



### C.8.1.8.

#### Early detection of electrical tree through advanced PD measurement inference techniques

CAVALLINI A., CONTI M., MONTANARI G.C., DIE, University of Bologna, Italy

PULETTI F., TechImp, Italy

CONTIN A., DEEI, University of Trieste, Italy

GUASTAVINO F., DE, University of Genova, Italy

OMBELLO F., Pirelli Cavi Energia SpA, Italy

#### Abstract

An approach leading to early detection of electrical tree active in polymeric insulation is presented in this paper. Tree inference is carried out through partial discharge (PD) measurements, performed by a new methodology which provides enhanced tools for PD processing. In particular, classification of PD pulses and identification of PD source typologies is achieved resorting to fuzzy algorithms, which are able to assign specific classes of PD pulses to different phenomenology, among those tree growth. This may support maintenance decisions of, e.g., network operators, as well as speed up testing of insulation systems. The algorithm described in the paper has been developed resorting to tests performed on needle-plane objects, constituted by slabs of cross-linked polyethylene (XLPE) where a needle is inserted and partially extracted in order to generate a cavity in front of needle tip. The electric field amplification in this cavity is able to incept PD and induce electrical tree. Tests were then carried out on cables having artificial defects, as well as on other insulation systems. An application of the proposed approach to a MV cable shows that tree can be detected successfully before final breakdown.

**Keywords:** Partial discharges, HV apparatus, risk assessment, electrical treeing

#### 1. Introduction

Electrical tree formation and growth constitute the final stage of life of an electrical insulation. A treed region has high probability, in fact, to give rise to insulation breakdown, in a time that depends on several factors, e.g. the nature of material (electromechanical properties, gas permeability), service

#### Résumé

Cet article présente une approche visant la détection précoce d'arborescences électriques dans les matériaux isolants polymériques. L'inférence des arborescences est effectuée au moyen de mesures des décharges partielles (DP), menées avec une nouvelle méthodologie qui fournit des outils améliorés pour l'élaboration des signaux de DP. En particulier, la classification des impulsions des DP et l'identification des typologies des sources de DP est obtenue par des algorithmes de type "fuzzy"; cela permet d'établir leur relation à différentes phénoménologies, parmi lesquelles l'accroissement des arborescences. Ceci peut supporter des décisions sur l'entretien, par exemple pour les opérateurs du réseau, aussi bien que rendre plus rapides les essais des systèmes isolants. L'algorithme décrit dans cet article a été développé sur la base d'essais effectués sur des objets "pointe-plan", constitués par des plaques de polyéthylène réticulé (PRC) où une aiguille est introduite et ensuite partiellement extraite, de façon à générer une cavité en face de la pointe de l'aiguille. L'amplification du champ électrique dans cette cavité peut donner lieu à des DP et générer une arborescence électrique électrique. Des essais ont aussi été effectués sur des câbles avec des défauts artificiels, aussi bien que sur d'autres systèmes isolants. Une application de l'approche proposée à un câble moyenne tension indique qu'une arborescence peut être détectée avec succès avant le claquage définitif.

**Mots clés:** décharges partielles, équipement HT, évaluation du risque, arborescence électrique

stresses (electrical, thermal, environmental), random events (overvoltages). Hence, independently of growth rate, an electrical tree is certainly a weak point for an insulation system, and its early detection can prevent from catastrophic events, as failure of high-voltage transmission cables, large transformers or rotating machines. Technical-economical optimised design of maintenance operations can be achieved if