

197473



197473

18 ABR 1951

MALA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

PATENTE DE INVENCION

en

ESPAÑA

por VEINTE años

a nombre de ARCHIBALD MILNE HAMILTON, de nacionalidad británica, residente en 17, Dartmouth Street, Londres, Inglaterra, por:

" MEJORAS INTRODUCIDAS EN LA CONSTRUCCION DE
MÁSTILES, POSTES Y ESTRUCTURAS SIMILARES ".-

Este invento se refiere a mejoras introducidas en mástiles, postes, torres y estructuras similares, es decir, estructuras verticales elevadas independientes, o virtualmente independientes, diseñadas para resistir fuerzas exteriormente aplicadas, particularmente fuerzas de compresión que se originan por cargas soportadas por las estructuras, pero

5



197473

también fuerzas de flexión, cizayamiento y torsión producidas por tales cargas, por el viento, o por otras causas. La expresión "estructuras independientes" ha de entenderse que incluye estructuras que son mantenidas en posición vertical con ayuda de tirantes o vientos.-

5 Un poste, torre o estructura similar de acuerdo con el invento comprende una o más envolventes cerradas de paredes delgadas, en general de sección transversal circular y de forma cilíndrica o ligeramente cónica, hechas de metal
10 o de otro material inherentemente rígido y provistas de un relleno gaseoso que ejerce sobre la envolvente una presión interna que tiende a poner la envolvente en tensión circunferencial y longitudinal y, así, a resistir los cambios de forma en su pared de modo que se impida el pandeo, la ondulación
15 y formas similares de aplastamiento de la pared bajo la carga aplicada aumentando así la resistencia efectiva de la envolvente a las fuerzas de compresión, flexión, cizayamiento y/o torsión normalmente resistidas por el material rígido de la estructura.-

20 La estructura puede consistir en una sola envolvente puesta a presión o puede estar compuesta por varias de tales envolventes. Una envolvente puede estar dividida en varias secciones éstas a presión.-

25 El invento permite conseguir una resistencia adicional, a ahorrar peso, o ambas cosas. Así, las estructuras pueden hacerse mayores o aumentarse su carga o conseguirse economías en metal y coste en estructuras del mismo tamaño y



197473

5 carga. Además, las estructuras pueden hacerse más sencillas y más fáciles de erigir, ya que pueden reducirse o eliminarse el arriostramiento rígido y los miembros auxiliares similares, ocupando en lugar de tal arriostramiento la presión interna.-

10 El invento puede ser ventajoso para mejorar la resistencia a todas las clases de fuerza, salvo a la de simple tracción, y es especialmente ventajoso donde quiera que ocurren combinaciones de fuerzas. La forma de la envolvente, en cualquier caso, es resistente a la flexión en todas direcciones, y a la torsión, y tiene un buen módulo de sección de compresión. Con la puesta bajo presión de la envolvente, sin embargo, puede sacarse la máxima ventaja de su forma ya que la pared de la envolvente puede hacerse delgada y de gran diámetro sin tender a aplastarse o a resultar inestable bajo la carga principal o bajo carga local. Las fuerzas pueden ser bien distribuidas y evitarse las altas tensiones locales. Finalmente, el efecto amortiguador de la presión interna tiende a impedir que se establezcan en la envolvente vibraciones peligrosas.-

20 Ahora se describirán con referencia a los dibujos anejos diversas realizaciones del invento a modo de ejemplo.

En dichos dibujos:

25 La figura 1 es un alzado lateral de una torre para conductores eléctricos de transmisión de energía.-

La figura 2 es un alzado de la parte media de la torre a mayor escala, habiéndose arrancado ciertas partes.-



197473

La figura 3 es una sección dada por la línea III-III de la figura 2.-

La figura 4 es un alzado de la parte más baja de la torre.-

5 La figura 5 es una sección dada por la línea V - V de la figura 4.-

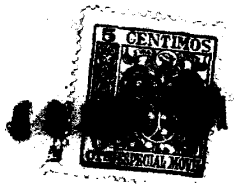
La figura 6 es un alzado lateral de otra forma de torre.-

