

ΤΕΙ ΠΑΤΡΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΣΤΕ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ  
ΜΕΓΕΘΩΝ ΣΕ ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΟΥ ΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ  
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΛΥΤΗ  
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΧΑΟΥΒΙΝ  
ΑΡΝΟΥΧ 8334**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΔΕΛΗΣΤΑΘΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΙΜΠΑΤΜΑΖ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ :

ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2011



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	7
----------	---

Εισαγωγή	8
----------	---

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ	10
1.1.1 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	11
1.1.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	12
1.2 TRUE RMS ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	13
1.3 ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	14
1.4 ΑΡΜΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	15
1.4.1 ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΕΝΑ ΣΗΜΕΙΟ ΜΕ ΥΨΗΛΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ	35
1.4.2 Η ΧΡΗΣΗ ΤΡΙΦΑΣΙΚΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΟΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΔΥΝΑΤΟΝ	35
1.4.3 Η ΧΡΗΣΗ ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	36
1.4.4 ΧΡΗΣΗ ΕΝΟΣ ΥΨΗΛΟΤΕΡΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΠΑΛΜΩΝ	36
1.4.5 ΧΡΗΣΗ ΑΡΜΟΝΙΚΩΝ ΦΙΛΤΡΩΝ	39
1.4.6 ΧΡΗΣΗ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ Η ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ	40
1.4.7 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ	40
1.5 ΣΗΜΑΝΣΗ – ALARM	41
1.6 ΠΑΛΜΟΙ	41
1.7 ΣΕΙΡΙΑΚΗ ΕΞΟΔΟΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ RS 232	42
1.8 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ SCADA	47

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ	52
---------------------------	----

<b>2.1.1 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΒΑΡΟΣ</b>	<b>52</b>
<b>2.1.2 ΠΑΡΟΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ</b>	<b>52</b>
<b>2.2 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ</b>	<b>53</b>
<b>2.2.1 ΠΕΡΙΒΑΝΤΟΛΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ</b>	<b>53</b>
<b>2.2.2 ΥΨΟΣ</b>	<b>53</b>
<b>2.2.3 ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΑ ΔΙΕΘΝΗ ΠΡΟΤΥΠΑ</b>	<b>54</b>
<b>2.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ</b>	<b>55</b>
<b>2.3.1 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ</b>	<b>55</b>
<b>2.3.2 ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ</b>	<b>55</b>
<b>2.3.3 ΤΑΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ</b>	<b>55</b>
<b>2.3.4 ΡΕΥΜΑ ΕΙΣΟΔΟΥ</b>	<b>55</b>
<b>2.3.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΧΩΡΙΣ ΤΟΥΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ</b>	<b>56</b>
<b>2.3.6 ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΧΡΗΣΗΣ</b>	<b>56</b>
<b>2.4 ΣΤΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΝΤΑΙ</b>	<b>57</b>
<b>2.5 ΑΝΑΛΥΣΗ</b>	<b>57</b>
<b>2.6 DISPLAY</b>	<b>59</b>
<b>2.6.1 ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΗ ΣΥΣΚΕΥΗ</b>	<b>59</b>
<b>2.6.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ ΤΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ</b>	<b>60</b>
<b>2.7 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΠΛΗΚΤΡΩΝ</b>	<b>62</b>

<b>2.8 ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ</b>	<b>63</b>
<b>2.8.1 ΑΝΑΜΑ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ</b>	<b>63</b>
<b>2.8.2 ΠΛΗΚΤΡΟ ΡΥΘΜΙΣΕΩΝ ( 9 )</b>	<b>63</b>
<b>2.8.2.1 DATE / TIME</b>	<b>64</b>
<b>2.8.2.2 CONTRAST / LIGHT</b>	<b>64</b>
<b>2.8.2.3 COLOURS</b>	<b>64</b>
<b>2.8.2.4 CALCULATION PARAMETERS</b>	<b>65</b>
<b>2.8.2.5 CONNECTION</b>	<b>65</b>
<b>2.8.2.6 CURRENT SENSOR</b>	<b>66</b>
<b>2.8.2.7 COMMUNICATION</b>	<b>67</b>
<b>2.8.2.8 RECORDING</b>	<b>67</b>
<b>2.8.2.9 ALARM</b>	<b>68</b>
<b>2.8.2.10 CLEARING OF DATA</b>	<b>68</b>
<b>2.8.2.11 NOMINAL FREQUENCY</b>	<b>68</b>
<b>2.8.3 ΠΛΗΚΤΡΟ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ( 10 )</b>	<b>69</b>
<b>2.8.4 ΠΛΗΚΤΡΟ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ ( 11 )</b>	<b>69</b>
<b>2.8.5 ΠΛΗΚΤΡΟ ΒΟΗΘΕΙΑΣ ( 12 )</b>	<b>69</b>
<b>2.9 ΤΡΟΠΟΙ ΕΠΙΔΕΙΞΗΣ</b>	<b>70</b>
<b>2.9.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΜΑΤΟΜΟΡΦΩΝ</b>	<b>70</b>
<b>2.9.2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΡΜΟΝΙΚΩΝ</b>	<b>74</b>
<b>2.9.3 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΙΣΧΥΟΣ</b>	<b>76</b>
<b>2.9.4 ΠΛΗΚΤΡΟ PF</b>	<b>77</b>
<b>2.9.5 ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΠΛΗΚΤΡΟ 14</b>	<b>77</b>

**2.9.6 ΗΧΗΤΙΚΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΠΛΗΚΤΡΟ 17 79**

**2.9.7 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΛΗΚΤΡΟ 18 80**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

**3.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 82**

**3.1.1 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ 82**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

**4.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ  
(TRANSIENT) 125**

**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 128**

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 130**

## Πρόλογος

Στην πορεία του χρόνου τα όργανα μέτρησης βελτιώθηκαν με τη χρήση ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και υπολογιστικών συστημάτων. Δημιουργήθηκαν όργανα με δυνατότητα λήψης πάνω από μιας μέτρησης και καταγραφής δεδομένων ταυτόχρονα.

Φτάνοντας στο σήμερα έχουμε στα χέρια μας φορητές συσκευές που μετρούν πολλαπλά μεγέθη, τα καταγράφουν και μας δίνουν τη δυνατότητα να μεταφέρουμε δεδομένα σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και να τα επεξεργαστούμε σε μορφή πινάκων ή γραφημάτων.

Μία τέτοια συσκευή είναι ο αναλυτής ενέργειας της Γαλλικής εταιρίας Chauvin arnoux (ca8334) τον οποίο θα εξετάσουμε παρακάτω.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση είναι σημαντικό να γίνεται λεπτομερής έλεγχος και ισομερής κατανομή των ηλεκτρικών φορτίων αυτής στις τρεις φάσεις της παροχής, έτσι ώστε να έχουμε απρόσκοπτη λειτουργία της εγκατάστασης και να κάνουμε οικονομικότερη τη λειτουργία της.

Παλαιότερα αυτή η διαδικασία ήταν χρονοβόρα και επίπονη με τα κλασσικά όργανα που χρησιμοποιούσαν, όπως μετρητές τάσης, ρεύματος και ισχύος.

Στην πορεία του χρόνου τα όργανα μέτρησης βελτιώθηκαν με τη χρήση ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και υπολογιστικών συστημάτων. Δημιουργήθηκαν όργανα με δυνατότητα λήψης πάνω από μιας μέτρησης και καταγραφής δεδομένων ταυτόχρονα.

Στην πορεία κατασκευάστηκαν αναλυτές ηλεκτρικής ενέργειας πάγκου, και φτάνοντας στο σήμερα έχουμε στα χέρια μας φορητές συσκευές που μετρούν πολλαπλά μεγέθη, τα καταγράφουν και μας δίνουν τη δυνατότητα να μεταφέρουμε δεδομένα σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και να τα επεξεργαστούμε σε μορφή πινάκων ή γραφημάτων.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα ασχοληθούμε με τις δυνατότητες και τη λειτουργία ενός καινούργιου αναλυτή ενέργειας **C.A. 8334 B της γαλλικής εταιρείας “Chauvin Arnoux”**.

Η συσκευή αυτή είναι 3φασικός ποιοτικός αναλυτής ισχύος που είναι συμπαγής και ανθεκτικός. Το εργονομικό του σχέδιο και η απλότητα επικοινωνίας με το χρήστη κάνουν τη χρήση της αρκετά εύκολη. Όχι μόνο επιτρέπει στο χρήστη να λάβει μια εικόνα των κύριων χαρακτηριστικών του δικτύου αλλά και να μεταβάλλει κάποια χαρακτηριστικά για κάποια χρονική



περίοδο. Το σύστημα μέτρησης χειρίζεται ταυτόχρονα όλες τις λειτουργίες μέτρησης των διάφορων μεγεθών, ανίχνευσης, συνεχής καταγραφή και επειδή τους γίνεται χωρίς περιορισμούς.

Οι συσκευές αυτές προορίζονται για τεχνικούς και μηχανικούς των ομάδων δοκιμής και συντήρησης που εργάζονται στη βιομηχανία, για τον έλεγχο μιας φάσης, δύο ή και των τριών φάσεων στο δίκτυο χαμηλής τάσης.

Οι κύριες μετρήσεις που γίνονται είναι:

1. Μέτρηση τάσης AC RMS μέχρι 480V (από φάση σε ουδέτερο) ή 960V (από φάση σε φάση).
2. Μέτρηση των AC ρευμάτων RMS μέχρι 6500A.
3. Μέτρηση της συχνότητας 50,60 Hz (10Hz – 70Hz) του δικτύου.
4. Υπολογισμός του ρεύματος του ουδετέρου με το διανυσματικό άθροισμα του ρεύματος φάσης για σύνδεση αστέρα.
5. Υπολογισμός των μέγιστων συντελεστών για τα ρεύματα και τις τάσεις.
6. Υπολογισμός του παράγοντα K για τα ρεύματα (μετασχηματιστές).
7. Υπολογισμός απότομης μεταβολής για τις τάσεις.
8. Υπολογισμός της μεταβολής του ρεύματος και της τάσης για κάθε φάση (μόνο στο 3φασικό).
9. Μέτρηση των γωνιών των αρμονικών και των ποσοστών (όσον αφορά την αξία) για την τάση, το ρεύμα ή την ισχύ (μέχρι 50 υπολογισμούς).
10. Μέτρηση της ενεργούς, της φαινόμενης και της άεργου ισχύος ανα φάση αλλά και το σύνολό τους. Υπολογισμός του συντελεστή ισχύος, μετατόπισης και εφαιπτομένης. Συνολικό ποσό ενέργειας που παράγεται και που καταναλώνεται εφόσον το επιλέξει ο χρήστης.
11. Έλεγχος του μέσου όρου οποιασδήποτε παραμέτρου, που υπολογίζεται κατά τη διάρκεια μιας περιόδου από 1 δευτερόλεπτο έως 2 ώρες. Αποθήκευση των τιμών κατά τη διάρκεια μιας περιόδου στη μνήμη της συσκευής.
12. Ανίχνευση των μεταβάσεων και καταγραφή των σχετικών κυματομορφών.

Για την λεπτομερή ανάλυση του οργάνου θα χρησιμοποιήσουμε ως αντικείμενο υπό εξέταση τον πίνακα των μαγειρίων στον υποσταθμό του ΤΕΙ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### **1.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ**

Οι μετρήσεις, γενικά αποτέλεσαν τη βάση για την ανάπτυξη του τεχνολογικού μας πολιτισμού.

Τα όργανα μετρήσεως που επινοήθηκαν ήταν μηχανικά, ενώ αργότερα με την πρόοδο του ηλεκτρισμού έγιναν σύνθετα, αποτελούμενα από μηχανικό και ηλεκτρικό μέρος.

Η τεχνολογική ανάπτυξη δημιούργησε την ανάγκη να μετρηθούν μεταβολές που συμβαίνουν σε πολύ σύντομα χρονικά διαστήματα (της τάξεως του msec ή  $\mu$ sec), με αποτέλεσμα τα όργανα που ήδη αναφέρθηκαν, λόγω της αδράνειας του κινητού τους συστήματος να μην μπορούν να ανταποκριθούν σ'αυτή την ανάγκη. Έτσι επινοήθηκαν τα ηλεκτρονικά όργανα μέτρησης τα οποία επειδή δεν έχουν κινητές μάζες, εκτός από τα ηλεκτρόνια που κινούνται γρήγορα, μπορούν να μετρούν ασύγκριτα γρηγορότερα από τα άλλα.

Τα διάφορα όργανα μέτρησης ταξινομούνται ανάλογα με τη λειτουργία που επιτελούν σε βολτόμετρα, αμπερόμετρα, γεννήτριες συχνόμετρα συνημιτονόμετρα κ.τ.λ. Επιπλέον ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους χωρίζονται σε όργανα που λειτουργούν με βάση την απόκλιση κάποιου δείκτη πάνω σε βαθμολογημένη κλίμακα οργάνων (π.χ. βολτόμετρα) καθώς και σε όργανα που λειτουργούν με βάση την αρχή της σύγκρισης και τα όργανα αυτά χρησιμοποιούν συνήθως γέφυρες. Επίσης διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο παρουσίασης της ένδειξης της μέτρησης ή ανάγνωσης

του αποτελέσματος, σε αναλογικά και ψηφιακά όπως πολύμετρα, παλμογράφοι καταγραφικά και εκείνα που έχουν αριθμητική ψηφιακή ένδειξη.

### **1.1.1 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:**

Τα παραπάνω όργανα μειονεκτούν σε σχέση με τα όργανα προηγμένης τεχνολογίας.

Για κάθε νέα λήψη μέτρησης, ο παρατηρητής θα πρέπει να βρίσκεται στο χώρο που είναι εγκατεστημένο το όργανο για να παίρνει κάθε φορά την καινούργια ένδειξη μέτρησης.

Με τα προαναφερθέντα όργανα ο παρατηρητής παίρνει κάθε φορά ένα συγκεκριμένο αριθμό μετρήσεων (συνήθως περιορισμένο).

Τα όργανα αυτά επιπλέον παρουσιάζουν κάποια σφάλματα τα οποία διακρίνονται σε:

Τυχαία ή ακανόνιστα σφάλματα. Αυτά οφείλονται αποκλειστικά στην κατασκευή των οργάνων.

Φανερά ή χονδροειδή. Μπορούμε να τα αποφύγουμε λόγω του ότι προέρχονται κυρίως από τον παρατηρητή. Τα σφάλματα αυτά, ασκούν μεγάλη επίδραση στο εξαγόμενο αποτέλεσμα αλλά συνήθως μπορούμε εκ των προτέρων να τα αποφύγουμε ή να τα βρούμε με κάποιο έλεγχο και να τα απομονώσουμε.

Συστηματικά. Τα σφάλματα αυτά έχουν μεγαλύτερη σπουδαιότητα από τα προηγούμενα. Προέρχονται από “γνωστά” αίτια που έχουν σχέση με:

- § Τα όργανα μέτρησης.
- § Τις τιμές των υπαρχόντων υλικών
- § Τις ικανότητες του παρατηρητή-μετρητή.
- § Τις συνθήκες του πειράματος .

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και ιδιαίτερα της ηλεκτρονικής, μας δόθηκε η δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε όργανα προηγμένης τεχνολογίας, ικανά

να μετρούν πλήθος ηλεκτρικών μεγεθών ταυτόχρονα. Ένα τέτοιο είδος οργάνων το οποίο θα μελετήσουμε είναι οι αναλυτές ενέργειας.

Αυτά παρουσιάζουν πλεονεκτήματα σε σχέση με τα κλασικά όργανα μέτρησης.

### **1.1.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

Το σπουδαιότερο πλεονέκτημα των οργάνων αυτών είναι ότι μπορούν να ενταχθούν σε ένα ολόκληρο μετρητικό σύστημα που μπορεί να περιλαμβάνει και PC και λειτουργεί ανεξάρτητα.

Τα όργανα αυτά δίνουν τη δυνατότητα λήψης περισσότερων μετρήσεων ταυτόχρονα.

Μετρούν με υψηλότερη ακρίβεια από τα παλαιότερης τεχνολογίας όργανα.

Επιπλέον δίνουν την δυνατότητα στον παρατηρητή να μην βρίσκεται συνέχεια στον χώρο εγκατάστασης των οργάνων από όπου παίρνονται κάθε φορά οι μετρήσεις.

Εξαιτίας της μεγάλης ευελιξίας τους καθώς και των παραπάνω πλεονεκτημάτων τους τα όργανα αυτά βρίσκουν πολλές εφαρμογές σήμερα σε αρκετούς τομείς .

Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι:

- § Μελέτη και ανάλυση της κατανομής φορτίου σε διάφορους υποσταθμούς.
- § Σε οικιακούς καταναλωτές.
- § Σε ιατρικούς εξοπλισμούς.
- § Σε εξοπλισμούς ηλεκτρικών συγκολλήσεων.
- § Σε UPS συστήματα και
- § Στον έλεγχο βιομηχανικών επεξεργασιών

Οι ηλεκτρικές ποσότητες, (ρεύματα και τάσεις)AC, εκφράζονται πάντα σε rms τιμές. Είναι σε αυτή τη μορφή που παρέχονται από τα όργανα μέτρησής τους.

Η μέτρηση αυτών των τιμών μπορεί να γίνει με έμμεσους τρόπους, αυτοί μόνο δίνουν μια ακριβή τιμή της rms τιμής όταν η κυματομορφή μιας συχνότητας είναι ημιτονική. Στην περίπτωση μιας παραμορφωμένης κυματομορφής, που είναι μη ημιτονική, αυτές οι μέθοδοι οδηγούν σε λάθος μετρήσεις των οποίων η ανακρίβεια εξαρτάται από το σχήμα του σήματος.

Για να πάρουμε ακριβείς μετρήσεις σ'αυτά τα σήματα πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια άμεση μέθοδος μέτρησης των rms τιμών. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται «μέτρηση της πραγματικής τιμής rms».

Στη περίπτωση ενός ρεύματος, η εικόνα των θερμικών αποτελεσμάτων που προκαλείται είναι το μόνο κριτήριο για αξιολόγηση στιγμιαίων αποτελεσμάτων, αλλά δεν δίνει πληροφορίες σχετικά με την μορφή του σήματος.

Ο όρος RMS (ΜΕΣΗ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΗ ΡΙΖΑ) χρησιμοποιείται σε σχέση με εναλλασσόμενες κυματομορφές ρεύματος και απλά σημαίνει «ισοδύναμο» ή «αποτελεσματικό» αναφερόμενο στο σύνολο της θερμότητας που έχει παραχθεί από την ισοδύναμη αξία του συνεχούς ρεύματος (DC). Ο όρος RMS είναι απαραίτητος για να περιγράψει την αξία του AC ρεύματος, το οποίο αλλάζει σταθερά σε πλάτος και πολυπλοκότητα σε κανονικές συνθήκες μετρήσεις RMS παρέχουν μια πιο ακριβή παρουσίαση πραγματικών τιμών ρεύματος ή τάσης. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για παραμορφωμένες κυματομορφές.

Μέχρι πρόσφατα, τα περισσότερα φορτία ήταν «γραμμικά». Αυτό σημαίνει ότι η αντίσταση φορτίου παραμένει αισθητά σταθερή αδιάφορα από την παρεχόμενη τάση. Με την εκτεταμένη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, τις συνεχές παροχές ενέργειας και τους ποικίλους κινητήρες, ρυθμιστές ταχύτητας έχουμε ως αποτέλεσμα παραμορφωμένες κυματομορφές οι οποίες είναι δραματικά διαφορετικές.

Η μέτρηση μη ημιτονοειδών κυματομορφών τάσεως και ρεύματος απαιτεί ένα TRUE RMS όργανο. Συμβατικά όργανα συνήθως μετρούν την μέση τιμή του πλάτους μιας κυματομορφής (u). Μερικά όργανα είναι βαθμολογημένα να διαβάζουν την ισοδύναμη RMS τιμή (u). Αυτός ο τύπος βαθμολόγησης είναι μια πραγματική αναπαράσταση όταν η κυματομορφή είναι καθαρά ημιτονικό σήμα. Όταν συμβαίνει παραμόρφωση η σχέση μεταξύ λαμβανομένων AVG και TRUE RMS τιμών αλλάζει δραστικά.

Ένα όργανο που μετρά TRUE RMS τιμές δίνει ακριβείς αναγνώσεις για μια μη ημιτονοειδή κυματομορφή.

Η εσωτερική δομή του οργάνου ανάγεται σε ψηφιακή και τετραγωνίζει κάθε δειγματοληψία, την προσθέτει στην προηγούμενη τετραγωνισμένη δειγματοληψία και παίρνει την τετραγωνική ρίζα από το σύνολο. Αυτή είναι η TRUE RMS τιμή.

### **1.3 ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

Οι ενεργειακοί αναλυτές κάνουν ενεργειακή ανάλυση.

Η ψηφιακή ενεργειακή ανάλυση είναι η επεξεργασία των ηλεκτρικών μεγεθών με ψηφιακό τρόπο.

Στην ψηφιακή ένδειξη η τιμή μέτρησης δηλώνεται πάντοτε μέσω ενός αριθμού. Έτσι π.χ. η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αναφέρεται στον μετρητή με ψηφία. Υπάρχουν και όργανα όπως τα βολτόμετρα, αμπερόμετρα και μετρητές θερμοκρασίας που το μέγεθος μέτρησης το αναφέρουν ψηφιακά. Το πλεονέκτημα της ένδειξης με ψηφία είναι η εύκολη και μονοσήμαντη ανάγνωση. Οι ψηφιακές τιμές των μετρήσεων έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύονται. Από το γεγονός αυτό παρέχεται και η δυνατότητα της ενεργοποίησης διαφόρων κυκλωμάτων ελέγχου.

Πλεονεκτήματα της ψηφιακής ενεργειακής ανάλυσης σε σχέση με την αναλογική είναι:

Η ψηφιακή ένδειξη είναι πολύ εύκολο να ενταθεί σε μετρητικό σύστημα που να περιλαμβάνει και ηλεκτρονικό υπολογιστή, ενώ η αναλογική ένδειξη όχι.

Ο χειρίστης, λόγω του παραπάνω πλεονεκτήματος της μεθόδου αυτής μπορεί από απόσταση να λαμβάνει τις απαραίτητες μετρήσεις.

Επίσης ο χειριστής λαμβάνει μετρήσεις από λιγότερα σε αριθμό όργανα.

Στα ψηφιακά συστήματα εφαρμόζονται δυο τιμές τάσης. Η μια τιμή κυμαίνεται γύρω στα 0 V, η άλλη περίπτωση στο μέγεθος της τάσης λειτουργίας. Το δυαδικό αυτό σύστημα έχει επομένως τις τιμές 0 και 1. Στην τιμή 1 μπορεί να υπάρχει θετική ή αρνητική τάση. Χρησιμοποιούνται επίσης και οι όροι Hi(high) και L(low). Ανεξάρτητα από την εφαρμοσμένη λογική, η θετικότερη περιοχή τάσης φέρει τη στάθμη Hi, η χαμηλότερη περιοχή τάσης τη στάθμη L. Στις εφαρμογές χρησιμοποιείτε συνήθως η θετική λογική. Έτσι ισχύουν οι αντίστοιχες  $H_i=1$  και  $L=0$

Τα αναλογικά σήματα μεταβάλλονται συνεχώς. Τα ψηφιακά σήματα μεταβάλλονται βαθμιαία.

## 1.4 ΑΡΜΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Μέχρι πρόσφατα , η ποιότητα ισχύος αναφερόταν στην ικανότητα των ηλεκτρικών υπηρεσιών να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς διακοπή. Σήμερα η φράση αυτή συμπεριλαμβάνει κάθε απόκλιση από την τέλεια ημιτονοειδή κυματομορφή. Η ποιότητα ισχύος σχετίζεται με μια πολύ μικρής χρονικής διάρκειας περίοδο όπως και με συνεχείς καταστάσεις παραμόρφωσης. Οι αρμόνικες ισχύος είναι ένα συνεχόμενης κατάστασης πρόβλημα με επικίνδυνα αποτελέσματα. Οι αρμόνικες μπορούν να παρουσιαστούν στο ρεύμα, στην τάση, ή και στα δυο.

Προβλήματα με αρμόνικες παρατηρήθηκαν όταν εμφανιστήκαν παραμορφωμένες κυματομορφές τάσεων και ρευμάτων σε γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Από το έτος 2000 εκτιμάτε ότι περισσότερες από 60% όλων των ηλεκτρικών συσκευών λειτουργούν με μη γραμμικά ρεύματα.

Κοινοφελείς εταιρίες επενδύουν εκατομμύρια δολάρια κάθε χρόνο για να σιγουρέψουν ότι η παρεχόμενη τάση στους καταναλωτές τους είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στην ημιτονική κυματομορφή. αν τα φορτία είναι μη γραμμικά, το ρεύμα παριστάνετε με τη μορφή μικρών παλμών και η κυματομορφή ρεύματος θα είναι παραμορφωμένη. Το συνολικό ρεύμα, το οποίο οφείλετε στο μη γραμμικό φορτίο θα είναι σημαντικό όπως όλες οι αρμονικές.

Είναι πολύ σημαντικό να κατανοήσουμε την ουσία των αρμονικών και να είμαστε ικανοί να αναγνωρίσουμε και να παρακολουθήσουμε την παρουσία μιας καταστροφικής αρμονικής. Οι αρμονικές προκαλούν προβλήματα που είναι εύκολα να αναγνωριστούν αλλά δύσκολο να γίνει διάγνωση.

Μερικά από τα βασικά προβλήματα που μπορούν να προκύψουν από υπερβολικά αρμονικά επίπεδα είναι :

- § Μικρός συντελεστής ισχύος, υψηλό ρεύμα για δοσμένη ισχύ
- § Επέμβαση σε εξοπλισμό που είναι ευαίσθητος σε κυματομορφή τάσης
- § Υπερβολική θέρμανση των αγωγών του ουδέτερου.
- § Υπερβολική θέρμανση των κινητήρων εγκατάστασης
- § Μεγάλος ακουστικός θόρυβος από μετασχηματιστές, κλπ. Ο θόρυβος από τις αρμονικές συνιστώσες κατά την λειτουργία συστημάτων ελέγχου και ρύθμισης μπορεί να δώσει εσφαλμένη λειτουργία των συστημάτων.
- § Ανώμαλη θέρμανση μετασχηματιστών και σχετικών εξοπλισμών.
- § Καταστροφή στον πυκνωτή διόρθωσης του συντελεστή ισχύος
- § Χειροτέρευση του συντελεστή ισχύος και δημιουργία κραδασμών και θορύβου σε επαγωγικούς κινητήρες. Επίσης ένα εξίσου σημαντικό πρόβλημα από την ύπαρξη των αρμονικών είναι η αύξηση της άεργου ισχύος και κατά συνέπεια η μείωση του συντελεστή ισχύος. Αυτό γίνεται φανερό εξετάζοντας τα παρακάτω:



$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{Kw}{KVA}$$

$$\text{Όπου } V_{rms} = \sqrt{(V_0^2 + \frac{1}{2}V_1^2 + \frac{1}{2}V_2^2 + \dots)}$$

με V: ενεργός τιμή τάσης

$$I_{rms} = \sqrt{(I_0^2 + \frac{1}{2}I_1^2 + \frac{1}{2}I_2^2 + \dots)}$$

με I: ενεργός τιμή ρεύματος

PF = συντελεστής ισχύος

Ο συντελεστής ισχύος είναι ο λόγος της πραγματικής ισχύος που χρησιμοποιείται στο κύκλωμα προς την φαινόμενη ισχύ. Η πραγματική ισχύς εκφράζεται σε Watt ή Mwatt και η φαινόμενη σε vA ή MnA. Η φαινόμενη ισχύς υπολογίζεται όπως αναφέρθηκε πιο πάνω με το να πολλαπλασιάσουμε το ρεύμα με την τάση.

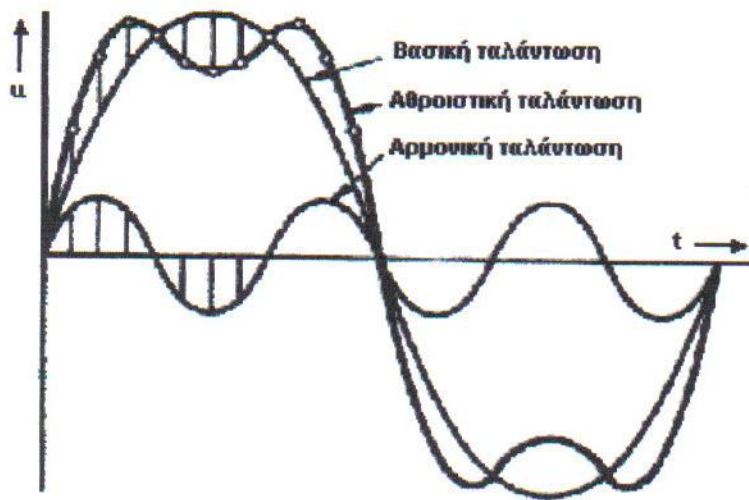
Μια σημαντική ιδιότητα των αρμονικών είναι ότι τείνουν να είναι επισυσσωρευτικές σε ένα σύστημα ενέργειας.

Οι αρμονικές μπορούν να αλληλεπιδρούν μέσα στο σύστημα μεταξύ απευθείας συνδέσεων στο σύστημα ή ακόμα και μέσω χωρητικής ή επαγωγικής ζεύξης.

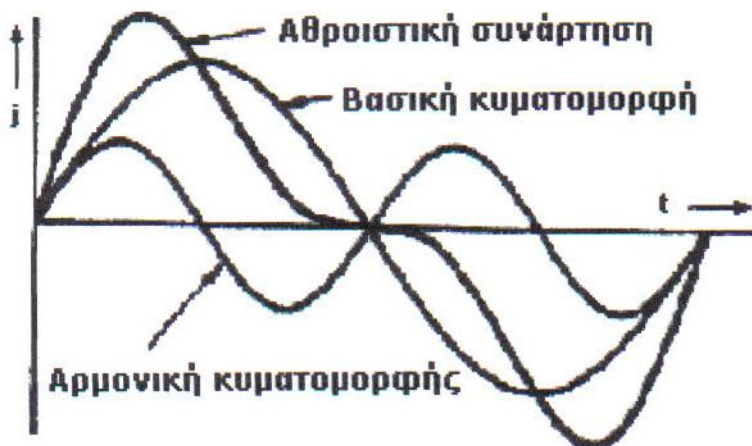
Μια αρμονική μπορεί να οριστεί σαν ακέραιο πολλαπλάσιο μιας συγκεκριμένης ουσιώδους συχνότητας. Οι αρμονικές καθορίζονται από το αρμονικό τους αριθμό (π.χ. 1", 3", 5", 7, κλπ.).

