

Réseaux publics de distribution d'électricité

Fonctionnement et protection

Michel Oddi



Index

A

Accélération de protection 556
Admittance 29
Amortissement
 parallèle 451
 série 451
Amplification des courants harmoniques
 435
Ampoules d'Edison 11
Analyse de l'huile et des gaz dissous 263
Angle
 caractéristique 482
 interne 77
Anneau tournant de Pacinotti 9
Arc suppression coil 297
Arrachage du courant 107
Asymétrie d'un réseau 307
Asynchronisme 612
Augmentation excessive de tension 641
Autotransformateur 237

B

Balance voltométrique 481, 525
Bascule automatique 623
Basse tension 653
Batterie d'accumulateur 661
Black-out 89
Bobine
 de Petersen 297
 de Rogowski 383
Boucle de terre enterrée 171
Bouteille de Leyde 2

Bruit émis par un transformateur 273
Bushing 550

C

Câble
 asymétrique 606
 symétrique à neutre périphérique 606
 tombé à terre en retour 584
Capacité 27
Capteur
 à effet Hall 387
 de tension à effet capacitif 392
 de tension optique 396
 non conventionnel 396
 optique à effet Faraday 388
Cellule élémentaire d'un câble ou d'une
 ligne 130
Centrale de Niagara Falls 16
Champ
 coercitif 208
 d'induction magnétique 202
 tournant 14
Changeur de prises en charge 268
Charge monophasée 245
Circuit de terre maillé 169
Circulation de puissance réactive 82
Coefficient β 423
Commission électrotechnique
 internationale 95
Compatibilité électromagnétique 137
Compensation
 de la puissance réactive 85
 en réseau 323
Compteur intelligent 658

Consignation d'états 547
 Consomm'acteur 667
 Contrôle commande 137, 546
 Coordination d'isolement 117
 Couplage
 capacitif 139
 de Scott 248
 des terres moyenne et basse tensions 288
 inductif 139
 par impédance commune 138
 Coup de foudre 114
 direct 114
 indirect 115
 Coupure tripolaire 607
 Courant
 actif 35
 continu 665
 de court-circuit 100
 de courte durée 96
 d'écran 328
 de défaut tri et biphasé 416
 magnétisant 218
 réactif 35
 résiduel 421
 Courbe
 de première aimantation 207
 puissance/fréquence d'un alternateur 80
 Court-circuit
 dans un réseau maillé 65
 symétrique et asymétrique 101
 Cumul de temporisations 555
 Cuve de barbotage 266
 Cycle
 d'hystérésis 208
 monophasé 523

D

Déclenchement par sympathie 558
 Découverte de l'induction 7
 Défaut
 auto-extincteur 414
 biphasé isolé 46
 biphasé terre 48
 évolutif 415
 fugitif et semi-permanent 415
 intermittent 415
 monophasé 44
 permanent 415

 triphasé terre 51
 Déphasage en cas de court-circuit triphasé 419
 Déplacement du point neutre en cas de défaut à la terre 325
 Détection
 des défauts intermittents 487
 incendie 266
 Différentielle
 de barres ou de transformateur 501
 de ligne 497
 Disjoncteur shunt 524
 Distance de protection 136
 Distribution triphasé 24
 Diviseur capacitif 394
 Domaine de Weiss 206
 Doubles attaches 407
 Dynamo de Gramme 10

E

Éclateur 126
 Effet du courant électrique 188
 Énergie magnétique emmagasinée par un circuit magnétique 213
 Équation des télégraphistes 131
 Équilibre production consommation 76
 Équipotentialité des terres locales et du neutre basse tension 351
 Exigence d'immunité 142
 Expérience
 d'Arago et Ampère 5
 de Galvani 3
 de Joule 8
 Exploitation à défaut maintenu 324

F

FACTS 664
 Ferrorésonance 104, 357
 de transformateurs de tension en neutre isol 366
 de transformateurs de tension entre phases 367
 Fibre optique 148
 Flux
 de fuites 217
 forcé 236
 libre 236
 utile 217

Fonctionnement en mode séparé 644
 Fosse déportée 265
 Fusible
 de protection des transformateurs 604
 limiteur 537

G

Générateur d'harmoniques 250
 GOOSE 556
 Gradient de potentiel 170
 Grandeur
 de polarisation 482
 réduite 234
 Guerre des courants 15

H

Harmonique de rang très élevé 667
 Hémisphère équivalent 167

I

Impédance 27, 29
 caractéristique 131
 du corps humain 187
 homopolaire d'un transformateur 240
 linéique des câbles et ligne aérienne 291
 Incidents de grande ampleur 89
 Indicateur de passage de défauts 608
 Indice horaire 239
 Inductance 211
 Induction rémanente 208
 Information de fusion de fusible 400
 Insensibilité au creux de tension
 normalisé 651
 Instabilité dynamique d'un alternateur 79
 Instant d'apparition du défaut 442
 Interrupteur 523
 Intensité
 de champ magnétique 204
 maximale admissible en permanence 96
 Interconnexion des réseaux 18
 Interrupteur
 à fusibles associés 540
 fusible combiné 541
 Intervalle de sélectivité 551

