

Τι Είναι το UPS, και πως λειτουργεί

UPS = **U**ninterruptible **P**ower **S**upply – Τροφοδοτικό Αδιάλειπτης Παροχής Ηλεκτρικής Ενέργειας.

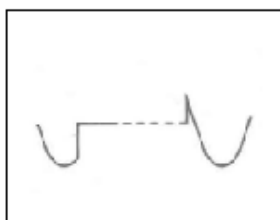
Είναι μια Ηλεκτρονική Γεννήτρια παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας της οποίας το “καύσιμο” είναι η μπαταρία και η οποία παρέχει Ηλεκτρική Ισχύ (ρεύμα) σε περίπτωση διακοπής της ΔΕΗ.

Χρησιμοποιείται σε εφαρμογές στις οποίες απαιτείται η **αδιάλειπτη λειτουργία** ορισμένων μηχανημάτων όπως πχ Η/Υ, μηχανήματα χειρουργείων κτλ, ακόμα και όταν υπάρχει διακοπή της ΔΕΗ.

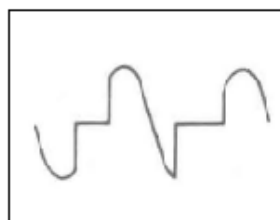
Είναι μηχανήματα που όταν συνδυαστούν με κλασικού τύπου ηλεκτρογεννήτριες, αποτελούν τα συστήματα ΣΑΛ (σύστημα αδιάλειπτου λειτουργίας) τα οποία είναι χρήσιμα σε μέρη όπου είτε δεν παροχή υπάρχει ΔΕΗ είτε αυτή είναι εκτός προδιαγραφών.

Δηλαδή, ένα UPS, διορθώνει και αποκαθιστά τα προβλήματα του δικτύου της ΔΕΗ, τα οποία είναι:

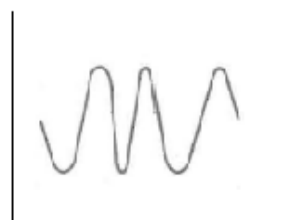
- Πλήρης διακοπή (black out)
- Μικροδιακοπές
- Μεταβολές συχνότητας
- Παράσιτα-θόρυβος
- Αυξομειώσεις της Τάσης



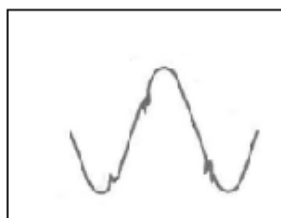
ΔΙΑΚΟΠΗ



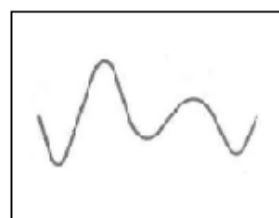
ΜΙΚΡΟΔΙΑΚΟΠΗ



ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ



ΠΑΡΑΣΙΤΑ-ΘΟΡΥΒΟΣ



ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΑΣΗΣ

προβλήματα του δικτύου ΔΕΗ

Από τι αποτελείται ένα UPS:

Αποτελείται από τα παρακάτω βασικά ηλεκτρικά/ηλεκτρονικά κυκλώματα:

- Μετατροπέα AC/DC (Ανορθωτή/Φορτιστή μπαταρίας)
- Μπαταρία. [Η αυτονομία του UPS εξαρτάται από την χωρητικότητα (Ah) της χρησιμοποιούμενης μπαταρίας]. Αποθηκεύει ενέργεια σε μορφή DC για να τη χρησιμοποιήσει όταν κοπεί το ρεύμα.
- Μετατροπέα DC/AC (Inverter). Το «αντίστροφο» του ανορθωτή. Μετατρέπει το συνεχές ρεύμα (DC) της μπαταρίας πίσω σε καθαρό εναλλασσόμενο ρεύμα (AC), ώστε να μπορούν να λειτουργήσουν οι συσκευές σας.
- Κύκλωμα Μεταγωγής (αφορά τα Stand-BY και Interactive UPS). Ένας αυτόματος διακόπτης που αποφασίζει αν η συσκευή θα παίρνει ρεύμα από το δίκτυο ή από την μπαταρία.
- Κυκλώματα ελέγχου και επιτήρησης.
- Κύκλωμα Ηλεκτρονικού By-Pass (μόνον στα TRUE ON LINE UPS)
- Κυκλώματα επικοινωνίας.

Σήμερα, σχεδόν όλα τα UPS ανεξαρτήτου τύπου, διαθέτουν λογισμικό επικοινωνίας με τους Η/Υ και γενικά με το μηχάνημα που τροφοδοτούν, το οποίο παρέχει συνεχώς πληροφορίες στον χρήστη σχετικά με την κατάσταση της μπαταρίας και των ηλεκτρικών χαρακτηριστικών της εισόδου-εξόδου του UPS και όταν η μπαταρία του εξαντλείται, κλειδώνει το πληκτρολόγιο, γίνεται αυτόματα save στην εν εξελίξει εργασία και ακολουθεί Shut Down του υπολογιστή.

Πώς λειτουργεί (Η διαδικασία)

Η λειτουργία χωρίζεται σε δύο καταστάσεις:

A. Κανονική Λειτουργία (Παρουσία Ρεύματος)

Το UPS δέχεται ρεύμα από τη ΔΕΗ. Ο **ανορθωτής** φροντίζει να κρατά τη **μπαταρία** πλήρως φορτισμένη. Στα περισσότερα UPS (Line-Interactive), το ρεύμα περνάει από ένα σύστημα σταθεροποίησης (AVR) για να διορθωθούν μικρές αυξομειώσεις της τάσης πριν φτάσει στις συσκευές σας.

