République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Yahia Fares de Médéa

Faculté de la technologie

Département Génie mécanique

Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme Master

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Mécatronique

Réalisation d'un générateur de Van de Graaf en cascade

Présenté par : ZOUAK Mohamed Chouaib

Dirigé par : BENREKIA Ahmed Redha MCB Université de Médéa

Président : M. ZIRARI MCA Université de Médéa

Examinateurs : Z. K ECHIDI MAA Université de Médéa

2016/2017

Ce sujet de mémoire a été proposé par Ahmed Redha BENREKIA MCB à la faculté de technologie de l'université Yahia FARES de Médéa et réalisé en partie au Hall de technologie de l'université Yahia FARES.
Je tiens à témoigner ma gratitude et mes remerciements à mon encadreur monsieur BENREKIA Ahmed Redha pour la qualité et le niveau du sujet et son suivi de prés à la réalisation de ce travail et ses précieux conseils.
Je remercie les membres du jury, qui ont mis en valeurs ce travail. J'exprime également mes remerciements au chef du laboratoire de mécanique monsieur DRICHI Khider au niveau de hall technologique
Je remercie tout particulièrement le directeur du hall technologique qui m'a permis de travailler dans l'atelier de mécanique Enfin, je tiens à exprimer ma gratitude pour tous ceux que je n'ai pas cités et qui ont contribué de prés ou de loin à la réalisation de ce mémoire et à l'accomplissement de ce projet.
A tous mes amies.

Je remercie mes parents qui m'ont soutenu durant ce projet.
A tous, merci infiniment

Dédicaces.

Je dédie ce travail à mes parents ;

Mes enseignents ;

Ma famille.

Table des matières

Liste des figures v

1 Introduction générale. ***1***

2 Processus d'électrisation de la matière ***3***

2.1 Introduction 3

2.2 L'électrisation par pression. 4

2.3 L'électrisation par frottement. 4

3 Eléments du générateur de Van de Graaf. ***6***

3.1 Introduction 6

3.2 Le moteur électrique. 7

3.3 Les courroies de transmission 7

3.4 Les poulies 7

3.5 Les courroies de transfert de charge. 9

3.6 Les peignes collecteurs 9

3.7 Fils électriques 9

3.8 Les sphères 9

3.9 La structure portante 10

4 Réalisation. ***11***

4.1 Introduction 11

4.2 Etude électrique. 13

4.3 Schéma électrique du générateur de Van de Graaf. 13

4.4 Conclusion et perspectives. 15
4.5 Les différentes étapes de réalisations. 16

Table des figures

3.1 Schéma de la poulie : vue de face et vue de profil 8
3.2 Photographie de la poulie 8

4.1 Schéma de l'assemblage du générateur de Van de Graaf en cascade 12
4.2 Schéma électrique du générateur de Van de Graaf en cascade. 14
4.3 Photographie de la structure en bois 16
4.4 Photographie de la poulie en bois. 16
4.5 Photographie du montage à un seul étage. 17

Nom : ZOUAK

Prénom : Mohamed Chouaib

Email : mchouaibzo@gmail.com

Mémoire intitulé : Réalisation d'un générateur van de Graaf en cascade.

ملخص

خلال هذه المذكرة قدمت بدراسة طرق الشحن الكهربائي للمادة وصنعت مولد فان دو غراف مزدوج التركيب وتحققت من العمل الجيد لهذا الجهاز.

Durant ce mémoire**,** j'ai Présenté certains phénomènes de l'électrisation de la matière condensée et réalisé un générateur van de Graaf en cascade à deux étages. Ceci a permis de doubler la tension et j'ai vérifié son fonctionnement.

Abstract.

During this dissertation, I presented certain phenomena of the electrification of condensed matter and realized a composed Van de Graaf generator in cascade with two stages. Which double the voltage and I checked its operation.

Chapitre 1

Introduction générale.

La nécessite d'alimentation de très haute tension est toujours présente dans les laboratoires de recherches et de formations pédagogiques. L'obtention de hautes tensions par des transformateurs est une solution évidente pour certaines applications, en particuliers le transport de l'énergie électrique ; Mais cette solution est incapable de résoudre certains problèmes comme l'étude de la matière (accélérateur de particules, polarisation de la matière sous fort champ électrique) et de même le calcul du coût pousse vers la recherche et le choix d'autres solutions au moins moins couteuses.

