

## **Η ΑΝΑΓΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΔΙΑΛΕΙΠΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, UPS**

### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η ανάγκη για προστασία από προβλήματα διακοπών και διαφόρων μεταβατικών φαινομένων στα ηλεκτρικά δίκτυα τροφοδοσίας ηλεκτρικής ενέργειας, σε σχέση με την ολοένα αύξηση της χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών, Η/Υ, στην σημερινή εποχή, καθιέρωσε την ύπαρξη των συστημάτων αδιάλειπτης παροχής ισχύος, (Uninterruptible Power Supply, UPS). Το άρθρο αυτό έχει σκοπό την ανάλυση των κύριων λειτουργιών των UPS δίνοντας έμφαση στα τεχνικά εκείνα χαρακτηριστικά που πρέπει ο μελετητής - προμηθευτής να λαμβάνει υπόψη του όταν προδιαγράφει-παραγγέλει συστήματα αδιάλειπτης παροχής για την βιομηχανία ή την υποστήριξη συστημάτων μηχανογράφησης.

### **1. ΓΕΝΙΚΑ**

Η αύξηση της παραγωγής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας ακολουθεί τις τάσεις των βιομηχανικών διεργασιών δηλ. την αύξηση της χρήσης Η/Υ και των ψηφιακών ηλεκτρονικών που αντικαθιστούν τα αναλογικά και ηλεκτρομηχανικά εξαρτήματα. Τα ηλεκτρονικά αυτά είναι ευαίσθητα σε μεταβολές της παροχής ενέργειας π.χ. διακοπές ή υποτάσεις στο δίκτυο τροφοδοσίας, που πολλές φορές σταματούν να λειτουργούν ή χάνουν τα δεδομένα που επεξεργάζονται. Υπάρχει μια αυξημένη χρήση των UPS για την προστασία αυτών των εξαρτημάτων.

Τα παρακάτω παραδείγματα είναι χαρακτηριστικά:

Στην βιομηχανία το μεγαλύτερο μέρος από τα ηλεκτρομηχανικά συστήματα έχουν αντικατασταθεί, για μείωση κόστους συντήρησης και εξασφάλιση αξιοπιστίας. Τα νέα συστήματα χρησιμοποιούν ψηφιακά σήματα και έχουν επικοινωνία με τον άνθρωπο που τα ελέγχει, μέσω Η/Υ. Η αύξηση των παραμέτρων λειτουργίας των συστημάτων αυτών απαιτεί κεντρικό έλεγχο μέσω Η/Υ. Η αυτοματοποιημένη διεργασία μίας βιομηχανίας έως το τελικό στάδιο παραγωγής και αποθήκευσης απαιτεί όλα τα επιμέρους μέρη που την συνθέτουν να λειτουργούν απρόσκοπτα και να σταματούν ομαλά, με λογική και προκαθορισμένη σειρά το ένα σε σχέση με το άλλο. Σημαντικό είναι επίσης το επιπλέον κόστος όταν αυτή η παραγωγική διαδικασία σταματήσει. Πολλές φορές προξενούνται βλάβες των μηχανών που απότομα σταματούν και επανεκκινούν από μεταβολές στο ηλεκτρικό δίκτυο τροφοδοσίας.

Παλαιότερα ορισμένα κρίσιμα φορτία λειτουργούσαν με συνεχή τάση, DC, η οποία υπήρχε σε εφεδρία από συστοιχίες συσσωρευτών. Σήμερα όλο και περισσότερα από αυτά καλύπτουν τις ανάγκες αδιάλειπτης παροχής από συστήματα UPS.

Τα περισσότερα ηλεκτρονικά συστήματα σήμερα υλοποιούνται με χρήση μικροεπεξεργαστών και είναι ευαίσθητα σε μεταβολές της τροφοδοσίας τους. Αυτά πρέπει να τροφοδοτούνται από σταθερή, συνεχή και καθαρή πηγή τροφοδοσίας για να αποτρέπονται απώλειες δεδομένων, απώλειες ελέγχου των ακριβών και συχνά επικίνδυνων διεργασιών, αλλά και μηχανικών βλαβών στα ίδια τα συστήματα.

Τα προβλήματα στην τροφοδοσία έχουν την μορφή των παρασίτικων τάσεων (αιχμές ή ακιδώσεις τάσεως, γενικά παρεμβολές από άνοιγμα ή κλείσιμο διακοπών), μεταβολές της τάσεως (μεταβολές σχετικές με την μεταβολή φόρτισης των δικτύων), μεταβολές της συχνότητας (συχνά σε τροφοδοσία από Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος Η/Ζ) και φυσικά από μικρής ή μεγάλης διάρκειας διακοπή τροφοδοσίας.