B. Λειτουργία Έκτακτης Ανάγκης (Διακοπή Ρεύματος)

Μόλις ο αισθητήρας του UPS ανιχνεύσει πτώση τάσης ή πλήρη διακοπή:

1. Ο **διακόπτης μεταγωγής** απομονώνει την είσοδο από το δίκτυο (για να μην επιστρέψει ρεύμα προς τα έξω).
2. Η **μπαταρία** αρχίζει να δίνει το αποθηκευμένο DC ρεύμα της.

3. Ο **Inverter** μετατρέπει αυτό το ρεύμα σε AC (συνήθως 230V).
4. Οι συσκευές σας συνεχίζουν να λειτουργούν χωρίς να «καταλάβουν» τη διακοπή.

Κατηγορίες UPS:

Υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες UPS. Τα On-Line και τα Stand-By (Switching) UPS. Φυσικά, όσο η τεχνολογία προχωρά κατασκευάζονται διάφοροι άλλοι τύποι UPS οι οποίοι είναι συνδυασμός των δύο παραπάνω. Υπάρχει, πχ το Line Interactive UPS. Σε όλους όμως τους τύπους UPS υπάρχει χρόνος μεταγωγής εκτός, από το On-Line UPS. Για το λόγο αυτό λέμε ότι οι δύο κύριες κατηγορίες UPS είναι, τα On-Line και τα Stand-By

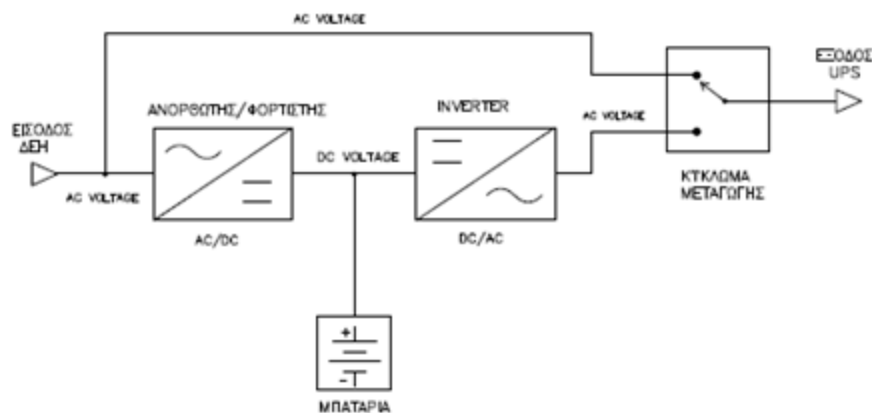
1. Stand-By UPS

Είναι τα UPS εκείνα τα οποία “περιμένουν” την διακοπή της ΔΕΗ. Όσο χρόνο υπάρχει δίκτυο ΔΕΗ, στην έξοδό τους εμφανίζεται η τάση του δικτύου. Έχουν δηλαδή μόνιμα συνδεδεμένο το φορτίο απευθείας στο δίκτυο της ΔΕΗ. Αυτό σημαίνει ότι η τάση εξόδου του UPS δεν υπόκειται σε καμία επεξεργασία.

Όταν γίνει η διακοπή της ΔΕΗ, τότε θέτουν σε λειτουργία τον Inverter και μετάγουν το φορτίο σε αυτόν.

Σε ένα καλό Stand-By UPS ο χρόνος μεταγωγής είναι μικρότερος των 7mS (λιγότερο της μισής περιόδου της συχνότητας των 50Hz).

Την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια (όπως σε όλους τους τύπους UPS) την παρέχει η μπαταρία την οποία έχει ενσωματωμένη και την οποία φορτίζει και διατηρεί φορτισμένη ο Μετατροπέας AC/DC (Ανορθωτής/Φορτιστής) όσο χρόνο το δίκτυο της ΔΕΗ είναι παρών.



Μειονεκτήματα των Stand-By UPS:

- Βασικό μειονέκτημα είναι ο Χρόνος Μεταγωγής. Έχουν χρόνο μεταγωγής από 3mS έως 10mS, ανάλογα τον κατασκευαστή. Είναι ο χρόνος από την στιγμή που θα γίνει η διακοπή της ΔΕΗ έως ότου εκκινήσει ο Inverter (dc/ac) και τα φορτία συνδεθούν στην έξοδο του. Ο χρόνος αυτός είναι μία από τις βασικότερες παραμέτρους διαμόρφωσης της τιμής αγοράς ενός Stand-By UPS.
- Άλλο μειονέκτημα είναι η κυματομορφή της παραγόμενης τάσης του Inverter. Τα περισσότερα, stand-by UPS παράγουν τετράγωνες ή τραπεζοειδής κυματομορφές. Λίγο πιο ακριβά stand-by UPS παράγουν ένα είδος ημιτονοειδούς κυματομορφής με πολύ μεγάλη όμως παραμόρφωση. Σήμερα, υπάρχουν και stand-by UPS (πολύ πιο ακριβά) που η παραγόμενη κυματομορφή τους είναι ημιτονοειδής με μικρή παραμόρφωση.
- Ένα ακόμη πολύ βασικό μειονέκτημα πηγάζει από το γεγονός ότι όσο υπάρχει ΔΕΗ, τα φορτία είναι συνδεδεμένα απευθείας σε αυτή. Επομένως, όλα τα προβλήματα του δικτύου (παράσιτα, θόρυβος, διακυμάνσεις της τάσης και της συχνότητας) περνούν στα φορτία (τροφοδοτούμενες συσκευές).
- Τέλος, λόγω της μεταγωγής (βασικό χαρακτηριστικό των UPS αυτού του είδους) δεν υπάρχει η δυνατότητα της χρήσης ξεχωριστής γείωσης (εάν απαιτείται) για το χρήστη. Θα πρέπει στην περίπτωση αυτή, να χρησιμοποιηθεί ξεχωριστός μετασχηματιστής 1:1 (230V/230V) στην είσοδο ή στην έξοδο του UPS οπότε αρχίζει να ανεβαίνει το κόστος αλλά και να προκύπτουν και άλλα ηλεκτρολογικά θέματα.