Dans ce projet expérimental nous avons chercher à réaliser une alimentation très haute tension (THT), c'est le générateur de Van de Graaf [1] en cascade dans notre cas. Nous sommes passé par les étapes de réalisation d'un générateur ce van de Graaf classique qui existe au niveau du hall de technologie avec un seul étage au générateur en cascade avec deux étage permettant de doubler la tension et en même temps la polarisation en inverse. Tout ceci, en se basant sur des principe physique élémentaire et des moyens de bord. La problématique du sujet est comment élever la tension sans passer par le problème du gigantisme. En fait, dans notre système de deux sphères la masse double, alors que pour le système où la sphère double de rayon sa masse est quadruplée, donc un gain de masse métallique plus chère et plus importante que la masse de la structure. Dans de futures études, on aura à caractéri-

ser le phénomène de la charge de la sphère afin de réaliser une éventuelle commande numérique et avoir la vraie tension de notre système.
L'organisation de ce mémoire est la suivante : Dans le chapitre 2 nous présentons les différents processus d'électrisation entre autre l'électrisation par frottement utilisée dans notre système. Dans le chapitre 3, nous présentons les éléments mécaniques du système réalisé. Dans le chapitre 4, nous présentons notre réalisation à savoir le générateur de Van de Graaf en cascade.

Enfin, nous conclurons ce manuscrit en mettant en valeur les principaux enseignements que l'on peut tirer de nos travaux et nous présenterons quelques perspectives envisagées comme prolongement du travail réalisé ici.

Chapitre 2

Processus d'électrisation de la matière

2.1 Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation des différents processus d'électrisation.
La théorie moderne de la matière montre que la matière à l'état microscopique est formée d'atomes formés à leur tour d'un cortège électronique et d'un noyau, les électrons sont chargés négativement. Le transfert de ces derniers d'une matière vers à une autre laisse la première en défaut d'électrons et devient chargée positivement on parle d'électrisation vitreuse, la seconde présente un excès d'électrons et devient chargée négativement, il s'agit de l'électrisation résineuse. On dit que la matière s'est électrisée si elle présente une charge non nulle. Les corps électrisés ont la propriétés d'attirer les bouts de papier légers. Parmi les processus d'électrisation les plus rudimentaires on a l'électrisation par frottement et l'électrisation par pression.

2.2 L'électrisation par pression.

La série des travaux sur l'électrisation a montré le fait que de la matière pressée par contrainte plus au mois importante présente le fait d'attirer les bouts de papier légers, signe de l'électrisation. C'est un phénomène différent de la piézoélectricité présente dans le quartz, par le faite que dans le cas la piézoélectricité , l'électrisation disparait instantanément avec la disparition de la contrainte et de même et c'est un phénomène réversible et de plus elle est liée à la structure cristallographique de la matière. Cependant l'électrisation par pression est indépendante de la nature de la matière solide et elle séjourne après la disparition de la contrainte.

2.3 L'électrisation par frottement.

L'électrisation par frottement est un phénomène connu depuis longtemps. Il s'agit de la propriété des corps isolés frotté au sec (chiffon et atmosphère) d'attirer les corps légers et non métallique. L'expérience montre que la nature de l'électrisation positive ou négative) dépend de la nature des deux matières frottante et frottée, de l'état de surface. Le tableau ci-dessous donne le classement de la nature de l'électrisation de quelque corps [2].

TABLE 2.1 – Classement de nature de l'électrisation

composé
Poil de lapin
Verre
Mica
Laine
Poil de chat
Soie
Ambre
Résine
Soufre
Ebonite

Chapitre 3

Eléments du générateur de Van de Graaf.

3.1 Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation des éléments du générateur de Van de Graaf. A savoir :

- *Le moteur électrique*
- *Les courroies de transmission*
- *Les poulies*
- *Les courroies de transfert de charge*
- *Les peignes collecteurs*
- *Les sphères*
- *La structure portante*

3.2 Le moteur électrique.

Le moteur électrique : il s'agit d'un petit moteur électrique d'une machine à coudre d'une puissance 75 W, fixé à la plate forme. Son rôle est de générer le mouvement de rotation des poulies assurant la génération des des charges électriques par frottement de la courroie de transfert de charge et leur déplacement.

