Matériaux diélectriques et électrostatique

Auteur : GALLOT-LAVALLÉE Olivier

Date parution : 09- 2013

Ouvrage 194 pages

N° Class : 531/05

RESUME

Centré sur l'**isolation électrique**, cet ouvrage s'intéresse plus particulièrement aux fondements physiques de la discipline et aux applications qui en découlent. Il présente une approche mathématique et intuitive du **diélectrique** et traite des notions de **polarisation**, d'**induction**, de forces et de pertes. Incluant une description phénoménologique des décharges dans le gaz, ce livre donne au lecteur les clés de la physique des *isolants solide, liquide et gazeux*. Il analyse également les principales propriétés électriques des liquides et des solides afin d'expliquer en détail les phénomènes de dégradation, de dissipation et de **claquage électrique**. **Matériaux diélectriques et électrostatique** s'adresse aux chercheurs et aux ingénieurs qui y puiseront les fondements indispensables à l'étude du domaine, ainsi qu'aux enseignants et aux universitaires qui recherchent un cours original doté d'une approche intuitive.

Sommaire

Préface - Pierre ATTEN

Chapitre 1. Étude mathématique des diélectriques 11

1.1. Introduction aux diélectriques 11

1.1.1. Polarisation 13

1.1.2. Ionisation 14

1.1.3. Diélectriques polarisés 15

1.1.4. Induction électrique 19

1.1.5. Passage d'un diélectrique à l'autre 20

1.1.6. Passage d'un diélectrique à un conducteur 21
1.1.7. Energie contenue dans un diélectrique 21
1.2. Diélectriques parfaits 23
1.2.1. Réfraction des lignes de force et d'induction 24
1.2.2. Champ au voisinage d'un conducteur chargé 26
1.2.3. Pression électrostatique 27
1.2.4. Eléments correspondants 28
1.2.5. Equilibre d'un système de conducteurs 29
1.2.6. Capacités et coefficients d'influence 30
1.2.7. Calcul du champ dans les interstices 32
1.2.8. Champ dépolarisant 34
1.3. Forces exercées sur les diélectriques polarisés 40
1.3.1. Forces exercées sur un diélectrique solide rigidement polarisé 41
1.3.2. Forces exercées sur un diélectrique parfait solide 42
1.3.3. Forces exercées sur un diélectrique liquide 46
1.3.4. Electrostriction 48
1.4. Pertes diélectriques 50
1.5. Charges résiduelles 53
1.6. Electrets 54
1.7. Caractéristiques d'un isolant 55
1.8. Pyro et piézoélectricité 57
1.8.1. Pyroélectricité 58
1.8.2. Piézoélectricité 59
1.8.2.1. Mesure de pression 61
1.8.2.2. Mesure de charge d'espace 62
1.8.2.3. Génération de pression 64
1.8.2.4. Génération de bases de temps 64
1.9. Courants dans les conducteurs étendus 65
1.9.1. Densité de courant 65
1.9.1.1. Application : conductibilité d'un électrolyte 66
1.9.2. Expression de la loi d'Ohm dans un conducteur étendu 67
1.9.3. Conservation de la densité de courant 68
1.9.4. Répartition du courant dans un milieu étendu 69
1.9.5. Puissance dissipée par effet Joule 70
1.9.6. Résistance du milieu conducteur 71
1.9.6.1. Application : bain d'électrolyse 71
1.9.6.2. Application : prise de terre 72

1.9.6.3. Application : résistance d'isolement d'un câble 73
1.9.6.4. Application : étude du champ électrique dans le vide 73
1.9.6.5. Application : dégagement de chaleur dans un bain 74
1.9.6.6. Application : électrolyse 74
1.9.6.7. Application : hydrodynamique et aérodynamique 75
1.9.6.8. Application : retour par la terre 76
1.9.7. Déviation du courant électrique lorsque l'on traverse la surface séparant deux conducteurs. 77
Chapitre 2. Etude physique des diélectriques 79
2.1. Diélectriques gazeux 79
2.1.1. Rappel des propriétés des gaz 79
2.1.1.1. Mouvement des ions et des électrons dans les gaz 81
2.1.1.2. Excitation des vibrations et rotations moléculaires par choc d'électrons 85
2.1.1.3. Formation d'ions négatifs 86
2.1.2. Ionisation 86
2.1.2.1. Etude de l'ionisation d'un gaz par choc d'électrons 87
2.1.3. Etude des conditions d'amorçage de la décharge auto-entretenue 91
2.1.3.1. Probabilité de l'amorçage de la décharge autonome 92
2.1.3.2. Cas des champs non uniformes 94
2.1.3.3. Loi de Paschen 96
2.1.3.4. Mécanismes secondaires 100
2.1.3.5. Cas de l'éclair 103
2.1.4. L'effet couronne 104
2.1.4.1. Cas d'une pointe négative 105
2.1.4.2. Cas d'une pointe ou d'un fil positif 107
2.1.4.3. Calcul du champ électrique en présence de charge d'espace 109
2.1.4.4. Circonstances et appareils où intervient l'effet couronne 114
2.1.4.5. Electrisation d'une sphère conductrice 117
2.1.4.6. Application : dépoussiérage électrostatique 120
2.1.4.7. Application : projection de peinture 121
2.1.4.8. Application : projection de poudres ou de fils 122
2.1.4.9. Application : triage électrostatique 123
2.1.4.10. Effluves entre isolants 124
2.1.5. Emploi des gaz comme isolants 125
2.1.5.1. Utilisation de faibles pressions 126
2.1.5.2. Utilisation de grandes pressions 127
2.2. Diélectriques solides et liquides 128

2.2.1. Conductibilité 128
2.2.1.1. Solides 128
2.2.1.2. Liquides 129
2.2.2. Physique de la polarisation 131
2.2.2.1. Champ effectif agissant sur les atomes d'un diélectrique 131
2.2.2.2. Polarisation par rotation dans les liquides (extensible aux gaz) 135
2.2.2.3. Relations entre les moments et la structure chimique 140
2.2.2.4. Propriétés des molécules polaires 141
2.2.3. Pertes dans les diélectriques 142
2.2.3.1. Conséquences des pertes diélectriques 144
2.2.3.2. Causes des pertes diélectriques 144
2.2.4. Perforation des diélectriques solides 148
2.2.4.1. Phénomènes thermiques 150
2.2.4.2. Phénomènes chimiques 150
2.2.4.3. Valeur numérique de la rigidité diélectrique intrinsèque des solides 151
2.2.4.4. Etude de la perforation par effet thermique 153
2.2.4.5. Etude de la perforation par ionisation des vacuoles 161
Annexes 169
Annexe 1. Liste des figures 171
Annexe 2. Liste des symboles 177
Annexe 3. Liste des valeurs utiles 181
Annexe 4. Mémento sur la spectroscopie diélectrique 183
Annexe 5. Mémento sur les courants transitoires 185
Bibliographie 187
Les auteurs 189
Index 191