Πλεονεκτήματα των Stand-By UPS:

- Χαμηλότερη τιμή αγοράς
- Μικρότερες διαστάσεις και πολύ μικρότερο βάρος.

2.On-Line UPS

Είναι τα UPS εκείνα τα οποία μονίμως (υπάρχει δεν υπάρχει ΔΕΗ) η AC τάση που παρέχουν στην έξοδο τους είναι προϊόν της συνεχούς λειτουργίας του Inverter.

Η τάση του δικτύου ανορθώνεται από τον Ανορθωτή/Φορτιστή (μετατροπέας AC/DC) και η DC πλέον τάση εφαρμόζεται στην είσοδο του Inverter (Μετατροπέας DC/AC) και ταυτόχρονα φορτίζεται και η μπαταρία. Δηλαδή, η Μπαταρία και η είσοδος του Inverter είναι παράλληλα συνδεδεμένα.

Η απαιτούμενη ενέργεια για την παραγωγή της AC τάσης **παρέχεται μονίμως** από τον Ανορθωτή/Φορτιστή και την μπαταρία.

Επομένως, σε περίπτωση διακοπής της ΔΕΗ **δεν υπάρχει χρόνος μεταγωγής** (δεν υπάρχει η έννοια της μεταγωγής) διότι συνεχίζει να λειτουργεί ο Inverter από την μπαταρία η οποία όπως προαναφέρθηκε είναι παράλληλα συνδεδεμένη στην έξοδο του Ανορθωτή και στην είσοδο του Inverter.

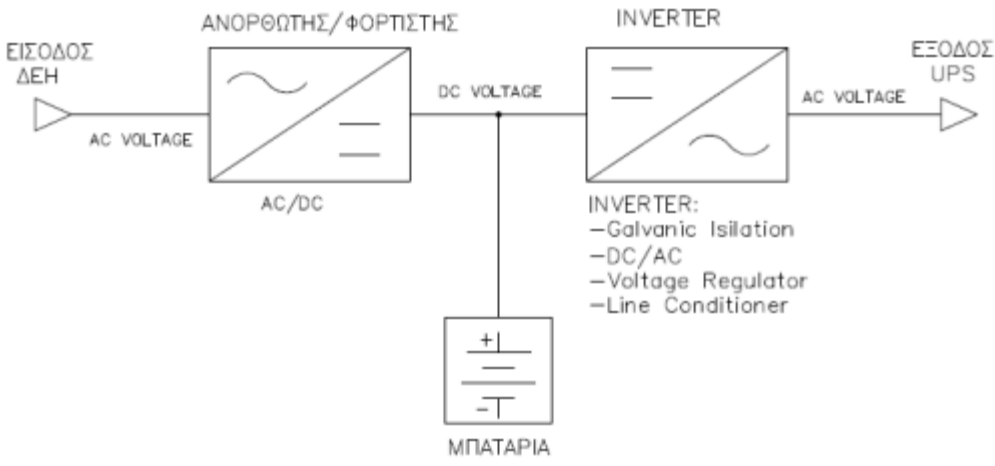
Η πλήρης ονομασία αυτού του είδους **On-Line UPS** είναι **True On-Line, Double Conversion, Double Isolation UPS**, δηλαδή Πραγματικό (οι κατασκευαστές αυτών των UPS τα λέμε καθαράιμα) on line ups, διπλής μετατροπής και διπλής απομόνωσης.

Ένα **Double Isolation UPS** (συχνά αναφέρεται και ως UPS με Γαλβανική Απομόνωση - Galvanic Isolation) περιλαμβάνει **Μετασχηματιστές Απομόνωσης (Isolation Transformers)** στο εσωτερικό του.

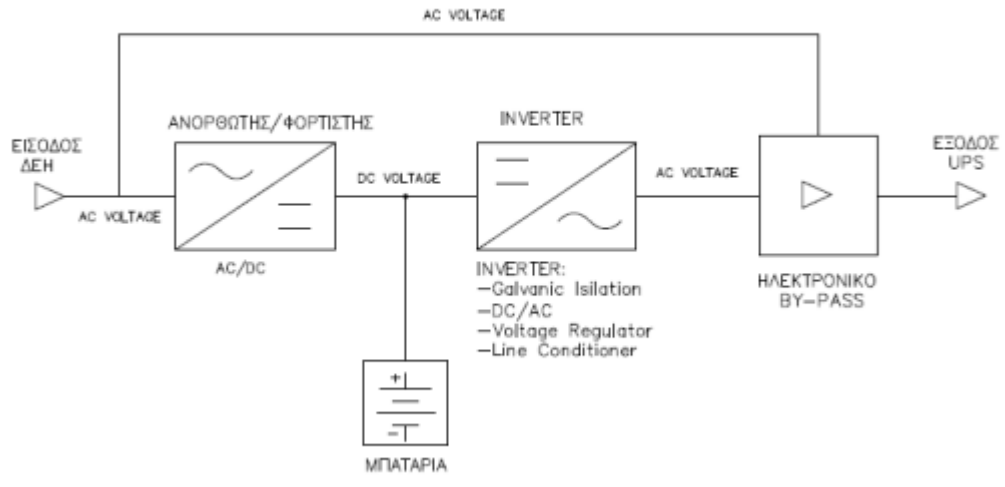
Σε μια αρχιτεκτονική "Διπλής Απομόνωσης", μπαίνει συνήθως ένας μετασχηματιστής στην είσοδο (πριν τον ανορθωτή) και ένας στην έξοδο (μετά τον Inverter).