3.3 Les courroies de transmission

Les courroies de transmission sont des courroie trapézoïdale crantée de 5.2 mm de largeur, 3.5 mm de hauteur et et 336 mm de longueur. Ce sont des courroies utilisées pour machine à coudre adaptées au moteur utilisé. L'avantage de ces poulies est d'assurer une bonne tenue aux poulies et ainsi un bon entrainement est assuré.

3.4 Les poulies

Les poulies sont en aluminium qui est un métal peu dense, donc léger et moins inerte ; le rôle de la poulie est double faire tourner la courroie de transfert de charge et transmettre le mouvement à l'étage suivant. Ainsi comme le montrent schéma et image, elle présente deux parties l'une faisant tourner la courroie de transfert de charge et l'autre étroite logeant la courroie de transmission de mouvement. Les poulies sont portées par des axes horizontaux permettant la rotation libre des poulies. Pour l'étage inférieur la poulie inférieure est nue et la poulie supérieure est recouverte d'adhésif d'isolation en PVC, la sphère qui lui est connecté se charge négativement. Pour l'étage supérieure la poulie inférieure est recouverte d'adhésif d'isolation en PVC et la poulie supérieure nue, la sphère qui lui est connecté se charge positivement.

Schéma et photographie des poulies.

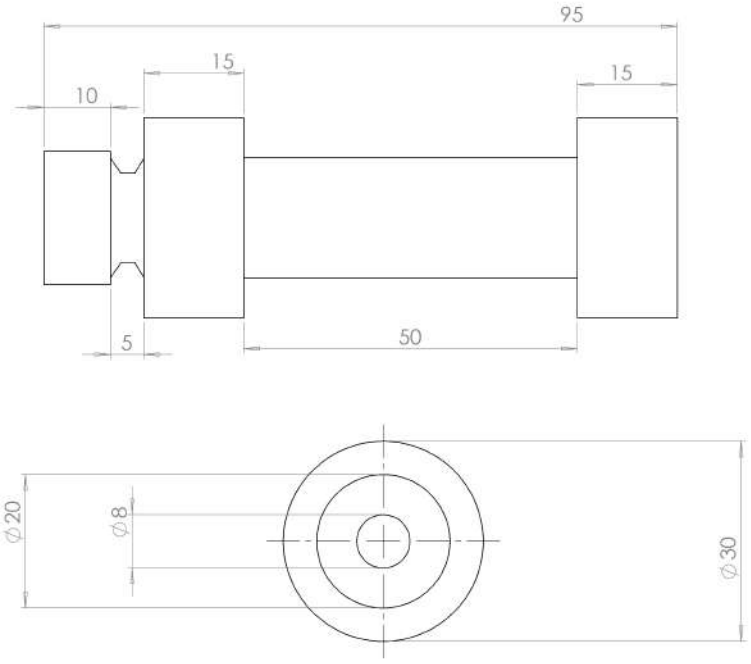


FIGURE 3.1: Schéma de la poulie : vue de face et vue de profil



FIGURE 3.2: Photographie de la poulie

3.5 Les courroies de transfert de charge.

Elle sont de nature caoutchouc bétyle, de largeur 45 mm cm et de longueur 55 cm, elles doivent être nettoyées avec de l'alcool. Par frottement sur les peignes les charges électriques se trouvent déplacées et entrainées.

3.6 Les peignes collecteurs

La courroie de transfert de charges se laisse frotter aux niveaux des poulies sur un grillage métallique (grille de tamisage). Le grillage du niveau bas de chaque étage est relié à la terre. Le grillage du niveau haut de chaque étage est lié à la sphère.

3.7 Fils électriques

Les fils électriques véhiculent les charges générées, le courant est très faible, un fin fil peut être utilisé. Cependant, nous préférons utilisé les fils du faisceau d'allumage bon isolant pour les longues distances présentent dans notre cas.

3.8 Les sphères

Il s'agit d'une sphère en aluminium, formée par deux coupoles sphériques de diamètre 42 cm ; En fait, il s'agit de réflecteur de lumière de masse 0.344 Kg chacun. Les sphères métalliques jouent le rôle de condensateur sphérique. C'est à ce niveau que les charges s'accumulent. Les deux sphères sont identiques, elles ont les mêmes capacités et elles portent des charge opposées. Ainsi leurs tensions sont opposées.