10 Las figuras 7 y 8 son alzados laterales de formas más sencillas de mástiles; y

la figura 9 es un alzado lateral de una estructura de torre.-

15 La torre ilustrada en las figuras 1 a 5 comprende un envolvente de metal puesta a presión que, en general, es de forma cilíndrica, pero que se estrecha ligeramente desde el centro hacia los extremos.- Como se ha representado, la envolvente, hacia su altura media, está dividida en secciones superior e inferior, 1, 2, pero puede ser conveniente, dependiendo de la altura, que la envolvente comprenda solo
20 una sección, o más de dos secciones. Los diversos conductores de transmisión 3 están suspendidos desde brazos transversales 4 de celosía y un hilo de tierra 5 va dispuesto en la parte superior de la torre. Esta va soportada sobre una base de hormigón armado 6 con ayuda de vientos 7.-

25 Las figuras 2 y 3 representan una forma en la cual pueden conectarse a la sección 1 de la envolvente los brazos de celosía 4; unos miembros 8 superior e inferior de los



197473

brazos van asegurados, por ejemplo, por pernos, entre las alas de anillos 9 de sección angular unidos a la envolvente. Cada anillo está provisto a intervalos cercanos de agujeros 10 a través de los cuales se aplica soldadura a la superficie de la envolvente. Por este medio, incluso cuando la envolvente se hace de metal de gran resistencia a la tracción o endurecido por el trabajo, puede producirse una conexión eficaz sin el peligro de reducir la resistencia del metal, que podría originarse en el calentamiento a su temperatura de recocido o de ablandamiento. Sin embargo, si esto no es una consideración importante, los anillos 9 pueden arriostarse o soldarse a la envolvente 1. Alternativamente, pueden sujetarse por presión a la misma.-

Las figuras 2 y 3 representan también como pueden conectarse las dos secciones 1, 2 de la envolvente. Los extremos adyacentes de las secciones están cerrados, como lo están también los extremos alejados, mediante piezas de extremidad 11 con concavidad hacia fuera que van aseguradas dentro de dichos extremos, por ejemplo, por soldadura. Si hay peligro de que la resistencia del metal se reduzca durante la soldadura, puede ser conveniente aumentar la longitud total de la conexión soldada, por ejemplo, formando la extremidad de la sección de la envolvente con entalladuras en V 12, ranuras o similares, de modo que pueda hacerse una línea de soldadura en zig zag o similares. Alternativamente, pueden emplearse otras formas de conexiones, tales como juntas de tornillo o de mache, y hacerse estancas al

18 A



197473

gas por medios de cierre adicionales en forma conocida. Las piezas extremas 11 se hacen, p se provéen, por ejemplo por soldadura, de nervios radiales, 13 (se han representado 3) que sobresalen de respectivas piezas extremas y que van asegurados entre sí por piezas de empalme 14 atornilladas o remachadas a las mismas. En tal conexión, los nervios 13 resisten eficazmente y transmiten todas las fuerzas con que se tropieza en la conexión incluyendo las fuerzas internas y externas de presión y las de flexión y torsión.-

10 Como se ha representado en las figuras 4 y 5, puede emplearse una disposición algo similar para montar la sección 2 de la envolvente; como se ha representado, la pieza extrema 11 está provista de una disposición cruciforme de nervios 13' conectados por placas de empalme 14' con nervios similares de una placa de base 15 anclada a la cimentación de hormigón 6 por tornillos 16. La conexión puede hacerse rígida atornillando fuertemente las placas 14' a los nervios. Alternativamente y como se ha representado, el peso de la torre puede ser soportado por una bola de acero 17
15 dispuesta en el centro y la conexión empalmada puede hacerse de forma que permita una ligera desviación desde la vertical.
20

Como se ha representado, los vientos 7 están conectados a argollas 18 formadas sobre las placas de empalme 14 (figura 2). Si los cables han de unirse a una porción lisa de la envolvente de una torre, sin embargo, puede asegurarse sobre la envolvente un anillo con argollas, para esta finalidad, como uno de los anillos 9. Los vientos 7 están co-
25

MALA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL



197473

5 nectados por tensores 19 a anclajes 20 (figura 1) asegura-
dos a la cimentación 6, por ejemplo, retenidos por varillas
21 de su armadura. La cimentación misma puede consistir
simplemente en tres brazos que se extienden radialmente ha-
cia fuera desde debajo de la torre. Con cuatro vientos 7
se dispondrá una cimentación y una conexión 13, 14 crucifor-
mes.-

