

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.

BREVET D'INVENTION.

VII. — Construction, travaux publics et privés.

3. — TRAVAUX D'ARCHITECTURE, AMÉNAGEMENTS INTÉRIEURS, SECOURS  
CONTRE L'INCENDIE.

N° 540.617

Perfectionnements aux paratonnerres.

M. NIKOLA TESLA résidant aux États-Unis d'Amérique.

Demandé le 3 septembre 1921, à 14<sup>h</sup> 31<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré le 20 avril 1922. — Publié le 13 juillet 1922.

(Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le 6 mai 1916. — Déclaration du déposant.)

L'invention a pour objet des paratonnerres d'un modèle perfectionné et strictement établis en conformité avec les véritables caractères des phénomènes électriques. Les paratonnerres de l'invention ont une action beaucoup plus efficace et protectrice des vies humaines et des bâtiments que les paratonnerres actuellement en usage.

Pour bien faire comprendre la nature de l'invention et comment elle se distingue essentiellement des tiges de paratonnerres en usage, il est nécessaire d'expliquer brièvement comment le paratonnerre de l'invention se distingue des tiges pointues actuellement employées.

Depuis l'introduction de la tige pointue de Benjamin Franklin, à la fin du dix-huitième siècle, son application pour protéger contre les décharges électriques de l'atmosphère a été universellement employée. Son efficacité a un certain degré a été prouvée sans aucun doute par les statistiques, toutefois il y a certaines erreurs dans l'explication de son mode de fonctionnement et sa construction est radicalement défectueuse, principalement en raison de sa terminaison en pointe. Dans le paratonnerre de l'invention il n'est pas fait usage de pointes et le mode de terminaison du protecteur est tout à fait différent.

Suivant l'opinion prévalente, l'efficacité de

la tige Franklin est basée sur la propriété des pointes ou des corps aigus qui facilite l'écoulement de l'électricité dans l'air. Comme l'a montré Coulomb, la quantité d'électricité par unité de surface, qu'il appelle densité électrique, croît d'autant plus que le rayon de courbure de la surface est plus petit. Ensuite il a été prouvé par l'analyse mathématique que la charge accumulée crée une force normale de tension égale à deux fois le carré de la densité, et l'expérience a démontré que lorsque cette dernière dépasse approximativement 20. C. G. S. unités, il se forme un courant ou une couronne. Par suite de ces observations et déductions, il est évident que ce phénomène peut se produire à une pression relativement faible si le conducteur est d'un rayon extrêmement petit ou terminé en pointe, et c'est en raison d'une mauvaise application des déductions tirées de ces phénomènes et de divers autres, que les tiges actuellement employées dans le commerce sont minces et pointues. D'après l'invention, au contraire, et d'après les déductions tirées de faits reconnus, on en fait l'application correcte en établissant un para-foudre dont l'extrémité conductrice se termine par des surfaces d'un grand rayon de courbure dans les deux sens.

Ces principes servent de base à l'invention et leur application correcte décide de la

Prix du fascicule : 1 franc.

forme et du mode d'installation du para-  
foudre. On va maintenant expliquer comment  
l'invention se distingue des tiges de paraton-  
nerres pointues.

5 En permettant l'écoulement de l'électricité  
dans l'air, on considère généralement que la  
pointe a deux fonctions :

Par la première, elle soutire l'électricité  
négative du sol et, par l'autre, elle neutralise  
10 l'électricité positive des nuages. Il est vrai que  
cela a lieu dans certaines limites. Mais une  
étude systématique des perturbations élec-  
triques du sol a montré d'une façon palpable  
que l'action du conducteur Franklin, telle  
15 qu'on l'interprète ordinairement, est très  
illusoire. Les mesures actuelles montrent que  
la quantité d'électricité qui s'échappe, même  
par un grand nombre de pointes est complè-  
tement insignifiante par rapport à celle qui  
20 est induite sur une surface considérable du  
sol et la quantité écoulee n'est d'aucune impor-  
tance comme procédé de dissipation. Mais  
il est vrai que l'air chargé d'électricité nég-  
ative dans le voisinage de la tige rendue  
25 conductrice facilite le passage du courant. En  
conséquence, il y a accroissement de la pro-  
babilité d'une décharge électrique dans le  
voisinage. Les faits fondamentaux qui servent  
de base à ce type de tige para-foudre sont :  
30 d'abord, qu'elles attirent la foudre de telle  
façon que le bâtiment sera frappé plus sou-  
vent qu'il ne le serait s'il n'était pas muni de  
paratonnerres; secondement, qu'elles rendent  
sans danger les décharges reçues, mais pas  
35 toutefois la totalité; troisièmement, qu'elles  
rendent l'air conducteur et, pour d'autres  
raisons, sont parfois la cause des dommages  
pour les objets du voisinage; quatrièmement,  
que dans son ensemble leur efficacité pour  
40 protéger contre la foudre dépend plus ou moins  
du hasard.

