



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

**Εκτίμηση των συνεπειών λόγω αποκοπής
δύο αγωγών ACSR 16 mm² του δικτύου διανομής στο
έδαφος σε απόσταση 100 ~ 200 km
από τον μετασχηματιστή μεταφοράς**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Νέντας Χ. Δημήτριος

Επιβλέπων : Κωνσταντίνος Καραγιαννόπουλος
Καθηγητής

Αθήνα, Μάρτιος 2010



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Εκτίμηση των συνεπειών λόγω αποκοπής
δύο αγωγών ACSR 16 mm² του δικτύου διανομής στο
έδαφος σε απόσταση 100 ~ 200 km
από τον μετασχηματιστή μεταφοράς**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Νέντας Χ. Δημήτριος

Επιβλέπων : Κωνσταντίνος Καραγιαννόπουλος
Καθηγητής

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 31^η Μήνα Έτος.

.....
Κωνσταντίνος Καραγιαννόπουλος
Καθηγητής

.....
Νικόλαος Θεοδώρου
Καθηγητής

.....
Μαρία-Παρασκευή Ιωαννίδου
Καθηγήτρια

Αθήνα, Μάρτιος 2010

.....
Νέντας Χ. Δημήτριος

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Νέντας Χ. Δημήτριος, 2010.
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	6
1.1 Εισαγωγή	6
1.2. Δίκτυα μεταφοράς	6
1.3. Δίκτυα διανομής: δομή, μέσα προστασίας, αγωγοί	7
1.3.1. Δομή.....	7
1.3.1.1. Εναέρια δίκτυα διανομής ΜΤ	8
1.3.1.2. Εναέρια δίκτυα διανομής ΧΤ	9
1.3.2. Μέσα Προστασίας	10
1.3.2.1. Μέσα διακοπής	10
1.3.2.2. Ηλεκτρονόμοι	13
1.3.2.3. Ενδεικτικά διέλευσης σφάλματος	15
1.3.3. Χαρακτηριστικά των αγωγών του εναέριου δικτύου μέσης τάσης	16
1.3.3.1. γενικά περί αγωγών δικτύου διανομής ΜΤ	16
1.3.3.2. Ωμική και επαγωγική αντίσταση της εναέριας γραμμής ΜΤ	19
1.4. Μετασχηματιστής	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΤΟ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	23
2.1. Εισαγωγή	23
2.2. Διφασικό βραχυκύκλωμα	23
2.2.1. Στοιχεία θεωρίας	23
2.2.2. Θερμικές συνέπειες βραχυκυκλώματος	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΔΙΦΑΣΙΚΟ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ ΛΟΓΩ ΕΠΑΦΗΣ ΑΓΩΓΩΝ ACSR 16mm² ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ Ή ΣΤΟ ΕΛΑΦΟΣ	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΔΙΦΑΣΙΚΟ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ ΣΤΗ ΓΗ ΛΟΓΩ ΑΠΟΚΟΠΗΣ ΔΥΟ ΑΓΩΓΩΝ ACSR 16mm²	57
4.1. Οι επιπτώσεις στους αγωγούς	57
4.2. R _{γης} = 10 Ω	58
4.3. R _{γης} = 50 Ω	70
4.4. R _{γης} = 100 Ω	82
4.5. R _{γης} = 200 Ω	94
4.6. R _{γης} = 1000 Ω	106
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΠΙΘΑΝΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΚΟΠΗ ΔΥΟ ΑΓΩΓΩΝ ΤΥΠΟΥ ACSR 16mm²	118
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	119

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας διακρίνονται σε δίκτυα μεταφοράς και δίκτυα διανομής.

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναπτύξουμε βασικά στοιχεία των δικτύων, εμμένοντας στα δίκτυα διανομής για τα οποία θα αναφέρουμε βασικά στοιχεία για την συνέχεια της όλης εργασίας.

1.2 ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Τα δίκτυα Μεταφοράς μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια από τους σταθμούς παραγωγής στις ευρύτερες ζώνες κατανάλωσης. Λειτουργούν ως διασυνδεδεμένα, έχουν δηλαδή δυνατότητα αμφίδρομης ροής ενέργειας, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά παραγωγής / ζήτησης τη δεδομένη χρονική στιγμή. Με τον τρόπο αυτό «διευθύνουν» τη μεταφορά της παραγόμενης ενέργειας, συσχετίζοντας την παραγωγή με τη γεωγραφική και χρονική κατανομή της ζήτησης. Επιπλέον, μέσω των δικτύων Μεταφοράς γίνονται οι διεθνείς διασυνδέσεις, είτε για λόγους εφεδρείας είτε για ανταλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ χωρών, βάσει προσυμφωνημένων προγραμμάτων.

Οι τάσεις λειτουργίας τους κυμαίνονται συνήθως από 150 kV (σπανιότερα από 66 kV) έως 400 kV (Υψηλή Τάση), ενώ σε ορισμένες χώρες φτάνουν μέχρι τα 800 - 900 kV (Υπερυψηλή Τάση). Η χρήση Υψηλών Τάσεων οφείλεται σε οικονομικούς λόγους, επειδή για δεδομένη μεταφερόμενη ισχύ οι απώλειες ισχύος γραμμής (απώλειες Joule) είναι αντιστρόφως ανάλογες με το τετράγωνο της τάσης :

$$P = K / U^2$$

όπου U η τάση λειτουργίας της γραμμής και K σταθερά που εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της (μήκος, διατομή αγωγών κλπ.).

Η χρήση Υψηλών Τάσεων, ωστόσο, επιφέρει υψηλότερα κόστη μόνωσης μεταξύ των φάσεων καθώς και μεταξύ φάσεων και γης και υπαγορεύει κατά κανόνα την κατασκευή των δικτύων Μεταφοράς ως εναέριων (είναι απλούστερα από τεχνική άποψη και σαφώς οικονομικότερα από τα υπόγεια). Γενικότερα, η επιλογή τάσης μεταφοράς γίνεται με τεχνικοοικονομικά κριτήρια και εξαρτάται από τη μεταφερόμενη ενέργεια και ισχύ (ακριβέστερα, από την καμπύλη του μεταφερόμενου φορτίου) και από την απόσταση μεταφοράς.

Τα όρια των δικτύων μεταφοράς είναι :

- Οι υποσταθμοί ανύψωσης των σταθμών παραγωγής, από τους οποίους εισρέει ενέργεια στο δίκτυο μεταφοράς.
- Οι υποσταθμοί υποβιβασμού της τάσης, στη στάθμη τάσης των δικτύων υπομεταφοράς ή των δικτύων διανομής μέσης τάσης, από τους οποίους εκρέει ενέργεια από τα δίκτυα μεταφοράς.
- Οι υποσταθμοί ηλεκτροδότησης λίγων μεγάλων καταναλωτών, από τους οποίους επίσης εκρέει ενέργεια.
- Τα σημεία των διεθνών διασυνδέσεων.

Το σύστημα προστασίας των δικτύων Μεταφοράς πρέπει να είναι πολύ υψηλών επιδόσεων, δεδομένου ότι σφάλματα στα δίκτυα αυτά μπορούν να προκαλέσουν πολύωρες διακοπές ηλεκτροδότησης σε εκατοντάδες χιλιάδες ή και εκατομμύρια καταναλωτές. Επειδή λειτουργούν συνήθως σε εθνικό επίπεδο (διασυνδεδεμένο δίκτυο Μεταφοράς), η παρακολούθησή και ο έλεγχος της λειτουργίας τους καθώς και η προστασία τους αναλαμβάνεται από ένα Κέντρο Ελέγχου.

Το διασυνδεδεμένο δίκτυο Μεταφοράς της ΔΕΗ περιλαμβάνει περίπου 8.000 km γραμμών 150 kV και 2.500 km γραμμών 400 kV. Οι καταναλωτές Υψηλής Τάσης είναι περίπου 20.¹

1.3. ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ: ΔΟΜΗ, ΜΕΣΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ, ΑΓΩΓΟΙ

1.3.1 ΔΟΜΗ

Κατασκευαστικά τα Δίκτυα Διανομής διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- α. Τα εναέρια δίκτυα
- β. Τα υπόγεια δίκτυα

Τα εναέρια δίκτυα είναι γενικά λιγότερο δαπανηρά από τα υπόγεια, εύκολα στην κατασκευή, συντήρηση και επιδιόρθωσή τους. Καταλαμβάνουν, όμως σημαντικό χώρο η διάθεση του οποίου είναι συχνά αδύνατη σε σχετικά πυκνά κατοικημένες περιοχές. Οι αγωγοί των γραμμών των εναέριων δικτύων μέχρι πριν

¹ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΓΕΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ -ΓΕΙΩΣΗ ΜΕΣΩ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΤΙΚΟΥ ΠΗΝΙΟΥ, Διπλωματική Εργασία Σοφία Μ. Μάρακα, Ε.Μ.Π. Οκτώβριος 2006

μερικά χρόνια ήταν πάντοτε γυμνοί. Τα τελευταία χρόνια όμως, η εξέλιξη της τεχνικής των καλωδίων επιτρέπει την χρησιμοποίηση των εναέριων καλωδίων κυρίως στην ΧΤ. Επειδή το κόστος των εναέριων δικτύων ΧΤ με καλώδια δεν είναι μεγαλύτερο από την χρήση γυμνών αγωγών, ενώ ταυτόχρονα υπάρχουν μια σειρά από πλεονεκτήματα, με κυριότερο την επιπλέον ασφάλεια που εξασφαλίζουν τα καλώδια, η χρησιμοποίησή τους επεκτείνεται διεθνώς με τάση να αντικαταστήσουν ολοκληρωτικά τα δίκτυα ΧΤ με γυμνούς αγωγούς.

Οι Υποσταθμοί (Υ/Σ) ΜΤ / ΧΤ των εναέριων δικτύων μέχρι 400 ΚVA κατασκευάζονται συνήθως εναέριοι, επάνω σε ένα ή δύο στύλους. Μεγαλύτεροι Υ/Σ κατασκευάζονται επίγειοι.

Η κατασκευή εναέριων δικτύων προσφέρεται ιδιαίτερα στις αγροτικές περιοχές που γενικά χαρακτηρίζονται από μικρή πυκνότητα φορτίου, καθώς και όπου δεν υπάρχει δυσχέρεια τηρήσεως των « ελάχιστων αποστάσεων » εγκαταστάσεως των αγωγών και του λοιπού εξοπλισμού. Τα δίκτυα αυτά χαρακτηρίζονται ως «αγροτικά » και εξυπηρετούν χωριά, αρδευτικές περιοχές, αγροτικές βιοτεχνικές μονάδες ή και βιομηχανικές, όταν είναι εγκατεστημένες σε αγροτικές περιοχές.

Υπόγεια κατασκευάζονται τα δίκτυα (τόσο στην ΧΤ όσο και στην ΜΤ) στα κέντρα των πόλεων, για λόγους αισθητικής, αλλά και για λόγους δυσκολίας διαθέσεως του αναγκαίου χώρου. Επιπλέον όμως στις περιοχές αυτές η πυκνότητα του φορτίου καθιστά συχνά πρακτικά επιβεβλημένη την κατασκευή υπόγειου δικτύου ΧΤ. Αυτό γιατί για κατασκευαστικούς λόγους οι μέγιστες διατομές αγωγών που χρησιμοποιούνται στα εναέρια δίκτυα ΧΤ συνήθως δεν ξεπερνούν τα 50 mm² και η εξυπηρέτηση μεγάλων πυκνοτήτων φορτίου είναι πρακτικά ανέφικτη.²

1.3.1.1. Εναέρια Δίκτυα Διανομής ΜΤ

Τα εναέρια δίκτυα ΜΤ ενδείκνυνται να έχουν « δενδροειδή » μορφή. Αποτελούνται από τον « κορμό » (ή την κύρια « γραμμή ») που κατασκευάζεται με αγωγούς μεγάλης διατομής, και τις « διακλαδώσεις » πάνω στις οποίες συνδέονται οι υποσταθμοί υποβιβασμού της τάσης, οι καταναλωτές ΜΤ, ενώ πολλές φορές μπορούμε να συναντήσουμε και παραγωγούς Ηλεκτρικής Ενέργειας.

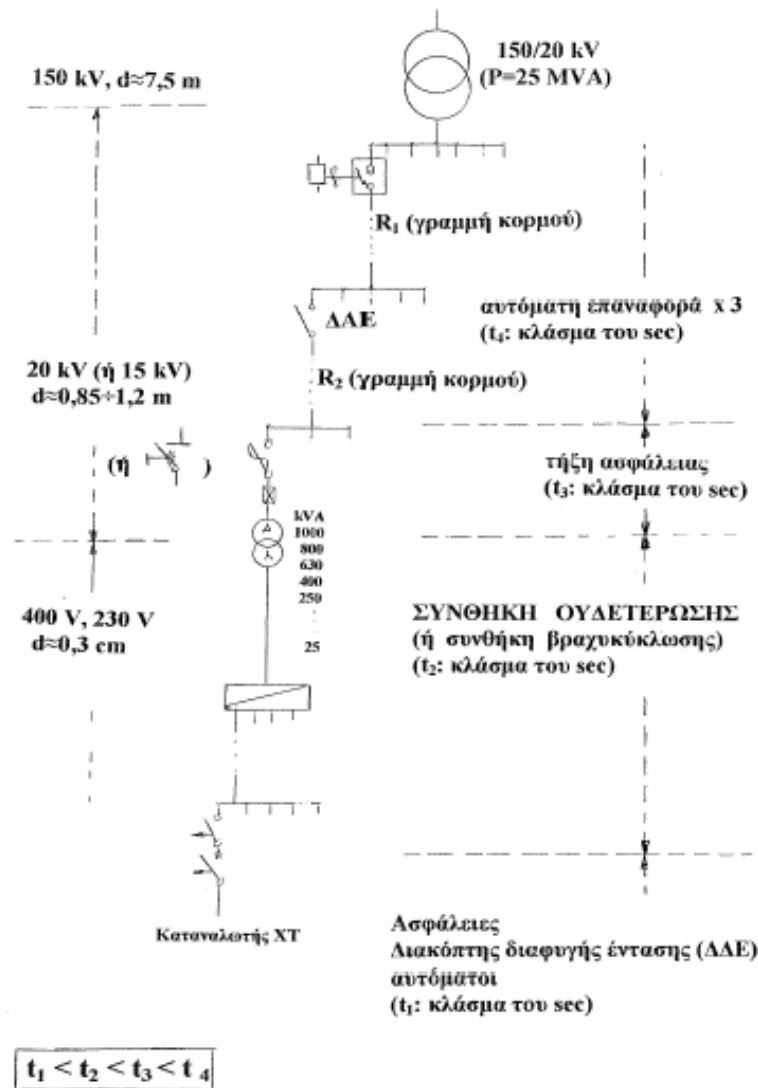
Η τροφοδότηση του κορμού της γραμμής στο ένα άκρο της γίνεται από τους ζυγούς ΜΤ του υποσταθμού ΥΤ / ΜΤ μέσω ενός διακόπτη Ισχύος, εξοπλισμένου με

² ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, Μιχ. Π. Παπαδόπουλος, ΑΘΗΝΑ 1994

τις κατάλληλες προστασίες, ενώ στο άλλο άκρο ο κορμός μπορεί να διασυνδέεται με άλλη γραμμή του ίδιου ή και άλλου υποσταθμού ΥΤ / ΜΤ. Κατά μήκος του κορμού μπορεί να εγκαθίστανται Αποζεύκτες, Διακόπτες Φορτίου ή και Διακόπτες ισχύος ανάλογα με τις ανάγκες. Για τον εξοπλισμό αυτό θα γίνει λόγος στην συνέχεια.

1.3.1.2 Εναέρια Δίκτυα Διανομής ΧΤ

Η διαμόρφωση των εναέριων δικτύων ΧΤ, είτε αυτά κατασκευάζονται με γυμνούς είτε με μονωμένους αγωγούς είναι απλούστερη των υπογείων. Χρησιμοποιούνται συνήθως περισσότερες της μιας διατομές αγωγών, συχνά δε, ιδίως στις αγροτικές περιοχές, οι γραμμές δεν είναι τριφασικές αλλά μονοφασικές, αν και ο ρυθμός αύξησης της ζήτησης φορτίου μας οδηγεί όλο και περισσότερο σε εξολοκλήρου τριφασικά δίκτυα.



Σχήμα 1.1 Απλοποιημένο παράδειγμα διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας

1.3.2. ΜΕΣΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Στη συνέχεια περιγράφονται συνοπτικά τα πλέον συνήθη μέσα προστασίας και λειτουργίας που συναντώνται στα δίκτυα Μέσης Τάσης. Τα μέσα προστασίας επιλέγονται με βάση τη μέθοδο γείωσης του ουδετέρου, το είδος των δικτύων (εναέρια ή υπόγεια) και την τακτική της ηλεκτρικής επιχείρησης ως προς την προστασία.

1.3.2.1. Μέσα διακοπής

Πολλά από τα μέσα διακοπής εξυπηρετούν τόσο την προστασία όσο και τη λειτουργία. Στη συνέχεια αναφέρονται τα κυριότερα από τα μέσα αυτά :

Αποζεύκτες (disconnectors ή isolators) : Είναι μέσα χειρισμών (λειτουργίας). Ο κύριος ρόλος τους είναι η δημιουργία επαρκούς διακένου απομόνωσης μεταξύ του τμήματος του δικτύου που τίθεται εκτός τάσης και του υπόλοιπου δικτύου, ώστε να μπορούν να γίνουν με ασφάλεια εργασίες στο απομονωμένο τμήμα. Έχουν τη δυνατότητα διακοπής σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας, υπό τάση αλλά χωρίς φορτίο. Τοποθετούνται σε υποσταθμούς (π.χ. πριν και μετά από διακόπτες φορτίου και ισχύος) και σε εναέρια γραμμές. Είναι μονοφασικοί ή τριφασικοί. Δεν υπάρχει δυνατότητα τηλεχειρισμού τους, κατά κανόνα.

Διακόπτες φορτίου, διακόπτες φορτίου / αποζεύκτες (switches, switch / disconnectors ή switch / isolators) : Οι διακόπτες φορτίου εκτελούν διακοπές – αποκαταστάσεις κυκλώματος, σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας. Είναι συνεπώς συσκευές που εξυπηρετούν τη λειτουργία του δικτύου. Εάν, διακόπτοντας το κύκλωμα, δημιουργούν επαρκές διάκενο απομόνωσης, χαρακτηρίζονται ως διακόπτες φορτίου / αποζεύκτες (switch / disconnectors ή switch / isolators). Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι τηλεχειριζόμενοι ή έχουν δυνατότητα τηλεχειρισμού και δίνουν ένδειξη για τη θέση των επαφών τους στα Κέντρα Ελέγχου Δικτύων (τηλεοπευόμενοι). Τοποθετούνται σε επιλεγμένες θέσεις των εναέριων δικτύων, καθώς και σε υποσταθμούς Μέσης προς Χαμηλή Τάση.

Διακόπτες ισχύος (circuit breakers) : Ο κύριος ρόλος τους είναι η προστασία (αυτόματο άνοιγμα του κυκλώματος σε περίπτωση σφάλματος), αλλά εκτελούνται μ' αυτούς και χειρισμοί διακοπής – αποκατάστασης κυκλώματος. Για την προστασία των δικτύων, ελέγχονται από ηλεκτρονόμους. Κατά κανόνα

εγκαθίστανται στους υποσταθμούς Υψηλής προς Μέση Τάση, στις αρχές των αναχωρήσεων Μέσης Τάσης. Συχνά είναι τηλεχειριζόμενοι και δίνουν σήματα τηλεποπτείας (π.χ. σχετικά με τη θέση των επαφών τους) στα Κέντρα Ελέγχου Δικτύων. Κατά πρώτο λόγο ο τηλεχειρισμός και η τηλεποπτεία εφαρμόζονται στους διακόπτες ισχύος που είναι εγκατεστημένοι στις αρχές των αναχωρήσεων Μέσης Τάσης.

Σε πολλές ηλεκτρικές επιχειρήσεις (π.χ. ΔΕΗ), οι διακόπτες ισχύος αναχωρήσεων, που είναι εναέριες ή περιλαμβάνουν σημαντικό μήκος εναέριων τμημάτων, εκτελούν προγραμματισμένο κύκλο αυτόματων επαναφορών, δηλαδή διακοπών – αποκαταστάσεων κυκλώματος, ώστε να εκκαθαρίζονται τα παροδικά σφάλματα. Οι ρυθμίσεις των αυτόματων επαναφορών (προϋποθέσεις ενεργοποίησης του διακόπτη, χρόνος μεταξύ διακοπής – επαναφοράς, πλήθος επαναφορών κλπ) επιλέγονται έτσι, ώστε οι διακόπτες αυτοί να συνεργάζονται επιλογικά με τους διακόπτες αυτόματης επαναφοράς (βλ. παράγραφο 3.1.1.5.) που ενδεχομένως είναι εγκατεστημένοι σε κατάλληλες θέσεις της αναχώρησης.

Ασφαλειοαποξεύκτες (cut out fuses) : Αποτελούνται από τηκτό (ασφάλεια) εγκατεστημένο στο εσωτερικό κοίλης μονωτικής ράβδου (ασφαλειοθήκης) και προορίζονται για την προστασία και την απομόνωση του δικτύου. Η προστασία επιτυγχάνεται με τη διακοπή του κυκλώματος λόγω τήξης και κοπής του τηκτού, όταν περάσει από αυτό ρεύμα υψηλής έντασης (π.χ. ρεύμα βραχυκυκλώματος). Μόλις κοπεί το τηκτό, με τη βοήθεια ελατηρίου απομακρύνεται η μία κεφαλή της κοίλης ράβδου από τον αντίστοιχο ακροδέκτη, σε ικανή απόσταση, και έτσι επιτυγχάνεται απομόνωση του εκτός τάσης τμήματος του δικτύου.

Με τους ασφαλειοαποξεύκτες γίνονται επίσης και χειρισμοί διακοπής υπό τάση, αλλά χωρίς φορτίο. Εγκαθίστανται στα εναέρια δίκτυα για προστασία εναέριων υποσταθμών Μέσης προς Χαμηλή Τάση και διακλαδώσεων (συνήθως μικρού μήκους). Είναι συνήθως μονοφασικοί και δεν τηλεοπτεύονται.

Διακόπτες αυτόματης επαναφοράς (reclosers) : Είναι διακόπτες ισχύος, που εγκαθίστανται σε εναέριες γραμμές, ενεργοποιούνται από ενσωματωμένους ηλεκτρονόμους (συνήθως ηλεκτρονόμους υπερέντασης φάσεων ή μηδενικής ακολουθίας) και εκτελούν προγραμματισμένο κύκλο διακοπών – αποκαταστάσεων κυκλώματος, όταν διεγερθούν (όταν ανιχνευτούν σφάλματα από τους ηλεκτρονόμους). Οι διακόπτες αυτόματης επαναφοράς εκκαθαρίζουν τα παροδικά

σφάλματα που συμβαίνουν μετά από αυτούς, κατά τη διεύθυνση ροής της ενέργειας (στα κατάντη). Επιπλέον, σε περίπτωση μόνιμων σφαλμάτων μετά από αυτούς, μετά τον κύκλο διακοπών – αποκαταστάσεων, διακόπτουν οριστικά την ηλεκτροδότηση στο τμήμα της αναχώρησης που προστατεύουν. Το κλείσιμο των επαφών τους και η αποκατάσταση της ηλεκτροδότησης γίνεται χειροκίνητα ή με τηλεχειρισμούς, μετά την αποκατάσταση της βλάβης.

Πρέπει να έχουν επιλογική συνεργασία τόσο με τον εξοπλισμό προστασίας που είναι εγκατεστημένος πριν από αυτούς, (διακόπτες ισχύος των αναχωρήσεων) όσο και με εκείνον που είναι τοποθετημένος μετά από αυτούς (διακόπτες απομόνωσης, τηκτά).

Οι διακόπτες αυτόματης επαναφοράς σε πολλές περιπτώσεις είναι τηλεχειριζόμενοι.

Διακόπτες απομόνωσης (sectionalisers) : Είναι διακόπτες που τοποθετούνται στα κατάντη τμήματος αναχώρησης που προστατεύεται από διακόπτη αυτόματης επαναφοράς ή από διακόπτη ισχύος με επανοπλισμούς, συνήθως σε αρχές διακλαδώσεων. Είναι εφοδιασμένοι με «μετρητές» διελεύσεων ρευμάτων σφάλματος. Οι διελεύσεις σφάλματος αντιστοιχούν στο πλήθος των ενεργοποιήσεων του προτεταγμένου διακόπτη αυτόματης επαναφοράς. Όταν συμπληρωθεί προκαθορισμένο πλήθος διελεύσεων σφάλματος, ο διακόπτης απομόνωσης ανοίγει. Το άνοιγμα του διακόπτη γίνεται σε χρονική στιγμή κατά την οποία ο προτεταγμένος διακόπτης αυτόματης επαναφοράς είναι ανοικτός (ο διακόπτης απομόνωσης δεν έχει τη δυνατότητα διακοπής υπό φορτίο, πολύ περισσότερο δεν έχει τη δυνατότητα διακοπής ρεύματος σφάλματος).

Μπορούν να εγκατασταθούν διακόπτες απομόνωσης σε διαδοχικές θέσεις της γραμμής, με το πλέον απομακρυσμένο να έχει ρυθμιστεί έτσι, ώστε να ανοίγει στη δεύτερη διέλευση σφάλματος, τον αμέσως προηγούμενο στη τρίτη διέλευση κλπ, επιτυγχάνοντας έτσι επιλογική προστασία.

Γενικότερα, οι διακόπτες απομόνωσης ρυθμίζονται έτσι, ώστε να επιτυγχάνεται επιλογική συνεργασία, κατά το δυνατόν, τόσο με τα προτεταγμένα μέσα προστασίας (διακόπτες αυτόματης επαναφοράς, άλλοι διακόπτες απομόνωσης) όσο και με τα μέσα προστασίας που είναι εγκατεστημένα μετά από αυτούς (διακόπτες απομόνωσης, τηκτά). Οι διακόπτες απομόνωσης δεν τηλεελέγχονται και, κατά κανόνα

τουλάχιστον, δεν μεταφέρονται τηλενδείξεις της θέσης των επαφών τους στα Κέντρα Ελέγχου Δικτύων.

1.3.2.2. Ηλεκτρονόμοι

Οι ηλεκτρονόμοι, οι οποίοι «συνεργάζονται» με τους διακόπτες ισχύος και τους και τους διακόπτες αυτόματης επαναφοράς, αποτελούν σημαντικές συνιστώσες του συστήματος προστασίας Μέσης Τάσης. Αυτοί δίνουν την «εντολή» ανοίγματος ή κλεισίματος των επαφών των διακοπών, όταν διεγερθούν κατάλληλα.

Οι ηλεκτρονόμοι δέχονται ως εισόδους στοιχεία σχετικά με την κατάσταση του δικτύου (κατά κανόνα στοιχεία τάσεων και εντάσεων) μέσω εξοπλισμού μετρήσεων (μετασχηματιστών μετρήσεων συνήθως), και τα επεξεργάζονται. Εάν διαγνώσουν σφάλμα, δίνουν εντολή λειτουργίας (trip) στο μέσο προστασίας το οποίο ελέγχουν είτε δίνουν σήμα στο τοπικό Κέντρο Ελέγχου Δικτύων.

Στη συνέχεια, δίνεται συνοπτική περιγραφή της λειτουργίας των πλέον διαδεδομένων ηλεκτρονόμων.

Οι ηλεκτρονόμοι υπέρτασης : χρησιμοποιούνται ευρέως στα δίκτυα Μέσης Τάσης. Κατατάσσονται στις εξής δυο κύριες κατηγορίες:

- Ηλεκτρονόμοι φάσεων : Κάθε ηλεκτρονόμος φάσης συνδέεται στο δευτερεύον μετασχηματιστή έντασης, το πρωτεύον του οποίου συνδέεται στην αντίστοιχη φάση.

- Ηλεκτρονόμοι μηδενικής ακολουθίας : Κάθε ηλεκτρονόμος μηδενικής ακολουθίας (ηλεκτρονόμος γης) έχει συνδεσμολογία τέτοια, ώστε να διαρρέεται από ένταση ρεύματος ίση με το διανυσματικό άθροισμα των εντάσεων των δευτερευόντων τριών μετασχηματιστών έντασης, τα πρωτεύοντα των οποίων διαρρέονται από τα ρεύματα των φάσεων (εναλλακτικά χρησιμοποιούνται τοροειδείς μετασχηματιστές έντασης). Το άθροισμα αυτό είναι διάφορο του μηδενός όταν ενεργοποιείται το κύκλωμα μηδενικής ακολουθίας. Εάν υπερβαίνει κατάλληλα καθορισμένη τιμή κατωφλίου, ο ηλεκτρονόμος ανιχνεύει σφάλμα προς γη. Η τιμή κατωφλίου καθορίζεται έτσι, ώστε ο ηλεκτρονόμος να μην διεγείρεται από τυχόν σφάλματα μετρήσεων είτε από ενεργοποίηση του κυκλώματος μηδενικής ακολουθίας λόγω ασυμμετρίας των φάσεων.

Επιπλέον, ως προς το χρόνο λειτουργίας τους οι ηλεκτρονόμοι υπερέντασης διακρίνονται σε :

- Στιγμιαίας λειτουργίας : Μόλις ανιχνεύσουν σφάλμα, δίνουν άμεσα εντολή ανοίγματος των επαφών του διακόπτη. Στους ηλεκτρομηχανικούς ηλεκτρονόμους, η διακοπή του κυκλώματος επιτυγχάνεται σε χρόνο της τάξης των 0,2 s, ο οποίος εξαρτάται από τα μηχανικά χαρακτηριστικά του συστήματος και το χρόνο σβέσης του τόξου. Ο χρόνος αυτός δεν μπορεί πρακτικά να ελαττωθεί. Στους σύγχρονους ψηφιακούς ηλεκτρονόμους, ο χρόνος διακοπής έχει περιοριστεί σε 0,1 – 0,12 s).

- Σταθερού χρόνου : Ο χρόνος επέμβασής τους, δηλαδή το χρονικό διάστημα μεταξύ ανίχνευσης του σφάλματος και διαβίβασης εντολής ανοίγματος των επαφών στο διακοπτικό στοιχείο που ελέγχουν, είναι ανεξάρτητος από την τιμή της υπερέντασης. Συνεπώς η χαρακτηριστική χρόνου – έντασης είναι ευθεία παράλληλη προς τον άξονα των υπερεντάσεων.

- Αντίστροφου χρόνου : Ο χρόνος επέμβασής τους μειώνεται όσο αυξάνεται η υπερένταση.

- Πολύ αντίστροφου χρόνου, εξαιρετικά αντίστροφου χρόνου : Εάν η κλίση της χαρακτηριστικής χρόνου – έντασης ηλεκτρονόμου αντίστροφου χρόνου είναι μεγάλη, αυτός χαρακτηρίζεται ως «πολύ αντίστροφου χρόνου», ενώ για ακόμη μεγαλύτερη κλίση χαρακτηρίζεται ως «εξαιρετικά αντίστροφου χρόνου».

- Χρονικής καθυστέρησης (ρυθμιζόμενης) : Είναι ηλεκτρονόμοι σταθερού ή αντίστροφου χρόνου με μη ακαριαία ρύθμιση. Χρησιμοποιούνται, μεταξύ των άλλων, και σε εξοπλισμό προστασίας που εκτελεί αυτόματες επαναφορές. Η χρονική στιγμή κατά την οποία ο ηλεκτρονόμος χρονικής καθυστέρησης αναλαμβάνει τον έλεγχο του μέσου προστασίας και η διάρκεια της χρονικής καθυστέρησης επιλέγονται έτσι, ώστε να επιτυγχάνεται επιλογική συνεργασία του μέσου προστασίας που ελέγχει με τα άλλα μέσα προστασίας, αλλά και με την καμπύλη αντοχής σε υπερεντάσεις των κατάντη προστατευόμενων στοιχείων του δικτύου.

Οι ηλεκτρονόμοι τάσης : Συνήθως χρησιμοποιούνται ηλεκτρονόμοι τάσης μηδενικής ακολουθίας (ουδετέρου). Ανάλογα και με τη μέθοδο γείωσης του

ουδετέρου, από την αύξηση της τάσης του ουδετέρου μπορεί να ανιχνευτεί σφάλμα προς γη.

Οι ηλεκτρονόμοι απόστασης : εντοπίζουν τη θέση του σφάλματος υπολογίζοντας την αντίσταση της γραμμής, από την αρχή της αναχώρησης έως τη θέση του σφάλματος. Ο υπολογισμός γίνεται μέσω της τάσης και του ρεύματος της αναχώρησης. Οι ηλεκτρονόμοι απόστασης που βασίζονται σε αυτή την απλή αρχή λειτουργίας είναι περισσότερο ενδεδειγμένοι για την ανίχνευση πολυφασικών σφαλμάτων, γιατί στα σφάλματα προς γη υπεισέρχεται και η αντίσταση σφάλματος, η οποία έχει πολύ μεγάλο εύρος δυνατών τιμών.

Οι ηλεκτρονόμοι διαφορικής προστασίας : υπολογίζουν τη διαφορά μεταξύ εισερχόμενων – εξερχόμενων ρευμάτων σε ένα τμήμα του δικτύου. Εάν υπάρχει σφάλμα προς γη, η διαφορά αυτή είναι διάφορη του μηδενός. Είναι κατάλληλοι για προστασία τμημάτων του δικτύου μικρής σχετικά έκτασης (μετασχηματιστών, ζυγών, αλλά και υπόγειων καλωδιακών γραμμών).

1.3.2.3. Ενδεικτικά διέλευσης σφάλματος

Για τη επιτάχυνση του εντοπισμού βλαβών και τη βελτίωση της ποιότητας της παρεχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται ευρύτατα από τις ηλεκτρικές επιχειρήσεις Διανομής ενδεικτικά διέλευσης σφάλματος. Οι συσκευές αυτές τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις των δικτύων Μέσης Τάσης, εναέριων ή υπόγειων, και δίνουν ενδείξεις σε περίπτωση διέλευσης σφάλματος από τις θέσεις όπου είναι εγκατεστημένες.

Κατά κανόνα, τα ενδεικτικά διέλευσης σφάλματος ανιχνεύουν υπερεντάσεις φάσεων ή μηδενικής ακολουθίας. Προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητά τους, σε περίπτωση σφαλμάτων προς γη, είναι η υψηλή ένταση του ρεύματος σφάλματος φάσης ή μηδενικής ακολουθίας. Η ένταση αυτή εξαρτάται από τη μέθοδο γείωσης και από την αντίσταση σφάλματος. Σε δίκτυα στα οποία οι εντάσεις των ρευμάτων σφάλματος προς γη, φάσης και μηδενικής ακολουθίας, είναι μικρές, λόγω της μεθόδου γείωσης (π.χ. σε δίκτυα γειωμένα μέσω αντισταθμιστικού πηνίου), γίνονται προσπάθειες να αναπτυχθούν αξιόπιστα και οικονομικά ενδεικτικά διέλευσης σφάλματος που βασίζονται σε άλλες, περισσότερο ενδεδειγμένες, αρχές λειτουργίας.

Επιπλέον έχουν αναπτυχθεί ενδεικτικά διέλευσης σφάλματος που δίνουν στοιχεία για τη διεύθυνση του ρεύματος σφάλματος.

Σε δίκτυα χωρίς τηλεοπτεία, η ένδειξη του σφάλματος δίνεται επί τόπου. Για παράδειγμα, αν το ενδεικτικό διέλευσης σφάλματος είναι τοποθετημένο σε υποσταθμό εσωτερικού χώρου Μέσης προς Χαμηλή Τάση, δίνεται φωτεινή ένδειξη π.χ. στην πρόσοψη του κτιρίου του υποσταθμού. Σε δίκτυα που τηλεοπτεύονται, η ένδειξη σφάλματος μεταβιβάζεται στο Κέντρο Ελέγχου Δικτύων, μέσω τηλεπικοινωνιακού δικτύου. Με αυτό τον τρόπο, διαπιστώνεται ποιο τμήμα του δικτύου επηρεάζεται από το σφάλμα, είτε άμεσα, από το Κέντρο Ελέγχου, είτε με επίσκεψη προσωπικού στις θέσεις όπου είναι εγκατεστημένα ενδεικτικά διέλευσης σφάλματος, σε περίπτωση που δεν υπάρχει τηλεένδειξη.

