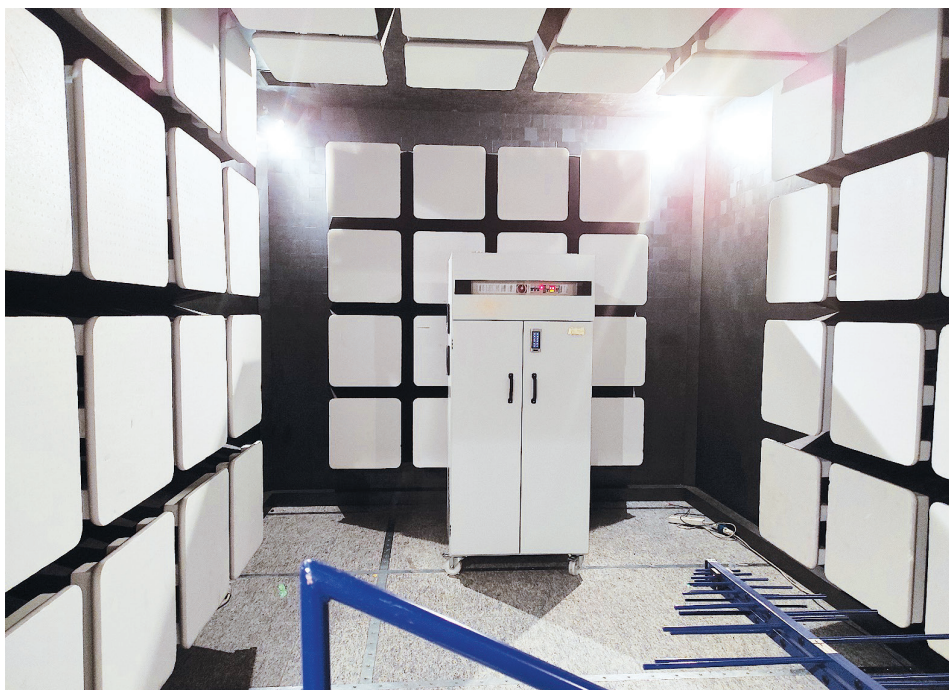


UPS και πιστοποίηση - δοκιμές ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας

Καταγραφή των Προτύπων που ισχύουν για τα συστήματα αδιάλειπτης παροχής ισχύος (τα γνωστά UPS [Uninterrupted Power Supply]), κατηγοριοποίησή τους, μέτρηση ηλεκτρομαγνητικών εκπομπών και δοκιμές ηλεκτρομαγνητικής ατρωσίας.



Άρθρο του κ. Παναγιώτη Παπασταμάτη*

Κάθε προϊόν ηλεκτρονικού και ηλεκτρολογικού εξοπλισμού που πρόκειται να διατεθεί στην ευρωπαϊκή αγορά, πρέπει να συμμορφώνεται με μία σειρά ευρωπαϊκών Οδηγιών. Οι συγκεκριμένες Οδηγίες εξασφαλίζουν μεταξύ άλλων την ασφαλή χρήση του προϊόντος από το χρήστη (Low Voltage Directive 2014/35/EU), αλλά και την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα του (EMC Directive 2014/30/EU), δηλαδή την ικανότητα της συσκευής να λειτουργεί ομαλά στο ηλεκτρομαγνητικό περιβάλλον στο οποίο προορίζεται να εγκατασταθεί, καθώς και

τις ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές της, ώστε να μην επηρεάζει αρνητικά τη λειτουργία γειτονικού εξοπλισμού.

Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει εξοπλισμός που δεν μπορεί να λειτουργήσει όταν συμβαίνουν βραχυχρόνιες διακοπές ή μεταβολές στην τάση τροφοδοσίας. Τότε είναι απαραίτητη η χρήση ενός συστήματος αδιάλειπτης παροχής ισχύος (γνωστού και ως UPS), ως εφεδρικής παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Δηλαδή τα UPS προστατεύουν τον εξοπλισμό από:

α) Επικίνδυνες υπερτάσεις (Overvoltages).

β) Χαμηλές τάσεις (Undervoltages).

γ) Θόρυβο (Mains hum).

δ) Αρμονική παραμόρφωση (Harmonics).

Η καθιέρωση των συστημάτων IoT (Internet of Things) και γενικότερα των έξυπνων (Smart) συστημάτων έχει οδηγήσει στην απαίτηση για αδιάλειπτη παροχή ισχύος σε συσκευές, οι οποίες συχνά περιλαμβάνουν λειτουργίες ασφάλειας, καθιστώντας την ατρωσία των συγκεκριμένων μονάδων ιδιαίτερα σημαντική.

