

## Ο Ουδέτερος αγωγός να μην διακόπτεται σε εγκαταστάσεις Συστημάτων Αδιάλειπτης Τροφοδοσίας, (UPS)\*

**Περίληψη:** Σε πολλές εγκαταστάσεις UPS παρατηρήθηκε η χρήση μέσων απόξευξης – προστασίας που διακόπτουν τον ουδέτερο αγωγό στο κύκλωμα τροφοδοσίας των εισόδων του. Πολλές φορές επίσης ο ουδέτερος αγωγός εισόδου και εξόδου των UPS θεωρείται ένας και κοινός αγωγός. Στο άρθρο αυτό θα γίνει κατανοητό γιατί πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την μελέτη και κυρίως την κατασκευή αυτών των εγκαταστάσεων έτσι ώστε να υλοποιούνται οι κανόνες ηλεκτρικής ασφάλειας σε συνδυασμό με την προστασία της όλης εγκατάστασης.

### Ο Ουδέτερος αγωγός είναι αναφορά στα ηλεκτρικά δίκτυα TN-S !

Στο ευρέως σήμερα χρησιμοποιούμενο, σε εγκαταστάσεις ξηράς, σύστημα ηλεκτρικής διανομής 5 αγωγών TN-S [1,2], η αναφορά του ουδέτερου (N) αξιοποιεί την κοινή σύνδεση του με τον αγωγό προστασίας /γείωσης (PE) στην πηγή τροφοδοσίας που συνήθως είναι ένας μετασχηματιστής διανομής.

Όταν εγκαθιστούμε μια μονάδα UPS, είναι σημαντικό να θυμόμαστε ότι και το UPS από μόνο του είναι μία πηγή τροφοδοσίας η οποία απαιτεί την συνέχεια της κοινής σύνδεσης των δυο αγωγών, ουδέτερου και προστασίας. Η σύνδεση αυτή πρέπει να διατηρείται καθόλες τις καταστάσεις λειτουργίας του ως αναφορά γείωσης για αντίστοιχα το TN-S κύκλωμα εξόδου - διανομής του UPS. Ιδιαίτερα δε, στην σημερινή τεχνολογία των UPS που ΔΕΝ διαθέτουν γαλβανική απομόνωση κατά την λειτουργία τους.

Υπάρχουν δύο κύριες προσεγγίσεις για να είναι κανείς σίγουρος για το παραπάνω. Στις τυποποιημένες εγκαταστάσεις, η αναφορά του ουδέτερου αγωγού της εξόδου του UPS βασίζεται στον ουδέτερο αγωγό της (ωv) πηγής(ων) τροφοδοσίας εισόδου του UPS. Σε ειδικές και μόνο εγκαταστάσεις UPS ο ουδέτερος αγωγός εξόδου συνδέεται με τον αγωγό προστασίας στην έξοδο της μονάδος ανεξάρτητα. Αυτό απαιτεί συνήθως ύπαρξη γαλβανικής απομόνωσης.

Η κοινή αναφορά των 2 αγωγών στην είσοδο του UPS είναι συνήθως πιο οικονομική, αλλά σε τέτοιου είδους εγκαταστάσεις χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή έτσι ώστε αυτή η τροφοδοσία του ουδέτερου να μην διανέμεται επίσης και στο κύκλωμα εξόδου του UPS όταν αυτό είναι σε κανονική λειτουργία -χρήση. [3, 4].

Με άλλα λόγια, σε όλες τις καταστάσεις και θέσεις των διακοπών, ασφαλειών, επαφών κά., του κυκλώματος εισόδου της μονάδος UPS πρέπει να υπάρχει συνέχης διαδρομή από τον αγωγό ουδέτερου στον αγωγό προστασίας στο σημείο σύνδεσης εισόδου της μονάδος. Διαφορετικά είναι απαραίτητο το υλικό που διακόπτει τον ουδέτερο αγωγό εισόδου πρέπει να διαθέτει βοηθητική επαφή μέσω της οποίας να επενεργεί σε άμεση κράτηση / σβήσιμο (**EPO**, **E**mergency **P**ower **O**ff) της μονάδος UPS.

