

ESTUDIO SOBRE LOS POSTES I LAS PILAS

PARA LA TRASMISION DE LA ENERJÍA ELÉCTRICA

POR

LEON GRIVEAUD

Traducido de la *Revue de la Construction Metallique*

POR

FRANCISCO MARDONES

Ingeniero Civil

(Continuacion)

VII. POSTE PRISMA

El 30 de Diciembre de 1901 he depositado en la Prefectura del departamento del Sena, una solicitud de privilejio para un nuevo sistema de postes i de pilarejos metálicos, susceptible de numerosas aplicaciones, pues puede empleársele ventajosamente como soporte de líneas eléctricas, hilos o cables para la telegrafía, la telefonía, el transporte de fuerza, tranvías de trolley, i aún para sostener aparatos de alumbrado o señales de todo jénero.

El principio consiste en formar un prisma hueco por medio de perfiles laminados, doblados o embutidos, justapuestos, con o sin intervalo, i reunidos simplemente, de distancia en distancia, por ensambladuras de tornillos, remaches, pernos, birolas, etc. El soporte puede ser fraccionado en trozos de secciones diferentes, proporcionadas a los esfuerzos por vencer, embutiéndose los unos en los otros a la manera de los postes tubulares telescópicos.

Siendo sensiblemente las mismas las condiciones por satisfacer en ambos casos i no defiriendo los postes i los pilarejos mas que en el modo de fijarlos, la composicion de los segundos puede ser análoga a la de los primeros; los postes son piezas aisladas i empotradas inferiormente en el suelo en tanto que los pilarejos se fijan por medio de vástagos horizontales a las construcciones existentes: un muro, una cercha o aun un poste.

De la forma exterior del tipo que describimos, o de los trozos que lo constituyen le viene el nombre característico de *poste-prisma*. El metal empleado para su confeccion puede ser cualquiera: las piezas que forman las paredes del prisma hueco serán de hierro acero o cualquiera otro material resistente que puedan proporcionar los establecimientos metalúrgicos; los blocs o cuadros de ensamble que aseguren la cohesion del sistema, serán de fundicion, de hierro, de madera, etc.

Las ventajas que realizan los postes de este sistema son de diversa naturaleza i pueden resumirse como sigue:

1.º Para los postes de pequeña altura i débilmente solicitados, tales como los que se emplean en ciertos casos en las colonias i en los países de ultra mar, es mas económico que cualquier otro sistema conocido, pues su peso es comparable al de los mejores tipos, tubulares o enrejados, i el precio de costo de los materiales empleados, i el de la obra de mano es notablemente inferior. Se concibe tambien que, en un suelo suficientemente resistente, la penetracion puede obtenerse simplemente golpeando con un martinete una zapata, o pequeño trozo especial, de composicion análoga a la del poste propiamente dicho, pero terminado por una punta de fundicion o de hierro a la manera del sócalo de los postes Siemens.

2.º En las instalaciones urbanas en que se emplean soportes de altura o resistencia medianas, i aun elevadas, tales como las de tranvías de trolley, las de transporte de energía, etc., los tipos que podrian ser mas económicos, tales como los postes enrejados, son sistemáticamente descartados por su forma anti-estética i reemplazados casi exclusivamente por los tubulares ornamentados, de uno o de varios trozos. El poste-prisma realiza todas las ventajas, bajo el punto de vista estético, de este sistema universalmente empleado; el fuste, rectangular o cuadrado, tendrá aun dimensiones transversales lijamente inferiores al diámetro del fuste circular de resistencia equivalente; ademas la forma prismática, con sus aristas rectas i bien diseñadas parece preferible al contorno cilíndrico; pero, fuera de estas consideraciones, que pueden ser de apreciacion, este sistema de poste realiza sobre el tipo circular, ya conocido, ventajas incontestables en cuanto al precio de costo. En efecto, bajo el punto de vista teórico, el perfil circular no es mas económico para las piezas flexionadas que soportan un esfuerzo de direccion determinada (lo que sucede siempre para los postes) i, si se compara el perfil cuadrado hueco, por ejemplo, cuyo lado fuese igual al diámetro del tubo se encuentra que para una misma resistencia el cuadrado procura una economía de peso de 25 por 100 sobre el circular; si los dos perfiles considerados son del mismo espesor, el lado del cuadrado será 23 por ciento inferior al diámetro del tubular i el primer perfil procurará una economía de peso al rededor de 2,3 por ciento. Colocándose en las condiciones mas desfavorables se puede, pues, decir que el peso del poste prisma, comprendidas las piezas de ensamble no sobrepasará al del tubular de misma resistencia, i la economía de precio es grande si se observa que los materiales de que aquel se constituyere, cuestan alrededor de tres veces ménos que el tubo; siendo mui fácil la fabricacion gravará mui poco el precio de costo de las materias primas i, finalmente, el nuevo poste podrá espenderse en condiciones mucho mas ventajosas que el conocido con el nombre de tubular.

