

**P68.2**

**GÉNÉRATEUR  
VAN DE GRAAFF**

Réf.: R50573

VAN DE GRAAFF (Robert Jemison), physicien américain (Tuscaloosa, Alabama, 1901 - Boston, Massachusetts, 1967).

L'appareil électrostatique inventé en 1929 par Robert J. VAN DE GRAAFF, était le premier appareil à générer une haute tension servant à l'accélération des particules.

Il sert aussi en génie électrique à générer des hautes tensions de l'ordre de plusieurs kV.

Il se compose d'une courroie qui tourne à l'intérieur d'une colonne creuse fabriquée avec une matière isolée, et autour de deux tiges, l'une placée dans le bas de la colonne, l'autre dans le haut, autour d'une boule métallique.

Une haute tension estimée  $10^4$  v est accumulée dans le bras de la colonne. La masse de cette source, dite charges négatives, est recueillie sur la courroie, qu'elle porte de bas en haut autour de la boule, de cette façon, les charges sont accumulées sur plusieurs points reliés avec la boule. La boule reçoit un signe des charges et avec le mouvement de la courroie, ces charges sont renvoyées par elle, afin d'apporter de nouvelles charges à la boule. Dans le cas utilisation d'une boule supplémentaire montée sur une colonne assemblée avec la première et que cette boule reçoit une charge inverse, dans ce cas une tension de quelques millions de volts apparaît entre les boules.

L'équipement du générateur VAN DE GRAAFF est simplifié par l'installation suivante :

- Des potences ③ sont fixées à l'aide des supports ②, sur une base métallique ①.
- Une courroie élastique ⑤ est tendue entre les poteaux, et sur deux enrouleurs en acier ④. La tension de la courroie est réglable à l'aide de deux noix aménagées sur les supports ⑥.
- Des peignes avec dentures ⑦ sont placés en haut et en bas de l'équipement. Ils servent à recueillir les charges électriques disposées au plus haut de la courroie.
- Un moteur électrique de 32w (220v), monté sur le pied de l'équipement.
- Un dôme ⑧ qui peut être monté sur les poteaux à l'aide des supports.

L'équipement comporte un système conique ⑨, porté sur une baguette avec un trou pour insérer la fiche principale.

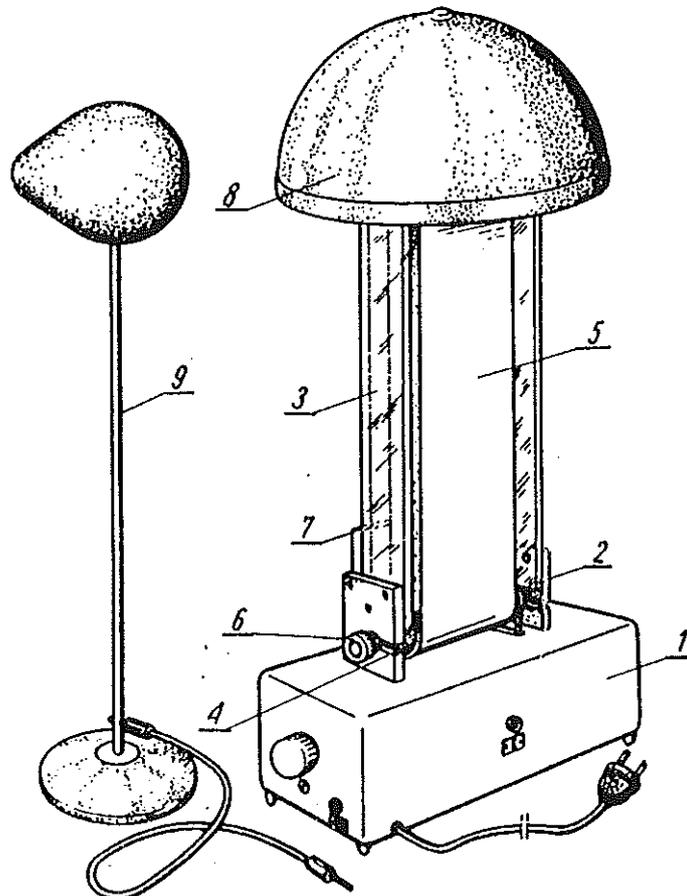


Figure 1

## I. Mode de fonctionnement :

Le générateur fonctionne de la même façon que la machine électrostatique Whimshurst (voir Fig. 2).

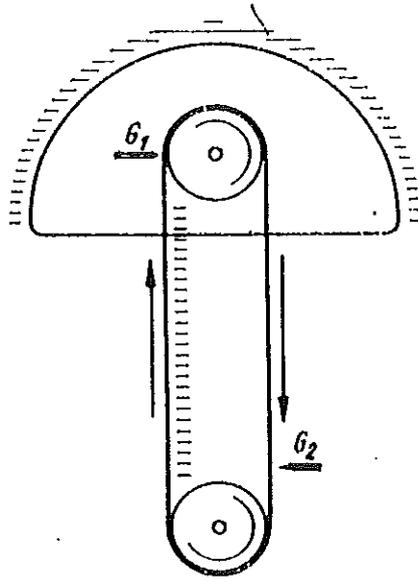


Figure 2

La charge négative dégagée due à la friction de LH est transportée durant le mouvement de la bande vers le peigne supérieur G<sub>1</sub>, d'où la charge est transférée à la surface de la boule. Le peigne inférieur G<sub>2</sub> sert à délivrer les charges de RH coté la bande.