Εμείς θα εστιάσουμε στα 50 ΗΖ συχνότητα ισχύος. Η δεύτερη αρμονική θα είναι δύο φορές την αρχική ή 100 ΗΖ. Η τρίτη θα είναι τρεις φορές την αρχική ή 150 ΗΖ κτλ.

Κάθε εναλλασσόμενο ρεύμα που δεν είναι ημιτονοειδές, αποτελείται από πολλά ημιτονοειδή ρεύματα. Το αντίστοιχο φυσικά ισχύει για την εναλλασσόμενη τάση που δεν είναι ημιτονοειδής. Γενικά μια περιοδική ταλάντωση που δεν είναι ημιτονοειδής αποτελείται από αρμονικές ταλαντώσεις, δηλαδή από μια βασική ταλάντωση της ίδιας περιόδου (όπως της μη ημιτονοειδούς ταλάντωσης) και από άλλες επιμέρους (αρμονικές) των οποίων η διάρκεια περιόδων είναι ακέραια πολλαπλάσια της περιόδου της βασικής ταλάντωσης. Έτσι, κάθε μη ημιτονοειδής ταλάντωση αποτελείται από μια βασική ταλάντωση και αρμονικές ταλαντώσεις με συχνότητες που είναι ακέραια πολλαπλάσια της βασικής ταλάντωσης. Κατά κανόνα ένα ρεύμα που δεν είναι ημιτονοειδές θα μπορούσε να αποτελείται από πολλά ημιτονοειδή ρεύματα, της τάξεως αρμονικών  $n$ , 1,2,3... Στην πραγματικότητα αυτό συμβαίνει κυρίως στα ρεύματα που οδεύουν ασύμμετρα προς τον άξονα του χρόνου (ασύμμετρα ρεύματα) στα οποία εμφανίζονται όλων των ακεραίων αριθμών συχνότητες.



Σχήμα 4: Συγκρότηση δύο ημιτονοειδών ταλαντώσεων σε μια μη ημιτονοειδή ταλάντωση.  
 1: Βασική ταλάντωση,  
 2: Αρμονική ταλάντωση με τριπλάσιο συχνότητας,  
 3: Άθροισμα ταλαντώσεων.



Σχήμα 5: Ανάλυση μιας βασικής κυματομορφής, σε μία αθροιστική συνάρτηση και σε μία κυματομορφή δεύτερης αρμονικής τάξης.

Στην ενεργειακή τεχνική αυτό συμβαίνει κατά την έναρξη της ταλάντωσης. Στην κανονική λειτουργία εμφανίζονται αρμονικές περιπτώσεων αριθμών ενώ οι άρτιες αρμονικές δεν έχουν πρακτικά καμία επίδραση.

Οι περιπτώσεις τάξης αρμονικές συναντώνται στο εναλλασσόμενο ρεύμα και η κλιμάκωση τους εξαρτάται από το είδος, τα χαρακτηριστικά της κάθε πηγής αρμονικών και από τις μεθόδους ελέγχου που εφαρμόζονται σ' αυτήν.

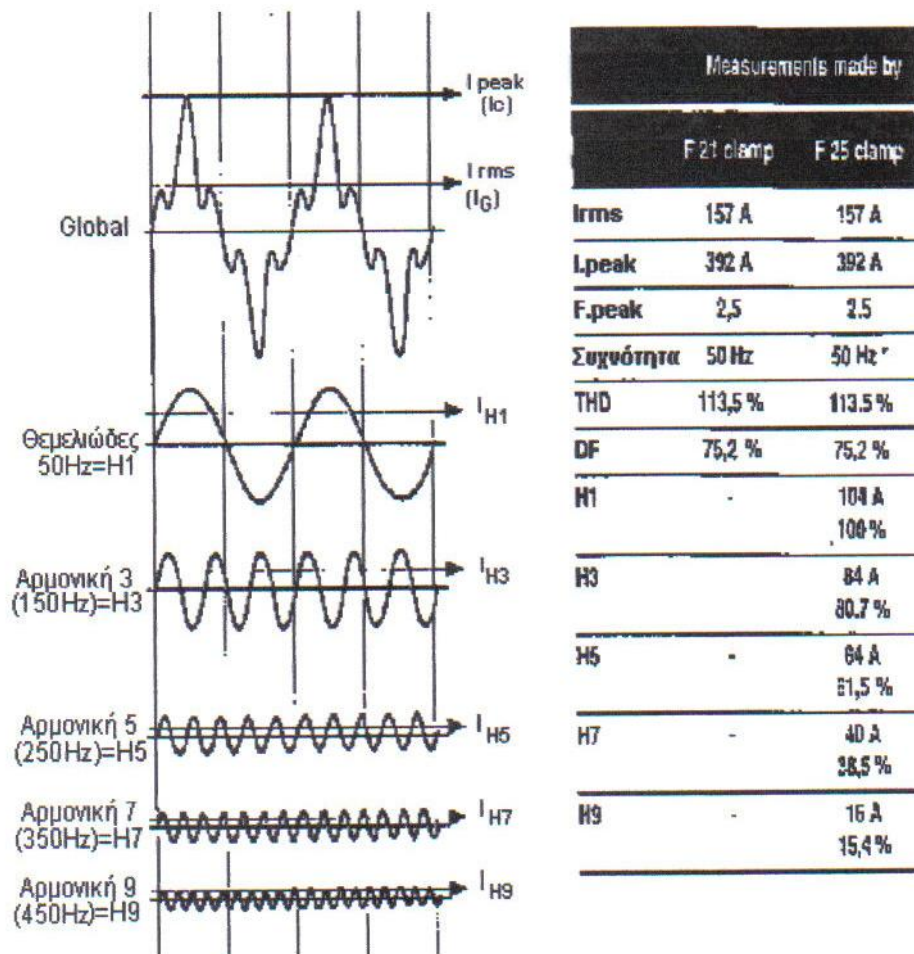
Στους μετατροπείς, οι αρμονικές άρτιας τάξης συναντώνται στο συνεχές ρεύμα ενώ στο εναλλασσόμενο ρεύμα αυτές εξαφανίζονται όταν έχουμε σφάλματα ή όταν έχουμε λειτουργική ασυμμετρία.

Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας, επειδή υπάρχει συμμετρία των μαγνητικών κυκλωμάτων των γεννητριών και των μετασχηματιστών οι αρμονικές που παράγονται στα δίκτυα εναλλασσόμενου ρεύματος είναι πρακτικά μόνο περιπτώσεις τάξης.

Ως παράδειγμα κατανομής των συχνοτήτων των αρμονικών σε διάφορες περιοχές αναφέρουμε τον παρακάτω πίνακα:

Πηγή Αρμονικών	Τάξη Αρμονικών	Περιοχή Συχνοτήτων (Hz)
Στρεφόμενες Μηχανές	3,5,7,...	150-3000
Μετατροπείς: - πλευρά dc ρεύματος - πλευρά ac ρεύματος	2,4,6,... 3,5,7,...	100-1000 150-1000
Μει/στές	3,5,7,...	150-1000
Κλίβανοι τόξου, ηλεκτρ. Συγκολλήσεις	3,5,7,...	150-5000

Ένα άλλο παράδειγμα στο οποίο μπορούμε να διακρίνουμε τις αρμονικές ρεύματος 1,3,5,7 και 9 τάξης είναι:



Σχήμα 6: Παράδειγμα ρεύματος με αρμονικές 1, 3, 5, 7, και 9

Η συγκρότηση από τη βασική ταλάντωση και τις αρμονικές 3,5,7 πολλαπλάσιας συχνότητας παραμένει σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις του μη ημιτονοειδούς εναλλασσόμενου ρεύματος. Στο τριφασικό εναλλασσόμενο ρεύμα δεν εμφανίζεται η τριπλάσια και η εννιαπλάσια συχνότητα, επειδή αυτές οι αρμονικές ρευμάτων αλληλοαναιρούνται. Για αυτό στο τριφασικό ρεύμα εκτός από τη βασική συχνότητα π.χ. 50 HZ εμφανίζονται μόνο συχνότητες με το πενταπλάσιο ή το επταπλάσιο της βασικής συχνότητας. Γενικά, στα μη ημιτονοειδή εναλλασσόμενα μεγέθη, η τιμή του μεγέθους είναι τέτοιας σημασίας όσο μικρότερος είναι ο αριθμός τάξης της αρμονικής. Σε ένα τριφασικό κινητήρα δίνονται τα μεγέθη:

Βασική ταλάντωση (50 HZ): 78% του απορροφούμενου ρεύματος.

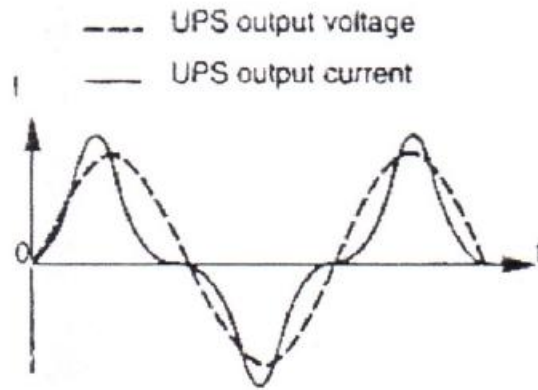
Πέμπτη αρμονική: 18% του απορροφούμενου ρεύματος.

Έβδομη αρμονική: 4% του απορροφούμενου ρεύματος.

Ο μη γραμμικός εξοπλισμός παράγει συχνότητες αρμονικών. Η μη γραμμική φύση μιας συσκευής σχεδιάζεται σαν μία κυματομορφή ρεύματος η οποία δεν ακολουθεί την κυματομορφή τάσης. Οι ηλεκτρονικοί εξοπλισμοί είναι ένα καλό παράδειγμα. Καθώς αυτή η κατηγορία συμπεριλαμβάνει πολλούς διαφορετικούς τύπους εξοπλισμών πολλές από αυτές τις συσκευές έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό βασίζονται σε μια εσωτερική DC πηγή ενέργειας για την λειτουργία τους.

Φορτία που παράγουν αρμονικά ρεύματα είναι τα εξής :

- § -Μετασχηματιστές ηλεκτρικών λαμπτήρων (ballast)
- § -Ρυθμιστές ταχύτητας (inverters)
- § -Κλίβανοι ηλεκτρικού τόξου
- § -Προσωπικοί υπολογιστές
- § -Ανορθωτές solid state
- § -Έλεγχοι βιομηχανικής επεξεργασίας
- § -UPS συστήματα
- § -Διαποτισμένοι μετασχηματιστές
- § -Εξοπλισμοί ηλεκτρικής συγκόλλησης (ηλεκτροσυγκολλήσεις)
- § -Ιατρικός εξοπλισμός



Σχήμα 7: Αρμονικές που έχουν δημιουργηθεί από UPS.

§ -Ένας επίσης σημαντικός παράγοντας που προκαλεί αρμονικές είναι το φαινόμενο του συντονισμού, το οποίο και προκαλεί υψηλές αρμονικές συνιστώσες στα κυκλώματα.

Ως νέες πηγές αρμονικών χαρακτηρίζονται οι εξής:

Συσκευές που συνδυάζουν ημιαγωγούς και συστήματα διακοπής και που χρησιμοποιούνται σε εξοπλισμό των ΣΗΕ αλλά και σε άλλα φορτία με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας, που προέρχεται κυρίως από τη βελτίωση του βαθμού απόδοσης των κινητήρων και τη βέλτιστη προσαρμογή των φορτίων τους. Αυτές οι συσκευές παράγουν συχνά κυματομορφές που περιέχουν αρμονικές.

Παρόμοιες συσκευές με τις παραπάνω χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο ταχύτητας έλξης (π.χ. ηλεκτρικοί σιδηρόδρομοι) κινητήρων. Σε αυτή την περίπτωση οι αρμονικές οφείλονται στα συστήματα ανορθωτών που χρησιμοποιούνται, καθώς και στα εξαρτήματα solid state για τον έλεγχο της λειτουργίας των παραπάνω κινητήρων.

Αρμονικές παρουσιάζονται κατά την χρήση συσκευών άμεσης μετατροπής ενέργειας (π.χ. μαγνητό-υδροδυναμική).



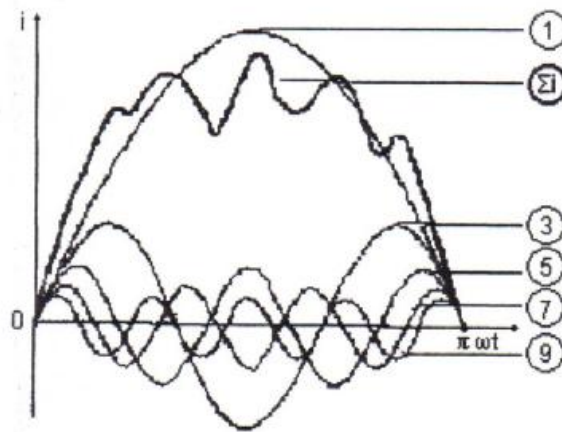
Κατά τη στατική αντιστάθμιση άεργου ισχύος εμφανίζεται το πρόβλημα της παραγωγής αρμονικών λόγω συντονισμού, επειδή στην περίπτωση αυτή οι αυξημένες απαιτήσεις άεργου ισχύος καλύπτονται από τις συστοιχίες πυκνωτών.

Η χρήση ηλιακών και αιολικών πηγών μικρής ισχύος, με αντίστοιχους AC και DC μετατροπείς ισχύος για τη σύνδεση των πηγών με τα συστήματα διανομής, προκαλεί την παραγωγή αρμονικών.

Όταν χρησιμοποιούμε ηλεκτρικά οχήματα που λειτουργούν με συσσωρευτές για την φόρτιση, τότε απαιτείται η χρήση ανορθωτικών διατάξεων οι οποίες προκαλούν και εισάγουν αρμονικά ρεύματα.

Οι κυκλο-μετατροπείς που χρησιμοποιούνται σε κινητήρες μεγάλων ροπών και χαμηλών ταχυτήτων κυρίως σε βιομηχανικές εφαρμογές.

Αυτά τα φορτία δημιουργούν αρμονικά ρεύματα και τάσεις που παραμορφώνουν την τροφοδοσία, μεταβάλλοντας τις ημιτονικές κυματομορφές μέσα σ' αυτή. Η θεωρία μας διδάσκει ότι κάθε περιοδική κυματομορφή πάντα αποτελείται από ημιτονικό κύμα ίδιας συχνότητας γνωστό ως «θεμελιώδες κύμα» συνδιαζόμενο από άλλα ημιτονικά κύματα με συχνότητα, δύο, τρεις, κλπ φορές αυτής γνωστά ως «αρμονικές».



Κυματομορφή με αρμονική

Η παρουσία των αρμονικών σε μία εγκατάσταση μειώνει την ικανότητα λειτουργίας αυτής. Για παράδειγμα στην διόρθωση του συνφ παρουσιάζονται αρμονικές. Κατά τη λειτουργία συστοιχιών πυκνωτών που βρίσκονται σε σειρά ή και παράλληλα, και υπό ορισμένες συνθήκες, μπορούν να προκληθούν σοβαρά προβλήματα σε ηλεκτρικές-παραμέτρους αυτών.

Σε περίπτωση συστοιχιών πυκνωτών που βρίσκονται σε σειρά συνδεδεμένες, μια χαμηλή αρμονική τάση μπορεί να προκαλέσει ένα υψηλό ρεύμα αν η συχνότητα συμπίπτει με την συχνότητα  $f$  του ίδιου του κυκλώματος.

Σε περίπτωση παράλληλης συστοιχίας πυκνωτών, ένα χαμηλό αρμονικό ρεύμα μπορεί να προκαλέσει ένα υψηλό ρεύμα αν η συχνότητα συμπίπτει με τη συχνότητα του κυκλώματος. Σε όλες τις περιπτώσεις, η συχνότητα μεταξύ της βιομηχανικής εγκατάστασης και των πυκνωτών δίνεται ως:

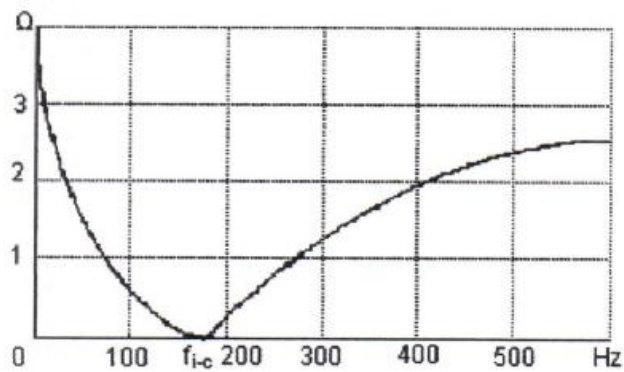
$$f_r = f_1 \sqrt{\frac{S}{Q}}$$

οπού:

$f_1$  είναι η θεμελιώδης συχνότητα (50/60HZ)

$S$  είναι το σύντομο κύκλωμα ενέργειας στο σημείο όπου ο πυκνωτής είναι εγκατεστημένος

$Q$  είναι η ισχύς του πυκνωτή.



Αντίσταση βημάτων επανόρθωσης παραγώνια ισχύς σε σχέση με τη συχνότητα.

Η τοποθέτηση συστοιχίας πυκνωτών μας δίνει μία συχνότητα  $f(r-c)$  χαμηλότερη από αυτή που μας δίνεται στα συστήματα πριν γίνει διόρθωση του συνφ με την χρήση συστοιχιών πυκνωτών. Η χωρητική αντίσταση είναι χαμηλότερη από την συχνότητα εφαρμογής και η επαγωγική πάνω από αυτή.

Κάθε εξοπλισμός που περιέχει ηλεκτρονικά αναμένουμε να παράγει αρμονικές.

Ένας γενικός κανόνας είναι να μιλάμε για αρμονικά κάθε φορά που μιλάμε για παραμορφωμένα κύματα, είτε ηλεκτρικά ή άλλου είδους. Είναι μια πρακτική αίσθηση που ποσοτικά ορίζει, με ακρίβεια, την μεταβολή ενός κύματος. Αυτό παράγεται από ένα μαθηματικό εργαλείο, τη σειρά ανάπτυξης Fourier, που επιτρέπει την ανάλυση του περιοδικού κύματος κάθε μορφής σε ένα άθροισμα των στοιχειωδών ημιτονικών κυμάτων (και πιθανότατα ενός DC συστατικού μέρους), έτσι ώστε η συχνότητα καθενός από αυτά να είναι ένα ακέραιο πολλαπλάσιο μιας συχνότητας αναφοράς γνωστή ως θεμελιώδες.

Ένα τέτοιο σήμα μπορεί έτσι να μπει στην μορφή :

$$X=A_0+A_n*\cos(n\omega t-\Phi_n) \text{ με:}$$

$A_0$  : DC συστατικό μέρος.

$n$  : ακέραιος αριθμός μεταξύ 1 και άπειρο, επίσης καλούμενος αρμονικός βαθμός.

Αν  $n=1$  : το αντίστοιχο σήμα είναι το θεμελιώδες σήμα.  $A_n$  : πλάτος της αρμονικής  $n$  τάξεως.

$\Phi_n$  : σχετική φασική αλλαγή του θεμελιώδους του αρμονικού συστατικού μέρους του αρμονικού η.

Ως μια αρμονική ενός βαθμού η, καλούμε την αναλογία:

$$\tau_n = \frac{A_n}{A_1}$$

όπου  $A_n$  = πλάτος της αρμονικής η τάξεως και

$A_1$  = πλάτος της πρώτης αρμονικής.

Επίσης η μεταβολή του κατώτερου ορίου αρμονικών δίνεται από το πηλίκο:

$$\text{THD} = \frac{\sqrt{A_2^2 + A_3^2 + \dots + A_n^2}}{A_1}$$

**Σημείωση:** Μπορούμε επίσης να ορίσουμε αυτή την αρμονική αναλογία σε σχέση με την rms τιμή ενός σήματος. Για να κάνουμε δυνατή αυτή την επιλογή, έχουμε ορίσει έναν όρο, τον παράγοντα μεταβολής, που είναι το πηλίκο:

$$\text{DF} = \frac{\sqrt{A_0^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + A_n^2}}{X(\text{rms τιμή})}$$

Τα αρμονικά στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας ενώνονται με τη θεμελιώδη συχνότητα και δημιουργούν μια μεταβολή. Το επίπεδο της μεταβολής είναι άμεσα σχετικό με τις συχνότητες και τις εκτάσεις του αρμονικού ρεύματος. Η συνεισφορά όλων των ρευμάτων αρμονικής συχνότητας στο θεμελιώδες ρεύμα είναι γνωστή ως «Μεταβολή του κατώτερου ορίου» ή THD. Αυτή η τιμή THD εκφράζεται σαν ένα ποσοστό του θεμελιώδους ρεύματος. Οι τιμές THD άνω των 10% είναι αιτία προς προβληματισμό.

Το THD υπολογίζεται ως η τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος των τετραγώνων όλων των αρμονικών που είναι χωρισμένα από το θεμελιώδες σήμα (50 ή 60 Hz).

Μαθηματικώς, %THD είναι η αναλογία του αθροίσματος της rms τιμής του αρμονικού περιεχομένου, στην τιμή rms του θεμελιώδους σήματος 50 ή 60 Hz, και εκφράζονται σαν ένα ποσοστό.

$$\%THD = \sqrt{\frac{\text{Sum of squares of amplitudes of all harmonics}}{\text{Square of amplitude of fundamental}}} \times 100$$

$$\%THD(\text{current}) = \sqrt{[(I_2)^2 + (I_3)^2 + (I_4)^2 + (I_5)^2 \dots / (I_1)^2]} \times 100$$

$$\%THD(\text{voltage}) = \sqrt{[(V_2)^2 + (V_3)^2 + (V_4)^2 + (V_5)^2 \dots / (V_1)^2]} \times 100$$

Μια άλλη χρήσιμη παράμετρος είναι ο παράγοντας μεταβολής, ή % DF.

Παράγοντας Μεταβολής, είναι η Ολική Αρμονική μεταβολή η οποία αναφέρεται στο ολικό rms σήμα. Η THD εκφράζεται σαν ένα ποσοστό, και

ίσως να μην είναι μεγαλύτερο από το θεμελιώδες. Ο % DF ποτέ δεν ξεπερνά τα 100%. Μαθηματικά, είναι το ποσοστό της rms τιμής του αθροίσματος του αρμονικού περιεχομένου στην rms τιμή του ολικού σήματος, και εκφράζεται ως ένα ποσοστό.

$$\%DF = \sqrt{\frac{\text{Sum of squares of amplitudes of harmonics}}{\text{Square of Total RMS}}}$$

$$\%DF(\text{current}) = \sqrt{[(I_2)^2 + (I_3)^2 + (I_4)^2 + (I_5)^2 \dots / (I_{RMS})^2]} \times 100$$

$$\%DF(\text{voltage}) = \sqrt{[(V_2)^2 + (V_3)^2 + (V_4)^2 + (V_5)^2 \dots / (V_{RMS})^2]} \times 100$$

Στο βιομηχανικό περιβάλλον μπορεί να υπάρχουν πολλά τριφασικά, μη γραμμικά φορτία που έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση του ρεύματος φορτίου. Οι επικρατέστερες αρμονικές συχνότητες είναι τα περιττά ακέραια πολλαπλάσια της συχνότητας 50 Hz. Το τρίτο αρμονικό (150 Hz) είναι πάντα το επικρατέστερο και πιο προβληματικό, όπως έχουμε αναφέρει.

Τα αρμονικά μπορούν να προκαλέσουν μια ποικιλία προβλημάτων σε οποιαδήποτε συσκευή ηλεκτρικής ενέργειας. Για μεγάλες συσκευές, το πρόβλημα μπορεί να είναι οξύ.

Το θερμικό αποτέλεσμα προκαλεί το μεγαλύτερο πρόβλημα στον ηλεκτρικό εξοπλισμό. Πολλές φορές, οι συσκευές ηλεκτρικής ενέργειας υπερθερμαίνονται, και δεν λειτουργούν σωστά οι προτεινόμενες απαιτήσεις

λειτουργίας τους. Η αύξηση της θερμοκρασίας σχετίζεται άμεσα με την αύξηση της rms τιμής του ρεύματος.

Επίσης ένας παράγοντας είναι «το επιδερμικό φαινόμενο» και αυτό διότι οι αρμονικές συχνότητες είναι πάντα υψηλότερες από τη θεμελιώδη συχνότητα των 50 Hz. Το επιδερμικό φαινόμενο είναι ένα φαινόμενο κατά το οποίο η υψηλότερη συχνότητα προκαλεί κίνηση των ηλεκτρονίων προς τα εξωτερικά μέρη του αγωγού, μειώνοντας τη ,μηματική διάμετρο του αγωγού με αποτέλεσμα την ελάττωση της αναλογικής αντίστασης του καλωδίου. Η επίδραση αυξάνεται καθώς η συχνότητα και το μήκος αυξάνεται. Ως αποτέλεσμα αυτού, έχουμε υψηλότερες αρμονικές συχνότητες που προκαλούν ένα μεγαλύτερο βαθμό θέρμανσης στους αγωγούς.

Υπάρχουν ορισμένοι κανονισμοί για τον περιορισμό των αρμονικών. Αυτοί επιβάλλονται από τις αρχές της ηλεκτρικής παροχής για να προστατεύουν άλλους ηλεκτρονικούς καταναλωτές από επιδράσεις υπερβολικών αρμονικών. Είναι συνήθως βασισμένοι σε ένα συμφωνημένο επίπεδο παραμόρφωσης τάσης, η οποία μπορεί να γίνεται ανεκτή από σωστά σχεδιασμένο εξοπλισμό. Αυτοί είναι βασισμένοι στους κατώτερους όρους των αρμονικών παραμόρφωσης (THD). Το διεθνώς αποδεκτό μέγιστο THD «επίπεδο συμφωνίας» σε ένα σύστημα χαμηλής τάσης είναι 8% και για να το πετύχουμε αυτό σε ένα μεγάλο βαθμό σιγουριάς, είναι συνηθισμένο να στοχεύουμε για ένα χαμηλότερο επίπεδο όπως το «σχεδιασμένο επίπεδο», τυπικά 5%.

Μερικά σχετικά επίπεδα και κανονισμοί δίνονται παρακάτω.

Από την πλευρά των αρχών της παροχής, η σχετική αρμονική τάση είναι στο σημείο της συνήθους ζεύξης (PCC) με άλλους καταναλωτές ισχύος. Το επίπεδο των αρμονικών εντός των καταναλωτικών προϋποθέσεων θα μπορούσε να είναι υψηλότερο εξαιτίας της αντίστασης των καλωδίων και των



μετασχηματιστών. Στις μεγάλες εγκαταστάσεις μέτρησης είναι απαραίτητο να αποτρέψουμε τα αρμονικά προβλήματα.

Τα προβλήματα των αρμονικών είναι ασυνήθιστα, οστόσο με τη σταθερή αύξηση στη χρήση ηλεκτρονικού εξοπλισμού, τα προβλήματα ίσως να είναι πιο συχνά στο μέλλον. Οι πιο συχνές περιπτώσεις όπου έχουν συμβεί προβλήματα είναι σε κτήρια γραφείων με μια υψηλή πυκνότητα προσωπικών Η/Υ.

Σαν γενικό κανόνα, αν ο ολικός ανορθωτής φόρτισης (π.χ. οδηγοί διαφόρων ταχυτήτων, UPS, PC, κλπ) σε ένα σύστημα ενέργειας συμπεριλαμβάνει λιγότερο από 20% της ποσότητας ρεύματος του, τότε είναι απίθανο να περιοριστούν οι αρμονικές.

Μη ελεγχόμενοι κινητήρες επαγωγής AC και ωμικά στοιχεία θερμότητας δημιουργούν ελάχιστες αρμονικές.

## Συνοπτικά:

Οι μονοφασικές ηλεκτρικές συσκευές - όπως είναι οι ηλεκτρονικοί, υπολογιστές, οι τηλεοράσεις, τα UPS είναι οι κύριες πηγές παραγωγής αρμονικών ρευμάτων που αναπτύσσονται στον ουδέτερο αγωγό του δικτύου τροφοδοσίας. Τα αρμονικά ρεύματα υπερφορτώνουν τις καλωδιώσεις του κτιρίου, συμβάλλουν στην αύξηση των απωλειών, μειώνουν την ικανότητα μεταφοράς ισχύος από τα κυκλώματα και καταπονούν τους πυκνωτές που χρησιμοποιούνται για την βελτίωση του συνφ.

Ένα γραμμικό φορτίο, όπως για παράδειγμα μια καθαρά ωμική αντίσταση, εμφανίζει σταθερή συνάρτηση και για το λόγο αυτό το ρεύμα από το οποίο διαρρέεται έχει την ίδια κυματομορφή με την τάση της πηγής τροφοδοσίας, περίπου ημιτονοειδή, εφόσον η τάση τροφοδοσίας είναι ημιτονοειδής. Η συνάρτηση ενός μη γραμμικού φορτίου από την άλλη μεριά αλλάζει όταν η τιμή της τάσης τροφοδοσίας μεταβληθεί και, εξαιτίας αυτού, εμφανίζεται ένα μη ημιτονοειδές, πλέον, ρεύμα. Τα αρμονικά ρεύματα παράγονται από τα μη γραμμικά φορτία, τα φορτία δηλαδή τα οποία απορροφούν ρεύμα με κυματομορφή διαφορετική από την ημιτονοειδή της τάσης τροφοδοσίας. Τι ακριβώς, όμως, είναι οι αρμονικές συνιστώσες, και πως αυτές εμφανίζονται; πρόκειται για κυματομορφές με συχνότητα πολλαπλάσια της βασικής ημιτονικής κυματομορφής με την οποία τροφοδοτείται το φορτίο. Για παράδειγμα σε ένα δίκτυο, όπου η βασική συχνότητα είναι 50 HZ θα εμφανιστούν και αρμονικές συνιστώσες 2ης, 3ης, 4ης, 5ης, κ.λ.π. τάξης με συχνότητες 100 HZ, 150 HZ, 200 HZ, 250 HZ... αντίστοιχα.