Le paratonnerre de l'invention est basé su-  
des principes diamétralement opposés. Il se  
termine par une large surface. Il assure une  
45 densité très faible et il conserve les qualités  
isolantes du milieu ambiant en réduisant les  
fuites et par son action il agit comme un ré-  
pulsor pour accroître énormément le facteur  
de sécurité.

50 Dans le but d'avoir une installation aussi  
bonne et aussi économique que possible du  
système protecteur, les facteurs et les phéno-

mènes qui servent à établir la grandeur, le  
nombre des protecteurs et les qualités phy-  
siques de l'appareil doivent être étudiés dans 55  
les détails par l'ingénieur qui fait l'installation  
et on va examiner les bases qui servent à cette  
installation.

Une installation économique demande que  
la capacité protectrice d'un équipement donné 60  
ne soit pas inutilement plus grande que celle  
qui est exigée pour les conditions spéciales de  
protection des bâtiments et cela dépend en  
particulier, ainsi qu'on le montrera plus loin,  
de la configuration du terrain à proximité des 65  
bâtiments à protéger.

Sur les dessins, les figures 1 à 4 inclu-  
sivement sont des schémas pour expliquer  
les faits et conditions servant à l'établis-  
sement des installations particulières de l'inven- 70  
tion et les figures 5 à 8 montrent la construction  
et l'application des paratonnerres de l'inven-  
tion.

En particulier :

La fig. 1 montre la configuration du terrain 75  
dans le but de faciliter les explications.

Les fig. 2, 3 et 4 sont des schémas pour  
l'explication de l'invention.

Les fig. 5 et 6 montrent des formes d'exé-  
cution de l'invention, et 80

Les fig. 7 et 8 montrent l'équipement pro-  
tecteur des bâtiments.

Sur la fig. 1 est représentée une surface 1  
qui correspondant à la prolongation de la sur-  
face de l'océan. Dans les conditions ordinaires 85  
climatériques, lorsque le ciel est clair, la  
quantité totale d'électricité distribuée sur le  
sol est sensiblement celle correspondante à  
la projection horizontale. Mais en temps d'o-  
rage, en raison de l'action inductrice des 90  
nuages, une charge immense peut s'accumuler  
en un point donné, la densité étant plus  
grande sur les parties les plus élevées du sol.  
On peut supposer que dans ces conditions il  
existe une autre surface sphérique 2 concen- 95  
trique à l'ensemble du niveau terrestre qui  
peut être appelée niveau électrique et que  
dans les quantités emmagasinées au-dessus et  
en dessous d'elle sont égales. En d'autres  
termes, leur somme algébrique considérée 100  
relativement à la surface imaginaire dans le  
sens positif et négatif est nulle. Les objets  
situés au-dessus de ce niveau sont sujets à  
beaucoup plus de risques que ceux en dessous.

Alors un bâtiment situé en 3 sur un site de très grande densité se trouve plus exposé que lorsqu'il se trouve dans une dépression 4 où la charge par unité de surface est très petite et ce dernier se trouve presque entièrement en sécurité.

Il en résulte qu'un bâtiment 3 nécessite un équipement protecteur de beaucoup plus d'étendue que le bâtiment qui se trouve dans l'autre cas. Toutefois, dans les deux cas, les risques d'être frappé par la foudre sont diminués par la présence du paratonnerre de l'invention, tandis que ces risques sont augmentés par la présence de la tige Franklin pour les raisons qui vont être expliquées.