Από την ανάλυση των πληροφοριών που συλλέγονται από τα ενδεικτικά διέλευσης σφάλματος, εντοπίζεται σε σύντομο χρόνο το τμήμα της γραμμής που παρουσιάζει σφάλμα (τμήμα μεταξύ δυο διαδοχικών ενδεικτικών διέλευσης σφάλματος). Έτσι, δίνεται η δυνατότητα να απομονωθεί το τμήμα της γραμμής με σφάλμα και να τροφοδοτηθούν από εναλλακτικές οδεύσεις, εφόσον το επιτρέπει η τοπολογία του δικτύου, τα άλλα τμήματα της γραμμής. Η απομόνωση – εναλλακτική τροφοδότηση γίνεται με τηλεχειρισμούς, αν υπάρχει τέτοια δυνατότητα, ή με επί τόπου μετάβαση συνεργείων. Συνεπώς, η χρήση ενδεικτικών διέλευσης σφάλματος συμβάλλει στη μείωση του χρόνου αποκατάστασης της ηλεκτροδότησης στους καταναλωτές που είναι εφικτό να ηλεκτροδοτηθούν εναλλακτικά μετά από σφάλμα, συντελώντας έτσι στη βελτίωση της αξιοπιστίας ηλεκτροδότησης.³

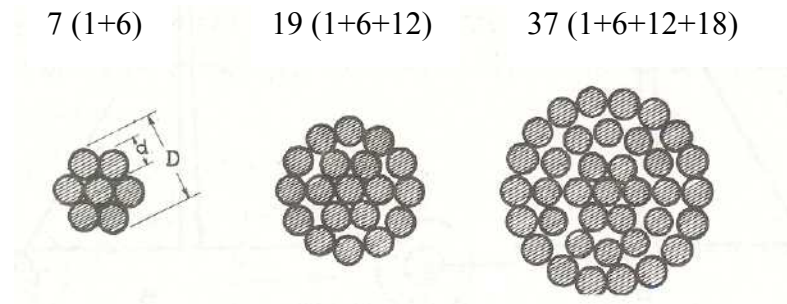
1.3.3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΤΟΥ ΕΝΑΕΡΙΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

1.3.3.1. Γενικά περί αγωγών δικτύου διανομής ΜΤ

Οι αγωγοί που κυρίως χρησιμοποιούνται στα εναέρια δίκτυα μέσης τάσης είναι χωρίς μόνωση και κατασκευάζονται από κλώνους αλουμινίου γύρω από κλώνους χάλυβα (ACSR). Σε ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται αγωγοί από άλλα υλικά και κράμματα π.χ. αγωγοί Cu, αγωγοί Al στην χαμηλή τάση, γαλβανισμένος χάλυβας, φωσφορούχο ορείχαλκο κ.λ.π..

³ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΓΕΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ -ΓΕΙΩΣΗ ΜΕΣΩ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΤΙΚΟΥ ΠΗΝΙΟΥ, Διπλωματική Εργασία Σοφία Μ. Μάρακα, Ε.Μ.Π. ΑΘΗΝΑ Οκτώβριος 2006

Οι αγωγοί κατασκευάζονται μονόκλωνοι ή πολύκλωνοι.. Στα εναέρια δίκτυα σπάνια χρησιμοποιούνται μονόκλωνοι αγωγοί, γιατί έχουν πολύ μικρότερη μηχανική αντοχή από τους πολύκλωνους. Επίσης οι μονόκλωνοι είναι δύσκαμπτοι. Η διατομή των μονόκλωνων αγωγών είναι μέχρι 16mm^2 . Οι πολύκλωνοι αγωγοί έχουν τη μορφή του σχήματος



Σχήμα 1.2 Γυμνός πολύκλωνος αγωγός αποτελούμενος από 7, 19 και 37 κλώνους

Οι αγωγοί χαλκού και αλουμινίου, αποτελούνται από κλώνους της ίδιας διατομής. Γύρω από ένα κεντρικό αγωγό περιελίσσονται οι υπόλοιποι σε στρώσεις και οι αγωγοί παίρνουν τη μορφή των συρματόσχοινων. Οι αριθμοί των κλώνων είναι 7,19,37,61 κλπ. Ο χαλκός έχει μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα και καλή μηχανική αντοχή ενώ παράλληλα δεν διαβρώνεται εύκολα και γι' αυτό χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά σε δίκτυα που είναι κοντά στη θάλασσα. Το αλουμίνιο από την άλλη είναι τρεις φορές ελαφρύτερο από τον χαλκό και είναι πιο φθηνό. Όμως έχει το 1/2 της μηχανικής αντοχής και το 60% περίπου της αγωγιμότητας του χαλκού.

Τα μειονεκτήματα των αγωγών αλουμινίου αντιμετωπίζονται με επιτυχία με τους αγωγούς αλουμινίου-χάλυβα (ACSR). Αυτοί έχουν ψυχή από κλώνους με γαλβανισμένο χάλυβα. Ο χάλυβας αναλαμβάνει τη μηχανική αντοχή και το αλουμίνιο το μεγαλύτερο μέρος της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος ενώ παράλληλα είναι πιο φθηνό από τους αγωγούς χαλκού. Οι αγωγοί αλουμινίου-χάλυβα έχουν τη μορφή που φαίνεται στο σχήμα:

$$26 (10+16) / 7(1+6)$$



Σχήμα 1.3 Διατομή αγωγού αλουμινίου-χάλυβα. (ACSR).

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΥΜΝΩΝ ΑΓΩΓΩΝ				
Διατομή Αγωγών mm ²	Βάρος Kg/m	Διάμετρος mm	Κλώνοι mm	Φορτίο θραύσεως Kg
ΑΓΩΓΟΙ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΧΑΛΥΒΔΙΝΗ ΎΨΗ (ACSR)				
16	0,102	6,96	6A1/1St/2,32	950
35	0,224	10,32	6A1/1St/3,44	2000
50	0,321	12,33	6A1/1St/4,11	2800
95	0,609	17,24	26/2,72A1+7/2,12St	5650
ΑΓΩΓΟΙ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗ ΧΑΛΥΒΔΙΝΗ ΎΨΗ (ACSR-R)				
16	0,372	10,32	3A1/4St/3,44	4635
ΑΓΩΓΟΙ ΕΚ ΚΡΑΜΑΤΟΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ (AAAC)				
35	0,098	7,50	7/2,50	980
70	0,189	10,50	19/2,10	1880
95	0,269	12,50	19/2,50	2670
185	0,525	17,50	37/2,50	5170
ΑΓΩΓΟΙ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ (Al)				
16	0,074	6,63	7/2,21	470
35	0,158	9,66	7/3,22	940
50	0,229	11,75	19/2,35	1442
70	0,320	13,90	19/2,78	2018
ΑΓΩΓΟΙ ΧΑΛΚΟΥ (Cu)				
16	0,144	5,13	7/1,71	739
35	0,315	7,59	7/2,53	1566
50	0,453	9,20	19/1,83	2299
70	0,634	10,70	19/2,17	3162

Πίνακας 1.1 Χαρακτηριστικά γυμνών αγωγών εναέριου δικτύου

Σημείωση:

Οι διατομές αγωγών ACSR, ACSR-R και Al είναι ισοδύναμου χαλκού.

Οι διατομές των αγωγών Χαλκού και AAAC είναι πραγματικές.

Η ανοχή του βάρους των αγωγών είναι, +2%.

Οι αγωγοί ACSR έχουν περίπου 50% μεγαλύτερη αντοχή από τους αγωγούς χαλκού και είναι 20% ελαφρύτεροι για ισοδύναμη διατομή με το χαλκό. Στον

παραπάνω πίνακα φαίνονται τα χαρακτηριστικά αγωγών που χρησιμοποιούνται στα εναέρια δίκτυα. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία οι κλώνοι αλουμινίου των αγωγών αλουμινίου και των αγωγών τύπου ACSR σχηματίζουν υπό την επίδραση του ατμοσφαιρικού αέρα οξείδιο αλουμινίου, που του προστατεύει από την διάβρωση. Είναι γνωστό ότι οι καθαλατώσεις προκαλούν αλλοιώσεις στους κλώνους αλουμινίου γιατί σχηματίζουν χλωρίδια του αλουμινίου τα οποία εξατμίζονται, ενώ το οξείδιο του αλουμινίου δεν καταστρέφεται αλλά παραμερίζεται στις θέσεις εξάτμισης. Πρόβλημα διάβρωσης του αλουμινίου υπάρχει ακόμα και υπό την επίδραση της ηλεκτρικής τάσης που ονομάζεται ηλεκτρική διάβρωση και η οποία γίνεται μεγαλύτερη όσο αυξάνει η θερμοκρασία, καθώς έτσι εννοούνται οι κινήσεις των ηλεκτρικών φορέων. Μια φυσικής ερμηνεία της ηλεκτρικής διάβρωσης μπορεί να αποδοθεί στις ξένες επικαθήσεις επί των αγωγών, οι οποίες προκαλούν κατανομή του πεδίου στην επιφάνεια, με επακόλουθο την ενεργοποίηση μηχανισμών παραγωγής ελεύθερων ηλεκτρικών φορέων.

1.3.3.2. Ωμική και επαγωγική αντίσταση της εναέριας γραμμής ΜΤ

Οι αγωγοί των εναέριων γραμμών παρουσιάζουν ωμική αντίσταση που δεν είναι σταθερή, αλλά επηρεάζεται από τρεις παράγοντες: την θερμοκρασία, την συχνότητα και την πυκνότητα ρεύματος. Από την βιβλιογραφία γνωρίζουμε ότι αν είναι γνωστή η ωμική αντίσταση ενός αγωγού R_{T_1} σε θερμοκρασία T_1 και ζητείται να υπολογιστεί σε θερμοκρασία T_2 τότε ισχύει η σχέση:

$$R_{T_2} = R_{T_1} \left[1 + a(T_2 - T_1) \right]$$

Όπου a : ο συντελεστής θερμοκρασίας του αγωγού, ο οποίος μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία που όμως για τις θερμοκρασίες -20°C έως 80°C η μεταβολή του είναι ελάχιστη. Για το αλουμίνιο: $a \approx 0,0037 \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$

Στο εναλλασσόμενο ρεύμα παρατηρείται αύξηση της ωμικής αντίστασης των αγωγών λόγω του επιδερμικού φαινομένου το οποίο αναλύεται στην επόμενη παράγραφο. Για την συχνότητα των 50 Hz όμως η αύξηση της ωμικής αντίστασης των αγωγών είναι πολύ μικρή (λιγότερη του 1%) για τις συνηθισμένες διατομές. Επίσης για τον υπολογισμό της αντίστασης των αγωγών δεν λαμβάνεται υπόψη το

πραγματικό μήκος που εξαρτάται από το βέλος των γραμμών, αλλά το μήκος ανοίγματος μεταξύ των σημείων στήριξης τους.

Καθώς οι αγωγοί των εναέριων γραμμών διαρρέονται από εναλλασσόμενο ρεύμα δημιουργείται γύρω τους ένα μαγνητικό πεδίο το οποίο αντιδρά στην αιτία που το προκάλεσε δηλαδή την κίνηση των ηλεκτρονίων. Σε αυτήν ακριβώς την αδράνεια στην κίνηση των ηλεκτρονίων που προκαλείται από την αντίδραση του μαγνητικού πεδίου, οφείλεται η επαγωγική αντίσταση των γραμμών, η οποία δίνεται από τον τύπο:

$$X_L = \omega \cdot L = 2\pi f \cdot L$$

Όπου X_L σε Ω , f η κυκλική συχνότητα (Hz) και L ο συντελεστής αυτεπαγωγής (H)

Επιπλέον, δίνονται τιμές για την ωμική και επαγωγική αντίσταση των αγωγών ACSR (και ειδικότερα για τον ACSR 50mm² στην περίπτωση που εξετάζεται) οι οποίες όμως εμφανίζουν μικρές διαφορές. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα χαρακτηριστικά των γραμμών μέσης τάσης έτσι όπως δίνονται από την Δ.Ε.Η.

Τέλος η χωρητικότητα των εναέριων γραμμών MT είναι της τάξεως των 10nF/km. Όμως, λόγω του σχετικά μικρού μήκους των γραμμών αυτών δεν λαμβάνεται υπ' όψη η χωρητικότητα αυτή. Δεν λαμβάνεται επίσης υπ' όψη η αγωγιμότητα G (που βασικά εκφράζει τις απώλειες εξαιτίας του φαινομένου Korona). Το ισοδύναμο δηλαδή κύκλωμα της εναέριας γραμμής MT είναι η σύνθετη αντίσταση: $Z=R+j\omega L$.⁴

⁴ ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΑΓΩΓΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ 50mm² ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΥ ΧΑΛΚΟΥ ΤΟΥ ΕΝΑΕΡΙΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ, Διπλωματική Εργασία Γεώργιος Α. Βίλλιας, Ε.Μ.Π ΑΘΗΝΑ Μάρτιος 2008

ΑΓΩΓΟΙ	$Z_L=Z_2=R+JX$		$Y_1=Y_2=J\Omega C$	$Z_0=R_0+JX_0$		$Y_0=J\Omega C_0$	$Z_E=(Z_1+Z_2+Z_0)/3$	IMA X (A)
	R (Ω/km)	X (Ω/km)	C (nF/km)	R ₀ (Ω/km)	X ₀ (Ω/km)	C ₀ (nF/km)	Z _c (Ω/km)	
16 ACSR	1,268	0,422	9,248	1,416	1,620	4,388	1,317+j0,821	136
35 ACSR	0,576	0,397	9,896	0,724	1,595	4,518	0,625+j0,796	224
50 ACSR	0,404	0,386	10,220	0,552	1,584	4,587	0,453+j0,785	295
95 ACSR	0,215	0,334	10,890	0,363	1,556	4,712	0,264+j0,741	448
95 ACSR (διπλή)	0,108	0,160	20,970	0,256	1,363	5,966	0,157+j0,561	896
35 AAAC	1,071	0,393	9,364	1,219	1,616	4,406	1,120+j0,801	160
70 AAAC	0,562	0,370	9,927	0,710	1,592	4,527	0,611+j0,777	240
185 AAAC	0,204	0,337	10,922	0,352	1,559	4,723	0,253+j0,744	462
16 Cu	1,274	0,417	8,802	1,422	1,639	4,292	1,323+j0,824	115
35 Cu	0,596	0,393	9,383	0,744	1,615	4,443	0,645+j0,800	185
50 Cu	0,426	0,377	9,698	0,574	1,600	4,510	0,475+j0,785	232
95 Cu	0,220	0,358	10,268	0,368	1,580	4,629	0,269+j0,765	352
95 Cu (διπλή)	0,110	0,172	19,817	0,258	1,375	5,922	0,159+j0,573	704
16 ACSR-R	1,150	0,397	9,896	1,298	1,600	4,507	1,199+j0,798	148
3x50 Al+50 St	0,823	0,150	146	1,689	1,589	146	1,112+j0,630	123
3x150Al+50 St	0,266	0,125	217	1,183	1,395	217	0,572+j0,548	241
3x150 Al NAEKBA	0,245	0,116		1,117	0,616		0,536+j0,283	233
3x240 Al NAEKBA	0,150	0,108	530	1,083	0,585	530	0,461+j0,267	310
3X240 Al+ 25 Al XLPE	0,162	0,115	270	1,092	0,800	270	0,472+j0,343	410
1x50 Al υποβρ.	0,739	0,619	235	3,695	1,857	235	1,724+j1,032	203
1x50Cu υποβρ.	0,388	0,645	247	1,940	1,935	247	0,905+j1,075	228
1x95 Cu υποβρ.	0,215	0,626	296	1,075	1,878	296	0,502+j1,043	300
3x35 Al υποβρ.	1,035	0,115	226	5,175	0,345	226	2,415+j0,192	145
3x35 CU υποβρ.	0,617	0,115	226	3,085	0,345	226	1,440+j0,192	190
3x50 Al υποβρ.	0,757	0,112	280	3,785	0,336	280	1,766+j0,187	170
3x150Al υποβρ.	0,243	0,079	373	1,215	0,237	373	0,567+j0,132	300
3x95Cu υποβρ.	0,248	0,125	296	0,620	0,210	296	0,372+j0,153	350

Πίνακας 1.2 Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά γραμμών MT (Πηγή: ΔΕΗ)

1. Απόσταση 100m μεταξύ διαδοχικών πόλων μονοπολικών υποβρυχίων καλωδίων.
2. Όλες οι τιμές I_{max} αντιστοιχούν σε συνεχή φόρτιση (συντελεστής φορτίου 100%).
3. Οι τιμές I_{max} για τα υποβρύχια καλώδια αντιστοιχούν σε θερμοκρασία νερού 25°C.
4. Με σκίαση υποδηλώνεται η αναθεώρηση του I_{max} για τα ΣΚ MT με την επανέκδοση της ΟΔ Νο 46.
5. Για τις διπλές γραμμές θεωρείται παράλληλη λειτουργία των δύο κυκλωμάτων.
6. Οι ομοπολικές χωρητικότητες έχουν υπολογιστεί με βάση το ελάχιστο ύψος ανάρτησης των αγωγών, για κανονικό έδαφος, βασικό άνοιγμα 75m και θερμοκρασία περιβάλλοντος +16°C.

1.4. ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ

Στον πυρήνα κάθε εναλλασσόμενου συστήματος ενέργειας βρίσκονται οι μετασχηματιστές (Μ/Σ). Αυτοί αλλάζουν τα επίπεδα τάσης και ρεύματος της ενεργειακής ροής, διατηρώντας (εκτός από ένα μικρό μέρος από ηλεκτρικές απώλειες) την ίδια συνολική ενεργειακή ροή.

Οι μετασχηματιστές κατασκευάζονται βάσει προκαθορισμένων προδιαγραφών και αγοράζονται σε μεγάλες ποσότητες. Οι μετασχηματιστές αντιμετωπίζουν δύο τύπους ηλεκτρικών απωλειών : α) τις απώλειες εν κενώ φορτίο (απώλειες πυρήνα ή σιδήρου) και β) τις απώλειες πλήρους φορτίου. Οι απώλειες εν κενώ είναι ηλεκτρικές απώλειες σχετιζόμενες με τη λειτουργία του μετασχηματιστή (λόγω της δημιουργίας μαγνητικού πεδίου μέσα στον πυρήνα του) και εμφανίζονται φυσικά επειδή ο μετασχηματιστής συνδέεται με μια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι συνεχής ανεξάρτητα απ' το αν η ροή μέσω του μετασχηματιστή είναι μικρή ή μεγάλη. Οι απώλειες πυρήνα είναι τυπικά μικρότερες από 1% της ονομαστικής τιμής του μετασχηματιστή. Μόνο όταν ο μετασχηματιστής υπερφορτωθεί σε σημείο πολύ πιο πέρα απ' το όριό του, θα αλλάξουν οι απώλειες εν κενώ, λόγω μαγνητικού κορεσμού του πυρήνα .

Οι μετασχηματιστές είναι διαθέσιμοι σε ποικίλα μεγέθη, τύπους και χωρητικότητα. Χρησιμοποιούνται στα ενεργειακά συστήματα για τους παρακάτω τρεις λόγους:

- για την ανύψωση της τάσης σε Υ.Τ. στα εργοστάσια παραγωγής (20kV/150kV ή 20kV/400kV)
- για την μεταφορά της ενέργειας (150kV/20kV ή 400kV/20kV)
- για τη διανομή της ενέργειας στους καταναλωτές (20kV/400V)⁵

⁵ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΝΑΕΡΙΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, Διπλωματική Εργασία Απόστολος Κ. Τραχανάς, Ε.Μ.Π ΑΘΗΝΑ Φεβρουάριος 2007

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΤΟ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εκτίμηση των συνεπειών διφασικού βραχυκυκλώματος, το οποίο σημειώνεται σε δίκτυο διανομής και σε απόσταση 100~200 km από τον μετασχηματιστή μεταφοράς. Η όλη εργασία αποτελείται από δύο βασικά μέρη, κάθε ένα από τα οποία εξετάζει την περίπτωση του διφασικού βραχυκυκλώματος στον αέρα και στο έδαφος αντίστοιχα.

Σε κάθε ένα από τα δύο μέρη εξετάζουμε 6 διαφορετικούς συνδυασμούς ονομαστικής ισχύος του Μ/Σ και του επιπέδου τάσης (σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα) πράγμα το οποίο καθιστά την εργασία μας εφαρμόσιμη σε ένα ευρύ φάσμα περιπτώσεων.

P_N (MVA)	U_{N2} (KV)
15	20
25	20
50	20
15	15
25	15
50	15

Πίνακας 2.1 Ονομαστική τάση και ισχύς των υπό εξέταση περιπτώσεων

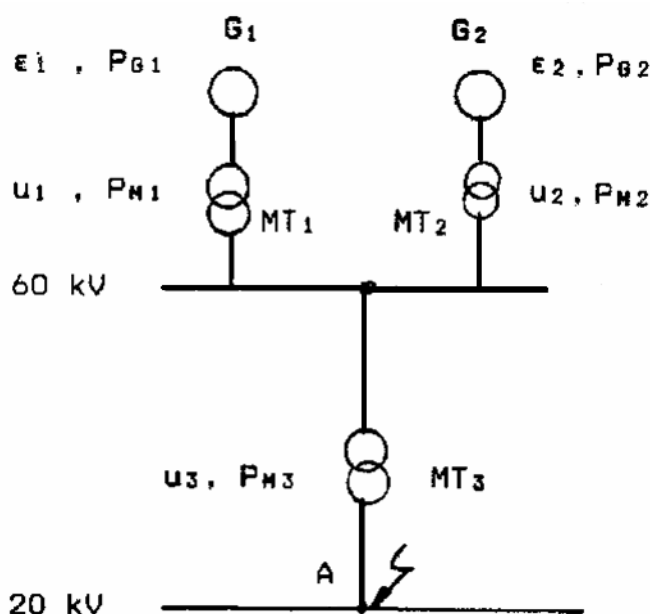
2.2. ΔΙΦΑΣΙΚΟ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ

2.2.1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΩΡΙΑΣ

Το βραχυκύκλωμα είναι μια κατάσταση λειτουργίας του κάθε κυκλώματος, και εν προκειμένω και της γραμμής που εξετάζουμε, η οποία πρέπει να έχει προβλεφθεί ώστε να σχεδιαστούν τα κατάλληλα μέσα προστασίας της εγκατάστασης. Το πρόβλημα το οποίο μας δημιουργεί το βραχυκύκλωμα είναι ότι προκύπτει ένα κρουστικής μορφής ρεύμα βραχυκύκλωσης το οποίο συνεπάγεται την εμφάνιση κρουστικών δυνάμεων και την ανάπτυξη της θερμοκρασίας στους αγωγούς, που καταπονούν τον εξοπλισμό. Για να προχωρήσουμε όμως παρακάτω, θα αναφέρουμε

κάποιους βασικούς ορισμούς και μεγέθη που σχετίζονται με την μορφή του βραχυκυκλώματος.

Το βραχυκύκλωμα, όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, προκαλεί στους αγωγούς, στις επαφές (λυόμενες ή μόνιμες) και στον εξοπλισμό γενικά μια επιπλέον θερμική καταπόνηση. Αν υποθεθεί ότι στο σημείο A της εγκατάστασης του σχήματος εκδηλώνεται κάποιο βραχυκύκλωμα, τότε η συνολική ισχύς του δικτύου θα οδεύσει προς το σημείο αυτό. Το ρεύμα βραχυκύκλωσης είναι η τιμή του ρεύματος στο σημείο A. Η τιμή αυτή εξαρτάται από την αντίσταση του δικτύου μέχρι το σημείο βραχυκύκλωσης.



Σχήμα 2.1 Παράδειγμα τριφασικού βραχυκυκλώματος

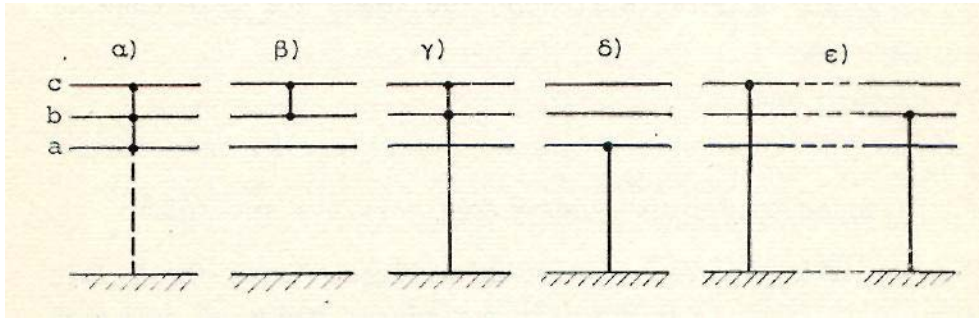
ϵ_1, ϵ_2 : οι κρουστικές τάσεις διασποράς των γεννητριών G_1, G_2

P_1, P_2 : οι ονομαστική ισχύς των γεννητριών

u_1, u_2, u_3 : σχετική τάση βραχυκύκλωσης των μετασχηματιστών MT_1, MT_2, MT_3

P_{M1}, P_{M2}, P_{M3} : ονομαστική ισχύς των μετασχηματιστών MT_1, MT_2, MT_3

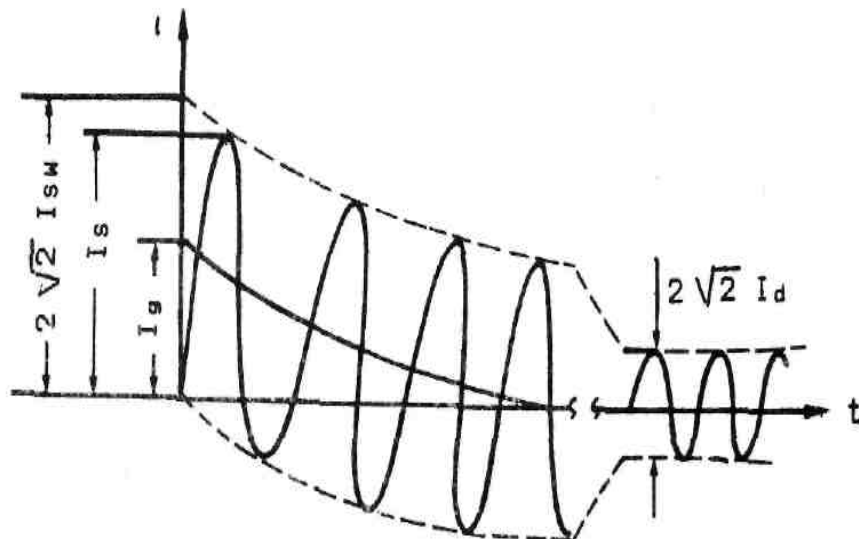
Το σχήμα που ακολουθεί δείχνει τα σπουδαιότερα βραχυκυκλώματα. Το τριφασικό και το διφασικό βραχυκύκλωμα χωρίς επαφή γης ή με επαφή γης προκαλεί μεγάλα ρεύματα βραχυκυκλώσεως. Επειδή το τριφασικό βραχυκύκλωμα είναι ένα συμμετρικό σφάλμα, τα ρεύματα βραχυκυκλώσεως δεν επηρεάζονται από την ενδεχόμενη ύπαρξη επαφής προς γη, που συμβολίζεται με διακεκομμένη γραμμή στο σχήμα.



Σχήμα 2.2 Είδη βραχυκυκλωμάτων

- α)** Τριφασικό βραχυκύκλωμα
- β)** Διφασικό βραχυκύκλωμα χωρίς επαφή γης
- γ)** Διφασικό βραχυκύκλωμα με επαφή γης
- δ)** Μονοφασικό βραχυκύκλωμα
- ε)** Διπλό βραχυκύκλωμα

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα το ρεύμα βραχυκύκλωσης εμφανίζεται αρχικά κατά την υπομεταβατική και μεταβατική περίοδο ως ασύμμετρο και κατόπιν κατά την περίοδο μόνιμης κατάστασης ως συμμετρικό. Το ασύμμετρο τμήμα περιλαμβάνει το εναλλασσόμενο ή αρχικό ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_{sw} ή I_k'') και το συνεχές ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_g). Το συμμετρικό τμήμα αποτελείται από το διαρκές ή μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_d ή I_k). Η μέγιστη τιμή του ρεύματος βραχυκύκλωσης ονομάζεται κρουστικό ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_s).



Σχήμα 2.3 Μορφή του ρεύματος κατά το βραχυκύκλωμα

Παρακάτω δίνονται οι ορισμοί βασικών μεγεθών:

- Ρεύμα βραχυκυκλώσεως $i_k(t)$ είναι το ρεύμα που ρέει κατά τη διάρκεια του βραχυκυκλώματος στη θέση του σφάλματος.
- Εναλλασσόμενη συνιστώσα $i_{k,ac}(t)$ είναι η συνιστώσα του $i_k(t)$ με τη συχνότητα του δικτύου.
- Αρχικό ρεύμα βραχυκυκλώσεως I_{sw} ή I_k'' ή υπομεταβατικό ρεύμα βραχυκυκλώσεως είναι η ενδεικνυμένη τιμή του $i_{k,ac}(t)$ κατά τη στιγμή εμφάνισης του βραχυκυκλώματος.
- Κρουστικό ρεύμα βραχυκυκλώσεως I_s είναι η μέγιστη στιγμιαία τιμή του ρεύματος βραχυκυκλώσεως $i_k(t)$. Το ρεύμα $i_k(t)$ αποκτά τη μέγιστη τιμή του όταν και η συνεχής συνιστώσα αποκτά τη μέγιστη τιμή της (I_g).
- Ρεύμα διακοπής I_d ενός διακόπτη είναι η ενδεικνυμένη τιμή του ρεύματος βραχυκυκλώσεως κατά τη στιγμή της διακοπής του πρώτου πόλου του διακόπτη.
- Μόνιμο ρεύμα βραχυκυκλώσεως I_d ή I_k είναι η ενδεικνυμένη τιμή του ρεύματος βραχυκυκλώσεως που παραμένει μετά την απόσβεση των μεταβατικών φαινομένων.⁶

2.2.2. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Ήδη μετά από όσα έχουμε μέχρι στιγμής αναφέρει κατανοεί κανείς ότι βασική συνέπεια του βραχυκυκλώματος είναι η αύξηση της θερμοκρασίας. Για την θερμική αυτή καταπόνηση έχουν ιδιαίτερη σημασία η τιμή του διαρκούς ρεύματος βραχυκύκλωσης καθώς και ο χρόνος μέχρι τον οποίο θα σημειωθεί η διακοπή του κυκλώματος από το μέσο προστασίας. Η αύξηση της θερμοκρασίας στους αγωγούς υπολογίζεται βάση εμπειρικών δεδομένων από τον παρακάτω τύπο:

$$\Delta\theta = \frac{\kappa}{A^2} \cdot I_d^2 \cdot [t + T \cdot (I_{sw} / I_d)^2] \quad \text{σε } ^\circ\text{C}$$

- όπου:
1. κ : σταθερά του υλικού:
για χαλκό $\kappa = 0,0058$
για αλουμίνιο $\kappa = 0,0135$
 2. A : η διατομή του αγωγού σε mm²

⁶ ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΑΓΩΓΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ 50mm² ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΥ ΧΑΛΚΟΥ ΤΟΥ ΕΝΑΕΡΙΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ, Διπλωματική Εργασία Γεώργιος Α. Βίλλιας, Ε.Μ.Π ΑΘΗΝΑ Μάρτιος 2008

3. t : ο χρόνος από την εμφάνιση μέχρι την διακοπή του βραχυκυκλώματος σε sec

4. T : ένας συντελεστής χρόνου η τιμή του οποίου είναι
για τριφασικό βραχυκύκλωμα $T = 0,3 \sim 0,15$
για διφασικό βραχυκύκλωμα $T = 0,6 \sim 0,25$

η τιμή της σταθεράς T μειώνεται με την απόσταση από την θέση στην οποία σημειώνεται το βραχυκύκλωμα.

Ως οριακές τιμές θερμοκρασίας θεωρούνται:

1. για γυμνούς αγωγούς από χαλκό: 200 °C
2. για γυμνούς αγωγούς από αλουμίνιο: 180 °C

Η αύξηση της θερμοκρασίας είναι ο σημαντικότερος ίσως παράγοντας φθοράς του εξοπλισμού. Τα βασικά στοιχεία εξοπλισμού τα οποία καθορίζουν και τον «χρόνο ζωής» του δικτύου είναι οι μετασχηματιστές διανομής, οι μονωτήρες, οι αγωγοί και οι στύλοι, οι οποίοι στην συντριπτική τους πλειοψηφία είναι ξύλινοι. Οι υψηλές θερμοκρασίες είναι υπεύθυνες για φαινόμενα διάσπασης των μονωτικών⁷ (είτε αναφερόμαστε σε στερεά μονωτικά όπως οι μονωτήρες, είτε σε υγρά μονωτικά όπως οι ρητίνες οι οποίες σε συνδυασμό με το χαρτί βρίσκονται στο εσωτερικό των μετασχηματιστών) τα οποία ως άμεση συνέπεια έχουν την απανθράκωση των υλικών και στη συνέχεια την τήξη αυτών.

Για την επίδραση της θερμοκρασίας στη διάρκεια ζωής των στερεών μονωτικών υλικών έχουν γίνει αρκετές έρευνες, που δίνουν χρήσιμες πληροφορίες για τις πρακτικές εφαρμογές. Οι χαρακτηριστικές που ακολουθούν δίνουν τη διάρκεια ζωής του χαρτιού, ανάλογα με τη θερμοκρασία θ , βάση των παρακάτω αριθμητικών σχέσεων:

1. διάρκεια ζωής σε έτη: $t = 1.57945 \cdot 10^5 \cdot e^{-0.0938 \cdot \Delta\theta}$

⁷ Θερμική διάσπαση

Η μορφή αυτή της διάρτησης συναντάται κυρίως σε χαμηλές τιμές της τάσης, όταν το στερεό μονωτικό καταπονείται θερμικά μόνο από τις απώλειες Joule. Η εικόνα που παρουσιάζει το θερμικά καταπονούμενο υλικό είναι συνήθως η απανθράκωση και η τήξη του στην περιοχή όπου οι απώλειες Joule είναι ιδιαίτερα αυξημένες πεδίου.

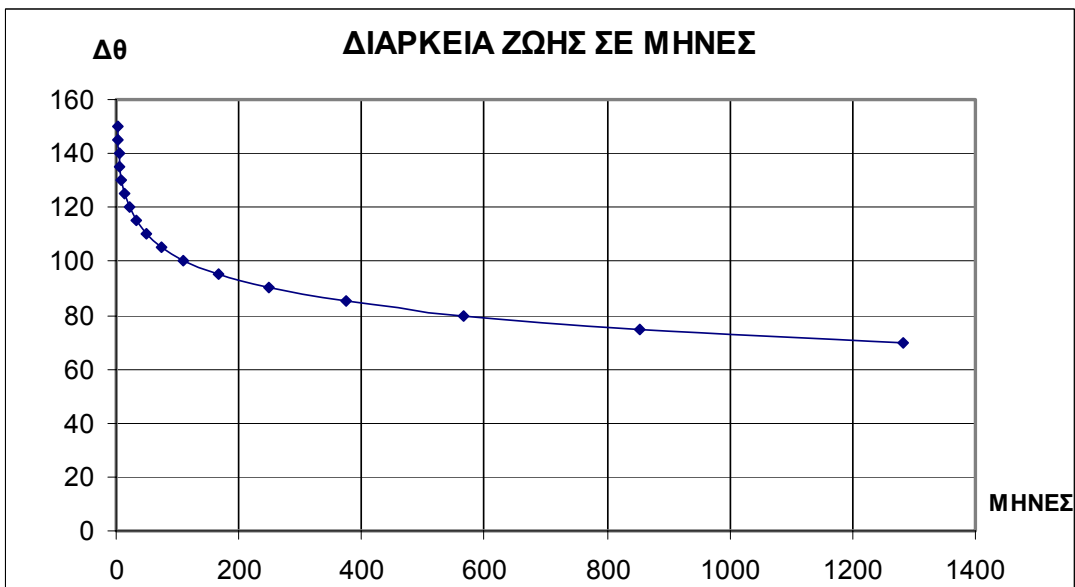
Θερμοχημική διάσπαση

Η διάτρηση που προκαλείται μόνο από τη θερμότητα του περιβάλλοντος του στερεού μονωτικού μέσου ονομάζεται θερμοχημική. Η αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος μέσου αυξάνει την παραγωγή ελεύθερων ηλεκτρικών φορέων, με αποτέλεσμα τη μείωση της διηλεκτρικής αντοχής. Έχει διαπιστωθεί πειραματικά ότι μετά από μία τιμή της τάσης, η θερμοχημική διάτρηση δεν αντιμετωπίζεται με την αύξηση του πάχους της μόνωσης.