Από τα ανωτέρω παρατηρούμε πως οι αρμονικές δημιουργούν σοβαρά προβλήματα τόσο σε εγκαταστάσεις όσο και σε ηλεκτρικούς εξοπλισμούς, γι' αυτό κύριος σκοπός μας είναι η αντιμετώπιση τους και ακόμα περισσότερο η εξάλειψη τους. Οι λύσεις για τον περιορισμό των αρμονικών είναι οι εξής:

#### **1.4.1 Σύνδεση του εξοπλισμού σε ένα σημείο με υψηλό επίπεδο σφάλματος (χαμηλή αντίσταση).**

Όταν σχεδιάζουμε μια νέα εγκατάσταση, υπάρχει συχνά μια επιλογή σημείου σύνδεσης. Η αρμονική τάση που προκαλείται από ένα δοσμένο αρμονικό ρεύμα είναι ανάλογη με την αντίσταση πηγής του συστήματος. Για παράδειγμα, τα μεταβαλλόμενα φορτία μπορούν να συνδεθούν σε κύριους διαύλους παρά σε μεγάλου μήκους καλώδια που μοιράζονται με άλλο εξοπλισμό.

#### **1.4.2 Η χρήση τριφασικών οδηγών όπου είναι δυνατό.**

Το αρμονικό ρεύμα για ένα τριφασικό οδηγό δοσμένης αναλογίας ενέργειας είναι περίπου 30% αυτού, και δεν υπάρχει καθόλου ρεύμα στον ουδέτερο. Αν τα υπάρχοντα αρμονικά προκαλούνται από μονοφασικά φορτία, τα επικρατούντα πέμπτα και έβδομα αρμονικά μειώνονται επίσης απ' τους τριφασικούς οδηγούς.

### **1.4.3 Χρήση επιπρόσθετης εγκατάστασης**

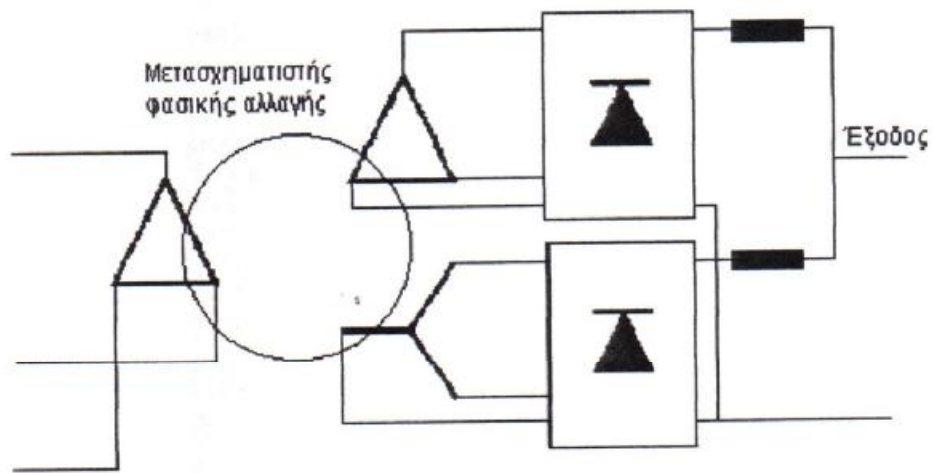
Η σειρά με την οποία γίνεται η σύνδεση στην είσοδο του οδηγού δίνει μια χρήσιμη μείωση στο αρμονικό ρεύμα. Το όφελος είναι μεγαλύτερο για μικρούς οδηγούς όπου δεν υπάρχει καθόλου DC σύνδεση εσωτερικά, αλλά επίσης μπορούμε να έχουμε χρήσιμες μειώσεις των αρμονικών του ρεύματος και σε μεγάλους οδηγούς.

### **1.4.4 Χρήση ενός υψηλότερου αριθμού παλμών (12 παλμοί ή υψηλότερα)**

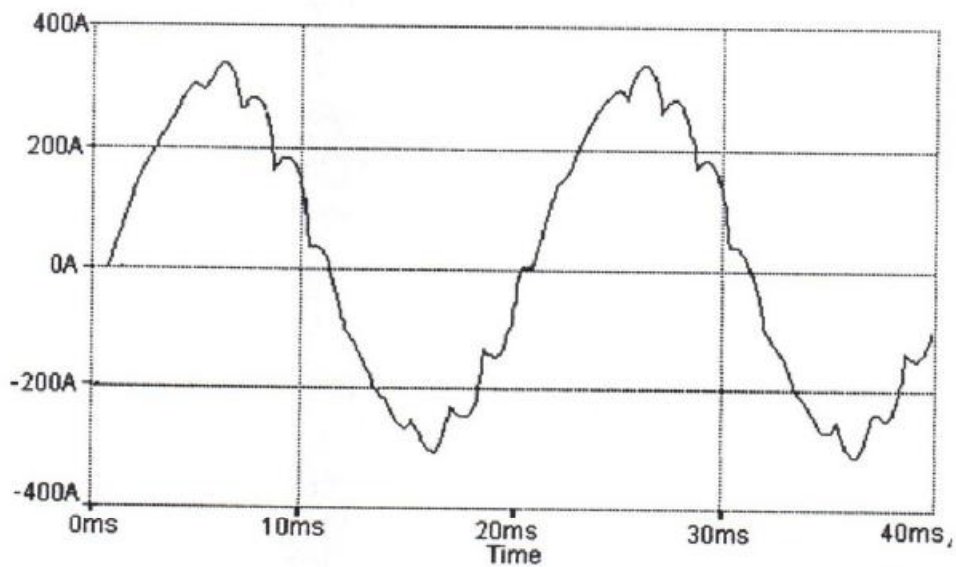
Τριφασικοί εξοπλισμοί που αναλογούν άνω των 200kW χρησιμοποιούν ανορθωτές 6 παλμών. Ένας ανορθωτής 12 παλμών μειώνει τα σημαντικά πέμπτα και έβδομα αρμονικά εκτός από μια μικρή υποστάθμη που προκαλείται από ατελή ισορροπία των ομάδων ανορθωτών). Υψηλότεροι ρυθμοί παλμών είναι πιθανοί, όταν το χαμηλότερο αρμονικό για έναν αριθμό παλμών N είναι (N-1). Αν η αναλογία του μεταφορέα ταιριάζει στην ολική αναλογία οδηγού, λογικά κοντά, τότε η εγκατάσταση του δίνει μια πολύ χρήσιμη επιπρόσθετη μείωση των αρμονικών υψηλότερης τροχιάς. Για εξοπλισμούς άνω των 1 MW είναι ασυνήθιστο να απαιτείται αριθμός παλμών μεγαλύτερος από 12.

Το σύστημα 12 παλμών δείχνεται στο σχήμα 8. Οι ελικοειδής αστέρες και τα ελικοειδή τρίγωνα (ή zig - zag ελικοειδή) έχουν μια σχετική φασική μεταβολή 30° που μεταφράζεται σε 180° στα πέμπτα και έβδομα αρμονικά (όπως επίσης 17,19,29 31 κ.λ.π.), έτσι ώστε το ρεύμα σ' αυτά τα αρμονικά να ακυρώνεται στο μετασχηματιστή.

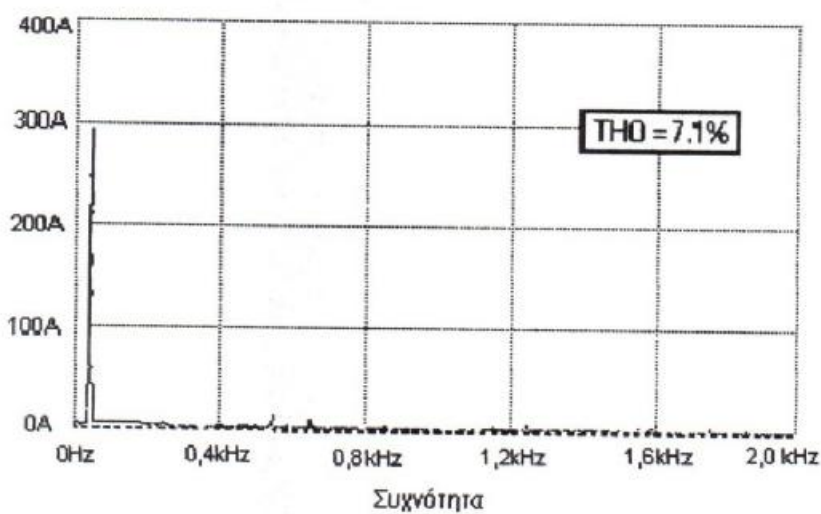
Η κυματομορφή ρεύματος εισόδου του μετασχηματιστή και το φάσμα δείχνονται στα σχήματα 8 και 9 σχετικά.



Σχήμα 8: Βασικό σύστημα δώδεκα παλμών



Σχήμα 9: Κυματομορφή ρεύματος εισόδου για οδηγό 150 kW με ανορθωτή 12 παλμών.



Σχήμα 10: Φάσμα συχνότητας του σχήματος 9.

### 1.4.5 Χρήση αρμονικών φίλτρων

Το φιλτράρισμα είναι πρόσφατα η πιο συχνή μέθοδος που χρησιμοποιείται για να περιορίσει τις επιδράσεις που οι αρμονικές παρουσιάζουν στο υπόλοιπο σύστημα. Τα φίλτρα τυπικά αποτελούνται από μια σειρά κυκλωμάτων LC. Ο ρόλος του φίλτρου είναι ευδιάκριτος και προστατεύει το υπόλοιπο σύστημα, περιορίζοντας τις επιδράσεις των αρμονικών συνιστωσών. Τα φίλτρα προσαρμόζονται έτσι ώστε να αντιστέκονται στο rms ρεύμα όπως επίσης στην τιμή του ρεύματος των αρμονικών.

Πριν αποφασιστεί για το ποια φίλτρα θα χρησιμοποιηθούν σε ένα σύστημα ισχύος θα πρέπει να ληφθούν υπόψη μερικοί κανόνες. Αν τοποθετηθεί ένα φίλτρο έβδομης αρμονικής σε ένα σύστημα ισχύος, χωρίς φίλτρο πέμπτης αρμονικής τότε έχουμε συντονισμό μεταξύ της σύνθετης αντίστασης του δικτύου τροφοδοσίας και του φίλτρου της έβδομης αρμονικής, στην περιοχή συχνότητας της πέμπτης αρμονικής. Αυτό προκαλεί μεγάλη ενίσχυση οποιασδήποτε πέμπτης αρμονικής του συστήματος. Το ίδιο συμβαίνει όταν βάλουμε ένα φίλτρο ένατης αρμονικής στο σύστημα, χωρίς φίλτρο έβδομης αρμονικής επομένως στην περιοχή της συχνότητας της έβδομης αρμονικής παρουσιάζεται συντονισμός.

Επιπλέον, θα πρέπει να αποφεύγεται η χρησιμοποίηση δύο ή περισσότερων φίλτρων συντονισμένων στην ίδια συχνότητα, στο ίδιο ακριβώς κύκλωμα ή σε κυκλώματα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με χαμηλή σύνθετη αντίσταση. Αυτό πρέπει να αποφεύγεται γιατί έτσι τα φίλτρα συνδέονται στο ίδιο ηλεκτρικό σημείο και αν οι ανοχές των συνιστωσών δίνουν διαφορετικά σφάλματα συντονισμού για τα φίλτρα, τότε ίσως ένα φίλτρο πάρει πολύ μεγαλύτερο μέρος της αρμονικής συνιστώσας του ρεύματος από ότι τα άλλα,

με συνέπεια την υπερφόρτισή του. Αν παρόλα αυτά υπάρχει ειδικός λόγος για την απαίτηση δύο ίδιων φίλτρων τότε η συχνότητα συντονισμού τους πρέπει να βρίσκεται πολύ κάτω από την πέμπτη αρμονική ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος συντονισμού. Μια ακόμα μέθοδος για την αποφυγή του συντονισμού, είναι η προσαρμογή στα φίλτρα αντιστάσεων απόσβεσης. Αυτό όμως μειώνει την αποτελεσματικότητα του φιλτραρίσματος οδηγώντας σε μεγάλες απώλειες.

#### **1.4.6 Χρήση μεγαλύτερου μετασχηματιστή ή γεννήτριας.**

Χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση προβλημάτων υπερθέρμανσης. Όταν έχουμε μετασχηματιστές με συνδεσμολογία τριγώνου τότε παγιδεύονται αρμονικές τρίτης ή πολλαπλάσιας τάξης και προτείνεται η μείωση της φαινόμενης αντιδράσεως τροφοδοσίας με χρήση μεγαλύτερου μετασχηματιστή.

#### **1.4.7 Μετασχηματιστές υποβιβασμού - ξεχωριστή πηγή - μετακίνηση σε κυκλώματα μικρότερης αντίδρασης.**

Όταν έχουμε μεγάλα μη γραμμικά φορτία που δημιουργούν προβλήματα παραμόρφωσης, χρησιμοποιείται μετασχηματιστής υποβιβασμού από την μέση τάση για την τροφοδοσία αυτών των φορτίων. Διαφορετικά θα πρέπει αυτά τα φορτία να απομονώνονται ηλεκτρικά, με χρήση ξεχωριστής πηγής, είτε να γίνεται μετακίνηση των γραμμικών φορτίων σε κυκλώματα μικρότερης αντίδρασης.



Στο μέλλον, τα συστήματα ίσως είναι διαθέσιμα να αντισταθμίζουν τις αρμονικές εφαρμόζοντας σήματα που είναι ίσα σε ένταση αλλά αντίθετα στη φάση, ακυρώνοντας ή πολλές φορές περιορίζοντας τις αρμονικές επιδράσεις.

## **1.5 ΣΗΜΑΝΣΗ – ALARM**

Τα νέας τεχνολογίας όργανα παρέχουν την δυνατότητα σήμανσης για λόγους προστασίας των ίδιων, των χειριστών τους και των συσκευών που συνδέονται με αυτά. Συνήθως για την σήμανση προειδοποίησης και ελέγχου τοποθετούνται στην έξοδο ρελέ, τρανζίστορ, ενδεικτικές λυχνίες, απλοί διακόπτες κτλ. Όταν η τάση ξεπεράσει την συγκεκριμένη τιμή των 410 V ( $U > 410 \text{ V}$ ) τότε ενεργοποιείται η σήμανση και μας προειδοποιεί για κάποιο σφάλμα στην όλη εγκατάσταση. Μπορούμε να αντιληφθούμε την συνολική διαδικασία μέσω οπτικών ή ακουστικών ερεθισμάτων, για παράδειγμα με ενεργοποίηση κάποιας σειρήνας, με φωτισμό κάποιας λυχνίας ή με κάποιο άλλο είδος αυτοματισμού.

## **1.6 ΠΑΛΜΟΙ**

Κάθε όργανο απαιτεί για την διέγερση του και συνεπώς για την λειτουργία του κατάλληλους παλμούς οι οποίοι εφαρμόζονται στην είσοδο του. Συνδέονται σε είδη υπάρχοντα όργανα π.χ. σε καταγραφικά, αναλογικούς μετρητές κτλ. Τα είδη των παλμών που συναντάμε είναι τριγωνικής μορφής, ημιτονοειδούς και τετραγωνικής μορφής. Σήμερα, η επικρατέστερη μορφή των παλμών είναι η τετραγωνική μορφή.

## 1.7 ΣΕΙΡΙΑΚΗ ΕΞΟΔΟΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ RS 232

RS 232 είναι ένα διαδοχικό τμήμα υπολογιστή όπου συνδέονται 2 διαφορετικές συσκευές , που χρησιμοποιεί sub D - 25 ή 9 περόνες σύνδεσης ή συνδέσεις Rj 45.

Το RS 232 προσδιορίζει και ηλεκτρικά και μηχανικά διασύνδεση.

Το RS 232 ορίζει την καλωδιακή σύνδεση ενός DTE και ενός DCE και προσδιορίζει τον συνδέτη. Είναι μια απλής κατάληξης διασύνδεση με μια διεύθυνση για κάθε σήμα και μια αναφορά γείωσης (ρή7). Το sub D25spec, το οποίο επισήμως ονομάζεται RS232C, είναι το πιο συνηθισμένο. Υπάρχει επίσης το RS232D, που είναι RS232 σε ένα Rj45 συνδετήρα.

Τάσεις που χρησιμοποιούνται:

- § ΘΕΤΙΚΗ: +3 και +15 volt παρουσιάζουν ένα λογικό 0
- § ΑΡΝΗΤΙΚΗ: -3 και -15 volt παρουσιάζουν ένα λογικό 1

Σύμφωνα με τα sec η μέγιστη απόσταση είναι 50 πόδια (15m), αλλά με EDDC / EDQ καλώδιο , αποστάσεις άνω των 500 ποδιών (150m) είναι δυνατές, αλλά δεν μπορούν να είναι εγγυημένες.

Το RS 232 είναι απλό ,παγκόσμιο, καλά κατανοητό και υποστηριζόμενο, αλλά έχει κάποια σοβαρά μειονεκτήματα σαν διασύνδεση. Στις μέρες μας βλέπουμε θύρες μεγάλης ταχύτητας στον προσωπικό μας υπολογιστή ο οποίος τρέχει με πολύ γρήγορες ταχύτητες και με πολύ καλής ποιότητας καλώδιο και η μέγιστη απόσταση έχει αναπτυχθεί πολύ. Ηλεκτρονικές επικοινωνίες πληροφοριών μεταξύ στοιχείων γενικά χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες :απλής κατάληξης και διαφορικής. Το RS232( απλής

κατάληξης) παρουσιάστηκε το 1962 και παρά τις φήμες για την γρήγορη αντικατάσταση του έχει παραμείνει σοφά χρησιμοποιούμενο ακόμα και μέσα στην βιομηχανία.

Μη ανεξάρτητα κανάλια έχουν εγκατασταθεί για δύο ταυτόχρονους δρόμους επικοινωνιών. Τα RS232 σήματα απεικονίζονται από επίπεδα τάσης σεβόμενα ένα κοινό σύστημα. Η "αργή" κατάσταση (MARK) έχει αρνητικό επίπεδο σήματος σε σχέση με το common, και η "ενεργή" κατάσταση (SPACE) έχει θετικό επίπεδο σήματος σε σχέση με το common. Το RS 232 έχει πολυάριθμες γραμμές σύνδεσης (κυρίως χρησιμοποιούνται με modem), και επίσης καθορίζει ένα πρωτόκολλο επικοινωνιών.

Το επίπεδο σήματος εξόδου συνήθως ταλαντεύεται μεταξύ των +12 και -12 V. Η "νεκρή περιοχή" μεταξύ των +3 και -3 V είναι σχεδιασμένη για να απορροφάει την γραμμή θορύβου. Στους ποικίλους ορισμούς του RS232 αυτή η νεκρή ζώνη μπορεί να ποικίλει. Για παράδειγμα ο ορισμός για τάση 10 V έχει μία νεκρή ζώνη από +0,3 μέχρι -0,3 V. Πολλοί ακροδέκτες σχεδιασμένοι για RS 232 είναι ευαίσθητοι σε διακυμάνσεις από 1 V ή λιγότερο. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα κατά την χρήση του ακροδέκτη powered widgets οδηγών, μετατροπέων και modem. Αυτοί οι τύποι ενοτήτων χρειάζονται αρκετή τάση και ρεύμα για να ενεργοποιηθούν. Μερικές συσκευές είναι πολύ αποδοτικές και απαιτείται μόνο ένας ακροδέκτης να είναι high - στην κατάσταση "SPACE" κατά την στάση.

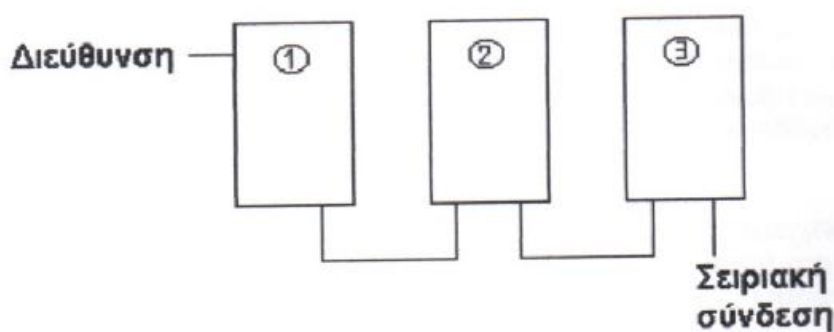
Μια RS232 θύρα μπορεί να παρέχει μόνο ορισμένη ενέργεια σε μια άλλη συσκευή.

Το RS232 είναι γνωστό λόγω της δημοτικότητας των σημερινών PS, ανόμοια με το RS485. Χρησιμοποιείται σε βιομηχανίες για συστήματα ελέγχου και μεταφορές δεδομένων (μικρές εντάσεις, καθόλου εκατοντάδες από mb/s).

Έτσι ποια είναι η κύρια διαφορά μεταξύ του RS232 και RS 485. Τα RS232 σήματα παρουσιάζονται από επίπεδα τάσεων που αφορούν τη γείωση . Υπάρχει ένα σύρμα για κάθε σήμα, μαζί με το σήμα γείωσης , (αναφορά για επίπεδα τάσης) . Αυτή η διασύνδεση είναι χρήσιμη για σειριακή επικοινωνία

σε χαμηλές ταχύτητες. Για παράδειγμα , η πύλη CAM1 σε ένα PC μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ένα ποντίκι , πύλη CAM2 για ένα modem, κλπ. Αυτά είναι ένα παράδειγμα από σειριακή επικοινωνία: μια πύλη, μια συσκευή. Εξαιτίας του τρόπου σύνδεσης των σημάτων, απαιτείται μια συνήθη γείωση. Αυτό σημαίνει περιορισμένο μήκος καλωδίων-περίπου 30 με 60 μέτρα το μέγιστο, (κύρια προβλήματα είναι η επέμβαση και η αντίσταση του καλωδίου). Συντόμως το RS232 είναι σχεδιασμένο για επικοινωνία τοπικών συσκευών, και υποστηρίζει έναν πομπό και έναν δέκτη.

Το RS 485 χρησιμοποιεί μια διαφορετική αρχή: Κάθε σήμα χρησιμοποιεί ένα παραμορφωμένο ζευγάρι γραμμής (TP)-2 σύρματα στριμμένα γύρω από τον εαυτό τους. Μιλάνε για "ισορροπημένη μεταφορά πληροφοριών" ή "διαφορική μεταφορά τάσης". Απλά, ας περιγράψουμε ένα από τα Τρ σύρματα 'Α' και 'Β'. Το σήμα είναι ανενεργό όταν η τάση στο Α είναι αρνητική και η τάση στο Β θετική. Αλλιώς, το σήμα είναι ενεργό , το Α είναι θετικό και το Β αρνητικό . Φυσικά η διαφορά μεταξύ του Α και του Β μετρά. Για το RS 485 το καλώδιο μπορεί να είναι πάνω από 1200 μέτρα (4000 πόδια) μακρύ, και συχνά διαθέσιμα ρεύματα δουλεύουν 2,5 MB/S. Επομένως αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για μεγάλες αποστάσεις.



Το RS υπάρχει σε 2 μεταφράσεις.

- 1 . Twisted pair ή 2 . Twisted pair
2. Απλό Twisted pair RS 485

Στην περίπτωση μας, όλες οι συσκευές είναι συνδεδεμένες σε ένα μόνο Twisted pair. Έτσι, όλες θα πρέπει να έχουν οδηγούς με τριών καταστάσεων εξόδους (συμπεριλαμβάνοντας το Master). Η επικοινωνία πηγαίνει πάνω από την απλή γραμμή και στις δύο διευθύνσεις. Είναι σημαντικό να εμποδίσουμε περισσότερες συσκευές από το να μεταφέρουν με μιας Διπλό Twisted pair RS 485.

Εδώ, το Master δεν χρειάζεται να έχει τριών καταστάσεων έξοδο, όταν οι δευτερεύουσες συσκευές μεταφέρουν στοιχεία μέσω του δεύτερου Twisted pair, διότι προορίζεται για να στέλνει στοιχεία από τη δευτερεύουσα στο Master. Αυτή η λύση, συχνά, επιτρέπει να εφαρμόσουμε επικοινωνία σε συστήματα, που αρχικά σχεδιάστηκαν για RS 232. Φυσικά το λογισμικό M3DIBΓ χρειάζεται να τροποποιηθεί, έτσι ώστε το M3FIBΓ περιοδικά στέλνει πακέτα ερωτήσεων στις δευτερεύουσες συσκευές. Παρατηρείται αυξημένη ώθηση στοιχείων σε μεγάλες τάσεις. Μερικές φορές, ένα σύστημα RS 485 μπορεί να παρουσιαστεί σειριακά.

Πρώτα, ας μιλήσουμε για τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του RS 485. Για ένα βασικό RS 485 σύστημα, χρειαζόμαστε έναν I/O οδηγό για διαφορετικές εξόδους και έναν I/O δείκτη με διαφορετικές εισόδους. Συστήνεται στη γραμμή θόρυβος και επέμβαση, σ' αυτόν παρόλα αυτά αφού το σήμα διαβιβάζεται μέσω ενός στριμμένου ζευγαριού σύρματος, η διαφορά τάσης (μεταξύ A και B) αυτής της επέμβασης είναι σχεδόν μηδέν, εξαιτίας της διαφορικής λειτουργίας εισόδου του RS 485. Διαφορικοί είσοδοι αγνοούν διαφορικά γήινα δυναμικά του πομπού και του δέκτη. Αυτό είναι απαραίτητο για επικοινωνίες διαφορετικών συσκευών, όπου μεγάλα προβλήματα θα εμφανιζόταν ειδάλλως - π.χ. διαφορετικές πηγές ενέργειας κ.τ.λ. τα καλώδια Twisted pair, μαζί με σωστές λήξεις (για να αποκλείσει ανακλάσεις) επιτρέπουν αναλογία μεταφοράς στοιχείων τους πάνω των 100 Mbits με καλώδια άνω του 1 km

μήκος. Παρά τα τόσα πλεονεκτήματα τα RS 485 κυκλώματα είναι πιο σύνθετα και έτσι πιο ακριβά.

Σε ένα RS232 μη ισορροπημένο σύστημα μεταφοράς στοιχείων κάθε σήμα παρουσιάζεται από ένα επίπεδο τάσης με αναφορά στη γείωση. Η έκταση της ορίζεται μεταξύ -15 ως -5 V σε αρνητική κατάσταση και μεταξύ +5 ως +15 V σε θετική κατάσταση.

Σε μια ισορροπημένη διαφορική συσκευή ο πομπός δημιουργεί μια τάση μεταξύ 2 και 7 V (κατά προσέγγιση) μεταξύ των A και B εξόδων. Παρόλο που ο πομπός και ο δέκτης είναι συνδεδεμένοι με ένα συρμό γείωσης (GND) επίσης, ποτέ δεν χρησιμοποιείται για να καθορίσει λογικά επίπεδα στα A, B σύρματα. Αυτό συμπληρώνει την είδη συμπεραλαμβανομένη ανοχή διαφορετικών δυναμικών γείωσης του πομπού και δέκτη. Οι RS 485 μεταφορείς έχουν μία δυνατή είσοδο και επιτρέπουν να θέσουν τις εξόδους σε υψηλή κατάσταση δυσκολίας, επιτρέποντας πολλές συσκευές να μοιραστούν ένα μόνο TP.

Για σωστή λειτουργία του πομπού και του δέκτη απαιτείται ένας δρόμος σήματος επιστροφής μεταξύ της γείωσης των ιδιωτικών συσκευών απαιτείται. Αυτό γίνεται είτε από ένα τρίτο σύρμα, είτε γειώνοντας κάθε συσκευή (τρίτος πόλος στα κύρια κυκλώματα).

Αν ένα τρίτο (γείωσης) σύρμα χρησιμοποιείται, οι αντιστάσεις (κατά προτίμηση 1KΩ) πρέπει να είναι συνδεδεμένη σε σειρά για να αποκλείονται ανεπιθύμητα ρεύματα προκαλούμενα από δυνατές διαφορές γείωσης (διαφορές δυναμικού).

## 1.8 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ SCADA

Ένα από τα πιο βασικά τμήματα ενός ολοκληρωμένου συστήματος συλλογής και διαχείρισης δεδομένων, που προέρχονται από μετρήσεις μεγεθών σε εργαστηριακό ή βιομηχανικό περιβάλλον αποτελεί το σύστημα του Εποπτικού Ελέγχου και Συλλογής Δεδομένων (Supervisory Control and data Acquisition - SCADA). Οι βασικές λειτουργίες ενός τέτοιου συστήματος αυτοματισμού αφορούν στη δυνατότητα απόκτησης, αποθήκευσης και επεξεργασίας δεδομένων σχετικών με την υπό έλεγχο διαδικασία, καθώς και στη διαχείριση των δεδομένων αυτών ώστε να είναι δυνατή η διοχέτευση τους σε συνεργαζόμενα προγράμματα.

Οι θεμελιώδεις συναρτήσεις ενός SCADA συστήματος είναι οι ακόλουθες.

*Παρακολούθηση - Monitoring:* είναι η δυνατότητα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο των διαφόρων τύπων (formats) δεδομένων που είναι συνδεδεμένα με την ελεγχόμενη διαδικασία. Ένα SCADA σύστημα πρέπει να παρέχει κατ' ελάχιστον formats αριθμητικά, κειμένου - text και γραφικά.