10 La presión interna, normalmente de aire o de un
gas inerte tal como el nitrógeno, es aplicada a través de
un tubo 22 provisto de una unión y de un grifo en 23 (figu-
ra 4). Un tubo 24 (figura 2) sirve para la transmisión de
la presión a la sección 1 de la envolvente. Puede conectar-
se un manómetro 25 al tubo 22 o puede disponerse un manóme-
tro o dispositivo indicador que actúen a distancia o que
15 sean visibles desde lejos. La presión puede ser mantenida
automáticamente por un compresor que se pone en marcha y se
para en función del estado de la presión o, a través de una
válvula reductora, desde un depósito de gas a alta presión.
Alternativamente, la presión puede reponerse periódicamente
20 o según se requiera por un equipo móvil de puesta a presión.
Toda la porción de la base de la torre está encerrada con
preferencia por una cubierta enclavada indicada en 26 (fi-
gura 4).-

25 Simplemente a modo de ejemplo, para una de estas
torres de 30 metros de altura, el diámetro de la envolvente,
si se hace de chapa de acero, podría ser de 1,20 en el cen-
tro y de 0,90 en la parte superior y en la inferior. El



197473

grueso de la envolvente estaría entre 1,6 y 3,2 mm., dependiendo del acero empleado y de la carga sobre la torre. Entonces sería apropiada una presión interna de 5,6 a 7 kg/cm². Como mínimo, sin embargo, la presión debe ser 13,82 kilogramos, es decir, más de la equivalente a la presión o succión de un ventarrón muy duro.-

En la medida en que es practicable, la envolvente debe ser sin soldadura, o tener solo costuras longitudinales, siendo estas tan fuertes como la chapa. Las costuras, con preferencia, son a tope, soldadas, quitándose a muela el metal en exceso para igualar la distribución de los esfuerzos.-

La figura 6 representa una torre de construcción algo más fuerte. Una sola sección de envolvente 1 puesta a presión va montada sobre tres partes de trípode 27 puestas a presión y que tienen cimentaciones individuales separadas 28. Con tal soporte de trípode, la torre tiene una gran resistencia a ser derribada y los brazos 4 pueden ajustarse en cualquier ángulo sobre la sección superior 1, para absorber mejor la tensión de los alambres que se extienden en las direcciones requeridas desde la torre. Los ejes de las patas del trípode se cortan en un punto 29 bien por encima de la conexión real mediante nervios de empalme en 30. Esto ayuda a reducir el momento de flexión que se originará en la sección 1 en el caso de una tracción anormal sobre el brazo superior 4.-

En general, en una estructura que comprenda varias secciones de envolvente o varias envolventes, estas estarán



197473

18

5 todas conectadas entre sí o con una pieza múltiple común. Particularmente en una estructura compleja, sin embargo, envolventes separadas o grupos de envolventes pueden ser sometidos a presiones independientes, especialmente si envolventes con dimensiones considerablemente diferentes hacen deseables, presiones distintas.-

10 Para cargas ligeras, pueden usarse postes tubulares, mástiles etc., simples puestos a presión, con o sin vientos, tirantes o similares. La figura 7 muestra un mástil tubular compuesto de una sola envolvente metálica cilíndrica 46 de paredes delgadas que está puesta a presión por una carga de gas. Los extremos cerrados están formados y ajustados para acomodarse a cualquier función que hayan de realizar; siendo, por ejemplo, de forma cónica, adelgazada, como se ha representado para la extremidad inferior 47. Esta extremidad inferior 47 está montada sobre una cimentación y el mástil está soportado con ayuda de dos grupos de vientos 48. Sin embargo, un mástil o similar puede tener toda su sección completa hasta el suelo y montarse rígidamente allí, prescindiéndose de los vientos o disponiéndoselos de modo diferente para acomodarse a las necesidades. La figura 8 ilustra un mástil o torre que comprende una envolvente 49 puesta a presión, de forma cónica, montada rígidamente sobre una cimentación. En este ejemplo, los brazos 50 para soportar los conductores de transmisión comprenden también elementos de envolvente puestos a presión.-