## II. Puissance obtenue à la surface de la boule :

Accordée par la formule (1). La puissance obtenue à la surface de la boule dépend de la valeur de charge délivrée à la surface de cette dernière.

Q = Charges  
V = Puissance  
C = Capacité

$$V = \frac{Q}{C}$$

La puissance est directement proportionnelle à la charge électrique et inversement à la capacité principale. Cet appareil déclenche une haute puissance, si on délivre une énorme charge à la surface du dôme, *dans ce cas ne pas utiliser l'appareil plus d'une minute*. La puissance accumulée sur la boule peut être déterminée approximativement par la longueur de l'étincelle durant la décharge (une tension estimée à  $U \approx 3000V$ , et égale à chaque mm de la longueur de l'étincelle entre les boules (ionisation de l'air)).

## III. Champ électrique autour du dôme :

La quantité d'électricité par  $cm^2$  d'un conducteur est appelée "densité de la surface". Dans le cas d'un conducteur sphérique, la densité de surface est répartie uniformément. La densité de surface est simplifiée par la lettre  $\delta$ .

Q = Charge  
S = Surface chargée

$$\delta = \frac{Q}{S}$$

En conclusion, l'augmentation de la charge sur une demi-sphère, augmentera la densité de la surface. L'intervalle autour d'un conducteur chargé, ou les forces électriques sont activées provisoirement est appelée "champ électrique".

L'intensité du champ (E) dépend de la densité de surface.

E = Intensité du champ

$$E = 4 \pi \delta$$

$\delta$  = Densité de surface

L'intensité du champ diminue lorsqu'on augmente l'intervalle à la surface (elle est inversement proportionnelle au carré de l'intervalle).

L'intensité du champ électrostatique générée autour du dôme est montrée dans la fig. 3.

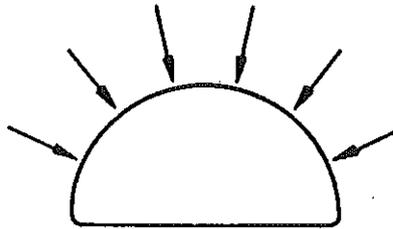


Figure 3

#### IV. Puissance du générateur :

La puissance du générateur peut être déterminée dans le cas suivant :

A partir de l'intensité du courant obtenu dans le générateur (quantité approximative  $\approx 2\mu\text{A}$ ), multiplié par l'intensité de la tension obtenue sur la boule. On peut calculer la puissance pour une étincelle d'une longueur de 5 cm, une valeur de 150 kV, la puissance dans le générateur est :

$$M = u * i = 150000\text{V} * 0,000002 \text{ A} = 0,3 \text{ W}$$

C'est une petite puissance à comparer des puissances générées par les unités utilisées à l'échelle industrielle. Le générateur inventé par VAN DE GRAAFF peut générer une tension de 5,1 MV, l'intensité du courant obtenu est de 1,1 mA et la puissance est de 5,6 kW.

#### V. Expériences à réaliser avec le générateur VAN DE GRAAFF :

La performance du matériel dépend de l'humidité de l'air, et de la vitesse du moteur. La courroie ne doit pas être sale ni humide. Dans ce cas, la laver avec de l'eau savonneuse ou des produits adaptés, et bien la sécher à l'aide d'un séchoir électrique par exemple. Le générateur produit une courte étincelle si la courroie est trop tendue.

##### ♦ Aménagement des charges sur la surface du conducteur :

Raccorder l'un des deux peignes (le peigne placé en haut du générateur) avec une grille de Faraday. Des bandes de papier ou du tissu collés sur la surface intérieure et extérieure. Placer la grille sur une plaque isolante. Durant le fonctionnement du générateur, les bandes collées à l'extérieur de la grille s'écarteront de celle-ci, alors que les autres bandes collées à l'intérieur resteront collées. On note que les charges sont accumulées sur la surface extérieure du conducteur.

##### ♦ Lignes de force du champ électrique :

Connecter le générateur à un fil de tissu, suspendre ce fil horizontalement. Attacher un fil de fer avec le fil de tissu. Placer une aiguille aimantée sur le fil de fer et connecter l'appareil à la terre. Lorsque l'on fait fonctionner l'appareil, la direction de l'aiguille indique les lignes de forces du champ électrique. L'aiguille dans ce cas est appelée "aiguille électrique".

#### ◆ Performance du bord :

Connecter au générateur un conducteur sphérique installé sur un plateau, faire tourner la machine. Rapprocher votre main près de la boule, la main sera électrisée (même résultat en rapprochant la main près du bord de générateur). L'expérience peut être pratiquée à l'aide d'un électroscope (à savoir que l'électroscope devrait être monté sur un plateau isolé).

#### ◆ L'effet thermique de l'étincelle :

Placer un morceau de coton hydrophile autour d'une baguette en bois. Mouiller le morceau avec de l'essence ou de l'alcool. Brancher l'appareil. Amener le morceau près de l'étincelle, dans ce cas, l'étincelle enflammera le morceau de coton.

#### ◆ Les effets lumineux :

Placer le générateur dans un endroit sombre. Brancher à la terre l'appareil, amener le conducteur monté sur un plateau isolé près de la surface de la boule. Lorsque les peignes deviendront brillants et avec le déchargement électrique, les charges électriques feront apparaître une lumière violette.

#### ◆ Expériences avec le tube néon :

Les expériences qui peuvent être réalisées avec le tube néon sont très intéressantes. Brancher le générateur à la terre, amener le tube près de la boule du générateur ? Faire tourner l'appareil, on constate que le tube sera plus lumineux et plus brillant.