2. διάρκεια ζωής σε μήνες: $t = 3.96329 \cdot 10^5 \cdot e^{-0.0819 \cdot \Delta\theta}$
3. διάκρεια ζωής σε ημέρες: $t = 264.29728 \cdot 10^5 \cdot e^{-0.0879 \cdot \Delta\theta}$



Σχήμα 2.4 Διάρκεια ζωής στερεών μονωτικών σε έτη, σε σχέση με την θερμοκρασία



Σχήμα 2.4 Διάρκεια ζωής στερεών μονωτικών σε μήνες, σε σχέση με την θερμοκρασία



Σχήμα 2.6 Διάρκεια ζωής στερεών μονωτικών σε μέρες, σε σχέση με την θερμοκρασία

Εν γένει, η θερμοκρασία έχει ως άμεση συνέπεια την μείωση της διάρκειας ζωής κάθε στοιχείου του δικτύου, με προφανείς οικονομικές συνέπειες. Εκτός όμως από την οικονομική ζημιά, πολλές φορές η αύξηση αυτή της θερμοκρασίας έχει ως συνέπεια την ανάφλεξη υλικών που βρίσκονται πλησίον της εγκατάστασης και την εκδήλωση πυρκαγιάς. Το ενδεχόμενο αυτό καθιστά την μελέτη μας ιδιαίτερας σημαντική και αυτό επειδή εκτός των οικονομικών συνεπειών, πολλές φορές εμφανίζεται κίνδυνος για ανθρώπινες ζωές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΔΙΦΑΣΙΚΟ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ ΛΟΓΩ ΕΠΑΦΗΣ ΑΓΩΓΩΝ ACSR 16mm² ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ Ή ΣΤΟ ΕΛΑΦΟΣ

Στο παρόν κεφάλαιο εξετάζουμε το διφασικό βραχυκύκλωμα λόγω επαφής αγωγών ACSR 16mm² στον αέρα. Στα πλαίσια της μελέτης μας εξετάζουμε τους έξι συνδυασμούς τάσεως και ισχύος που έχουν ήδη προαναφερθεί σε σχέση με τέσσερις πιθανές τιμές της διάρκειας του βραχυκυκλώματος, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

	P _N (MVA)	U _{N2} (KV)	t (sec)			
A	15	20	0.15	0.25	0.4	1
B	25	20				
Γ	50	20				
Δ	15	15				
E	25	15				
Στ	50	15				

Πίνακας 3.1 Υπό μελέτη περιπτώσεις

$$I_{sw} = \frac{U}{2\sqrt{(R_{\gamma} + R_{M\Sigma})^2 + (X_{\gamma} + X_{M\Sigma})^2}}$$

Όπου R_{γ}, X_{γ} τα στοιχεία της γραμμής από τον μετασχηματιστή μεταφοράς μέχρι το σημείο που εκδηλώνεται το βραχυκύκλωμα και $R_{M\Sigma}, X_{M\Sigma}$ τα στοιχεία του μετασχηματιστή.

$$R_{M\Sigma} = u_r \cdot \frac{U_{N2}^2}{P_N} \text{ σε m}\Omega \quad \text{και}$$

$$X_{M\Sigma} = \sqrt{(u_k^2 - u_r^2)} \frac{U_{N2}^2}{P_N} \text{ σε m}\Omega$$

P_N (MVA)	U_{N2} (KV)	$R_{M\Sigma}$ (mΩ)	$X_{M\Sigma}$ (mΩ)
15	20	16	533
25	20	9.6	320
50	20	4.8	160
15	15	9	300
25	15	5.4	180
50	15	2.7	90

Πίνακας 3.2 Ωμική αντίσταση και επαγωγική αντίδραση Μ/Σ σε σχέση με την ονομαστικό τάση και ισχύ

Επιπλέον αυτών, όλοι οι υπολογισμοί γίνονται για την τρίτη προσπάθεια του διακόπτη ισχύος (ΔΑΕ) να επαναφέρει την τάση, για την οποία ισχύει:

$$I = 2 \cdot I_{sw} = 2 \cdot \frac{U}{2\sqrt{(R_\gamma + R_{M\Sigma})^2 + (X_\gamma + X_{M\Sigma})^2}}$$

Στα αποτελέσματα που ακολουθούν υπολογίζουμε τέσσερις διαφορές θερμοκρασίας ($\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$) οι οποίες δίνονται από τις παρακάτω σχέσεις για τους αντίστοιχους συνδυασμούς του χρόνου και του μόνιμου ρεύματος βραχυκύκλωσης.

$$1. I_{d1} = 0.35 \cdot I_{sw}, T=0.25: \Delta\theta_1 = \frac{\kappa}{A^2} \cdot (0.35 \cdot I_{sw})^2 \cdot [t + 0.25 \cdot (1/0.35)^2]$$

$$2. I_{d1} = 0.35 \cdot I_{sw}, T=0.6: \Delta\theta_2 = \frac{\kappa}{A^2} \cdot (0.35 \cdot I_{sw})^2 \cdot [t + 0.6 \cdot (1/0.35)^2]$$

$$3. I_{d1} = I_{sw}, T = 0.25: \Delta\theta_3 = \frac{\kappa}{A^2} \cdot I_{sw}^2 \cdot [t + 0.25]$$

$$4. I_{d1} = I_{sw}, T = 0.6: \Delta\theta_4 = \frac{\kappa}{A^2} \cdot I_{sw}^2 \cdot [t + 0.6]$$

$$k = 0,0058$$

$$A = 16 \text{ mm}^2$$

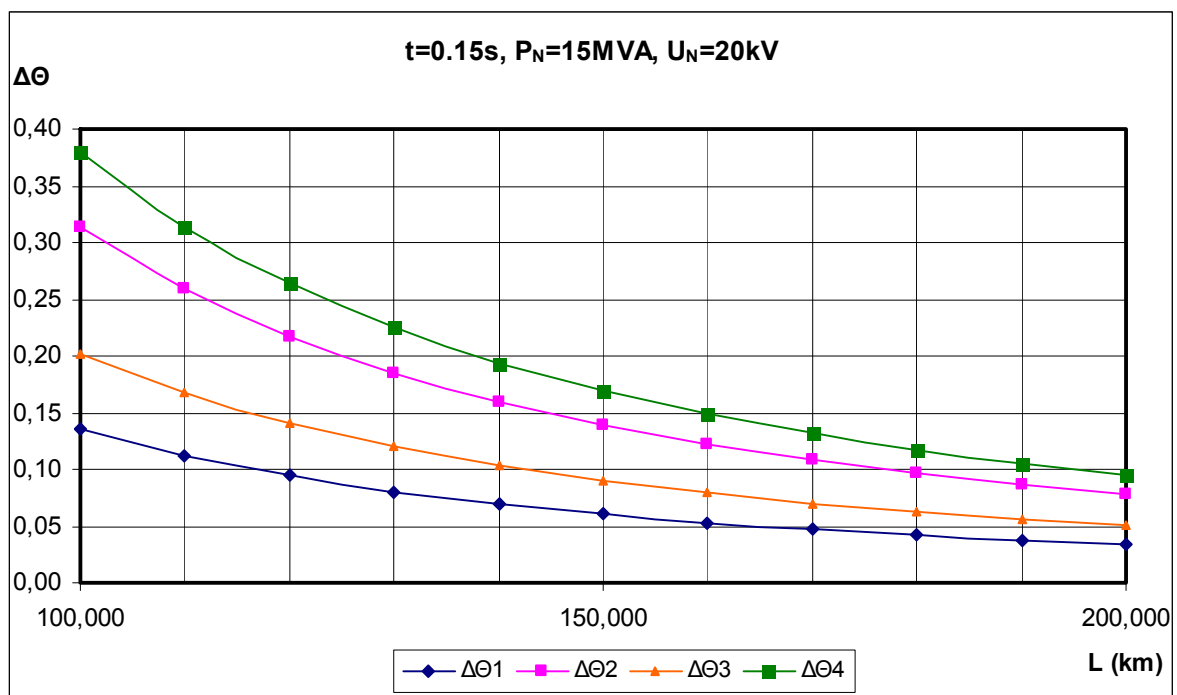
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Α.

Σφάλμα προς γη λόγω

με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega$, $X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega$, $t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho}$ (Ω)	$X_{\gamma\rho}$ (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	268	149,45	52,31	149,45	0,14	0,31	0,20	0,38
110,000	139,480	46,420	294	135,88	47,56	135,88	0,11	0,26	0,17	0,31
120,000	152,160	50,640	321	124,57	43,60	124,57	0,09	0,22	0,14	0,26
130,000	164,840	54,860	348	115,00	40,25	115,00	0,08	0,19	0,12	0,22
140,000	177,520	59,080	375	106,79	37,38	106,79	0,07	0,16	0,10	0,19
150,000	190,200	63,300	401	99,68	34,89	99,68	0,06	0,14	0,09	0,17
160,000	202,880	67,520	428	93,46	32,71	93,46	0,05	0,12	0,08	0,15
170,000	215,560	71,740	455	87,96	30,79	87,96	0,05	0,11	0,07	0,13
180,000	228,240	75,960	481	83,08	29,08	83,08	0,04	0,10	0,06	0,12
190,000	240,920	80,180	508	78,71	27,55	78,71	0,04	0,09	0,06	0,11
200,000	253,600	84,400	535	74,78	26,17	74,78	0,03	0,08	0,05	0,10

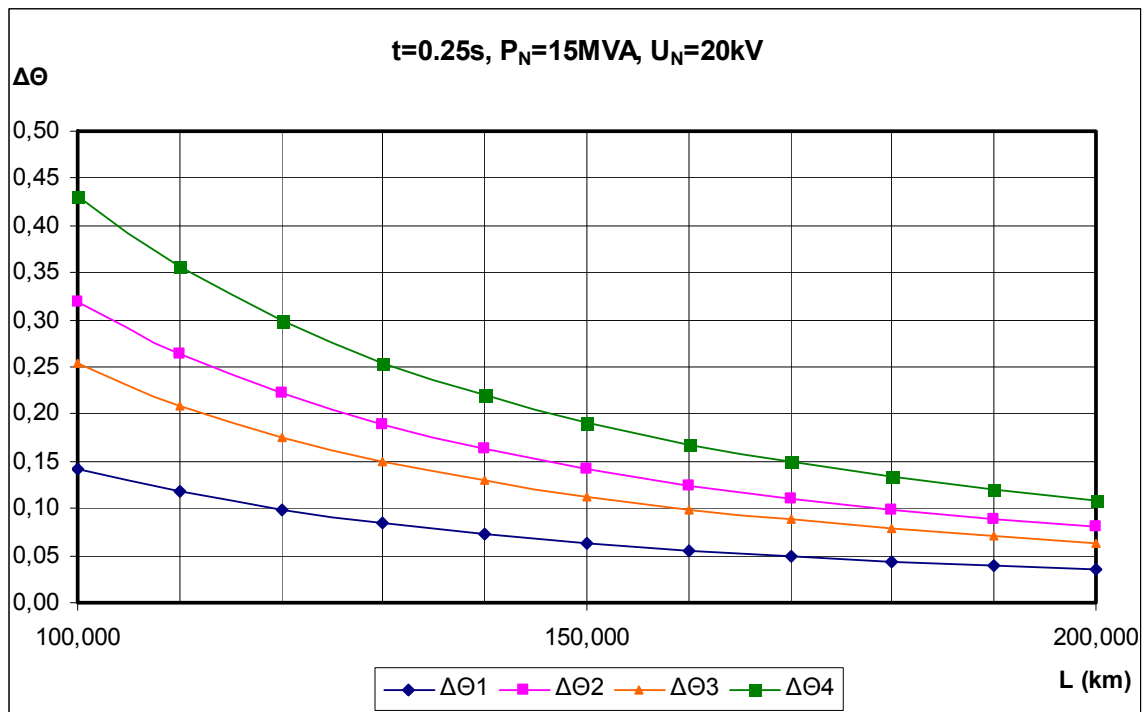
Πίνακας 3.3 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$ για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s



Σχήμα 3.1 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.25 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	268	149,45	52,31	149,45	0,14	0,32	0,25	0,43
110,000	139,480	46,420	294	135,88	47,56	135,88	0,12	0,26	0,21	0,36
120,000	152,160	50,640	321	124,57	43,60	124,57	0,10	0,22	0,18	0,30
130,000	164,840	54,860	348	115,00	40,25	115,00	0,08	0,19	0,15	0,25
140,000	177,520	59,080	375	106,79	37,38	106,79	0,07	0,16	0,13	0,22
150,000	190,200	63,300	401	99,68	34,89	99,68	0,06	0,14	0,11	0,19
160,000	202,880	67,520	428	93,46	32,71	93,46	0,06	0,12	0,10	0,17
170,000	215,560	71,740	455	87,96	30,79	87,96	0,05	0,11	0,09	0,15
180,000	228,240	75,960	481	83,08	29,08	83,08	0,04	0,10	0,08	0,13
190,000	240,920	80,180	508	78,71	27,55	78,71	0,04	0,09	0,07	0,12
200,000	253,600	84,400	535	74,78	26,17	74,78	0,04	0,08	0,06	0,11

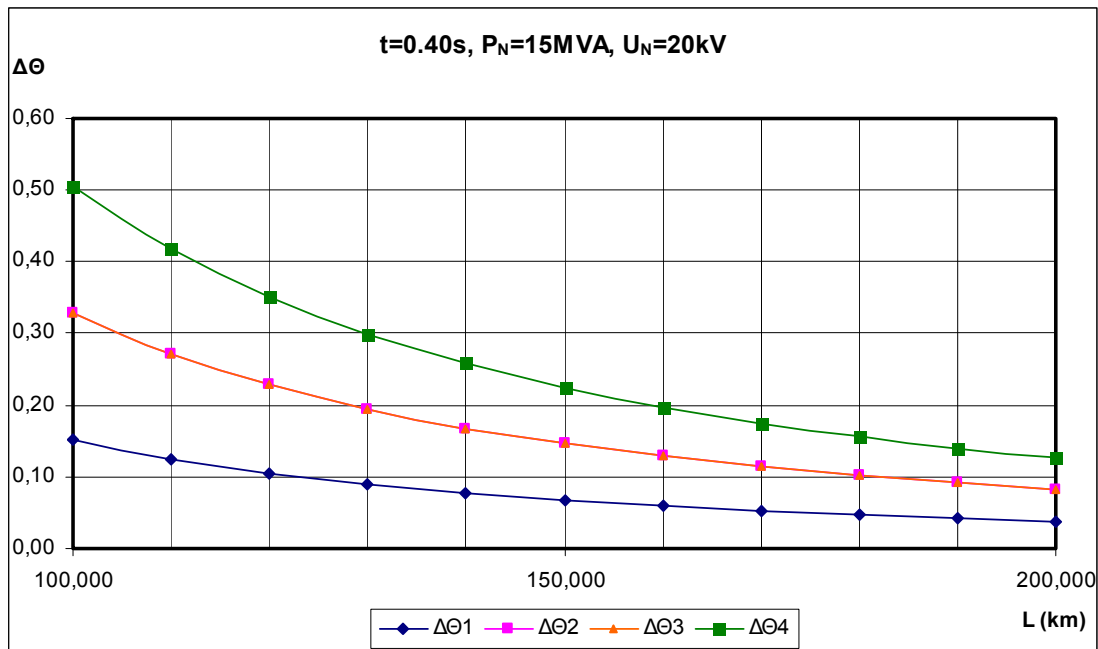
Πίνακας 3.4 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s



Σχήμα 3.2 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.4 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	268	149,45	52,31	149,45	0,15	0,33	0,33	0,51
110,000	139,480	46,420	294	135,88	47,56	135,88	0,13	0,27	0,27	0,42
120,000	152,160	50,640	321	124,57	43,60	124,57	0,11	0,23	0,23	0,35
130,000	164,840	54,860	348	115,00	40,25	115,00	0,09	0,19	0,19	0,30
140,000	177,520	59,080	375	106,79	37,38	106,79	0,08	0,17	0,17	0,26
150,000	190,200	63,300	401	99,68	34,89	99,68	0,07	0,15	0,15	0,23
160,000	202,880	67,520	428	93,46	32,71	93,46	0,06	0,13	0,13	0,20
170,000	215,560	71,740	455	87,96	30,79	87,96	0,05	0,11	0,11	0,18
180,000	228,240	75,960	481	83,08	29,08	83,08	0,05	0,10	0,10	0,16
190,000	240,920	80,180	508	78,71	27,55	78,71	0,04	0,09	0,09	0,14
200,000	253,600	84,400	535	74,78	26,17	74,78	0,04	0,08	0,08	0,13

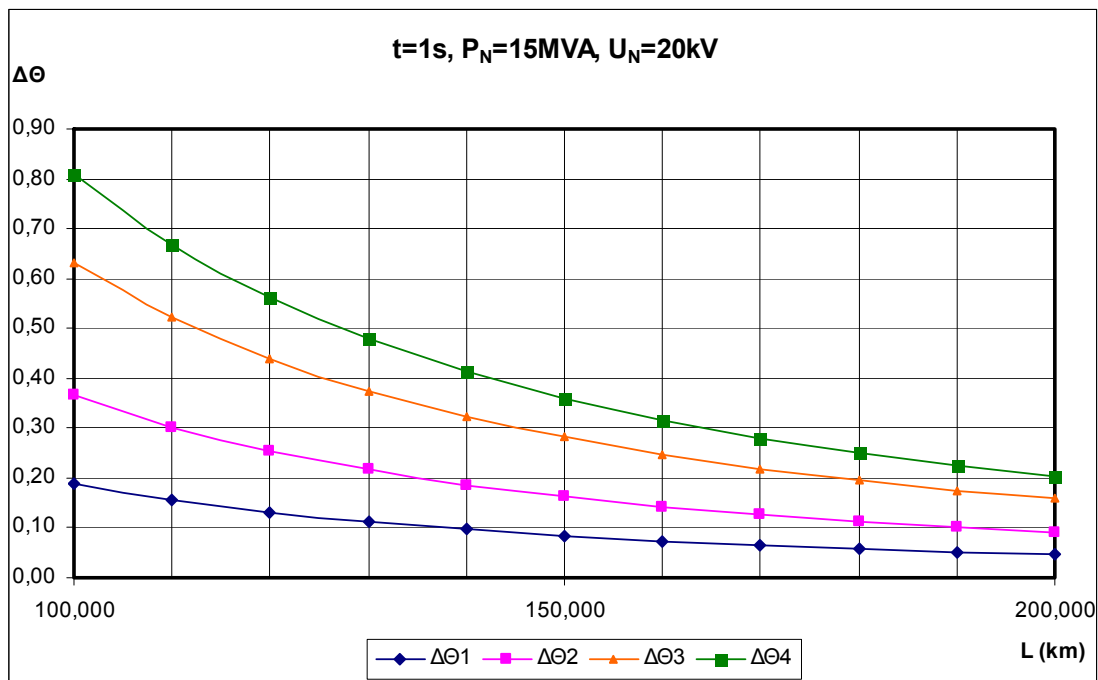
Πίνακας 3.5 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s



Σχήμα 3.3 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s											
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4	
100,000	126,800	42,200	268	149,45	52,31	149,45	0,19	0,37	0,63	0,81	
110,000	139,480	46,420	294	135,88	47,56	135,88	0,16	0,30	0,52	0,67	
120,000	152,160	50,640	321	124,57	43,60	124,57	0,13	0,25	0,44	0,56	
130,000	164,840	54,860	348	115,00	40,25	115,00	0,11	0,22	0,37	0,48	
140,000	177,520	59,080	375	106,79	37,38	106,79	0,10	0,19	0,32	0,41	
150,000	190,200	63,300	401	99,68	34,89	99,68	0,08	0,16	0,28	0,36	
160,000	202,880	67,520	428	93,46	32,71	93,46	0,07	0,14	0,25	0,32	
170,000	215,560	71,740	455	87,96	30,79	87,96	0,07	0,13	0,22	0,28	
180,000	228,240	75,960	481	83,08	29,08	83,08	0,06	0,11	0,20	0,25	
190,000	240,920	80,180	508	78,71	27,55	78,71	0,05	0,10	0,18	0,22	
200,000	253,600	84,400	535	74,78	26,17	74,78	0,05	0,09	0,16	0,20	

Πίνακας 3.6 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s



Σχήμα 3.4 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

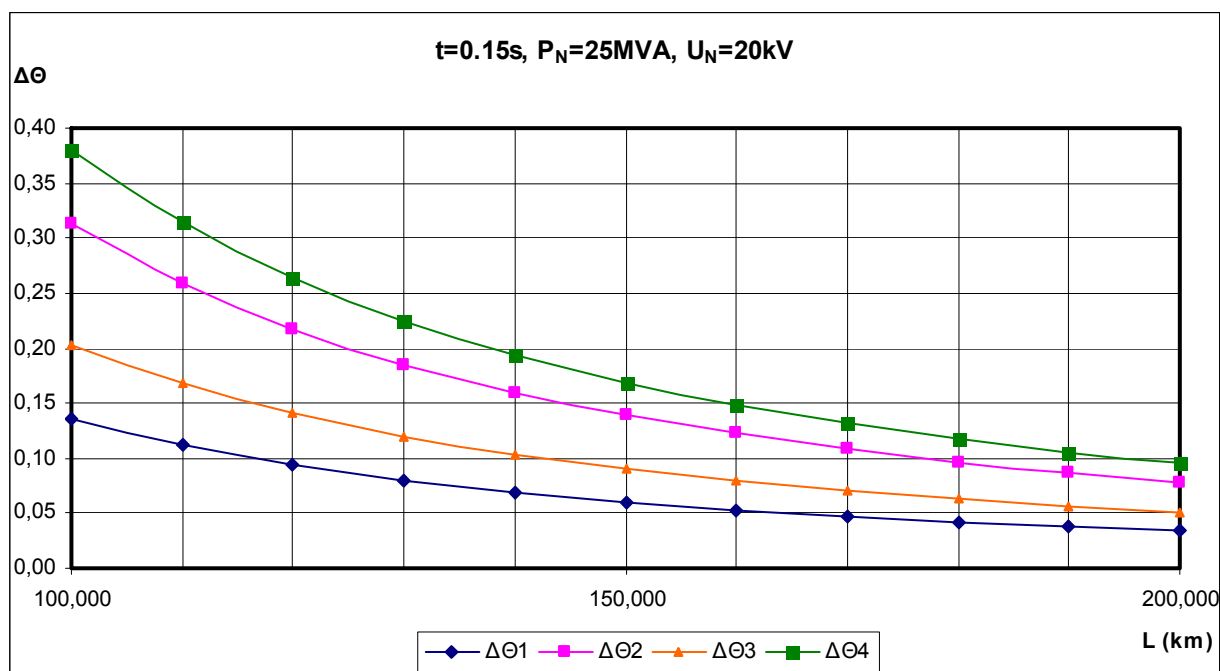
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Β.

Σφάλμα προς γη λόγω

με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$

$R_{M\Sigma}=0.0096 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.322 \ \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	268	149,53	52,34	149,53	0,14	0,31	0,20	0,38
110,000	139,480	46,420	294	135,95	47,58	135,95	0,11	0,26	0,17	0,31
120,000	152,160	50,640	321	124,63	43,62	124,63	0,09	0,22	0,14	0,26
130,000	164,840	54,860	348	115,05	40,27	115,05	0,08	0,19	0,12	0,22
140,000	177,520	59,080	375	106,84	37,39	106,84	0,07	0,16	0,10	0,19
150,000	190,200	63,300	401	99,72	34,90	99,72	0,06	0,14	0,09	0,17
160,000	202,880	67,520	428	93,49	32,72	93,49	0,05	0,12	0,08	0,15
170,000	215,560	71,740	455	87,99	30,80	87,99	0,05	0,11	0,07	0,13
180,000	228,240	75,960	481	83,11	29,09	83,11	0,04	0,10	0,06	0,12
190,000	240,920	80,180	508	78,73	27,56	78,73	0,04	0,09	0,06	0,11
200,000	253,600	84,400	535	74,80	26,18	74,80	0,03	0,08	0,05	0,10

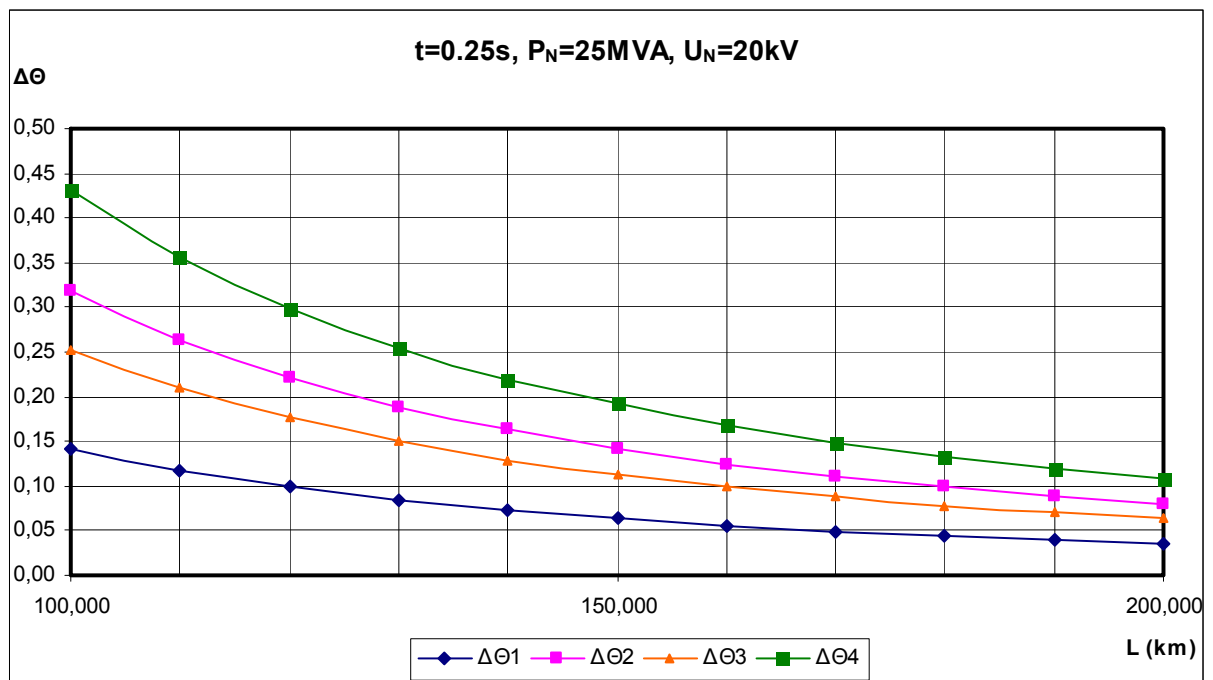
Πίνακας 3.7 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$ για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s



Σχήμα 3.5 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

$R_{M\Sigma}=0.0096 \Omega, X_{M\Sigma}=0.322 \Omega, t = 0.25 \text{ s}$											
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$	
100,000	126,800	42,200	268	149,53	52,34	149,53	0,14	0,32	0,25	0,43	
110,000	139,480	46,420	294	135,95	47,58	135,95	0,12	0,26	0,21	0,36	
120,000	152,160	50,640	321	124,63	43,62	124,63	0,10	0,22	0,18	0,30	
130,000	164,840	54,860	348	115,05	40,27	115,05	0,08	0,19	0,15	0,25	
140,000	177,520	59,080	375	106,84	37,39	106,84	0,07	0,16	0,13	0,22	
150,000	190,200	63,300	401	99,72	34,90	99,72	0,06	0,14	0,11	0,19	
160,000	202,880	67,520	428	93,49	32,72	93,49	0,06	0,12	0,10	0,17	
170,000	215,560	71,740	455	87,99	30,80	87,99	0,05	0,11	0,09	0,15	
180,000	228,240	75,960	481	83,11	29,09	83,11	0,04	0,10	0,08	0,13	
190,000	240,920	80,180	508	78,73	27,56	78,73	0,04	0,09	0,07	0,12	
200,000	253,600	84,400	535	74,80	26,18	74,80	0,04	0,08	0,06	0,11	

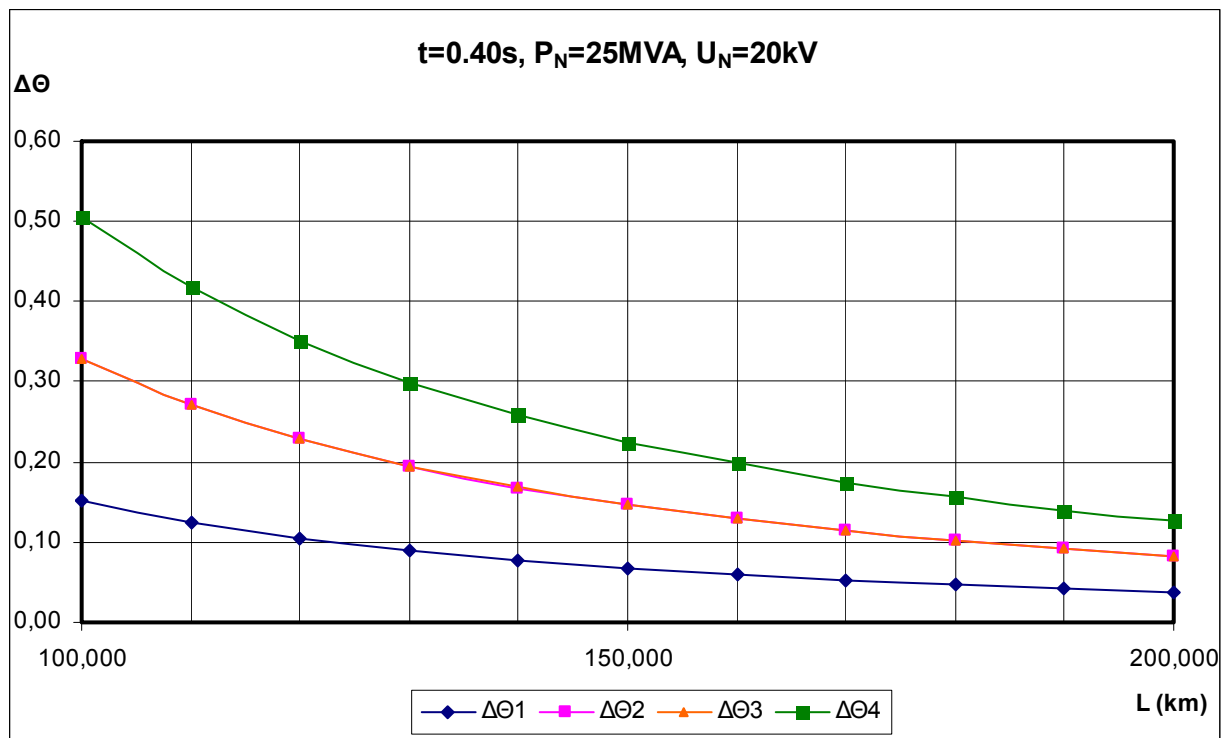
Πίνακας 3.8 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$ για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s



Σχήμα 3.6 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

R _{MΣ} =0.0096 Ω, X _{MΣ} =0.322 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	268	149,53	52,34	149,53	0,15	0,33	0,33	0,51
110,000	139,480	46,420	294	135,95	47,58	135,95	0,13	0,27	0,27	0,42
120,000	152,160	50,640	321	124,63	43,62	124,63	0,11	0,23	0,23	0,35
130,000	164,840	54,860	348	115,05	40,27	115,05	0,09	0,19	0,19	0,30
140,000	177,520	59,080	375	106,84	37,39	106,84	0,08	0,17	0,17	0,26
150,000	190,200	63,300	401	99,72	34,90	99,72	0,07	0,15	0,15	0,23
160,000	202,880	67,520	428	93,49	32,72	93,49	0,06	0,13	0,13	0,20
170,000	215,560	71,740	455	87,99	30,80	87,99	0,05	0,11	0,11	0,18
180,000	228,240	75,960	481	83,11	29,09	83,11	0,05	0,10	0,10	0,16
190,000	240,920	80,180	508	78,73	27,56	78,73	0,04	0,09	0,09	0,14
200,000	253,600	84,400	535	74,80	26,18	74,80	0,04	0,08	0,08	0,13

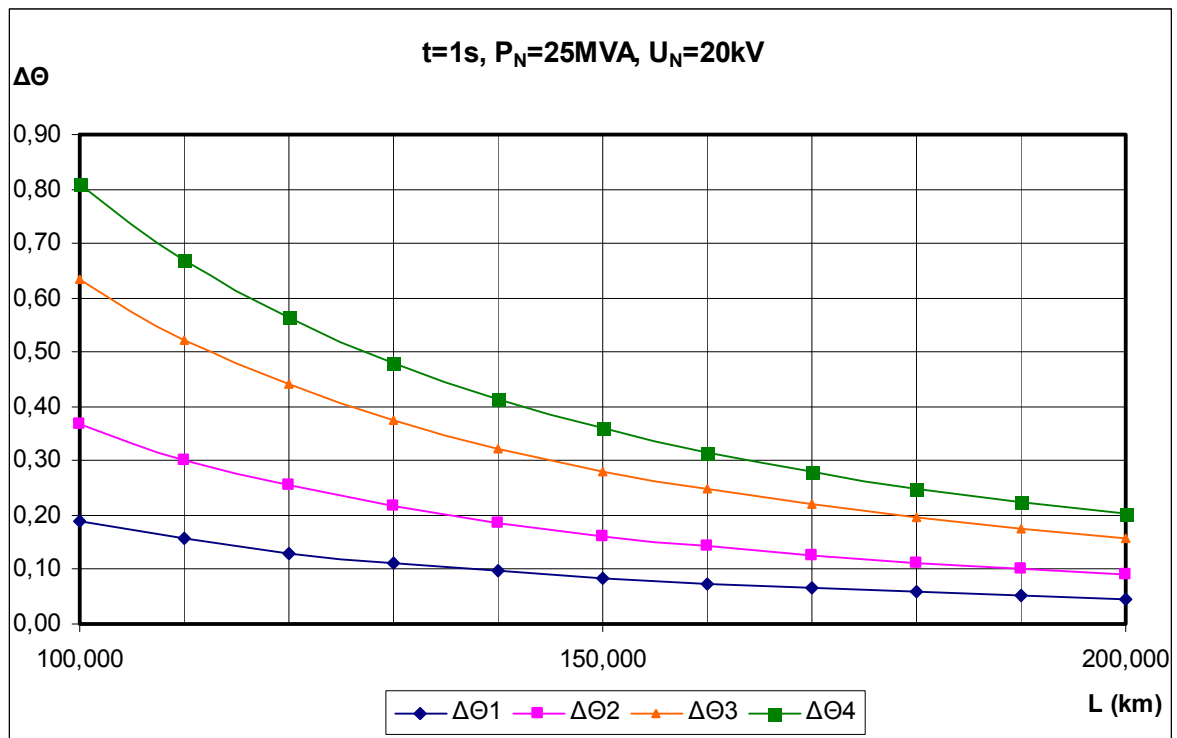
Πίνακας 3.9 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s



Σχήμα 3.7 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

R _{MΣ} =0.0096 Ω, X _{MΣ} =0.322 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	268	149,53	52,34	149,53	0,19	0,37	0,63	0,81
110,000	139,480	46,420	294	135,95	47,58	135,95	0,16	0,30	0,52	0,67
120,000	152,160	50,640	321	124,63	43,62	124,63	0,13	0,25	0,44	0,56
130,000	164,840	54,860	348	115,05	40,27	115,05	0,11	0,22	0,37	0,48
140,000	177,520	59,080	375	106,84	37,39	106,84	0,10	0,19	0,32	0,41
150,000	190,200	63,300	401	99,72	34,90	99,72	0,08	0,16	0,28	0,36
160,000	202,880	67,520	428	93,49	32,72	93,49	0,07	0,14	0,25	0,32
170,000	215,560	71,740	455	87,99	30,80	87,99	0,07	0,13	0,22	0,28
180,000	228,240	75,960	481	83,11	29,09	83,11	0,06	0,11	0,20	0,25
190,000	240,920	80,180	508	78,73	27,56	78,73	0,05	0,10	0,18	0,22
200,000	253,600	84,400	535	74,80	26,18	74,80	0,05	0,09	0,16	0,20

Πίνακας 3.10 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s



Σχήμα 3.8 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

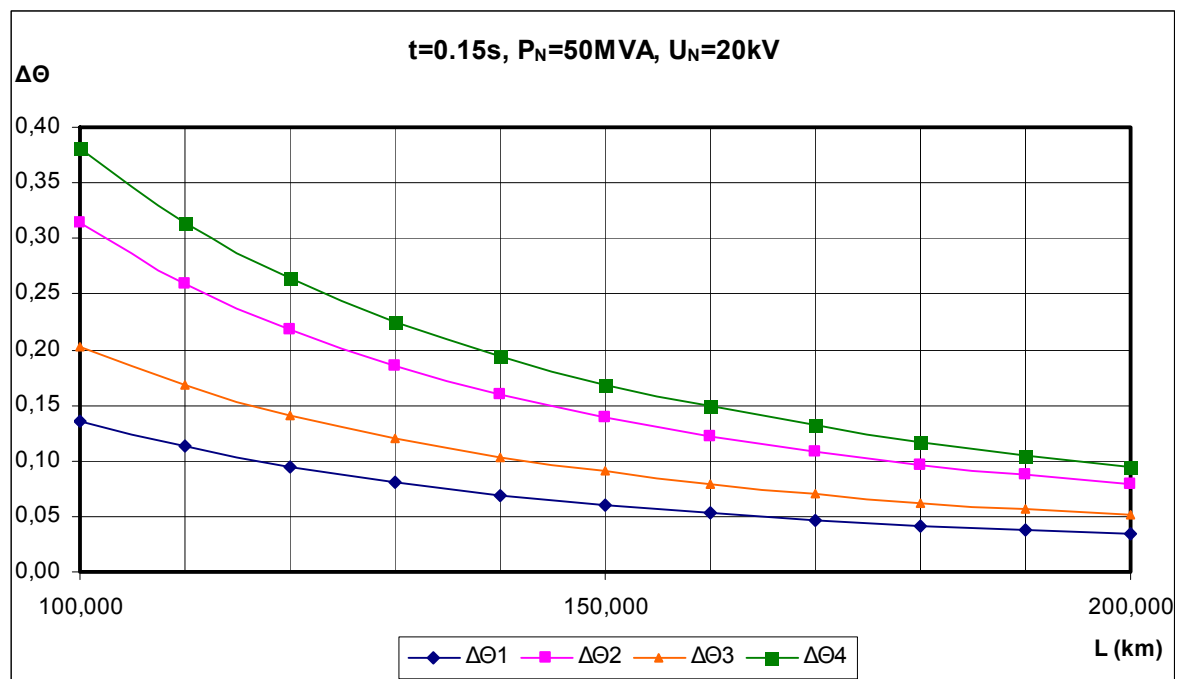
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Γ.

