.

Es para la lámpara de osmio de 1.51, 1.34, 1.37, 1.42, 1.40 i 1.48 watts.

O bien, si se toma por término de comparacion el poder luminoso de estas lámparas endiferentes momentos, se encuentra que al cabo de 0.200, 400, 600, 800 i 1000 horas de servicio.

Es por la lámpara de 2.5 watts, de 20, 15.5, 12.8, 11.2, 9.6 i 8.6 bujías normales.

Es por la lámpara de 3.5 watts, de 16.8, 16.4, 15.5, 15, 14.2, 13.3" bujías normales.

Es por la lámpara de osmio de 14.8, 16.8, 16.4, 15.6, 15.2 i 15" bujías normales.

Estos dos cuadros muestran la superioridad notable de las lámparas de osmio sobre las de carbon.

Mientras que estos últimos acusan un consumo de energía siempre creciente i un poder luminoso decreciente, la lámpara de osmio tiene un consumo de energía casi constante i tambien un poder luminoso casi constante durante mil horas de servicio.

Pero el hecho mas importante es el consumo de energía escepcionalmente débil: queda en término medio bajo 1.5 watts.

Vamos a ver ahora en qué consiste la grande importancia de la lámpara de osmio para el alumbrado eléctrico de los trenes.

La mayor parte de las instalaciones existentes de alumbrado de coches de ferrocarriles con la ayuda de baterías de acumuladores, comprenden lámparas incandescentes que consumen 2.5 watts por bujía normal de poder luminoso. Se puede dejar a un lado sin inconveniente, en razon de su corta duracion, las lámparas con filamento de carbon establecidas para un consumo de energía inferior a 2.25 watts.

Ahora, con el alumbrado por acumuladores, no se dispone sino que de una reserva limitada de energía i, por consiguiente, el valor del consumo de energía de las lámparas incandescentes juega incontestablemente un rol esencial.

Es, pues, evidente que si, en lugar de lámparas de 2.5 watts, se pueden adoptar lámparas de 1.5 watts, capaces de hacer un buen servicio, resultará una série de ventajas apreciables.

En primer lugar, se podrá emplear, a igualdad de poder luminoso necesario, una batería de acumuladores mas pequeña, mas o menos de cuarenta por ciento.

Esta diferencia se traduce por una disminucion de gastos de adquisicion de la batería, de gastos de amortizacion i entretenimiento, del peso muerto de las baterías que es preciso llevar en el tren (de treinta a cuarenta por ciento), esto sin contar con el gasto de la corriente de carga i la duracion de la carga.

Inversamente, una vez establecidas las baterías i que no se quiera reducir sus dimensiones, producirá una cantidad de luz $66 \frac{2}{3}\%$ mas grande.

Se puede sacar partido de este hecho, sea produciendo con la misma carga la misma intensidad luminosa durante un número de horas mayor de dos tercios, sea aumentando de $66 \frac{2}{3}\%$ la cantidad de luz producida para el alumbrado.

La compañía alemana Auer, de Berlin, tiene en venta lámparas de 16 volts de tensión i 10 a 15 bujías de poder luminoso, además otras de 20 volts i 10 a 15 bujías; en fin, lámparas de 25 volts i 16 bujías.

En vista de su empleo en los trenes, se han hecho ensayos sobre las trepidaciones que parece han dado buenos resultados.

ESTADO DE LOS DIVERSOS SISTEMAS DE ALUMBRADO DE COCHES EN 1900, SEGUN LOS DATOS SUMINISTRADOS POR LAS DIVERSAS COMPAÑÍAS AL CONGRESO CELEBRADO EN ESA ÉPOCA.

En el cuadro que va a continuación, tenemos indicados los diversos modos de alumbrado empleados por las diferentes compañías de ferrocarriles que mandaron datos al Congreso de París de 1900.