La compréhension de ce qui est vrai par rapport aux décharges électriques et les mauvaises applications qui en ont été faites par suite des interprétations ont été la cause de la forme conventionnelle en pointe donnée aux tiges Franklin. Mais les considérations théoriques et les découvertes importantes qui ont été faites dans les recherches de transmetteurs de télégraphie sans fil d'une grande activité, dans lesquels entrent en jeu des surfaces d'un volume et d'une tension comparables à ce qui se produit dans l'atmosphère, ont montré ce qu'il y avait d'erroné dans la conception de la tige Franklin. Ces nouvelles découvertes ont servi de base à l'établissement du paratonnerre de l'invention.

Sur la fig. 2 une petite sphère 5 se trouve en contact avec une large surface sphérique partiellement indiquée en 6. On peut démontrer, par la théorie des images électriques, que lorsque deux corps sont chargés, la densité principale sur le plus petit est seulement :

$$\frac{\pi^2}{6} = 164493$$

fois plus grande que sur l'autre. Sur la fig. 3 les deux sphères 7 et 8 sont placées à quelque distance l'une de l'autre et connectées par un fil mince 9, le système ayant été excité comme précédemment, la densité sur la petite sphère est plusieurs fois celle sur la grande sphère. Puisque les deux sphères sont au même potentiel il s'ensuit directement que leur densité seront inverses des rayons de courbure. Si la densité de 7 est désignée par  $d$  et le rayon par  $r$ , alors la charge sera  $q = 4\pi r^2 d$ , le potentiel sera  $= 4\pi r d$ , et la force externe normale à la

surface sera  $f = 2\pi d^2$ . Comme il a été établi auparavant quand  $d$  dépasse le nombre 20 C.G.S. unités, la force  $f$  devient suffisamment intense pour occasionner une rupture électrique et il se forme une couronne. Dans ce cas  $p = 80\pi$ . Par suite, avec sphère de 1 c/m de rayon, la rupture aura lieu à un potentiel  $p = 80\pi = 251328$  E. S. unités ou 753984 volts. En réalité, la décharge se produit à une pression plus basse en conséquence de l'inégalité de la distribution sur la petite sphère, la densité étant plus grande sur le côté opposé à la grande sphère. Dans un conducteur en pointe, c'est justement l'inverse qui se produit. En théorie on peut commettre une erreur en inférant de ce qui précède que les saillies aiguës permettent à l'électricité de s'échapper au plus bas potentiel, mais cela ne s'en suit pas.

La raison en sera vue clairement en examinant la fig. 4 dans laquelle on a montré un conducteur 10 terminé par une pointe 11. Lorsque la pointe est enlevée de la partie plus large 10 et connectée électriquement avec le corps du conducteur par un fil infiniment mince, la charge sera délivrée rapidement. Mais la présence de 10 a pour effet de réduire la capacité de 11 de telle façon qu'une pression beaucoup plus haute est nécessaire pour élever la densité à la valeur critique. D'autant plus que le corps est grand, d'autant plus l'influence est prononcée, influence qui dépend aussi de la configuration et son maximum correspond à la forme sphérique. Lorsque celle-ci est d'une grandeur considérable, elle prend une force électro-motrice beaucoup plus grande que dans les conditions ordinaires pour produire des effluves qui s'écoulent de la pointe. Pour expliquer cette anomalie apparente, il faut porter son attention sur la fig. 3. Si les rayons des deux sphères 7 et 8 sont indiqués par  $r$  et  $R$ , leur charge par  $q$  et  $Q$  et la distance entre leurs centres par  $D$ , le potentiel en 7 dû à  $q$  est  $\frac{Q}{D}$ . Mais 7 en raison de la connexion métallique 9 est au potentiel.