Σφάλμα προς γη λόγω

με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$

$R_{M\Sigma}=0.0048 \text{ } \Omega, X_{M\Sigma}=0.16 \text{ } \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho}$ (Ω)	$X_{\gamma\rho}$ (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	268	149,60	52,36	149,60	0,14	0,31	0,20	0,38
110,000	139,480	46,420	294	136,00	47,60	136,00	0,11	0,26	0,17	0,31
120,000	152,160	50,640	321	124,67	43,64	124,67	0,09	0,22	0,14	0,26
130,000	164,840	54,860	348	115,09	40,28	115,09	0,08	0,19	0,12	0,23
140,000	177,520	59,080	375	106,87	37,40	106,87	0,07	0,16	0,10	0,19
150,000	190,200	63,300	401	99,74	34,91	99,74	0,06	0,14	0,09	0,17
160,000	202,880	67,520	428	93,51	32,73	93,51	0,05	0,12	0,08	0,15
170,000	215,560	71,740	455	88,01	30,80	88,01	0,05	0,11	0,07	0,13
180,000	228,240	75,960	481	83,12	29,09	83,12	0,04	0,10	0,06	0,12
190,000	240,920	80,180	508	78,75	27,56	78,75	0,04	0,09	0,06	0,11
200,000	253,600	84,400	535	74,81	26,18	74,81	0,03	0,08	0,05	0,10

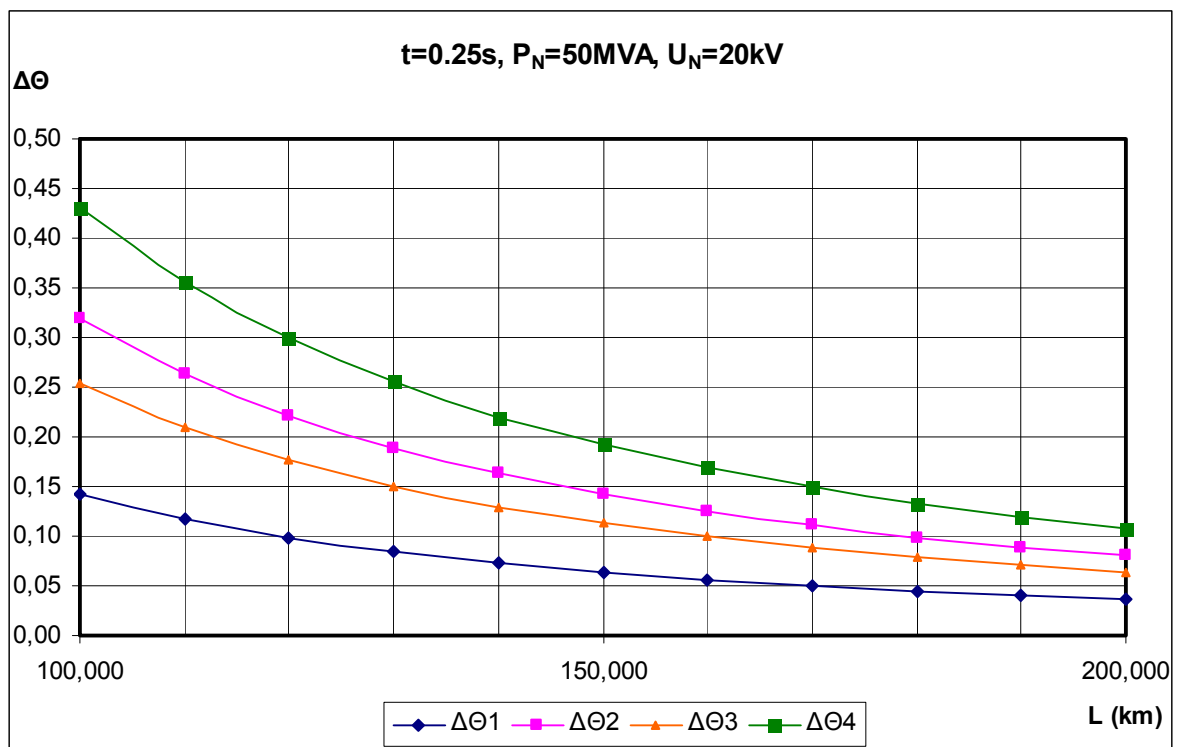
Πίνακας 3.11 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$ για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s



Σχήμα 3.9 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

$R_{M\Sigma}=0.0048 \Omega, X_{M\Sigma}=0.16 \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	268	149,60	52,36	149,60	0,14	0,32	0,25	0,43
110,000	139,480	46,420	294	136,00	47,60	136,00	0,12	0,26	0,21	0,36
120,000	152,160	50,640	321	124,67	43,64	124,67	0,10	0,22	0,18	0,30
130,000	164,840	54,860	348	115,09	40,28	115,09	0,08	0,19	0,15	0,26
140,000	177,520	59,080	375	106,87	37,40	106,87	0,07	0,16	0,13	0,22
150,000	190,200	63,300	401	99,74	34,91	99,74	0,06	0,14	0,11	0,19
160,000	202,880	67,520	428	93,51	32,73	93,51	0,06	0,12	0,10	0,17
170,000	215,560	71,740	455	88,01	30,80	88,01	0,05	0,11	0,09	0,15
180,000	228,240	75,960	481	83,12	29,09	83,12	0,04	0,10	0,08	0,13
190,000	240,920	80,180	508	78,75	27,56	78,75	0,04	0,09	0,07	0,12
200,000	253,600	84,400	535	74,81	26,18	74,81	0,04	0,08	0,06	0,11

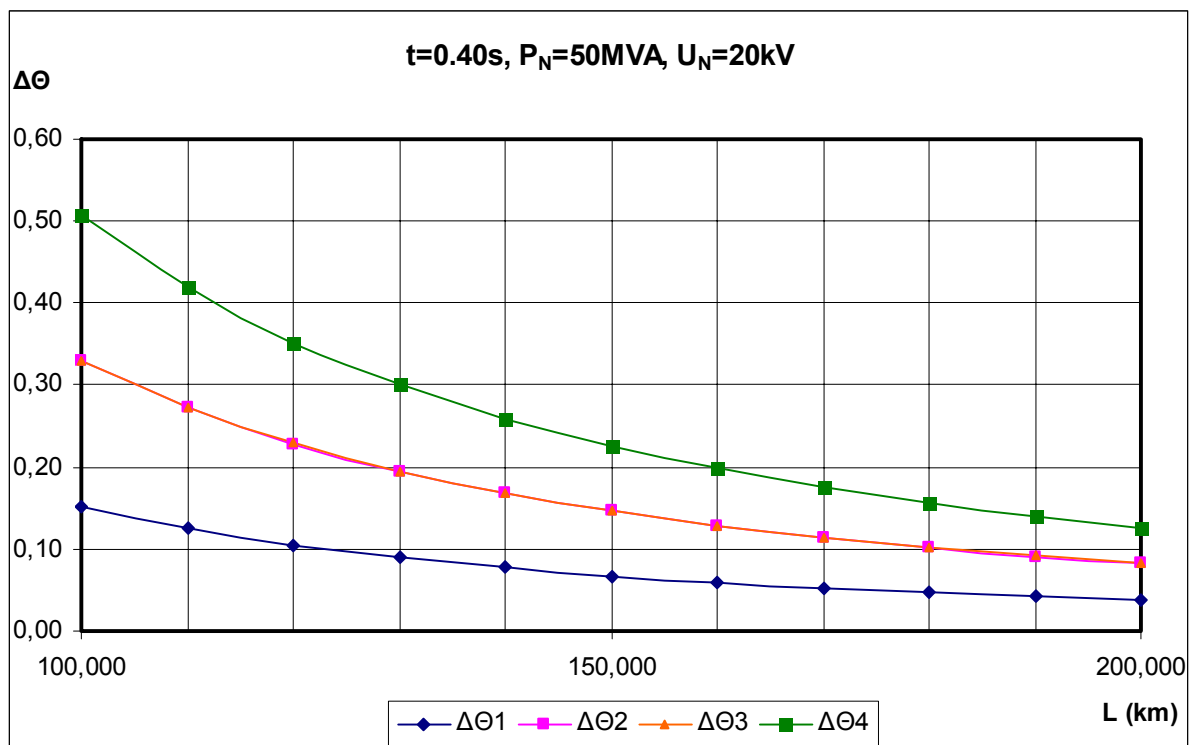
Πίνακας 3.12 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$ για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s



Σχήμα 3.10 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

R _{MΣ} =0.0048 Ω, X _{MΣ} =0.16 Ω, t = 0.4 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	I d2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	268	149,60	52,36	149,60	0,15	0,33	0,33	0,51
110,000	139,480	46,420	294	136,00	47,60	136,00	0,13	0,27	0,27	0,42
120,000	152,160	50,640	321	124,67	43,64	124,67	0,11	0,23	0,23	0,35
130,000	164,840	54,860	348	115,09	40,28	115,09	0,09	0,19	0,20	0,30
140,000	177,520	59,080	375	106,87	37,40	106,87	0,08	0,17	0,17	0,26
150,000	190,200	63,300	401	99,74	34,91	99,74	0,07	0,15	0,15	0,23
160,000	202,880	67,520	428	93,51	32,73	93,51	0,06	0,13	0,13	0,20
170,000	215,560	71,740	455	88,01	30,80	88,01	0,05	0,11	0,11	0,18
180,000	228,240	75,960	481	83,12	29,09	83,12	0,05	0,10	0,10	0,16
190,000	240,920	80,180	508	78,75	27,56	78,75	0,04	0,09	0,09	0,14
200,000	253,600	84,400	535	74,81	26,18	74,81	0,04	0,08	0,08	0,13

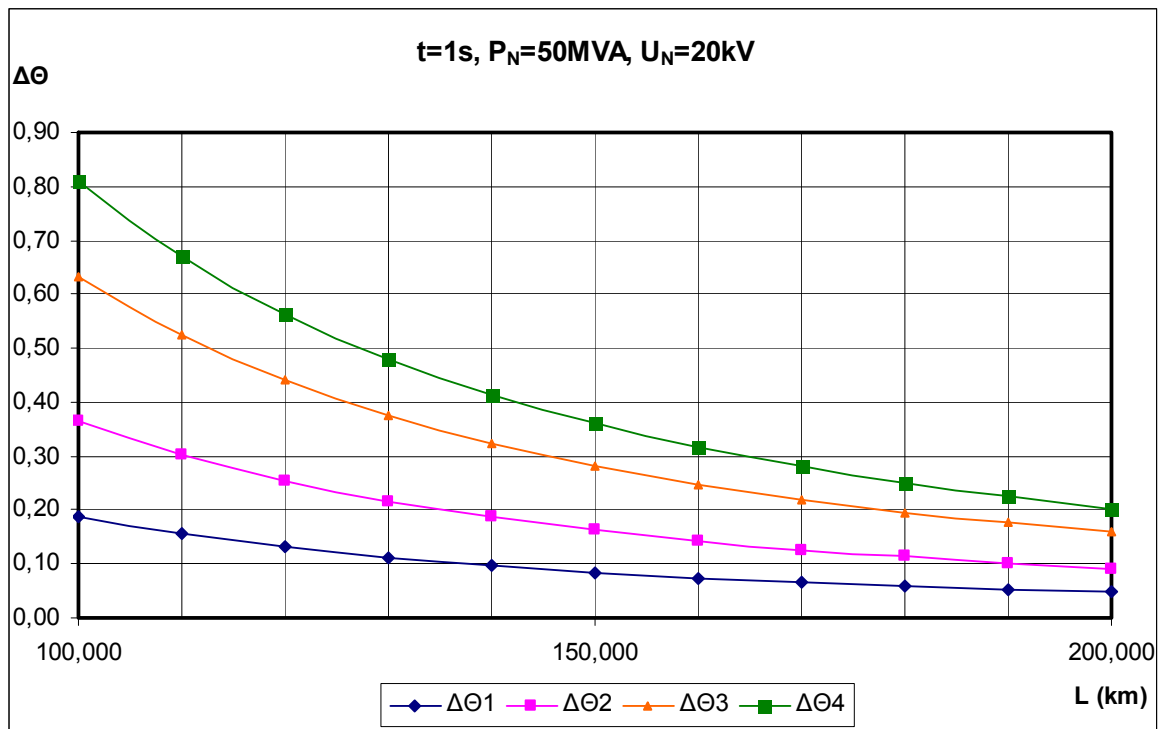
Πίνακας 3.13 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s



Σχήμα 3.11 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

R _{MΣ} =0.0048 Ω, X _{MΣ} =0.16 Ω, t = 1s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	268	149,60	52,36	149,60	0,19	0,37	0,63	0,81
110,000	139,480	46,420	294	136,00	47,60	136,00	0,16	0,30	0,52	0,67
120,000	152,160	50,640	321	124,67	43,64	124,67	0,13	0,25	0,44	0,56
130,000	164,840	54,860	348	115,09	40,28	115,09	0,11	0,22	0,38	0,48
140,000	177,520	59,080	375	106,87	37,40	106,87	0,10	0,19	0,32	0,41
150,000	190,200	63,300	401	99,74	34,91	99,74	0,08	0,16	0,28	0,36
160,000	202,880	67,520	428	93,51	32,73	93,51	0,07	0,14	0,25	0,32
170,000	215,560	71,740	455	88,01	30,80	88,01	0,07	0,13	0,22	0,28
180,000	228,240	75,960	481	83,12	29,09	83,12	0,06	0,11	0,20	0,25
190,000	240,920	80,180	508	78,75	27,56	78,75	0,05	0,10	0,18	0,22
200,000	253,600	84,400	535	74,81	26,18	74,81	0,05	0,09	0,16	0,20

Πίνακας 3.14 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s



Σχήμα 3.12 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

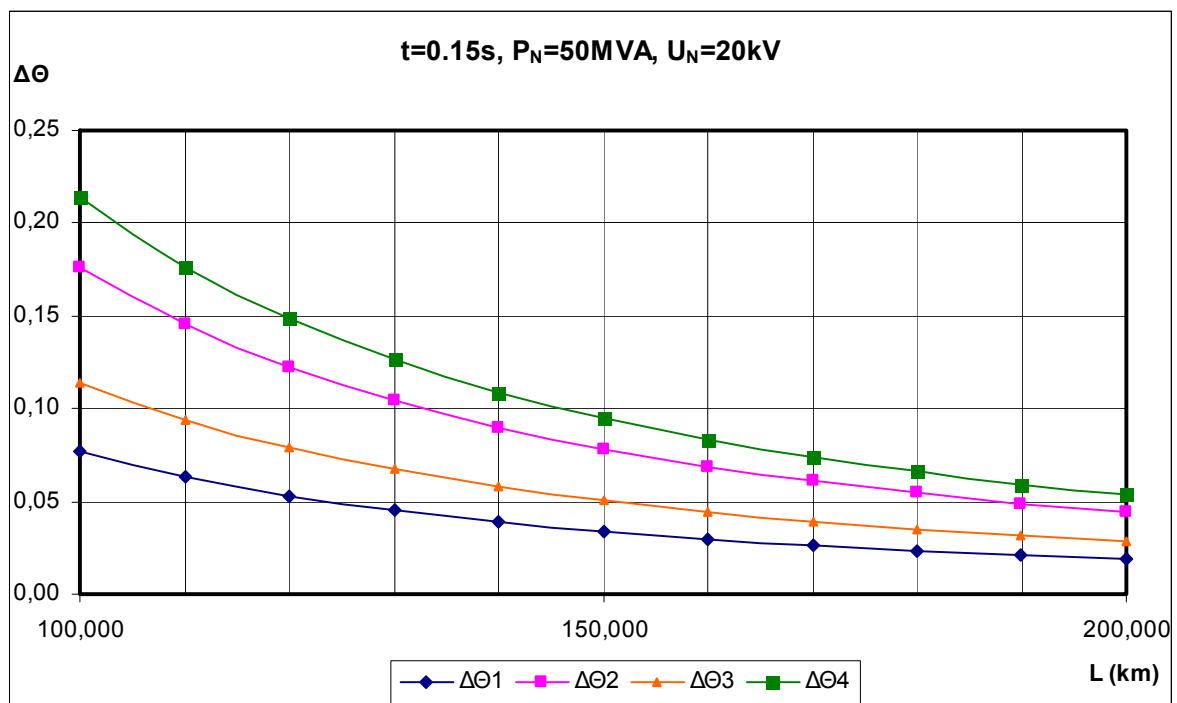
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Δ.

Σφάλμα προς γη λόγω

με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$

$R_{M\Sigma}=0.009 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.3 \ \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	268	112,16	39,25	112,16	0,08	0,18	0,11	0,21
110,000	139,480	46,420	294	101,97	35,69	101,97	0,06	0,15	0,09	0,18
120,000	152,160	50,640	321	93,48	32,72	93,48	0,05	0,12	0,08	0,15
130,000	164,840	54,860	348	86,29	30,20	86,29	0,05	0,10	0,07	0,13
140,000	177,520	59,080	375	80,13	28,05	80,13	0,04	0,09	0,06	0,11
150,000	190,200	63,300	401	74,79	26,18	74,79	0,03	0,08	0,05	0,10
160,000	202,880	67,520	428	70,12	24,54	70,12	0,03	0,07	0,04	0,08
170,000	215,560	71,740	455	66,00	23,10	66,00	0,03	0,06	0,04	0,07
180,000	228,240	75,960	481	62,33	21,82	62,33	0,02	0,05	0,04	0,07
190,000	240,920	80,180	508	59,05	20,67	59,05	0,02	0,05	0,03	0,06
200,000	253,600	84,400	535	56,10	19,64	56,10	0,02	0,04	0,03	0,05

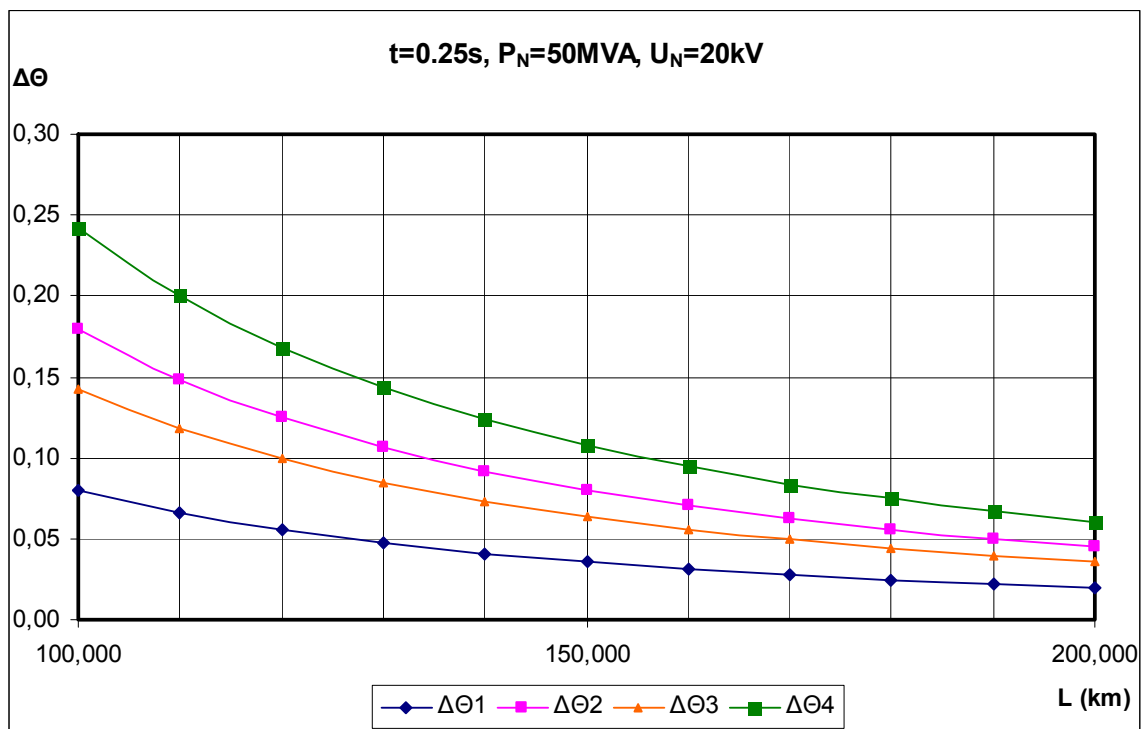
Πίνακας 3.15 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$ για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s



Σχήμα 3.13 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

$R_{M\Sigma}=0.009 \Omega, X_{M\Sigma}=0.3 \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	I d2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	268	112,16	39,25	112,16	0,08	0,18	0,14	0,24
110,000	139,480	46,420	294	101,97	35,69	101,97	0,07	0,15	0,12	0,20
120,000	152,160	50,640	321	93,48	32,72	93,48	0,06	0,12	0,10	0,17
130,000	164,840	54,860	348	86,29	30,20	86,29	0,05	0,11	0,08	0,14
140,000	177,520	59,080	375	80,13	28,05	80,13	0,04	0,09	0,07	0,12
150,000	190,200	63,300	401	74,79	26,18	74,79	0,04	0,08	0,06	0,11
160,000	202,880	67,520	428	70,12	24,54	70,12	0,03	0,07	0,06	0,09
170,000	215,560	71,740	455	66,00	23,10	66,00	0,03	0,06	0,05	0,08
180,000	228,240	75,960	481	62,33	21,82	62,33	0,02	0,06	0,04	0,07
190,000	240,920	80,180	508	59,05	20,67	59,05	0,02	0,05	0,04	0,07
200,000	253,600	84,400	535	56,10	19,64	56,10	0,02	0,04	0,04	0,06

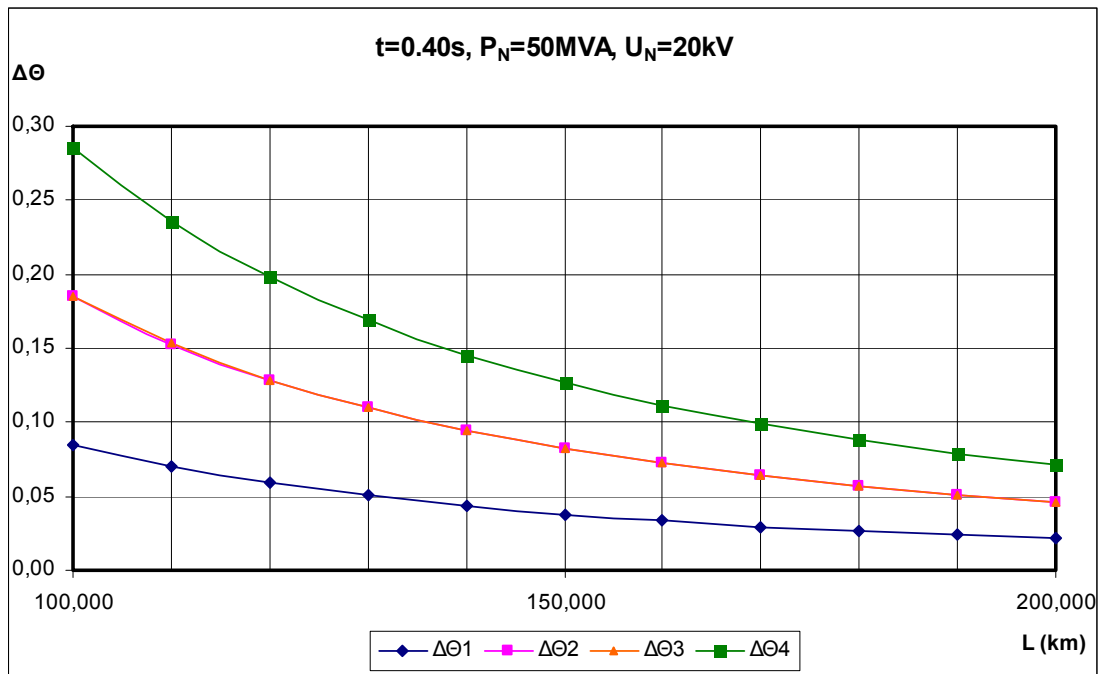
Πίνακας 3.16 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$ για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s



Σχήμα 3.14 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

R _{MΣ} =0.009 Ω, X _{MΣ} =0.3 Ω, t = 0.4 s											
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4	
100,000	126,800	42,200	268	112,16	39,25	112,16	0,09	0,19	0,19	0,29	
110,000	139,480	46,420	294	101,97	35,69	101,97	0,07	0,15	0,15	0,24	
120,000	152,160	50,640	321	93,48	32,72	93,48	0,06	0,13	0,13	0,20	
130,000	164,840	54,860	348	86,29	30,20	86,29	0,05	0,11	0,11	0,17	
140,000	177,520	59,080	375	80,13	28,05	80,13	0,04	0,09	0,09	0,15	
150,000	190,200	63,300	401	74,79	26,18	74,79	0,04	0,08	0,08	0,13	
160,000	202,880	67,520	428	70,12	24,54	70,12	0,03	0,07	0,07	0,11	
170,000	215,560	71,740	455	66,00	23,10	66,00	0,03	0,06	0,06	0,10	
180,000	228,240	75,960	481	62,33	21,82	62,33	0,03	0,06	0,06	0,09	
190,000	240,920	80,180	508	59,05	20,67	59,05	0,02	0,05	0,05	0,08	
200,000	253,600	84,400	535	56,10	19,64	56,10	0,02	0,05	0,05	0,07	

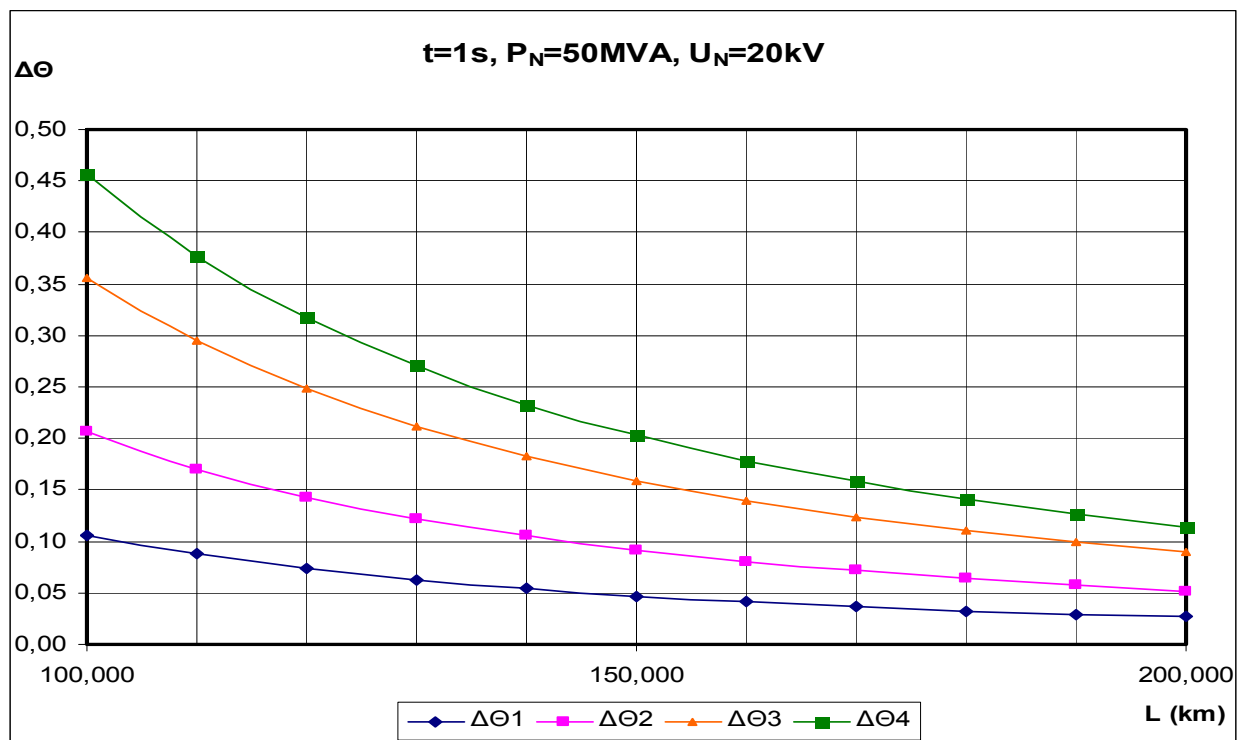
Πίνακας 3.17 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s



Σχήμα 3.15 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

R _{MΣ} =0.009 Ω, X _{MΣ} =0.3 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	I d2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	268	112,16	39,25	112,16	0,11	0,21	0,36	0,46
110,000	139,480	46,420	294	101,97	35,69	101,97	0,09	0,17	0,29	0,38
120,000	152,160	50,640	321	93,48	32,72	93,48	0,07	0,14	0,25	0,32
130,000	164,840	54,860	348	86,29	30,20	86,29	0,06	0,12	0,21	0,27
140,000	177,520	59,080	375	80,13	28,05	80,13	0,05	0,11	0,18	0,23
150,000	190,200	63,300	401	74,79	26,18	74,79	0,05	0,09	0,16	0,20
160,000	202,880	67,520	428	70,12	24,54	70,12	0,04	0,08	0,14	0,18
170,000	215,560	71,740	455	66,00	23,10	66,00	0,04	0,07	0,12	0,16
180,000	228,240	75,960	481	62,33	21,82	62,33	0,03	0,06	0,11	0,14
190,000	240,920	80,180	508	59,05	20,67	59,05	0,03	0,06	0,10	0,13
200,000	253,600	84,400	535	56,10	19,64	56,10	0,03	0,05	0,09	0,11

Πίνακας 3.18 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s



Σχήμα 3.16 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

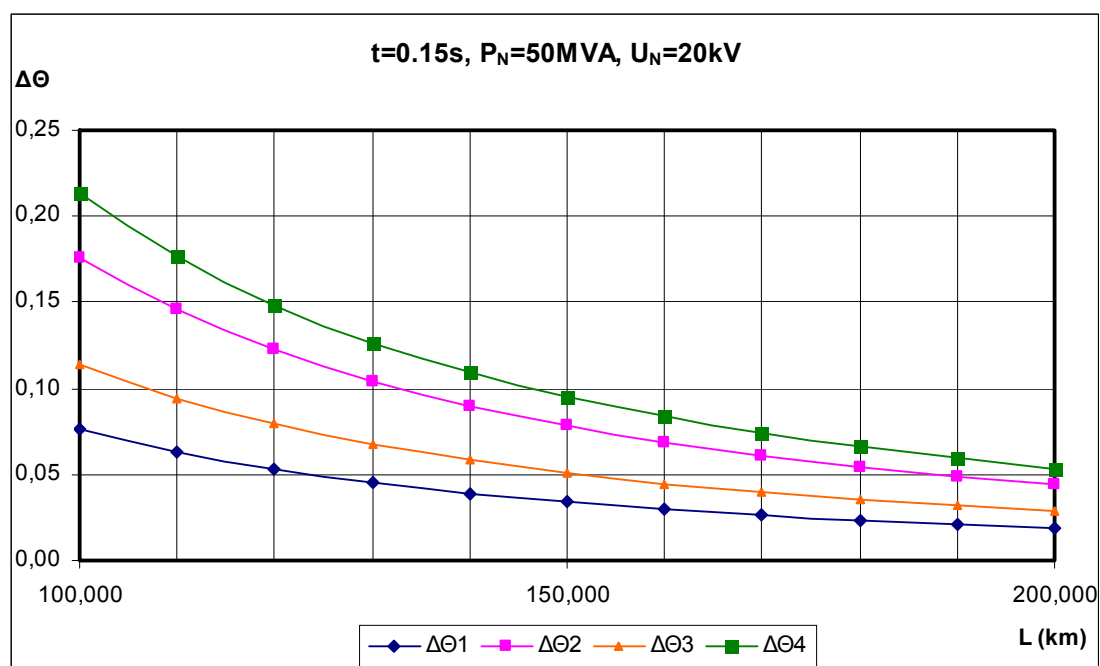
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Ε.