## **2. ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΔΙΑΛΕΙΠΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**

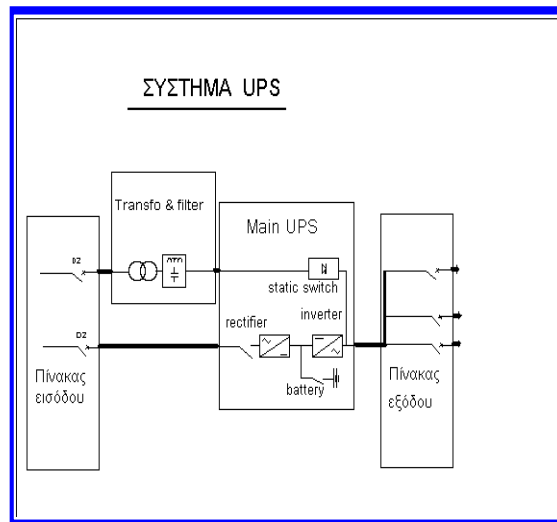
Τα UPS εκτελούν δύο κύριες λειτουργίες με στόχο την προστασία των φορτίων που τροφοδοτούν.

- Την αποθήκευση ενέργειας σε συσσωρευτές για την κάλυψη σε περίπτωση απουσίας του ηλεκτρικού δικτύου τροφοδοσίας.
- Την ρύθμιση της παραγόμενης εναλλασσόμενης τάσης σε τέλεια ημιτονοειδή μορφή και σωστή συχνότητα απαλλαγμένη από θορύβους και διάφορες παρεμβολές.

Το UPS δέχεται εναλλασσόμενη τάση και την μετατρέπει σε συνεχή με την βοήθεια του ανορθωτή, (Rectifier). Η συνεχής αυτή τάση ρυθμιζόμενη φορτίζει την συστοιχία συσσωρευτών και παράλληλα τροφοδοτεί την είσοδο του αντιστροφέα, (Inverter). Σε περίπτωση διακοπής του ηλεκτρικού δικτύου αναλαμβάνει η συστοιχία συσσωρευτών την τροφοδοσία του αντιστροφέα. Αυτός μετατρέπει την συνεχή τάση σε εναλλασσόμενη, καλής ποιότητας απαλλαγμένη από τα συνήθη προβλήματα του δικτύου και με αυτήν τροφοδοτεί τα φορτία του.

Τα περισσότερα UPS διαθέτουν ηλεκτρονικό διακόπτη παράκαμψης (Static By-Pass Switch) ο οποίος αυτόματα συνδέει το φορτίο στο δίκτυο σε περίπτωση υπερφόρτισης ή βλάβης του UPS.

Με την ίδια αρχή της διπλής μετατροπής (Double Conversion) λειτουργούν οι μετατροπείς συχνότητας οι οποίοι συχνά είναι UPS χωρίς συσσωρευτές και διακόπτη παράκαμψης. Για παράδειγμα μετατροπή από 50Hz σε 60Hz ή 400Hz για διάφορες χρήσεις.



Το UPS επιλέγεται με την φαινομένη ισχύ εξόδου του π.χ. 2KVA ή 100KVA, την αυτονομία των συσσωρευτών του σε αυτή την ισχύ, (με γνωστό τον συντελεστή ισχύος!), και φυσικά το πλήθος των φάσεων εισόδου-εξόδου. Επίσης η δυνατότητα να καλύψει το UPS μή γραμμικά φορτία δηλαδή αυτά με υψηλό συντελεστή κορυφής, (Crest factor), η συνολική απόδοση του, οι ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές, και η φόρτιση του ηλεκτρικού δικτύου με αρμονικά περιεχόμενα αποτελούν κριτήρια επιλογής. Πολλές φορές ο ενδιαφερόμενος απαιτεί παράλληλα συνεργαζόμενες μονάδες UPS για εφεδρία και αυξημένη αξιοπιστία εγκατάστασης ή γαλβανική μόνωση από το ηλεκτρικό δίκτυο ή διαφορετικά συστήματα προστασίας (γειώσεις), πριν και μετά το UPS.

### 3. ΑΝΟΡΘΩΤΗΣ - ΑΡΜΟΝΙΚΕΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Η πλειοψηφία των UPS, στα συστήματα πάνω από 5.0KVA, για λόγους συμμετρικής φόρτισης των ηλεκτρικών δικτύων και προδιαγραφών έχουν τριφασική είσοδο. Ο ανορθωτή τους υλοποιείται με την γέφυρα τύπου Graetz, για μετατροπή της εναλλασσόμενης τάσης σε συνεχή. Αυτή η γέφυρα αποτελείται από 2 θυρίστωρ ανά φάση, συνολικά 6 για την τριφασική παροχή, ακολουθούμενη από το παθητικό φίλτρο LC. Ο ηλεκτρονικός έλεγχος γίνεται με την έναυση και σβέση των θυρίστωρ σταθεροποιώντας την συνεχή τάση φόρτισης των συσσωρευτών και ελέγχοντας το ρεύμα παροχής στον αντιστροφέα και τους συσσωρευτές. Αυτό σημαίνει ότι κάθε θυρίστωρ επιτρέπει την ροή ρεύματος για ένα μέρος του μισού κύκλου της τάσεως τροφοδοσίας. Τα ρεύματα αυτά είναι μη γραμμικά και επιστρέφουν στο ηλ. δίκτυο. Ο κλασικός 6παλμικός ανορθωτής (κάθε παλμός αντιστοιχεί σε ένα θυρίστωρ), μπορεί να επιστρέψει ποσότητες ρεύματος ώστε η συνολική γραμμική παραμόρφωση (THD%), να αντιστοιχεί πάνω από 30%. Για