$$\frac{Q}{R} = \frac{q}{r}$$

Quand  $D$  est comparable à  $R$  le milieu entourant la petite sphère sera ordinairement à un potentiel qui ne différera pas beaucoup de

son propre potentiel et des millions de volts doivent être appliqués avant que le courant puisse passer même par des surfaces aiguës ou pointues. Il est important de se rappeler  
 5 que la terre n'est autre chose qu'un vaste globe conducteur. Il s'ensuit qu'une tige pointue doit être élevée très haut au-dessus du sol afin d'avoir une action efficace, et on verra que la pointe de l'extrémité de la tige a son  
 10 effet d'émission en partie neutralisé par l'accroissement de section en-dessous d'elle et d'autant plus que la tige sera plus forte pour la réduction de la résistance de l'électrode, la contre-influence sera plus prononcée. Pour  
 15 ces raisons, il est important de se rappeler que l'épaississement de la tige pour une résistance électrique très basse est plutôt incompatible avec la haute capacité d'émission que l'on attribue à la pointe de la tige Franklin.  
 20 Mais comme on l'a exposé, il est tout à fait désirable dans la réalisation de l'invention où la construction a pour but la suppression de l'émission de la charge plutôt que de la favoriser.

La notion que le système de Franklin est  
 25 efficace pour dissiper les charges terrestres peut être basée sur les expériences primitives faites avec les machines statiques à friction où l'on a trouvé qu'une pointe était capable de  
 30 soustraire rapidement l'électricité d'un corps isolé électrisé. Mais l'inefficacité de cette application aux conditions de protection contre la foudre deviendra évidente en examinant les  
 35 simples principes théoriques qui établissent qu'il est désirable d'instituer une protection pour éviter ces écoulements. Que la densité à la pointe  $f$  soit inverse du rayon de courbure  
 40 de la surface, c'est là une condition irréalisable. En supposant que la fig. 4 représente un conducteur de rayon cent fois plus grand que celui de la pointe, alors quoique sa surface par unité de longueur soit plus grande  
 45 dans le même rayon, la capacité est seulement double. Alors lorsque il y a emmagasinement de deux fois la quantité d'électricité, la densité sur la tige est seulement  $1/5$  de celle sur la pointe d'où il s'en suit que cette dernière  
 50 est loin d'être plus efficace. Mais le pouvoir d'émission d'un pareil conducteur est inscrit en imaginant que la pointe (en réalité une petite boule) soit continuellement réduite en grandeur, de façon à se rapprocher de plus en plus de l'idéal.

Pendant le procédé de réduction, la densité s'accroît en même temps que le rayon de courbure devient plus petit, mais dans une  
 55 proportion sérieusement moindre que le sens linéaire : d'autre part la surface à l'extrémité de la tige, c'est-à-dire la section à travers laquelle passe la charge pour s'écouler dans l'air sera diminuée comme le carré du rayon.  
 60 Cette relation seule impose une limite définie à l'exécution d'un conducteur en pointe, et on remarquera que la résistance de l'électrode sera augmentée en même temps. En outre l'efficacité de la tige est beaucoup atteinte par  
 65 le potentiel dû à la charge du sol, comme cela a été indiqué avec référence à la fig. 3. Des estimations pratiques des quantités électriques dans les phénomènes des perturbations naturelles montrent l'impossibilité des  
 70 fonctions attribuées au paratonnerre en pointe. Un seul nuage peut contenir  $2 \times 10^{12}$  C. G. S. unités ou plus induisant dans le sol une quantité équivalente d'électricité que des tiges en pointe ne pourraient neutraliser qu'au bout  
 75 de plusieurs années.

Bien que la tige en pointe soit tout à fait inefficace au point de vue qui vient d'être considéré, elle a la propriété d'attirer les  
 80 éclatements de la foudre à un haut degré : 1° en raison de sa forme pointue et 2° parce qu'elle ionise et rend conducteur l'air environnant.

Cela a été établi d'une façon incontestable au sujet des transmetteurs employés dans la  
 85 télégraphie sans fil et cela fait ressortir le principal désavantage du paratonnerre de Franklin.

Ce qui vient d'être dit montre qu'il est tout à fait impraticable d'effectuer une égalisation  
 90 d'émission des charges par les pointes des tiges para-foudre dans les conditions présentées par les vastes forces de la nature et le perfectionnement de l'invention consiste à rendre minima les chances qu'ont les surfaces  
 95 à protéger d'être frappées par la foudre et à les accoupler avec des conducteurs convenables pour rendre les décharges inoffensives si elles viennent à se produire.