Πρότυπα προϊόντος για συστήματα αδιάλειπτης παροχής ισχύος (UPS)

Τα εναρμονισμένα Πρότυπα που διέπουν την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα μονάδων αδιά-



ληπτης παροχής ισχύος είναι τα εξής:
■ ΕΛΟΤ EN IEC 62040-2 - Συστήματα αδιάλειπτης ισχύος (UPS) - Μέρος 2: Απαιτήσεις ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (EMC).

■ ΕΛΟΤ EN 61000-6-1 - Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα (EMC)- Μέρος 6-1: Γενικά πρότυπα - Ατρωσία για κατοικιακά, εμπορικά και βιοτεχνικά περιβάλλοντα.

■ ΕΛΟΤ EN 61000-6-2 - Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα (EMC) - Μέρος 6-2: Γενικά πρότυπα - Πρότυπο ατρωσίας για βιομηχανικά περιβάλλοντα.

■ ΕΛΟΤ EN 61000-6-3 - Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα (EMC) - Μέρος 6-3: Γενικά πρότυπα - Πρότυπο εκπομπής για εξοπλισμό σε κατοικιακό περιβάλλον.

■ ΕΛΟΤ EN 61000-6-4 - Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα (EMC) - Μέρος 6-4: Γενικά πρότυπα - Πρότυπο εκπομπής για βιομηχανικά περιβάλλοντα.

Όπως φαίνεται, οι δοκιμές ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

α) Μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικών εκπομπών σε ένα μεγάλο εύρος συχνοτήτων, οι οποίες περιλαμβάνουν μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικού πεδίου αλλά και μετρήσεις θορύβου στις θύρες της

συσκευής και αρμονικών ρεύματος.

β) Δοκιμές ηλεκτρομαγνητικής ατρωσίας, κατά τις οποίες μελετάται η ευαισθησία της συσκευής και των επιμέρους κυκλωμάτων της σε μία πληθώρα ηλεκτρομαγνητικών φαινομένων, μεταβατικών και μη, είτε στο περίβλημα της συσκευής είτε στις εκάστοτε θύρες για τις οποίες απαιτείται διερεύνηση.

ΕΛΟΤ EN IEC 62040-2 και κατηγοριοποίηση UPS

Από τα παραπάνω πέντε εναρμονισμένα Πρότυπα, το πιο ευρέως αναφερόμενο Πρότυπο προϊόντος είναι το ΕΛΟΤ EN IEC 62040-2. Στο συγκεκριμένο Πρότυπο τα UPS κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με το περιβάλλον λειτουργίας τους και το είδος της χρήσης τους. Αναλυτικότερα, ως προς το περιβάλλον λειτουργίας ορίζονται δύο τύποι περιβάλλοντος:

A) Κατοικιακό, εμπορικό και βιοτεχνικό περιβάλλον, όπου η σύνδεση στο δίκτυο παροχής πραγματοποιείται χωρίς την παρουσία ενδιάμεσων μετασχηματιστών (First environment).

B) Εμπορικό, βιοτεχνικό και βιομηχανικό περιβάλλον (Second environment). Σε αυτή την κατηγορία εμπίπτουν οι συσκευές που δεν ικανοποιούν τις συνθήκες του πρώτου τύπου.

Ως προς τον τρόπο χρήσης της συσκευής, τα UPS χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες, που είναι οι εξής:

Κατηγορία C1: Η συγκεκριμένη κατηγορία περιλαμβάνει όλες τις συσκευές που μπορούν χρησιμοποιηθούν στο πρώτο περιβάλλον (First environment) χωρίς περιορισμούς. Οι συγκεκριμένες συσκευές είναι κατάλληλες για χρήση σε οικιακές εγκαταστάσεις.

Κατηγορία C2: Η κατηγορία περιλαμβάνει συσκευές με τιμή ρεύματος εξό-

Η καθιέρωση των συστημάτων IoT (Internet of Things) και γενικότερα των έξυπνων συστημάτων έχει οδηγήσει στην απαίτηση για αδιάλειπτη παροχή ισχύος σε συσκευές



δου μικρότερη των 16A, οι οποίες προορίζονται για χρήση στο δεύτερο περιβάλλον (Second environment). Μπορούν ωστόσο να εγκατασταθούν και στο πρώτο περιβάλλον εφόσον είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο με κάποιον από τους παρακάτω τρόπους:

- Με βύσματα και υποδοχές βιομηχανικού τύπου.
- Με βύσματα και υποδοχές εθνικού τύπου (National plugs and sockets).
- Μόνιμα.