μεσαίας και μεγάλης ισχύος ανορθωτές που τροφοδοτούνται από οριακά διαστασιοποιημένα Χ.Τ. δίκτυα επιφέρει αδυναμία συνεργασίας. Η λύση για τις περιπτώσεις αυτές είναι ο 12παλμικός, ή διπλής γέφυρας, ανορθωτής. Αυτός αποτελείται από 2 6παλμικές γέφυρες που λειτουργούν παράλληλα και τροφοδοτούνται από μετασχηματιστή με δευτερεύοντα τυλίγματα στα οποία οι αντίστοιχες φάσεις διαφέρουν κατά 30°, (ολισθηση φάσεων). Το αποτέλεσμα είναι η πέμπτη και η

έβδομη αρμονική συνιστώσα να αλληλοεξουδετερώνονται και ο συντελεστής THD% είναι μικρότερος του 10%. Σε περίπτωση απαίτησης για καταστολή μεγαλύτερης τάξεως αρμονικών μπορεί να παραλληλιστούν περισσότερες από 2 δπαλμικές γέφυρες. Σήμερα λειτουργούν UPS με 24παλμικούς ανορθωτές. Σε περίπτωση παραλληλήσιμης λειτουργίας UPS ένας μετασχηματιστής μετακίνησης φάσης τροφοδοτεί μία δπαλμική γέφυρα κάθε UPS.

Συνήθως προτείνεται φίλτρο αρμονικών στην είσοδο του UPS ως πιό οικονομική λύση. Αυτό λειτουργεί με το φαινόμενο συντονισμού. Το πηνίο και ο πυκνωτής έχουν υπολογιστεί θεωρητικά για καταστολή δεδομένης αρμονικής συνιστώσας. Η άγνωστη και συνεχώς μεταβαλλόμενη σύνθετη αντίσταση των ηλεκτρικών δικτύων Χ.Τ. μειώνει όμως την απόδοση του φίλτρου. Σε περίπτωση μεταβολής της συχνότητας, (τροφοδοσία από Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος), το φίλτρο αυτό αντί να καταστέλει, ενισχύει τις αρμονικές συνιστώσες. Ειδικά στην περίπτωση του H/Z πρέπει να μειωθούν οι αρμονικές συνιστώσες του ρεύματος για να επέλθει συνεργασία.

#### 4. ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ

Πολλές τεχνολογίες συσσωρευτών είναι διαθέσιμες σήμερα. Η πιό συχνά χρησιμοποιούμενοι συσσωρευτές είναι μολύβδου οξέως κλειστού τύπου, (Sealed lead acid). Σ' αυτό τον τύπο ο ρυθμός επανασύζευξης των αερίων που παράγονται κατά τη φόρτιση είναι πάνω από 95%. Γι' αυτό οι συσσωρευτές αυτοί λειτουργούν στο ίδιο περιβάλλον με το UPS, δεν απαιτούν συντήρηση, (maintenance free), δηλαδή συμπλήρωση με νερό και συνήθως τοποθετούνται σε κλειστά ερμάρια ή σε βάθρα.

Εναλλακτικά, και σε μεγάλης ισχύος ή αυτονομίας UPS, χρησιμοποιούνται συσσωρευτές ανοικτού τύπου μολύβδου-οξέος, (Vented lead acid). Εγκαθίστανται δε σε ειδικά διαμορφωμένα δωμάτια με σωστά υπολογισμένο αερισμό. Τοποθετούνται επάνω σε βάθρα και απαιτούν εξαμηνιαία συνήθως συμπλήρωση με νερό συντήρηση και έλεγχο.

Εκτός από τους παραπάνω αναφερόμενους τύπους σε εγκαταστάσεις με απαίτηση αυξημένης αξιοπιστίας συναντούνται οι συσσωρευτές Νικελίου Καδμίου, Ni-Cd. Αυτοί μπορεί να είναι ανοικτού ή κλειστού τύπου. Είναι περισσότερο ακριβοί από τους συσσωρευτές μολύβδου, έχουν όμως μεγαλύτερο αναμενόμενο χρόνο ζωής, περίπου 15-20 έτη. Προτείνονται για εφαρμογές που λειτουργούν σε περιβάλλον με μεγάλες θερμοκρασιακές μεταβολές.

Το μέγεθος της συστοιχίας συσσωρευτών, ονομαστική τάση και χωριτικότητα σε Ah, εξαρτάται από τον ζητούμενο χρόνο αυτονομίας. Αυτός είναι συχνά μεταξύ 10 και 30 πρώτα λεπτά και εξαρτάται από την εγκατάσταση, και την εφαρμογή. Πολλοί κατασκευαστές σχεδιάζουν UPS με δυνατότητα αυτονομίας αρκετών ωρών. Πρέπει η διαστασιοποίηση του ανορθωτή του UPS να είναι τέτοια ώστε να είναι ικανός να εξυπηρετήσει τόσο τον αντιστροφέα του UPS, (σε μέγιστο φορτίο εξόδου), αλλά και να φορτίζει σε λογικά επίπεδα ενέργειας (=χρόνος αυτονομίας), και χρόνου, την συστοιχία συσσωρευτών.