De plus une application correcte des données qui ont été exposées avec référence au  
 100 type ordinaire du para-foudre avec tige en pointe, non seulement concrétise la propriété théorique de la forme donnée au protecteur

de l'invention, mais encore facilite les conditions et les nécessités d'installation en tenant compte du profil du terrain environnant et des autres bâtiments, probabilités de différence du potentiel maximum et de densité de charge à prévoir suivant les conditions atmosphériques du site, résistances d'électrodes désirables et capacités des protecteurs installés.

Le protecteur de l'invention ainsi qu'il a été établi se comporte d'une manière tout à fait opposée à celui de Franklin et offre incomparablement plus de sécurité. Le résultat est obtenu par l'emploi d'une surface terminale conductrice d'un grand rayon de courbure et présentant une surface suffisante pour rendre la densité très petite et pour empêcher les fuites de la charge et l'ionisation de l'air. Les modes d'exécution peuvent beaucoup varier de forme et de grandeur, mais il est essentiel que le contour du protecteur se rapproche de la surface idéale enveloppante d'un grand rayon et d'une aire totale considérable.

Sur les fig. 5, 6, 7 et 8 on a représenté divers modes d'exécution du paratonnerre de l'invention. Sur la fig. 5 on a indiqué en 12 un bouclier en métal fondu ou tourné avec contour ellipsoïdal. Ce bouclier porte par en dessous un manchon avec une garniture 13 en porcelaine ou autre matière isolante qui est interposée entre le bouclier et la tige de support 14 semblable aux tiges ordinaires des paratonnerres. La fig. 6 montre la terminaison 15 constituée au moyen de barres métalliques rondes ou plates formant des rayons partant d'un moyen central supporté directement par une tige ordinaire et en contact électrique avec elle. Le but spécial de la forme de ce paratonnerre est de supprimer la résistance au vent mais il est nécessaire que les barres aient une surface suffisante pour assurer une petite densité et ensuite qu'elles soient assez rapprochées pour avoir une capacité sensiblement égale à celle d'un bouclier continu ayant mêmes dimensions comme contour. Sur la fig. 7 le paratonnerre a la forme d'une coupole reliée à la terre, elle est portée par une cheminée qui lui sert de support et la protège. Tout espèce de métal peut être employé pour la construction, mais il est indispensable qu'il n'y ait pas de surfaces pointues ou à bords aigus ou des pointes facilitant l'écoulement de l'électricité. De la

même façon les capotes des cheminées et autres appareils analogues peuvent être transformés pour servir de protecteur contre la foudre s'ils sont équipés conformément aux données de l'invention. On a encore montré sur la fig. 8 une variante d'installation ou quatre tiges reliées à la terre et terminées par des boucliers 18 assurent la protection du bâtiment.

D'après ce qui précède il est clair que dans tous les cas la terminaison du paratonnerre de l'invention s'oppose aux fuites d'électricité et à l'ionisation de l'air. Il est sans importance que ce paratonnerre soit isolé ou non, s'il est frappé de la foudre le courant passera facilement à la terre, soit directement comme montré sur la fig. 5 en traversant le petit intervalle isolé entre 12 et 14. Mais de pareils accidents sont rendus extrêmement improbables attendu qu'ils se produisent là où il se trouve des pointes ou saillies sur lesquelles la charge terrestre atteint une haute densité et où l'air est ionisé. L'action du protecteur de l'invention équivaut à une force répulsive. Par suite il n'est pas nécessaire de l'élever à une grande hauteur, mais la connection à la terre doit présenter une self induction aussi petite que cela est possible dans la pratique.

#### RÉSUMÉ.

L'invention a pour objet un paratonnerre présentant les particularités suivantes considérées séparément ou en combinaison :

1° Un protecteur contre la foudre se terminant à une hauteur élevée et présentant à la terminaison des surfaces de large rayon de courbure dans les deux dimensions et un conducteur à la terre de petite self induction.

2° Un mode d'exécution du paratonnerre de l'invention en lui donnant la forme d'un bouclier d'un grand rayon de courbure.

3° Le protecteur indiqué en 1° avec une connection à la terre de faible résistance et un conducteur de petite self induction.

4° L'intercalement d'un isolant entre le bouclier et sa tige de support.

5° La forme ellipsoïdale donnée au bouclier protecteur.

6° Les bords du protecteur terminés par des surfaces lisses et arrondies.

NIKOLA TESLA.

Par procuration :  
LOUIS TAILFER.