Τι πετυχαίνει η Διπλή Απομόνωση;

- **Πλήρης Φυσικός Διαχωρισμός:** Το ρεύμα δεν περνάει μέσα από καλώδια από την πρίζα στις συσκευές σας. Μεταφέρεται *μαγνητικά* μέσω του μετασχηματιστή. Οι συσκευές σας είναι εντελώς "κομμένες" από το ηλεκτρικό δίκτυο του κτιρίου.
- **Εξάλειψη Θορύβου (Common-Mode Noise):** Οποιοσδήποτε ηλεκτρικός θόρυβος ταξιδεύει μέσα από τη γείωση ή τον ουδέτερο "σταματάει" στον μετασχηματιστή.
- **Προστασία από Ground Loops:** Αν έχετε πρόβλημα με κακές γειώσεις στο κτίριο, ο μετασχηματιστής δημιουργεί μια εντελώς νέα, καθαρή τοπική γείωση για τον ευαίσθητο εξοπλισμό σας.
- **Ασφάλεια από διαρροές DC:** Εμποδίζει τυχόν βλάβες του UPS (διαρροή συνεχούς ρεύματος) να περάσουν στις συνδεδεμένες συσκευές.

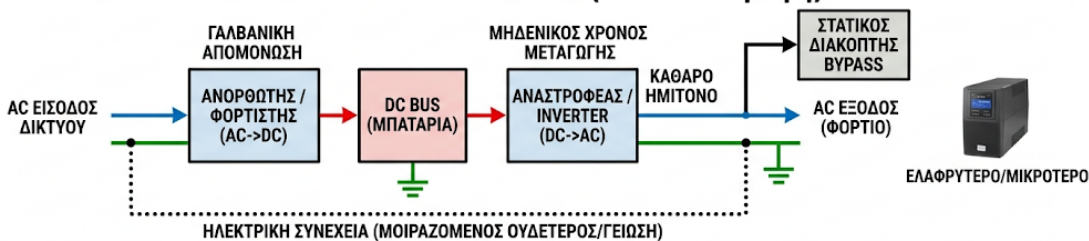


Διάγραμμα της βασικής αρχής λειτουργίας του TRUE-ON- Line-Ups

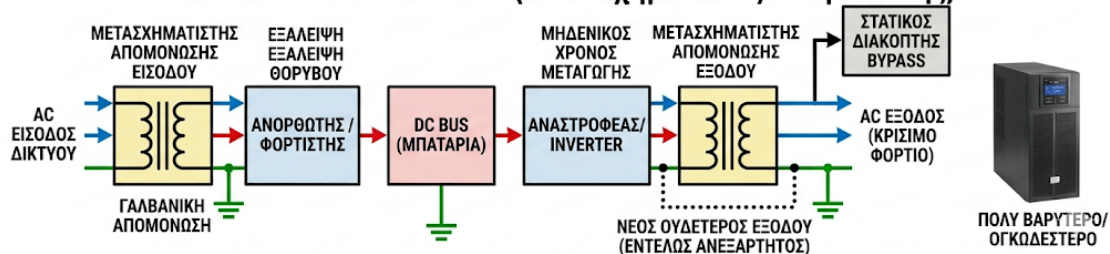


Διάγραμμα της βασικής αρχής λειτουργίας του True ON-LINE Double Conversion ,Double Isolation UPS με Ηλεκτρονικό By-Pass

1. Standard On-Line Double Conversion UPS (0ms Μεταγωγή)



2. True On-Line Double Isolation UPS (Μετασηματιστές Απομόνωσης)



Πλεονεκτήματα On-Line Ups

Το True On-Line Double Conversion, Double Isolation UPS παρέχει Διπλή Γαλβανική Απομόνωση από το δίκτυο ΔΕΗ, λειτουργεί σαν Σταθεροποιητής της τάσης του δικτύου (όσο υπάρχει ΔΕΗ) και ως Line Conditioner, δηλαδή διορθώνει και αποκαθιστά όλα τα προβλήματα του δικτύου. Παράσιτα, θόρυβο, διακύμανση συχνότητας κτλ.

Η τάση που παράγεται στην έξοδο του είναι καθαρό Ημίτονο με συνολική αρμονική παραμόρφωση (THD) <3%.

Επίσης, διαθέτει Ηλεκτρονικό By-Pass το οποίο (όσο υπάρχει ΔΕΗ) μετράγει στο δίκτυο κάθε αιχμή υπερέντασης του φορτίου.

Υπάρχουν On-Line UPS τα οποία αντέχουν υπερεντάσεις έως και 200% για περίπου 20ms (ΠΙΧ τα True ON-LINE Double Conversion, Double Isolation UPS τύπου Ferroresonant. Τα UPS αυτά πλέον κατασκευάζονται μόνο από πολύ συγκεκριμένους κατασκευαστές παγκοσμίως και κατόπιν παραγγελίας).

Τέλος, σχετικά με το αυτόματο By-Pass, υπάρχει ένα παρελκόμενο του αυτόματου By-Pass, μερικοί το λένε, εξωτερικό By-Pass, το οποίο συνεργάζεται με το ενσωματωμένο ηλεκτρονικό By-Pass και δίνει την δυνατότητα, για λόγους συντήρησης, της αφαίρεσης από το κύκλωμα του UPS και της αντικατάστασης του από άλλο χωρίς να γίνει διακοπή λειτουργίας των φορτίων.

Έχει δυο εισόδους ανεξάρτητες. Στην μία συνδέεται η ΔΕΗ και στην άλλη η έξοδος του UPS. Ή μπορούν να συνδεθούν στις εισόδους του δύο διαφορετικά UPS. Στην έξοδό του συνδέεται το φορτίο.

Η διπλή γαλβανική απομόνωση εξασφαλίζει, αφενός μεν την πλήρη απομόνωση του καταναλωτή (φορτίο) από τα όποια παράσιτα υπάρχουν ή προβλήματα παρουσιάζονται στο δίκτυο, αφετέρου δίνουν την δυνατότητα στον χρήστη να χειριστεί το θέμα της Γείωσης ανάλογα με τις απαιτήσεις του κατασκευαστή της τροφοδοτούμενης συσκευής (χρήση ξεχωριστής γείωσης, γειωμένου ή όχι “ουδετέρου” κτλ).