Συνήθως ο χρόνος αυτονομίας των UPS σε βιομηχανικές εφαρμογές, εξαρτάται από τον χρόνο που απαιτεί το εφεδρικό H/Z να ξεκινήσει αυτόματα και να αναλάβει την τροφοδοσία των φορτίων. Ο χρόνος αυτός καλύπτει και τις ατυχείς εκκινήσεις και την χειροκίνητη εκκίνηση, σε περίπτωση τελικής αστοχίας του αυτοματισμού. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει H/Z ο χρόνος αυτονομίας επιλέγεται τέτοιος ώστε, όταν το UPS λειτουργεί στην μέγιστη ισχύ των φορτίων του, να είναι μεγαλύτερος από τον στατιστικά αναμενόμενο χρόνο διακοπής του δικτύου. Πρέπει όμως ο επιλεγόμενος χρόνος να είναι μεγαλύτερος από το χρόνο που απαιτείται να σταματήσουν, με την αναγκασία και ασφαλή σειρά, τα τροφοδοτούμενα μηχανήματα αυτόματα ή με ανθρώπινη εντολή.

## 5. ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ - ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

Ο αντιστροφέας είναι ουσιαστικά ένα σύστημα με διακόπτες όπου η συνεχής τάση, DC, μετατρέπεται σε τετραγωνικής μορφής και στην συνέχεια με κατάλληλο φίλτρο σε ημιτονοειδή τάση. Οι μοντέρνες τεχνολογίες που βασίζονται σε αυτή την τεχνική είναι σήμερα πιο πολύπλοκες. Με διαμόρφωση εύρους παλμών PWM, (Pulse Width Modulation), η τετραγωνικής μορφής τάση χωρίζεται σε μικρούς παλμούς η διάρκεια των οποίων είναι αντίστοιχη με το ρεύμα που απαιτείται. Με την εξέλιξη των ηλεκτρονικών ισχύος από τα θυρίστορ και τα διπολικά τρανζίστορ στα IGBTs, (Isolated Gate Bipolar Transistor), είναι δυνατόν να αυξηθεί η συχνότητα λειτουργίας των αντιστροφέων. Όσο μικρής διάρκειας μπορούν να γίνουν οι παλμοί που χωρίζεται η τετραγωνική τάση τόσο καλύτερη προσέγγιση της ημιτονοειδούς τάσεως μπορεί να επιτευχθεί στην έξοδο, μειώνοντας σημαντικά τα φυσικά χαρακτηριστικά, (βάρος και διαστάσεις), του φίλτρου εξόδου. Ενδεικτικά το θυρίστορ παράγει 10 παλμούς σε κάθε περίοδο (50Hz), το διπολικό τρανζίστορ περίπου 40 ενώ σήμερα τα IGBT πάνω από 140.

Η μεγάλη συχνότητα λειτουργίας του αντιστροφέα τον προσαρμόζει στην εξυπηρέτηση μη γραμμικών φορτίων προσδίνοντας του επίσης μία ταχύτητα στην διόρθωση των λειτουργικών του παραμέτρων όταν μεταβληθεί το φορτίο που τροφοδοτεί. Οι μοντέρνοι Η/Υ και τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα χρησιμοποιούν παλμοτροφοδοτικά τα οποία ανορθώνουν την εναλλασσόμενη τάση μέσω διόδων οι οποίες ζητούν μη γραμμικό ρεύμα. Αυτό σημαίνει ότι ο συντελεστής κορυφής (Crest Factor, ο λόγος του πλάτους του ρεύματος με την αντίστοιχη ενεργό τιμή του ισοδύναμου γραμμικού ρεύματος), είναι πάνω από 3. Παρότι τα θυρίστορ δεν επιτρέπουν τέτοιους συντελεστες κορυφής χρησιμοποιούνται από πολλούς κατασκευαστές. Τα τρανζίστορ έχουν αυτή τη δυνατότητα αλλά απαιτούν καλή διαστασιοποίηση. Τα IGBTs είναι η λύση σε αυτές τις απαιτήσεις αλλά μόνο ορισμένοι κατασκευαστές τα έχουν ενσωματώσει στα UPS τους. Ο χρήστης UPS θα πρέπει να καθορίζει τον συντελεστή κορυφής που χρειάζονται τα φορτία του καθώς επίσης και την αντίστοιχη παραμόρφωση που αντιστοιχεί στην τάση του αντιστροφέα η οποία πρέπει να είναι μικρότερη από την αποδεκτή από όλα τα φορτία του UPS. Τα περισσότερα φορτία απαιτούν συντελεστή κορυφής ρεύματος ίσο με 3 και παραμόρφωση τάσης μικρότερη του 5% για να λειτουργήσουν.

Για UPS με τριφασική έξοδο ένας μετασχηματιστής μπορεί να καλύψει την μη γραμμικότητα μεταξύ των φάσεων, επιτρέποντας μεγάλες ανοχές στον συντελεστή ρεύματος κορυφής. Πολλά βιομηχανικής χρήσης UPS έχουν μονοφασική έξοδο. Σε αυτή την περίπτωση όταν ζητείται μεγάλος συντελεστής κορυφής πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη. Πολλοί κατασκευαστές τοποθετούν ειδικά φίλτρα ή υπερδιαστασιοποιούν το UPS. Θα πρέπει για την εξακρίβωση των παραπάνω να γίνονται ειδικά τέστ με σωστά διαστασιοποιημένα μη γραμμικά φορτία.