EFFECTIVO DE COCHES DE DIFERENTES PAISES CLASIFICADOS SEGUN EL MODO DE ALUMBRADO

PAISES	Aceite	Petróleo	Gas	Electricidad por acumuladores solos	Electricidad por dinamo accionado por un eje	Observaciones
Austria-Hungría, Países Bajos i Alemania.....	17,014	1,135	43,273	1,820	Algunos coches en ensayo	De los 42,373 a gas 25,000 son a gas misto en Prusia Sistema Stone
República Argentina.....			541			
Bélgica.....	1,500		2,500			
España.....	2,921					
Estados Unidos.....		2,210	1,204	74		
Francia.....	14,740	2,000	5,421	1,830	Algunos coches en ensayo	Sistema Stone i Au- vert
Inglaterra.....	1,597	20	31,465	112	Aplicacion a los tre- nes	Sistema Stone
Indias i Colonias.....	1,044		1,930	600	Algunos coches en ensayo	» »
Italia.....	5,445		1,284	170		
Noruega.....	500					
Rusia.....			1,156		Algunos coches en ensayo	
Suiza.....		310	266	697		
TOTAL.....	45,214	5,709	89,040	5,303		

Estos son los datos suministrados por las compañías que contestaron al cuestionario que mandó el Congreso. Se puede admitir que las relaciones que existen entre las cifras de este cuadro no habrían sido sensiblemente modificadas si hubieran mandado mas datos.

RESÚMEN

Aceite i petróleo. — Con el aceite i el petróleo, los gastos de instalacion son poco elevados, pero es necesario un personal numeroso para la limpia i manutencion de las lámparas.

Ademas, es preciso que este trabajo sea hecho con mucho cuidado, pues la calidad del alumbrado i la buena marcha de los aparatos dependen absolutamente de la manera como estos han sido preparados; finalmente, la calidad del aceite i de las mechas tiene una importancia capital.

Todas estas condiciones para tener un buen alumbrado al aceite i aun al petróleo hacen subir el precio de la lámpara-hora a una cifra bastante elevada.

Gas. — En el alumbrado por el gas, los gastos de instalacion para la fabricacion o distribucion del gas son considerables.

Ademas, es indispensable, para asegurar el servicio en buenas condiciones, tener reservas de gas importante i canalizaciones bastante estendidas para servir todos los puntos de las estaciones en que puedan estacionarse coches.

Es necesario, por otra parte, instalar en ciertas estaciones de menor importancia, estaciones de cargamento provistas de canalizaciones, i tener wagones-reservorios para alimentarlas.

El aparejo de los coches, que comprende, fuera de las linternas i la canalizacion que las sirve, los cilindros de alimentacion, el regulador i el manómetro, representa un gasto mas fuerte que en el alumbrado a aceite o a petróleo.

El peso de los aparatos (seiscientos a setecientos kilogramos) aumenta en cierta medida el peso muerto de los carros.

Las ventajas de este sistema residen principalmente en la calidad del alumbrado i en la facilidad de modificar la intensidad, así como en la simplificacion del servicio de conservacion i limpia, i en la rapidez para llenar los depósitos.

La intensidad luminosa puede ser aumentada fácilmente con el empleo de linternas con varios picos i a recuperacion. Tambien se puede mejorar el poder luminoso del gas, mezclándolo con productos carburados, especialmente con acetileno, que da a la llama una intensidad i fijeza mui considerables. Finalmente, puede aprovecharse la incandescencia del gas empleando los manguitos Auer, que han dado mui buenos resultados.

Electricidad. — El alumbrado eléctrico es, sin duda, el que se presenta bajo la forma mas seductora.

Las lámparas a incandescencia eléctrica tienen, en efecto, una superioridad incontestable sobre todos los otros aparatos de alumbrado, tanto bajo el punto de vista del confort, como de la facilidad de instalacion de los focos luminosos, que pueden ser tan intensos como se quiera, i que puedan estar colocados en los puntos mas convenientes para

dar a los viajeros el máximo de intensidad. Ellos no producen nada o casi nada de calor i no hai que preocuparse de la evacuacion al exterior de los productos de la combustion. Pero indudablemente, la mayor ventaja de este sistema es la *completa seguridad contra incendios i explosiones*, ventaja que sólo se registra en esta clase de alumbrado: en caso de un accidente de ferrocarril, la catástrofe tomaria mayores proporciones con el incendio.

Cuando los coches son alumbrados únicamente por acumuladores colocados bajo la caja, la instalacion se hace fácilmente i sin gasto excesivo; la alimentacion de las lámparas es mui regular, i miéntras las baterías están en buen estado, el alumbrado no deja nada que desear. Tiene ademas la ventaja de no absorber ninguna parte de la potencia de traccion de la locomotora.