*Έλεγχος - Control:* Ο όρος έλεγχος αναφέρεται στην μετάδοση εντολών ελέγχου προς το εποπτευόμενο σύστημα. Επίσης βασική είναι η δυνατότητα υλοποίησης αλγορίθμων, που εφαρμόζονται σε τιμές δεδομένων των ελεγχόμενων διαδικασιών. Σκοπός τους είναι η επιτήρηση συγκεκριμένων ορίων, που πρέπει να τηρούνται, καθώς και η λήψη αποφάσεων ή εκτέλεση ενεργειών σε «υψηλό» επίπεδο (εργοστασίου, επιχείρησης, κτλ).

*Εποπτικός Έλεγχος - Supervisory/ Control:* είναι η δυνατότητα παρακολούθησης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο συζευγμένη με την ικανότητα αλλαγής λειτουργικών παραμέτρων και τιμών μεταβλητών απ' ευθείας μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Η δυνατότητα αλλαγής τιμών δεδομένων μέσω του SCADA συστήματος προϋποθέτει την ανάθεση δικαιωμάτων στους διαφόρους χρήστες του συστήματος ανάλογα με την θέση που κατέχουν στη δομή της υπό έλεγχο διαδικασίας.

*Συναγερμοί - ALARMS:* είναι η δυνατότητα αναγνώρισης εξαιρετικών γεγονότων τα οποία λαμβάνουν χώρα στα πλαίσια της ελεγχόμενης διαδικασίας και αμέσου αναφοράς των γεγονότων αυτών. Η γέννηση συναγερμών συνδέεται με τη δυνατότητα καθορισμού ορίων εντός των οποίων πρέπει να βρίσκεται η τιμή ενός σήματος.

Οι παραπάνω συναρτήσεις αφορούν σε χειρισμό και επεξεργασία δεδομένων πραγματικού χρόνου. Πέραν του χειρισμού αυτού απαιτείται η ικανότητα *αποθήκευσης* των δεδομένων πραγματικού χρόνου και εξαγωγής αναφορών για μελλοντική ανάλυση. Πέραν της παρατήρησης ιστορικών δεδομένων, μια βασική ικανότητα του συστήματος αφορά τη δυνατότητα εξαγωγής αναφορών.

Η υλοποίηση όλων των ανωτέρω δυνατοτήτων απαιτεί την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος το οποίο έχει τις ακόλουθες βασικές λειτουργίες: τη συλλογή δεδομένων, τη διαχείριση δεδομένων, την παρουσίαση δεδομένων, την κωδικοποίηση χειριστών και την κωδικοποίηση μηχανών.

Η *συλλογή δεδομένων* απαιτεί την ύπαρξη ειδικών οδηγών για την επικοινωνία με τις διάφορων ειδών συσκευές τα δεδομένα των οποίων πρέπει να αποκτηθούν. Στην περίπτωση που διαφορετικές συσκευές μπορούν να περιγραφούν με ένα ενιαίο τρόπο δηλαδή όταν είναι διαλειτουργικές (*interoperable*) η απόκτηση δεδομένων πρέπει να γίνει σύμφωνα με ένα πρότυπο τρόπο που καθορίζεται από τα αναδυόμενα διεθνή πρότυπα.

Η *διαχείριση δεδομένων* αφορά στη χρήση μιας βάσης δεδομένων για την αποθήκευση δεδομένων πραγματικού χρόνου και την παροχή κατάλληλων εργαλείων για τον χειρισμό της. Πέραν της ενημέρωσης της βάσης η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος απαιτεί την ύπαρξη εργαλείων σχεδίασης και δημιουργίας της.

Η *παρουσίαση δεδομένων* αφορά στην παροχή στο χρήστη των ακόλουθων δυνατοτήτων:

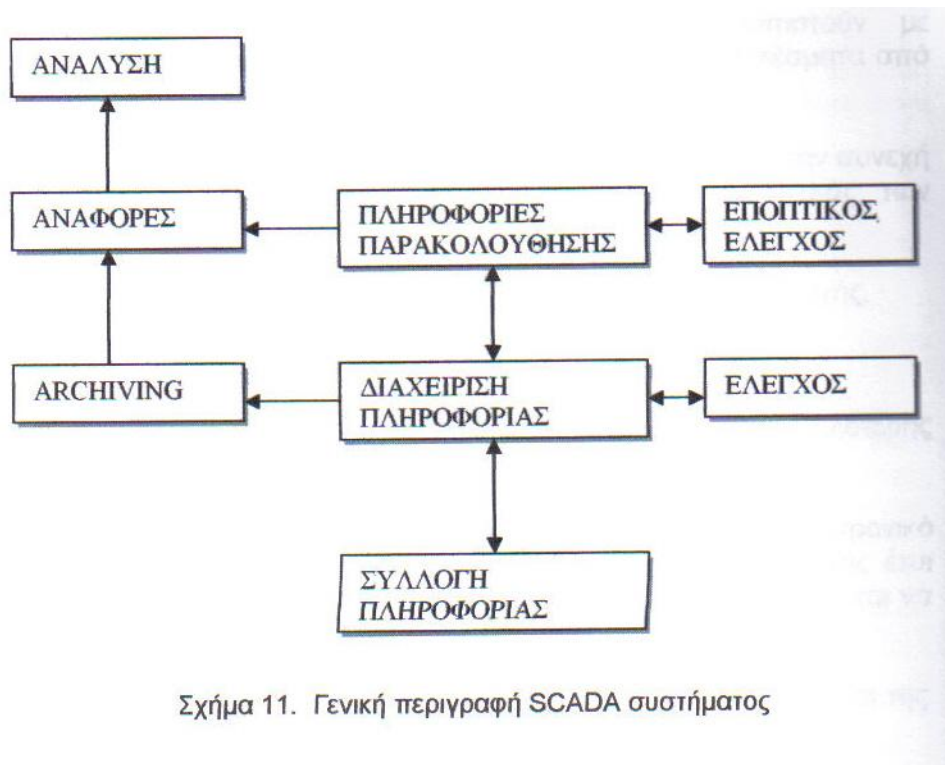
- § Σχεδίαση διαγραμμάτων οπτικοποίησης διαδικασιών τα οποία τροφοδοτούνται από τα δεδομένα πραγματικού χρόνου.



§ Πρόσβαση στα αποθηκευμένα ιστορικά στοιχεία και καταχώριση τους σε αρχεία (archiving).

§ Δημιουργία αναφορών (reports) τα οποία χρησιμοποιούν τα τρέχοντα δεδομένα πραγματικού χρόνου και τα αποθηκευμένα ιστορικά δεδομένα για να δημιουργήσουν για παράδειγμα γραφικές παραστάσεις πραγματικού χρόνου.

Στο παρακάτω σχήμα αναπαριστάται η γενική αρχιτεκτονική ενός SCADA συστήματος.



Σχήμα 11. Γενική περιγραφή SCADA συστήματος

- § *Κωδικοποίηση χειριστών:* Χρησιμοποιούνται επίσης για την κωδικοποίηση όλων των χειριστών της παραγωγής.
- § *Κωδικοποίηση μηχανών:* Τέλος χρησιμοποιούνται για την κωδικοποίηση των μηχανών, των κέντρων εργασίας και των γραμμών παραγωγής.

Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι Βιομηχανικές Επιχειρήσεις είναι τις περισσότερες φορές προβλήματα Ελέγχου Παραγωγής. Δηλαδή:

- § Μεγάλο κόστος παραγωγής.
- § Αδυναμία ελέγχου απόδοσης προσωπικού και εργασιακά προβλήματα.
- § Παραγωγή προϊόντων εκτός προδιαγραφών.
- § Έντονη και αναποτελεσματική χειρόγραφη παρακολούθηση της παραγωγής.
- § Λανθασμένη επιλογή εξοπλισμού ή κακή αξιοποίηση εξοπλισμού.

Όλα αυτά τα προβλήματα μπορούν να αντιμετωπιστούν με χαρακτηριστική ευκολία τα συστήματα SCADA. Τα αποτελέσματα από την χρήση τους είναι:

- § Η μείωση στους χρόνους παραγωγής των προϊόντων με την συνεχή καταγραφή στοιχείων και η αύξηση της αποδοτικότητας των εργαζομένων.
- § Η αύξηση της αξιοπιστίας και της τυποποίησης της παραγωγής.
- § Η εξασφάλιση υψηλότερων STANDARDS παραγωγής.
- § Η εξασφάλιση ελεγχόμενων συνθηκών για την επίτευξη υψηλότερης ποιότητας των προς παραγωγή προϊόντων.

§ Η δημιουργία ενός πληροφοριακού συστήματος σε ηλεκτρονικό υπολογιστή πάνω στις εφαρμοζόμενες συνθήκες παραγωγής έτσι ώστε να μελετηθούν οι επιρροές των μετρηθέντων μεγεθών και να βελτιστοποιηθούν οι συνθήκες παραγωγής.

§ Η ανάλογη μείωση των Γενικών Βιομηχανικών Εξόδων αλλά και της απασχόλησης των εργαζομένων στις γραμμές παραγωγής.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

### **2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ**

#### **2.1.1 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΒΑΡΟΣ.**

Το όργανο που χρησιμοποιούμε είναι ένας ηλεκτρονικός ανλυτής ενέργειας τριών φάσεων της γαλλικής εταιρίας “Chauvin Arnoux”.

Είναι μια φορητή συσκευή διαστάσεων 240 \* 180 \* 55 mm και βάρους 2,1 kg.

#### **2.1.2 ΠΑΡΟΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ.**

##### **§ AC**

Με έναν εσωτερικό προσαρμοστή κεντρικών αγωγών παροχή χρήσης : 85 – 265 Volt 50/60 hertz.

Μέγιστη ισχύς : 40 VA

##### **§ ΜΠΑΤΑΡΙΑ**

Επιτρέπει στη συσκευή να λειτουργεί σε περίπτωση διακοπής ρεύματος.

Τύπος : NiMH 3500 mAh

Έξοδος : 4 καλώδια (2 για probe)

Περιοχή τάσης : 9,6 Volt.

Χρόνος φόρτισης : 5 h.

Θερμοκρασία : 0 βαθμούς κελσίου έως 50.

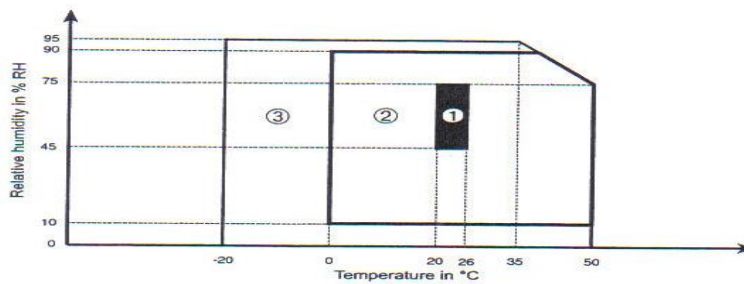
Θερμοκρασία επαναφόρτισης : από 10 έως 40 βαθμούς κελσίου.

Θερμοκρασία αποθήκευσης :

- -20 έως +50 (βαθμούς κελσίου) διάρκεια έως και 30 ημέρες.
- -20 έως +40 (βαθμούς κελσίου) διάρκεια απο 30 μέχρι 90 ημέρες.
- -20 έως +30 (βαθμούς κελσίου) διάρκεια από 90 ημέρες μέχρι ένα έτος.

## 2.2 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

### 2.2.1 ΠΕΡΙΒΑΝΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ



1. Σειρά αναφοράς.
2. Σειρά για τη χρήση.
3. Σειρά αποθήκευσης.

### 2.2.2 ΥΨΟΣ

Χρήση : 0 – 2000μ.

Αποθήκευση : 0 – 10000μ.

## 2.2.3 ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΑ ΔΙΕΘΝΗ ΠΡΟΤΥΠΑ

### 0.1 Electrical safety (as per NF EN 61010-1:2001)

- Double insulation
- Measurement category : III
- Pollution level : II
- Assigned voltage 600 V rms
- Inside use

### 0.2 Electromagnetic compatibility

- Immunity as per NF EN 61236-1 amend. 1,2 and 3.
- Radiation field resistance : as per IEC 1000-4-3.
- Electric shock resistance :as per IEC 1000-4-5.
- Emission as per NF EN 61236-1 amend. 1,2 and 3 class A.
- Electrostatic discharges : as per IEC 1000-4-2.
- Fast transients resistance as per IEC 1000-4-4.
- Conducted RF interference as per IEC 1000-4-6.
- Voltage interruption as per IEC 1000-4-11.

### 0.3 Mechanical protection

- Operating position :indifferent.
- If dropped as per NF EN 61010-1.
- Impermeability : IP 50 as per NF EN 60529 a1 (electrical IP 2x for the terminals).
- Rigidity as per NF EN 61010-1.

## 2.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

### 2.3.1 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Παράμετροι	Συνθήκες αναφοράς
Περιβαλλοντική θερμοκρασία	23 °C±3K
Υγρασία	45% RH
Ατμοσφαιρική πίεση	860-1060 hPa
Phase voltage	230V rms-110V rms ±2% (χωρίς dc)
Τρέχουσα τάση εισαγωγής κυκλωμάτων εκτός από Amp Flex	0.03V≤I≤In=1V rms χωρίς dc (<0.5%)
Amp Flex Τρέχουσα τάση εισαγωγής κυκλωμάτων	11.8mV≤I≤In=118 mV rms χωρίς dc (<0.5%)
Συχνότητα δικτύου	50-60 Hz ± 0.1 Hz
V/I μετατόπιση φάσης	0 βαθμοί ή 90 βαθμοί
Αρμονικές	<0.1%

### 2.3.2 ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Δειγματοληψία συχνότητας : 12.8 kHz ανά κανάλι στα 50 Hz (256 δείγματα ανά περίοδο).

### 2.3.3 ΤΑΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ

Περιοχή λειτουργίας – φάση – φάση 960 Vrms.

- φάση – ουδέτερος 480 Vrms.

Σύνθετη αντίσταση : 340 KΩ μεταξύ φάσης και ουδέτερου.

### 2.3.4 ΡΕΥΜΑ ΕΙΣΟΔΟΥ

Περιοχή λειτουργίας : 0 – 1 V.

Σύνθετη αντίσταση : 100 KΩ μεταξύ φάσης και ουδέτερου.

## 2.3.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΧΩΡΙΣ ΤΟΥΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Measurement		Measuring Range		Display Resolution	Error in the reference range
		Minimum	Maximum		
Frequency		40Hz	69Hz	0,01Hz	$\pm(0,01\text{Hz})$
Single TRMS Voltages		6V	480V	0,1V	$\pm(0,5\%+0,2\text{V})$
TRMS Composite Voltages		10V	960V	0,1V	$\pm(0,5\%+0,2\text{V})$
DC Voltages		6V	680V	0,1V	$\pm(1\%+0,5\text{V})$
TRMS Current	Other than AmpFLEX	$I_{\text{nom}} \div 1000$ [A]	$1,2 \times I_{\text{nom}}$ [A]	0,1A $I < 1000\text{A}$	$\pm(0,5\%+0,2\text{A})$
				1A $I \geq 1000\text{A}$	$\pm(0,5\%+1\text{A})$
	AmpFLEX	10A	6500A	0,1A $I < 1000\text{A}$	$\pm(0,5\%+1\text{A})$
				1A $I \geq 1000\text{A}$	
DC Currents (clamp meter PAC)		1A	1700A <sup>(1)</sup>	0,1A $I < 1000\text{A}$	$\pm(1\%+1\text{A})$
				1A $I \geq 1000\text{A}$	

## 2.3.6 ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΧΡΗΣΗΣ

- § Συχνότητα : 40 με 70 Hz.
- § Αρμονικές : THD ( I ) : 0 – 40%.
- § THD ( V ) : 0 - 20 %.
- § Μαγνητικό πεδίο 0 με 400 A / m.
- § Ηλεκτρικό πεδίο : 0 με 3 V / m.
- § Σχετική υγρασία : 10 με 90 % χωρίς συμπύκνωση.



## 2.4 ΣΤΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΝΤΑΙ

Καλώδια : Φόρτισης της συσκευής

Σύνδεσης της συσκευής με τον υπολογιστή

Σύνδεσης της συσκευής με το υπό μέτρηση αντικείμενο

Εγχειρίδιο οδηγιών

2 CD : software σύνδεσης με τον υπολογιστή

ηλεκτρονική μορφή εγχειρίδιο οδηγιών

## 2.5 ΑΝΑΛΥΣΗ

1. Εκθεση σε LCD έγχρωμη οθόνη με γραφικές παραστάσεις επιλεγμένες από παραστάσεις του δικτύου, οι οποίες βασίζονται στο νούμερο 5 χρησιμοποιώντας τα αντίστοιχα πλήκτρα.
2. Εξι διαφορετικά πλήκτρα για την αλλαγή καταστάσεων και λειτουργιών στην οθόνη.
3. 4 πλήκτρα που επιτρέπουν σ το χρήστη να:  
Έχει πρόσβαση στη διαμόρφωση των παραμέτρων.

Αποθηκεύει τα αποτελέσματα, αλλά και να έχει πρόσβαση σε ήδη αποτελέσματα που βρίσκονται αποθηκευμένα στη μνήμη.

Εκτύπωση των αποτελεσμάτων.

Βοήθεια σε όποια γλώσσα επιθυμεί ο χρήστης.

4. ON / OFF πλήκτρο
5. Πλήκτρα που μπορεί να επιλέξει ο χρήστης κάθε στιγμή:  
Μετάβαση : επίδειξη γραφικών εκκίνησης και στάσης μηχανών.

Αρμονικές : παρουσίαση τάσεως, ισχύος και ρεύματος

Προσδιορισμός αρμονικών που προέρχονται από μη γραμμικά φορτία.

Ανάλυση των προβλημάτων που προέρχονται από τις αρμονικές σύμφωνα με την τάξη τους.

Κυματομορφές : παρουσίαση των κυματομορφών τάσεως και ρεύματος ή φορέων που χρησιμοποιούνται για αναγνώριση παραμορφωμένων σημάτων, επίδειξη πλάτους της φάσης για ασύμμετρη τάση και ρεύμα.

W ισχύς / ενέργεια : παρουσίαση των επιπέδων της ισχύος και των παραμέτρων (π.χ. συντελεστής ισχύος , μετατόπιση και εφαπτόμενες ), μέτρηση ενέργειας, μετρήσεις και στα 4 τεταρτημόρια για διακριτά αποτελέσματα σε παραγόμενη / καταναλισκόμενη πραγματική ενέργεια και επαγωγική / χωρητική άεργος ισχύς.

Καταγραφή : αναπαράσταση σε σχέση με το χρόνο ως ιστόγραμμα ή καμπύλη, της μέσης τιμής της ισχύος ή της μέσης τιμής οποιασδήποτε άλλης παραμέτρου, Έλεγχος σταθερότητας τάσης

Διαχείριση της ισχύος που καταναλώνεται και που παράγεται

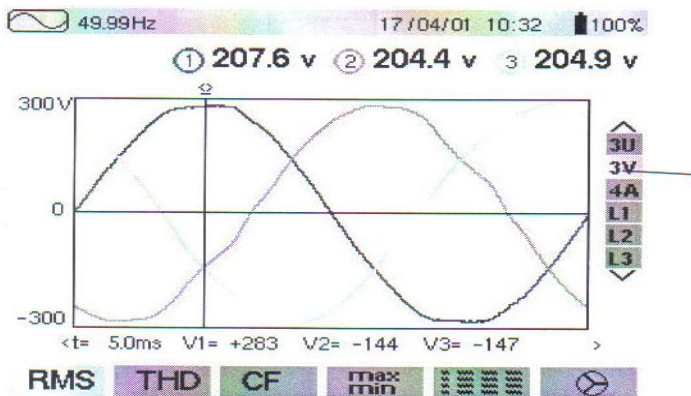
Έλεγχος των αρμονικών

Ηχητική σήμανση (συναγερμός) : λίστα με ηχητική σήμανση που έχουν καταγραφεί σύμφωνα με τις στάθμες αναφοράς που έχουν προγραμματιστεί κατά την εγκατάσταση.

6. 4 πλήκτρα που εναργοποιούν τον κέρσορα για την επιλογή των δεδομένων.
7. Πλήκτρο επικύρωσης.
8. Σύνδεση με το δίκτυο (ΔΕΗ).

9. IR RS 232 έξοδος 2 κατευθύνσεων, για τη μεταφορά δεδομένων σε PC ή εκτυπωτή.
- 10.4 είσοδοι τάσης στο επάνω μέρος του οργάνου.
- 11.3 είσοδοι για αμπερόμετρο.
12. προστατευτική θήκη.

## 2.6 DISPLAY



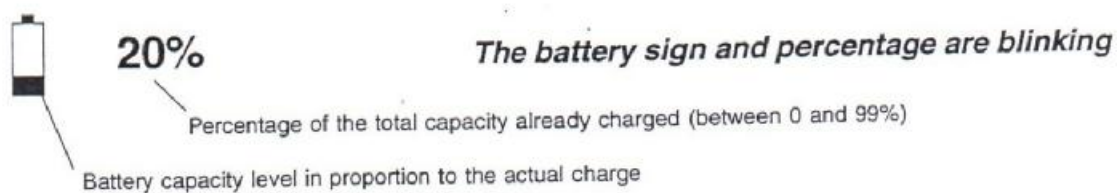
### 2.6.1 ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΗ ΣΥΣΚΕΥΗ

- § Display mode
- § Μέτρηση της συχνότητας του δικτύου
- § Χωρητικότητα μνήμης
- § Τρέχουσα ημερομηνία και ώρα
- § Φόρτιση μπαταρίας

## 2.6.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ ΤΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ.

1. Φόρτιση μπαταρίας (ποσοστό επί τοις %).
2. Πλήρως φορτισμένη μπαταρία.
3. Η μπαταρία αποφορτίζεται.
4. Η μπαταρία έχει αποφορτιστεί πλήρως.
5. Καινούργια μπαταρία (άγνωστο ποσοστό) φορτίζει.
6. Καινούργια μπαταρία (άγνωστο ποσοστό) αποφορτίζεται.

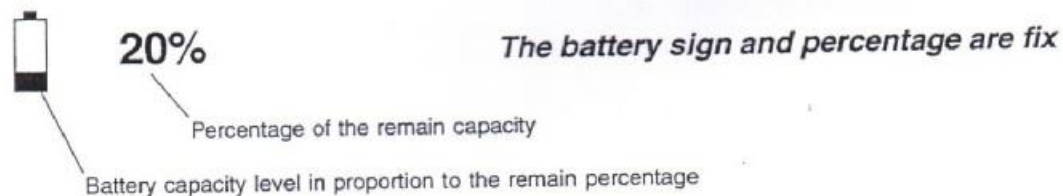
### 1. Battery charging



### 2. Battery full (End of charge or begin of discharge)



### 3. Battery discharging



4. Battery empty discharging



0%

*The battery sign and percentage are fix*

5. New battery charging



?

*The battery sign and percentage are blinking*

Interrogative point showing unknown capacity level

Fix battery capacity level

6. New battery discharging



?

*The battery sign and percentage are fix*

Interrogative point showing unknown capacity level

Fix battery capacity level

## 2.7 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΠΛΗΚΤΡΩΝ

Για να διευκολύνουμε την περιγραφή των πλήκτρων τα οποία είναι ταυτοποιημένα με φωτογραφίες θα τα αριθμίσουμε.



Η αριθμηση στις ομάδες αριθμών έχει γίνει από αριστερά προς τα δεξιά και από πάνω προς τα κάτω. Στο εξής η άνω φωτογραφία θα χρησιμεύει ως χάρτης της συσκευής και όταν θα θέλουμε να αναφερθούμε σε ένα πλήκτρο θα το αναφέρουμε με τον αριθμό του.

## 2.8 ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ

### 2.8.1 ΑΝΑΜΑ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ

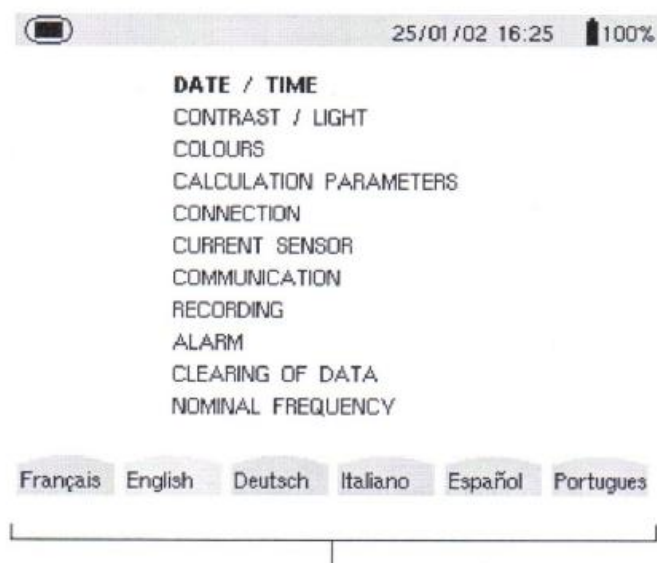
Το όργανο ανάβει πατώντας παρατεταμένα το πλήκτρο (13)

Ανάβοντας μας μεταφέρει σε οθόνη μετρήσεων, αλλά για να είμαστε έτοιμοι να πάρουμε μετρήσεις πρέπει να κάνουμε αρχικές ρυθμίσεις στο όργανο.

Μεταβαίνουμε στο μενού ρυθμίσεων πατώντας το πλήκτρο (9).

### 2.8.2 ΠΛΗΚΤΡΟ ΡΥΘΜΙΣΕΩΝ (9)

Σε αυτό το μενού υπάρχουν τα ακόλουθα υπομενού.



Με τα βελάκια και το πλήκτρο εισόδου (7) μας δίνεται η δυνατότητα εισόδου στο κάθε υπομενού καθώς και της τροποποίησής του.

Με τα έξι κίτρινα πλήκτρα επιλέγουμε τη γλώσσα που θα επικοινωνεί η συσκευή με το χρήστη. Κάθε πλήκτρο αντιστοιχεί σε μια γλώσσα η οποία

βρίσκεται ακριβώς από πάνω του, και μπορούμε να επιλέξουμε μεταξύ της γαλλικής, αγγλικής, γερμανικής, ιταλικής, ισπανικής, και πορτογαλλικής γλώσσας.

#### 2.8.2.1 DATE / TIME

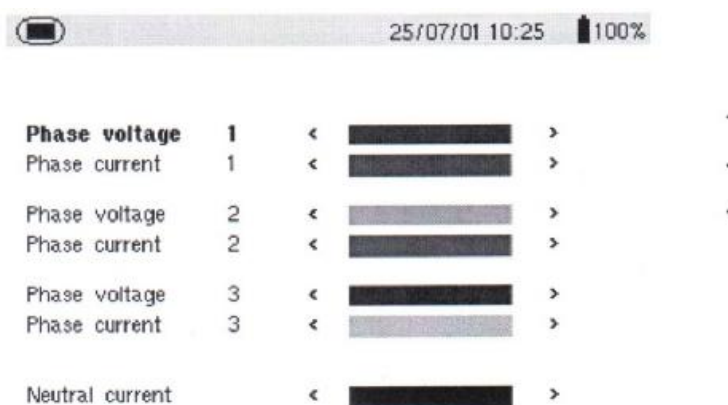
Μας δίνεται η δυνατότητα ρύθμισης της ημερομηνίας και της ώρας καθώς και ο τρόπος με τον οποίο θα εμφανίζονται αυτές. Σε αυτό το μενού όπως και στα υπόλοιπα η ρύθμιση καθώς και η επικυρωσή της γίνονται με το πλήκτρο εισόδου (7).

#### 2.8.2.2 CONTRAST / LIGHT

Σε αυτό το μενού μας δίνεται η δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινότητας “brightness” και της αντίθεσης “contrast” της οθόνης του αναλυτή.

#### 2.8.2.3 COLOURS

Σε αυτό το μενού μας δίνεται η δυνατότητα ρύθμισης των χρωμάτων των κυματομορφών που απεικονίζονται στην οθόνη και αναπαριστούν : τις τάσεις των τριών φάσεων ,τα αντίστοιχα ρεύματα καθώς και το ρεύμα του ουδετέρου.



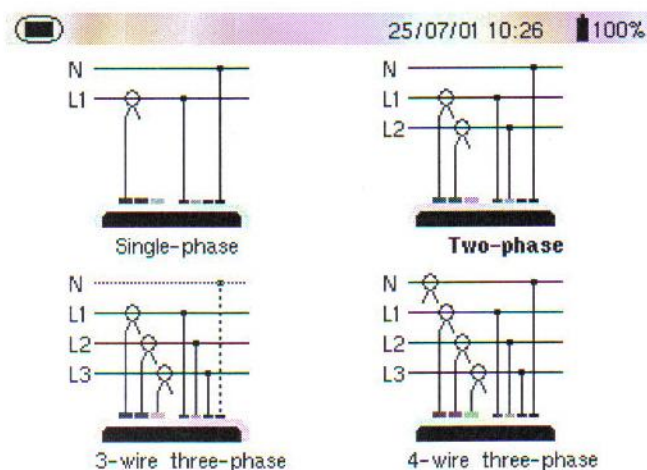


#### 2.8.2.4 CALCULATION PARAMETERS

Σε αυτό το μενού μας δίνεται η δυνατότητα επιλογής του τρόπου υπολογισμού των μεγεθών που δεν μετρά το όργανο, αλλά υπολογίζει αν θα γίνεται με τη χρήση αρμοσικών ή όχι.

#### 2.8.2.5 CONNECTION

Εδώ διαλέγουμε τον τρόπο προσωρινής σύνδεσης του οργάνου με τον πίνακα που είναι υπό μέτρηση.



#### Υπάρχουν τέσσερις δυνατοί τρόποι:

Σε μονοφασικό πίνακα σύνδεση φάσης και ουδετέρου.

- § Σύνδεση δύο φάσεων και ουδετέρου.
- § Σύνδεση τριών φάσεων χωρίς ουδέτερο.(συνδεσμολογία τριγώνου).
- § Σύνδεση τριών φάσεων και ουδετέρου.(συνδεσμολογία αστέρα).Το ρεύμα του ουδετέρου δεν υπολογίζεται και είναι υποχρεωτικό να συνδέσουμε ουδέτερο για να πάρουμε τις τιμές της ισχύος ανά φάση.