Σφάλμα προς γη λόγω

με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ Kv}$

$R_{M\Sigma}=0.0054 \Omega, X_{M\Sigma}=0.18 \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	268	112,19	39,27	112,19	0,08	0,18	0,11	0,21
110,000	139,480	46,420	294	102,00	35,70	102,00	0,06	0,15	0,09	0,18
120,000	152,160	50,640	321	93,50	32,73	93,50	0,05	0,12	0,08	0,15
130,000	164,840	54,860	348	86,31	30,21	86,31	0,05	0,10	0,07	0,13
140,000	177,520	59,080	375	80,15	28,05	80,15	0,04	0,09	0,06	0,11
150,000	190,200	63,300	401	74,81	26,18	74,81	0,03	0,08	0,05	0,10
160,000	202,880	67,520	428	70,13	24,55	70,13	0,03	0,07	0,04	0,08
170,000	215,560	71,740	455	66,01	23,10	66,01	0,03	0,06	0,04	0,07
180,000	228,240	75,960	481	62,34	21,82	62,34	0,02	0,05	0,04	0,07
190,000	240,920	80,180	508	59,06	20,67	59,06	0,02	0,05	0,03	0,06
200,000	253,600	84,400	535	56,11	19,64	56,11	0,02	0,04	0,03	0,05

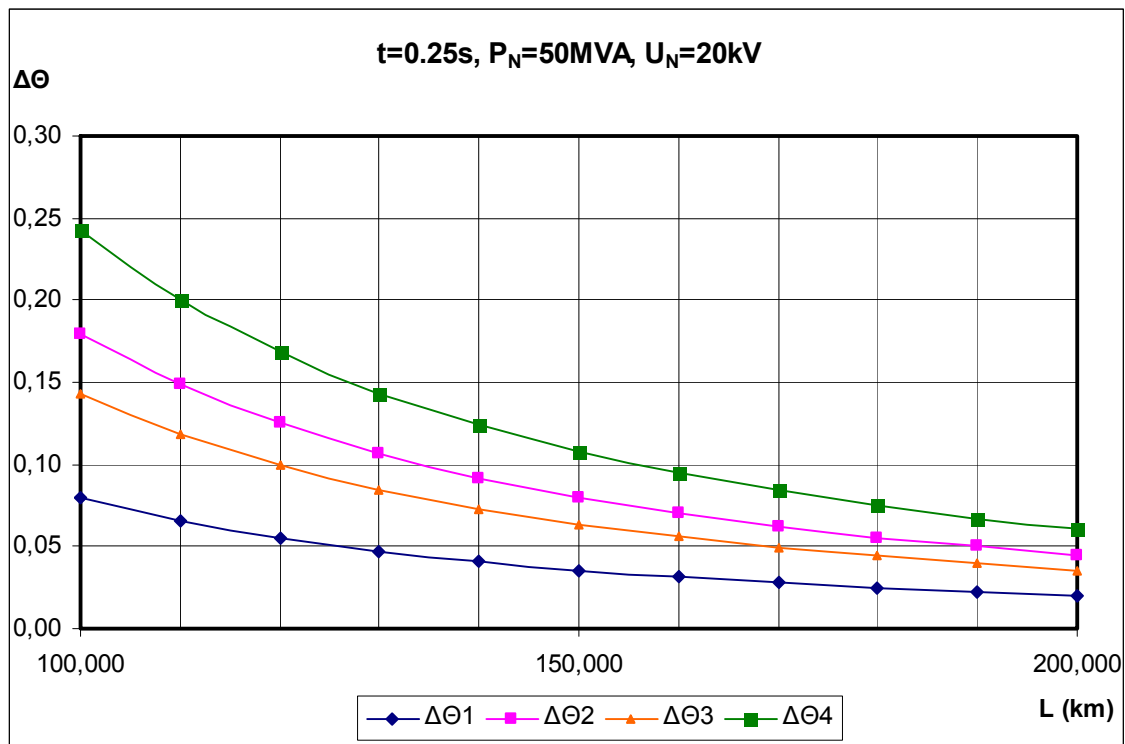
Πίνακας 3.19 Το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$ για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s



Σχήμα 3.17 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

R _{MΣ} =0.0054 Ω, X _{MΣ} =0.18 Ω, t = 0.25 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	268	112,19	39,27	112,19	0,08	0,18	0,14	0,24
110,000	139,480	46,420	294	102,00	35,70	102,00	0,07	0,15	0,12	0,20
120,000	152,160	50,640	321	93,50	32,73	93,50	0,06	0,12	0,10	0,17
130,000	164,840	54,860	348	86,31	30,21	86,31	0,05	0,11	0,08	0,14
140,000	177,520	59,080	375	80,15	28,05	80,15	0,04	0,09	0,07	0,12
150,000	190,200	63,300	401	74,81	26,18	74,81	0,04	0,08	0,06	0,11
160,000	202,880	67,520	428	70,13	24,55	70,13	0,03	0,07	0,06	0,09
170,000	215,560	71,740	455	66,01	23,10	66,01	0,03	0,06	0,05	0,08
180,000	228,240	75,960	481	62,34	21,82	62,34	0,02	0,06	0,04	0,07
190,000	240,920	80,180	508	59,06	20,67	59,06	0,02	0,05	0,04	0,07
200,000	253,600	84,400	535	56,11	19,64	56,11	0,02	0,04	0,04	0,06

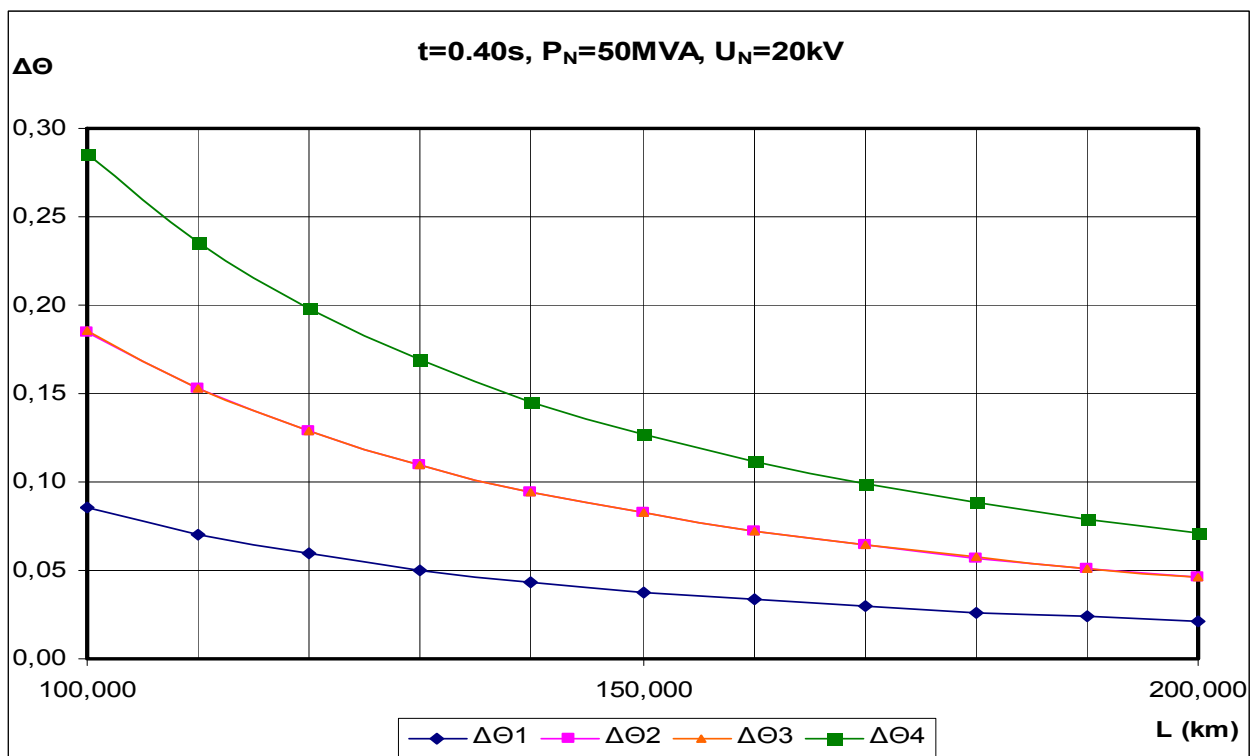
Πίνακας 3.20 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s



Σχήμα 3.18 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

R _{MΣ} =0.0054 Ω, X _{MΣ} =0.18 Ω, t = 0.4 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	I d2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	268	112,19	39,27	112,19	0,09	0,19	0,19	0,29
110,000	139,480	46,420	294	102,00	35,70	102,00	0,07	0,15	0,15	0,24
120,000	152,160	50,640	321	93,50	32,73	93,50	0,06	0,13	0,13	0,20
130,000	164,840	54,860	348	86,31	30,21	86,31	0,05	0,11	0,11	0,17
140,000	177,520	59,080	375	80,15	28,05	80,15	0,04	0,09	0,09	0,15
150,000	190,200	63,300	401	74,81	26,18	74,81	0,04	0,08	0,08	0,13
160,000	202,880	67,520	428	70,13	24,55	70,13	0,03	0,07	0,07	0,11
170,000	215,560	71,740	455	66,01	23,10	66,01	0,03	0,06	0,06	0,10
180,000	228,240	75,960	481	62,34	21,82	62,34	0,03	0,06	0,06	0,09
190,000	240,920	80,180	508	59,06	20,67	59,06	0,02	0,05	0,05	0,08
200,000	253,600	84,400	535	56,11	19,64	56,11	0,02	0,05	0,05	0,07

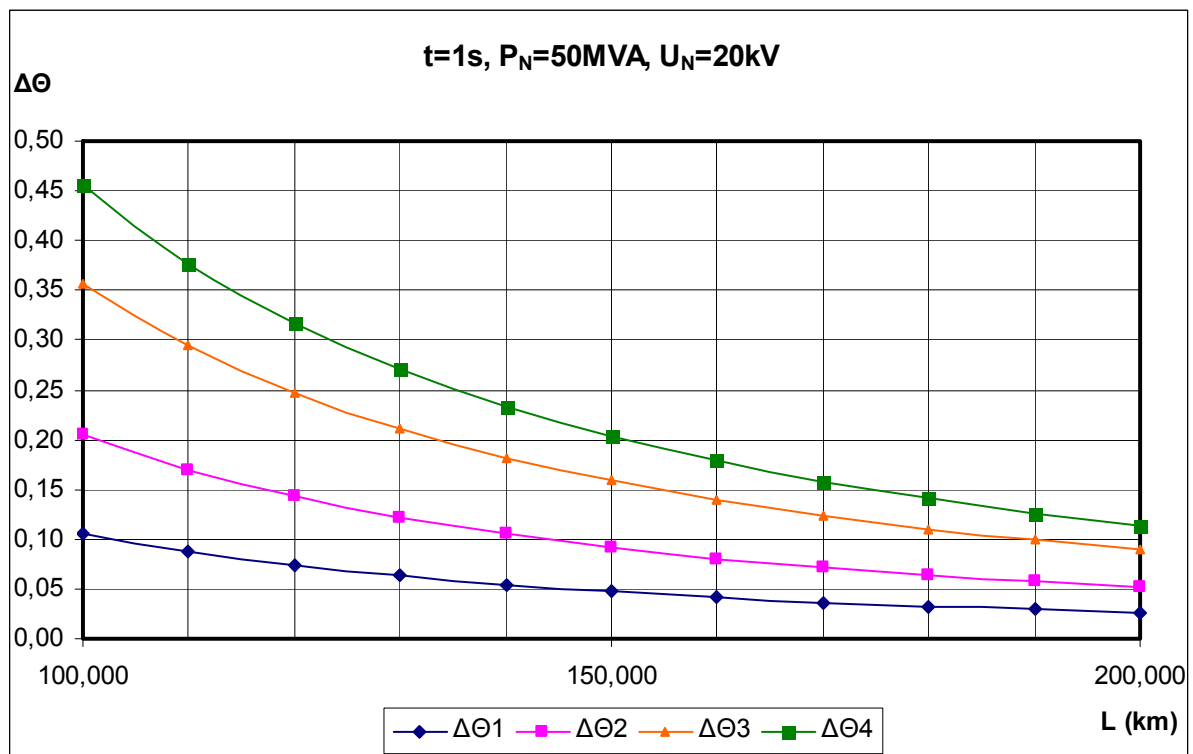
Πίνακας 3.21 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s



Σχήμα 3.19 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

$R_{M\Sigma}=0.0054 \Omega, X_{M\Sigma}=0.18 \Omega, t = 1 \text{ s}$											
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$	
100,000	126,800	42,200	268	112,19	39,27	112,19	0,11	0,21	0,36	0,46	
110,000	139,480	46,420	294	102,00	35,70	102,00	0,09	0,17	0,29	0,38	
120,000	152,160	50,640	321	93,50	32,73	93,50	0,07	0,14	0,25	0,32	
130,000	164,840	54,860	348	86,31	30,21	86,31	0,06	0,12	0,21	0,27	
140,000	177,520	59,080	375	80,15	28,05	80,15	0,05	0,11	0,18	0,23	
150,000	190,200	63,300	401	74,81	26,18	74,81	0,05	0,09	0,16	0,20	
160,000	202,880	67,520	428	70,13	24,55	70,13	0,04	0,08	0,14	0,18	
170,000	215,560	71,740	455	66,01	23,10	66,01	0,04	0,07	0,12	0,16	
180,000	228,240	75,960	481	62,34	21,82	62,34	0,03	0,06	0,11	0,14	
190,000	240,920	80,180	508	59,06	20,67	59,06	0,03	0,06	0,10	0,13	
200,000	253,600	84,400	535	56,11	19,64	56,11	0,03	0,05	0,09	0,11	

Πίνακας 3.22 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$ για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s



Σχήμα 3.20 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

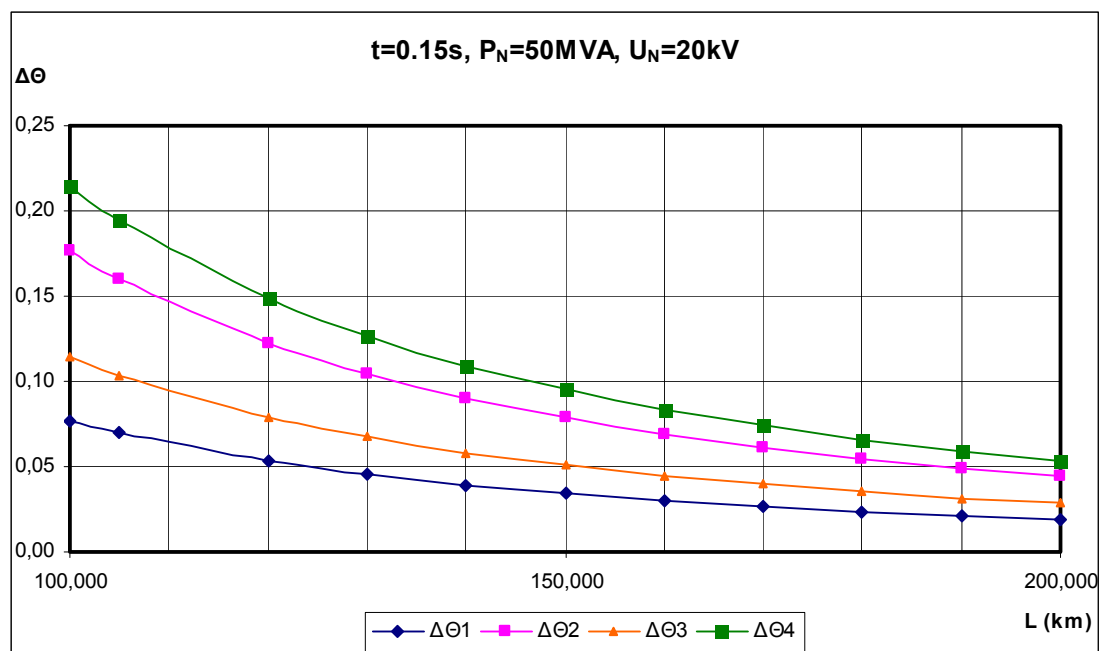
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Στ.

Σφάλμα προς γη λόγω

με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$

$R_{M\Sigma}=0.0027 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.09 \ \Omega, t=0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	267	112,22	39,28	112,22	0,02	0,04	0,03	0,05
110,000	139,480	46,420	294	106,88	37,41	106,88	0,02	0,04	0,02	0,04
120,000	152,160	50,640	321	93,52	32,73	93,52	0,01	0,03	0,02	0,04
130,000	164,840	54,860	348	86,33	30,21	86,33	0,01	0,03	0,02	0,03
140,000	177,520	59,080	374	80,16	28,06	80,16	0,01	0,02	0,01	0,03
150,000	190,200	63,300	401	74,82	26,19	74,82	0,01	0,02	0,01	0,02
160,000	202,880	67,520	428	70,14	24,55	70,14	0,01	0,02	0,01	0,02
170,000	215,560	71,740	454	66,02	23,11	66,02	0,01	0,02	0,01	0,02
180,000	228,240	75,960	481	62,35	21,82	62,35	0,01	0,01	0,01	0,02
190,000	240,920	80,180	508	59,07	20,67	59,07	0,01	0,01	0,01	0,01
200,000	253,600	84,400	535	56,12	19,64	28,06	0,00	0,01	0,01	0,01

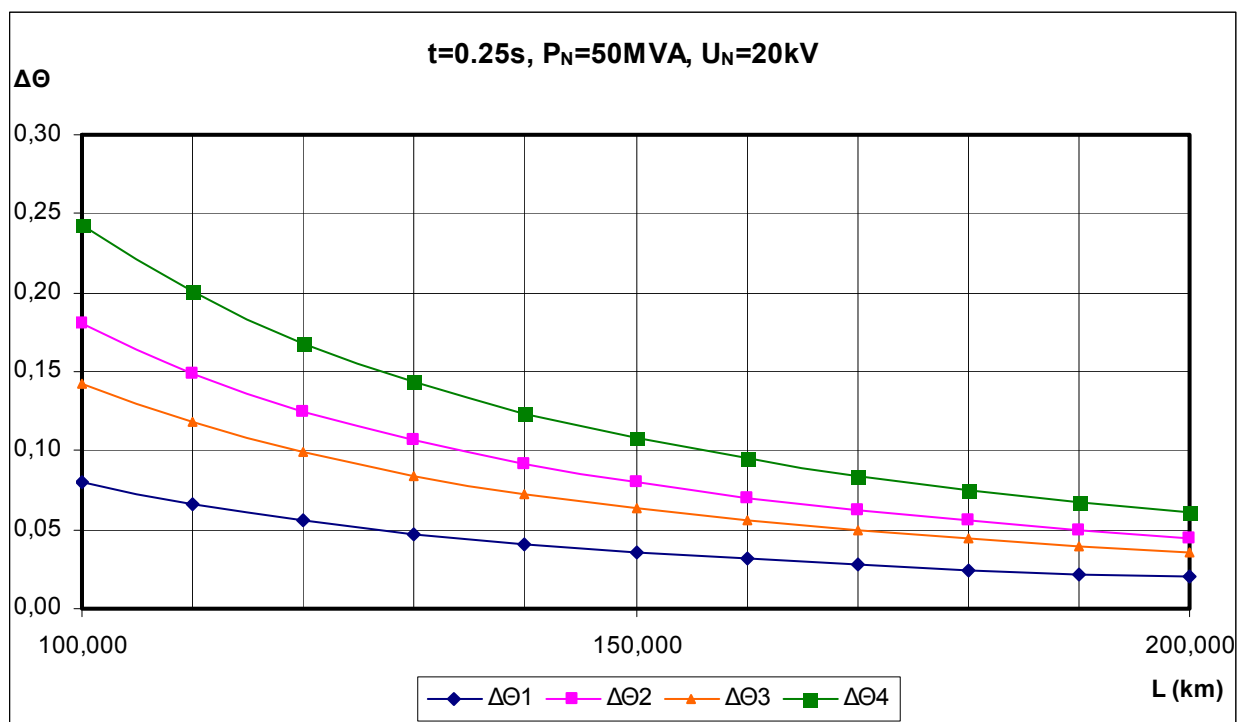
Πίνακας 3.23 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$ για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s



Σχήμα 3.21 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

R _{MΣ} =0.0027 Ω, X _{MΣ} =0.09 Ω, t= 0.25 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	267	112,22	39,28	112,22	0,02	0,04	0,04	0,06
110,000	139,480	46,420	294	106,88	37,41	106,88	0,02	0,04	0,03	0,05
120,000	152,160	50,640	321	93,52	32,73	93,52	0,01	0,03	0,02	0,04
130,000	164,840	54,860	348	86,33	30,21	86,33	0,01	0,03	0,02	0,04
140,000	177,520	59,080	374	80,16	28,06	80,16	0,01	0,02	0,02	0,03
150,000	190,200	63,300	401	74,82	26,19	74,82	0,01	0,02	0,02	0,03
160,000	202,880	67,520	428	70,14	24,55	70,14	0,01	0,02	0,01	0,02
170,000	215,560	71,740	454	66,02	23,11	66,02	0,01	0,02	0,01	0,02
180,000	228,240	75,960	481	62,35	21,82	62,35	0,01	0,01	0,01	0,02
190,000	240,920	80,180	508	59,07	20,67	59,07	0,01	0,01	0,01	0,02
200,000	253,600	84,400	535	56,12	19,64	56,12	0,01	0,01	0,01	0,02

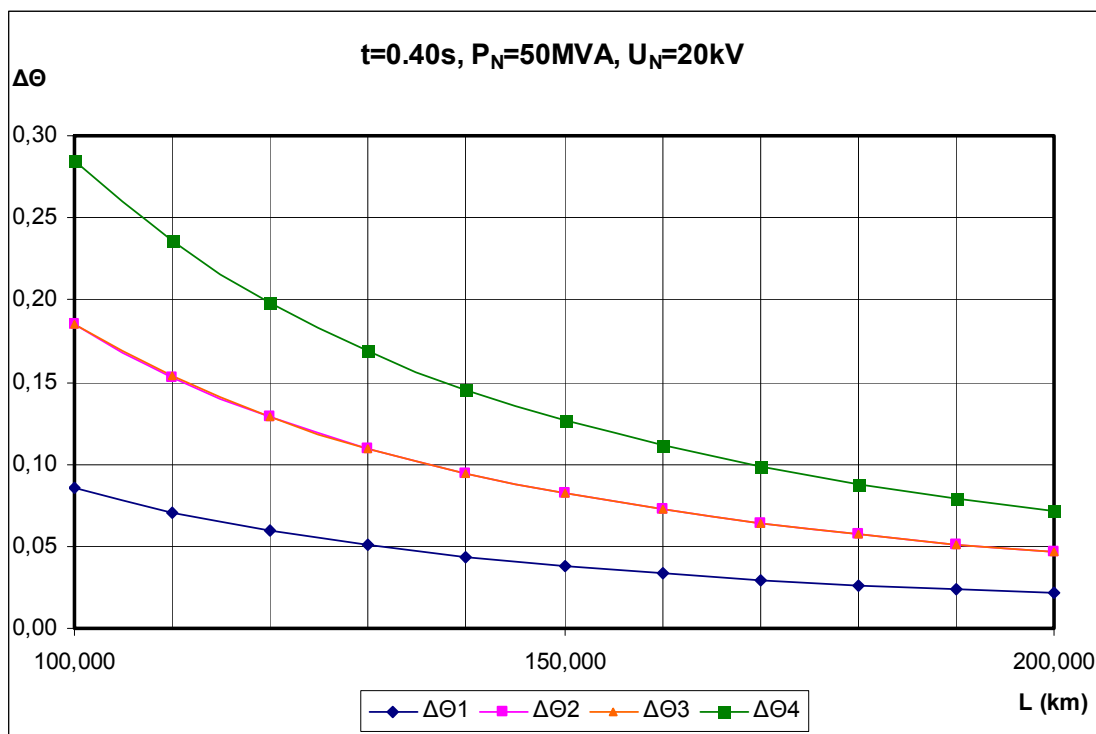
Πίνακας 3.24 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s



Σχήμα 3.22 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

R _{MΣ} =0.0027 Ω, X _{MΣ} =0.09 Ω, t = 0.4 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	267	112,22	39,28	112,22	0,09	0,19	0,19	0,29
110,000	139,480	46,420	294	106,88	37,41	106,88	0,07	0,15	0,15	0,24
120,000	152,160	50,640	321	93,52	32,73	93,52	0,06	0,13	0,13	0,20
130,000	164,840	54,860	348	86,33	30,21	86,33	0,05	0,11	0,11	0,17
140,000	177,520	59,080	374	80,16	28,06	80,16	0,04	0,09	0,09	0,15
150,000	190,200	63,300	401	74,82	26,19	74,82	0,04	0,08	0,08	0,13
160,000	202,880	67,520	428	70,14	24,55	70,14	0,03	0,07	0,07	0,11
170,000	215,560	71,740	454	66,02	23,11	66,02	0,03	0,06	0,06	0,10
180,000	228,240	75,960	481	62,35	21,82	62,35	0,03	0,06	0,06	0,09
190,000	240,920	80,180	508	59,07	20,67	59,07	0,02	0,05	0,05	0,08
200,000	253,600	84,400	535	56,12	19,64	56,12	0,02	0,05	0,05	0,07

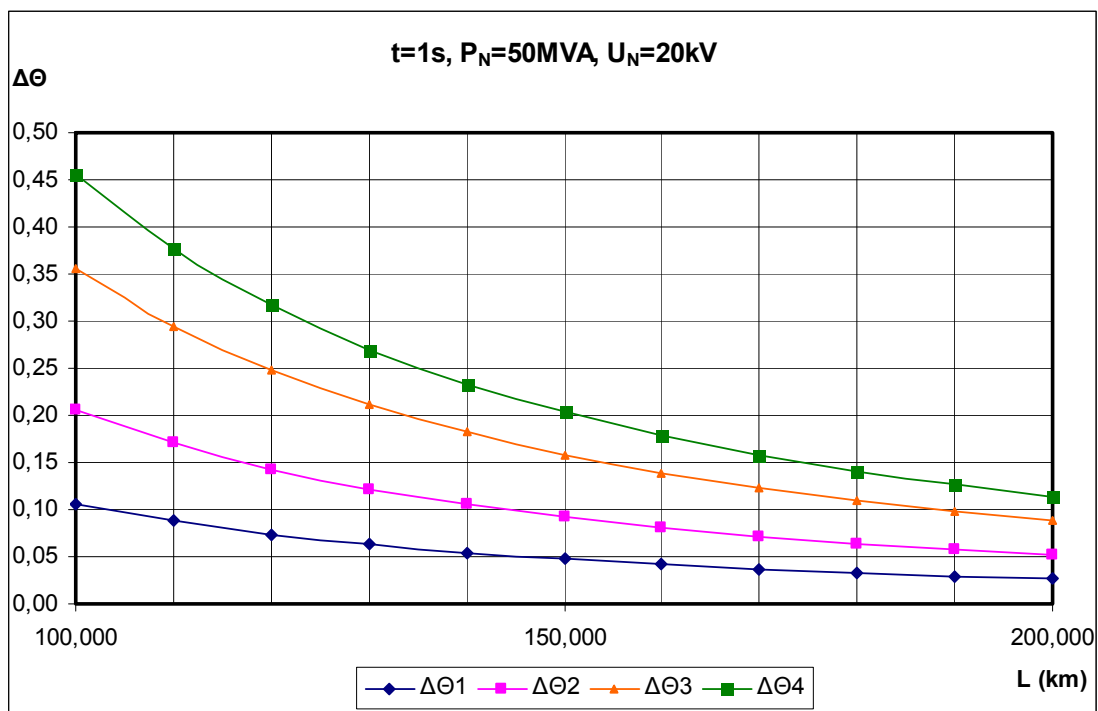
Πίνακας 3.25 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s



Σχήμα 3.23 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

R _{MΣ} =0.0027 Ω, X _{MΣ} =0.09 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	267	112,22	39,28	112,22	0,11	0,21	0,36	0,46
110,000	139,480	46,420	294	106,88	37,41	106,88	0,09	0,17	0,29	0,38
120,000	152,160	50,640	321	93,52	32,73	93,52	0,07	0,14	0,25	0,32
130,000	164,840	54,860	348	86,33	30,21	86,33	0,06	0,12	0,21	0,27
140,000	177,520	59,080	374	80,16	28,06	80,16	0,05	0,11	0,18	0,23
150,000	190,200	63,300	401	74,82	26,19	74,82	0,05	0,09	0,16	0,20
160,000	202,880	67,520	428	70,14	24,55	70,14	0,04	0,08	0,14	0,18
170,000	215,560	71,740	454	66,02	23,11	66,02	0,04	0,07	0,12	0,16
180,000	228,240	75,960	481	62,35	21,82	62,35	0,03	0,06	0,11	0,14
190,000	240,920	80,180	508	59,07	20,67	59,07	0,03	0,06	0,10	0,13
200,000	253,600	84,400	535	56,12	19,64	56,12	0,03	0,05	0,09	0,11

Πίνακας 3.26 Το μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης και η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s



Σχήμα 3.24 Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αγωγό εξαιτίας του βραχυκυκλώματος, ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, το μέγεθος του μετασχηματιστή μεταφοράς και της διάρκειας του βραχυκυκλώματος

Όπως φαίνεται από τους παραπάνω πίνακες και από τα γραφήματα τα οποία παρατίθενται η αύξηση της θερμοκρασίας πάνω στην γραμμή του δικτύου μεταφοράς είναι αμελητέα. Επιπλέον ακόμα και οι τιμές του ρεύματος γραμμής που προκύπτουν από τους υπολογισμούς είναι κατά πολύ χαμηλότερες του ονομαστικού ρεύματος της γραμμής και επομένως δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα θερμικής υπερφόρτισης της γραμμής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΔΙΦΑΣΙΚΟ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ ΣΤΗ ΓΗ ΛΟΓΩ ΑΠΟΚΟΠΗΣ ΔΥΟ ΑΓΩΓΩΝ ACSR 16mm²

4.1. Οι επιπτώσεις στους αγωγούς

Στο κεφάλαιο αυτό ερευνούμε τις επιπτώσεις ενός διφασικού βραχυκυκλώματος το οποίο εκδηλώνεται όταν δύο αγωγοί αποκοπούν και πέσουν στο έδαφος. Στην περίπτωση αυτή εμφανίζεται ένα ρεύμα βραχυκύκλωσης το οποίο έχει όμοια χαρακτηριστικά με τα όσα αναφέρθηκαν το κεφάλαιο 3, με μόνη διαφορά ότι στη συνολική αντίσταση προστίθεται και η αντίσταση η οποία εμφανίζει το έδαφος.

Σχετικά με την αντίσταση που εμφανίζει η γη, παρατηρούνται οι τιμές οι οποίες παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ Ω/M ³
Πετρώδες έδαφος	3000
Στεγνή άμμος ή χαλίκι	1000
Υγρό χαλίκι	500
Υγρή άμμος	200
Χώμα αγρού	100
Βαλτώδες έδαφος	30

Πίνακας 4.1 Η αντίστας του εδάφους ανάλογα με το είδος της γης

Στην παρούσα εργασία εξετάζουμε τις παρακάτω τιμές αντίστασης, για τις οποίες η αύξηση της θερμοκρασίας είναι πρακτικά μηδενική. Για τον λόγο αυτό στους παρακάτω υπολογισμούς δεν συμπεριλαμβάνονται γραφήματα και επιπλέον δεν διεξάγονται υπολογισμοί για $R_{γης} > 1000 \Omega$

$$R_{γης} = 10, 50, 100, 200, 1000 \Omega$$

4.2. R_{γης} = 10 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Α.

Σφάλμα προς γη

με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.15 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	287	104,65	36,63	104,65	0,067	0,153	0,099	0,186
110,000	139,480	46,420	313	95,73	33,50	95,73	0,056	0,128	0,083	0,156
120,000	152,160	50,640	340	88,21	30,87	88,21	0,047	0,109	0,071	0,132
130,000	164,840	54,860	367	81,78	28,62	81,78	0,041	0,094	0,061	0,114
140,000	177,520	59,080	394	76,23	26,68	76,23	0,035	0,081	0,053	0,099
150,000	190,200	63,300	420	71,38	24,98	71,38	0,031	0,071	0,046	0,087
160,000	202,880	67,520	447	67,11	23,49	67,11	0,027	0,063	0,041	0,077
170,000	215,560	71,740	474	63,33	22,16	63,33	0,024	0,056	0,036	0,068
180,000	228,240	75,960	500	59,94	20,98	59,94	0,022	0,050	0,033	0,061
190,000	240,920	80,180	527	56,91	19,92	56,91	0,020	0,045	0,029	0,055
200,000	253,600	84,400	554	54,16	18,96	54,16	0,018	0,041	0,027	0,050

Πίνακας 4.2 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης 10 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.25 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	287	104,65	36,63	104,65	0,070	0,156	0,124	0,211
110,000	139,480	46,420	313	95,73	33,50	95,73	0,058	0,131	0,104	0,176
120,000	152,160	50,640	340	88,21	30,87	88,21	0,049	0,111	0,088	0,150
130,000	164,840	54,860	367	81,78	28,62	81,78	0,043	0,096	0,076	0,129
140,000	177,520	59,080	394	76,23	26,68	76,23	0,037	0,083	0,066	0,112
150,000	190,200	63,300	420	71,38	24,98	71,38	0,032	0,073	0,058	0,098
160,000	202,880	67,520	447	67,11	23,49	67,11	0,029	0,064	0,051	0,087
170,000	215,560	71,740	474	63,33	22,16	63,33	0,025	0,057	0,045	0,077
180,000	228,240	75,960	500	59,94	20,98	59,94	0,023	0,051	0,041	0,069
190,000	240,920	80,180	527	56,91	19,92	56,91	0,021	0,046	0,037	0,062
200,000	253,600	84,400	554	54,16	18,96	54,16	0,019	0,042	0,033	0,056

Πίνακας 4.3 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης 10 Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.4 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,65	36,63	104,65	0,074	0,161	0,161	0,248
110,000	139,480	46,420	313	95,73	33,50	95,73	0,062	0,135	0,135	0,208
120,000	152,160	50,640	340	88,21	30,87	88,21	0,053	0,114	0,115	0,176
130,000	164,840	54,860	367	81,78	28,62	81,78	0,045	0,098	0,098	0,152
140,000	177,520	59,080	394	76,23	26,68	76,23	0,039	0,085	0,086	0,132
150,000	190,200	63,300	420	71,38	24,98	71,38	0,035	0,075	0,075	0,115
160,000	202,880	67,520	447	67,11	23,49	67,11	0,031	0,066	0,066	0,102
170,000	215,560	71,740	474	63,33	22,16	63,33	0,027	0,059	0,059	0,091
180,000	228,240	75,960	500	59,94	20,98	59,94	0,024	0,053	0,053	0,081
190,000	240,920	80,180	527	56,91	19,92	56,91	0,022	0,048	0,048	0,073
200,000	253,600	84,400	554	54,16	18,96	54,16	0,020	0,043	0,043	0,066

Πίνακας 4.4 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 10Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 1 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,65	36,63	104,65	0,092	0,179	0,310	0,397
110,000	139,480	46,420	313	95,73	33,50	95,73	0,077	0,150	0,260	0,332
120,000	152,160	50,640	340	88,21	30,87	88,21	0,066	0,127	0,220	0,282
130,000	164,840	54,860	367	81,78	28,62	81,78	0,056	0,109	0,189	0,242
140,000	177,520	59,080	394	76,23	26,68	76,23	0,049	0,095	0,165	0,211
150,000	190,200	63,300	420	71,38	24,98	71,38	0,043	0,083	0,144	0,185
160,000	202,880	67,520	447	67,11	23,49	67,11	0,038	0,074	0,128	0,163
170,000	215,560	71,740	474	63,33	22,16	63,33	0,034	0,066	0,114	0,145
180,000	228,240	75,960	500	59,94	20,98	59,94	0,030	0,059	0,102	0,130
190,000	240,920	80,180	527	56,91	19,92	56,91	0,027	0,053	0,092	0,117
200,000	253,600	84,400	554	54,16	18,96	54,16	0,025	0,048	0,083	0,106

Πίνακας 4.5 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 10Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Β.