Μειονεκτήματα

Στα μειονεκτήματα του UPS αυτού το είδους θα μπορούσαμε να αναφέρουμε, το κόστος αγοράς το οποίο είναι σχεδόν διπλάσιο και μερικές φορές και πάρα πάνω.

Το βάρος του. Λόγω της διπλής μετατροπής έχει ανάγκη από δύο μετ/στες. Όποια τεχνολογία κι αν εφαρμόζεται στους Inverters (ac/dc και dc/ac) δεν παύει να χρησιμοποιεί περισσότερα υλικά απ’ότι σε ένα Stand-By UPS.

Και τέλος, η μικρότερη απόδοση του. Σήμερα, η τεχνολογία των Stand-By UPS έχει φτάσει να έχουν απόδοση της τάξης των 95 με 98%. Τα On-Line λόγω της διπλής μετατροπής και της συνεχούς λειτουργίας των ac/dc και dc/ac Inverters **έχουν περισσότερες θερμικές απώλειες και συνεπώς η απόδοσή τους δεν μπορεί να φτάσει εκείνη των Stand-By**. Φυσικά και έχουν μεγάλη απόδοση και τα On-Line αλλά σε καμία περίπτωση δεν φτάνουν αυτή των Stand-By.

3.LINE INTERACTIVE UPS

Τεχνολογικά το Interactive UPS είναι ανάμεσα στο Stand-By και στο On-Line UPS.

Ουσιαστικά είναι ένα Off-Line (Stand-By) UPS. Υπάρχει δηλαδή και σε αυτό Χρόνος Μεταγωγής.

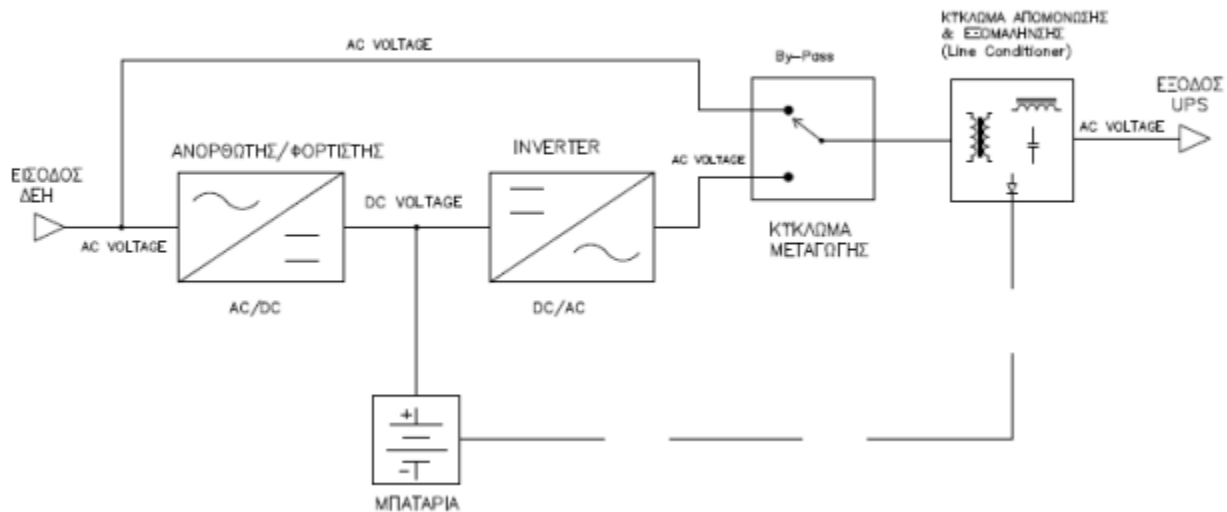
Η διαφορά από ένα Stand-By UPS είναι ότι όσο χρόνο υπάρχει το δίκτυο της ΔΕΗ και επομένως τα φορτία (χρήστης) είναι συνδεδεμένα σε αυτήν (ΔΕΗ), η **τάση στην έξοδό του περνά από έναν σταθεροποιητή (Voltage Regulator)** και Line Conditioner και επομένως διορθώνεται το όποιο πρόβλημα του δικτύου.

Η διαφορά από ένα On-Line UPS είναι ότι σε περίπτωση διακοπής του δικτύου ΔΕΗ η έξοδος του μετάζεται στον Inverter ac/dc. Επομένως υπάρχει Χρόνος Μεταγωγής.

Υπάρχουν βέβαια και ορισμένες βασικές διαφορές μεταξύ του ενός και του άλλου και έχουν να κάνουν με τον τρόπο φόρτισης της Μπαταρίας, αλλά αυτά είναι τελείως κατασκευαστικά θέματα τα οποία φυσικά και μετρούν θετικά ως προς τη λειτουργία του και την χρόνο μεταγωγής.

Κλείνοντας, να πούμε ότι ένα Interactive UPS είναι καλύτερο και από ένα ακριβό Stand-By. Σε καμία όμως περίπτωση δεν αντικαθιστά ένα On-Line και μάλιστα ένα True On-Line Double Conversion, Double Isolation UPS

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η αρχή λειτουργίας του Interactive UPS :



Συνοπτικά :

Τύπος	Λειτουργία	Κύρια Χρήση
Off-Line / Standby	Περιμένει τη διακοπή για να ενεργοποιηθεί. Υπάρχει ένα μικρό κενό ms στη μεταγωγή.	Απλοί οικιακοί Η/Υ.
Line-Interactive	Διαθέτει σταθεροποιητή τάσης (AVR) για προστασία από βυθίσεις/υπερτάσεις χωρίς να χαλάει την μπαταρία.	PC, Gaming rigs, μικροί Servers.
On-Line (Double Conversion)	Ο Inverter δουλεύει συνέχεια . Το ρεύμα μετατρέπεται DC και μετά πάλι AC. Μηδενικός χρόνος μεταγωγής.	Data centers, ιατρικά μηχανήματα.