3.º Los trozos se empalman entre sí por medio de una juntura fácil de ejecutar al pié de la obra, lo que permite fraccionar, para el transporte, los postes de gran longitud i aprovecharse así de las tarifas reducidas. Para los transportes marítimos, se puede tambien, si fuese ventajoso, desmontar completamente el poste i formar así bultos de mas fácil manejo para un peso dado.

4.º Los pilarejos, prismáticos i huecos, son de mejor aspecto que todos los tipos conocidos i pueden ornamentarse facilmente. Su resistencia a la flexion es comparable a la

de los sistemas reconocidos como los mas perfectos, pero su resistencia a la torsion es superior, lo que es una gran ventaja, pues los pilarejos ordinarios que soportan hilos telegráficos o telefónicos, fallan a menudo por falta de resistencia a la torsion. Por lo demas los tipos livianos constituidos por cantoneras, utilizan un perfil mui corriente i de un costo relativamente reducido, pues la obra de mano por preparacion puede ser casi nula, como lo esplicaremos mas adelante.

5° Los postes i los pilarejos del sistema en que nos ocupamos, pueden tener en toda o en parte de su lonjitud, una ranura lonjitudinal mui útil para fijar soportes de aisladores o consolas sin tener que practicar agujeros especiales para el objeto.

Para completar la esposicion indicamos, en los dibujos 36 a 56, algunas disposiciones que se conforman con el principio enunciado, i que pueden ser de uso mas frecuente.

La figura 36 representa la elevacion jeneral de un poste prisma compuesto de tres trozos A , A_1 i A_2 ; va ornamentado por un zócalo S , por collarejos D i por una punta P , que pueden ser de fundicion i de formas cualesquiera. Se ha aprovechado la existencia del zócalo S para disimular un refuerzo de la seccion peligrosa del poste i que llega hasta cerca de la parte superior de dicho zócalo; este refuerzo es un doble te E dispuesto como se indica en los cortes horizontales que representan las figuras 40 a 50, i que se prolonga solo a partir de una cierta distancia del nivel del terreno para completar el empotramiento; la estremidad inferior de esta pieza E puede proveerse de dos escuadras remachadas o apernadas al alma.

Las figuras 37 i 38 representan, la primera, un trozo en elevacion, i la segunda, un corte horizontal de una disposicion sencilla i mui jeneral. Los pares A que constituyen las paredes del prisma hueco, son perfiles en U colocados de manera que en plano forman un cuadrado o un rectángulo; estos pares se reunen de distancia en distancia por cuadros de fundicion C i pernos B .

Las figuras 39 i 40 representan un poste provisto interiormente de un doble té E que se estiende en toda la altura de aquel o en una fraccion de esta altura solamente, que aumenta la resistencia al mismo tiempo que llena el espacio que queda entre los pares A . Los cuadros interiores C son dobles; se puede concebir su completa supresion si las suelas del doble té se laminan con un saliente contra el cual podrian apoyarse las alas de los pares; este saliente continuo podria tambien reemplazarse por tacos remachados i colocados de distancia en distancia.

La figura 41 es una seccion horizontal en la cual los pares A toman entre sus alas piezas E con dobles ranuras; estas piezas E pueden ser continuas o bien simples tacos de pequeña altura. Los cuadros metálicos son, en esta figura, reemplazados por bloques de madera.

Las figuras 42 i 43 representan un poste en el cual los pares A son semi cilindros huecos laminados, embutidos o de palastro doblado; si estos pares dejasen un intervalo entre ellos, podria llenarse en toda o parte de la altura del soporte por un perfil cualquiera, tal como E , que aumentaria ademas la resistencia. Los pares pueden atornillarse al cuadro C , o bien apretarse por una birola F que será de una pieza i colocada en caliente, o de dos partes apernadas.

Las figuras 44 i 45 dan un fragmento de elevacion i una seccion de un poste en el

cual los pares A toman directamente un doble té E ; los pernos B pueden asegurar la cohesion del sistema sin el empleo de cuadros o piezas interiores.