Τα μη γραμμικά φορτία έχουν έως και 50% παραμόρφωση ρεύματος. Δίχως UPS τα φορτία αυτά άμεσα θα ρύπαιναν το ηλεκτρικό δίκτυο τροφοδοσίας. Τα UPS με την τοπολογία διπλής μετατροπής έχουν επίσης και άλλο ένα ρόλο. Τον περιορισμό αυτής της ρύπανσης. Τα σημερινά UPS με τις τεχνικές που υπάρχουν δεν ρυπαίνουν το δίκτυο που τα τροφοδοτεί. Ακολουθώντας τις μοντέρνες τεχνικές διόρθωσης του συντελεστή ισχύος εισόδου, σήμερα έχει επιτευχθεί 0.99, τα UPS δεν επιβαρύνουν καθόλου τα ηλεκτρικά δίκτυα. Σχετική προδιαγραφή IEC 555-2.

Η απόδοση ενός UPS εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιεί ο αντιστροφέας. Οι απώλειες ενέργειας είναι πολύ περισσότερες σε αντιστροφείς με γέφυρες από θυρίστορ από αυτές με τρανζίστορ για λειτουργία στην ίδια ονομαστική ισχύ εξόδου. Το UPS δεν λειτουργεί όμως συνεχώς στα ονομαστικά του μεγέθη. Τα περισσότερα UPS λειτουργούν για το 80% του χρόνου ζωής τους σε επίπεδα ισχύος εξόδου γύρω στο 60% της ονομαστικής τους εξόδου. Σε αυτά τα επίπεδα οι αντιστροφείς με θυρίστορ είναι κατά 15% λιγότερο αποδοτικοί συγκρινόμενοι με

αντιστροφείς με τρανζίστορ. Τα IGBT προσδίδουν πολύ μεγαλύτερη απόδοση από τα διπολικά τρανζίστορς. Οι απώλειες ενέργειας στους αντιστροφείς καταναλώνεται σε εναύσεις και σβέσεις των θυρίστορ καθώς και στο απαραίτητο φιλτράρισμα της τάσεως εξόδου. Αυτό έκανε τους κατασκευαστές να σταματήσουν την χρήση τους, στους αντιστροφείς, ενώ αντίθετα χρησιμοποιούνται ευρέως στους ανορθωτές και στους στατικούς διακόπτες. Οι συχνότητες λειτουργίας των αντιστροφέων με IGBTs είναι πολύ μεγάλες πράγμα που προσδίδει καλές αποκρίσεις στην κάλυψη μη γραμμικών φορτίων, χαμηλότερο μηχανικό θόρυβο, μικρότερες διαστάσεις και βάρη και σίγουρα πιά αξιόπιστη λειτουργία.

## **6. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ**

Ο ηλεκτρονικός διακόπτης παράκαμψης (Static By-Pass Switch), δεν είναι τίποτε άλλο από ένα στατικό διακόπτη ο οποίος μεταφέρει την παροχή ενέργειας από τον αντιστροφέα απευθείας στο δίκτυο τροφοδοσίας. Αυτός μπορεί να είναι μονοφασικός ή τριφασικός αντίστοιχα με τον αντιστροφέα και κατασκευάζεται με θυρίστορ. Η μεταγωγή αυτή γίνεται αυτόματα σε περιπτώσεις υπερφόρτισης (πχ. εκκίνηση μηχανών) ή βλάβης του UPS. Όταν οι λόγοι της μεταγωγής στο δίκτυο έχουν εκλείψει πραγματοποιείται αντίστοιχη μεταγωγή και αναλαμβάνει ο αντιστροφέας την τροφοδοσία των φορτίων. Ο αντιστροφέας, για την επίτευξη αδιάλειπτης μεταγωγής από και προς το δίκτυο είναι πάντα συγχρονισμένος με αυτό. Τα UPS έχουν μέσο χρόνο μεταξύ βλαβών (MTBF), 100.000 με 150.000 ώρες. Ο αριθμός αυτός καθορίζει την αξιοπιστία ενός UPS και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του συνολικού MTBF μιάς εγκατάστασης που χρειάζεται UPS.

## **7. ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΕΣ UPS**

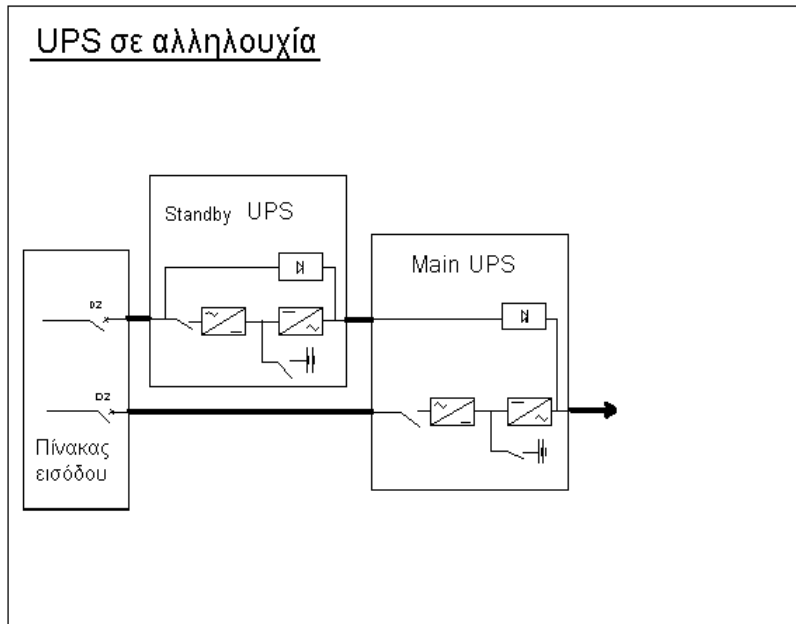
### **7.1 ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣΙΜΑ UPS ΜΕ ΕΦΕΔΡΙΑ ΙΣΧΥΟΣ**