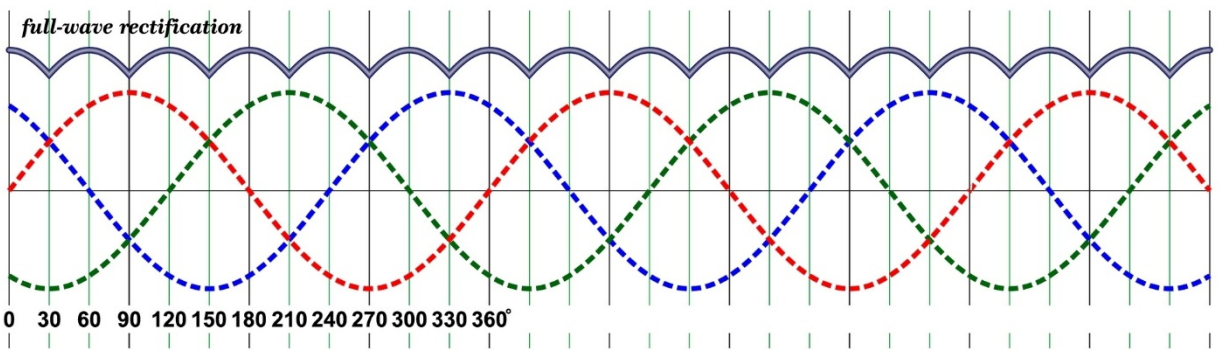
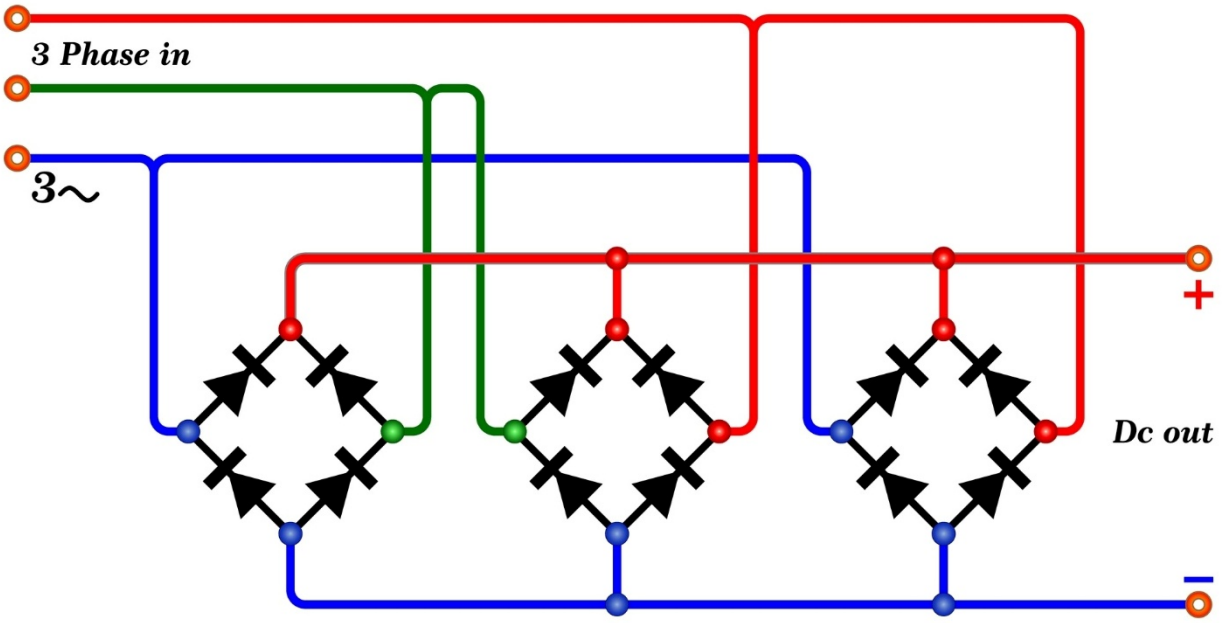
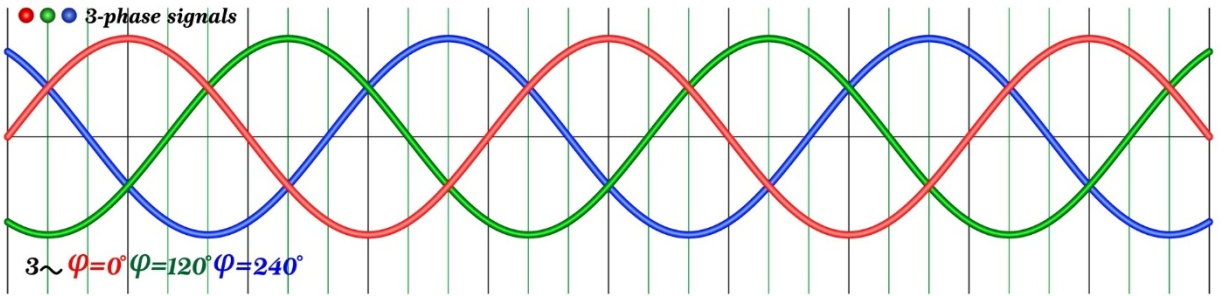
Ανορθωτής και Inverter

Για να καταλάβουμε τι συμβαίνει στο «εσωτερικό» αυτών των δύο μονάδων, πρέπει να τις δούμε ως συστήματα μετατροπής ισχύος. Ο **Ανορθωτής** και ο **Inverter** χρησιμοποιούν ημιαγωγούς ισχύος για να «κόψουν» και να «ράψουν» το ηλεκτρικό ρεύμα στη μορφή που θέλουμε.