### Γιατί είναι σημαντικό..

Η προστασία ενάντια στα σφάλματα γείωσης σε ένα σύστημα TN-S επαφίεται στην άμεση σύνδεση του ουδέτερου αγωγού με τον αγωγό προστασίας, (γείωση) προκειμένου οι συσκευές προστασίας, όπως ασφάλειες και διακόπτες να λειτουργούν όπως πρέπει σε περίπτωση σφάλματος γής.

Επίσης η ασφαλής και απρόσκοπτη λειτουργία όλου του συνδεδεμένου - τροφοδοτούμενου εξοπλισμού σε ένα σύστημα TN-S βασίζεται στην υπόθεση ότι το κανονικό δυναμικό του ουδέτερου αγωγού με αναφορά την γή είναι σχεδόν μηδενικό η περιορισμένο. Εάν η αναφορά αυτού του ουδέτερου αγωγού αποσυνδεθεί ενώ το σύστημα είναι υπό τάση και διαρέεται από ρεύμα δεν υπάρχει έλεγχος των μεταβατικών τάσεων που μπορεί να προκύψουν. Αυτό διαφέρει από ένα σύστημα διανομής IT (όπου ο ουδέτερος αγωγός έχει μονωθεί από την γη), όπου όλος ο εξοπλισμός που περιλαμβάνει συσκευές φορτίου και προστασίας έχουν σχεδιαστεί- κατασκευαστεί για ένα τέτοιο περιβάλλον, και η τάση του "ασύνδετου" ουδέτερου αγωγού καθορίζεται από κάποια σταθερή αγωγιμότητα ή/και από ένα κύκλωμα περιορισμού τάσης.

Καταστάσεις σφαλμάτων μεταβατικής ή απλής κατάστασης μπορεί να υπερβούν το εύρος λειτουργίας- σχεδιασμού και προδιαγραφών των κυκλωμάτων προστασίας - καταστολής ηλεκτρομαγνητικού θορύβου, EMC/RFI των συσκευών του φορτίου, τα οποία και τυπικά έχουν δοκιμαστεί - πιστοποιηθεί μόνο σύμφωνα με το σύστημα διανομής που τα αφορά. Απρόβλεπτη συμπεριφορά ιδιαίτερα κάτω από δυναμικές καταστάσεις λειτουργίας μπορεί να προκύψει όταν χάνεται η αναφορά του ουδέτερου αγωγού.

Τέλος είναι γνωστό πως κάποιος εξοπλισμός που περιλαμβάνει και συστήματα αδιάλειπτης τροφοδοσίας, UPS, διαθέτουν προστατευτικά ή εποπτικά κυκλώματα που είναι σχεδιασμένα να ανιχνεύουν ή και ακόμα να αποτρέπουν την λειτουργία- εκκίνηση τους εάν ανιχνευτούν ανώμαλες καταστάσεις με τον ουδέτερο αγωγό που μπορεί να σημαίνει και λάθος σύνδεση της συσκευής στο σύστημα τροφοδοσίας, (συναγερμός "Site Wiring Fault").

## Τι πρέπει να ελέγχουμε..

Η ποιό συνθηγημένη αιτία για την διακοπή συνέχειας του ουδέτερου αγωγού σε εφαρμογές UPS είναι η χρήση 4πολικών μέσων προστασίας – διακοπής του κυκλώματος που τροφοδοτεί ένα UPS που έχει σχεδιαστεί για TN-S σύστημα ηλεκτρικής διανομής.

Όταν ένα 4πολικό μέσο για τα 3φασικής εισόδου UPS, αντίστοιχα 2πολικό για τα 1φασικής, διακόπτει τον ουδέτερο αγωγό εισόδου ενός UPS όπου το φορτίο του βρίσκεται υπό τάση μπορεί να προκύψουν ανεξέλεγκτα επίπεδα τάσης σε αυτό. Εμφανίζονται μεταβολές τάσης υψηλής συχνότητας ειδικά καθώς το ρεύμα λόγω των διαφορετικών πόλων θα διακοπεί σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, και τα ρεύματα που διακόπτονται αλληλεπιδρούν με την απότομη και ασύμμετρη μεταβολή της μεγάλης αγωγιμότητας προς την γή.