15

20

25

Pueden formarse estructuras de torre más complejas

18 AB



197473

5 en forma de armazones que comprenden envolventes puestas a presión con o sin otros elementos estructurales no puestas a presión. La figura 9 ilustra una torre o caballete que consiste en tres envolventes cilíndricas puestas a presión
51, que se encuentran en sus partes superiores, mientras que sus piés forman una base amplia. El arriostramiento representado a modo de ejemplo en líneas de trazos comprende elementos de envolvente 53 puestas a presión, que trabajan a compresión, y riostras normales 54 que trabajan a tensión.
10 Si se desea, las envolventes principales 51 pueden estar encerradas en revestimientos de baja resistencia aerodinámica, que pueden girar en torno de las envolventes, de modo que ofrezcan la mínima resistencia al viento. Como se ha representado, los elementos 51 sirven para soportar un gran molino
15 de viento 52 que acciona un generador.-

En todas las demás estructuras, el grueso y/o la sección transversal de la envolvente puede aumentarse localmente para hacer frente a las fuerzas o a los momentos de flexión que se originan en puntos particulares. Así, las
20 secciones extremas cónicas, tales como 47 (figura 7) pueden hacerse adecuadamente de metal más grueso. En la medida de lo posible, sin embargo, el grueso se hará uniforme a través de toda la envolvente a fin de simplificar la construcción y el suministro de los materiales. Si es necesario, la
25 envolvente puede proveerse de diafragmas transversales que proporcionen una resistencia local adicional y/o que subdividan el interior de la envolvente.-

18



197473

5

En el diseño de mástiles, torres y estructuras similares, de acuerdo con el invento, pueden aplicarse las fórmulas y criterios de cálculo conocidos para el fallo elástico, pero la medida en la cual los distintos materiales se adaptan íntimamente a fórmulas y criterios particulares debe verificarse por la vía experimental. Las siguientes observaciones pueden ser de ayuda general.-

10

15

20

25

La resistencia de envolventes delgadas no puestas a presión disminuye en proporción más o menos inversa al aumento de la relación d/t (diámetro/grueso de pared) más allá de ciertos valores críticos (aproximadamente 100 para el acero de torsión, aproximadamente 300 para la compresión o flexión y un valor intermedio para el cizallamiento). Sin embargo, poniendo a presión las envolventes, las resistencias de las mismas corresponden a los esfuerzos del cálculo teórico que pueden usarse para tubos de pared gruesa, pueden ser obtenidas incluso por encima de estos valores críticos. La presión óptima interna dependerá de las circunstancias, con inclusión de la naturaleza de la carga principal. Sin embargo, en general, la presión puede ser adecuadamente tal que se produzca un esfuerzo circunferencial de aproximadamente $1/2$ a $2/3$ del límite elástico, dando esta norma una presión que varía inversamente a la relación d/t . una envolvente delgada mantendrá entonces sustancialmente su forma mientras la intensidad máxima del esfuerzo de cizallamiento debida a la carga externa no exceda a la intensidad mínima de tensión debida a la presión. La puesta a presión de las

18 ABN



197473

5 envolventes puede ser ventajosa hacia abajo hasta valores de d/t de aproximadamente 50, o incluso menores para materiales con un bajo módulo de elasticidad, y hacia arriba hasta valores de d/t indefinidamente altos, al menos en teoría. En la práctica, particularmente para estructuras de acero expuestas al viento, d/t puede limitarse a aproximadamente a 30.000 - 40.000. Usando valores muy elevados de d/t y un gas ligero, tal como helio o hidrógeno, pueden hacerse estructuras muy ligeras o, incluso, exentas de peso, de modo que pueden resultar posibles alturas o tamaños excepcionales.

10 En la práctica, el mantenimiento muy exacto de la presión interna no será normalmente de importancia crítica. Para reducir los peligros inherentes a una pérdida de presión, sin embargo, el valor d/t puede seleccionarse de manera que la estructura retenga una proporción de su resistencia incluso sin ninguna presión interna. Así, una envolvente cilíndrica de acero exenta de rugosidades en la cual $d/t = 500$ puede conservar aproximadamente la mitad de su resistencia si la presión se pierde. Con un factor original de seguridad de aproximadamente $2 \frac{1}{2}$, por consiguiente, la estructura no debe fallar inmediatamente en condiciones normales aunque su resistencia reducida puede no ser suficiente para condiciones extremas de gran viento u otra carga.-

25 Como, en un puntal de forma de envolvente puesta a presión, el diámetro puede hacerse grande con facilidad, no es difícil mantener baja la importante relación l/k (longitud/ dividida por el mínimo radio de rotación). Pueden ha-