1. Μέσα στον Ανορθωτή (Rectifier)

Ο σκοπός του είναι η **μετατροπή** του εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) σε συνεχές (DC). Τα βασικά εξαρτήματα που θα βρούμε είναι:

- **Δίοδοι (Diodes):** Είναι οι «βαλβίδες» του ρεύματος. Επιτρέπουν τη διέλευση μόνο προς μία κατεύθυνση. Σε μια γέφυρα ανόρθωσης, διατάσσονται έτσι ώστε οι αρνητικές κορυφές του AC να γίνονται θετικές.
- **Θυρίστορ (Thyristors / SCRs):** Σε μεγαλύτερα UPS, χρησιμοποιούνται αντί για απλές διόδους. Επιτρέπουν τον έλεγχο της τάσης φόρτισης της μπαταρίας, καθώς «ανοίγουν» μόνο όταν πάρουν σήμα από το κύκλωμα ελέγχου.
- **Πυκνωτές Εξομάλυνσης (Smoothing Capacitors):** Το ρεύμα μετά τις διόδους είναι «κυματιστό» (pulsating DC). Οι πυκνωτές λειτουργούν σαν μικρές δεξαμενές που γεμίζουν και αδειάζουν, κάνοντας το ρεύμα μια ευθεία γραμμή, κατάλληλη για τη μπαταρία.
- **Πηνία (Inductors/Chokes):** Χρησιμοποιούνται για να φιλτράρουν τον ηλεκτρικό θόρυβο και να εξομαλύνουν τις απότομες μεταβολές της έντασης.



2. Μέσα στον Αντιστροφέα (Inverter)

Εδώ η δουλειά είναι πιο δύσκολη: πρέπει να φτιάξουμε ένα «κύμα» (AC) από μια «ευθεία» (DC). Αυτό απαιτεί ταχύτατη εναλλαγή (switching).

- **IGBTs (Insulated Gate Bipolar Transistors) ή MOSFETs:** Είναι τα πιο κρίσιμα εξαρτήματα. Λειτουργούν ως πανίσχυροι ηλεκτρονικοί διακόπτες που ανοιγοκλείνουν χιλιάδες φορές το δευτερόλεπτο (τεχνική PWM - Pulse Width Modulation) για να προσομοιώσουν το ημιτονοειδές κύμα του AC. Στα μικρά οικιακά UPS θα βρείτε συνήθως **MOSFETs** (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistors) ενώ στα μεσαία και μεγάλα UPS χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά **IGBTs**. Λειτουργούν σαν ηλεκτρονικοί διακόπτες που ανοιγοκλείνουν με ιλιγγιώδη ταχύτητα (χιλιάδες φορές το δευτερόλεπτο). **PWM (Pulse Width Modulation - Διαμόρφωση Εύρους Παλμών).**
- **Μικροελεγκτής / DSP (Digital Signal Processor):** Είναι ο "εγκέφαλος". Αυτό το τσιπ στέλνει τα σήματα στα IGBTs για το πότε ακριβώς θα ανοίξουν και θα κλείσουν. Υπολογίζει με μαθηματική ακρίβεια το πλάτος των παλμών ώστε το αποτέλεσμα να μοιάζει όσο το δυνατόν περισσότερο με καμπύλη. **Κυκλώματα Driver:** Μικρότερα chip που δίνουν την εντολή στα IGBTs πότε ακριβώς να ανοίξουν και να κλείσουν με απόλυτο συγχρονισμό (50Hz ή 60Hz).
- **Μετασχηματιστής (Transformer):** Συχνά βρίσκεται στην έξοδο του Inverter για να ανεβάσει την τάση στο επίπεδο των **230V** και να προσφέρει γαλβανική απομόνωση (προστασία των συσκευών από το εσωτερικό κύκλωμα).
- **Φίλτρα LC (L-C Filters):** Αποτελούνται από πηνία (L) και πυκνωτές (C). Η δουλειά τους είναι να «λείανουν» το τετραγωνισμένο ρεύμα που παράγουν τα IGBTs, ώστε στην έξοδο να έχουμε έναν καθαρό **ημιτονοειδή παλμό (Pure Sine Wave)**. Αν δίνουμε τους απότομους παλμούς από τα IGBTs κατευθείαν στον υπολογιστή σας, το τροφοδοτικό του θα καταστρεφόταν. Εδώ μπαίνει το Φίλτρο Εξόδου (LC Filter).
 - a. Τα πηνία και οι πυκνωτές λειτουργούν σαν "αμορτισέρ". Παίρνουν αυτούς τους απότομους τετράγωνους παλμούς, υπολογίζουν τον "μέσο όρο" της ενέργειάς τους και "στρογγυλεύουν" τις γωνίες.
 - b. Εκεί που οι παλμοί ήταν πλατιοί, η τάση βγαίνει υψηλή.
 - c. Εκεί που οι παλμοί ήταν στενοί, η τάση βγαίνει χαμηλή.
 - d. Το Τελικό Αποτέλεσμα: Μια τέλεια, ομαλή καμπύλη! Ο υπολογιστής σας νομίζει ότι είναι συνδεδεμένος απευθείας στο δίκτυο της ΔΕΗ, αλλά στην πραγματικότητα παίρνει ένα ρεύμα από το UPS που μόλις "ζωγράφισε" από το μηδέν, χρησιμοποιώντας την μπαταρία του.

(Pure vs. Modified Sine Wave)

Καθαρό Ημίτονο (Pure Sine Wave): Τα καλά UPS έχουν επεξεργαστές που κάνουν το PWM τόσο τέλεια, που το ρεύμα που βγαίνει είναι συχνά πιο "καθαρό" και σταθερό από αυτό που έρχεται από την πρίζα του τοίχου. Είναι απαραίτητο για Servers, ιατρικά μηχανήματα, αντλίες και μοτέρ.