Όταν η διακοπή του ουδέτερου αγωγού οφείλεται στην μεταφορά σε άλλη πηγή τροφοδοσίας, τυπικά μια μεταφορά από ή προς ηλεκτρογεννήτρια, είναι ακόμα πιο έντονο το φαινόμενο καθώς οι πόλοι της εναλλακτικής πηγής τάσης, (ηλεκτρογεννήτρια) κλείνουν πριν να έχει σταθεροποιηθεί η πρώτη κατάσταση διακοπής – αποσύνδεσης της πηγής που τροφοδοτούσε την μονάδα UPS. Το αρχικό μεταβατικό φαινόμενο με τις αυξομειώσεις των τάσεων τροφοδοσίας και ρευμάτων δεν έχει τελειώσει και η μονάδα UPS καλείται να τροφοδοτηθεί από άλλη ασυγχρόνιστη συνήθως πηγή. Στις περιπτώσεις αυτές οι επαγωγικές τάσεις που αναπτύσσονται έχουν να κάνουν τόσο με την ισχύ της εγκατάστασης αλλά κυρίως με την υφή των φορτίων. Πολλές δε φορές αναπτύσσονται μεταβατικές συνιστώσες με υψηλές κορυφές δυναμικού, (αποτέλεσμα αυτού μεταβατικά κρουστικά ρεύματα), ικανό να καταστρέψει και τις μονάδες των UPS αλλά και λόγω της συνέχειας του ουδέτερου αγωγού και τα φορτία αυτών. Ιδιαίτερα έντονο είναι το φαινόμενο στην 'συνήθη' ασυγχρόνιστη μεταγωγή από εφεδρική πηγή στο δίκτυο όπου δεν υπάρχει καθυστέρηση 'και χρονικό περιθώριο 'ηρεμίας' των επαγωγικών τάσεων που προκύπτουν από την διακοπή τροφοδοσίας από την εφεδρική πηγή, ηλεκτρογεννήτρια, στο δίκτυο. Αποτέλεσμα αυτού και ανάλογα με τις στιγμιαίες τιμές τάσεων των 2 πηγών η ανάπτυξη επαγωγικών ρευμάτων σε επίπεδο kA στο ηλεκτρικό κύκλωμα τροφοδοσίας και των μονάδων UPS.

## Σίγουρη αναφορά ουδέτερου αγωγού στην είσοδο του UPS

Ο ευκολότερος τρόπος για να εξαλείψουμε το παραπάνω πρόβλημα είναι να χρησιμοποιήσουμε **μόνο** 3πόλικα μέσα προστασίας-διακοπής στην τροφοδοσία εισόδου του UPS, και ειδικότερα στην τροφοδοσία του κυκλώματος παράκαμψης. ( ή στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις να παρακάμψουμε τον 4 πόλο ). Ο ουδέτερος αγωγός πρέπει να είναι μόνιμα συνδεδεμένος σε όλο το μήκος του από την είσοδο στο UPS μέχρι το σημείο της ουδετερογείωσης της πηγής τροφοδοσίας. Όταν το σύστημα τροφοδοσίας του UPS αποτελείται από περισσότερες από μία πηγές ίσως απαιτείται να έχουμε χωριστούς ουδέτερους αγωγούς των δύο πηγών για να αποφύγουμε παράλληλες διαδρομές στα αντίστοιχα καλώδια γείωσης. Σε αυτήν την περίπτωση κατά την μεταγωγή των 2 πηγών πρέπει να γίνεται πρώτα η σύνδεση του ουδέτερου της πηγής που αναλαμβάνει τροφοδοσία και μετά η διακοπή του ουδέτερου της πηγής που τροφοδοτούσε το σύστημα. (Make Before Break function). Κάνοντας αυτό ελαττώνουμε το ρίσκο της εμφάνισης μεταβατικών τάσεων κατά την μεταγωγή των πηγών τροφοδοσίας της εισόδου που αναφέραμε ποιό πάνω.