En la figura 46 el doble té, que forma parte de la composicion del tipo anterior, está reemplazado por dos perfiles simples té E tomados entre las alas de los pares A i simplemente ligados de distancia en distancia, por cepos H remachados a las almas de los téés.

Las figuras 47 a 50 representan una disposicion que puede emplearse para formar las juntas de los trozos; la figura 47 es un fragmento de elevacion, la figura 48 un corte segun $a b$; la figura 49 una variante del mismo corte; i la figura 50 un corte segun $c d$. Los pares A_1 del trozo superior penetran en el hueco formado por los pares A del trozo inferior de una cantidad variable con cada caso particular. La base del trozo superior viene a ajustarse contra taquetes T (figs. 47 a 50) fijados a las alas de los pares A ; pernos B , rodajas R i un cuadro C completan la union en este punto. El vértice del trozo inferior (figs. 47 i 48) se aprieta a los pares A_1 por pernos B , rodajas R i un cuadro C , gracias a una ranura G practicada en la estremidad de los pares A con el objeto de obtener cierta elasticidad necesaria para conseguir una apretadura perfecta. En la variante (fig. 49) los pernos de la estremidad superior del empalme son reemplazados por una birola F de una pieza colocada en caliente o de dos partes apernadas; al efecto los ángulos exteriores de los pares A van redondeados sobre algunos centímetros de altura i las rodajas se reemplazan por cuñas L que pueden ser libres o fijas a las caras exteriores de los pares A_1 .

Las figuras 51 i 52 representan una junta de trozos cuando estos son formados por dos cantoneras. Los ángulos exteriores de los pares A , van redondeados sobre la longitud necesaria para formar el empalme i penetran en el trozo inferior de manera que las caras exteriores de los pares A_1 queden en contacto con las internas de los pares A ; los pernos B i los cuadros C completan el empalme.

La figura 53 da el método de empalme cuando el trozo superior entra con cierto juego en el trozo inferior; el intervalo se llena con cuñas M formadas por cantoneras o palastro doblado, de un espesor apropiado i gracias a las cuales los pernos B pueden efectuar una apretadura eficaz. En este caso los ángulos exteriores de los pares A_1 no van redondeados puesto que no quedan en contacto directo con las caras internas de los pares A .

La figura 54 es un corte de un trozo de poste o de pilarejo, en el que los pares A son cantoneras; estos pares van apretados contra cuadros interiores C por medio de pernos B dispuestos alternativamente en cruz. Los pernos pueden disponerse segun las diagonales del plano cuadrado, pasando por agujeros practicados en los ángulos de las cantoneras, o bien en el intervalo de los pares A , apretando las alas de las cantoneras por intermedio de piezas especiales.

Las figuras 55 i 56 representan una elevacion de conjunto i un corte trasversal, a mayor escala, de un pilarejo de cantoneras; las estremidades pueden ornamentarse con una punta P i una guarnicion K de fundicion, de madera, etc.; las espigas J que fijan el pilarejo son de un modelo cualquiera adecuado al jénero de construccion contra la cual se sostiene. Los aisladores I pueden fijarse en un punto cualquiera de la longitud del pi-

larejo; los pernos pasan en el intervalo de los pares i aprietan la espiga del aislador por intermedio de placas *N* de metal laminado o doblado.

Se concibe que el empleo de estas placas *N*, con uno o dos pernos que las ligen, basta para asegurar la union de los pares i evita el empleo de cuadros interiores con pernos que pasen por agujeros abiertos en las cantoneras; la obra de mano se reduce entónces al minimum. Si los pares son perfiles en U dispuestos como se indica en la figura 38, es evidente que se puede emplear un procedimiento análogo de ensamble con pernos que pasen por el intervalo i piezas especiales que se ajusten contra las alas.

La resultante principal de los esfuerzos que solicitan el pilarejo, puede ser dirigida segun una diagonal o paralelamente a las caras de la seccion rectangular; en este último caso, las espigas de los aisladores pueden acodillarse o ser rectas con una longitud un poco mayor, para conservar el apartamiento de los hilos.

La descripcion anterior i los dibujos no pueden servir mas que para fijar mejor el principio enunciado. Se concibe que una seccion trasversal puede ser un polígono cualquiera, aun una circunferencia, i compuesta de elementos de formas diversas: laminados, doblados o embutidos; se puede tambien, no solo emplear perfiles existentes en el comercio, sino aun hacer laminar especialmente perfiles mas convenientes, sea por su forma particular, sea por sus dimensiones trasversales mas económicas; se puede, por ejemplo, hacer laminar perfiles U de débil espesor o con alas muy anchas para justaponerlos sin intervalo.