Τροποποιημένο Ημίτονο (Modified Sine Wave): Τα πολύ φθηνά UPS δεν έχουν την επεξεργαστική ισχύ για τέλειο PWM. Αντί για καμπύλη, φτιάχνουν το κύμα σαν... "σκαλάκια". Είναι ok για έναν απλό υπολογιστή γραφείου, αλλά μπορεί να κάνει τα τροφοδοτικά να ζεσταίνονται περισσότερο ή να κάνουν έναν περίεργο θόρυβο (buzzing).

(Microprocessor) του UPS

Ουσιαστικά, ο «εγκέφαλος» του UPS είναι ένας **Μικροελεγκτής (Microprocessor)** ή ένας **DSP (Digital Signal Processor)**. Αυτός ο επεξεργαστής λειτουργεί σαν ο μαέστρος μιας ορχήστρας, συντονίζοντας όλα τα εξαρτήματα που είδαμε πριν.

Ας δούμε τις τρεις κύριες «δουλειές» που κάνει ο εγκέφαλος μέσα στο κύκλωμα:

1. Έλεγχος PWM (Pulse Width Modulation)

Αυτή είναι η πιο κρίσιμη λειτουργία για τον **Inverter**. Ο εγκέφαλος στέλνει σήματα στα **IGBTs/MOSFETs**, λέγοντάς τους πότε να ανοιγοκλείσουν.

- Αν ο εγκέφαλος «θέλει» υψηλότερη τάση, αφήνει τον διακόπτη ανοιχτό για περισσότερο χρόνο.
- Αν θέλει χαμηλότερη, τον κλείνει γρηγορότερα. Έτσι, δημιουργεί ένα «ψηφιακό» κύμα που, αφού περάσει από τα φίλτρα, γίνεται το ομαλό **ημίτονο (Sine Wave)** που χρειαζόμαστε οι συσκευές μας.

Ο μικροεπεξεργαστής του UPS (ο εγκέφαλος) παίρνει αυτό το συνεχές ρεύμα και δίνει εντολή στους ηλεκτρονικούς διακόπτες (τα IGBTs που λέγαμε πριν) να ανοιγοκλείσουν με ιλιγγιώδη ταχύτητα (π.χ. 20.000 φορές το δευτερόλεπτο!). Αυτό που αλλάζει συνεχώς είναι η διάρκεια (το εύρος) που ο διακόπτης μένει ανοιχτός:

Για να φτιάξει την κορυφή του κύματος (Υψηλή τάση): Ο διακόπτης μένει στο "ON" για πολλή ώρα και στο "OFF" για ελάχιστη. Ο παλμός είναι πλατύς.

Για να φτιάξει τη βάση του κύματος (Χαμηλή τάση, κοντά στο μηδέν): Ο διακόπτης μένει στο "ON" για ελάχιστη ώρα και στο "OFF" για πολλή. Ο παλμός είναι στενός.

Το αποτέλεσμα είναι μια σειρά από "παλμούς" συνεχούς ρεύματος που είναι άλλοι χοντροί και άλλοι λεπτοί.

2. Παρακολούθηση (Monitoring) και Λήψη Αποφάσεων

Ο επεξεργαστής «διαβάζει» συνεχώς δεδομένα από διάφορους αισθητήρες:

- **Αισθητήρες Τάσης Εισόδου:** Αν η τάση πέσει κάτω από ένα όριο (π.χ. <math><180V</math>), δίνει εντολή στο **Κύκλωμα Μεταγωγής** να γυρίσει στην μπαταρία σε λιγότερο από 5-10 χιλιοστά του δευτερολέπτου.
- **Αισθητήρες Θερμοκρασίας:** Αν τα τρανζίστορ ζεσταθούν πολύ, ο εγκέφαλος αυξάνει τις στροφές των ανεμιστήρων ή, σε ακραία περίπτωση, κλείνει το σύστημα για προστασία (Thermal Shutdown).
- **Κατάσταση Μπαταρίας:** Υπολογίζει το ποσοστό φόρτισης και την υγεία της μπαταρίας, ελέγχοντας τον **Ανορθωτή** για να μην την υπερφορτίσει.

3. Διαχείριση του "Static Bypass"

Στα μεγάλα UPS (κυρίως Online), υπάρχει ένα κύκλωμα που λέγεται **Static Bypass**. Αν ο εγκέφαλος καταλάβει ότι ο Inverter έπαθε βλάβη ή υπερφορτώθηκε (π.χ. βάλατε μια συσκευή που τραβάει πάρα πολύ ρεύμα), «παρακάμπτει» τον εαυτό του.

- Ενεργοποιεί ακαριαία ένα **Solid State Relay** ή **Thyristors**.
- Συνδέει το φορτίο απευθείας με τη ΔΕΗ. Έτσι, οι συσκευές σας δεν σβήνουν, ακόμα κι αν το ίδιο το UPS έχει εσωτερικό πρόβλημα.

Τα "Μικρά" αλλά Σημαντικά Εξαρτήματα

Εκτός από τους ημιαγωγούς ισχύος, πάνω στην πλακέτα θα βρείτε:

Οπτοζεύκτες (Optocouplers): Χρησιμοποιούνται για να απομονώσουν ηλεκτρικά το «ευαίσθητο» κομμάτι του επεξεργαστή από το «άγριο» κομμάτι των υψηλών τάσεων, μεταφέροντας σήματα μέσω φωτός.

Varistors (MOV): Μικρά εξαρτήματα στην είσοδο που «θυσιάζονται» (καίγονται) για να απορροφήσουν μια ξαφνική υπέρταση (π.χ. από κεραυνό), προστατεύοντας το υπόλοιπο UPS.