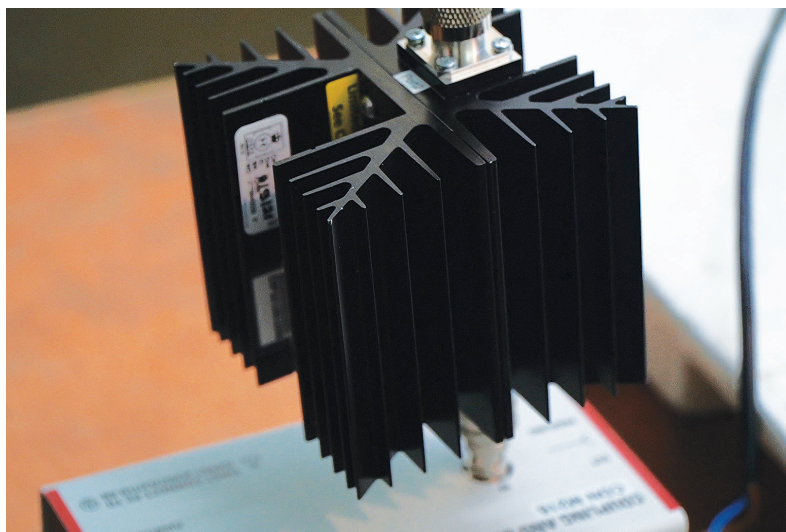
Κατηγορία C3: Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται οι συσκευές UPS με τιμή ρεύματος εξόδου μεγαλύτερη των 16A και οι οποίες προορίζονται για χρήση στο δεύτερο περιβάλλον. Τέτοιες συσκευές είναι κατάλληλες για χρήση σε εμπορικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις των οποίων η περίμετρος απέχει τουλάχιστον 30m από εγκαταστάσεις του πρώτου περιβάλλοντος.

Κατηγορία C4: Η κατηγορία περιλαμβάνει συσκευές οι οποίες προορίζονται για εγκατάσταση σε περίπλοκο περιβάλλον. Τα όρια εκπομπών, καθώς και τα επίπεδα δοκιμών ατρωσίας, καθορίζονται με συνεννόηση του προμηθευτή και του πελάτη.

Ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές

Σύμφωνα με τα ΕΛΟΤ EN IEC 62040-2, ΕΛΟΤ EN 61000-6-3 και ΕΛΟΤ EN 61000-6-4 γίνονται οι εξής μετρήσεις:

■ Μέτρηση ακτινοβολούμενων διαταραχών στην περιοχή των συχνοτήτων από 30MHz έως 1GHz, η οποία εξασφαλίζει ότι οι ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές του εξοπλισμού συμμορφώνονται με τα εκάστοτε όρια και δεν επηρεάζουν τη λειτουργία άλλων κοινών συσκευών. Η μέτρηση πραγματοποιείται μέσα σε ανηχικό θάλαμο με τη χρήση κατάλληλων κεραιών και η συσκευή αδιάλειπτης ισχύος εγκαθίσταται σύμφωνα με την τυπική της χρήση, η οποία ορίζεται από τον κατασκευαστή. Όλες οι θύρες της συσκευής πρέπει είτε να είναι συνδεδεμένες με τον τρόπο που θα εγκατασταθούν στην τελική εγκατάσταση, είτε να τερματίζονται με φορτία που προσομοιώνουν την συγκεκριμένη κατάσταση. Η μέτρηση αποσκοπεί στην αξιολόγηση των ακτινοβολούμενων εκπομπών από το συνολικό σύστημα της συσκευής, συμπεριλαμβανομένης και της απαραίτητης καλωδίωσης. Ένα παρά-



δειγμα τέτοιας μέτρησης σε σύστημα αδιάλειπτης ισχύος, η οποία πραγματοποιήθηκε στο διαπιστευμένο κατά ΕΛΟΤ EN ISO 17025:2017 Εργαστήριο Υψηλών Τάσεων του Ε.Μ.Π. παρουσιάζεται στην εικόνα 1.

■ Μέτρηση αγόμενων διαταραχών στις AC θύρες του UPS. Η συγκεκριμένη μέτρηση έχει ως στόχο την προστασία του δικτύου από θόρυβο στο εύρος

πρέπει να ρυθμιστεί στην ονομαστική τάση λειτουργίας που ορίζεται από τον κατασκευαστή.