197473



cerse los cálculos para obtener relaciones óptimas l/k de 60 a 90 (los valores inferiores para aceros de gran resistencia a la tracción).-

5 La puesta a presión de envolventes delgadas permite sacar ventaja, en tales envolventes usadas en funciones o sometidas a tensión, de la mayor resistencia final de metales de alta resistencia a la tracción. También puede sacarse ventaja de la posibilidad de elevar el límite elástico de metales que pueden ser endurecidos en el trabajo. El endurecimiento por el trabajo puede ser producido por el lamina-
10 do en frío, el estirado y además o por carga temporal de la envolvente más allá del límite elástico por una presión interna mayor que la presión normal de trabajo. Pueden emplearse materiales distintos de los aceros, especialmente aleaciones ligeras resistentes tratadas al calor. Sin embargo, en todos los casos, es importante asegurarse de que se evita el peligro de corrosión de la envolvente, ya por dentro ya por fuera. Así, la superficie exterior de tales envolventes de aleación ligera puede hacerse a veces, ventajosamente, de
15 aluminio puro.-
20

La presión de gas interna (que ha de entenderse incluye la presión de un vapor) puede producirse de otro modo que por un compresor mecánico, por ejemplo, por acción química inducida por el calor o por vaporación de una canti-
25 dad de líquido, situado en la envolvente, o en comunicación con ella.-

Pueden disponerse medios para reducir al mínimo

197473



las fugas, por el cierre automático de pequeños agujeros, Así, pueden pulverizarse dentro de la envolvente sustancias conocidas que se secan al aire o pegajosas.-

- N O T A -

5 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de la presente solicitud de Patente de invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

10 1º.- Mejoras introducidas en la construcción de mástiles, torres o estructuras semejantes, caracterizadas porque las mismas comprenden una o más envolventes cerradas, de paredes delgadas, de metal o de otro material inherentemente rígido, con un relleno gaseoso que ejerce sobre la envolvente una presión interna que resiste al cambio de forma de la pared de la envolvente.-

15 2º.- Mejoras según se reivindican en el punto 1º, según las cuales la envolvente tiene una forma sustancialmente cilíndrica o ligeramente cónica.-

20 3º.- Mejoras según se reivindican en los puntos 1º ó 2º, en las cuales la envolvente está dividida en varias secciones puestas a presión.-

4º.- Mejoras según se reivindica en los puntos

197473

18



19, 29 ó 39, según las cuales las estructuras comprenden dos o más envolventes o secciones de envolvente dispuestas en comunicación entre sí, de modo que queden sometidas a la misma presión interna.-

5

59.- mejoras según se reivindican en los puntos 19 a 49, según las cuales la envolvente o sección de la envolvente está cerrada por un miembro cóncavo asegurado en un extremo de la misma y provisto de un sistema de nervios por los cuales dicha envolvente o sección puede ser conectada mecánicamente con otra parte, particularmente, con otra sección o con una cimentación.-

10

69.- mejoras según se reivindican en cualquiera de los puntos 19 a 59, según las cuales la presión interna es tal que produzca en la envolvente un esfuerzo circunferencial de aproximadamente $1/2$ a $2/3$ del límite elástico para el material de la envolvente.-

15

79.- Mejoras según se reivindican en cualquiera de los puntos 19 a 69, según las cuales la envolvente ha sido inicialmente sobrecargada o ha sido estirada ligeramente de modo permanente circunferencial y/o longitudinalmente de modo que se eleve el límite elástico del material.-

20

89.- Mejoras introducidas en la construcción de mástiles, postes y estructuras similares.-

