

Phénomènes de surtensions transitoires rapides (VFTO) – Etude bibliographique

1. But de l'étude :

Introduction du document

Les surtensions transitoires rapides font l'objet d'études depuis les années 1970 avec l'apparition des sectionneurs isolés au SF₆ (ou sectionneur GIS pour Gas-Insulated Switchgear). Une première problématique à résoudre avec ces sectionneurs GIS était l'apparition de défauts à la terre lors des manœuvres de mise sous tension ou hors tension d'un jeu de barre. En effet, ces manœuvres s'accompagnent d'une multitude d'arcs électriques reliant les deux électrodes du sectionneur et certains arcs peuvent dégénérer pour relier une des électrodes à la cuve métallique. La cuve étant mise à la terre, il s'en suivait un court-circuit avec destruction du sectionneur.

Au cours de ces manœuvres, que l'on appelle communément manœuvres capacitives, les mesures ont montré la présence de surtensions, les VFTO (Very Fast Transient Overvoltage), apparaissant au tout début de chaque arc électrique. Cette surtension de quelques μ s, qui se propage dans l'ensemble du poste électrique, a un rôle important dans l'apparition des défauts à la terre. Elle peut également causer des amorçages diélectriques ailleurs dans le poste. Cela a ainsi mené à l'étude de la tenue diélectrique du SF₆ et des isolants solides en présence de VFTO au cours des années 1980 et la comparaison a été faite avec d'autres contraintes électriques, notamment le choc de foudre.

Ces études ont conclu que les VFTO ne présentaient pas de risque pour une isolation saine d'un poste électrique, allant jusqu'à 550kV à l'époque, car la tenue diélectrique était meilleure en VFTO qu'en choc de foudre : or c'est le choc de foudre qui dimensionne les postes électriques. De plus, un design approprié des sectionneurs permettait de s'affranchir des contournements à la cuve sans avoir à limiter les VFTO. Il n'était donc pas nécessaire de s'inquiéter outre mesure de ces surtensions pour les postes GIS.

Ce n'est qu'avec l'apparition des niveaux de tension 1100kV que des solutions pour atténuer les VFTO se sont avérées nécessaires. En effet, à partir de ces niveaux de tension, les VFTO dépassent largement le choc de foudre qui reste pourtant le facteur dimensionnant de l'isolation. Une première solution d'atténuation a été proposée par les constructeurs japonais avec les sectionneurs à résistance. Cette solution a le désavantage d'augmenter considérablement la taille du sectionneur si l'on veut apporter suffisamment de sécurité au dispositif d'insertion des résistances. D'autres solutions ont ensuite été proposées depuis la fin des années 2000 jusqu'à aujourd'hui avec la création du réseau 1100kV chinois.

Finalement, une brochure CIGRE [205] recommande depuis 2014 la limitation de la plus grande VFTO du poste électrique en dessous d'une certaine valeur du choc de foudre. Il est donc maintenant impératif de vérifier que ce critère est rempli pour chaque poste électrique et de proposer des solutions adéquates pour limiter les VFTO si tel n'est pas le cas.

- La première partie de ce rapport s'attarde sur l'origine des VFTO, leurs caractéristiques et leurs conséquences sur l'isolation électrique du poste.
- La seconde partie de ce rapport expose les méthodes de modélisation d'une VFTO, les paramètres sur lesquels s'attarder lors d'une coordination d'isolement et les méthodes de mesure.
- La troisième et dernière partie de ce rapport introduit les multiples méthodes d'atténuation proposées par les industriels à travers la littérature et les brevets publiés.