3.9 La structure portante

La structure portante ou squelette est en plexiglas, matériau isolant, présentant une résistante mécanique acceptable pour notre cas et est esthétique

Chapitre 4

Réalisation.

4.1 Introduction

Ce chapitre mis au point le générateur de Van de Graaf en utilisant les éléments des chapitres 2 et 3.

Schéma de l'assemblage du générateur.

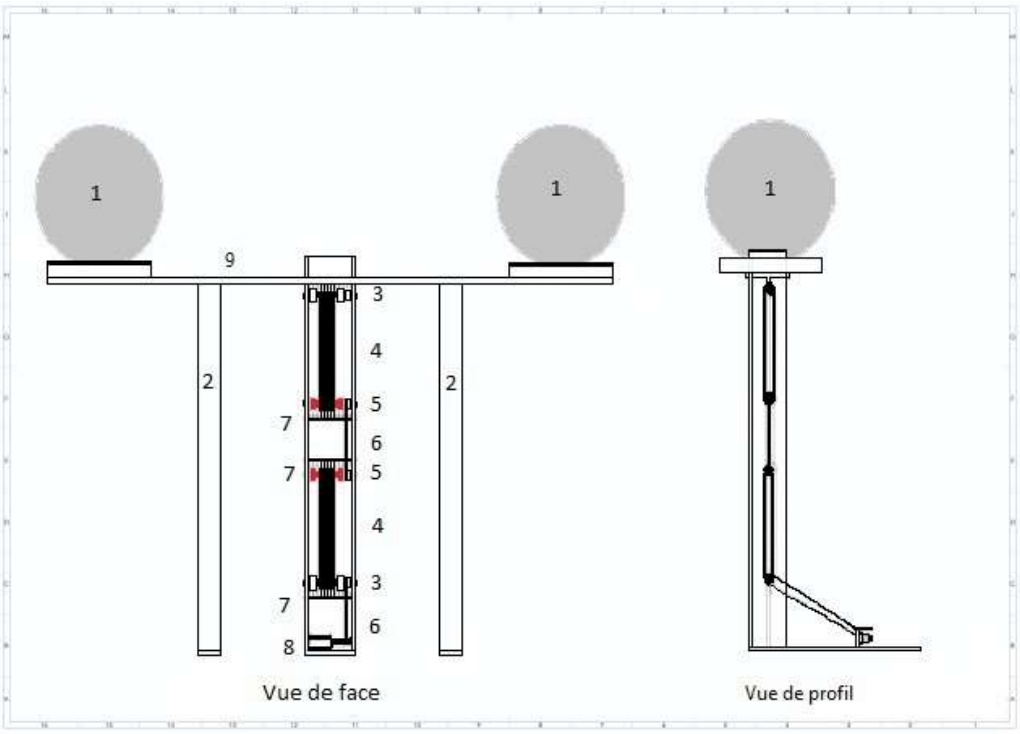


FIGURE 4.1: Schéma de l'assemblage du générateur de Van de Graaf en cascade

- *1 Sphères creuses*
- *2 Supports verticaux*
- *3 Poulies nues*
- *4 Courroies de transfert de charges*
- *5 Poulies recouvertes*
- *6 Courroies de transmission*
- *7 Les peignes collecteurs*
- *8 Moteur*
- *9 Arête horizontale*

4.2 Etude électrique.

La sphère creuse joue le rôle de condensateur, elle se charge électriquement à travers les fis électriques à la valeur Q. Le champ électrique disruptif[1] *pour l'air et de 30 KV/cm. Sachant que :*

$$E = \frac{K_e Q}{r^2} \tag{4.1}$$

$$V = \frac{K_e Q}{r} \tag{4.2}$$

Ainsi on aura :

$$V = E.r \tag{4.3}$$

A la limite la sphere se charge totalement et la tension devient :

$$V = 30.r \tag{4.4}$$

V en KV et r en cm. Ainsi on aura les tensions -620 KV, +620KV et 1240 KV

4.3 Schéma électrique du générateur de Van de Graaf.

Le schéma électrique équivalent du Générateur de Van de Graaf est un condensateur alimenté par un générateur en série avec une grande résistance. La figure 4.2 représente le schéma électrique du générateur de Van de Graaf en cascade.