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.-

25

197473

18



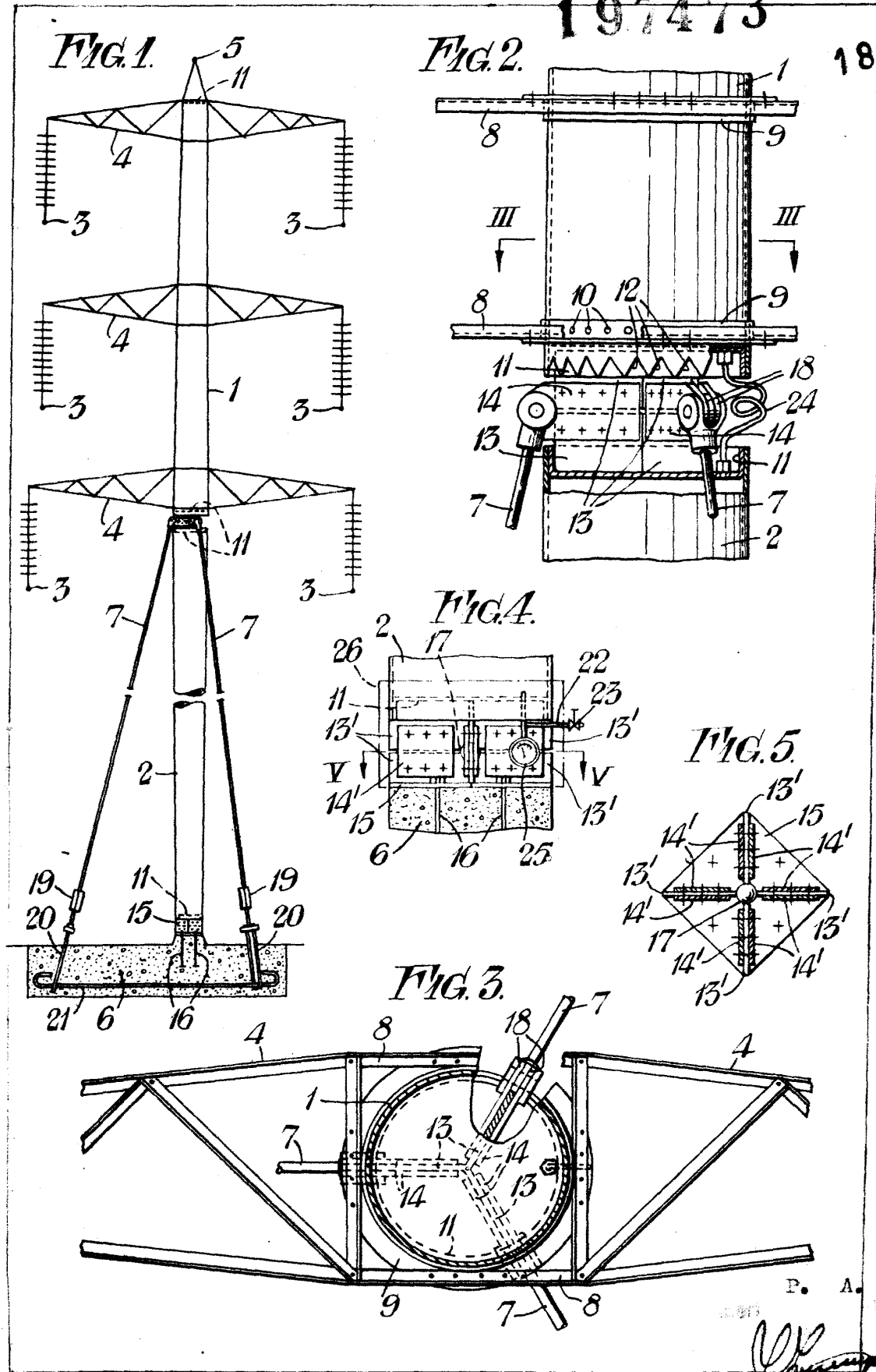
La precedente Memoria consta de quince hojas y la presente, escritas a máquina por una sola de sus caras.-

Madrid, 18 ABR 1951
P. A.

Alberto de Ceballos

Por el Sr.

197473



P. A.

[Handwritten signature]

197473

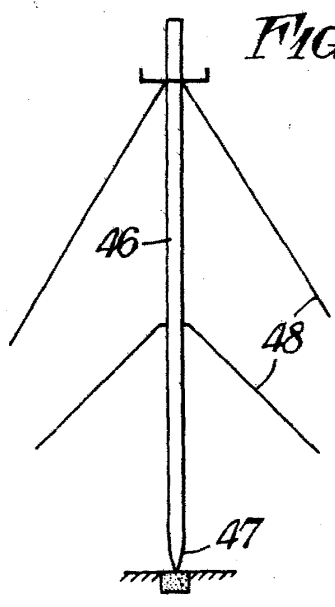


FIG. 7.