Pero la carga de los acumuladores presenta, en jeneral, ciertas dificultades: o bien las baterías descargadas son reemplazadas por otras cargadas en una usina especial, i la manutencion acarrea gastos de alguna consideracion i ciertas dificultades en el servicio de las estaciones; o bien las baterías son recargadas en los coches; se evita así la manutencion, pero es preciso hacer estacionar los coches sobre vias dispuestas para este efecto durante un tiempo mas ó ménos largo, lo que no es siempre posible. En jeneral, la corriente necesaria para cargar los acumuladores es proporcionada por establecimientos particulares.

Para encontrarse en condiciones normales, es necesario que este alumbrado sea aplicado a un número importante de vehículos, que la manutencion i la carga de las baterías de acumuladores sea considerablemente simplificada (empleo de acumuladores de carga rápida i carga de los acumuladores en el carro mismo); en fin, que la corriente de carga no sea proporcionada por instalaciones establecidas i explotadas especialmente para el alumbrado de trenes, sino por instalaciones que proporcionen tambien la corriente eléctrica para otros servicios, lo que reducirá en gran proporcion el precio de la corriente de alimentacion.

La alimentacion de las lámparas de los coches de un tren por medio de instalaciones hechas en el furgon, sea por medio de acumuladores, sea por medio de un dinamo accionado por un motor fijo, puede presentar ventajas en ciertos casos particulares, pero la independencia completa de los coches parece ser un principio de explotacion en la mayor parte de las compañías de ferrocarriles.

El alumbrado eléctrico de los coches producido por medio de un dinamo accionado por los ejes durante la marcha del tren, realiza en principio un alumbrado completo i racional, que con todas las ventajas ántes indicadas, suprime los inconvenientes de la carga i manutencion de los acumuladores.

Gran número de compañías lo han puesto en ensayo en cierto número de coches, pero aun cuando los resultados obtenidos hasta ahora son satisfactorios, es difícil pronunciarse definitivamente sobre el valor del sistema.

Lo que se sabe hoi dia es que en los diversos procedimientos de regularizacion empleados, la tension sobre los circuitos de alimentacion de las lámparas queda bien constante, a pesar de las variaciones continuas i a menudo importantes de la velocidad de los trenes.

Pero sólo el porvenir puede dar a conocer si los aparatos que sirven para asegurar la regularización son susceptibles o nó de deteriorarse i si su entretenimiento es oneroso.

A este respecto, M. Wichart, en el artículo anteriormente citado, observa que estos reguladores contruidos con un ingenio extraordinario, presentan órganos de tal delicadeza que se puede con derecho dudar de que duren largo tiempo.

Agrega que las experiencias hechas en Alemania con varios de estos aparatos no ha sido de naturaleza a dar confianza, ni a recomendar su uso.

En todo caso, la seguridad, o sea la ventaja incontestable en lo que respecta a seguridad de peligro de incendios i explosiones del alumbrado eléctrico, lo coloca por encima de todos.

CONCLUSIONES

De todos los modos de alumbrado adoptados hasta aquí para el alumbrado de los trenes, el que parece que mejor responde a las condiciones de un alumbrado perfecto es el *eléctrico*, pues, ofreciendo la *mayor seguridad contra los peligros de incendio*, posee una intensidad luminosa conveniente, asegura una luz limpia, fija, exenta de las influencias atmosféricas, no produce calor, i permite por la noche un apagado simple i económico.

Este modo de alumbrado tiene, por otra parte, la ventaja de una manutencion simple, i desde que su aplicacion se haga en gran escala, se podrá por medio de instalaciones convenientes, asegurar un servicio de alumbrado regular i rápido, aun en caso de una circulacion de trenes mui densa.

En fin, todo hace creer que bajo el punto de vista pecuniario, este sistema puede ser ventajoso, sobre todo si se emplean lámparas con filamentos de osmio, cuyas ventajas hemos indicado.

Ahora, tratando de elegir entre los diferentes modos de alumbrado eléctrico, parece que, en vista de las consideraciones ántes apuntadas, es prudente elegir el de *acumuladores*, que es el que está completamente experimentado.

Paris, 10 de Abril de 1903.

ELEAZAR LEZAETA.

Ingeniero Civil.