2. Description du livrable :

- 0154-vAA-Bibliographie VFTO

Contenu

1. INTRODUCTION

2. PRESENTATION DES VFTO

2.1. Origine et caractéristiques d'une VFTO

Phénomènes de surtensions transitoires rapides (VFTO) - Etude bibliographique	GIRODET Alain	Page :2/4
	Autres mentions	

- 2.1.1. Apparition d'une VFTO
- 2.1.2. Fréquences principales d'une VFTO
- 2.1.3. Formule générale d'une VFTO
- 2.1.4. Ordres de grandeur
- 2.1.5. Facteurs d'influence sur le facteur K
- 2.1.6. Répartition statistique des VFTO
- 2.1.7. Exemple de VFTO lors d'un amorçage à la terre
- 2.1.8. Surtension secondaire après la VFTO

2.2. Tenue diélectrique et VFTO

- 2.2.1. Amorçage à la terre à partir d'un arc capacitif
- 2.2.2. Amorçage à la terre dans le poste électrique
- 2.2.3. Effet de la polarité
- 2.2.4. Influence de la tension AC sur la tenue en choc de foudre
- 2.2.5. Influence de la tension DC sur la tenue en choc de foudre
- 2.2.6. Mécanisme de claquage en VFTO
- 2.2.7. Influence entre phases

2.3. Manœuvre capacitives : Normes et réalité

- 2.3.1. Essais de type TD1
- 2.3.2. Essais de type TD2
- 2.3.3. Essais de type TD3
- 2.3.4. Charge piégée à la fin d'une ouverture

2.4. Conséquences sur les postes électriques

- 2.4.1. VFTO et problèmes sites
- 2.4.2. VFTO et Transformateur de puissance
- 2.4.3. Transient Enclosure Voltage (TEV)

2.5. Différence entre AIS et GIS

2.6. VFTO et réseau DC

3. MODELISATION ET MESURE DES VFTO

3.1. Modélisation du poste électrique

- 3.1.1. Modélisation générale
- 3.1.2. Obtention d'un modèle
- 3.1.1. Modélisation de l'arc électrique
- 3.1.2. Jeu de barre
- 3.1.3. Disjoncteur
- 3.1.4. Transformateur de puissance
- 3.1.5. Transformateur de courant
- 3.1.1. Transformateur de tension
- 3.1.2. Traversées aériennes
- 3.1.3. Cônes isolants
- 3.1.4. Parafoudre
- 3.1.5. Connexions à la terre
- 3.1.6. Ligne aérienne
- 3.1.7. Capacité de répartition d'un disjoncteur
- 3.1.8. Modélisation des TEV

3.2. Modélisation par éléments finis

3.3. Atténuation naturelle de la VFTO

3.4. Coordination d'isolement

3.5. Mesure des VFTO

Phénomènes de surtensions transitoires rapides (VFTO) - Etude bibliographique	GIRODET Alain	Page :3/4
	Autres mentions	

- 3.5.1. Technologie du capteur
- 3.5.2. Bande passante et chaîne de mesure
- 3.5.3. Calibration
- 3.5.4. Protection CEM
- 3.5.5. Mesure TEV et VFTO en aérien

4. METHODES D'ATTENUATION EXISTANTES

- 4.1. Atténuation à atteindre
- 4.2. Sectionneur à résistance
- 4.3. Sectionneur à faible charge piégée
- 4.4. Sectionneur rapide
- 4.5. Noyaux magnétiques
 - 4.5.1. Ferrites
 - 4.5.2. Noyaux nanocristallins
 - 4.5.3. Aimants
- 4.6. Coatings
- 4.7. Filtres
 - 4.7.1. Résonateur RLC
 - 4.7.2. Filtres RL
 - 4.7.3. Filtre RC
 - 4.7.4. Filtres intégrés dans les traversées
 - 4.7.5. Rupture d'impédance et filtres
- 4.8. Contrôle du ΔU
- 4.9. Décharge de la charge piégée
- 4.10. Protection d'un élément terminal : transformateur de puissance ou moteurs (HT et MT)

5. CONCLUSION

6. BIBLIOGRAPHIE

Phénomènes de surtensions transitoires rapides (VFTO) - Etude bibliographique	GIRODET Alain	Page :4/4
	Autres mentions	