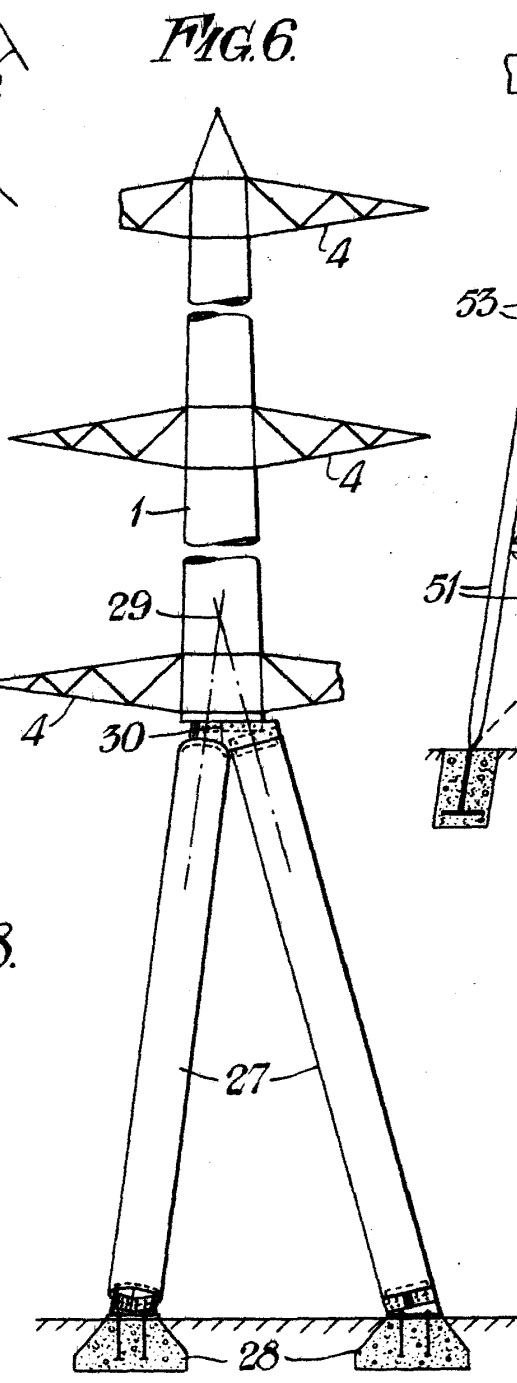


FIG. 6.

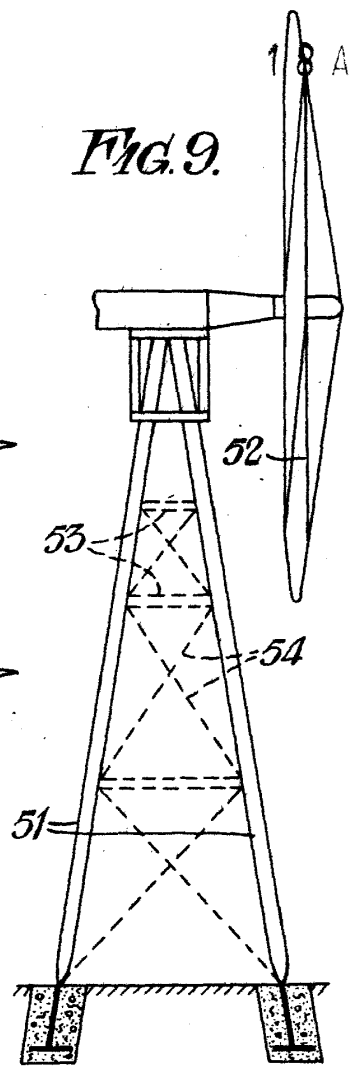


FIG. 9.

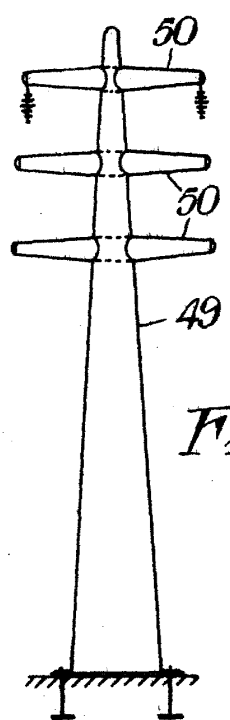


FIG. 8.

P. A.
Ingeniero en Electricidad