Τοποθετώντας δύο ή περισσότερα UPS παράλληλα η συνολική ισχύς εξόδου αυξάνεται ή για την ίδια ισχύ εξόδου δημιουργείται εφεδρεία. Η συνήθης μέθοδος είναι να τοποθετείται από την αρχή της εγκατάστασης ένας στατικός διακόπτης παράκαμψης διαστασιοποιημένος στην μέγιστη προβλεπόμενη ισχύ των φορτίων. Ορισμένοι κατασκευαστές για λόγους ευελιξίας προτείνουν παραλληλήσιμα UPS με τον δικό τους στατικό διακόπτη παράκαμψης. Έτσι υπάρχει ευκολία για μελλοντική επαύξηση ισχύος της εγκατάστασης. Κατά την λειτουργία των παραλληλήσιμων μονάδων γίνεται ισομοιρασμός των απαιτήσεων φορτίου. Η συνολική ισχύς των UPS ακολουθεί την σχέση N+1 όπου "N" οι μονάδες UPS που καλύπτουν το φορτίο και "1" η μία μονάδα που βρίσκεται σε εφεδρία αυτών. Σε μεγάλης ισχύος εγκαταστάσεις, αρκετών MVA, τοποθετούνται παράλληλα μονάδες UPS για να επιτευχθεί η ισχύς εξόδου. Σήμερα το μεγαλύτερο μοναδιαίο UPS είναι της ισχύος 800KVA και η μεγαλύτερη εφικτή εγκατάσταση 4.800MVA.

### **7.2 UPS ΣΕ ΕΦΕΔΡΙΑ ΜΕ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑΣ**

Εκτός από την λύση παραλληλήσιμων μονάδων UPS, για αύξηση της αξιοπιστίας σε μία εγκατάσταση υπάρχει και η λύση της τοποθέτησης δύο μονάδων UPS σε συνδεσμολογία αλληλουχίας, (Hot Stand-By UPSs ή Hot Redundancy). Στην συνδεσμολογία αυτή δύο όμοια UPS συνδέονται έτσι ώστε το ένα να τροφοδοτεί την είσοδο του στατικού διακόπτη του άλλου. Η ισχύς

των UPS αυτών είναι όμοια και ίση με την απαιτούμενη από τα φορτία. Σε σχέση με την λύση των παραλληλίσμων μονάδων είναι σαφώς πιο οικονομική με λιγότερο πολύπλοκα συστήματα ελέγχου. Υστερεί όμως στην δυνατότητα μελλοντικής αύξησης ισχύος.



## 8. ΗΛΕΚΤΟΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΟΛΕΣ - ΕΙΔΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Οι ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές (EMI,RFI), που προέρχονται από τα ηλεκτρικά μηχανήματα και τα UPS πρέπει να υπακούουν στις αντίστοιχες προδιαγραφές. Ειδικότερα για τα UPS που συνήθως λειτουργούν σε υψηλές συχνότητες το πρόβλημα της παραγωγής και ακτινοβολίας ηλεκτρομαγνητικού θορύβου είναι μεγάλο. Οι παρεμβολές αυτές εμφανίζονται στα καλώδια εισόδου και εξόδου, μεταφέρονται με ηλεκτρική επαφή, (conducted), και οδεύουν σε όλο το υπόλοιπο ηλεκτρικό δίκτυο. Ο ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος επίσης ακτινοβολείται δημιουργώντας παρεμβολές σε άλλα γειτονικά συνήθως, λειτουργούντα μηχανήματα. Και οι δύο μορφές θορύβου αποσβένονται με χρήση ειδικών φίλτρων. Εκτός από την χρήση των φίλτρων αυτών, σε ειδικές εφαρμογές μπορεί κανείς να συναντήσει κατάλληλα σχεδιασμένα μεταλλικά ερμάρια με εφαρμογή της τεχνικής του κλωβού Faraday, για την προστασία από τον ακτινοβολούντα θόρυβο.