1. Le champ électrique disruptif est la valeur du champ électrique pour laquelle l'isolant devient conducteur.

Schéma électrique du générateur de Van de Graaf en cascade.

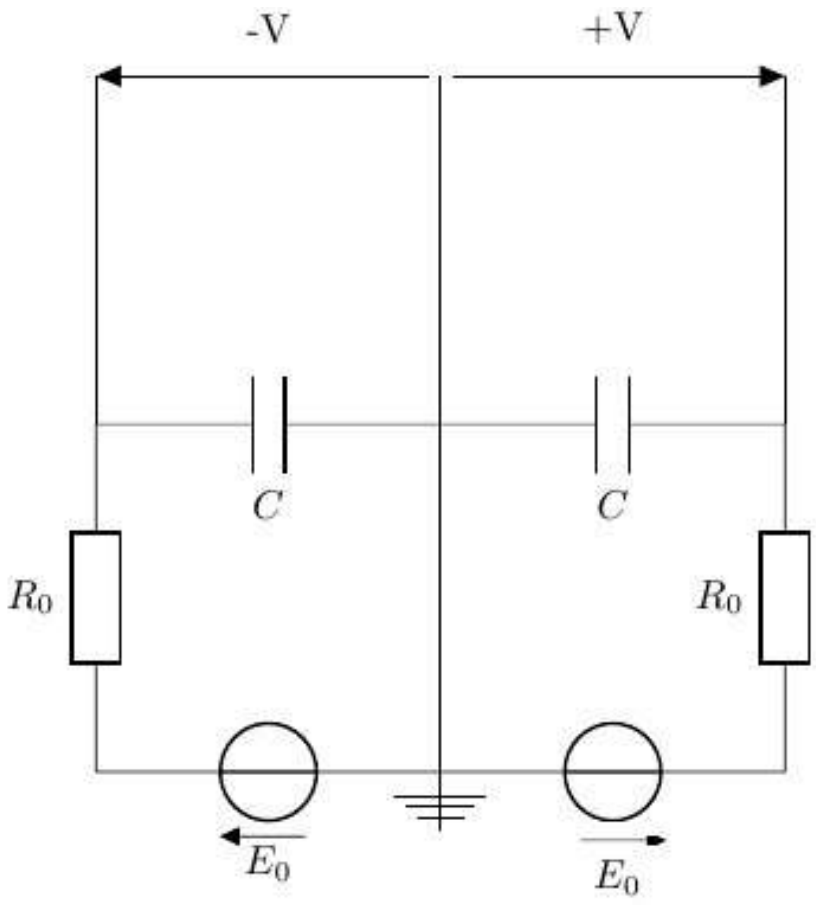


FIGURE 4.2: Schéma électrique du générateur de Van de Graaf en cascade.

4.4 Conclusion et perspectives.

Durant ce projet, nous avons réalisé un prototype d'une source de très haute tension à savoir le générateur de Van de Graaf qui sera utilisé dans les manipulations de travaux pratiques de physique et éventuellement comme un élément fortement utilisé en laboratoire de recherche. En se basant sur des principes fondamentaux, nous sommes arrivés à développer un système plus évolué, et nous avons traduit les connaissances théoriques en élément réel. Notre système permet d'avoir des différences de potentiel jusqu'à : -620 KV, 620 KV et 1240 KV. Ce type de générateur sera caractérisé dans de futures études et utilisé en laboratoires de pédagogie et de recherche.

4.5 Les différentes étapes de réalisations.

Durant ce projet, nous sommes passer par la réalistion de plusieurs prototypes avant d'aboutir à un prototype opérationnel et acceptable. le premier prototype a été en bois, le second c'est un générateur avec un seul étage et le dernier prototype c'est le générateur en cascade proprement dit en plexiglas.



FIGURE 4.3: Photographie de la structure en bois



FIGURE 4.4: Photographie de la poulie en bois.



FIGURE 4.5: Photographie du montage à un seul étage.

Bibliographie

[1] R. J. Van de Graaff, K. T. Compton, and L. C. Van Atta Phys. Rev. 43, 149 (1933).

[2] Electricité et Ondes J. L. CAUBARRERE, J. FOURNY et H. LADJOUZE édition OPU (2010).