J

Jeu de barres
 de neutre 321
 moyenne tension fermé 406

L

Ligne à vide 103
 Limitation du courant 538
 Loi(s)
 de Kirchhoff 37
 de Lenz 203

M

Mémorisation de tension 656
 Mesure des trois phases 655
 Méthode
 d'accord par injection 317
 de la chute de potentiel 180
 de la terre connue 177
 de l'injection de courant 182
 des quatre piquets 174
 des trois piquets 178
 de Wenner 175
 du maximum de tension de neutre 311
 Microgrids 662
 Mise en et hors service de bancs de
 condensateurs 111
 Mise en parallèle de deux transformateurs 233
 Mise sous tension successive des départs 564
 Mode
 commun 140
 différentiel 140
 Montage
 de Leblanc 249
 en triangle ouvert 399
 Moteur synchrone 14

N

Neutre
 compensé 297
 direct à la terre et distribué 303
 direct à la terre et non distribué 304
 intelligent 671
 isolé 296
 mis à la terre par impédance de faible
 valeur 294

Niveau

- 12,5 kA 551
- 750 MVA 551
- de protections 549
- normalisé 121

O

- O-F-O-F-O-F-O 522
- Ondelette 437
- Oscillo-perturbographie 547
- Oubli du coefficient β 569
- Ouverture d'une phase 52

P

- Parafoudre 127
- Passage de la moyenne tension sur la basse tension 286
- Permutation automatique de lignes et transformateurs 623
- Perte fer 214
- Pile de Volta 4
- Plan
 - de défense 92
 - P0/Q0 432
- Point
 - de coupures et de bouclage 68
 - frontière 407
 - neutre 285
- Pose ou la dépose de ponts 601
- Poste
 - primaire de réseau de distribution 72
 - secondaire 406, 601
 - source 406
- Pratique de la compensation du neutre en Europe 329
- Préamorçage 109
- Précision de la mesure 376
- Principe du fusible 536
- Prise
 - de terre 161
 - ou réseau de terre en régime transitoire 183
- Protection 545
 - à maximum de courant 481
 - ampèremétrique homopolaire à temps inverse 582
 - à temps constant et dépendant 480

- centralisée 529
- centralisée de terre résistante 529
- de découplage 644
- de distance 510
- de masse 509
- différentielle 496
- directionnelle de phase 493
- directionnelle de terre 483
- dynamique de phase 498
- mho 513
- quadrilatérale 513
- statique de phase 498
- voltmétrique directionnelle 594
- wattmétrique homopolaire 485

Puissance

- active homopolaire 486
- apparente 35
- de court-circuit 418
- de précision 377
- fluctuante 21
- instantanée 33
- moyenne 33
- réactive 35
- Puits fusible 540

R

- Raccordement des écrans de câble 398
- Réactance 27
- Réalimentation d'un réseau en boucle
 - ouverte 66
- Réamorçage 109
- Recherche de terre 529
- Reconfiguration des départs 626
- Réenclencheur 519
- Régime spécial d'exploitation 549
- Régulateur de tension 272
- Relais Buchholz 267
- Relation
 - de Boucherot 212
 - d'Hopkinson 210
- Rendement d'un transformateur 254
- Renvoi de tension préjudiciable au générateur 652
- Répartition d'une onde de foudre sur l'enroulement primaire d'un transformateur 117
- Représentation simplifiée de la phase d'un câble ou d'une ligne aérienne 290