§ Συνήθως σε πίνακες τριών φάσεων επιλέγουμε την τελευταία επιλογή η οποία έχει σύνδεση ουδετέρου με αποτέλεσμα το όργανο να είναι λειτουργικό και σε συμμετρικά και σε ασύμμετρα φορτία.

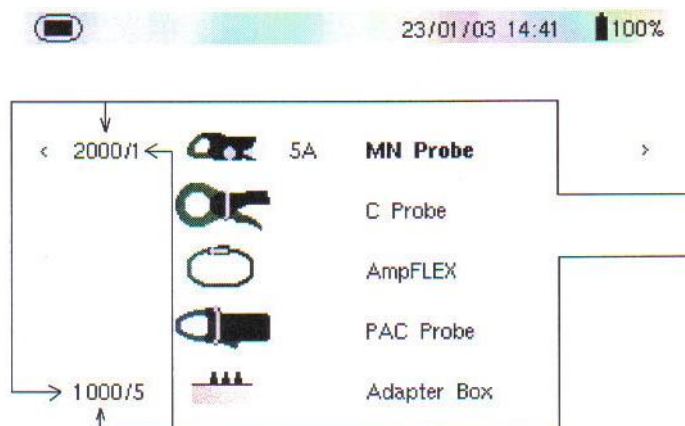
Προσοχή! Η V1 πρέπει να είναι συνδεδεμένη με οποιοδήποτε τύπο σύνδεσης, απο τη στιγμή που το display είναι συγχρονισμένο με τη V1 και τη συχνότητα του δικτύου απο την τάση V1.

§ Συγχρονισμός της εμφάνισης των καμπυλών στην επιλογή των κυματομορφών.

Επιλογή στο display	Παραπομπή στο κανάλι για συγχρονισμό
3U	U1
3V	V1
4A/3A	A1
L1	V1
L2	V2
L3	V3

### 2.8.2.6 CURRENT SENSOR

Σε αυτή την επιλογή διαλέγουμε τον αισθητήρα ρεύματος (αμπεροτσιμπίδα) που έχουμε στη διαθεσή μας για να συνδέσουμε στο όργανο. Στο συγκεκριμένο πακέτο έχουμε τα “probes” αμπεροτσιμπίδες MN probe.



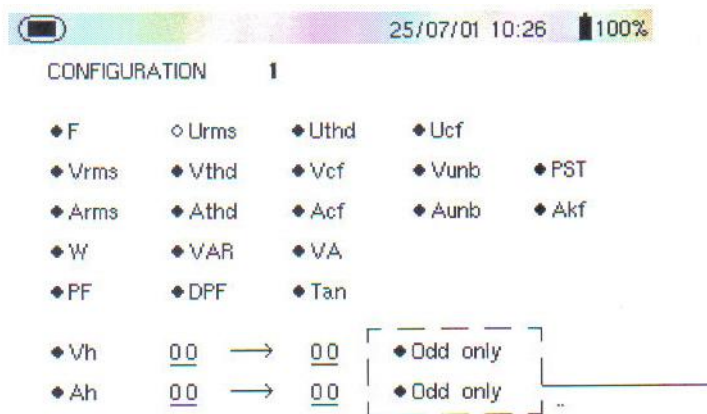
Για να πάρουμε μετρήσεις θα πρέπει αφού ορίσουμε τον αισθητήρα να θέσουμε στο όργανο τα ρεύματα στο πρωτεύον και στο δευτερεύον της αμπεροτσιμπίδας.

### 2.8.2.7 COMMUNICATION

Σε αυτό το υπομενού έχουμε τη δυνατότητα να ρυθμίσουμε την ταχύτητα ρυθμού μεταφοράς των δεδομένων του ηλεκτρονικού αναλυτή με τον υπολογιστή. Μπορούμε να επιλέξουμε μεταξύ των τιμών : 2400, 4800, 7200, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200.

Για την μεταφορά των δεδομένων μεταξύ του QUALISTAR και του υπολογιστή, οι ταχύτητες επικοινωνίας πρέπει να είναι ίδιες και στα δύο.

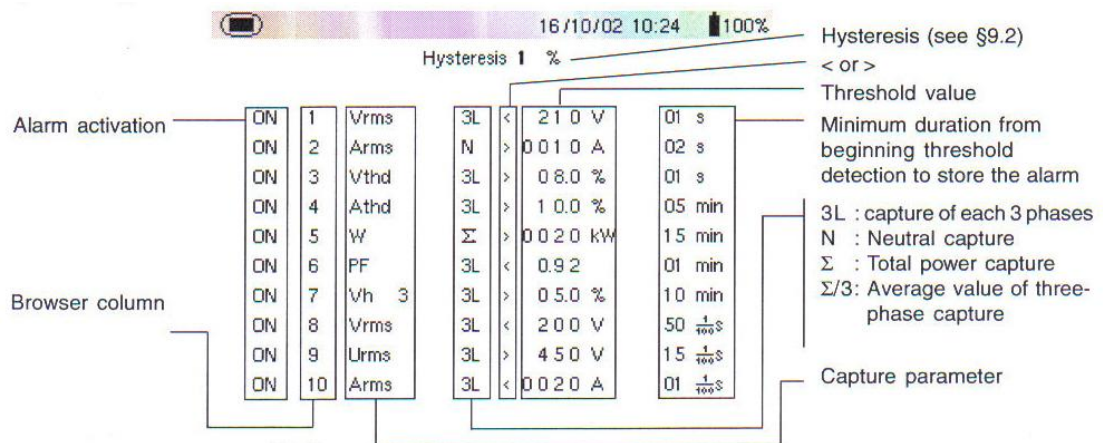
### 2.8.2.8 RECORDING



Σε αυτό το υπομενού ρυθμίζουμε τα μεγέθη τα οποία θέλουμε να καταγράψει η συσκευή κατά την περίοδο καταγραφής και έχουμε τη δυνατότητα να δημιουργήσουμε τέσσερις ομάδες όπου η κάθε μία θα περιέχει συνδυασμό μεγεθών προς καταγραφή έτσι ώστε να μπορούμε να επιλέξουμε μία από τις τέσσερις πλέον έτοιμες ομάδες μεγεθών.

## 2.8.2.9 ALARM

Στο μενού αυτό επιλέγουμε συναγερμό για κάποιο μέγεθος και θέτουμε στη συσκευή σε ποιά τιμή του να ενεργοποιηθεί.



Έχουμε τη δυνατότητα να επιλέξουμε μεταξύ δέκα διαφορετικών συναγερμών.

## 2.8.2.10 CLEARING OF DATA

Αυτή η εντολή διαγράφει τη μνήμη της συσκευής.

## 2.8.2.11 NOMINAL FREQUENCY

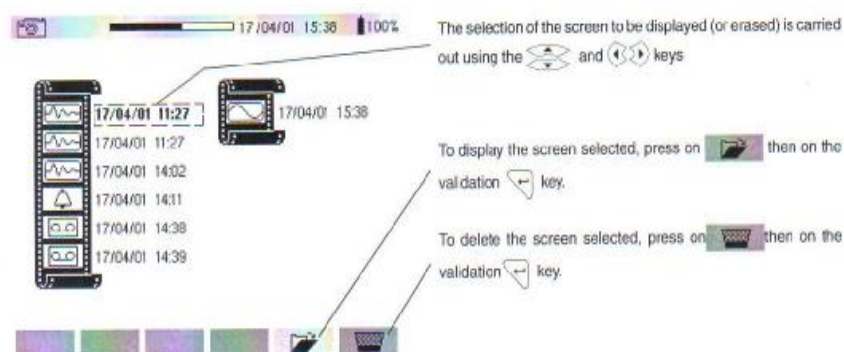
Σε αυτό το μενού καθορίζουμε τη συχνότητα του δικτύου μεταξύ των προκαθορισμένων τιμών των 50 hz και 60 hz.

### 2.8.3 ΠΛΗΚΤΡΟ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ( 10 )

Η συσκευή αυτή έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύσει μια απεικόνιση της οθόνης “φωτογραφία”.

Για να αποθηκεύσει μια φωτογραφία η συσκευή πατάμε παρατεταμένα το πλήκτρο 10 μέχρις ότου στο πάνω αριστερό μέρος της οθόνης να εμφανιστεί στιγμιαία η φωτογραφική μηχανή.

Πατώντας μια φορά το πλήκτρο 10 μεταβαίνουμε στη μνήμη του οργάνου.



Από εκεί μπορούμε να ανασύρουμε και να δούμε μια φωτογραφία πατώντας το πλήκτρο ( 7 ) ή να τη σβήσουμε με το πλήκτρο ( 6 ) και πάλι το ( 7 ).

### 2.8.4 ΠΛΗΚΤΡΟ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ ( 11 )

Η συσκευή έχει τη δυνατότητα απευθείας σύνδεσης με εκτυπωτή. Πατώντας το πλήκτρο εκτύπωσης ( 11 ) μία φορά η συσκευή εκτυπώνει ότι βλέπουμε στην οθόνη μας.

### 2.8.5 ΠΛΗΚΤΡΟ ΒΟΗΘΕΙΑΣ ( 12 )

Το πλήκτρο ( 12 ) μας μεταβαίνει σε μενού βοήθειας όπου εξηγεί τις συντομογραφίες των μεγεθών που μετράει.

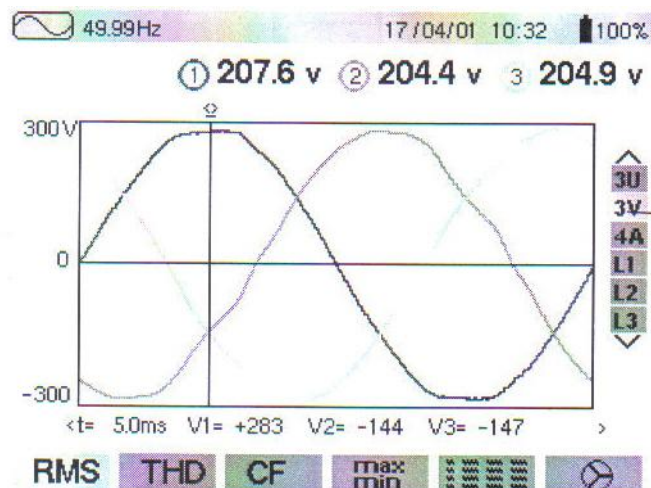
?	27/07/01 15:34 100%
PF...	Display of PF, DPF and Tan
W	Active power
Wh	Active energy consumed
VAR	Reactive power
VARh	Reactive energies consumed
VA	Apparent power
VAh	Apparent energy consumed
	Start of cumulated energy metering
	End of cumulated energy metering
	Reinitialization of cumulated energy metering
	Choice of measurement target (3L,L1,L2,L3,Sigma)

## 2.9 ΤΡΟΠΟΙ ΕΠΙΔΕΙΞΗΣ

### 2.9.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΜΑΤΟΜΟΡΦΩΝ

Μπορούμε να μεταβούμε στην οθόνη αυτή με το πλήκτρο ( 16)

Στην οθόνη αυτή έχουμε τη δυνατότητα να δούμε μια πληθώρα επιλογών και μετρήσεων του οργάνου. Με τα βελάκια κατεύθυνσης ( 8 ) μπορούμε να μεταβούμε στις εξής κυματομορφές επίδειξης καθώς και στις τιμές τους.



- 3 U τρεις πολικές τάσεις
- 3 V τρεις φασικές τάσεις
- 4 A τρία φασικά ρεύματα και το ρεύμα του ουδέτερου
- L 1 τάση και ρεύμα φάσης 1
- L 2 τάση και ρεύμα φάσης 2
- L 3 τάση και ρεύμα φάσης 3

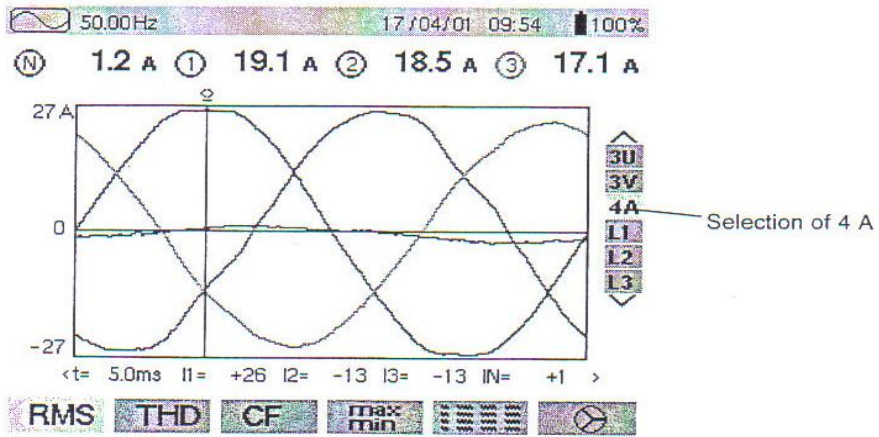
Βέβαια τα παραπάνω εξαρτώνται από τον τρόπο προσωρινής σύνδεσης πίνακα που επιλέξαμε στις αρχικές ρυθμίσεις καθώς και από το αν ο πίνακας είναι μονοφασικός ή τριφασικός.

Με τα πλήκτρα 1 – 6 μπορούμε να δούμε τα εξής χαρακτηριστικά των παραπάνω μετρούμενων μεγεθών.

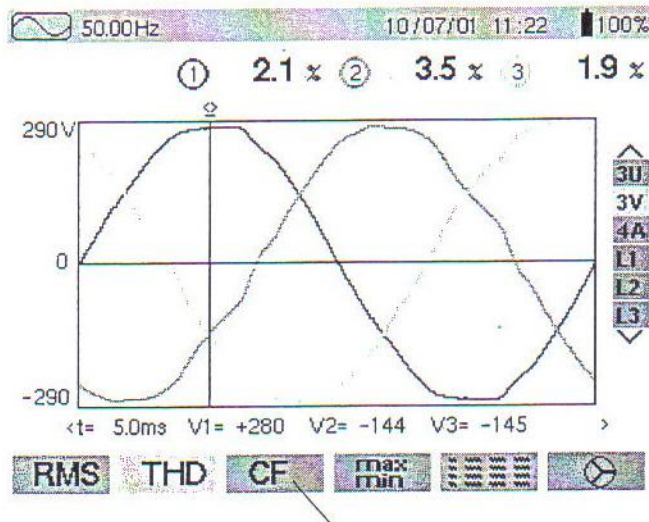
- ∅ RMS τιμές
- ∅ THD ολική αρμονική παραμόρφωση
- ∅ CF crest factor – συντελεστής κορυφής
- ∅ Max – min μέγιστες και ελάχιστες τιμές, μεσοί όροι αυτών καθώς και θετικές και αρνητικές κορυφές των μεγεθών.
- ∅ Rms dc thd  
Cf pst df
- ∅ Διαγράμματα διαδοχής φάσεων

Έτσι έχουμε τις παρακάτω εικόνες.

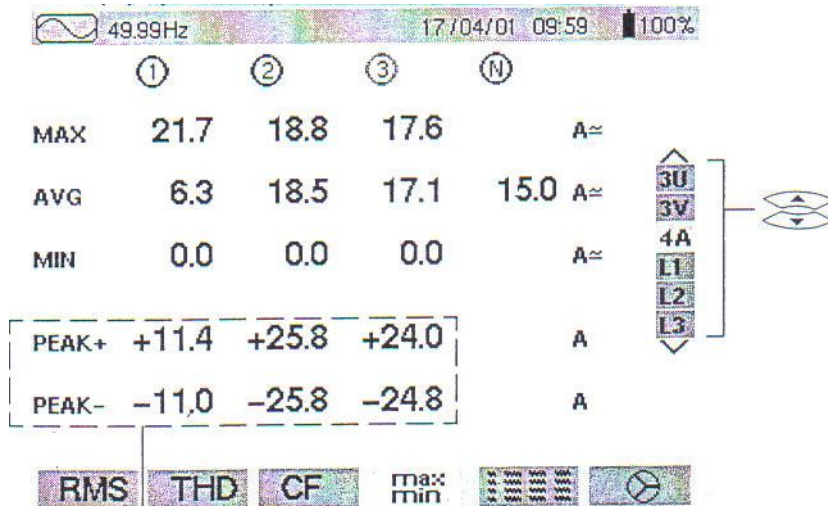
Μέτρηση του RMS ρεύματος στις τρεις φάσεις και στον ουδέτερο (4 καλώδια σε τριφασικό σύστημα).



Μέτρηση των συντελεστών THD για την τάση.



Μέτρηση των ακραίων και των μέσων τιμών.

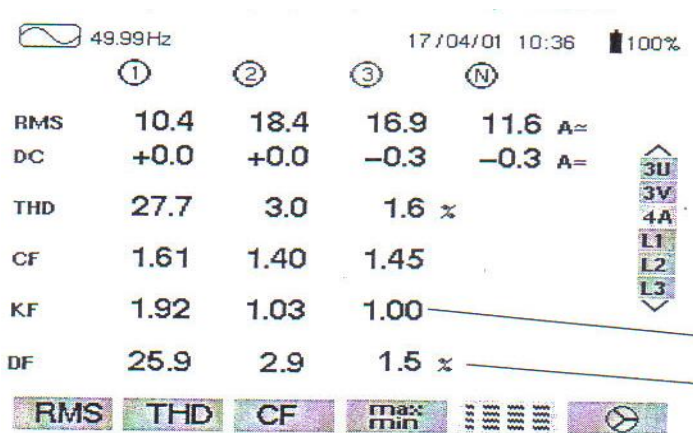




Επιλέγουμε με τους κέρσορες μεταξύ των τάσεων ή των ρευμάτων καθώς και συνδυασμού αυτών ανα φάση έτσι ώστε να πάρουμε ελάχιστες και μέγιστες τιμές για το ρεύμα ή την τάση.

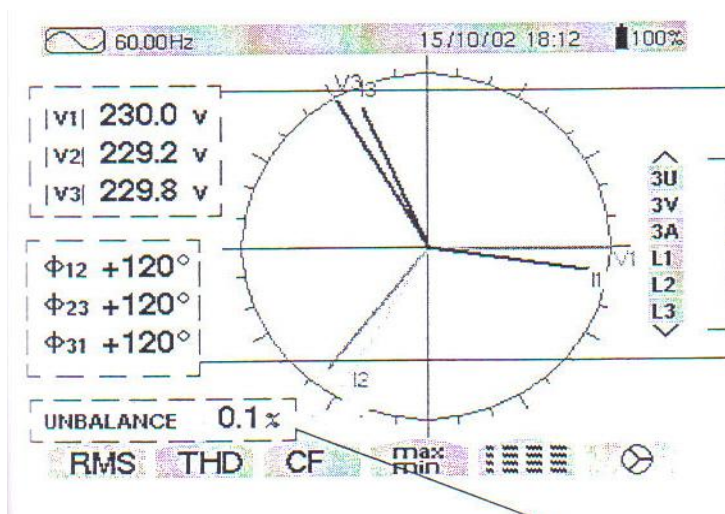
Ταυτόχρονη επίδειξη όλων των διαφορετικών τρεχουσών μετρήσεων.

Σύνολο των παραμέτρων RMS, DC, THD, KF.



Ο συντελεστής K αφορά μόνο το ρεύμα. Ομοίως η ταλάντωση αφορά μόνο την τάση.

Εμφάνιση του διαγράμματος Fresnel ή των διανυσμάτων.

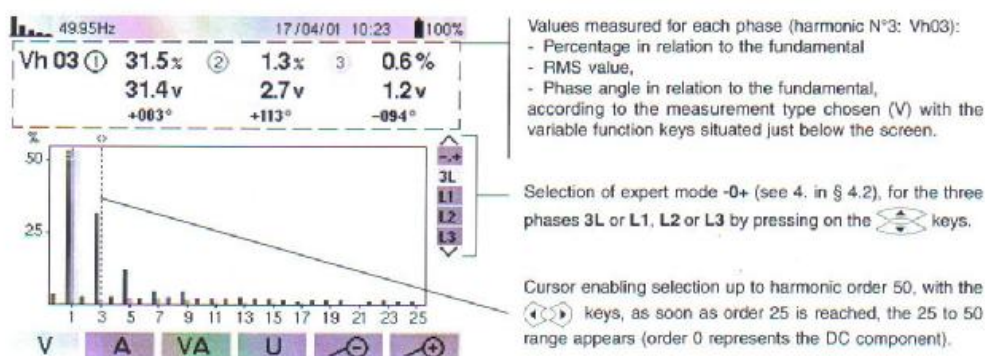


Σχήμα:

- § Απόλυτη τιμή της τάσης ή του ρεύματος στη θεμελιώδη συχνότητα.
- § Επιλογή του διαγράμματος Fresnel στο display.
- § Φ12 : αντιστοιχεί στη μετατόπιση φάσης του καναλιού 1 έναντι 2.
- § Φ23 : αντιστοιχεί στη μετατόπιση φάσης του καναλιού 2 έναντι 3.
- § Φ31 : αντιστοιχεί στη μετατόπιση φάσης του καναλιού 3 έναντι 1.

## 2.9.2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΡΜΟΝΙΚΩΝ

Πατώντας το πλήκτρο ( 15 ) μεταβαίνουμε στην περιοχή της αρμονικής ανάλυσης και μετρήσεων.



(Σε αυτό το μενού χρησιμοποιώντας τα πλήκτρα 1 – 6 μπορούμε να δούμε τα αντίστοιχα μεγέθη.)

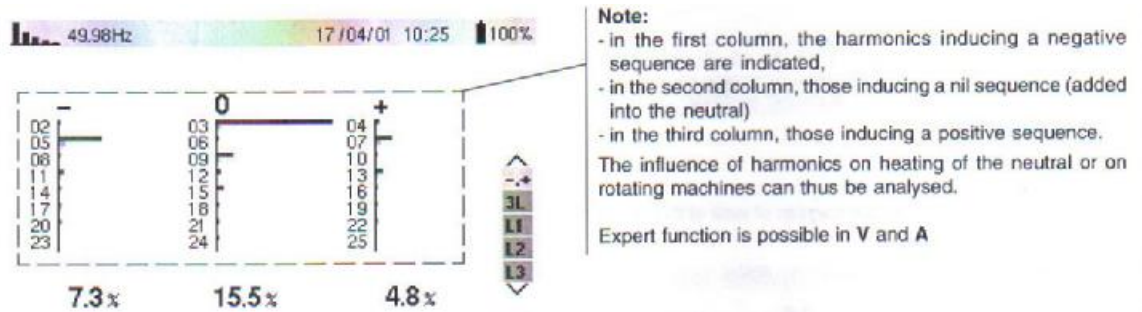
- § 1 V Μονοφασική ανάλυση τάσης.
- § 2 A Ανάλυση ρεύματος.
- § 3 VA Ανάλυση φαινόμενης ενέργειας.
- § 4 U Ανάλυση τάσης από φάση σε φάση.
- § 5 Αρνητική εστίαση (zoom).
- § 6 Θετική εστίαση (zoom).

Με τα βελόνια μπορούμε να κάνουμε επιλογή μέτρησης ανάμεσα :

- § 3L τρεις φάσεις
- § L1 φάση 1
- § L2 φάση 2
- § L3 φάση 3
- § /+ αρμονική τάξης ν.

Σε αυτή την περιοχή μετρήσεων έχουμε τη δυνατότητα να δούμε την τάση και το ρεύμα σε κάθε τάξης αρμονική. Ποσοστό της εξεταζόμενης αρμονικής σε σχέση με τη βασική αρμονική, την rms τιμή της, τη φασική γωνία της σε σχέση με τη βασική αρμονική καθώς και την τιμή thd.

### Επίπεδο + / - αρμονική τάξης ν

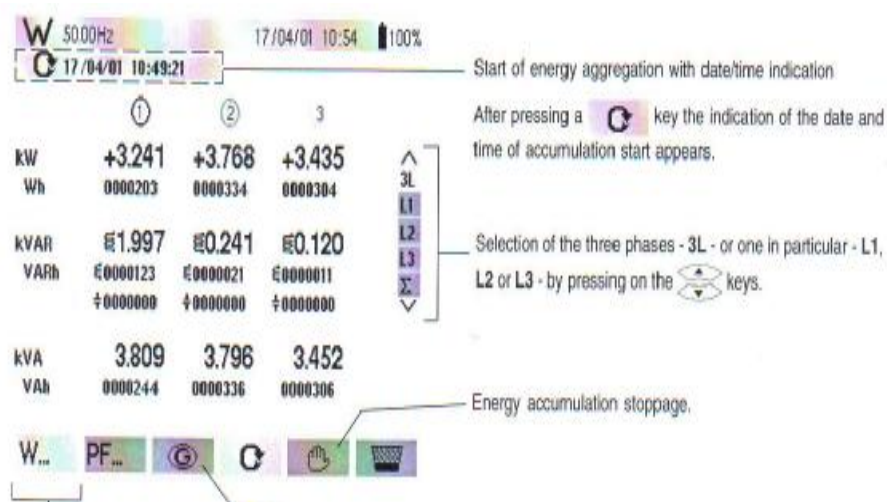


- Στην πρώτη σειρά είναι οι αρμονικές αρνητικής ακολουθίας.
- 0 Στην δεύτερη σειρά είναι οι αρμονικές μηδενικής ακολουθίας ( που προστίθενται στον ουδέτερο.)
- + Στην τρίτη σειρά είναι οι αρμονικές θετικής ακολουθίας.

Σε αυτό το επίπεδο μπορεί να αναλυθεί η επίπτωση των αρμονικών στις στρεφόμενες μηχανές καθώς και στη θέρμανση του ουδετέρου.

## 2.9.3 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΙΣΧΥΟΣ

Μεταβαίνουμε σε αυτό το επίπεδο μετρήσεων πατώντας το πλήκτρο 19.



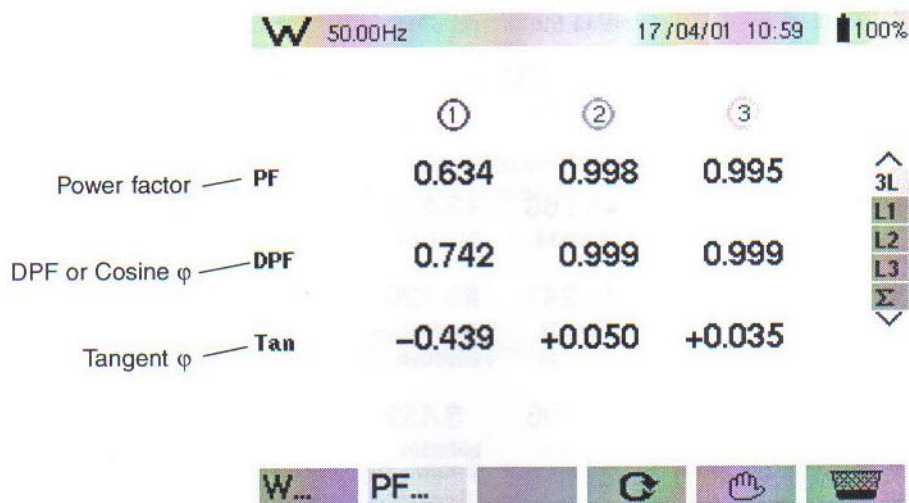
Στην περιοχή αυτή μπορούμε να μετρήσουμε :

- § Ενεργό τιμή ενέργειας : παραγόμενη και καταναλισκόμενη.
  - ( θετική και αρνητική)
- § Ενεργό ισχύ : χωρητική και επαγωγική.
- § Φαινόμενη ισχύ.
  
- § Για να αρχίσει η συνάθροιση πιέζουμε το πλήκτρο 4 , η ημερομηνία και η ώρα εμφανίζονται στο αριστερό μέρος της οθόνης.
  
- § Για να σταματήσει η συνάθροιση, πιέζουμε το πλήκτρο 5
  
- § Για να μηδενίσουμε τους μετρητές πατάμε το πλήκτρο 6.

Η συσκευή μας δίνει τη δυνατότητα ρύθμισης των μονάδων μέτρησης σε W, VA, VAR Ή KW, KVA, KVAR. Επίσης μπορεί να μεταπηδήσει σε άλλους τρόπους επίδειξης χωρίς την παύση της συνάθροισης.

## 2.9.4 ΠΛΗΚΤΡΟ PF

Σε αυτή την επιλογή παρουσιάζονται οι συντελεστές PF, DPF, tan στις τρεις φάσεις, ανά φάση ή και συνολικά.



## 2.9.5 ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΠΛΗΚΤΡΟ 14

Επίδειξη γραφικών εκκίνησης/στάσης μηχανών.

Οι μεταβάσεις αφορούν τις καμπύλες. Όλα τα κανάλια αποθηκεύονται στη μνήμη για κάθε μετάβαση (ανεξάρτητα από τη σύνδεση). Είναι δυνατό να αποθηκευθούν στη μνήμη μέχρι 50 μεταβάσεις.

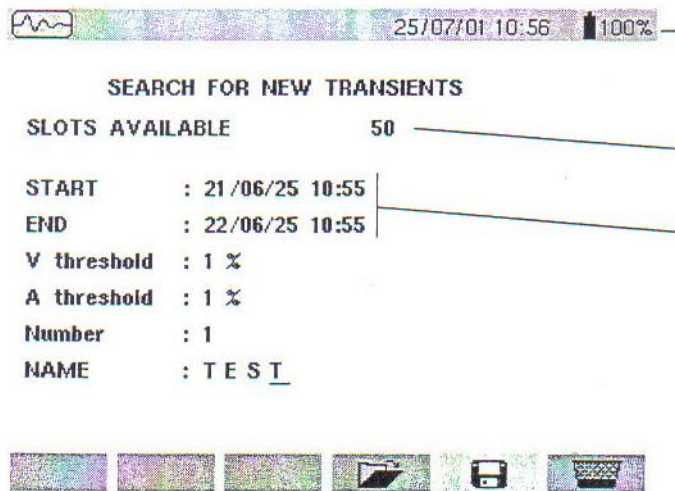
Τα πλήκτρα επιτρέπουν στο χρήστη:

- § Την αναζήτηση μιας προγραμματισμένης μετάβασης.
- § Την αναζήτηση μιας υπάρχουσας μετάβασης.
- § Την διαγραφή μιας υπάρχουσας μετάβασης.