Μια άλλη προσέγγιση με πολλαπλές πηγές τροφοδοσίας είναι η μεταγωγή να γίνεται πριν από το σημείο ουδετερογείωσης (PE-N). Σε κάποιες εγκαταστάσεις είναι δυνατόν και μπορεί να έχουμε σύστημα τροφοδοσίας εισόδου του UPS σχεδίασης TN-C, με κοινό PE και N, έναν αγωγό που συνήθως καλείται PEN (και που **πρέπει** συνδέεται στην είσοδο του UPS τόσο στον ουδέτερο, N, όσο και στον αγωγό γείωσης, PE). **Σε ένα σύστημα TN-C ο κοινός αγωγός PEN δεν πρέπει ΠΟΤΕ να διακοπεί.** Ο διαχωρισμός του ουδέτερου, N και γείωσης, PE, για το τροφοδοτούμενο από το UPS σύστημα TN-S γίνεται στην έξοδο του UPS στον πίνακα διανομής αδιάλειπτης ισχύος.

## Σύνδεση ουδέτερου και γείωσης στην έξοδο UPS.

Σε δεύτερη προσέγγιση για την ασφάλη σύνδεση ουδέτερου και αγωγού γείωσης στην είσοδο των UPS είναι να συνδέσουμε κοινά τον ουδέτερο με τον αγωγό γείωσης στην πλευρά εξόδου του UPS. Καθώς ο ουδέτερος εξόδου των UPS είναι **γαλβανικά συνδεδεμένος** με τον ουδέτερο εισόδου κυρίως για λόγους αναφοράς κατά την λειτουργία εσωτερικής παράκαμψης, static by-pass, **αυτό δεν είναι δυνατόν να γίνει καθώς απαιτεί τουλάχιστον ένα μετασχηματιστή γαλβανικής μόνωσης.**

Από την άλλη μεριά αυτή η προσέγγιση έχει το πλεονέκτημα ότι παρέχει μια ξεκάθαρη ανεξάρτητη αναφορά γής για το σύστημα διανομής του UPS. Η γαλβανική μόνωση απομονώνει τα ρεύματα γείωσης της εισόδου του UPS να έρθουν σε επαφή με αυτά της πλευράς της εξόδου και της διανομής του φορτίου του. Σταματάει έτσι οποιαδήποτε αλληλεπίδραση των διαταραχών της τάσης μεταξύ των δύο κυκλωμάτων.

Σε κάποιες περιοχές και περιπτώσεις μία χωριστή γείωση της εξόδου του UPS απευθείας στην γείωση της πηγής τροφοδοσίας, μπορεί ή θα πρέπει να γίνει ακόμη και όταν δεν υπάρχει γαλβανική απομόνωση αλλά

εξαρτάται από την τοπική νομοθεσία και έγκριση, καθώς αυτό μπορεί να προκαλέσει μοίρασμα του ρεύματος στις διαδρομές των αγωγών γείωσης.

Ακόμα και εάν η γαλβανική μόνωση χρησιμοποιείται και η έξοδος του UPS έχει χωριστή αναφορά γης, το δυναμικό εισόδου αλλά και των άλλων κυκλωμάτων του UPS καθορίζεται από αυτό του ουδέτερου εισόδου του UPS. Επομένως έχει νόημα να παρέχουμε συνεχή σύνδεση ουδέτερου αγωγού στην είσοδο του UPS με τον τρόπο που περιγράψαμε πιο πάνω.

### **Αναφορές:**

[1] IEC 60364-3 Electrical installations of buildings - Part 3: Assessment of general characteristics

[2] IEC/EN 60950-1 Safety of information technology equipment, Annex V

[3] CEMEP European UPS Guide 12/98, 8-6

[4] IEC/EN 62040-1-2 Uninterruptible Power Systems (UPS) – Part 1-2: General and safety requirements for UPS used in restricted access locations, 4.9.22

[5] **Eaton Power Quality Oy, Service Bulletins 2007 PK**

\* Π. Σερέτης – Σπ. Σταφυλιάς Τμήμα Τεχνικής υποστήριξης *PowerServices*