Σφάλμα προς γη

με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega$, $X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega$, $t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho}$ (Ω)	$X_{\gamma\rho}$ (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,70	36,65	104,70	0,067	0,154	0,099	0,186
110,000	139,480	46,420	313	95,77	33,52	95,77	0,056	0,128	0,083	0,156
120,000	152,160	50,640	340	88,24	30,88	88,24	0,047	0,109	0,071	0,132
130,000	164,840	54,860	367	81,81	28,63	81,81	0,041	0,094	0,061	0,114
140,000	177,520	59,080	394	76,25	26,69	76,25	0,035	0,081	0,053	0,099
150,000	190,200	63,300	420	71,40	24,99	71,40	0,031	0,071	0,046	0,087
160,000	202,880	67,520	447	67,13	23,50	67,13	0,027	0,063	0,041	0,077
170,000	215,560	71,740	474	63,34	22,17	63,34	0,024	0,056	0,036	0,068
180,000	228,240	75,960	500	59,96	20,99	59,96	0,022	0,050	0,033	0,061
190,000	240,920	80,180	527	56,92	19,92	56,92	0,020	0,045	0,029	0,055
200,000	253,600	84,400	554	54,17	18,96	54,17	0,018	0,041	0,027	0,050

Πίνακας 4.6 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $10 \text{ } \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega$, $X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega$, $t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho}$ (Ω)	$X_{\gamma\rho}$ (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,70	36,65	104,70	0,070	0,157	0,124	0,211
110,000	139,480	46,420	313	95,77	33,52	95,77	0,058	0,131	0,104	0,177
120,000	152,160	50,640	340	88,24	30,88	88,24	0,050	0,111	0,088	0,150
130,000	164,840	54,860	367	81,81	28,63	81,81	0,043	0,096	0,076	0,129
140,000	177,520	59,080	394	76,25	26,69	76,25	0,037	0,083	0,066	0,112
150,000	190,200	63,300	420	71,40	24,99	71,40	0,032	0,073	0,058	0,098
160,000	202,880	67,520	447	67,13	23,50	67,13	0,029	0,064	0,051	0,087
170,000	215,560	71,740	474	63,34	22,17	63,34	0,026	0,057	0,045	0,077
180,000	228,240	75,960	500	59,96	20,99	59,96	0,023	0,051	0,041	0,069
190,000	240,920	80,180	527	56,92	19,92	56,92	0,021	0,046	0,037	0,062
200,000	253,600	84,400	554	54,17	18,96	54,17	0,019	0,042	0,033	0,057

Πίνακας 4.7 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $10 \text{ } \Omega$

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.4 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	287	104,70	36,65	104,70	0,074	0,161	0,161	0,248
110,000	139,480	46,420	313	95,77	33,52	95,77	0,062	0,135	0,135	0,208
120,000	152,160	50,640	340	88,24	30,88	88,24	0,053	0,114	0,115	0,176
130,000	164,840	54,860	367	81,81	28,63	81,81	0,045	0,098	0,099	0,152
140,000	177,520	59,080	394	76,25	26,69	76,25	0,039	0,085	0,086	0,132
150,000	190,200	63,300	420	71,40	24,99	71,40	0,035	0,075	0,075	0,116
160,000	202,880	67,520	447	67,13	23,50	67,13	0,031	0,066	0,066	0,102
170,000	215,560	71,740	474	63,34	22,17	63,34	0,027	0,059	0,059	0,091
180,000	228,240	75,960	500	59,96	20,99	59,96	0,024	0,053	0,053	0,081
190,000	240,920	80,180	527	56,92	19,92	56,92	0,022	0,048	0,048	0,073
200,000	253,600	84,400	554	54,17	18,96	54,17	0,020	0,043	0,043	0,066

Πίνακας 4.8 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 10 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	287	104,70	36,65	104,70	0,093	0,179	0,310	0,397
110,000	139,480	46,420	313	95,77	33,52	95,77	0,077	0,150	0,260	0,332
120,000	152,160	50,640	340	88,24	30,88	88,24	0,066	0,127	0,221	0,282
130,000	164,840	54,860	367	81,81	28,63	81,81	0,056	0,110	0,190	0,243
140,000	177,520	59,080	394	76,25	26,69	76,25	0,049	0,095	0,165	0,211
150,000	190,200	63,300	420	71,40	24,99	71,40	0,043	0,083	0,144	0,185
160,000	202,880	67,520	447	67,13	23,50	67,13	0,038	0,074	0,128	0,163
170,000	215,560	71,740	474	63,34	22,17	63,34	0,034	0,066	0,114	0,145
180,000	228,240	75,960	500	59,96	20,99	59,96	0,030	0,059	0,102	0,130
190,000	240,920	80,180	527	56,92	19,92	56,92	0,027	0,053	0,092	0,117
200,000	253,600	84,400	554	54,17	18,96	54,17	0,025	0,048	0,083	0,106

Πίνακας 4.9 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 10 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Γ.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50$ MVA και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20$ kV**

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.15$ s										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,74	36,66	104,74	0,067	0,154	0,099	0,186
110,000	139,480	46,420	313	95,80	33,53	95,80	0,056	0,129	0,083	0,156
120,000	152,160	50,640	340	88,27	30,89	88,27	0,047	0,109	0,071	0,132
130,000	164,840	54,860	367	81,83	28,64	81,83	0,041	0,094	0,061	0,114
140,000	177,520	59,080	394	76,27	26,70	76,27	0,035	0,082	0,053	0,099
150,000	190,200	63,300	420	71,42	25,00	71,42	0,031	0,071	0,046	0,087
160,000	202,880	67,520	447	67,15	23,50	67,15	0,027	0,063	0,041	0,077
170,000	215,560	71,740	474	63,36	22,18	63,36	0,024	0,056	0,036	0,068
180,000	228,240	75,960	500	59,97	20,99	59,97	0,022	0,050	0,033	0,061
190,000	240,920	80,180	527	56,93	19,93	56,93	0,020	0,045	0,029	0,055
200,000	253,600	84,400	554	54,18	18,96	54,18	0,018	0,041	0,027	0,050

Πίνακας 4.10 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50$ MVA και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20$ kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης 10 Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.25$ s										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,74	36,66	104,74	0,070	0,157	0,124	0,211
110,000	139,480	46,420	313	95,80	33,53	95,80	0,058	0,131	0,104	0,177
120,000	152,160	50,640	340	88,27	30,89	88,27	0,050	0,111	0,088	0,150
130,000	164,840	54,860	367	81,83	28,64	81,83	0,043	0,096	0,076	0,129
140,000	177,520	59,080	394	76,27	26,70	76,27	0,037	0,083	0,066	0,112
150,000	190,200	63,300	420	71,42	25,00	71,42	0,032	0,073	0,058	0,098
160,000	202,880	67,520	447	67,15	23,50	67,15	0,029	0,064	0,051	0,087
170,000	215,560	71,740	474	63,36	22,18	63,36	0,026	0,057	0,045	0,077
180,000	228,240	75,960	500	59,97	20,99	59,97	0,023	0,051	0,041	0,069
190,000	240,920	80,180	527	56,93	19,93	56,93	0,021	0,046	0,037	0,062
200,000	253,600	84,400	554	54,18	18,96	54,18	0,019	0,042	0,033	0,057

Πίνακας 4.11 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50$ MVA και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20$ kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης 10 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.4 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	287	104,74	36,66	104,74	0,074	0,161	0,162	0,249
110,000	139,480	46,420	313	95,80	33,53	95,80	0,062	0,135	0,135	0,208
120,000	152,160	50,640	340	88,27	30,89	88,27	0,053	0,115	0,115	0,177
130,000	164,840	54,860	367	81,83	28,64	81,83	0,045	0,098	0,099	0,152
140,000	177,520	59,080	394	76,27	26,70	76,27	0,039	0,086	0,086	0,132
150,000	190,200	63,300	420	71,42	25,00	71,42	0,035	0,075	0,075	0,116
160,000	202,880	67,520	447	67,15	23,50	67,15	0,031	0,066	0,066	0,102
170,000	215,560	71,740	474	63,36	22,18	63,36	0,027	0,059	0,059	0,091
180,000	228,240	75,960	500	59,97	20,99	59,97	0,024	0,053	0,053	0,081
190,000	240,920	80,180	527	56,93	19,93	56,93	0,022	0,048	0,048	0,073
200,000	253,600	84,400	554	54,18	18,96	54,18	0,020	0,043	0,043	0,067

Πίνακας 4.12 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 10 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	287	104,74	36,66	104,74	0,093	0,180	0,311	0,398
110,000	139,480	46,420	313	95,80	33,53	95,80	0,077	0,150	0,260	0,333
120,000	152,160	50,640	340	88,27	30,89	88,27	0,066	0,128	0,221	0,282
130,000	164,840	54,860	367	81,83	28,64	81,83	0,057	0,110	0,190	0,243
140,000	177,520	59,080	394	76,27	26,70	76,27	0,049	0,095	0,165	0,211
150,000	190,200	63,300	420	71,42	25,00	71,42	0,043	0,083	0,144	0,185
160,000	202,880	67,520	447	67,15	23,50	67,15	0,038	0,074	0,128	0,163
170,000	215,560	71,740	474	63,36	22,18	63,36	0,034	0,066	0,114	0,146
180,000	228,240	75,960	500	59,97	20,99	59,97	0,030	0,059	0,102	0,130
190,000	240,920	80,180	527	56,93	19,93	56,93	0,027	0,053	0,092	0,117
200,000	253,600	84,400	554	54,18	18,96	54,18	0,025	0,048	0,083	0,106

Πίνακας 4.13 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 10 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Δ.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$**

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega$, $X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega$, $t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho}$ (Ω)	$X_{\gamma\rho}$ (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,71	36,65	104,71	0,067	0,154	0,099	0,186
110,000	139,480	46,420	313	95,77	33,52	95,77	0,056	0,129	0,083	0,156
120,000	152,160	50,640	340	88,24	30,89	88,24	0,047	0,109	0,071	0,132
130,000	164,840	54,860	367	81,81	28,63	81,81	0,041	0,094	0,061	0,114
140,000	177,520	59,080	394	76,26	26,69	76,26	0,035	0,081	0,053	0,099
150,000	190,200	63,300	420	71,41	24,99	71,41	0,031	0,071	0,046	0,087
160,000	202,880	67,520	447	67,13	23,50	67,13	0,027	0,063	0,041	0,077
170,000	215,560	71,740	474	63,35	22,17	63,35	0,024	0,056	0,036	0,068
180,000	228,240	75,960	500	59,96	20,99	59,96	0,022	0,050	0,033	0,061
190,000	240,920	80,180	527	56,92	19,92	56,92	0,020	0,045	0,029	0,055
200,000	253,600	84,400	554	54,17	18,96	54,17	0,018	0,041	0,027	0,050

Πίνακας 4.14 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $10 \text{ } \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega$, $X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega$, $t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho}$ (Ω)	$X_{\gamma\rho}$ (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,74	36,66	104,74	0,070	0,157	0,124	0,211
110,000	139,480	46,420	313	95,80	33,53	95,80	0,058	0,131	0,104	0,177
120,000	152,160	50,640	340	88,27	30,89	88,27	0,050	0,111	0,088	0,150
130,000	164,840	54,860	367	81,83	28,64	81,83	0,043	0,096	0,076	0,129
140,000	177,520	59,080	394	76,27	26,70	76,27	0,037	0,083	0,066	0,112
150,000	190,200	63,300	420	71,42	25,00	71,42	0,032	0,073	0,058	0,098
160,000	202,880	67,520	447	67,15	23,50	67,15	0,029	0,064	0,051	0,087
170,000	215,560	71,740	474	63,36	22,18	63,36	0,026	0,057	0,045	0,077
180,000	228,240	75,960	500	59,97	20,99	59,97	0,023	0,051	0,041	0,069
190,000	240,920	80,180	527	56,93	19,93	56,93	0,021	0,046	0,037	0,062
200,000	253,600	84,400	554	54,18	18,96	54,18	0,019	0,042	0,033	0,057

Πίνακας 4.15 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $10 \text{ } \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.4 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,74	36,66	104,74	0,074	0,161	0,162	0,249
110,000	139,480	46,420	313	95,80	33,53	95,80	0,062	0,135	0,135	0,208
120,000	152,160	50,640	340	88,27	30,89	88,27	0,053	0,115	0,115	0,177
130,000	164,840	54,860	367	81,83	28,64	81,83	0,045	0,098	0,099	0,152
140,000	177,520	59,080	394	76,27	26,70	76,27	0,039	0,086	0,086	0,132
150,000	190,200	63,300	420	71,42	25,00	71,42	0,035	0,075	0,075	0,116
160,000	202,880	67,520	447	67,15	23,50	67,15	0,031	0,066	0,066	0,102
170,000	215,560	71,740	474	63,36	22,18	63,36	0,027	0,059	0,059	0,091
180,000	228,240	75,960	500	59,97	20,99	59,97	0,024	0,053	0,053	0,081
190,000	240,920	80,180	527	56,93	19,93	56,93	0,022	0,048	0,048	0,073
200,000	253,600	84,400	554	54,18	18,96	54,18	0,020	0,043	0,043	0,067

Πίνακας 4.16 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 10Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 1 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,74	36,66	104,74	0,093	0,180	0,311	0,398
110,000	139,480	46,420	313	95,80	33,53	95,80	0,077	0,150	0,260	0,333
120,000	152,160	50,640	340	88,27	30,89	88,27	0,066	0,128	0,221	0,282
130,000	164,840	54,860	367	81,83	28,64	81,83	0,057	0,110	0,190	0,243
140,000	177,520	59,080	394	76,27	26,70	76,27	0,049	0,095	0,165	0,211
150,000	190,200	63,300	420	71,42	25,00	71,42	0,043	0,083	0,144	0,185
160,000	202,880	67,520	447	67,15	23,50	67,15	0,038	0,074	0,128	0,163
170,000	215,560	71,740	474	63,36	22,18	63,36	0,034	0,066	0,114	0,146
180,000	228,240	75,960	500	59,97	20,99	59,97	0,030	0,059	0,102	0,130
190,000	240,920	80,180	527	56,93	19,93	56,93	0,027	0,053	0,092	0,117
200,000	253,600	84,400	554	54,18	18,96	54,18	0,025	0,048	0,083	0,106

Πίνακας 4.17 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 10Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Ε.

Σφάλμα προς γη

με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,73	36,66	104,73	0,067	0,154	0,099	0,186
110,000	139,480	46,420	313	95,80	33,53	95,80	0,056	0,129	0,083	0,156
120,000	152,160	50,640	340	88,27	30,89	88,27	0,047	0,109	0,071	0,132
130,000	164,840	54,860	367	81,83	28,64	81,83	0,041	0,094	0,061	0,114
140,000	177,520	59,080	394	76,27	26,70	76,27	0,035	0,081	0,053	0,099
150,000	190,200	63,300	420	71,42	25,00	71,42	0,031	0,071	0,046	0,087
160,000	202,880	67,520	447	67,15	23,50	67,15	0,027	0,063	0,041	0,077
170,000	215,560	71,740	474	63,36	22,17	63,36	0,024	0,056	0,036	0,068
180,000	228,240	75,960	500	59,97	20,99	59,97	0,022	0,050	0,033	0,061
190,000	240,920	80,180	527	56,93	19,93	56,93	0,020	0,045	0,029	0,055
200,000	253,600	84,400	554	54,18	18,96	54,18	0,018	0,041	0,027	0,050

Πίνακας 4.18 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης 10Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,74	36,66	104,74	0,070	0,157	0,124	0,211
110,000	139,480	46,420	313	95,80	33,53	95,80	0,058	0,131	0,104	0,177
120,000	152,160	50,640	340	88,27	30,89	88,27	0,050	0,111	0,088	0,150
130,000	164,840	54,860	367	81,83	28,64	81,83	0,043	0,096	0,076	0,129
140,000	177,520	59,080	394	76,27	26,70	76,27	0,037	0,083	0,066	0,112
150,000	190,200	63,300	420	71,42	25,00	71,42	0,032	0,073	0,058	0,098
160,000	202,880	67,520	447	67,15	23,50	67,15	0,029	0,064	0,051	0,087
170,000	215,560	71,740	474	63,36	22,18	63,36	0,026	0,057	0,045	0,077
180,000	228,240	75,960	500	59,97	20,99	59,97	0,023	0,051	0,041	0,069
190,000	240,920	80,180	527	56,93	19,93	56,93	0,021	0,046	0,037	0,062
200,000	253,600	84,400	554	54,18	18,96	54,18	0,019	0,042	0,033	0,057

Πίνακας 4.19 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης 10Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.4 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,74	36,66	104,74	0,074	0,161	0,162	0,249
110,000	139,480	46,420	313	95,80	33,53	95,80	0,062	0,135	0,135	0,208
120,000	152,160	50,640	340	88,27	30,89	88,27	0,053	0,115	0,115	0,177
130,000	164,840	54,860	367	81,83	28,64	81,83	0,045	0,098	0,099	0,152
140,000	177,520	59,080	394	76,27	26,70	76,27	0,039	0,086	0,086	0,132
150,000	190,200	63,300	420	71,42	25,00	71,42	0,035	0,075	0,075	0,116
160,000	202,880	67,520	447	67,15	23,50	67,15	0,031	0,066	0,066	0,102
170,000	215,560	71,740	474	63,36	22,18	63,36	0,027	0,059	0,059	0,091
180,000	228,240	75,960	500	59,97	20,99	59,97	0,024	0,053	0,053	0,081
190,000	240,920	80,180	527	56,93	19,93	56,93	0,022	0,048	0,048	0,073
200,000	253,600	84,400	554	54,18	18,96	54,18	0,020	0,043	0,043	0,067

Πίνακας 4.20 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 10Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 1 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,74	36,66	104,74	0,093	0,180	0,311	0,398
110,000	139,480	46,420	313	95,80	33,53	95,80	0,077	0,150	0,260	0,333
120,000	152,160	50,640	340	88,27	30,89	88,27	0,066	0,128	0,221	0,282
130,000	164,840	54,860	367	81,83	28,64	81,83	0,057	0,110	0,190	0,243
140,000	177,520	59,080	394	76,27	26,70	76,27	0,049	0,095	0,165	0,211
150,000	190,200	63,300	420	71,42	25,00	71,42	0,043	0,083	0,144	0,185
160,000	202,880	67,520	447	67,15	23,50	67,15	0,038	0,074	0,128	0,163
170,000	215,560	71,740	474	63,36	22,18	63,36	0,034	0,066	0,114	0,146
180,000	228,240	75,960	500	59,97	20,99	59,97	0,030	0,059	0,102	0,130
190,000	240,920	80,180	527	56,93	19,93	56,93	0,027	0,053	0,092	0,117
200,000	253,600	84,400	554	54,18	18,96	54,18	0,025	0,048	0,083	0,106

Πίνακας 4.21 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 10Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Στ.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$**

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,76	36,66	104,76	0,067	0,154	0,099	0,186
110,000	139,480	46,420	313	100,09	35,03	100,09	0,061	0,140	0,091	0,170
120,000	152,160	50,640	340	88,28	30,90	88,28	0,047	0,109	0,071	0,132
130,000	164,840	54,860	367	81,84	28,65	81,84	0,041	0,094	0,061	0,114
140,000	177,520	59,080	394	76,28	26,70	76,28	0,035	0,082	0,053	0,099
150,000	190,200	63,300	420	71,43	25,00	71,43	0,031	0,071	0,046	0,087
160,000	202,880	67,520	447	67,16	23,50	67,16	0,027	0,063	0,041	0,077
170,000	215,560	71,740	474	63,37	22,18	63,37	0,024	0,056	0,036	0,068
180,000	228,240	75,960	500	59,98	20,99	59,98	0,022	0,050	0,033	0,061
190,000	240,920	80,180	527	56,94	19,93	56,94	0,020	0,045	0,029	0,055
200,000	253,600	84,400	554	54,19	18,97	54,19	0,018	0,041	0,027	0,050

Πίνακας 4.22 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $10 \ \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,76	36,66	104,76	0,070	0,157	0,124	0,211
110,000	139,480	46,420	313	100,09	35,03	100,09	0,058	0,131	0,104	0,177
120,000	152,160	50,640	340	88,28	30,90	88,28	0,050	0,111	0,088	0,150
130,000	164,840	54,860	367	81,84	28,65	81,84	0,043	0,096	0,076	0,129
140,000	177,520	59,080	394	76,28	26,70	76,28	0,037	0,083	0,066	0,112
150,000	190,200	63,300	420	71,43	25,00	71,43	0,032	0,073	0,058	0,098
160,000	202,880	67,520	447	67,16	23,50	67,16	0,029	0,064	0,051	0,087
170,000	215,560	71,740	474	63,37	22,18	63,37	0,026	0,057	0,045	0,077
180,000	228,240	75,960	500	59,98	20,99	59,98	0,023	0,051	0,041	0,069
190,000	240,920	80,180	527	56,94	19,93	56,94	0,021	0,046	0,037	0,062
200,000	253,600	84,400	554	54,19	18,97	54,19	0,019	0,042	0,033	0,057

Πίνακας 4.23 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $10 \ \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.4 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,76	36,66	104,76	0,074	0,161	0,162	0,249
110,000	139,480	46,420	313	100,09	35,03	100,09	0,062	0,135	0,135	0,208
120,000	152,160	50,640	340	88,28	30,90	88,28	0,053	0,115	0,115	0,177
130,000	164,840	54,860	367	81,84	28,65	81,84	0,045	0,098	0,099	0,152
140,000	177,520	59,080	394	76,28	26,70	76,28	0,039	0,086	0,086	0,132
150,000	190,200	63,300	420	71,43	25,00	71,43	0,035	0,075	0,075	0,116
160,000	202,880	67,520	447	67,16	23,50	67,16	0,031	0,066	0,066	0,102
170,000	215,560	71,740	474	63,37	22,18	63,37	0,027	0,059	0,059	0,091
180,000	228,240	75,960	500	59,98	20,99	59,98	0,024	0,053	0,053	0,082
190,000	240,920	80,180	527	56,94	19,93	56,94	0,022	0,048	0,048	0,073
200,000	253,600	84,400	554	54,19	18,97	54,19	0,020	0,043	0,043	0,067

Πίνακας 4.24 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 10Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 1 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	287	104,76	36,66	104,76	0,093	0,180	0,311	0,398
110,000	139,480	46,420	313	100,09	35,03	100,09	0,077	0,150	0,260	0,333
120,000	152,160	50,640	340	88,28	30,90	88,28	0,066	0,128	0,221	0,283
130,000	164,840	54,860	367	81,84	28,65	81,84	0,057	0,110	0,190	0,243
140,000	177,520	59,080	394	76,28	26,70	76,28	0,049	0,095	0,165	0,211
150,000	190,200	63,300	420	71,43	25,00	71,43	0,043	0,084	0,144	0,185
160,000	202,880	67,520	447	67,16	23,50	67,16	0,038	0,074	0,128	0,163
170,000	215,560	71,740	474	63,37	22,18	63,37	0,034	0,066	0,114	0,146
180,000	228,240	75,960	500	59,98	20,99	59,98	0,030	0,059	0,102	0,130
190,000	240,920	80,180	527	56,94	19,93	56,94	0,027	0,053	0,092	0,118
200,000	253,600	84,400	554	54,19	18,97	54,19	0,025	0,048	0,083	0,106

Πίνακας 4.25 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 10Ω

4.3. R_{γης} = 50 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Α.

Σφάλμα προς γη

με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.15 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	364	109,95	38,48	109,95	0,073	0,169	0,110	0,205
110,000	139,480	46,420	390	102,45	35,86	102,45	0,064	0,147	0,095	0,178
120,000	152,160	50,640	417	95,90	33,56	95,90	0,056	0,129	0,083	0,156
130,000	164,840	54,860	444	90,14	31,55	90,14	0,049	0,114	0,074	0,138
140,000	177,520	59,080	470	85,03	29,76	85,03	0,044	0,101	0,066	0,123
150,000	190,200	63,300	497	80,47	28,16	80,47	0,039	0,091	0,059	0,110
160,000	202,880	67,520	524	76,37	26,73	76,37	0,035	0,082	0,053	0,099
170,000	215,560	71,740	550	72,67	25,43	72,67	0,032	0,074	0,048	0,090
180,000	228,240	75,960	577	69,31	24,26	69,31	0,029	0,067	0,044	0,082
190,000	240,920	80,180	604	66,24	23,18	66,24	0,027	0,061	0,040	0,075
200,000	253,600	84,400	630	63,44	22,20	63,44	0,024	0,056	0,036	0,068

Πίνακας 4.26 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης 50 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.25 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	364	109,95	38,48	109,95	0,077	0,173	0,137	0,233
110,000	139,480	46,420	390	102,45	35,86	102,45	0,067	0,150	0,119	0,202
120,000	152,160	50,640	417	95,90	33,56	95,90	0,058	0,131	0,104	0,177
130,000	164,840	54,860	444	90,14	31,55	90,14	0,052	0,116	0,092	0,156
140,000	177,520	59,080	470	85,03	29,76	85,03	0,046	0,103	0,082	0,139
150,000	190,200	63,300	497	80,47	28,16	80,47	0,041	0,093	0,073	0,125
160,000	202,880	67,520	524	76,37	26,73	76,37	0,037	0,083	0,066	0,112
170,000	215,560	71,740	550	72,67	25,43	72,67	0,034	0,075	0,060	0,102
180,000	228,240	75,960	577	69,31	24,26	69,31	0,031	0,069	0,054	0,092
190,000	240,920	80,180	604	66,24	23,18	66,24	0,028	0,063	0,050	0,085
200,000	253,600	84,400	630	63,44	22,20	63,44	0,026	0,057	0,046	0,077

Πίνακας 4.27 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης 50 Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.4 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	364	109,95	38,48	109,95	0,082	0,178	0,178	0,274
110,000	139,480	46,420	390	102,45	35,86	102,45	0,071	0,154	0,155	0,238
120,000	152,160	50,640	417	95,90	33,56	95,90	0,062	0,135	0,135	0,208
130,000	164,840	54,860	444	90,14	31,55	90,14	0,055	0,119	0,120	0,184
140,000	177,520	59,080	470	85,03	29,76	85,03	0,049	0,106	0,106	0,164
150,000	190,200	63,300	497	80,47	28,16	80,47	0,044	0,095	0,095	0,147
160,000	202,880	67,520	524	76,37	26,73	76,37	0,040	0,086	0,086	0,132
170,000	215,560	71,740	550	72,67	25,43	72,67	0,036	0,078	0,078	0,120
180,000	228,240	75,960	577	69,31	24,26	69,31	0,033	0,071	0,071	0,109
190,000	240,920	80,180	604	66,24	23,18	66,24	0,030	0,065	0,065	0,099
200,000	253,600	84,400	630	63,44	22,20	63,44	0,027	0,059	0,059	0,091

Πίνακας 4.28 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 50Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 1 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	364	109,95	38,48	109,95	0,102	0,198	0,342	0,438
110,000	139,480	46,420	390	102,45	35,86	102,45	0,089	0,172	0,297	0,380
120,000	152,160	50,640	417	95,90	33,56	95,90	0,078	0,151	0,260	0,333
130,000	164,840	54,860	444	90,14	31,55	90,14	0,069	0,133	0,230	0,295
140,000	177,520	59,080	470	85,03	29,76	85,03	0,061	0,118	0,205	0,262
150,000	190,200	63,300	497	80,47	28,16	80,47	0,055	0,106	0,183	0,235
160,000	202,880	67,520	524	76,37	26,73	76,37	0,049	0,095	0,165	0,211
170,000	215,560	71,740	550	72,67	25,43	72,67	0,045	0,086	0,150	0,191
180,000	228,240	75,960	577	69,31	24,26	69,31	0,041	0,079	0,136	0,174
190,000	240,920	80,180	604	66,24	23,18	66,24	0,037	0,072	0,124	0,159
200,000	253,600	84,400	630	63,44	22,20	63,44	0,034	0,066	0,114	0,146

Πίνακας 4.29 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 50Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Β.

Σφάλμα προς γη

με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega$, $X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega$, $t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho}$ (Ω)	$X_{\gamma\rho}$ (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	364	109,95	38,48	109,95	0,073	0,169	0,110	0,205
110,000	139,480	46,420	390	102,45	35,86	102,45	0,064	0,147	0,095	0,178
120,000	152,160	50,640	417	95,90	33,56	95,90	0,056	0,129	0,083	0,156
130,000	164,840	54,860	444	90,14	31,55	90,14	0,049	0,114	0,074	0,138
140,000	177,520	59,080	470	85,03	29,76	85,03	0,044	0,101	0,066	0,123
150,000	190,200	63,300	497	80,47	28,16	80,47	0,039	0,091	0,059	0,110
160,000	202,880	67,520	524	76,37	26,73	76,37	0,035	0,082	0,053	0,099
170,000	215,560	71,740	550	72,67	25,43	72,67	0,032	0,074	0,048	0,090
180,000	228,240	75,960	577	69,31	24,26	69,31	0,029	0,067	0,044	0,082
190,000	240,920	80,180	604	66,24	23,18	66,24	0,027	0,061	0,040	0,075
200,000	253,600	84,400	630	63,44	22,20	63,44	0,024	0,056	0,036	0,068

Πίνακας 4.30 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $50 \text{ } \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega$, $X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega$, $t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho}$ (Ω)	$X_{\gamma\rho}$ (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	364	109,95	38,48	109,95	0,077	0,173	0,137	0,233
110,000	139,480	46,420	390	102,45	35,86	102,45	0,067	0,150	0,119	0,202
120,000	152,160	50,640	417	95,90	33,56	95,90	0,058	0,131	0,104	0,177
130,000	164,840	54,860	444	90,14	31,55	90,14	0,052	0,116	0,092	0,156
140,000	177,520	59,080	470	85,03	29,76	85,03	0,046	0,103	0,082	0,139
150,000	190,200	63,300	497	80,47	28,16	80,47	0,041	0,093	0,073	0,125
160,000	202,880	67,520	524	76,37	26,73	76,37	0,037	0,083	0,066	0,112
170,000	215,560	71,740	550	72,67	25,43	72,67	0,034	0,075	0,060	0,102
180,000	228,240	75,960	577	69,31	24,26	69,31	0,031	0,069	0,054	0,092
190,000	240,920	80,180	604	66,24	23,18	66,24	0,028	0,063	0,050	0,085
200,000	253,600	84,400	630	63,44	22,20	63,44	0,026	0,057	0,046	0,077

Πίνακας 4.31 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $50 \text{ } \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.40 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	364	109,95	38,48	109,95	0,082	0,178	0,178	0,274
110,000	139,480	46,420	390	102,45	35,86	102,45	0,071	0,154	0,155	0,238
120,000	152,160	50,640	417	95,90	33,56	95,90	0,062	0,135	0,136	0,208
130,000	164,840	54,860	444	90,14	31,55	90,14	0,055	0,120	0,120	0,184
140,000	177,520	59,080	470	85,03	29,76	85,03	0,049	0,106	0,107	0,164
150,000	190,200	63,300	497	80,47	28,16	80,47	0,044	0,095	0,095	0,147
160,000	202,880	67,520	524	76,37	26,73	76,37	0,040	0,086	0,086	0,132
170,000	215,560	71,740	550	72,67	25,43	72,67	0,036	0,078	0,078	0,120
180,000	228,240	75,960	577	69,31	24,26	69,31	0,033	0,071	0,071	0,109
190,000	240,920	80,180	604	66,24	23,18	66,24	0,030	0,065	0,065	0,099
200,000	253,600	84,400	630	63,44	22,20	63,44	0,027	0,059	0,059	0,091

Πίνακας 4.32 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 50Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 1 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	364	109,95	38,48	109,95	0,102	0,198	0,343	0,438
110,000	139,480	46,420	390	102,45	35,86	102,45	0,089	0,172	0,297	0,381
120,000	152,160	50,640	417	95,90	33,56	95,90	0,078	0,151	0,261	0,334
130,000	164,840	54,860	444	90,14	31,55	90,14	0,069	0,133	0,230	0,295
140,000	177,520	59,080	470	85,03	29,76	85,03	0,061	0,118	0,205	0,262
150,000	190,200	63,300	497	80,47	28,16	80,47	0,055	0,106	0,183	0,235
160,000	202,880	67,520	524	76,37	26,73	76,37	0,049	0,096	0,165	0,212
170,000	215,560	71,740	550	72,67	25,43	72,67	0,045	0,086	0,150	0,191
180,000	228,240	75,960	577	69,31	24,26	69,31	0,041	0,079	0,136	0,174
190,000	240,920	80,180	604	66,24	23,18	66,24	0,037	0,072	0,124	0,159
200,000	253,600	84,400	630	63,44	22,20	63,44	0,034	0,066	0,114	0,146

Πίνακας 4.33 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 50Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Γ.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$**

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	364	110,01	38,50	110,01	0,074	0,170	0,110	0,206
110,000	139,480	46,420	390	102,50	35,87	102,50	0,064	0,147	0,095	0,179
120,000	152,160	50,640	417	95,95	33,58	95,95	0,056	0,129	0,083	0,156
130,000	164,840	54,860	444	90,18	31,56	90,18	0,049	0,114	0,074	0,138
140,000	177,520	59,080	470	85,07	29,77	85,07	0,044	0,101	0,066	0,123
150,000	190,200	63,300	497	80,50	28,18	80,50	0,039	0,091	0,059	0,110
160,000	202,880	67,520	524	76,40	26,74	76,40	0,035	0,082	0,053	0,099
170,000	215,560	71,740	550	72,69	25,44	72,69	0,032	0,074	0,048	0,090
180,000	228,240	75,960	577	69,33	24,27	69,33	0,029	0,067	0,044	0,082
190,000	240,920	80,180	604	66,27	23,19	66,27	0,027	0,062	0,040	0,075
200,000	253,600	84,400	630	63,46	22,21	63,46	0,024	0,056	0,036	0,068

Πίνακας 4.34 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $50 \ \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	364	110,01	38,50	110,01	0,077	0,173	0,137	0,233
110,000	139,480	46,420	390	102,50	35,87	102,50	0,067	0,150	0,119	0,202
120,000	152,160	50,640	417	95,95	33,58	95,95	0,059	0,132	0,104	0,177
130,000	164,840	54,860	444	90,18	31,56	90,18	0,052	0,116	0,092	0,157
140,000	177,520	59,080	470	85,07	29,77	85,07	0,046	0,103	0,082	0,139
150,000	190,200	63,300	497	80,50	28,18	80,50	0,041	0,093	0,073	0,125
160,000	202,880	67,520	524	76,40	26,74	76,40	0,037	0,083	0,066	0,112
170,000	215,560	71,740	550	72,69	25,44	72,69	0,034	0,075	0,060	0,102
180,000	228,240	75,960	577	69,33	24,27	69,33	0,031	0,069	0,054	0,093
190,000	240,920	80,180	604	66,27	23,19	66,27	0,028	0,063	0,050	0,085
200,000	253,600	84,400	630	63,46	22,21	63,46	0,026	0,058	0,046	0,078

Πίνακας 4.35 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $50 \ \Omega$

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	364	110,01	38,50	110,01	0,082	0,178	0,178	0,274
110,000	139,480	46,420	390	102,50	35,87	102,50	0,071	0,154	0,155	0,238
120,000	152,160	50,640	417	95,95	33,58	95,95	0,062	0,135	0,136	0,209
130,000	164,840	54,860	444	90,18	31,56	90,18	0,055	0,120	0,120	0,184
140,000	177,520	59,080	470	85,07	29,77	85,07	0,049	0,106	0,107	0,164
150,000	190,200	63,300	497	80,50	28,18	80,50	0,044	0,095	0,095	0,147
160,000	202,880	67,520	524	76,40	26,74	76,40	0,040	0,086	0,086	0,132
170,000	215,560	71,740	550	72,69	25,44	72,69	0,036	0,078	0,078	0,120
180,000	228,240	75,960	577	69,33	24,27	69,33	0,033	0,071	0,071	0,109
190,000	240,920	80,180	604	66,27	23,19	66,27	0,030	0,065	0,065	0,099
200,000	253,600	84,400	630	63,46	22,21	63,46	0,027	0,059	0,059	0,091

Πίνακας 4.36 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 50 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	364	110,01	38,50	110,01	0,102	0,198	0,343	0,439
110,000	139,480	46,420	390	102,50	35,87	102,50	0,089	0,172	0,298	0,381
120,000	152,160	50,640	417	95,95	33,58	95,95	0,078	0,151	0,261	0,334
130,000	164,840	54,860	444	90,18	31,56	90,18	0,069	0,133	0,230	0,295
140,000	177,520	59,080	470	85,07	29,77	85,07	0,061	0,118	0,205	0,262
150,000	190,200	63,300	497	80,50	28,18	80,50	0,055	0,106	0,184	0,235
160,000	202,880	67,520	524	76,40	26,74	76,40	0,049	0,096	0,165	0,212
170,000	215,560	71,740	550	72,69	25,44	72,69	0,045	0,086	0,150	0,192
180,000	228,240	75,960	577	69,33	24,27	69,33	0,041	0,079	0,136	0,174
190,000	240,920	80,180	604	66,27	23,19	66,27	0,037	0,072	0,124	0,159
200,000	253,600	84,400	630	63,46	22,21	63,46	0,034	0,066	0,114	0,146

Πίνακας 4.37 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 50 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Δ.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$**

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	364	109,98	38,49	109,98	0,074	0,169	0,110	0,206
110,000	139,480	46,420	390	102,48	35,87	102,48	0,064	0,147	0,095	0,178
120,000	152,160	50,640	417	95,93	33,58	95,93	0,056	0,129	0,083	0,156
130,000	164,840	54,860	444	90,16	31,56	90,16	0,049	0,114	0,074	0,138
140,000	177,520	59,080	470	85,05	29,77	85,05	0,044	0,101	0,066	0,123
150,000	190,200	63,300	497	80,49	28,17	80,49	0,039	0,091	0,059	0,110
160,000	202,880	67,520	524	76,39	26,74	76,39	0,035	0,082	0,053	0,099
170,000	215,560	71,740	550	72,68	25,44	72,68	0,032	0,074	0,048	0,090
180,000	228,240	75,960	577	69,32	24,26	69,32	0,029	0,067	0,044	0,082
190,000	240,920	80,180	604	66,26	23,19	66,26	0,027	0,062	0,040	0,075
200,000	253,600	84,400	630	63,45	22,21	63,45	0,024	0,056	0,036	0,068

Πίνακας 4.38 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης 50 Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	364	109,98	38,49	109,98	0,077	0,173	0,137	0,233
110,000	139,480	46,420	390	102,48	35,87	102,48	0,067	0,150	0,119	0,202
120,000	152,160	50,640	417	95,93	33,58	95,93	0,059	0,132	0,104	0,177
130,000	164,840	54,860	444	90,16	31,56	90,16	0,052	0,116	0,092	0,157
140,000	177,520	59,080	470	85,05	29,77	85,05	0,046	0,103	0,082	0,139
150,000	190,200	63,300	497	80,49	28,17	80,49	0,041	0,093	0,073	0,125
160,000	202,880	67,520	524	76,39	26,74	76,39	0,037	0,083	0,066	0,112
170,000	215,560	71,740	550	72,68	25,44	72,68	0,034	0,075	0,060	0,102
180,000	228,240	75,960	577	69,32	24,26	69,32	0,031	0,069	0,054	0,093
190,000	240,920	80,180	604	66,26	23,19	66,26	0,028	0,063	0,050	0,085
200,000	253,600	84,400	630	63,45	22,21	63,45	0,026	0,058	0,046	0,078

Πίνακας 4.39 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης 50 Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.40 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	364	109,98	38,49	109,98	0,082	0,178	0,178	0,274
110,000	139,480	46,420	390	102,48	35,87	102,48	0,071	0,154	0,155	0,238
120,000	152,160	50,640	417	95,93	33,58	95,93	0,062	0,135	0,136	0,209
130,000	164,840	54,860	444	90,16	31,56	90,16	0,055	0,120	0,120	0,184
140,000	177,520	59,080	470	85,05	29,77	85,05	0,049	0,106	0,107	0,164
150,000	190,200	63,300	497	80,49	28,17	80,49	0,044	0,095	0,095	0,147
160,000	202,880	67,520	524	76,39	26,74	76,39	0,040	0,086	0,086	0,132
170,000	215,560	71,740	550	72,68	25,44	72,68	0,036	0,078	0,078	0,120
180,000	228,240	75,960	577	69,32	24,26	69,32	0,033	0,071	0,071	0,109
190,000	240,920	80,180	604	66,26	23,19	66,26	0,030	0,065	0,065	0,099
200,000	253,600	84,400	630	63,45	22,21	63,45	0,027	0,059	0,059	0,091