Con el objeto de cerrar el intervalo entre los pares, o para aumentar la resistencia del soporte, se puede emplear barras u otros perfiles de metal o de madera, o bien hacer en todo el hueco interior de un trozo un relleno con una materia inerte o resistente tal como un mortero de cemento.

Los cuadros interiores, cuando sean necesarios, pueden ser de madera, fundicion, hierro, etc., se puede emplear para mantener el apartamiento de los pares, puntas de hierro laminado en doble té, en U, palastros doblados o embutidos, puntas de tubos si el hueco interior es un polígono regular, etc., etc.

Los ensambles pueden hacerse con tornillos, remaches, pernos, birolas de una o varias piezas, etc. . . en el caso de emplear pernos, las cabezas i tuercas pueden ser redondas con muezcas, i ligeramente salientes para emplear una llave especial para apretarlos i soltarlos. Las juntas de los diferentes trozos pueden igualmente variar, segun los casos, i diferir de las disposiciones descritas e indicadas en el dibujo.

VIII. POSTES DIVERSOS

Aparte de los principales tipos de postes metálicos que acabamos de describir, i al estudio de cada uno de los cuales hemos consagrado un capítulo especial, han sido propuestos otros sistemas que vamos a enumerar rápidamente:

Poste Desgoffe.—Este sistema, patentado hace unos treinta años, está constituido por un cierto número de cilindros huecos, formados por palastros doblados en la forma que indica la figura 58, presentando rebordes planos, con la ayuda de los cuales los palastros se remachan el uno con el otro; estos trozos se embuten los unos en los otros sobre la

longitud de unos 100 milímetros; a este efecto, su diámetro medio va disminuyendo desde la base hasta el vértice, i el espesor del palastro disminuye igualmente a medida que se sube, procurando realizar, tanto como sea posible, un sólido de igual resistencia. Una especie de sombrero metálico mantenido en la parte superior por dos fierros curvos que forman resorte, preserva de la lluvia el interior del poste.

Para aumentar la resistencia del soporte, al ménos en un plano diametral normal al de la línea, se ligan los palastros por medio de hierros planos de unos 10 milímetros de espesor, que se estienden en toda la altura del poste, i a los cuales se remachan aquellos palastros.

Las espigas de los aisladores se adaptan simplemente a las nervuras longitudinales o aletas.

El encastramiento puede hacerse directamente en el suelo o en un macizo de mampostería; sin embargo, para evitar la deterioracion de la parte encastrada, M. Desgoffe ha usado una base de fundicion formada de dos piezas cónicas que aprietan los palastros en su parte inferior i se apernan la una a la otra.

La principal aplicacion de este sistema se ha hecho en la línea de Orleans, cerca de Juvisy, en donde 26 postes de 10 a 14^m de longitud total soportan 34 hilos; el apartamiento de los soportes es alrededor de 70 metros i su peso de 50 kilogramos por metro corrido.

En los ángulos de una línea de trasmision este poste puede consolidarse empleando una nervura saliente de los palastros (figs. 59 i 60), la que, por su propio peso, actuando detras del plano de fleccion, aumentará lijeramente el momento de estabilidad; sin embargo, a fin de poner en armonía el poste de ángulo con el poste en línea recta, i tambien con el objeto de facilitar en todo caso el empleo de bases de fundicion, M. Desgoffe ha reemplazado la nervura saliente por una lámina única entre los palastros i que se estiende sobre el largo total del poste.

Poste Papin.—Este sistema no es otra cosa que una viga cajon; constituida por cuatro cantoneras colocadas en los vértices de un cuadrado i reunidas por palastros remachados. La forma, en elevacion, es un tronco de pirámide plantado directamente en el suelo o fijado a una base de fundicion.

El constructor ha propuesto modificar este sistema empleando solamente dos cantoneras sobre las cuales se fijarian los bordes de dos palastros doblados como lo indica la seccion trasversal (fig. 62). La fijacion de los palastros no parece mui fácil, pues no puede haber mas que una fila de remaches sobre cada una de las dos cantoneras, de modo que el segundo costado debe ensamblarse con tornillos; ademas las consolas de los aisladores no se adaptan de un modo sencillo.

Poste Oppermann.—Este sistema patentado en 1870 consiste simplemente en un hierro \perp del comercio, plantado en tierra i con agujeros para tornillos, taladrados de antemano para la fijacion de los aisladores; la estremidad inferior está provista de dos o tres escuadras para asegurar mejor el apoyo sobre el suelo; un simple bolon desbastado o un ladrillo colocado de plano pueden servir para el mismo objeto.