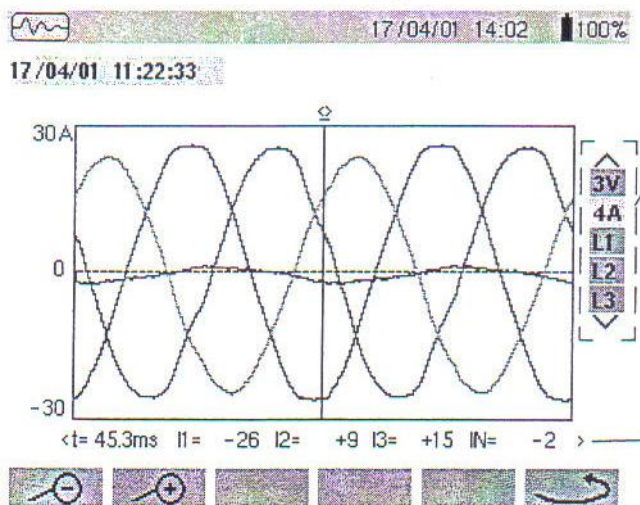
Για να βρεθούμε στην παρακάτω εικόνα πρέπει να πατήσουμε το πλήκτρο δισκέτας και μας εμφανίζει μια προγραμματισμένη μετάβαση.

Όπως βλέπουμε υπάρχει η δυνατότητα προγραμματισμού της χρονικής διάρκειας της εγγραφής της μετάβασης όπου στο παραδειγμά μας είναι διάρκειας 24 ωρών.

Επίσης γράφουμε το όνομα που θέλουμε να δώσουμε στη μετάβασή μας.



Με το πλήκτρο του φακέλου εμφανίζονται οι αποθηκευμένες μεταβάσεις, και με το πλήκτρο του κάδου μπορούμε να διαγράψουμε την επιλεγμένη.



Στην παραπάνω εικόνα παρουσιάζεται μια μετάβαση, όπου υπάρχει η δυνατότητα να μεγαλώσουμε ή να μικρύνουμε την εικόνα και να επιλέξουμε τον τύπο της απεικόνισης μεταξύ των κάτωθι.

3 V εμφανίζει τις 3 τάσεις κατά τη μετάβαση.

4 A εμφανίζει τις 3 τιμές του ρεύματος και του ουδετέρου κατά τη μετάβαση.

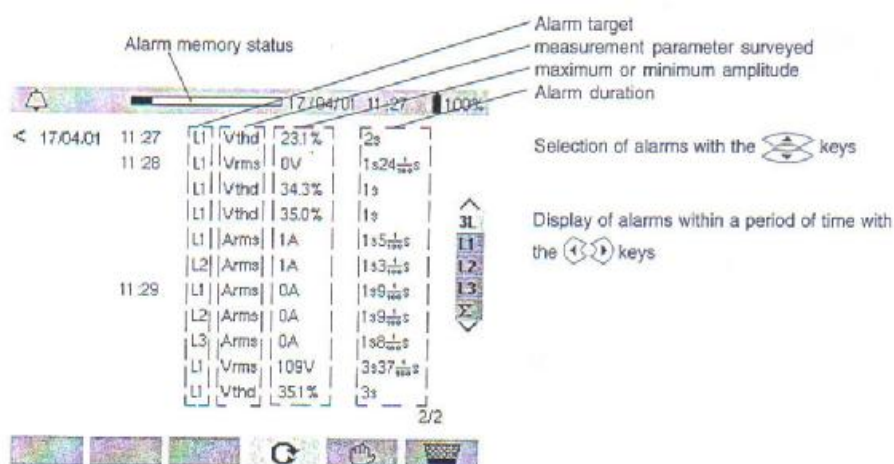
L1 ,L2 ή L3 εμφανίζει την τάση και το ρεύμα για μια από τις τρεις φάσεις.

Μπορούμε να εξάγουμε στιγμιαίες τιμές τάσης ή ρεύματος τοποθετώντας τον κέρσορα στον αντίστοιχο χρόνο.

## 2.9.6 ΗΧΗΤΙΚΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΠΛΗΚΤΡΟ 17

Πιέζοντας το πλήκτρο 17.

Η παρακάτω εικόνα μας δείχνει τους αποθηκευμένους συναγερμούς.



Σημείωση : οι κατώτατες τιμές θα πρέπει πρώτα να έχουν προγραμματιστεί μέσω του πλήκτρου 9 ρυθμίσεις.

GO αποθηκεύει το συναγερμό έναρξης.

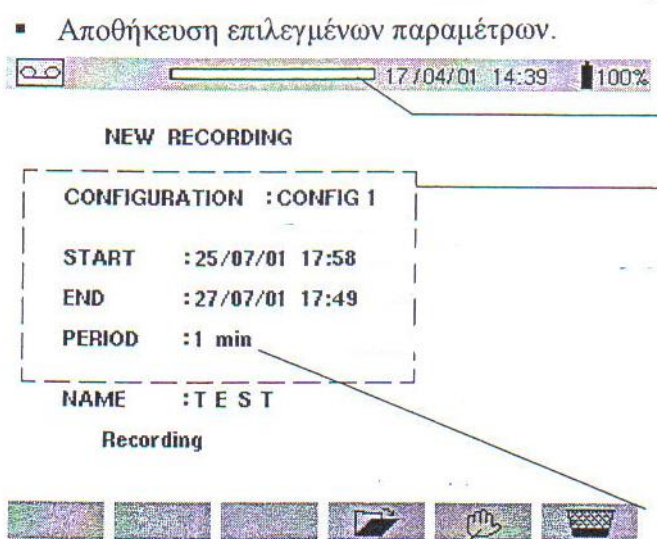
Χεράκι , αποθηκεύει το συναγερμό στάσης.

Κάδος , διαγράφει όλους τους αποθηκευμένους συναγερμούς.

Σημείωση! Όλοι οι συναγερμοί μπορούν να σταλούν στο PC μέσω του λογισμικού της συσκευής , μέχρι 4096 συναγερμοί.

Προσοχή! Οι τιμές συναγερμών που καταγράφονται για τα μεγέθη W,VAR,PF,DPF και tan είναι σε απόλυτες τιμές.

## 2.9.7 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΛΗΚΤΡΟ 18



Αυτή η επιλογή μας επιτρέπει να καταγράψουμε τις διαμορφώσεις με το πλήκτρο 9 ρυθμίσεις.

Τα πλήκτρα που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σε αυτή τη λειτουργία είναι:

Για νέα καταγραφή (πλήκτρο φακέλου).

Για ήδη αποθηκευμένη καταγραφή (πλήκτρο δισκέτας)

Για να διαγράψουμε μια καταγραφή (πλήκτρο κάδου).

Μπορούμε να διαμορφώσουμε το όνομα της καταγραφής.



Μπορούμε να θέσουμε τη διάρκειά της στο START και END.

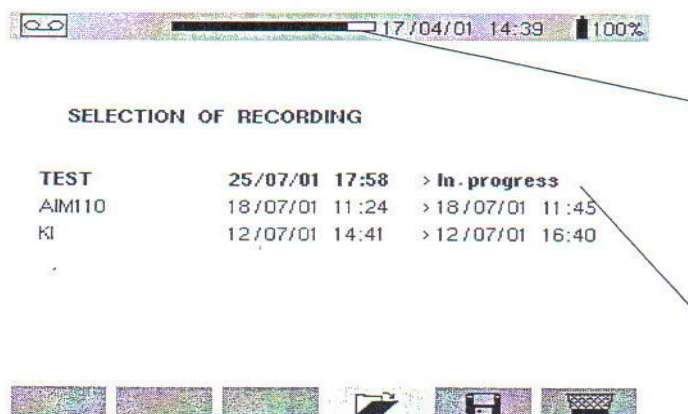
Μπορούμε να διαμορφώσουμε τη συχνότητα δειγματοληψίας (PERIOD) η οποία μπορεί να έχει διάρκεια 1, 5 , 20 sec και 1, 2, 5, 10 ή 15 min.

Η συσκευή υπολογίζει στον πραγματικό χρόνο τις ανάγκες αποθήκευσης της καταγραφής και αν είναι απαραίτητο επιδεικνύει το μήνυμα «όχι αρκετή μνήμη».

Για να βρεθούμε στην παρακάτω εικόνα πρέπει να πιέσουμε το πλήκτρο φακέλου και θα εμφανιστεί η τελευταία αποθηκευμένη καταγραφή. Εκεί μπορούμε να δούμε μια καταγραφή η οποία είναι σε εξέλιξη ή να επιλέξουμε κάποια άλλη για να δούμε τα δεδομένα της ή να την διαγράψουμε.

Η συσκευή κάνει μια αυτόματη διόρθωση εάν οι ημερομηνίες και ο χρόνος προγραμματισμού δεν ταιριάζουν με :

- § Την τρέχουσα ημερομηνία και το χρόνο.
- § Την καθορισμένη περίοδο ολοκλήρωσης καταγραφής.



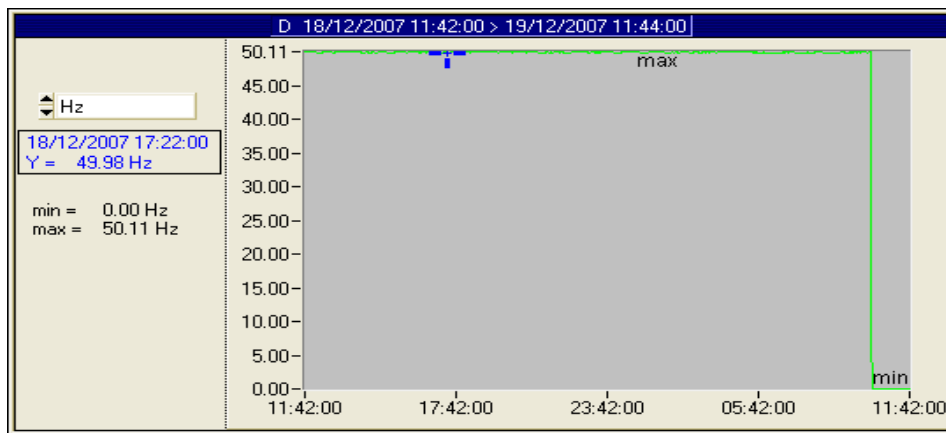
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Σε όλες τις μετρήσεις που πήραμε έχουμε μια γραφική παράσταση που στον άξονα y φαίνεται το μετρούμενο μέγεθος και στον x ο χρόνος. Όπου ο συνολικός χρόνος της γραφικής παράστασης είναι ο χρόνος για τον οποίο προγραμματίσαμε το όργανο να παίρνει μετρήσεις. Έτσι μας δίνεται η δυνατότητα επιλέγοντας σημείο της κυματομορφής να έχουμε στιγμιαία τιμή. Δηλαδή τιμή μετρούμενου μεγέθους στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

#### 3.1.1 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ

Η συχνότητα εκφράζει τον αριθμό των περιόδων ανά δευτερόλεπτο Η μονάδα μέτρησης της συχνότητας είναι Hertz.



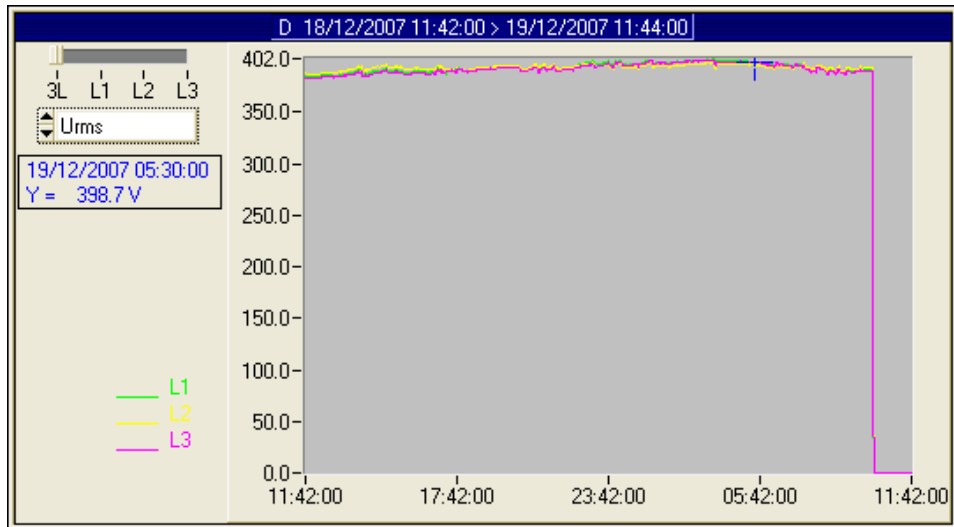
Στη θέση

min αναγράφεται η ελάχιστη τιμή της συχνότητας κατά τη διάρκεια των μετρήσεων ενώ στη θέση max η μέγιστη.

Min = 0.00 hertz

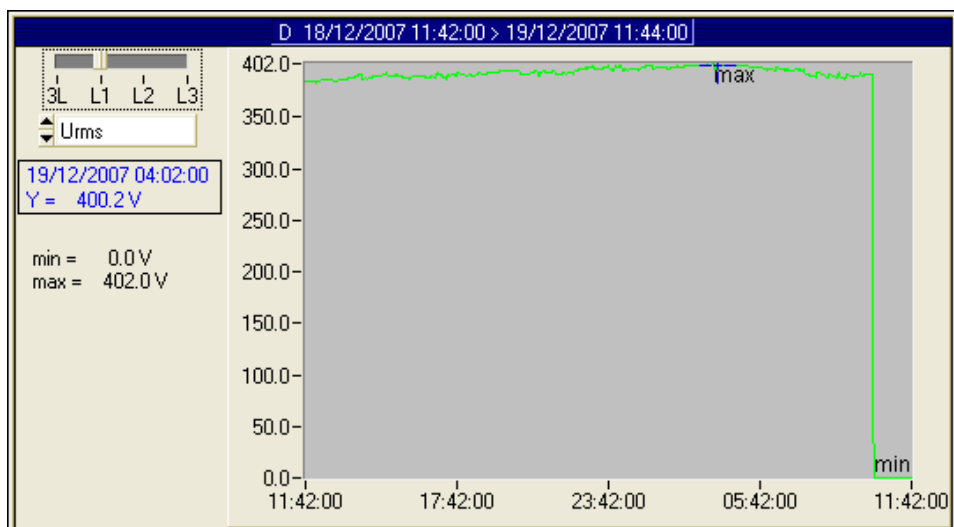
Max = 50.11 hertz

Για την μέτρηση της εναλλασσόμενης rms τάσης το όργανο μας προσφέρει απεικόνιση των τριών φάσεων σε ένα γράφημα ή της κάθε φάσης ξεχωριστά.



Εδώ βλέπουμε τις τρεις φάσεις συνολικά με δυνατότητα εύρεσης στιγμιαίας τιμής. Επίσης παρατηρούμε ότι η τάση κυμάνθηκε στην διάρκεια των μετρήσεων από 386 Volt έως 400 Volt.

Σε αυτό το γράφημα θα παραθέσουμε την απεικόνιση της φάσης L1



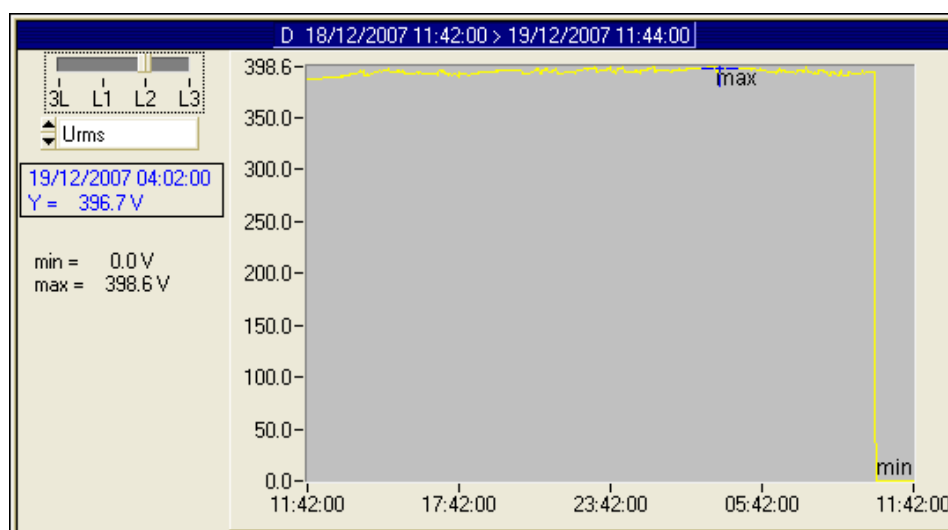
Εδώ βλέπουμε ότι στην γραφική απεικόνιση ανά φάση μας δίνεται η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή που πήρε η τάση στη διάρκεια του χρόνου.

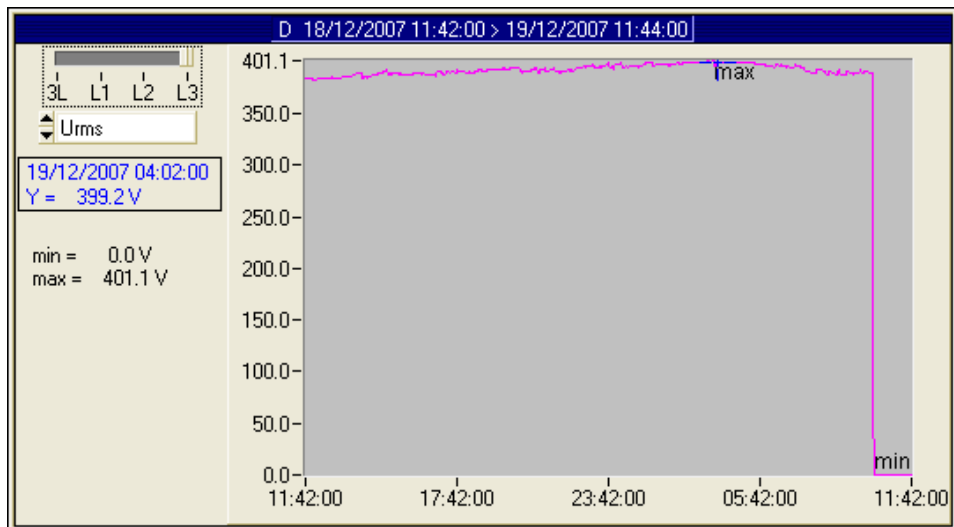
Min = 0.0 V

Max = 402.0V

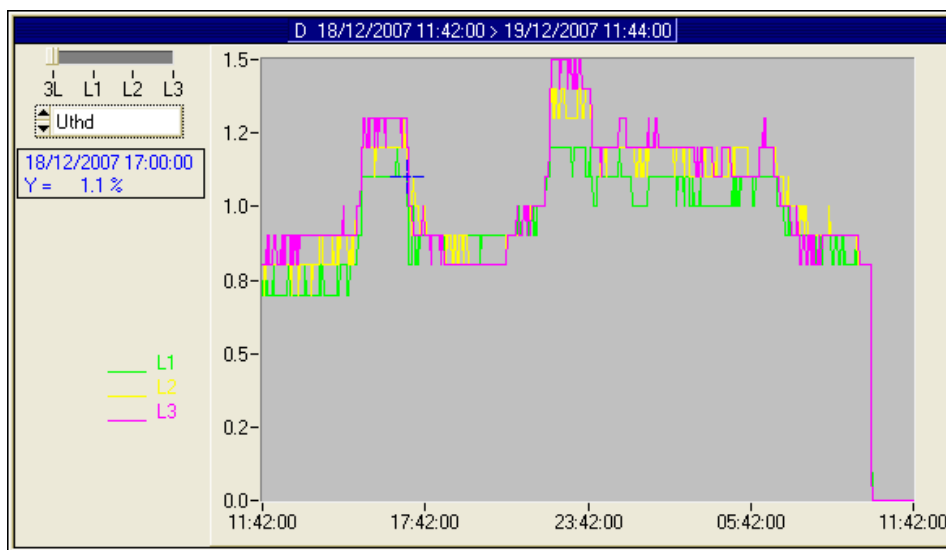
Στη συνέχεια παραθέτουμε τις άλλες δύο φάσεις για να δείξουμε ότι οι τάσεις έχουν κάποια μικρή ασυμμετρία μεταξύ τους.

Έτσι για τη φάση L1 το μέγιστο είναι 402,0 V, για τη φάση L2 είναι 396,7 V και για τη φάση L3 είναι 399,2 V. Τη μεγαλύτερη ασυμμετρία ως προς τις άλλες δύο φάσεις παρουσιάζει η L2.





Σε αυτή τη γραφική απεικόνιση βλέπουμε την Uthd (total harmony distortion factor) η οποία είναι η συνολική αρμονική παραμόρφωση. Στο παρακάτω γράφημα είναι και οι τρεις φάσεις μαζί και στον επιλεγμένο χρόνο έχει την τιμή 1,1%.



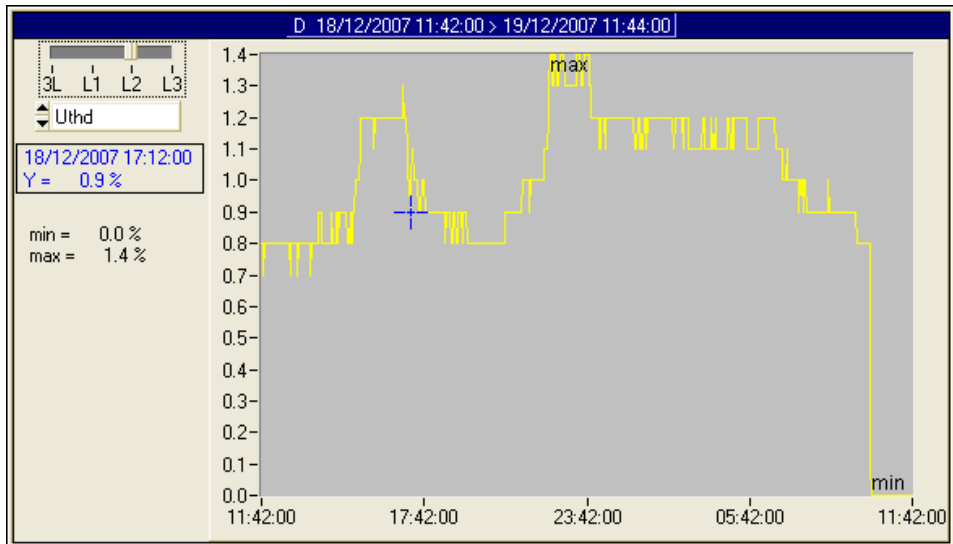
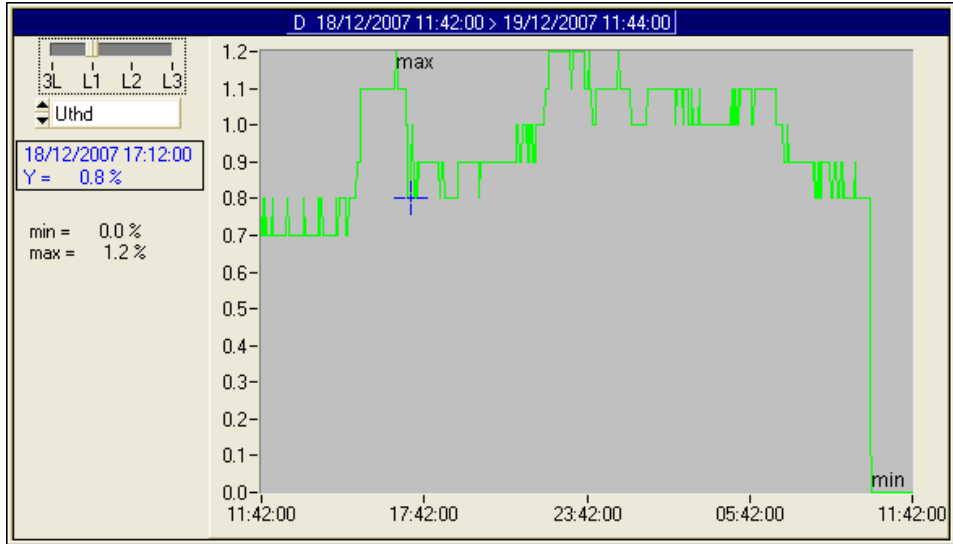
Παρακάτω παραθέτονται οι τρεις φάσεις ανά μία. Εκεί έχουμε τη δυνατότητα να εξετάσουμε χωριστά την κάθε φάση, καθώς και να δούμε τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή που πήρε το μέγεθος Uthd στη διάρκεια του χρόνου.

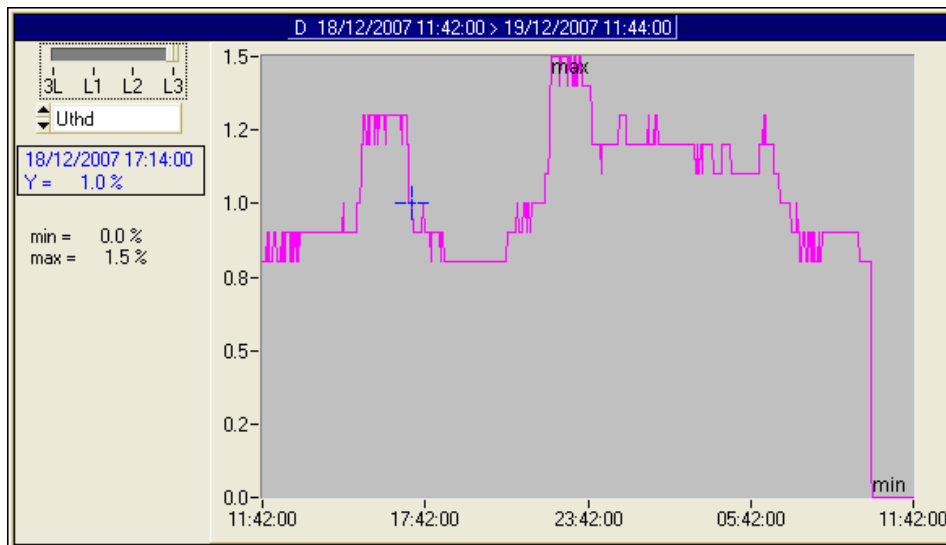
Για την φάση L1 στο επιλεγμένο χρονικό σημείο η Uthd είναι 0,8%.

Το ελάχιστο της είναι min : 0.0% και

Το μέγιστο της είναι max : 1.2%

Επίσης στη συνέχεια παραθέτονται οι φάσεις L2 και L3.



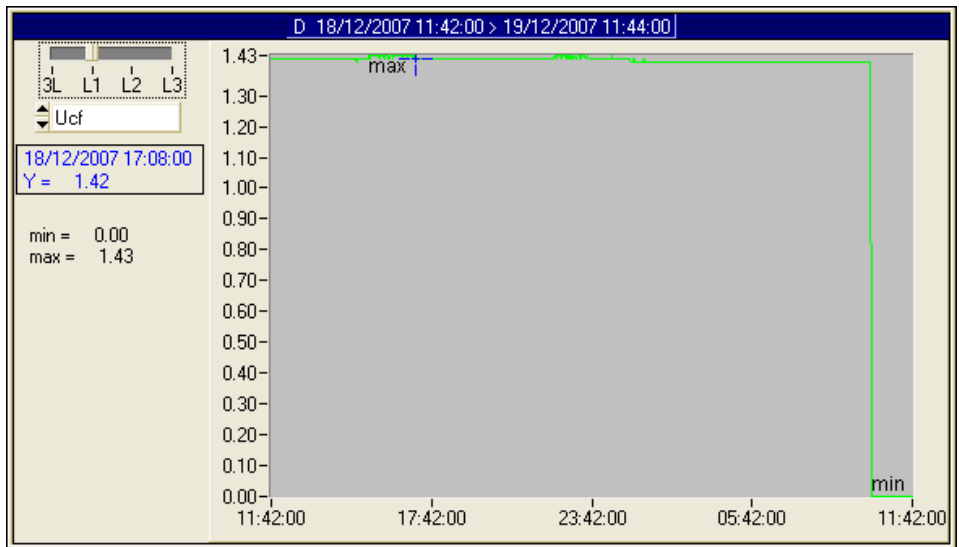
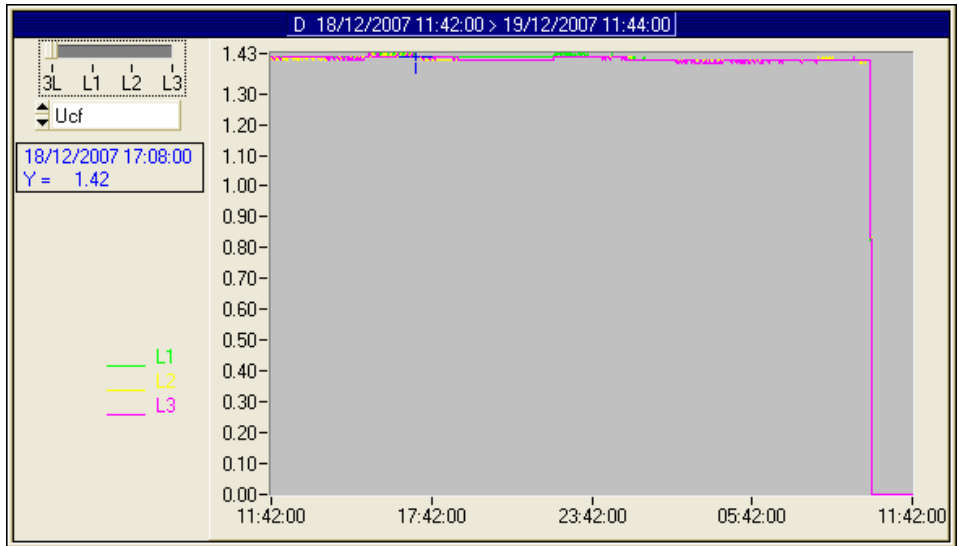


Σε αυτή τη γραφική παράσταση βλέπουμε το συντελεστή κορυφής για πολική τάση ο οποίος λέγεται  $U_{cf}$ .