Πίνακας 4.40 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 50Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 1 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	364	109,98	38,49	109,98	0,102	0,198	0,343	0,439
110,000	139,480	46,420	390	102,48	35,87	102,48	0,089	0,172	0,298	0,381
120,000	152,160	50,640	417	95,93	33,58	95,93	0,078	0,151	0,261	0,334
130,000	164,840	54,860	444	90,16	31,56	90,16	0,069	0,133	0,230	0,295
140,000	177,520	59,080	470	85,05	29,77	85,05	0,061	0,118	0,205	0,262
150,000	190,200	63,300	497	80,49	28,17	80,49	0,055	0,106	0,184	0,235
160,000	202,880	67,520	524	76,39	26,74	76,39	0,049	0,096	0,165	0,212
170,000	215,560	71,740	550	72,68	25,44	72,68	0,045	0,086	0,150	0,192
180,000	228,240	75,960	577	69,32	24,26	69,32	0,041	0,079	0,136	0,174
190,000	240,920	80,180	604	66,26	23,19	66,26	0,037	0,072	0,124	0,159
200,000	253,600	84,400	630	63,45	22,21	63,45	0,034	0,066	0,114	0,146

Πίνακας 4.41 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 50Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Ε.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25$ MVA και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15$ kV**

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.15$ s										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	364	110,00	38,50	110,00	0,074	0,170	0,110	0,206
110,000	139,480	46,420	390	102,50	35,87	102,50	0,064	0,147	0,095	0,179
120,000	152,160	50,640	417	95,94	33,58	95,94	0,056	0,129	0,083	0,156
130,000	164,840	54,860	444	90,18	31,56	90,18	0,049	0,114	0,074	0,138
140,000	177,520	59,080	470	85,06	29,77	85,06	0,044	0,101	0,066	0,123
150,000	190,200	63,300	497	80,50	28,17	80,50	0,039	0,091	0,059	0,110
160,000	202,880	67,520	524	76,40	26,74	76,40	0,035	0,082	0,053	0,099
170,000	215,560	71,740	550	72,69	25,44	72,69	0,032	0,074	0,048	0,090
180,000	228,240	75,960	577	69,33	24,27	69,33	0,029	0,067	0,044	0,082
190,000	240,920	80,180	604	66,26	23,19	66,26	0,027	0,062	0,040	0,075
200,000	253,600	84,400	630	63,46	22,21	63,46	0,024	0,056	0,036	0,068

Πίνακας 4.42 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25$ MVA και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15$ kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης 50 Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.25$ s										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	364	110,00	38,50	110,00	0,077	0,173	0,137	0,233
110,000	139,480	46,420	390	102,50	35,87	102,50	0,067	0,150	0,119	0,202
120,000	152,160	50,640	417	95,94	33,58	95,94	0,059	0,132	0,104	0,177
130,000	164,840	54,860	444	90,18	31,56	90,18	0,052	0,116	0,092	0,157
140,000	177,520	59,080	470	85,06	29,77	85,06	0,046	0,103	0,082	0,139
150,000	190,200	63,300	497	80,50	28,17	80,50	0,041	0,093	0,073	0,125
160,000	202,880	67,520	524	76,40	26,74	76,40	0,037	0,083	0,066	0,112
170,000	215,560	71,740	550	72,69	25,44	72,69	0,034	0,075	0,060	0,102
180,000	228,240	75,960	577	69,33	24,27	69,33	0,031	0,069	0,054	0,093
190,000	240,920	80,180	604	66,26	23,19	66,26	0,028	0,063	0,050	0,085
200,000	253,600	84,400	630	63,46	22,21	63,46	0,026	0,058	0,046	0,078

Πίνακας 4.43 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25$ MVA και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15$ kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης 50 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	364	110,00	38,50	110,00	0,082	0,178	0,178	0,274
110,000	139,480	46,420	390	102,50	35,87	102,50	0,071	0,154	0,155	0,238
120,000	152,160	50,640	417	95,94	33,58	95,94	0,062	0,135	0,136	0,209
130,000	164,840	54,860	444	90,18	31,56	90,18	0,055	0,120	0,120	0,184
140,000	177,520	59,080	470	85,06	29,77	85,06	0,049	0,106	0,107	0,164
150,000	190,200	63,300	497	80,50	28,17	80,50	0,044	0,095	0,095	0,147
160,000	202,880	67,520	524	76,40	26,74	76,40	0,040	0,086	0,086	0,132
170,000	215,560	71,740	550	72,69	25,44	72,69	0,036	0,078	0,078	0,120
180,000	228,240	75,960	577	69,33	24,27	69,33	0,033	0,071	0,071	0,109
190,000	240,920	80,180	604	66,26	23,19	66,26	0,030	0,065	0,065	0,099
200,000	253,600	84,400	630	63,46	22,21	63,46	0,027	0,059	0,059	0,091

Πίνακας 4.44 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 50 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	364	110,00	38,50	110,00	0,102	0,198	0,343	0,439
110,000	139,480	46,420	390	102,50	35,87	102,50	0,089	0,172	0,298	0,381
120,000	152,160	50,640	417	95,94	33,58	95,94	0,078	0,151	0,261	0,334
130,000	164,840	54,860	444	90,18	31,56	90,18	0,069	0,133	0,230	0,295
140,000	177,520	59,080	470	85,06	29,77	85,06	0,061	0,118	0,205	0,262
150,000	190,200	63,300	497	80,50	28,17	80,50	0,055	0,106	0,184	0,235
160,000	202,880	67,520	524	76,40	26,74	76,40	0,049	0,096	0,165	0,212
170,000	215,560	71,740	550	72,69	25,44	72,69	0,045	0,086	0,150	0,192
180,000	228,240	75,960	577	69,33	24,27	69,33	0,041	0,079	0,136	0,174
190,000	240,920	80,180	604	66,26	23,19	66,26	0,037	0,072	0,124	0,159
200,000	253,600	84,400	630	63,46	22,21	63,46	0,034	0,066	0,114	0,146

Πίνακας 4.45 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 50 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Στ.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$**

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	364	110,02	38,51	110,02	0,074	0,170	0,110	0,206
110,000	139,480	46,420	390	106,13	37,15	106,13	0,064	0,147	0,095	0,179
120,000	152,160	50,640	417	95,96	33,58	95,96	0,056	0,129	0,083	0,156
130,000	164,840	54,860	444	90,19	31,57	90,19	0,049	0,114	0,074	0,138
140,000	177,520	59,080	470	85,07	29,78	85,07	0,044	0,101	0,066	0,123
150,000	190,200	63,300	497	80,51	28,18	80,51	0,039	0,091	0,059	0,110
160,000	202,880	67,520	524	76,40	26,74	76,40	0,035	0,082	0,053	0,099
170,000	215,560	71,740	550	72,70	25,44	72,70	0,032	0,074	0,048	0,090
180,000	228,240	75,960	577	69,34	24,27	69,34	0,029	0,067	0,044	0,082
190,000	240,920	80,180	604	66,27	23,19	66,27	0,027	0,062	0,040	0,075
200,000	253,600	84,400	630	63,46	22,21	63,46	0,024	0,056	0,036	0,068

Πίνακας 4.46 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $50 \ \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	364	110,02	38,51	110,02	0,077	0,173	0,137	0,233
110,000	139,480	46,420	390	106,13	37,15	106,13	0,067	0,150	0,119	0,202
120,000	152,160	50,640	417	95,96	33,58	95,96	0,059	0,132	0,104	0,177
130,000	164,840	54,860	444	90,19	31,57	90,19	0,052	0,116	0,092	0,157
140,000	177,520	59,080	470	85,07	29,78	85,07	0,046	0,103	0,082	0,139
150,000	190,200	63,300	497	80,51	28,18	80,51	0,041	0,093	0,073	0,125
160,000	202,880	67,520	524	76,40	26,74	76,40	0,037	0,083	0,066	0,112
170,000	215,560	71,740	550	72,70	25,44	72,70	0,034	0,075	0,060	0,102
180,000	228,240	75,960	577	69,34	24,27	69,34	0,031	0,069	0,054	0,093
190,000	240,920	80,180	604	66,27	23,19	66,27	0,028	0,063	0,050	0,085
200,000	253,600	84,400	630	63,46	22,21	63,46	0,026	0,058	0,046	0,078

Πίνακας 4.47 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $50 \ \Omega$

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	364	110,02	38,51	110,02	0,082	0,178	0,178	0,274
110,000	139,480	46,420	390	106,13	37,15	106,13	0,071	0,154	0,155	0,238
120,000	152,160	50,640	417	95,96	33,58	95,96	0,062	0,135	0,136	0,209
130,000	164,840	54,860	444	90,19	31,57	90,19	0,055	0,120	0,120	0,184
140,000	177,520	59,080	470	85,07	29,78	85,07	0,049	0,106	0,107	0,164
150,000	190,200	63,300	497	80,51	28,18	80,51	0,044	0,095	0,095	0,147
160,000	202,880	67,520	524	76,40	26,74	76,40	0,040	0,086	0,086	0,132
170,000	215,560	71,740	550	72,70	25,44	72,70	0,036	0,078	0,078	0,120
180,000	228,240	75,960	577	69,34	24,27	69,34	0,033	0,071	0,071	0,109
190,000	240,920	80,180	604	66,27	23,19	66,27	0,030	0,065	0,065	0,099
200,000	253,600	84,400	630	63,46	22,21	63,46	0,027	0,059	0,059	0,091

Πίνακας 4.48 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 50 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	364	110,02	38,51	110,02	0,102	0,198	0,343	0,439
110,000	139,480	46,420	390	106,13	37,15	106,13	0,089	0,172	0,298	0,381
120,000	152,160	50,640	417	95,96	33,58	95,96	0,078	0,151	0,261	0,334
130,000	164,840	54,860	444	90,19	31,57	90,19	0,069	0,133	0,230	0,295
140,000	177,520	59,080	470	85,07	29,78	85,07	0,061	0,118	0,205	0,262
150,000	190,200	63,300	497	80,51	28,18	80,51	0,055	0,106	0,184	0,235
160,000	202,880	67,520	524	76,40	26,74	76,40	0,049	0,096	0,165	0,212
170,000	215,560	71,740	550	72,70	25,44	72,70	0,045	0,086	0,150	0,192
180,000	228,240	75,960	577	69,34	24,27	69,34	0,041	0,079	0,136	0,174
190,000	240,920	80,180	604	66,27	23,19	66,27	0,037	0,072	0,124	0,159
200,000	253,600	84,400	630	63,46	22,21	63,46	0,034	0,066	0,114	0,146

Πίνακας 4.49 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 50 Ω

4.4. R_{γης} = 100 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Α.

Σφάλμα προς γη

με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.15 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	462	86,65	30,33	86,65	0,046	0,105	0,068	0,128
110,000	139,480	46,420	488	81,95	28,68	81,95	0,041	0,094	0,061	0,114
120,000	152,160	50,640	515	77,73	27,20	77,73	0,037	0,085	0,055	0,103
130,000	164,840	54,860	541	73,91	25,87	73,91	0,033	0,077	0,050	0,093
140,000	177,520	59,080	568	70,46	24,66	70,46	0,030	0,070	0,045	0,084
150,000	190,200	63,300	594	67,31	23,56	67,31	0,028	0,063	0,041	0,077
160,000	202,880	67,520	621	64,42	22,55	64,42	0,025	0,058	0,038	0,071
170,000	215,560	71,740	647	61,78	21,62	61,78	0,023	0,053	0,035	0,065
180,000	228,240	75,960	674	59,34	20,77	59,34	0,021	0,049	0,032	0,060
190,000	240,920	80,180	701	57,08	19,98	57,08	0,020	0,046	0,030	0,055
200,000	253,600	84,400	727	54,99	19,25	54,99	0,018	0,042	0,027	0,051

Πίνακας 4.50 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης 100 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.25 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	462	86,65	30,33	86,65	0,048	0,107	0,085	0,145
110,000	139,480	46,420	488	81,95	28,68	81,95	0,043	0,096	0,076	0,129
120,000	152,160	50,640	515	77,73	27,20	77,73	0,038	0,086	0,068	0,116
130,000	164,840	54,860	541	73,91	25,87	73,91	0,035	0,078	0,062	0,105
140,000	177,520	59,080	568	70,46	24,66	70,46	0,032	0,071	0,056	0,096
150,000	190,200	63,300	594	67,31	23,56	67,31	0,029	0,065	0,051	0,087
160,000	202,880	67,520	621	64,42	22,55	64,42	0,026	0,059	0,047	0,080
170,000	215,560	71,740	647	61,78	21,62	61,78	0,024	0,055	0,043	0,073
180,000	228,240	75,960	674	59,34	20,77	59,34	0,022	0,050	0,040	0,068
190,000	240,920	80,180	701	57,08	19,98	57,08	0,021	0,047	0,037	0,063
200,000	253,600	84,400	727	54,99	19,25	54,99	0,019	0,043	0,034	0,058

Πίνακας 4.51 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης 100 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.4 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	462	86,65	30,33	86,65	0,051	0,110	0,111	0,170
110,000	139,480	46,420	488	81,95	28,68	81,95	0,045	0,099	0,099	0,152
120,000	152,160	50,640	515	77,73	27,20	77,73	0,041	0,089	0,089	0,137
130,000	164,840	54,860	541	73,91	25,87	73,91	0,037	0,080	0,080	0,124
140,000	177,520	59,080	568	70,46	24,66	70,46	0,034	0,073	0,073	0,112
150,000	190,200	63,300	594	67,31	23,56	67,31	0,031	0,067	0,067	0,103
160,000	202,880	67,520	621	64,42	22,55	64,42	0,028	0,061	0,061	0,094
170,000	215,560	71,740	647	61,78	21,62	61,78	0,026	0,056	0,056	0,086
180,000	228,240	75,960	674	59,34	20,77	59,34	0,024	0,052	0,052	0,080
190,000	240,920	80,180	701	57,08	19,98	57,08	0,022	0,048	0,048	0,074
200,000	253,600	84,400	727	54,99	19,25	54,99	0,020	0,044	0,045	0,069

Πίνακας 4.52 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 100 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	462	86,65	30,33	86,65	0,063	0,123	0,213	0,272
110,000	139,480	46,420	488	81,95	28,68	81,95	0,057	0,110	0,190	0,243
120,000	152,160	50,640	515	77,73	27,20	77,73	0,051	0,099	0,171	0,219
130,000	164,840	54,860	541	73,91	25,87	73,91	0,046	0,089	0,155	0,198
140,000	177,520	59,080	568	70,46	24,66	70,46	0,042	0,081	0,141	0,180
150,000	190,200	63,300	594	67,31	23,56	67,31	0,038	0,074	0,128	0,164
160,000	202,880	67,520	621	64,42	22,55	64,42	0,035	0,068	0,118	0,150
170,000	215,560	71,740	647	61,78	21,62	61,78	0,032	0,062	0,108	0,138
180,000	228,240	75,960	674	59,34	20,77	59,34	0,030	0,058	0,100	0,128
190,000	240,920	80,180	701	57,08	19,98	57,08	0,028	0,053	0,092	0,118
200,000	253,600	84,400	727	54,99	19,25	54,99	0,026	0,050	0,086	0,110

Πίνακας 4.53 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 100 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Β.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$**

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	462	86,67	30,33	86,67	0,046	0,105	0,068	0,128
110,000	139,480	46,420	488	81,96	28,69	81,96	0,041	0,094	0,061	0,114
120,000	152,160	50,640	515	77,74	27,21	77,74	0,037	0,085	0,055	0,103
130,000	164,840	54,860	541	73,93	25,87	73,93	0,033	0,077	0,050	0,093
140,000	177,520	59,080	568	70,47	24,66	70,47	0,030	0,070	0,045	0,084
150,000	190,200	63,300	594	67,32	23,56	67,32	0,028	0,063	0,041	0,077
160,000	202,880	67,520	621	64,43	22,55	64,43	0,025	0,058	0,038	0,071
170,000	215,560	71,740	647	61,79	21,63	61,79	0,023	0,053	0,035	0,065
180,000	228,240	75,960	674	59,35	20,77	59,35	0,021	0,049	0,032	0,060
190,000	240,920	80,180	701	57,09	19,98	57,09	0,020	0,046	0,030	0,055
200,000	253,600	84,400	727	55,00	19,25	55,00	0,018	0,042	0,027	0,051

Πίνακας 4.54 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης 100 Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	462	86,67	30,33	86,67	0,048	0,107	0,085	0,145
110,000	139,480	46,420	488	81,96	28,69	81,96	0,043	0,096	0,076	0,129
120,000	152,160	50,640	515	77,74	27,21	77,74	0,038	0,086	0,068	0,116
130,000	164,840	54,860	541	73,93	25,87	73,93	0,035	0,078	0,062	0,105
140,000	177,520	59,080	568	70,47	24,66	70,47	0,032	0,071	0,056	0,096
150,000	190,200	63,300	594	67,32	23,56	67,32	0,029	0,065	0,051	0,087
160,000	202,880	67,520	621	64,43	22,55	64,43	0,026	0,059	0,047	0,080
170,000	215,560	71,740	647	61,79	21,63	61,79	0,024	0,055	0,043	0,074
180,000	228,240	75,960	674	59,35	20,77	59,35	0,022	0,050	0,040	0,068
190,000	240,920	80,180	701	57,09	19,98	57,09	0,021	0,047	0,037	0,063
200,000	253,600	84,400	727	55,00	19,25	55,00	0,019	0,043	0,034	0,058

Πίνακας 4.55 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης 100 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	462	86,67	30,33	86,67	0,051	0,110	0,111	0,170
110,000	139,480	46,420	488	81,96	28,69	81,96	0,046	0,099	0,099	0,152
120,000	152,160	50,640	515	77,74	27,21	77,74	0,041	0,089	0,089	0,137
130,000	164,840	54,860	541	73,93	25,87	73,93	0,037	0,080	0,080	0,124
140,000	177,520	59,080	568	70,47	24,66	70,47	0,034	0,073	0,073	0,113
150,000	190,200	63,300	594	67,32	23,56	67,32	0,031	0,067	0,067	0,103
160,000	202,880	67,520	621	64,43	22,55	64,43	0,028	0,061	0,061	0,094
170,000	215,560	71,740	647	61,79	21,63	61,79	0,026	0,056	0,056	0,086
180,000	228,240	75,960	674	59,35	20,77	59,35	0,024	0,052	0,052	0,080
190,000	240,920	80,180	701	57,09	19,98	57,09	0,022	0,048	0,048	0,074
200,000	253,600	84,400	727	55,00	19,25	55,00	0,020	0,044	0,045	0,069

Πίνακας 4.56 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 100 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	462	86,67	30,33	86,67	0,063	0,123	0,213	0,272
110,000	139,480	46,420	488	81,96	28,69	81,96	0,057	0,110	0,190	0,244
120,000	152,160	50,640	515	77,74	27,21	77,74	0,051	0,099	0,171	0,219
130,000	164,840	54,860	541	73,93	25,87	73,93	0,046	0,089	0,155	0,198
140,000	177,520	59,080	568	70,47	24,66	70,47	0,042	0,081	0,141	0,180
150,000	190,200	63,300	594	67,32	23,56	67,32	0,038	0,074	0,128	0,164
160,000	202,880	67,520	621	64,43	22,55	64,43	0,035	0,068	0,118	0,151
170,000	215,560	71,740	647	61,79	21,63	61,79	0,032	0,062	0,108	0,138
180,000	228,240	75,960	674	59,35	20,77	59,35	0,030	0,058	0,100	0,128
190,000	240,920	80,180	701	57,09	19,98	57,09	0,028	0,053	0,092	0,118
200,000	253,600	84,400	727	55,00	19,25	55,00	0,026	0,050	0,086	0,110

Πίνακας 4.57 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 100 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Γ.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$**

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	461	86,68	30,34	86,68	0,046	0,105	0,068	0,128
110,000	139,480	46,420	488	81,98	28,69	81,98	0,041	0,094	0,061	0,114
120,000	152,160	50,640	514	77,75	27,21	77,75	0,037	0,085	0,055	0,103
130,000	164,840	54,860	541	73,94	25,88	73,94	0,033	0,077	0,050	0,093
140,000	177,520	59,080	568	70,48	24,67	70,48	0,030	0,070	0,045	0,084
150,000	190,200	63,300	594	67,33	23,56	67,33	0,028	0,064	0,041	0,077
160,000	202,880	67,520	621	64,44	22,55	64,44	0,025	0,058	0,038	0,071
170,000	215,560	71,740	647	61,79	21,63	61,79	0,023	0,053	0,035	0,065
180,000	228,240	75,960	674	59,36	20,77	59,36	0,021	0,049	0,032	0,060
190,000	240,920	80,180	701	57,10	19,98	57,10	0,020	0,046	0,030	0,055
200,000	253,600	84,400	727	55,01	19,25	55,01	0,018	0,042	0,027	0,051

Πίνακας 4.58 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $100 \ \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	461	86,68	30,34	86,68	0,048	0,107	0,085	0,145
110,000	139,480	46,420	488	81,98	28,69	81,98	0,043	0,096	0,076	0,129
120,000	152,160	50,640	514	77,75	27,21	77,75	0,038	0,086	0,068	0,116
130,000	164,840	54,860	541	73,94	25,88	73,94	0,035	0,078	0,062	0,105
140,000	177,520	59,080	568	70,48	24,67	70,48	0,032	0,071	0,056	0,096
150,000	190,200	63,300	594	67,33	23,56	67,33	0,029	0,065	0,051	0,087
160,000	202,880	67,520	621	64,44	22,55	64,44	0,026	0,059	0,047	0,080
170,000	215,560	71,740	647	61,79	21,63	61,79	0,024	0,055	0,043	0,074
180,000	228,240	75,960	674	59,36	20,77	59,36	0,022	0,050	0,040	0,068
190,000	240,920	80,180	701	57,10	19,98	57,10	0,021	0,047	0,037	0,063
200,000	253,600	84,400	727	55,01	19,25	55,01	0,019	0,043	0,034	0,058

Πίνακας 4.59 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $100 \ \Omega$

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	461	86,68	30,34	86,68	0,051	0,110	0,111	0,170
110,000	139,480	46,420	488	81,98	28,69	81,98	0,046	0,099	0,099	0,152
120,000	152,160	50,640	514	77,75	27,21	77,75	0,041	0,089	0,089	0,137
130,000	164,840	54,860	541	73,94	25,88	73,94	0,037	0,080	0,081	0,124
140,000	177,520	59,080	568	70,48	24,67	70,48	0,034	0,073	0,073	0,113
150,000	190,200	63,300	594	67,33	23,56	67,33	0,031	0,067	0,067	0,103
160,000	202,880	67,520	621	64,44	22,55	64,44	0,028	0,061	0,061	0,094
170,000	215,560	71,740	647	61,79	21,63	61,79	0,026	0,056	0,056	0,087
180,000	228,240	75,960	674	59,36	20,77	59,36	0,024	0,052	0,052	0,080
190,000	240,920	80,180	701	57,10	19,98	57,10	0,022	0,048	0,048	0,074
200,000	253,600	84,400	727	55,01	19,25	55,01	0,020	0,044	0,045	0,069

Πίνακας 4.60 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 100 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	461	86,68	30,34	86,68	0,063	0,123	0,213	0,272
110,000	139,480	46,420	488	81,98	28,69	81,98	0,057	0,110	0,190	0,244
120,000	152,160	50,640	514	77,75	27,21	77,75	0,051	0,099	0,171	0,219
130,000	164,840	54,860	541	73,94	25,88	73,94	0,046	0,089	0,155	0,198
140,000	177,520	59,080	568	70,48	24,67	70,48	0,042	0,081	0,141	0,180
150,000	190,200	63,300	594	67,33	23,56	67,33	0,038	0,074	0,128	0,164
160,000	202,880	67,520	621	64,44	22,55	64,44	0,035	0,068	0,118	0,151
170,000	215,560	71,740	647	61,79	21,63	61,79	0,032	0,063	0,108	0,138
180,000	228,240	75,960	674	59,36	20,77	59,36	0,030	0,058	0,100	0,128
190,000	240,920	80,180	701	57,10	19,98	57,10	0,028	0,053	0,092	0,118
200,000	253,600	84,400	727	55,01	19,25	55,01	0,026	0,050	0,086	0,110

Πίνακας 4.61 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 100 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Δ.

Σφάλμα προς γη

με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega$, $X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega$, $t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho}$ (Ω)	$X_{\gamma\rho}$ (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta1$	$\Delta\Theta2$	$\Delta\Theta3$	$\Delta\Theta4$
100,000	126,800	42,200	462	86,67	30,34	86,67	0,046	0,105	0,068	0,128
110,000	139,480	46,420	488	81,97	28,69	81,97	0,041	0,094	0,061	0,114
120,000	152,160	50,640	515	77,74	27,21	77,74	0,037	0,085	0,055	0,103
130,000	164,840	54,860	541	73,93	25,87	73,93	0,033	0,077	0,050	0,093
140,000	177,520	59,080	568	70,47	24,66	70,47	0,030	0,070	0,045	0,084
150,000	190,200	63,300	594	67,32	23,56	67,32	0,028	0,063	0,041	0,077
160,000	202,880	67,520	621	64,44	22,55	64,44	0,025	0,058	0,038	0,071
170,000	215,560	71,740	647	61,79	21,63	61,79	0,023	0,053	0,035	0,065
180,000	228,240	75,960	674	59,35	20,77	59,35	0,021	0,049	0,032	0,060
190,000	240,920	80,180	701	57,09	19,98	57,09	0,020	0,046	0,030	0,055
200,000	253,600	84,400	727	55,00	19,25	55,00	0,018	0,042	0,027	0,051

Πίνακας 4.62 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $100 \text{ } \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega$, $X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega$, $t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho}$ (Ω)	$X_{\gamma\rho}$ (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta1$	$\Delta\Theta2$	$\Delta\Theta3$	$\Delta\Theta4$
100,000	126,800	42,200	462	86,67	30,34	86,67	0,048	0,107	0,085	0,145
110,000	139,480	46,420	488	81,97	28,69	81,97	0,043	0,096	0,076	0,129
120,000	152,160	50,640	515	77,74	27,21	77,74	0,038	0,086	0,068	0,116
130,000	164,840	54,860	541	73,93	25,87	73,93	0,035	0,078	0,062	0,105
140,000	177,520	59,080	568	70,47	24,66	70,47	0,032	0,071	0,056	0,096
150,000	190,200	63,300	594	67,32	23,56	67,32	0,029	0,065	0,051	0,087
160,000	202,880	67,520	621	64,44	22,55	64,44	0,026	0,059	0,047	0,080
170,000	215,560	71,740	647	61,79	21,63	61,79	0,024	0,055	0,043	0,074
180,000	228,240	75,960	674	59,35	20,77	59,35	0,022	0,050	0,040	0,068
190,000	240,920	80,180	701	57,09	19,98	57,09	0,021	0,047	0,037	0,063
200,000	253,600	84,400	727	55,00	19,25	55,00	0,019	0,043	0,034	0,058

Πίνακας 4.63 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $100 \text{ } \Omega$

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	462	86,67	30,34	86,67	0,051	0,110	0,111	0,170
110,000	139,480	46,420	488	81,97	28,69	81,97	0,046	0,099	0,099	0,152
120,000	152,160	50,640	515	77,74	27,21	77,74	0,041	0,089	0,089	0,137
130,000	164,840	54,860	541	73,93	25,87	73,93	0,037	0,080	0,081	0,124
140,000	177,520	59,080	568	70,47	24,66	70,47	0,034	0,073	0,073	0,113
150,000	190,200	63,300	594	67,32	23,56	67,32	0,031	0,067	0,067	0,103
160,000	202,880	67,520	621	64,44	22,55	64,44	0,028	0,061	0,061	0,094
170,000	215,560	71,740	647	61,79	21,63	61,79	0,026	0,056	0,056	0,087
180,000	228,240	75,960	674	59,35	20,77	59,35	0,024	0,052	0,052	0,080
190,000	240,920	80,180	701	57,09	19,98	57,09	0,022	0,048	0,048	0,074
200,000	253,600	84,400	727	55,00	19,25	55,00	0,020	0,044	0,045	0,069

Πίνακας 4.64 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 100 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	462	86,67	30,34	86,67	0,063	0,123	0,213	0,272
110,000	139,480	46,420	488	81,97	28,69	81,97	0,057	0,110	0,190	0,244
120,000	152,160	50,640	515	77,74	27,21	77,74	0,051	0,099	0,171	0,219
130,000	164,840	54,860	541	73,93	25,87	73,93	0,046	0,089	0,155	0,198
140,000	177,520	59,080	568	70,47	24,66	70,47	0,042	0,081	0,141	0,180
150,000	190,200	63,300	594	67,32	23,56	67,32	0,038	0,074	0,128	0,164
160,000	202,880	67,520	621	64,44	22,55	64,44	0,035	0,068	0,118	0,151
170,000	215,560	71,740	647	61,79	21,63	61,79	0,032	0,063	0,108	0,138
180,000	228,240	75,960	674	59,35	20,77	59,35	0,030	0,058	0,100	0,128
190,000	240,920	80,180	701	57,09	19,98	57,09	0,028	0,053	0,092	0,118
200,000	253,600	84,400	727	55,00	19,25	55,00	0,026	0,050	0,086	0,110

Πίνακας 4.65 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 100 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Ε.

Σφάλμα προς γη

με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	461	86,68	30,34	86,68	0,046	0,105	0,068	0,128
110,000	139,480	46,420	488	81,97	28,69	81,97	0,041	0,094	0,061	0,114
120,000	152,160	50,640	514	77,75	27,21	77,75	0,037	0,085	0,055	0,103
130,000	164,840	54,860	541	73,94	25,88	73,94	0,033	0,077	0,050	0,093
140,000	177,520	59,080	568	70,48	24,67	70,48	0,030	0,070	0,045	0,084
150,000	190,200	63,300	594	67,32	23,56	67,32	0,028	0,064	0,041	0,077
160,000	202,880	67,520	621	64,44	22,55	64,44	0,025	0,058	0,038	0,071
170,000	215,560	71,740	647	61,79	21,63	61,79	0,023	0,053	0,035	0,065
180,000	228,240	75,960	674	59,35	20,77	59,35	0,021	0,049	0,032	0,060
190,000	240,920	80,180	701	57,10	19,98	57,10	0,020	0,046	0,030	0,055
200,000	253,600	84,400	727	55,01	19,25	55,01	0,018	0,042	0,027	0,051

Πίνακας 4.66 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $100 \ \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	461	86,68	30,34	86,68	0,048	0,107	0,085	0,145
110,000	139,480	46,420	488	81,97	28,69	81,97	0,043	0,096	0,076	0,129
120,000	152,160	50,640	514	77,75	27,21	77,75	0,038	0,086	0,068	0,116
130,000	164,840	54,860	541	73,94	25,88	73,94	0,035	0,078	0,062	0,105
140,000	177,520	59,080	568	70,48	24,67	70,48	0,032	0,071	0,056	0,096
150,000	190,200	63,300	594	67,32	23,56	67,32	0,029	0,065	0,051	0,087
160,000	202,880	67,520	621	64,44	22,55	64,44	0,026	0,059	0,047	0,080
170,000	215,560	71,740	647	61,79	21,63	61,79	0,024	0,055	0,043	0,074
180,000	228,240	75,960	674	59,35	20,77	59,35	0,022	0,050	0,040	0,068
190,000	240,920	80,180	701	57,10	19,98	57,10	0,021	0,047	0,037	0,063
200,000	253,600	84,400	727	55,01	19,25	55,01	0,019	0,043	0,034	0,058

Πίνακας 4.67 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $100 \ \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.40 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	461	86,68	30,34	86,68	0,051	0,110	0,111	0,170
110,000	139,480	46,420	488	81,97	28,69	81,97	0,046	0,099	0,099	0,152
120,000	152,160	50,640	514	77,75	27,21	77,75	0,041	0,089	0,089	0,137
130,000	164,840	54,860	541	73,94	25,88	73,94	0,037	0,080	0,081	0,124
140,000	177,520	59,080	568	70,48	24,67	70,48	0,034	0,073	0,073	0,113
150,000	190,200	63,300	594	67,32	23,56	67,32	0,031	0,067	0,067	0,103
160,000	202,880	67,520	621	64,44	22,55	64,44	0,028	0,061	0,061	0,094
170,000	215,560	71,740	647	61,79	21,63	61,79	0,026	0,056	0,056	0,087
180,000	228,240	75,960	674	59,35	20,77	59,35	0,024	0,052	0,052	0,080
190,000	240,920	80,180	701	57,10	19,98	57,10	0,022	0,048	0,048	0,074
200,000	253,600	84,400	727	55,01	19,25	55,01	0,020	0,044	0,045	0,069

Πίνακας 4.68 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 100Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 1 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	461	86,68	30,34	86,68	0,063	0,123	0,213	0,272
110,000	139,480	46,420	488	81,97	28,69	81,97	0,057	0,110	0,190	0,244
120,000	152,160	50,640	514	77,75	27,21	77,75	0,051	0,099	0,171	0,219
130,000	164,840	54,860	541	73,94	25,88	73,94	0,046	0,089	0,155	0,198
140,000	177,520	59,080	568	70,48	24,67	70,48	0,042	0,081	0,141	0,180
150,000	190,200	63,300	594	67,32	23,56	67,32	0,038	0,074	0,128	0,164
160,000	202,880	67,520	621	64,44	22,55	64,44	0,035	0,068	0,118	0,151
170,000	215,560	71,740	647	61,79	21,63	61,79	0,032	0,063	0,108	0,138
180,000	228,240	75,960	674	59,35	20,77	59,35	0,030	0,058	0,100	0,128
190,000	240,920	80,180	701	57,10	19,98	57,10	0,028	0,053	0,092	0,118
200,000	253,600	84,400	727	55,01	19,25	55,01	0,026	0,050	0,086	0,110

Πίνακας 4.69 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 100Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Στ.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$**

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	461	86,69	30,34	86,69	0,046	0,105	0,068	0,128
110,000	139,480	46,420	475	84,27	29,49	84,27	0,043	0,099	0,064	0,121
120,000	152,160	50,640	514	77,76	27,21	77,76	0,037	0,085	0,055	0,103
130,000	164,840	54,860	541	73,94	25,88	73,94	0,033	0,077	0,050	0,093
140,000	177,520	59,080	568	70,48	24,67	70,48	0,030	0,070	0,045	0,084
150,000	190,200	63,300	594	67,33	23,57	67,33	0,028	0,064	0,041	0,077
160,000	202,880	67,520	621	64,45	22,56	64,45	0,025	0,058	0,038	0,071
170,000	215,560	71,740	647	61,80	21,63	61,80	0,023	0,054	0,035	0,065
180,000	228,240	75,960	674	59,36	20,78	59,36	0,021	0,049	0,032	0,060
190,000	240,920	80,180	700	57,10	19,99	57,10	0,020	0,046	0,030	0,055
200,000	253,600	84,400	727	55,01	19,25	55,01	0,018	0,042	0,027	0,051

Πίνακας 4.70 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $100 \ \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	461	86,69	30,34	86,69	0,048	0,107	0,085	0,145
110,000	139,480	46,420	475	84,27	29,49	84,27	0,043	0,096	0,076	0,129
120,000	152,160	50,640	514	77,76	27,21	77,76	0,038	0,086	0,068	0,116
130,000	164,840	54,860	541	73,94	25,88	73,94	0,035	0,078	0,062	0,105
140,000	177,520	59,080	568	70,48	24,67	70,48	0,032	0,071	0,056	0,096
150,000	190,200	63,300	594	67,33	23,57	67,33	0,029	0,065	0,051	0,087
160,000	202,880	67,520	621	64,45	22,56	64,45	0,026	0,059	0,047	0,080
170,000	215,560	71,740	647	61,80	21,63	61,80	0,024	0,055	0,043	0,074
180,000	228,240	75,960	674	59,36	20,78	59,36	0,022	0,050	0,040	0,068
190,000	240,920	80,180	700	57,10	19,99	57,10	0,021	0,047	0,037	0,063
200,000	253,600	84,400	727	55,01	19,25	55,01	0,019	0,043	0,034	0,058

Πίνακας 4.71 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $100 \ \Omega$

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	461	86,69	30,34	86,69	0,051	0,110	0,111	0,170
110,000	139,480	46,420	475	84,27	29,49	84,27	0,046	0,099	0,099	0,152
120,000	152,160	50,640	514	77,76	27,21	77,76	0,041	0,089	0,089	0,137
130,000	164,840	54,860	541	73,94	25,88	73,94	0,037	0,080	0,081	0,124
140,000	177,520	59,080	568	70,48	24,67	70,48	0,034	0,073	0,073	0,113
150,000	190,200	63,300	594	67,33	23,57	67,33	0,031	0,067	0,067	0,103
160,000	202,880	67,520	621	64,45	22,56	64,45	0,028	0,061	0,061	0,094
170,000	215,560	71,740	647	61,80	21,63	61,80	0,026	0,056	0,056	0,087
180,000	228,240	75,960	674	59,36	20,78	59,36	0,024	0,052	0,052	0,080
190,000	240,920	80,180	700	57,10	19,99	57,10	0,022	0,048	0,048	0,074
200,000	253,600	84,400	727	55,01	19,25	55,01	0,021	0,044	0,045	0,069

Πίνακας 4.72 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 100 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	461	86,69	30,34	86,69	0,063	0,123	0,213	0,272
110,000	139,480	46,420	475	84,27	29,49	84,27	0,057	0,110	0,190	0,244
120,000	152,160	50,640	514	77,76	27,21	77,76	0,051	0,099	0,171	0,219
130,000	164,840	54,860	541	73,94	25,88	73,94	0,046	0,089	0,155	0,198
140,000	177,520	59,080	568	70,48	24,67	70,48	0,042	0,081	0,141	0,180
150,000	190,200	63,300	594	67,33	23,57	67,33	0,038	0,074	0,128	0,164
160,000	202,880	67,520	621	64,45	22,56	64,45	0,035	0,068	0,118	0,151
170,000	215,560	71,740	647	61,80	21,63	61,80	0,032	0,063	0,108	0,138
180,000	228,240	75,960	674	59,36	20,78	59,36	0,030	0,058	0,100	0,128
190,000	240,920	80,180	700	57,10	19,99	57,10	0,028	0,053	0,092	0,118
200,000	253,600	84,400	727	55,01	19,25	55,01	0,026	0,050	0,086	0,110

Πίνακας 4.73 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 100 Ω

4.5. R_{γης} = 200 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Α.

Σφάλμα προς γη

με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.15 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	659	60,68	21,24	60,68	0,022	0,052	0,033	0,063
110,000	139,480	46,420	685	58,36	20,42	58,36	0,021	0,048	0,031	0,058
120,000	152,160	50,640	712	56,20	19,67	56,20	0,019	0,044	0,029	0,054
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,018	0,041	0,027	0,050
140,000	177,520	59,080	764	52,33	18,31	52,33	0,017	0,038	0,025	0,047
150,000	190,200	63,300	791	50,58	17,70	50,58	0,016	0,036	0,023	0,043
160,000	202,880	67,520	817	48,95	17,13	48,95	0,015	0,034	0,022	0,041
170,000	215,560	71,740	844	47,41	16,60	47,41	0,014	0,031	0,020	0,038
180,000	228,240	75,960	870	45,97	16,09	45,97	0,013	0,030	0,019	0,036
190,000	240,920	80,180	897	44,62	15,62	44,62	0,012	0,028	0,018	0,034
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,011	0,026	0,017	0,032

Πίνακας 4.74 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης 200 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.25 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	659	60,68	21,24	60,68	0,023	0,053	0,042	0,071
110,000	139,480	46,420	685	58,36	20,42	58,36	0,022	0,049	0,039	0,066
120,000	152,160	50,640	712	56,20	19,67	56,20	0,020	0,045	0,036	0,061
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,019	0,042	0,033	0,057
140,000	177,520	59,080	764	52,33	18,31	52,33	0,017	0,039	0,031	0,053
150,000	190,200	63,300	791	50,58	17,70	50,58	0,016	0,037	0,029	0,049
160,000	202,880	67,520	817	48,95	17,13	48,95	0,015	0,034	0,027	0,046
170,000	215,560	71,740	844	47,41	16,60	47,41	0,014	0,032	0,025	0,043
180,000	228,240	75,960	870	45,97	16,09	45,97	0,013	0,030	0,024	0,041
190,000	240,920	80,180	897	44,62	15,62	44,62	0,013	0,028	0,023	0,038
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,012	0,027	0,021	0,036

Πίνακας 4.75 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης 200 Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.4 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	659	60,68	21,24	60,68	0,025	0,054	0,054	0,083
110,000	139,480	46,420	685	58,36	20,42	58,36	0,023	0,050	0,050	0,077
120,000	152,160	50,640	712	56,20	19,67	56,20	0,021	0,046	0,047	0,072
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,020	0,043	0,043	0,067
140,000	177,520	59,080	764	52,33	18,31	52,33	0,019	0,040	0,040	0,062
150,000	190,200	63,300	791	50,58	17,70	50,58	0,017	0,038	0,038	0,058
160,000	202,880	67,520	817	48,95	17,13	48,95	0,016	0,035	0,035	0,054
170,000	215,560	71,740	844	47,41	16,60	47,41	0,015	0,033	0,033	0,051
180,000	228,240	75,960	870	45,97	16,09	45,97	0,014	0,031	0,031	0,048
190,000	240,920	80,180	897	44,62	15,62	44,62	0,013	0,029	0,029	0,045
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,013	0,028	0,028	0,043

Πίνακας 4.76 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 200Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 1 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	659	60,68	21,24	60,68	0,031	0,060	0,104	0,133
110,000	139,480	46,420	685	58,36	20,42	58,36	0,029	0,056	0,096	0,123
120,000	152,160	50,640	712	56,20	19,67	56,20	0,027	0,052	0,089	0,114
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,025	0,048	0,083	0,106
140,000	177,520	59,080	764	52,33	18,31	52,33	0,023	0,045	0,078	0,099
150,000	190,200	63,300	791	50,58	17,70	50,58	0,022	0,042	0,072	0,093
160,000	202,880	67,520	817	48,95	17,13	48,95	0,020	0,039	0,068	0,087
170,000	215,560	71,740	844	47,41	16,60	47,41	0,019	0,037	0,064	0,081
180,000	228,240	75,960	870	45,97	16,09	45,97	0,018	0,035	0,060	0,077
190,000	240,920	80,180	897	44,62	15,62	44,62	0,017	0,033	0,056	0,072
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,016	0,031	0,053	0,068

Πίνακας 4.77 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 200Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Β.