Cuando el poste debe llevar un gran número de aisladores, éstos se colocan en tra-

viesas de hierro, perfil cantonera, que pueden ensamblarse sobre la suela del hierro \perp o sobre su alma (fig. 63 a 67).

En los ángulos se puede reforzar el pié del poste por una torna punta igualmente de perfil \perp .

Un poste de este sistema formado de un simple \perp de 130×90 i de 16 kgr. de peso por metro corrido con 5.50 m. de largo total i plantado a 1.20 m. de profundidad ha soportado mui bien un esfuerzo de 400 kgr. aplicado en un punto mui próximo a su vértice; este esfuerzo ha producido una flecha de 0.18 m. sin que haya persistido ninguna deformacion cuando ha dejado de obrar.

M. de la Taille, inspector de telégrafos en Orleans, ha introducido algunas modificaciones en este sistema, especialmente reemplazando las traviesas de cantoneras por hierros de seccion cuadrado que pasan por aberturas practicadas en el alma del \perp i se apernan a la suela; los aisladores son mantenidos por espigas terminadas por una parte cuadrada taladrada en su estremidad; que penetran en agujeros practicados en las barras horizontales i que son aplanadas por debajo. Debiendo el alma del \perp en las curvas ser normal al plano de la línea, las aberturas deben practicarse en la suela; la apernadura debe, por el contrario hacerse sobre el alma o sobre una pieza anexa agregada especialmente con este objeto.

La plantacion directa del hierro en el suelo ofrecia peligro de destruccion rápida i M. de la Taille ha propuesto empotrar el poste en un bloc de concreto ordinario consolidado en su parte superior por una birola de hierro; este sistema habia sido ya empleado en el extranjero conjuntamente con bloques de piedras.

Este sistema de poste ha tenido algunas aplicaciones en Francia, pero sobre todo ha sido empleado en Cochinchina i en Cambodge.

M. Opperman ha estudiado algunos tipos de postes reforzados que podemos mencionar.

Un soporte de 18 metros de altura (figs. 68 a 71) formado de hierros \perp i de hierros planos ha sido utilizado en Château Thierry para la travesía del Marne a fin de poner la línea, 5 kilos, al abrigo de los mástiles de los buques. Dos hierros \perp justapuestos segun sus suelas, constituyen la parte principal del poste; a partir de 5 m. desde el vértice i sobre una longitud de 6 m., cuatro hierros planos vienen a reforzar la espiga media formando alrededor de ella las aristas de un tronco de pirámide de base cuadrada que se estiene de B a C ; estas aristas van ligadas de distancia en distancia por travesaños de hierro acodados. De B a A , hierros \perp alternados con hierros planos, forman las aristas de un sólido de seccion octogonal cuya base está a 0.20 m. debajo del nivel del suelo; la parte inferior tiene 1.80 m. de altura, lo que lleva a 2 m. la longitud de la parte empotrada. El peso de esta pila es de 1,147 kgr.

Las figuras 72 a 75 representan disposiciones análogas, pero simplificadas, que han sido adoptadas por M. Opperman para la construccion de cinco postes de 10 m. i cuatro de 8 m., utilizados para la línea de las esclusas en la travesía de Château Thierry. El poste de 10 m. pesa 206 kgr. i el de 8 m., 122 kgr.

Postes de hierro doble té i rieles.—El perfil doble té es mas ventajoso que el simple té, pues, para resistir a un mismo esfuerzo de flexion plana, exige un peso menor de me-

tal. Se han hecho postes de hierro con dobles tées de alas anchas; las barras horizontales que llevan los aisladores son apernadas sobre el alma i atraviesan entalladuras practica-
das en las alas. Estas traviesas pueden colocarse alternativamente en ambos costados (figs 76 i 77).

Se puede imajinar muchos otros tipos de postes formados de un simple hierro, se puede, por ejemplo, utilizar los rieles desechados de los ferrocarriles plantándolos verticalmente en un bloc de concreto. Dos rieles pueden plantarse paralelamente o ligarse por traviesas de hierros planos sobre las cuales se apernan las consolas de los aisladores; si el riel empleado es del tipo Vignola, las traviesas serán apernadas sobre el patin plano i si es riel de doble cabeza, se sirve de las mismas traviesas de hierro plano que se apernan al alma del riel.

F. M.

(Continuará)



ESTUDIOS SOBRE LOS POSTES I LAS PILAS