Η εικόνα μας δείχνει το συντελεστή κορυφής για τις τρεις φάσεις μαζί, έχει δυνατότητα εύρεσης του συντελεστή κορυφής για συγκεκριμένο χρονικό σημείο όπου εμείς διαλέξαμε το 17 : 08 : 00 στο οποίο ο συντελεστής κορυφής είναι 1,42.

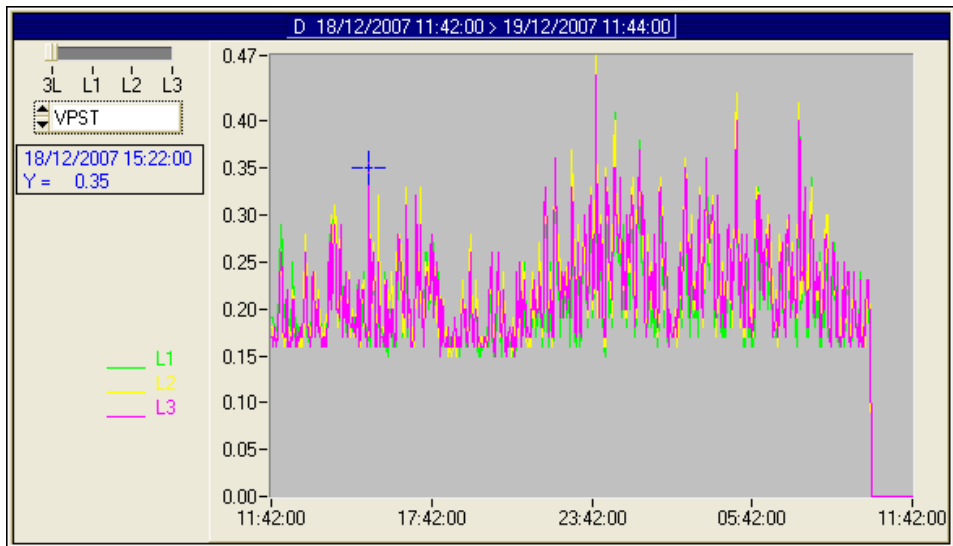
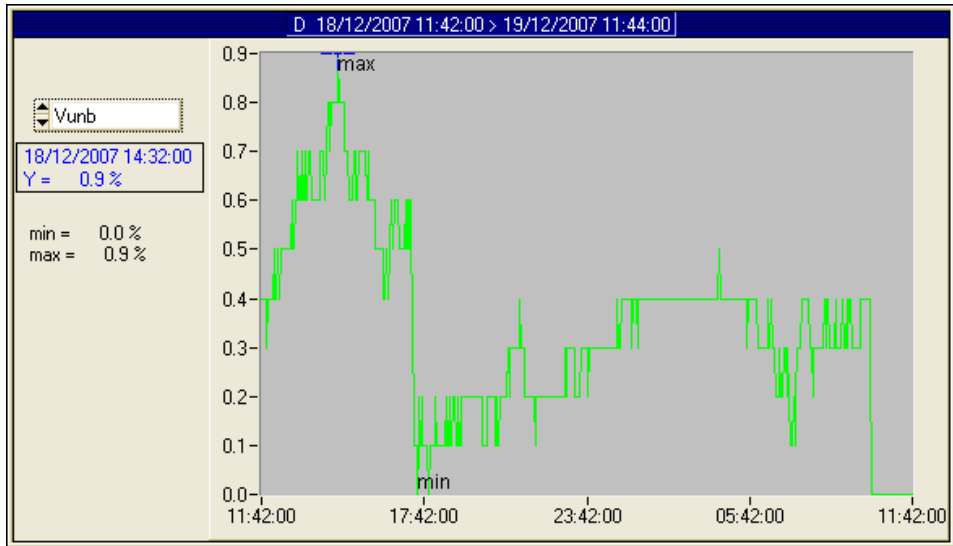
Επίσης επισυνάπτεται μια ακόμα γραφική παράσταση για να δείξουμε τη δυνατότητα και τον τρόπο επίδειξης του συντελεστή κορυφής ανά φάση.

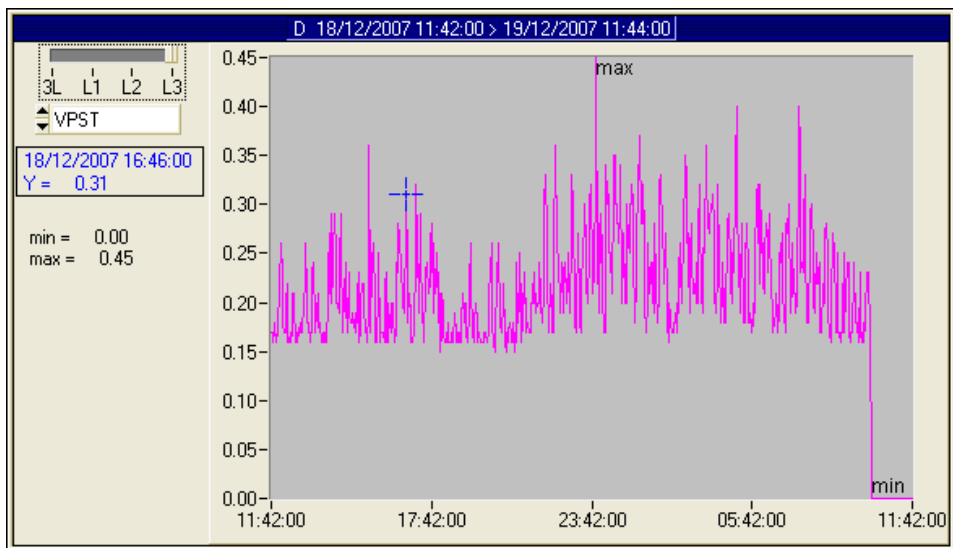
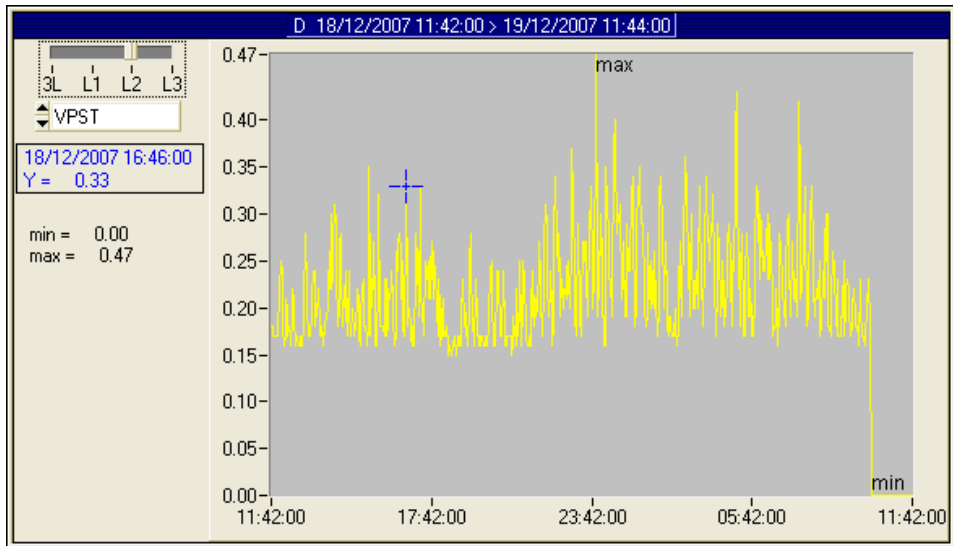
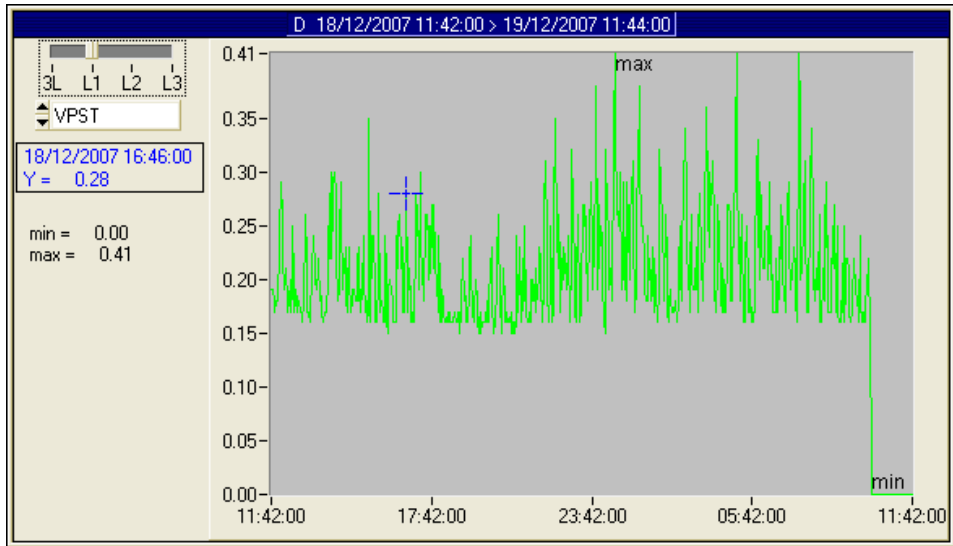
Επιλέξαμε τη φάση L1 στην οποία μπορούμε να βρούμε την τιμή του συντελεστή κορυφής για συγκεκριμένο χρονικό σημείο καθώς και τη μέγιστη και ελάχιστη τιμή που πήρε στη διάρκεια του χρόνου.



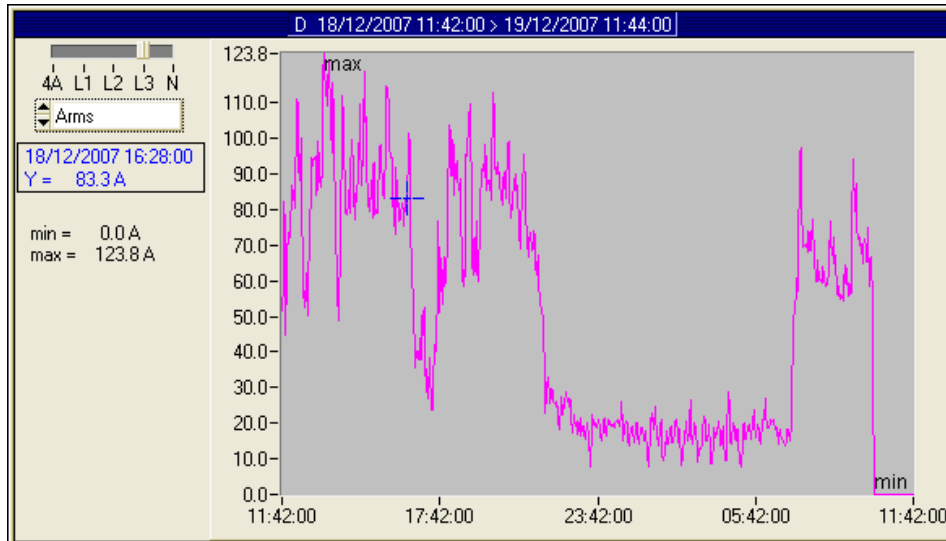
Αυτή η γραφική παράσταση μας δείχνει τη διακύμανση της τάσης στη διάρκεια του χρόνου.



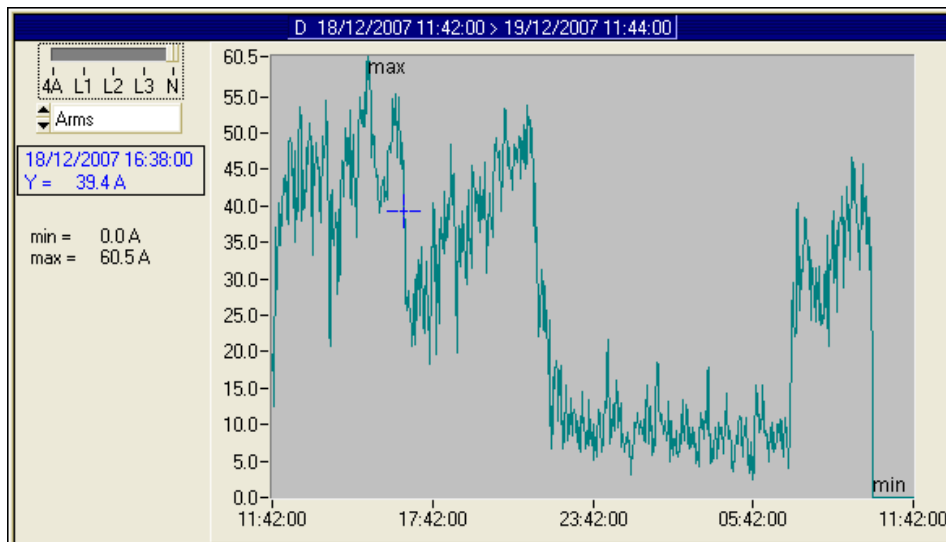




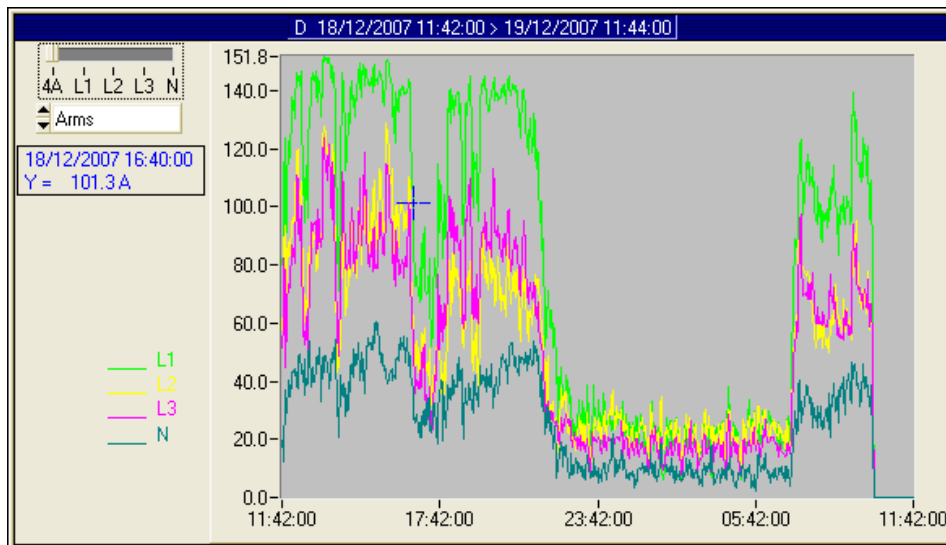
Εδώ βλέπουμε το rms ρεύμα της φάσης L3.



Το rms ρεύμα του ουδετέρου.



Και τέλος εδώ έχουμε και τα τρία ρεύματα μαζί συν του ουδετέρου.



Από ότι είδαμε στο παραπάνω γράφημα καταλαβαίνουμε ότι υπάρχει ασυμμετρία ως αναφορά τη φόρτιση των τριών φάσεων δεδομένου και του μεγάλου ρεύματος στον ουδέτερο το οποίο φτάνει μέχρι την τιμή των 60 A.

Σε αυτές τις γραφικές παραστάσεις βλέπουμε το βαθμό της συνολικής αρμονικής παραμόρφωσης του ρεύματος.

Έτσι έχουμε τέσσερις γραφικές παραστάσεις.

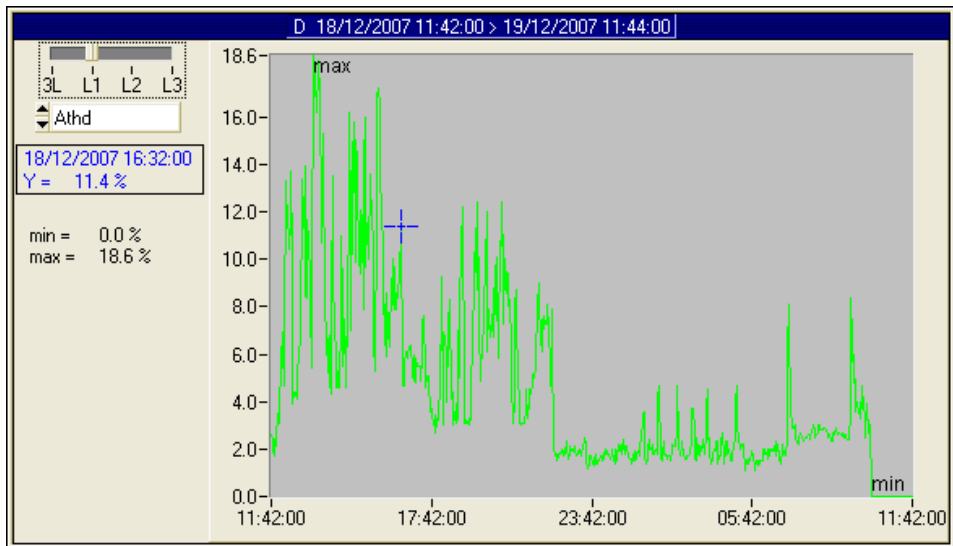
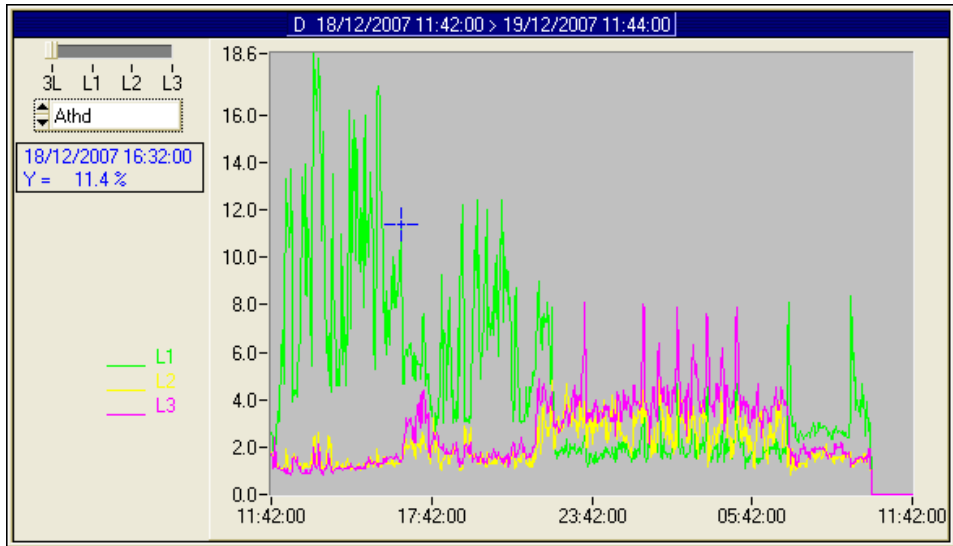
Στην πρώτη φαίνονται οι τρεις φάσεις μαζί με δυνατότητα εύρεσης του Athd για συγκεκριμένο χρονικό σημείο.

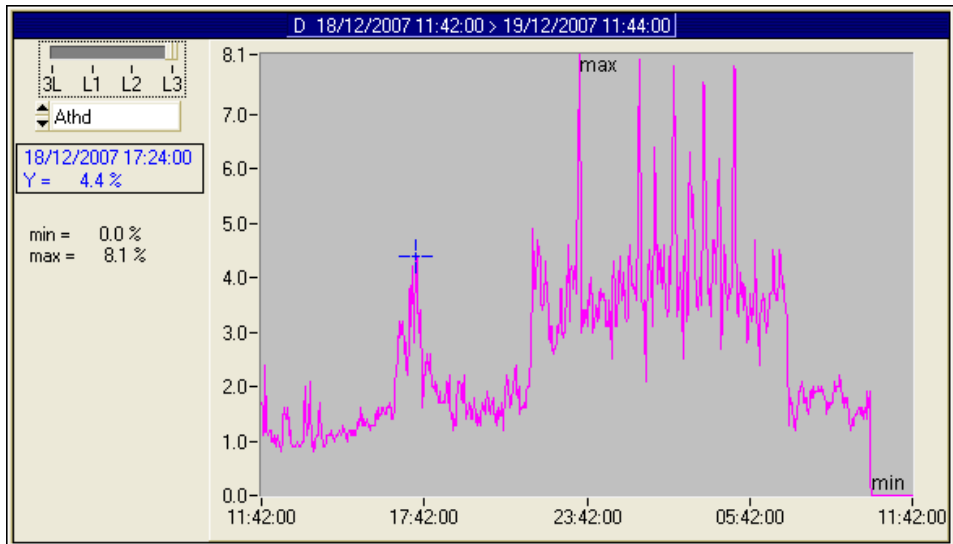
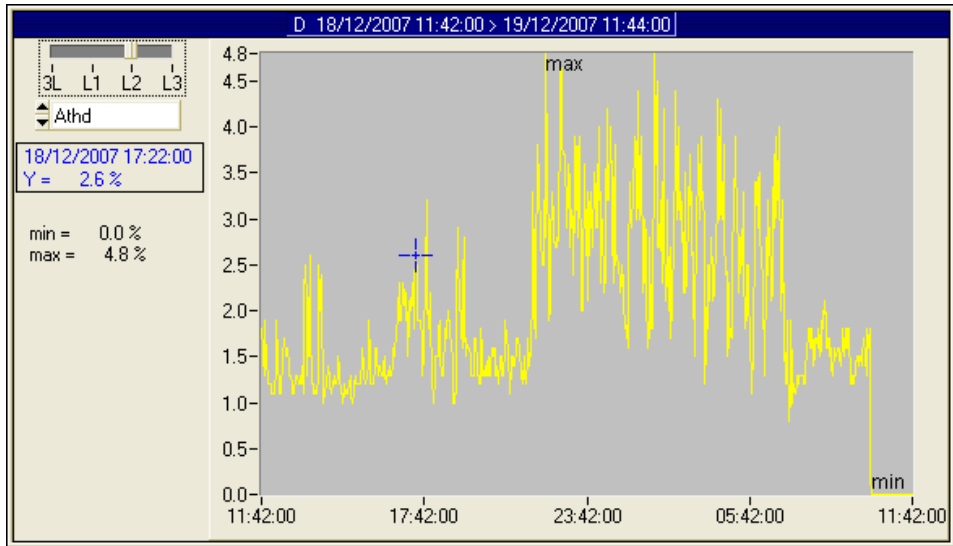
Στην 2<sup>η</sup> έχουμε τη φάση L1 όπου μπορούμε να βρούμε το Athd για συγκεκριμένο χρονικό σημείο καθώς επίσης υπάρχει η ένδειξη της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής που πήρε η Athd στη χρονική διάρκεια των μετρήσεων.

Στην 3<sup>η</sup> έχουμε τη φάση L2.

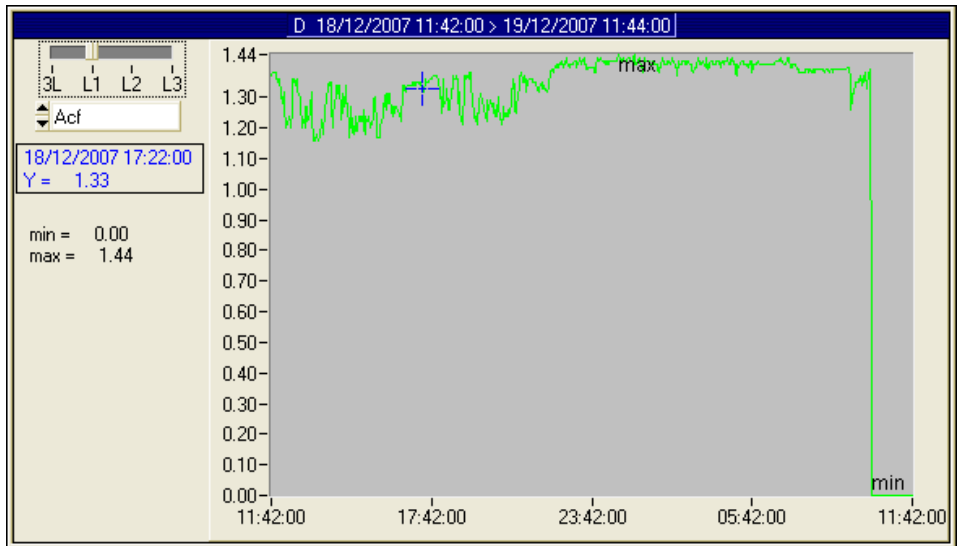
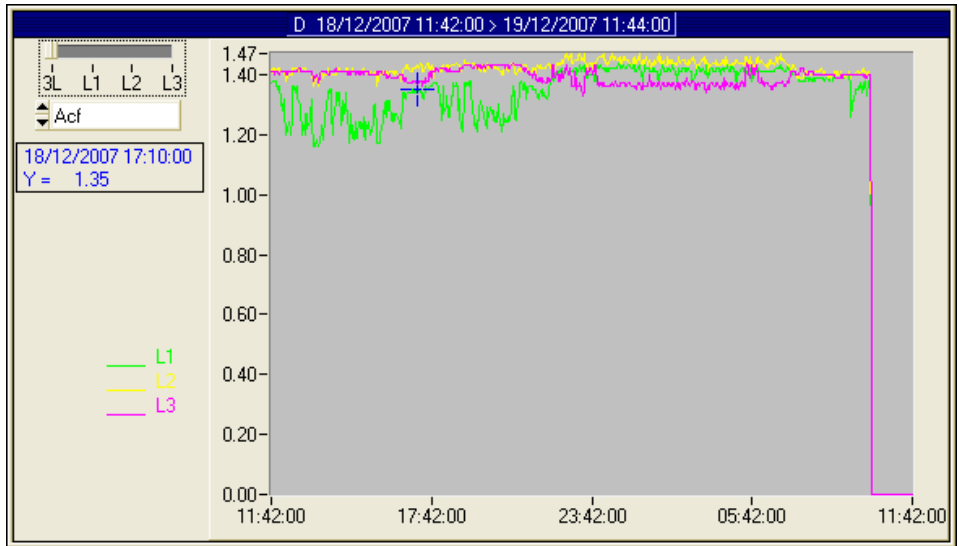
Στην 4<sup>η</sup> έχουμε τη φάση L3.

Στις γραφικές παραστάσεις των L2 και L3 ισχύει ότι και στην φάση L1.

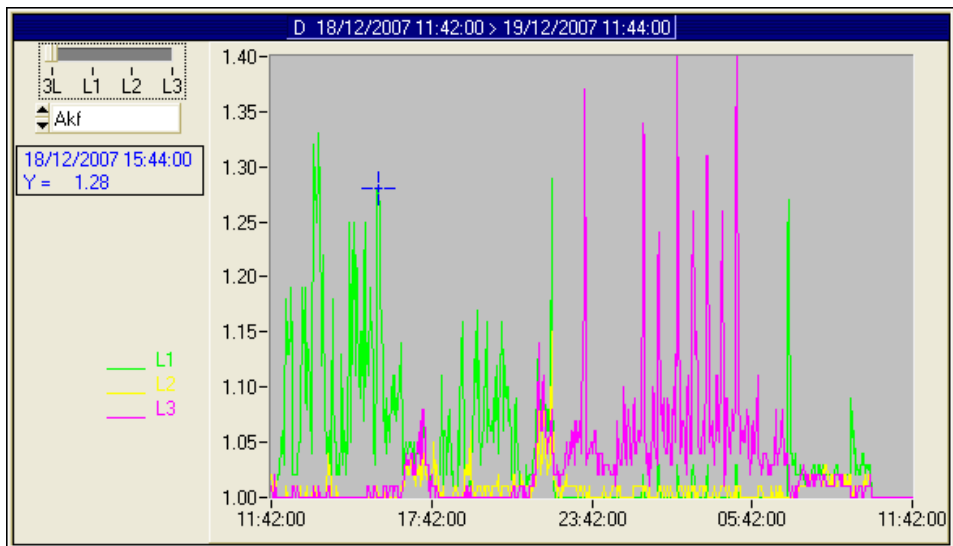
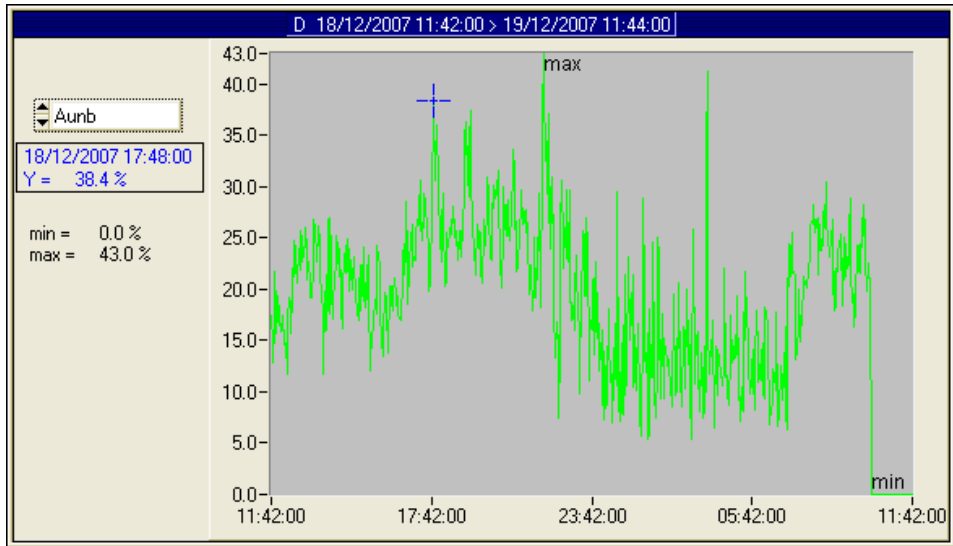




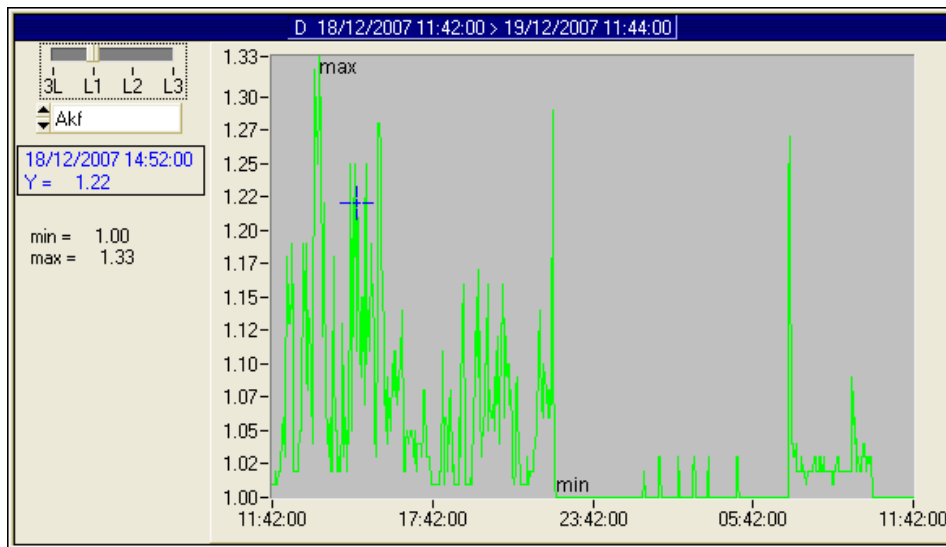
Σε αυτήν τη γραφική παράσταση μας δίνεται η δυνατότητα να δούμε το συντελεστή κορυφής του ρεύματος για τις τρεις φάσεις μαζί καθώς και ανά φάση.