■ Οι μετρήσεις θα πρέπει να πραγματοποιηθούν και σε κανονική κατάσταση λειτουργίας (παροχή ισχύος από το δίκτυο), αλλά και σε κατάσταση διακοπής της παροχής από το δίκτυο (stored energy mode).

■ Στην έξοδο της συσκευής θα πρέπει

Με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN IEC 62040-2 τα UPS κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με το περιβάλλον λειτουργίας τους και το είδος της χρήσης τους

συχνοτήτων 150kHz-30MHz, ο οποίος πιθανώς να εξέρχεται από το UPS μέσω των καλωδίων είτε της AC τροφοδοσίας (AC Input) είτε της AC θύρας εξόδου (AC output).

■ Μέτρηση των αρμονικών ρεύματος που εισάγει η συσκευή κατά την κανονική κατάσταση λειτουργίας της στο δίκτυο με στόχο την εξασφάλιση της ποιότητας του ηλεκτρικού δικτύου.

■ Μέτρηση διακυμάνσεων τάσης και τρεμοσβήματος σε συστήματα παροχής χαμηλής τάσης, η οποία εξασφαλίζει την καταλληλότητα της συσκευής ώστε να μη δημιουργεί μεταβολές στην τάση τροφοδοσίας του.

Ως προς την κατάσταση λειτουργίας του δοκιμίου κατά τις παραπάνω μετρήσεις, το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN IEC 62040-2 ορίζει τις εξής συνθήκες λειτουργίας:

■ Η τάση εισόδου της συσκευής θα

να συνδεθεί γραμμικό φορτίο ώστε να επιτευχθεί η κατάσταση λειτουργίας που προκαλεί τις μεγαλύτερες διαταραχές.

Δοκιμές ηλεκτρομαγνητικής ατρωσίας σύμφωνα με τα ΕΛΟΤ EN IEC 62040-2 / ΕΛΟΤ EN 61000-6-1 / ΕΛΟΤ EN 61000-6-2

Όπως και σε κάθε Πρότυπο προϊόντος, οι δοκιμές ηλεκτρομαγνητικής ατρωσίας κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το είδος των θυρών που εξετάζονται. Κάποιες δοκιμές αναφέρονται στο περίβλημα της συσκευής, ενώ άλλες σχετίζονται με συγκεκριμένες θύρες. Οι δοκιμές που αναφέρονται στο περίβλημα και απαιτούνται για κάθε είδος εξοπλισμού, είτε αυτός τροφοδοτείται από το AC δίκτυο είτε λειτουργεί αυ-

τόνομα (με μπαταρία), είναι οι δοκιμές ατρωσίας σε:

■ **Ηλεκτροστατικές εκφορτίσεις:** Στη συγκεκριμένη δοκιμή εξετάζεται η ευαισθησία των κυκλωμάτων του UPS σε ηλεκτροστατικές εκφορτίσεις που είναι πιθανό να εμφανιστούν κατά τη χρήση του από το χρήστη, ενώ αυτός είναι φορτισμένος είτε λόγω τριβής είτε επαγωγικά. Το συγκεκριμένο φορτίο μπορεί να μεταφερθεί στα εσωτερικά κυκλώματα και ενδεχομένως να επηρεάσει αρνητικά τη λειτουργία τους, ακόμα και να τα καταστρέψει.

■ **Ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ραδιοσυχνότητας:** Το UPS, συνδεδεμένο στην τυπική κατάσταση λειτουργίας του, τοποθετείται στο εσωτερικό ενός ανηχωϊκού θαλάμου και υποβάλλεται σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο διαφορετικών επιπέδων έντασης, ανάλογα με το εύρος των συχνοτήτων που διερευνάται. Το συνολικό εύρος είναι 80MHz-1GHz.

■ **Ηλεκτρικά γρήγορα μεταβατικά φαινόμενα:** Τα διάφορα είδη θυρών του UPS, συμπεριλαμβανομένων και των θυρών τροφοδοσίας, αξιολογούνται ως προς την ατρωσία τους σε μεταβατικά φαινόμενα που μπορεί να εισαχθούν σε αυτές είτε λόγω ανοιγοκλεισίματος διακοπών είτε λόγω σύνδεσης / αποσύνδεσης επαγωγικών φορτίων στο δίκτυο.