Σήμερα τα UPS λειτουργούν σε εφαρμογές ξηράς, σε βιομηχανικό περιβάλλον ή γραφείου σε μόνιμη ή μη εγκατάσταση, σε κλειστό ή ανοικτό χώρο, πιθανόν επί οχημάτων αλλά και σε πλοία ή σε εξέδρες πετρελαίων και γενικά σε οποιοδήποτε περιβάλλον και μέσο. Γι' αυτό αναπτύχθηκαν όπως με τα αντίστοιχα ηλεκτρικά-ηλεκτρονικά εξαρτήματα, ειδικά ερμάρια τοποθέτησης για προστασία από τις περιβαλλοντικές συνθήκες του χώρου εγκατάστασης. Για παράδειγμα UPS που καλύπτει ανάγκες πυρινικού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής πρέπει να τοποθετηθεί σε ειδική αντισεισμική βάση. Αντίστοιχα σε αντiekρικτικό ερμάριο εδράζονται τα UPS που τοποθετούνται σε βιομηχανίες πετρελαίων-αερίων ή σε πλοία του πολεμικού ναυτικού. UPS

που λειτουργούν σε βιομηχανικό χώρο, πολλές φορές σε εξωτερικό χώρο, απαιτούν ερμάρια με προστασία από νερό και

σκόνες. Σε εξέδρες πετρελαίων τα UPS εκτός των άλλων πρέπει να προστατεύονται και από την υψηλή υγρασία.

Το UPS που επιλέγεται, πρέπει να πληρεί τις προδιαγραφές που απαιτεί τόσο η εφαρμογή που εξυπηρετεί, καθώς και το περιβάλλον που πρόκειται να εγκατασταθεί.

## 9. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΜΕ Η/Υ

Η πρόοδος της τεχνολογίας των μικροεπεξεργαστών και η ευρεία χρήση τους έδωσε την δυνατότητα στα UPS να την ενσωματώσουν. Σήμερα πλέον ακόμα και οι μονάδες των 150VA διαθέτουν μικροεπεξεργαστή για τον εσωτερικό τους έλεγχο αλλά και επικοινωνία με το περιβάλλον τους. Τα περισσότερα συστήματα διαθέτουν κεντρικό επεξεργαστή ο οποίος επικοινωνεί και ελέγχει τους επιμέρους επεξεργαστές σε κάθε υποκύκλωμα του UPS. Ο κεντρικός επεξεργαστής αναλαμβάνει να ενημερώσει τον χειριστή της μονάδας, είτε μέσω δικής του οθόνης είτε μέσω επικοινωνίας με προσωπικό υπολογιστή, (PC).

Κατά την εγκατάσταση και εκκίνηση των UPS πρέπει μέσω PC να δωθούν οι παράμετροι λειτουργίας του UPS. Ετσι πριν ξεκινήσει η μονάδα καθορίζονται για π.χ. οι κανονικές τάσεις και συχνότητα εισόδου-εξόδου καθώς και οι περιοχές λειτουργίας τους, (συγχρονισμός), τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά της συστοιχίας συσσωρευτών και ο τρόπος φόρτισης της, προκαθορίζεται ο τρόπος που θα επικοινωνεί με τις περιφερειακές μονάδες, π.χ. τηλεχειριστήριο, επαφές για σηματοδότηση κ.ά. Όλες αυτές οι παράμετροι αποθηκεύονται στην μνήμη των περιφερειακών μονάδων, (για UPS με πολλούς μικροεπεξεργαστές), και βάσει αυτών ελέγχεται η λειτουργία της μονάδας. Σε περιπτώσεις βλαβών ενημερώνει η αντίστοιχη μονάδα τον κεντρικό επεξεργαστή, και αυτός με την σειρά του τον χειριστή. Πρέπει να σημειωθεί η ευκολία αποκατάστασης βλάβης στα συστήματα αυτά, αφού όλα τα προβλήματα καταγράφονται στην μνήμη των επεξεργαστών. Με την χρήση έξυπνων προγραμμάτων από τις κατασκευάστριες εταιρείες καθοδηγείται ο τεχνικός, που επικοινωνεί με το UPS μέσω PC, στην επισκευή του. Η επικοινωνία αυτή μπορεί να γίνει με χρήση Modem από το κέντρο επισκευών της εταιρείας συντήρησης του UPS, ακόμη και με την χρήση κινητής τηλεφωνίας. Σε περιπτώσεις κρίσιμων εφαρμογών είναι δυνατόν ο έλεγχος των UPS να γίνεται σε αυτόματη βάση και σε περίπτωση βλάβης να ενημερώνεται από το ίδιο το UPS ο τεχνικός.

Πρωτεύοντα ρόλο στην επιλογή του UPS έχει ο εκτιμώμενος χρόνος επισκευής, η ευκολία αυτής και η τοπική τεχνική υποστήριξη. Τα συστήματα αυτά μην ξεχνάμε έχουν κύριο σκοπό την απρόσκοπτη λειτουργία των φορτίων τους και τον κατά το δυνατό ελάχιστο χρόνο που θα βρίσκονται εκτός λειτουργίας.

Εκτός της δυνατότητας επικοινωνίας των UPS με PC με σκοπό την διαμόρφωση των παραμέτρων λειτουργίας τους και την επισκευή τους όλα σχεδόν διαθέτουν δυνατότητα επικοινωνίας με συστήματα Η/Υ που συνήθως καλύπτουν. Η πρόοδος της τεχνολογίας των UPS και η ευρεία χρήση τους οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην πρόοδο των Η/Υ. Η απρόσκοπτη, και καλής ποιότητας τροφοδοσία των συστημάτων Η/Υ που πλέον λειτουργούν σε παγκόσμια δίκτυα απαιτεί την χρήση των UPS. Η απώλεια δεδομένων κατά την απρόσμενη διακοπή ή μικροδιακοπή των ηλεκτρικών δικτύων κοστίζει αρκετά στην παραγωγική διαδικασία. Για αυτούς τους λόγους για συνολική κάλυψη των Η/Υ, τα UPS πρέπει να επικοινωνούν με αυτούς με σκοπό την ενημέρωση των χειριστών τους για την κατάσταση λειτουργία τους. Ετσι σήμερα οι κατασκευαστές UPS κατ'επιλογή μπορούν να προμηθεύσουν τους πελάτες τους με πακέτα επικοινωνίας για την