- Réseau
 amont et aval 412
 arborescent 63, 409
 bouclé 63, 411
 de distribution 20, 69
 de terre 161
 de transport 20, 69
 en coupure d'artère 409
 en double dérivation 410
 intelligent 621
 maillé 63
- Résistance 27
 de couplage 171
 de terre 163
- Résistivité des sols 164
- Résolution graphique du phénomène de
 ferro-résonance 362
- Résonance 357
 d'un réseau à neutre compensé 368
 parallèle 359
 série 358
- Retour du courant par une deuxième prise
 de terre 172
- Risque pour les êtres vivants et pour les
 installations 190
- Roue de Barlow 6
- Rupture
 du neutre 351
 d'un pont 586
- S**
- Saut
 de phase 654
 d'impédance 654
- Schéma
 de secours 549
 des liaisons à la terre 343
 équivalent d'étude des régimes
 transitoires 447
 homopolaire équivalent 421
 homopolaire équivalent à l'extinction
 du défaut 454
 IT 349
 optimisé de reprise du réseau 631
 TN-C 346
 TN-S 347
 TT 345
- Sécurité des travailleurs sous tension 600
- Sélectivité
 chronométrique 551
 logique 551
- Sensibilité d'un plan de protection 530
- Séquence programmée 626
- Simple attache 407
- Smart meters 658
- Sous-calibrage 539
- Stabilité du système 75
- Stade de protection 516
- Station
 de compression/décompression 660
 de conversion 665
- STEP 660
- Stockage 660
- Structure en tôles feuilletées 216
- Super grids 632
- Sur-calibrage 539
- Surtensions
 à fréquence industrielle 102
 atmosphériques 102
 de manœuvres 102
 d'origine atmosphérique 114
- Susceptibilité magnétique 205
- Synoptique 547
- Système de refroidissement des
 transformateurs 261
- T**
- Temporisation d'inhibition 520
- Temps de pré-arc 537
- Tension
 assignée 96
 de contact 187
 de pas 165
 de service 96
 de toucher 165
 induite 576
- Tenue diélectrique de séparation 121
- Terminal de télécommande 547
- Terre
 de référence 162
 éloignée 162
- Théorème
 d'Ampère 203
 de Fortescue 40
 de Norton 39
 de superposition 37

de Thévenin 39
Tôle magnétique amorphe 216
Traçage d'un défaut à la terre 610
Transformateur
 à colonnes 235
 à protection coupure 274, 542
 cuirassé 236
 de courant à effet inductif 374
 de courant saturé 378
 de distribution 259
 de Gaulard 13
 de Kapp 231
 de mesure 376
 de moyenne puissance 259
 déphaseur 250
 de protection 376
 de tension à effet inductif 389
 idéal 222
 isolé au gaz SF6 274
 réel 226
 respirant à conservateur 260
 scellé 261
 sec 274
Transformation
 parallèle série 30
 série parallèle 31

triangle étoile et étoile triangle 31
Transport d'électricité 12
Travaux sous tension 653

U

Unité fonctionnelle pont de barres 148

V

V2G 662
Valeur
 de la résistance de terre 168
 typique de l'impédance homopolaire
 des transformateurs 276
Véhicule électrique 661
Verrouillage 522
Vieillessement de l'huile 260

W

Wischer 489

Z

Zone
 de coupure 538
 de détection 513
 de non-coupure 538
 des courants normaux 538

Michel Oddi est ingénieur diplômé de l'École supérieure d'électricité. Au sein du groupe EDF, il a exercé durant quarante ans son activité dans le domaine des réseaux de distribution électrique, pour leur ingénierie, en tant qu'exploitant et en tant que chercheur senior. Il est l'auteur de plusieurs publications sur ces sujets et continue d'enseigner les réseaux électriques.

Réseaux publics de distribution d'électricité - Fonctionnement et protection

Les « smart grids » ou « réseaux intelligents » sont présentés comme les réseaux électriques publics d'avenir, mais ils ne peuvent pas être créés ex-nihilo. Ils devront s'appuyer sur les réseaux existants, fruit de plus d'un siècle d'optimisation et de progrès successifs, avec leur réalité physique et leurs lois que l'ingénieur, concepteur ou exploitant, doit connaître pour les comprendre et les maîtriser.

Cet ouvrage revient ainsi aux sources des réseaux électriques publics de distribution. Il s'attache à expliquer comment ils se sont constitués au fil du temps, comment ils doivent être conçus pour garantir la qualité et la fiabilité de l'énergie distribuée ainsi que la sécurité des personnes et des biens, comment ils doivent être protégés et comment et sous quelles conditions ils pourraient évoluer en « smart grids ».

Fort d'une expérience de quarante ans dans le domaine des réseaux électriques publics de distribution et d'une connaissance étendue des pratiques à l'étranger, l'auteur a rassemblé l'ensemble de son savoir dans ce livre, dont l'organisation permet une progression graduelle tout au long de la lecture. Un rappel systématique des **principes théoriques et des théorèmes** de base facilitent la compréhension des explications et des calculs exposés. Les **normes applicables** aux réseaux publics de distribution sont citées et les **principales données numériques** relatives à ces réseaux sont fournies. Enfin, de nombreux **exemples concrets** permettent d'illustrer les différentes théories et méthodes qui y sont développées.

L'étudiant trouvera dans cet ouvrage, véritable référence en matière de réseaux publics de distribution électrique, une théorie complète de ces réseaux, le concepteur et l'exploitant y trouveront des réponses à leurs questions sur leur fonctionnement et leur protection ainsi que des explications sur les risques de dysfonctionnements ; quant à l'ingénieur chercheur développeur, il pourra s'enquérir de l'environnement dans lequel les produits dont il a la charge évolueront et des contraintes de toutes natures qu'ils seront susceptibles de subir.

