



Πτυχιακή εργασία

**-Ανίχνευση βλαβών σε υπόγεια καλώδια με χρήση
πολυριθμικών οπτικών ινών και αισθητήρες κατανεμημένης
θερμοκρασίας DTS**

**- Fault Detection in Underground Cables Using Multimode
Optical Fibers and Distributed Temperature Sensing DTS**

Ανδρέας Μεταξάς

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Πτυχιακή εργασία

**- Ανίχνευση βλαβών σε υπόγεια καλώδια με χρήση
πολυριθμικών οπτικών ινών και DTS**

της/του

Ανδρέας Μεταξάς

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Κυριάκος Καλλή

Λεμεσός, Μάιος 2022

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Μεταξάς Ανδρέας, 2022

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρολόγων Υπολογιστών και Πληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Δρ. Κυριάκο Καλλή και τον Δρ. Ανδρέα Ιωάννου για την άριστη καθοδήγηση, τις χρήσιμες συμβουλές και υποστήριξη καθ' όλη την διάρκεια δημιουργίας αυτής της πτυχιακής εργασίας. Η στήριξη σας ήταν πολύτιμη και εκτιμώ την συνεχή προθυμία για βοήθεια.

Εν τέλει, ειδικές ευχαριστίες στους γονείς μου Στέφανο και Θεογνωσία Μεταξά, στα αδέρφια μου Χλόη Μεταξά και Στάυρη Μεταξά, για την ατελείωτη στήριξη και αγάπη τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ :

Ο βασικός στόχος του έργου είναι η χρήση πολυρυθμικής οπτικής ίνας για την ανίχνευση σφαλμάτων ή βλαβών στα υπόγεια καλώδια μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύς. Είναι γνωστό ότι σε περιπτώσεις βλάβης τα υπόγεια καλώδια μεταφοράς υπερθερμαίνονται τοπικά και είναι εξαιρετικά δύσκολο να εντοπιστεί η θέση του προβλήματος. Η προτεινόμενη μεθοδολογία έχει ως εξής, έχοντας ένα υπόγειο ηλεκτρικό καλώδιο προσομοιώνουμε διάφορες καταστάσεις και συνθηκών παίρνοντας δεδομένα για να έχουμε την δυνατότητα να σταθεροποιήσουμε την λειτουργία του συστήματος ανίχνευσης συμπεριφοράς ζημιών υπόγειων καλωδίων.

Η ανίχνευση επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας ένα DTS: Distributed Temperature Sensors/Αισθητήρες Κατανεμημένης θερμοκρασίας οι οποίοι χρησιμοποιούν μετρήσεις βασισμένες σε φασματοσκοπία RAMAN σε συνδυασμό με OTDR (Optical Time-domain Reflectometry: Οπτική ανακλαστομετρία χρονικού πεδίου) για ανίχνευση αλλαγών θερμοκρασίας με μεγάλη ακρίβεια.

Ένας σύντομος παλμός φωτός διαδίδεται στην ίνα από το λέιζερ που βρίσκεται στο σύστημα DTS. Ταυτόχρονα δημιουργείται διάσπαρτο φως Raman προς την αντίθετη κατεύθυνση από την πορεία διάδοσης μέσα στην ίνα (ανακλώμενο) σε δύο διαφορετικά μήκη κύματος, από διαδοχικά σημεία κατά μήκος της ίνας. Τα μήκη κύματος του συγκεκριμένου διασκορπισμένου φωτός Raman είναι διαφορετικά από το φως του λέιζερ και ονομάζονται «Stokes» και «anti-Stokes». Το εύρος του φωτός Stokes και anti-Stokes παρακολουθείται και ο χωρικός εντοπισμός του ανακλώμενου φωτός προσδιορίζεται μέσω της γνώσης της ταχύτητας διάδοσης του φωτός μέσα στην ίνα. Το φασματικό πλάτος του φωτός των Stokes εξαρτάται πολύ ασθενώς από τη θερμοκρασία, ενώ το πλάτος του φωτός των anti- Stokes εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία.

Το προφίλ θερμοκρασίας εντός της οπτικής ίνας υπολογίζεται λαμβάνοντας τον λόγο του πλάτους των Stokes και του ανιχνευθέντος anti-Stokes φωτός. Τα δεδομένα θα τύχουν επεξεργασίας για να δημιουργήσουμε προφίλ συμπεριφορών των καλωδίων μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος.

Τα αποτελέσματα της πιο κάτω πτυχιακής θα ανατροφοδοτηθούν στο Project LightSense το οποίο χρηματοδοτείτε από το ΙδΕΚ: Ίδρυμα Ερευνάς και Καινοτομίας

όπου συντονιστής του έργου είναι το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου. Μέσα στους σκοπούς του έργου είναι η βελτίωση του συστήματος εγκατάστασης υπογείων καλωδίων και βελτίωση των συστημάτων πρόληψης σφαλμάτων και ζημιών.

ABSTRACT:

The main goal of the project is the use of multimode optical fiber for the detection of errors or failures in the underground power cables. It is known that in cases of failure the underground transmission cables overheat locally, they become a hot-spot, and it is extremely difficult to detect and locate the problem. The proposed methodology is as follows, having an underground electric cable we simulate various situations and conditions by collecting data to be able to stabilize the operation of the underground cable damage detection system.

Detection is achieved using DTS: Distributed Temperature Sensors that use RAMAN-based measurements in combination with OTDR (Optical Time-domain Reflectometry) for high-precision temperature detection.

A short pulse of light is launched into the fiber from the DTS system where it propagates forward. The wavelengths of this scattered Raman light are different from the light propagating forward and are called "Stokes" and "anti-Stokes". The range of light Stokes and anti-Stokes is monitored, and the spatial location of the reflected scattered light is determined by knowing the speed of light propagation through the fiber. The amplitude of Stokes light is very weakly dependent on temperature, while the amplitude of on anti- Stokes light is highly dependent on temperature. Thus, being able to use Stokes and Anti-Stokes to collect the data we need.

The temperature profile within the optical fiber is calculated by taking the ratio of the width of the Stokes to the detected anti-Stokes light. The data will be processed to create behavioral profiles of the power cables. Then we collect the data and adjust the system to make it more efficient or locating the damaged areas a lot easier than traditional methods

The results of the following experiment will be director to the LightSense project funded by RIF: Research and Innovation Foundation (in Cyprus) and coordinated by CUT: Cyprus University of Technology. One of the many purposes is the improvement of installation for underground cables and to prevent the occurrence of the cable faults and damages to the cables.