■ **Υπερτάσεις / υπερέντασεις:** Ένα από τα πιο συχνά φαινόμενα που οδηγούν σε ανεπανόρθωτη ζημιά των τροφοδοτικών διατάξεων ενός UPS είναι οι υπερτάσεις μέσω της παροχής του δικτύου, οι οποίες επάγονται στις συγκεκριμένες γραμμές λόγω κεραυνικών πληγμάτων στην ευρύτερη περιοχή.

■ **Αγόμενο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ραδιοσυχνότητας:** Στη συγκεκριμένη δοκιμή εξετάζεται η ικανότητα του UPS να λειτουργεί ομαλά στην παρουσία ηλεκτρομαγνητικών παρασίτων στα διάφορα είδη θυρών του στο εύρος συχνοτήτων 150kHz-80MHz.

■ **Μαγνητικό πεδίο συχνότητας δικτύου:** Κυκλώματα του UPS τα οποία είναι πιθανώς ευαίσθητα σε μαγνητικό πεδίο, όπως για παράδειγμα κυκλώματα που χρησιμοποιούν αισθητήρες Hall, πρέπει να υποβληθούν στη συγκεκριμένη δοκιμή ατρωσίας κατά την οποία το UPS τοποθετείται στο κέντρο μίας τετράγωνης κεραίας και υποβάλλεται σε μαγνητικό πεδίο συγκεκριμένης έντασης και συχνότητας, ίδιας με αυτή

του δικτύου παροχής (50 ή 60 Hz). Η συσκευή εξετάζεται και για τους 3 διαφορετικούς προσανατολισμούς του πεδίου x, y και z.

■ **Βυθίσεις και διακοπές τάσης τροφοδοσίας από το δίκτυο:** Οι βυθίσεις τάσης του δικτύου, καθώς και οι διακοπές τάσης, αποτελούν ίσως το πιο συχνό φαινόμενο παρεμβολών κατά τη διάρκεια ζωής ενός UPS. Είναι συνεπώς αναγκαίο να εξεταστεί η συμπεριφορά του στην παρουσία τέτοιων φαινομένων και να εξεταστεί η ικανότητά του να επανέρχεται απρόσκοπτα στην προηγούμενη κατάσταση λειτουργίας του.

διεξαγωγή των απαραίτητων δοκιμών ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας.


Σε αυτή την προσπάθεια των κατασκευαστών αρωγός είναι το Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης (ΕΣΥΔ), ένας Οργανισμός που με τις αυστηρές και απαιτητικές του διαδικασίες διαπιστεύει συγκεκριμένα εργαστήρια, εξασφαλίζοντας την απαραίτητη ποιότητα, επαναληψιμότητα και ικνηλασιμότητα των μετρήσεων και δοκιμών.

Το Εργαστήριο Υψηλών Τάσεων του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, ως διαπιστευμένο εργαστήριο από το Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης κατά ISO / IEC 17025, παρέχει για πάνω από μία

Το Εργαστήριο Υψηλών Τάσεων του ΕΜΠ παρέχει διαπιστευμένες υπηρεσίες πιστοποίησης προϊόντων ως προς την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα

Ο ρόλος του διαπιστευμένου εργαστηρίου

Η κρισιμότητα της λειτουργίας των συστημάτων αδιάλειπτης παροχής ισχύος, καθώς και η άμεση σύνδεση της ορθής τους λειτουργίας με την ασφάλεια των συστημάτων, καθιστά την αξιοπιστία και την ποιότητα της πιστοποίησης ως το σημαντικότερο κριτήριο για την επιλογή του κατάλληλου εργαστηρίου για τη

δωδεκαετία διαπιστευμένες υπηρεσίες πιστοποίησης προϊόντων ως προς την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα. Διαθέτει τον απαραίτητο εξοπλισμό και την τεχνική επάρκεια για τη διεξαγωγή των απαιτούμενων δοκιμών από τα Πρότυπα ΕΛΟΤ EN IEC 62040-2, ΕΛΟΤ EN 61000-6-1, ΕΛΟΤ EN 61000-6-2, ΕΛΟΤ EN 61000-6-3 και ΕΛΟΤ EN 61000-6-4, για την πιστοποίηση εξοπλισμού αδιάλειπτης παροχής ισχύος. 



*Ο κ. Παναγιώτης Παπασαμάτης είναι διπλωματούχος ηλεκτρολόγος μηχανικός του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Ε.Μ.Π.) και υποψήφιος διδάκτορας στο Εργαστήριο Υψηλών Τάσεων του Ε.Μ.Π., με ερευνητική δραστηριότητα στο αντικείμενο της Ηλεκτρομαγνητικής Ατρωσίας.