Σφάλμα προς γη

με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,022	0,052	0,033	0,063
110,000	139,480	46,420	685	58,36	20,43	58,36	0,021	0,048	0,031	0,058
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,019	0,044	0,029	0,054
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,018	0,041	0,027	0,050
140,000	177,520	59,080	764	52,33	18,32	52,33	0,017	0,038	0,025	0,047
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,016	0,036	0,023	0,043
160,000	202,880	67,520	817	48,95	17,13	48,95	0,015	0,034	0,022	0,041
170,000	215,560	71,740	844	47,42	16,60	47,42	0,014	0,032	0,020	0,038
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,013	0,030	0,019	0,036
190,000	240,920	80,180	896	44,62	15,62	44,62	0,012	0,028	0,018	0,034
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,011	0,026	0,017	0,032

Πίνακας 4.78 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $200 \ \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,023	0,053	0,042	0,071
110,000	139,480	46,420	685	58,36	20,43	58,36	0,022	0,049	0,039	0,066
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,020	0,045	0,036	0,061
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,019	0,042	0,033	0,057
140,000	177,520	59,080	764	52,33	18,32	52,33	0,017	0,039	0,031	0,053
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,016	0,037	0,029	0,049
160,000	202,880	67,520	817	48,95	17,13	48,95	0,015	0,034	0,027	0,046
170,000	215,560	71,740	844	47,42	16,60	47,42	0,014	0,032	0,025	0,043
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,013	0,030	0,024	0,041
190,000	240,920	80,180	896	44,62	15,62	44,62	0,013	0,028	0,023	0,038
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,012	0,027	0,021	0,036

Πίνακας 4.79 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $200 \ \Omega$

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,025	0,054	0,054	0,083
110,000	139,480	46,420	685	58,36	20,43	58,36	0,023	0,050	0,050	0,077
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,021	0,046	0,047	0,072
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,020	0,043	0,043	0,067
140,000	177,520	59,080	764	52,33	18,32	52,33	0,019	0,040	0,040	0,062
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,017	0,038	0,038	0,058
160,000	202,880	67,520	817	48,95	17,13	48,95	0,016	0,035	0,035	0,054
170,000	215,560	71,740	844	47,42	16,60	47,42	0,015	0,033	0,033	0,051
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,014	0,031	0,031	0,048
190,000	240,920	80,180	896	44,62	15,62	44,62	0,013	0,029	0,029	0,045
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,013	0,028	0,028	0,043

Πίνακας 4.80 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 200 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,031	0,060	0,104	0,134
110,000	139,480	46,420	685	58,36	20,43	58,36	0,029	0,056	0,096	0,123
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,027	0,052	0,089	0,115
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,025	0,048	0,083	0,106
140,000	177,520	59,080	764	52,33	18,32	52,33	0,023	0,045	0,078	0,099
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,022	0,042	0,072	0,093
160,000	202,880	67,520	817	48,95	17,13	48,95	0,020	0,039	0,068	0,087
170,000	215,560	71,740	844	47,42	16,60	47,42	0,019	0,037	0,064	0,082
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,018	0,035	0,060	0,077
190,000	240,920	80,180	896	44,62	15,62	44,62	0,017	0,033	0,056	0,072
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,016	0,031	0,053	0,068

Πίνακας 4.81 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 200 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Γ.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$**

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,022	0,052	0,033	0,063
110,000	139,480	46,420	685	58,37	20,43	58,37	0,021	0,048	0,031	0,058
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,019	0,044	0,029	0,054
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,018	0,041	0,027	0,050
140,000	177,520	59,080	764	52,34	18,32	52,34	0,017	0,038	0,025	0,047
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,016	0,036	0,023	0,043
160,000	202,880	67,520	817	48,96	17,13	48,96	0,015	0,034	0,022	0,041
170,000	215,560	71,740	843	47,42	16,60	47,42	0,014	0,032	0,020	0,038
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,013	0,030	0,019	0,036
190,000	240,920	80,180	896	44,62	15,62	44,62	0,012	0,028	0,018	0,034
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,011	0,026	0,017	0,032

Πίνακας 4.82 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $200 \ \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,023	0,053	0,042	0,071
110,000	139,480	46,420	685	58,37	20,43	58,37	0,022	0,049	0,039	0,066
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,020	0,045	0,036	0,061
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,019	0,042	0,033	0,057
140,000	177,520	59,080	764	52,34	18,32	52,34	0,017	0,039	0,031	0,053
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,016	0,037	0,029	0,049
160,000	202,880	67,520	817	48,96	17,13	48,96	0,015	0,034	0,027	0,046
170,000	215,560	71,740	843	47,42	16,60	47,42	0,014	0,032	0,025	0,043
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,013	0,030	0,024	0,041
190,000	240,920	80,180	896	44,62	15,62	44,62	0,013	0,028	0,023	0,038
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,012	0,027	0,021	0,036

Πίνακας 4.83 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $200 \ \Omega$

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,025	0,054	0,054	0,083
110,000	139,480	46,420	685	58,37	20,43	58,37	0,023	0,050	0,050	0,077
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,021	0,046	0,047	0,072
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,020	0,043	0,043	0,067
140,000	177,520	59,080	764	52,34	18,32	52,34	0,019	0,040	0,040	0,062
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,017	0,038	0,038	0,058
160,000	202,880	67,520	817	48,96	17,13	48,96	0,016	0,035	0,035	0,054
170,000	215,560	71,740	843	47,42	16,60	47,42	0,015	0,033	0,033	0,051
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,014	0,031	0,031	0,048
190,000	240,920	80,180	896	44,62	15,62	44,62	0,013	0,029	0,029	0,045
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,013	0,028	0,028	0,043

Πίνακας 4.84 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 200 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,031	0,060	0,104	0,134
110,000	139,480	46,420	685	58,37	20,43	58,37	0,029	0,056	0,096	0,123
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,027	0,052	0,089	0,115
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,025	0,048	0,083	0,107
140,000	177,520	59,080	764	52,34	18,32	52,34	0,023	0,045	0,078	0,099
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,022	0,042	0,072	0,093
160,000	202,880	67,520	817	48,96	17,13	48,96	0,020	0,039	0,068	0,087
170,000	215,560	71,740	843	47,42	16,60	47,42	0,019	0,037	0,064	0,082
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,018	0,035	0,060	0,077
190,000	240,920	80,180	896	44,62	15,62	44,62	0,017	0,033	0,056	0,072
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,016	0,031	0,053	0,068

Πίνακας 4.85 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 200 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Δ.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$**

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,022	0,052	0,033	0,063
110,000	139,480	46,420	685	58,37	20,43	58,37	0,021	0,048	0,031	0,058
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,019	0,044	0,029	0,054
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,018	0,041	0,027	0,050
140,000	177,520	59,080	764	52,34	18,32	52,34	0,017	0,038	0,025	0,047
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,016	0,036	0,023	0,043
160,000	202,880	67,520	817	48,96	17,13	48,96	0,015	0,034	0,022	0,041
170,000	215,560	71,740	843	47,42	16,60	47,42	0,014	0,032	0,020	0,038
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,013	0,030	0,019	0,036
190,000	240,920	80,180	896	44,62	15,62	44,62	0,012	0,028	0,018	0,034
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,011	0,026	0,017	0,032

Πίνακας 4.86 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης 200 Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,023	0,053	0,042	0,071
110,000	139,480	46,420	685	58,37	20,43	58,37	0,022	0,049	0,039	0,066
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,020	0,045	0,036	0,061
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,019	0,042	0,033	0,057
140,000	177,520	59,080	764	52,34	18,32	52,34	0,017	0,039	0,031	0,053
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,016	0,037	0,029	0,049
160,000	202,880	67,520	817	48,96	17,13	48,96	0,015	0,034	0,027	0,046
170,000	215,560	71,740	843	47,42	16,60	47,42	0,014	0,032	0,025	0,043
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,013	0,030	0,024	0,041
190,000	240,920	80,180	896	44,62	15,62	44,62	0,013	0,028	0,023	0,038
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,012	0,027	0,021	0,036

Πίνακας 4.87 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης 200 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,025	0,054	0,054	0,083
110,000	139,480	46,420	685	58,37	20,43	58,37	0,023	0,050	0,050	0,077
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,021	0,046	0,047	0,072
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,020	0,043	0,043	0,067
140,000	177,520	59,080	764	52,34	18,32	52,34	0,019	0,040	0,040	0,062
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,017	0,038	0,038	0,058
160,000	202,880	67,520	817	48,96	17,13	48,96	0,016	0,035	0,035	0,054
170,000	215,560	71,740	843	47,42	16,60	47,42	0,015	0,033	0,033	0,051
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,014	0,031	0,031	0,048
190,000	240,920	80,180	896	44,62	15,62	44,62	0,013	0,029	0,029	0,045
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,013	0,028	0,028	0,043

Πίνακας 4.88 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 200 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,031	0,060	0,104	0,134
110,000	139,480	46,420	685	58,37	20,43	58,37	0,029	0,056	0,096	0,123
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,027	0,052	0,089	0,115
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,025	0,048	0,083	0,107
140,000	177,520	59,080	764	52,34	18,32	52,34	0,023	0,045	0,078	0,099
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,022	0,042	0,072	0,093
160,000	202,880	67,520	817	48,96	17,13	48,96	0,020	0,039	0,068	0,087
170,000	215,560	71,740	843	47,42	16,60	47,42	0,019	0,037	0,064	0,082
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,018	0,035	0,060	0,077
190,000	240,920	80,180	896	44,62	15,62	44,62	0,017	0,033	0,056	0,072
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,016	0,031	0,053	0,068

Πίνακας 4.89 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 200 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Ε.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$**

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega$, $X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega$, $t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho}$ (Ω)	$X_{\gamma\rho}$ (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,022	0,052	0,033	0,063
110,000	139,480	46,420	685	58,37	20,43	58,37	0,021	0,048	0,031	0,058
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,019	0,044	0,029	0,054
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,018	0,041	0,027	0,050
140,000	177,520	59,080	764	52,34	18,32	52,34	0,017	0,038	0,025	0,047
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,016	0,036	0,023	0,043
160,000	202,880	67,520	817	48,96	17,13	48,96	0,015	0,034	0,022	0,041
170,000	215,560	71,740	843	47,42	16,60	47,42	0,014	0,032	0,020	0,038
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,013	0,030	0,019	0,036
190,000	240,920	80,180	896	44,62	15,62	44,62	0,012	0,028	0,018	0,034
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,011	0,026	0,017	0,032

Πίνακας 4.90 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $200 \text{ } \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega$, $X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega$, $t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho}$ (Ω)	$X_{\gamma\rho}$ (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,023	0,053	0,042	0,071
110,000	139,480	46,420	685	58,37	20,43	58,37	0,022	0,049	0,039	0,066
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,020	0,045	0,036	0,061
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,019	0,042	0,033	0,057
140,000	177,520	59,080	764	52,34	18,32	52,34	0,017	0,039	0,031	0,053
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,016	0,037	0,029	0,049
160,000	202,880	67,520	817	48,96	17,13	48,96	0,015	0,034	0,027	0,046
170,000	215,560	71,740	843	47,42	16,60	47,42	0,014	0,032	0,025	0,043
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,013	0,030	0,024	0,041
190,000	240,920	80,180	896	44,62	15,62	44,62	0,013	0,028	0,023	0,038
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,012	0,027	0,021	0,036

Πίνακας 4.91 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $200 \text{ } \Omega$

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,025	0,054	0,054	0,083
110,000	139,480	46,420	685	58,37	20,43	58,37	0,023	0,050	0,050	0,077
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,021	0,046	0,047	0,072
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,020	0,043	0,043	0,067
140,000	177,520	59,080	764	52,34	18,32	52,34	0,019	0,040	0,040	0,062
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,017	0,038	0,038	0,058
160,000	202,880	67,520	817	48,96	17,13	48,96	0,016	0,035	0,035	0,054
170,000	215,560	71,740	843	47,42	16,60	47,42	0,015	0,033	0,033	0,051
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,014	0,031	0,031	0,048
190,000	240,920	80,180	896	44,62	15,62	44,62	0,013	0,029	0,029	0,045
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,013	0,028	0,028	0,043

Πίνακας 4.92 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 200 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,031	0,060	0,104	0,134
110,000	139,480	46,420	685	58,37	20,43	58,37	0,029	0,056	0,096	0,123
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,027	0,052	0,089	0,115
130,000	164,840	54,860	738	54,20	18,97	54,20	0,025	0,048	0,083	0,107
140,000	177,520	59,080	764	52,34	18,32	52,34	0,023	0,045	0,078	0,099
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,022	0,042	0,072	0,093
160,000	202,880	67,520	817	48,96	17,13	48,96	0,020	0,039	0,068	0,087
170,000	215,560	71,740	843	47,42	16,60	47,42	0,019	0,037	0,064	0,082
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,018	0,035	0,060	0,077
190,000	240,920	80,180	896	44,62	15,62	44,62	0,017	0,033	0,056	0,072
200,000	253,600	84,400	923	43,34	15,17	43,34	0,016	0,031	0,053	0,068

Πίνακας 4.93 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 200 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Στ.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$**

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,022	0,052	0,033	0,063
110,000	139,480	46,420	672	59,51	20,83	59,51	0,022	0,050	0,032	0,060
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,019	0,044	0,029	0,054
130,000	164,840	54,860	738	54,21	18,97	54,21	0,018	0,041	0,027	0,050
140,000	177,520	59,080	764	52,34	18,32	52,34	0,017	0,038	0,025	0,047
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,016	0,036	0,023	0,043
160,000	202,880	67,520	817	48,96	17,14	48,96	0,015	0,034	0,022	0,041
170,000	215,560	71,740	843	47,42	16,60	47,42	0,014	0,032	0,020	0,038
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,013	0,030	0,019	0,036
190,000	240,920	80,180	896	44,63	15,62	44,63	0,012	0,028	0,018	0,034
200,000	253,600	84,400	923	43,35	15,17	43,35	0,011	0,026	0,017	0,032

Πίνακας 4.94 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $200 \text{ } \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,023	0,053	0,042	0,071
110,000	139,480	46,420	672	59,51	20,83	59,51	0,022	0,049	0,039	0,066
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,020	0,045	0,036	0,061
130,000	164,840	54,860	738	54,21	18,97	54,21	0,019	0,042	0,033	0,057
140,000	177,520	59,080	764	52,34	18,32	52,34	0,017	0,039	0,031	0,053
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,016	0,037	0,029	0,049
160,000	202,880	67,520	817	48,96	17,14	48,96	0,015	0,034	0,027	0,046
170,000	215,560	71,740	843	47,42	16,60	47,42	0,014	0,032	0,025	0,043
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,013	0,030	0,024	0,041
190,000	240,920	80,180	896	44,63	15,62	44,63	0,013	0,028	0,023	0,038
200,000	253,600	84,400	923	43,35	15,17	43,35	0,012	0,027	0,021	0,036

Πίνακας 4.95 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $200 \text{ } \Omega$

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,025	0,054	0,054	0,083
110,000	139,480	46,420	672	59,51	20,83	59,51	0,023	0,050	0,050	0,077
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,021	0,046	0,047	0,072
130,000	164,840	54,860	738	54,21	18,97	54,21	0,020	0,043	0,043	0,067
140,000	177,520	59,080	764	52,34	18,32	52,34	0,019	0,040	0,040	0,062
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,017	0,038	0,038	0,058
160,000	202,880	67,520	817	48,96	17,14	48,96	0,016	0,035	0,035	0,054
170,000	215,560	71,740	843	47,42	16,60	47,42	0,015	0,033	0,033	0,051
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,014	0,031	0,031	0,048
190,000	240,920	80,180	896	44,63	15,62	44,63	0,013	0,029	0,029	0,045
200,000	253,600	84,400	923	43,35	15,17	43,35	0,013	0,028	0,028	0,043

Πίνακας 4.96 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 200 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	659	60,69	21,24	60,69	0,031	0,060	0,104	0,134
110,000	139,480	46,420	672	59,51	20,83	59,51	0,029	0,056	0,096	0,123
120,000	152,160	50,640	712	56,21	19,67	56,21	0,027	0,052	0,089	0,115
130,000	164,840	54,860	738	54,21	18,97	54,21	0,025	0,048	0,083	0,107
140,000	177,520	59,080	764	52,34	18,32	52,34	0,023	0,045	0,078	0,099
150,000	190,200	63,300	791	50,59	17,71	50,59	0,022	0,042	0,072	0,093
160,000	202,880	67,520	817	48,96	17,14	48,96	0,020	0,039	0,068	0,087
170,000	215,560	71,740	843	47,42	16,60	47,42	0,019	0,037	0,064	0,082
180,000	228,240	75,960	870	45,98	16,09	45,98	0,018	0,035	0,060	0,077
190,000	240,920	80,180	896	44,63	15,62	44,63	0,017	0,033	0,056	0,072
200,000	253,600	84,400	923	43,35	15,17	43,35	0,016	0,031	0,053	0,068

Πίνακας 4.97 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 200 Ω

4.6. R_{γης} = 1000 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Α.

Σφάλμα προς γη

με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.15 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,004	0,003	0,005
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,002	0,004	0,003	0,005
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,003	0,005
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,003	0,005
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,003	0,005
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,003	0,005
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,002	0,005
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,002	0,005
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,002	0,004
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,002	0,004
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,002	0,004

Πίνακας 4.98 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης 1000 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.25 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,004	0,004	0,006
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,002	0,004	0,003	0,006
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,003	0,006
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,003	0,006
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,003	0,006
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,003	0,005
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,003	0,005
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,003	0,005
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,003	0,005
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,003	0,005
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,003	0,005

Πίνακας 4.99 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης 1000 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.4 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,005	0,005	0,007
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,002	0,005	0,005	0,007
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,004	0,007
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,004	0,007
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,004	0,007
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,004	0,006
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,004	0,006
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,004	0,006
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,004	0,006
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,004	0,006
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,004	0,006

Πίνακας 4.100 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 1000 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,003	0,005	0,009	0,011
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,003	0,005	0,009	0,011
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,003	0,005	0,009	0,011
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,005	0,008	0,011
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,005	0,008	0,010
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,005	0,008	0,010
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,005	0,008	0,010
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,008	0,010
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,007	0,010
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,007	0,009
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,007	0,009

Πίνακας 4.101 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 1000 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Β.

Σφάλμα προς γη

με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,004	0,003	0,005
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,002	0,004	0,003	0,005
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,003	0,005
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,003	0,005
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,003	0,005
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,003	0,005
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,002	0,005
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,002	0,005
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,002	0,004
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,002	0,004
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,002	0,004

Πίνακας 4.102 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $1000 \ \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,004	0,004	0,006
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,002	0,004	0,003	0,006
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,003	0,006
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,003	0,006
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,003	0,006
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,003	0,005
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,003	0,005
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,003	0,005
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,003	0,005
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,003	0,005
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,003	0,005

Πίνακας 4.103 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $1000 \ \Omega$

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,005	0,005	0,007
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,002	0,005	0,005	0,007
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,004	0,007
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,004	0,007
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,004	0,007
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,004	0,006
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,004	0,006
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,004	0,006
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,004	0,006
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,004	0,006
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,004	0,006

Πίνακας 4.104 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 1000 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,003	0,005	0,009	0,011
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,003	0,005	0,009	0,011
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,003	0,005	0,009	0,011
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,005	0,008	0,011
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,005	0,008	0,010
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,005	0,008	0,010
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,005	0,008	0,010
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,008	0,010
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,007	0,010
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,007	0,009
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,007	0,009

Πίνακας 4.105 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 1000 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Γ.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$**

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,004	0,003	0,005
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,002	0,004	0,003	0,005
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,003	0,005
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,003	0,005
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,003	0,005
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,003	0,005
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,002	0,005
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,002	0,005
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,002	0,004
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,002	0,004
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,002	0,004

Πίνακας 4.106 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $1000 \ \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,004	0,004	0,006
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,002	0,004	0,003	0,006
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,003	0,006
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,003	0,006
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,003	0,006
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,003	0,005
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,003	0,005
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,003	0,005
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,003	0,005
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,003	0,005
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,003	0,005

Πίνακας 4.107 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 20 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $1000 \ \Omega$

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,005	0,005	0,007
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,002	0,005	0,005	0,007
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,004	0,007
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,004	0,007
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,004	0,007
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,004	0,006
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,004	0,006
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,004	0,006
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,004	0,006
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,004	0,006
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,004	0,006

Πίνακας 4.108 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 1000 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,003	0,005	0,009	0,011
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,003	0,005	0,009	0,011
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,003	0,005	0,009	0,011
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,005	0,008	0,011
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,005	0,008	0,010
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,005	0,008	0,010
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,005	0,008	0,010
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,008	0,010
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,007	0,010
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,007	0,009
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,007	0,009

Πίνακας 4.109 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 20 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 1000 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Δ.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$**

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,004	0,003	0,005
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,002	0,004	0,003	0,005
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,003	0,005
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,003	0,005
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,003	0,005
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,003	0,005
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,002	0,005
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,002	0,005
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,002	0,004
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,002	0,004
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,002	0,004

Πίνακας 4.110 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $1000 \ \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \ \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \ \Omega, t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\Theta 1$	$\Delta\Theta 2$	$\Delta\Theta 3$	$\Delta\Theta 4$
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,004	0,004	0,006
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,002	0,004	0,003	0,006
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,003	0,006
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,003	0,006
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,003	0,006
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,003	0,005
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,003	0,005
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,003	0,005
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,003	0,005
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,003	0,005
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,003	0,005

Πίνακας 4.111 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 15 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $1000 \ \Omega$

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,005	0,005	0,007
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,002	0,005	0,005	0,007
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,004	0,007
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,004	0,007
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,004	0,007
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,004	0,006
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,004	0,006
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,004	0,006
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,004	0,006
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,004	0,006
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,004	0,006

Πίνακας 4.112 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 1000 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,003	0,005	0,009	0,011
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,003	0,005	0,009	0,011
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,003	0,005	0,009	0,011
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,005	0,008	0,011
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,005	0,008	0,010
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,005	0,008	0,010
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,005	0,008	0,010
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,008	0,010
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,007	0,010
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,007	0,009
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,007	0,009

Πίνακας 4.113 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 15 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 1000 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Ε.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25$ MVA και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15$ kV**

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.15$ s										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,004	0,003	0,005
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,002	0,004	0,003	0,005
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,003	0,005
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,003	0,005
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,003	0,005
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,003	0,005
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,002	0,005
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,002	0,005
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,002	0,004
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,002	0,004
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,002	0,004

Πίνακας 4.114 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25$ MVA και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15$ kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης 1000 Ω

$R_{M\Sigma}=0.016 \Omega, X_{M\Sigma}=0.533 \Omega, t = 0.25$ s										
L (km)	$R_{\gamma\rho} (\Omega)$	$X_{\gamma\rho} (\Omega)$	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,004	0,004	0,006
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,002	0,004	0,003	0,006
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,003	0,006
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,003	0,006
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,003	0,006
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,003	0,005
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,003	0,005
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,003	0,005
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,003	0,005
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,003	0,005
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,003	0,005

Πίνακας 4.115 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 25$ MVA και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15$ kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης 1000 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,005	0,005	0,007
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,002	0,005	0,005	0,007
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,004	0,007
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,004	0,007
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,004	0,007
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,004	0,006
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,004	0,006
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,004	0,006
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,004	0,006
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,004	0,006
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,004	0,006

Πίνακας 4.116 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 1000 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,003	0,005	0,009	0,011
110,000	139,480	46,420	2281	17,54	6,14	17,54	0,003	0,005	0,009	0,011
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,003	0,005	0,009	0,011
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,005	0,008	0,011
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,005	0,008	0,010
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,005	0,008	0,010
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,005	0,008	0,010
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,008	0,010
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,007	0,010
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,007	0,009
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,007	0,009

Πίνακας 4.117 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 25 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 1000 Ω

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Στ.**Σφάλμα προς γη****με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$**

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega$, $X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega$, $t = 0.15 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho}$ (Ω)	$X_{\gamma\rho}$ (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,004	0,003	0,005
110,000	139,480	46,420	2268	17,64	6,17	17,64	0,002	0,004	0,003	0,005
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,003	0,005
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,003	0,005
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,003	0,005
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,003	0,005
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,002	0,005
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,002	0,005
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,002	0,004
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,002	0,004
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,002	0,004

Πίνακας 4.118 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.15 s και αντίσταση γης $1000 \text{ } \Omega$

$R_{M\Sigma}=0.016 \text{ } \Omega$, $X_{M\Sigma}=0.533 \text{ } \Omega$, $t = 0.25 \text{ s}$										
L (km)	$R_{\gamma\rho}$ (Ω)	$X_{\gamma\rho}$ (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	$\Delta\theta 1$	$\Delta\theta 2$	$\Delta\theta 3$	$\Delta\theta 4$
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,004	0,004	0,006
110,000	139,480	46,420	2268	17,64	6,17	17,64	0,002	0,004	0,003	0,006
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,003	0,006
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,003	0,006
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,003	0,006
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,003	0,005
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,003	0,005
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,003	0,005
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,003	0,005
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,003	0,005
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,003	0,005

Πίνακας 4.119 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς $P_N = 50 \text{ MVA}$ και επίπεδο τάσης $U_{N2} = 15 \text{ kV}$, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.25 s και αντίσταση γης $1000 \text{ } \Omega$

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 0.40 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,002	0,005	0,005	0,007
110,000	139,480	46,420	2268	17,64	6,17	17,64	0,002	0,005	0,005	0,007
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,002	0,004	0,004	0,007
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,004	0,004	0,007
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,004	0,004	0,007
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,004	0,004	0,006
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,004	0,004	0,006
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,004	0,006
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,004	0,006
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,004	0,006
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,004	0,006

Πίνακας 4.120 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 0.4 s και αντίσταση γης 1000 Ω

R _{MΣ} =0.016 Ω, X _{MΣ} =0.533 Ω, t = 1 s										
L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z (Ω)	I SW (A)	I d1 (A)	Id2 (A)	ΔΘ1	ΔΘ2	ΔΘ3	ΔΘ4
100,000	126,800	42,200	2255	17,74	6,21	17,74	0,003	0,005	0,009	0,011
110,000	139,480	46,420	2268	17,64	6,17	17,64	0,003	0,005	0,009	0,011
120,000	152,160	50,640	2307	17,34	6,07	17,34	0,003	0,005	0,009	0,011
130,000	164,840	54,860	2332	17,15	6,00	17,15	0,002	0,005	0,008	0,011
140,000	177,520	59,080	2358	16,96	5,94	16,96	0,002	0,005	0,008	0,010
150,000	190,200	63,300	2384	16,78	5,87	16,78	0,002	0,005	0,008	0,010
160,000	202,880	67,520	2410	16,60	5,81	16,60	0,002	0,005	0,008	0,010
170,000	215,560	71,740	2435	16,42	5,75	16,42	0,002	0,004	0,008	0,010
180,000	228,240	75,960	2461	16,25	5,69	16,25	0,002	0,004	0,007	0,010
190,000	240,920	80,180	2487	16,08	5,63	16,08	0,002	0,004	0,007	0,009
200,000	253,600	84,400	2513	15,92	5,57	15,92	0,002	0,004	0,007	0,009

Πίνακας 4.121 Το σφάλμα προς γη και η θερμότητα που αναπτύσσεται στον αγωγό ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος, με μετασχηματιστή μεταφοράς P_N = 50 MVA και επίπεδο τάσης U_{N2} = 15 kV, για διάρκεια βραχυκυκλώματος 1 s και αντίσταση γης 1000 Ω

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΙΘΑΝΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΚΟΠΗ ΔΥΟ ΑΓΩΓΩΝ

ΤΥΠΟΥ ACSR 16 mm²

Στην περίπτωση του αγωγού που εξετάστηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία, σε απόσταση 100 ~ 200 km από τον μετασχηματιστή μεταφοράς, από τους υπολογισμούς προκύπτει (πίνακες 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.21, 3.22, 3.23, 3.24, 3.25, 3.26, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.22, 4.23, 4.24, 4.25, 4.26, 4.27, 4.28, 4.29, 4.30, 4.31, 4.32, 4.33, 4.34, 4.35, 4.36, 4.37, 4.38, 4.39, 4.40, 4.41, 4.42, 4.43, 4.44, 4.45, 4.46, 4.47, 4.48, 4.49, 4.50, 4.51, 4.52, 4.53, 4.54, 4.55, 4.56, 4.57, 4.58, 4.59, 4.60, 4.61, 4.62, 4.63, 4.64, 4.65, 4.66, 4.67, 4.68, 4.69, 4.70, 4.71, 4.72, 4.73, 4.74, 4.75, 4.76, 4.77, 4.78, 4.79, 4.80, 4.81, 4.82, 4.83, 4.84, 4.85, 4.86, 4.87, 4.88, 4.89, 4.90, 4.91, 4.92, 4.93, 4.94, 4.95, 4.96, 4.97, 4.98, 4.99, 4.100, 4.101, 4.102, 4.103, 4.104, 4.105, 4.106, 4.107, 4.108, 4.109, 4.110, 4.111, 4.112, 4.113, 4.114, 4.115, 4.116, 4.117, 4.118, 4.119, 4.120, 4.121 και γραφικές παραστάσεις 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.21, 3.22, 3.23, 3.24) ότι δεν εκδηλώνονται θερμοκρασίες που μπορούν αν προκαλέσουν πρόβλημα στο περιβάλλον. Όμως υπάρχει κίνδυνος για την ανθρώπινη ζωή δεδομένου ότι ο αυτόματος διακόπτης στο κέντρο διανομής « αντιλαμβάνεται » την αποκοπή των δύο αγωγών ως ένα πολύ μικρό φορτίο και όχι ως σφάλμα προς γη για να προκαλέσει διακοπή. Σημειώνεται ότι οι αυτόματοι διακόπτες προκαλούν διακοπή της παροχής για σφάλματα προς γη της τάξεως των 50 ~ 80 A.

Συνεπώς υπάρχει κίνδυνος για την ανθρώπινη ζωή αφού δύο αγωγοί είναι πεσμένοι στο έδαφος και μπορεί κάποιος εν αγνοία του να έρθει σε επαφή μαζί τους.

Το θέμα αυτό έχει ήδη αντιμετωπιστεί από τον επιβλέποντα καθηγητή μου με την δημιουργία επιβλέποντα μηχανισμού τεχνολογίας SMS ο οποίος εγκαθίσταται στον τελευταίο στύλο. Έτσι, όταν ο μηχανισμός αντιληφθεί αποκοπή αγωγού, δίνει εντολή στον αυτόματο διακόπτη να διακόψει την λειτουργία του, ενώ ταυτόχρονα ειδοποιείται και το συνεργείο.-

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ❖ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ, Π. Δ. Μπούρκας, Αθήνα 1998
- ❖ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, Μιχ. Π. Παπαδόπουλος, ΑΘΗΝΑ 1994
- ❖ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΓΕΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ -ΓΕΙΩΣΗ ΜΕΣΩ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΤΙΚΟΥ ΠΗΝΙΟΥ, Διπλωματική Εργασία Σοφία Μ. Μάρακα, Ε.Μ.Π. Οκτώβριος 2006
- ❖ ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΑΓΩΓΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ 50mm² ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΥ ΧΑΛΚΟΥ ΤΟΥ ΕΝΑΕΡΙΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ, Διπλωματική Εργασία Γεώργιος Α. Βίλλιας, Ε.Μ.Π ΑΘΗΝΑ Μάρτιος 2008
- ❖ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΝΑΕΡΙΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, Διπλωματική Εργασία Απόστολος Κ. Τραχανάς, Ε.Μ.Π ΑΘΗΝΑ Φεβρουάριος 2007
- ❖ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΘΗΚΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗΣ ΣΕ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ, Διπλωματική Εργασία Αριστοτέλας Β. Κατσούλου, Ε.Μ.Π ΑΘΗΝΑ Φεβρουάριος 2006