ασφαλή επικοινωνία UPS-H/Y με σκοπό την αποθήκευση των δεδομένων των H/Y όταν το UPS κρίνει ότι είναι απαραίτητο, (παρατεταμένες διακοπές, σημαντική βλάβη κ.ά). Τα πακέτα αυτά ανάλογα με το λειτουργικό σύστημα του κεντρικού H/Y ή του δικτύου περιλαμβάνουν λογισμικό και αντίστοιχα ηλεκτρονικό υλικό, (πλακέτες και καλώδια σύνδεσης), για την φυσική σύνδεση UPS - H/Y. Στην περίπτωση διακοπής της τροφοδοσίας μεγαλύτερης του χρόνου αυτονομίας του UPS γνωστοποιείται στον H/Y και μετά από την ενημέρωση των χρηστών του συστήματος H/Y, ξεκινάει με προκαθορισμένη σειρά η αποθήκευση των δεδομένων και το κλείσιμο των ανοικτών αρχείων. Στην συνέχεια αν δεν επανέλθει η τροφοδοσία από το δίκτυο, το UPS και τα φορτία του σταματάνε να λειτουργούν. Με την επαναφορά του δικτύου πρώτα ξεκινάει το UPS και μετά από προκαθορισμένο χρόνο ξεκινάει το σύστημα H/Y. Το λογισμικό αναλαμβάνει να συνεχιστεί η εργασία από το σημείο που σταμάτησε. Η επικοινωνία σε αυτές τις περιπτώσεις στα περισσότερα UPS βασίζεται στο σειριακό πρωτόκολλο RS232.

Τα UPS που λειτουργούν σε βιομηχανικούς χώρους είναι ικανά να επικοινωνήσουν με τὰ αντίστοιχα βιομηχανικά συστήματα ελέγχου με το πρωτόκολλο RS485. Αντίστοιχα τα UPS που καλύπτουν συστήματα διαχείρισης κτιρίων (BuildingManagement Systems), επικοινωνούν μέσω ειδικής κλεμοσειράς με ηλεκτρικές επαφές ρελέ.

Τέλος επειδή το κόστος της επικοινωνίας του UPS με το φορτίο ή τα φορτία που καλύπτει είναι μιδαμινό σε σχέση με την ασφάλεια που περέχει, πρέπει κατά το δυνατόν να αποτελεί πλεονέκτημα κατά την επιλογή και να συνιστάται στους χρήστες των UPS.

## **10. ΤΟΠΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ**

Τέλος, θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθεί ότι παρόλη την προσπάθεια στην πληρότητα των τεχνικών χαρακτηριστικών κατά την επιλογή ενός UPS θα πρέπει να ελεγχθεί η τοπική τεχνική υποστήριξη των συστημάτων αυτών. Πρέπει να γνωρίζει ο χρήστης των UPS ότι το μηχάνημα αυτό πρέπει σε τακτά χρονικά διαστήματα να συντηρείται. Με την επιλογή της εταιρείας υποστήριξης πρέπει να εξασφαλίσει άμεση τεχνική κάλυψη σε περιπτώσεις βλάβης, ενημέρωση για τις βελτιώσεις που προτείνει ο κατασκευαστής, τεχνικές συμβουλές και άλλα σχετικά. Αυτό μπορεί να γίνει είτε με απλές επισκέψεις τεχνικών μετά από απαίτηση του χρήστη αλλά το καλύτερο, με προγραμματισμένες προληπτικές συντηρήσεις μέσω συμβολαίου συντήρησης. Τα σημερινά συμβόλαια μπορούν να έχουν εικοσιτετράωρη κάλυψη, 365 ημέρες τον χρόνο και να καλύπτουν και τα απαιτούμενα ανταλλακτικά.

Πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η αξιοπιστία τόσο του μηχανήματος όσο και της εταιρείας που το καλύπτει τεχνικά, δοκιμάζεται σε δύσκολες συνθήκες όταν δηλαδή πρέπει το UPS να εκτελέσει το έργο του στην διάρκεια των συχνών προβλημάτων των ηλεκτρικών δικτύων τροφοδοσίας.

**Δημοσθένης Ισ. Στάμπας**  
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Fiskars Power Systems, "The UPS Book", Harry Peterson, 1995
2. Merlin Gerin, "UPS design guide", Grenoble ,1994
3. "The growing need for UPS protection", European Power News, Vol. 20.1, M. Carter. Socomec UPS.
4. Tudor Sonnak, "Batteries for UPS installations", Norway, 1994.
5. CENELEC: Uninterruptible Power Supply Systems (UPS) Part 1:"General and Safety Requirements, Draft prEN50091-1 1991.
6. CENELEC: Uninterruptible Power Supply Systems (UPS) Part 1:"Performance Requirements, Draft prEN50091-2.