Σε αυτή τη γραφική παράσταση απεικονίζεται η  $A_{unb}$  όπου είναι η διακύμανση της έντασης.

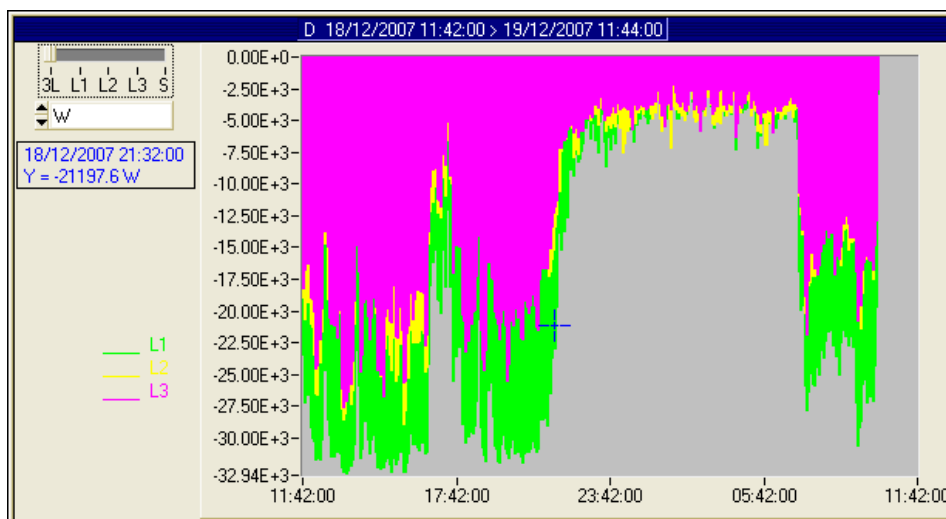




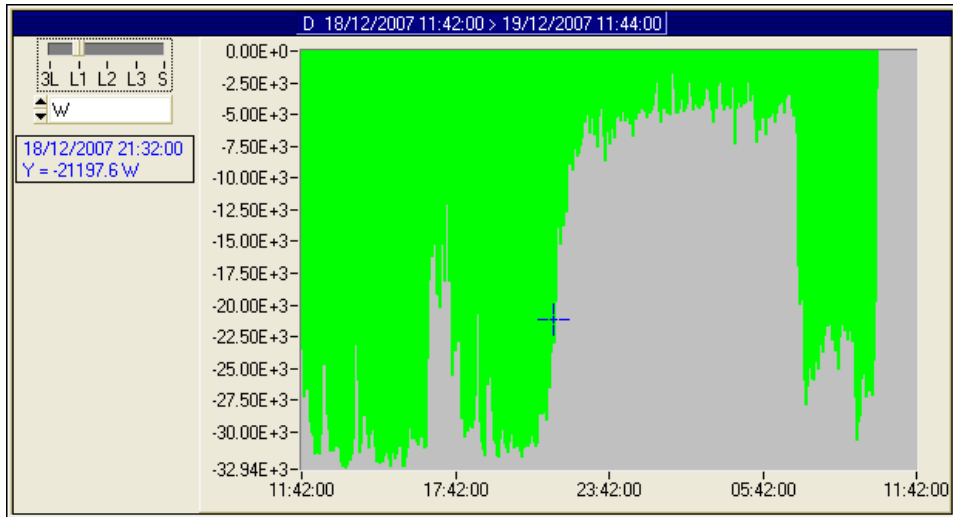


Από εδώ και πέρα θα δούμε τα διαγράμματα ισχύος.

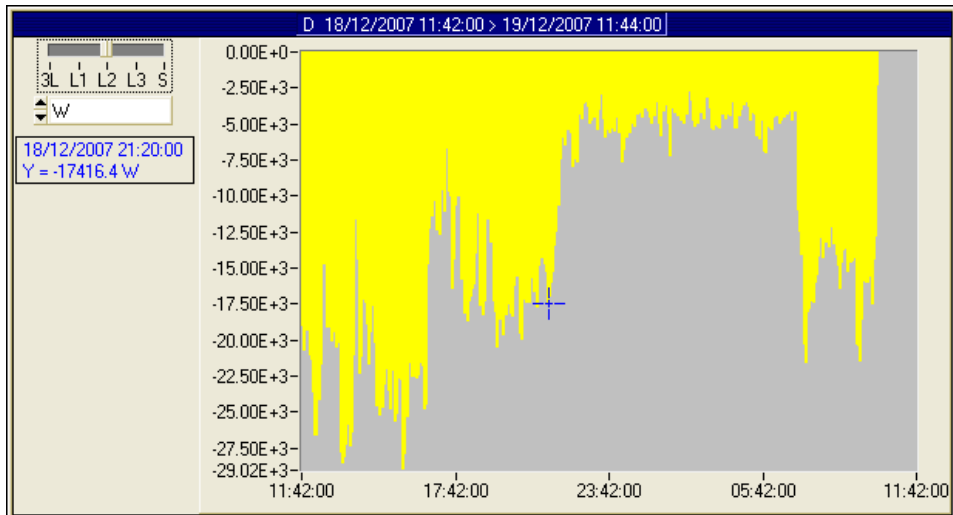
1. Πραγματική ισχύς όπου φαίνονται και οι τρεις φάσεις μαζί.



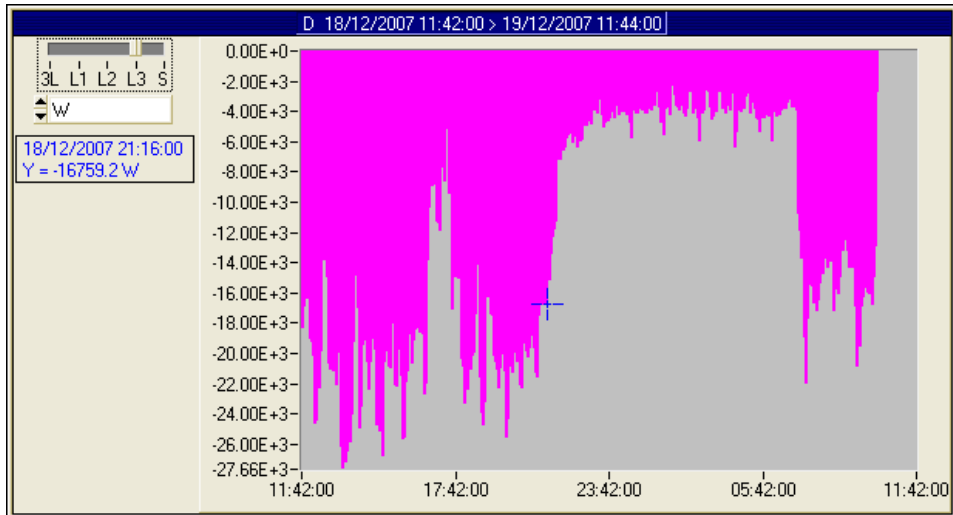
Πραγματική ισχύς ανά φάση για τη φάση L1.



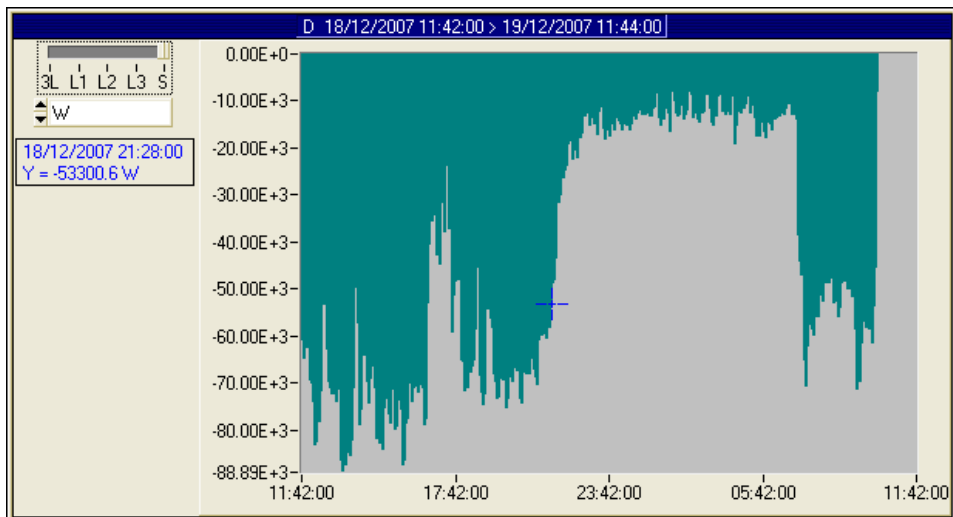
Πραγματική ισχύς ανά φάση για τη φάση L2.



Πραγματική ισχύς ανά φάση για τη φάση L3.

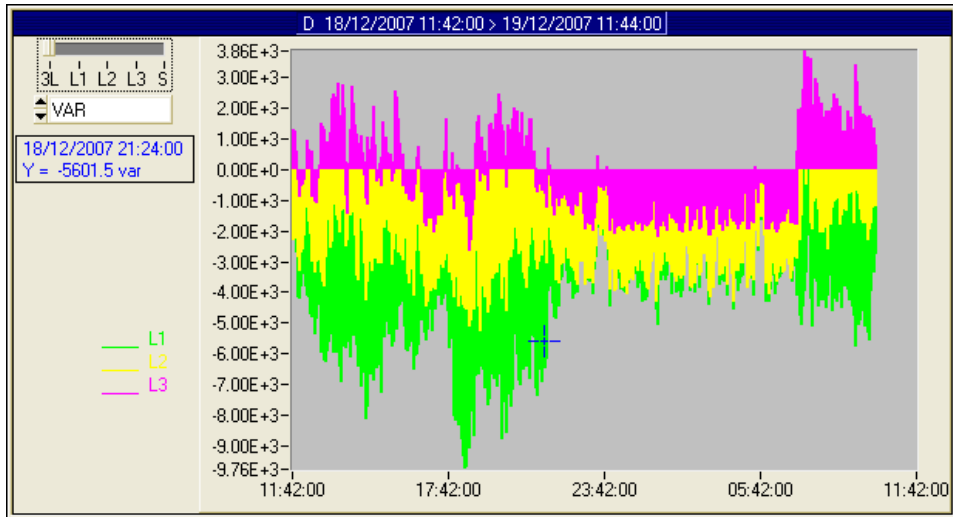


Άθροισμα των πραγματικών ισχύων και των τριών φάσεων μαζί.

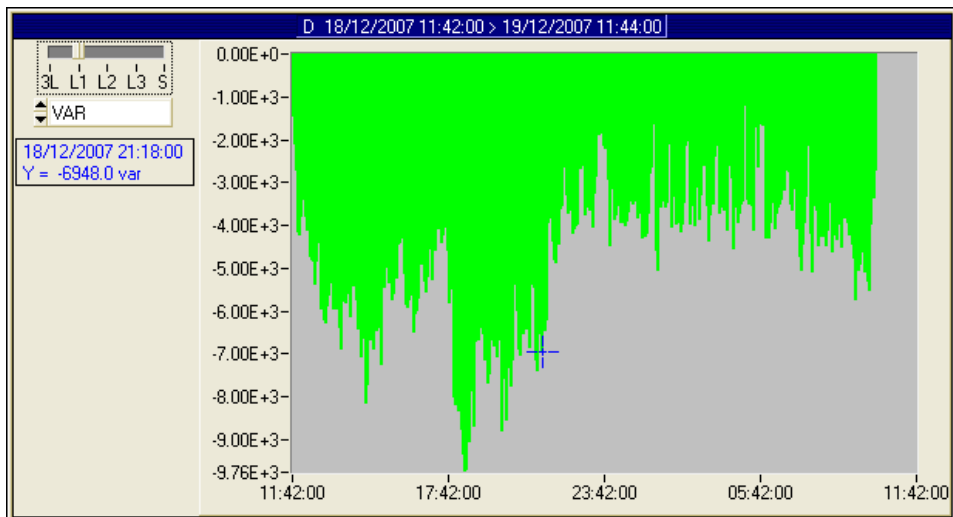


Από ότι παρατηρήσαμε επαληθεύεται η παρατήρησή μας ως προς την ασύμμετρη φόρτιση των τριών φάσεων και από τα παραπάνω διαγράμματα ισχύος.

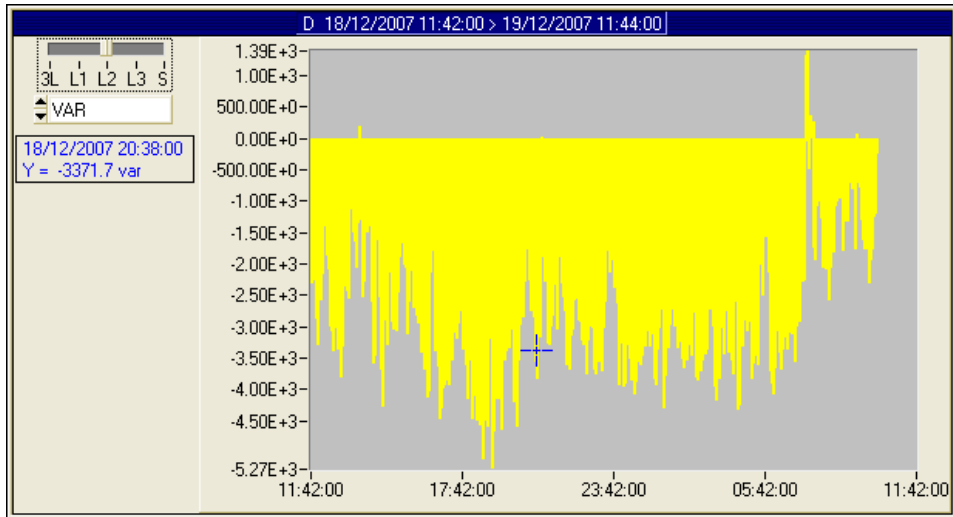
Άεργη ισχύς και των τριών φάσεων σε ένα γράφημα.



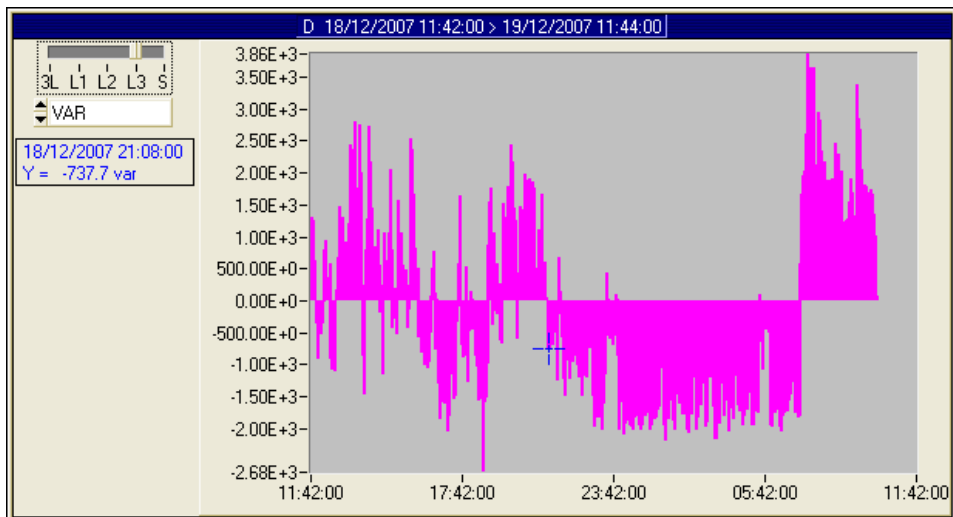
Άεργη ισχύς της φάσης L1.



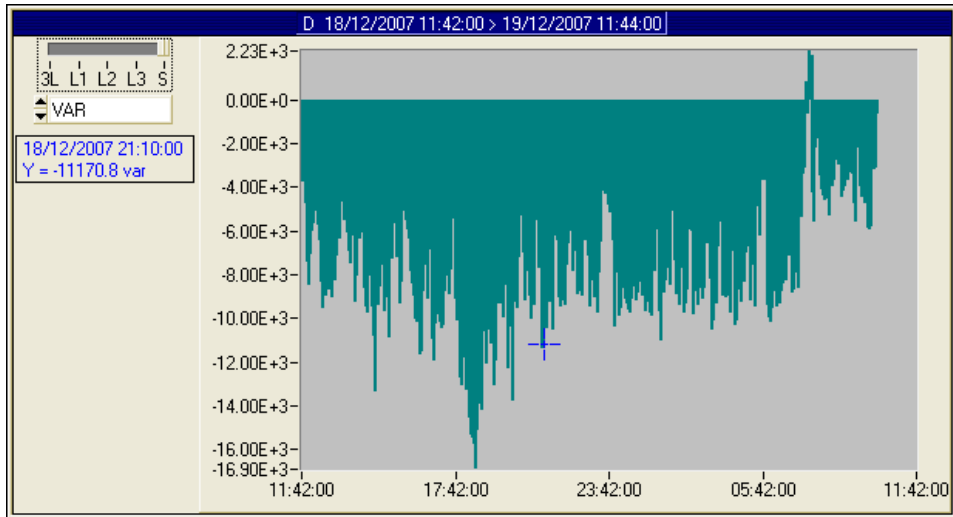
Άεργη ισχύς της φάσης L2.



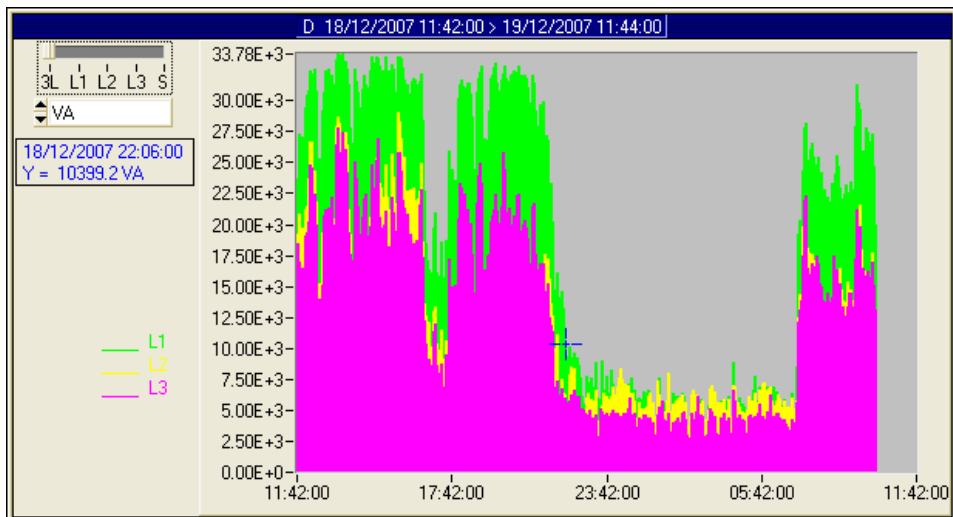
Άεργη ισχύς της φάσης L3.



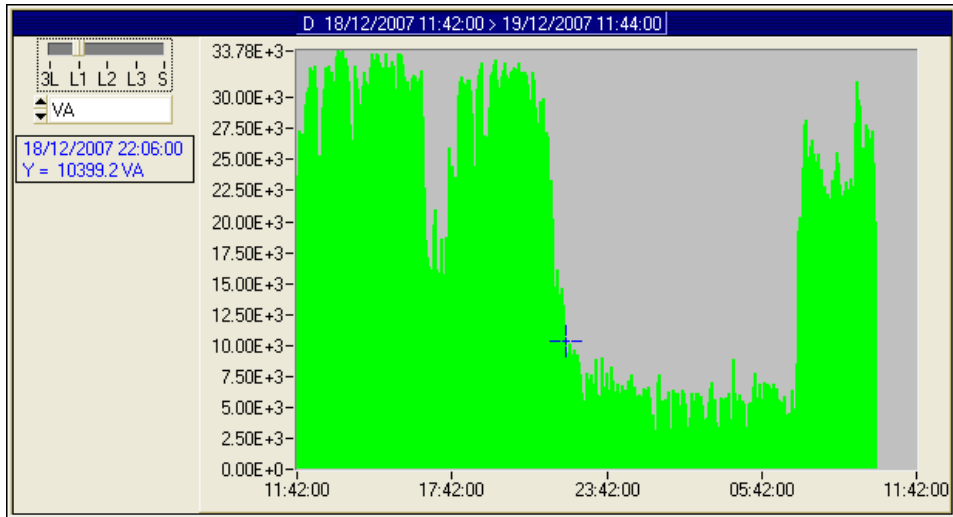
Άθροισμα των άεργων ισχύων και των τριών φάσεων σε ένα γράφημα.



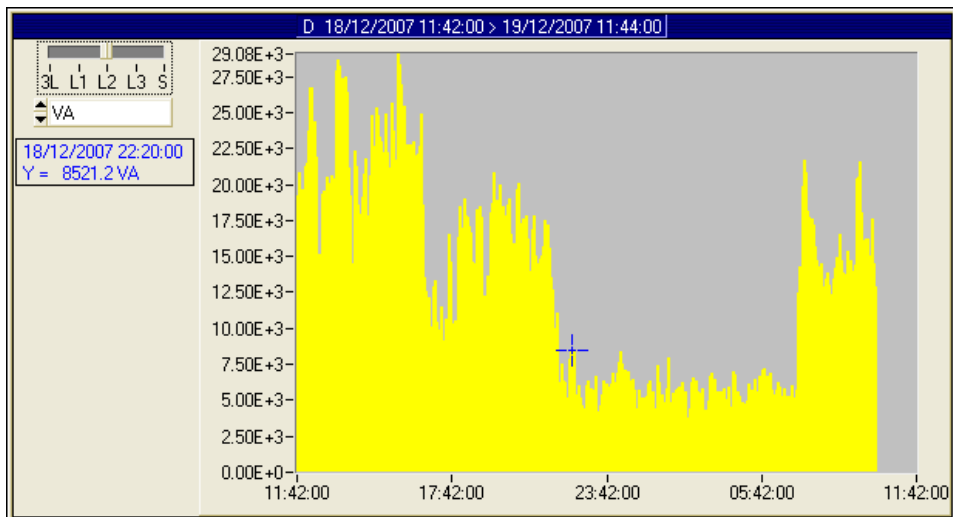
Φαινόμενη ισχύς και των τριών φάσεων μαζί.



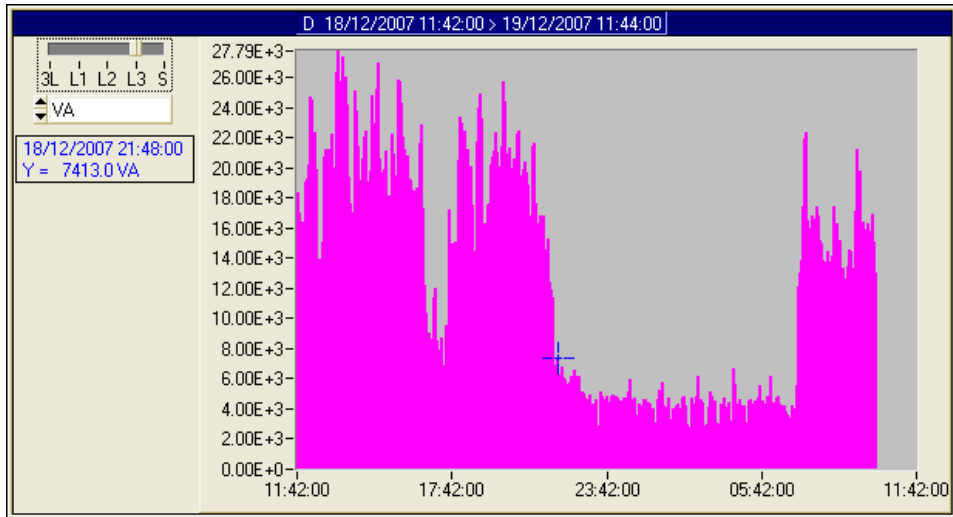
Φαινόμενη ισχύς της φάσης L1.



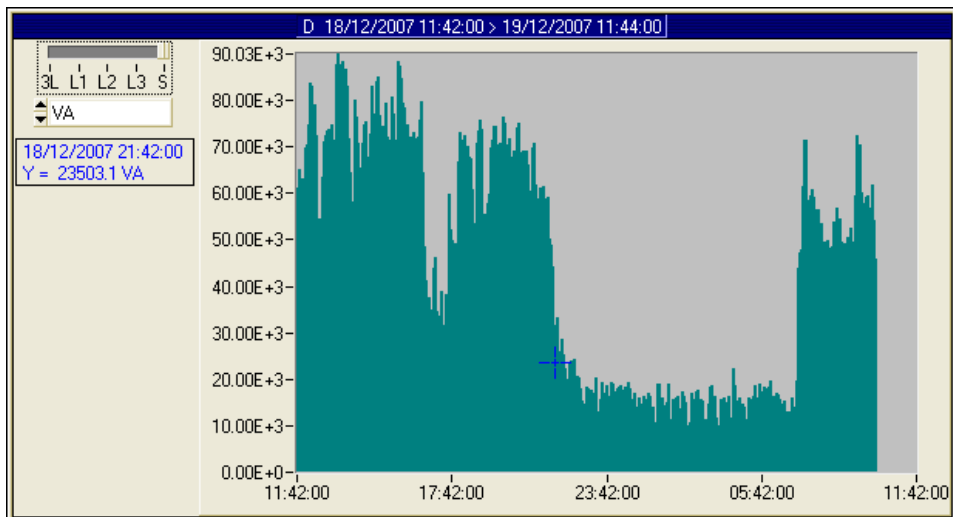
Φαινόμενη ισχύς της φάσης L2.



Φαινόμενη ισχύς της φάσης L3.

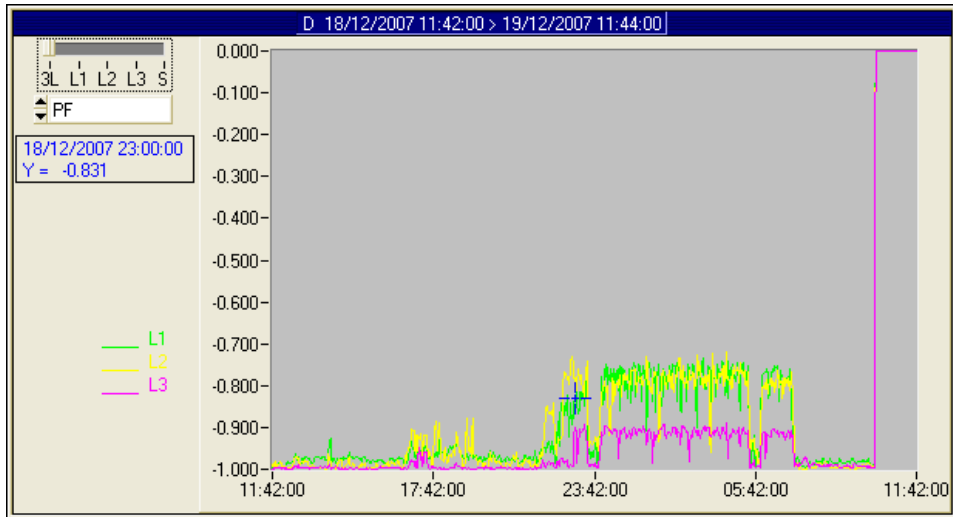


Άθροισμα των φαινόμενων ισχύων και των τριών φάσεων σε ένα γράφημα.

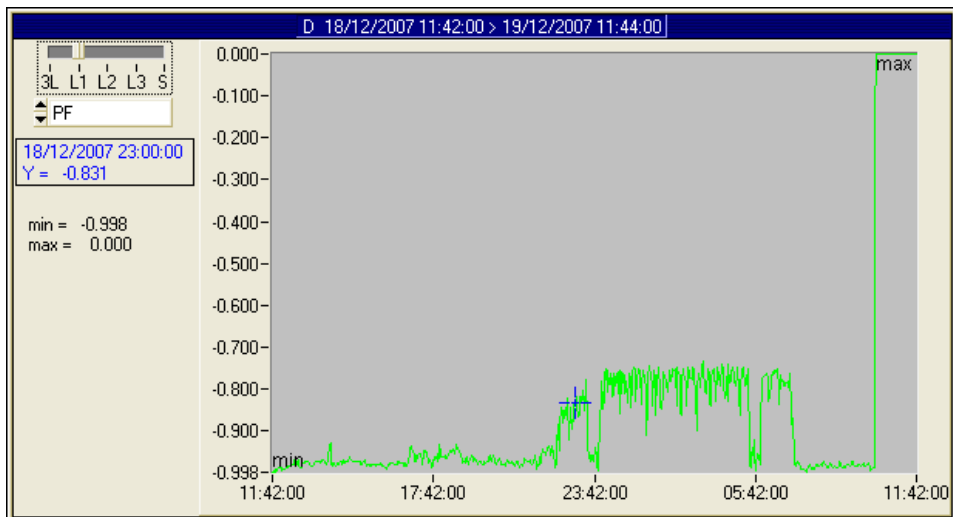


Συντελεστής ισχύος και των τριών φάσεων μαζί.

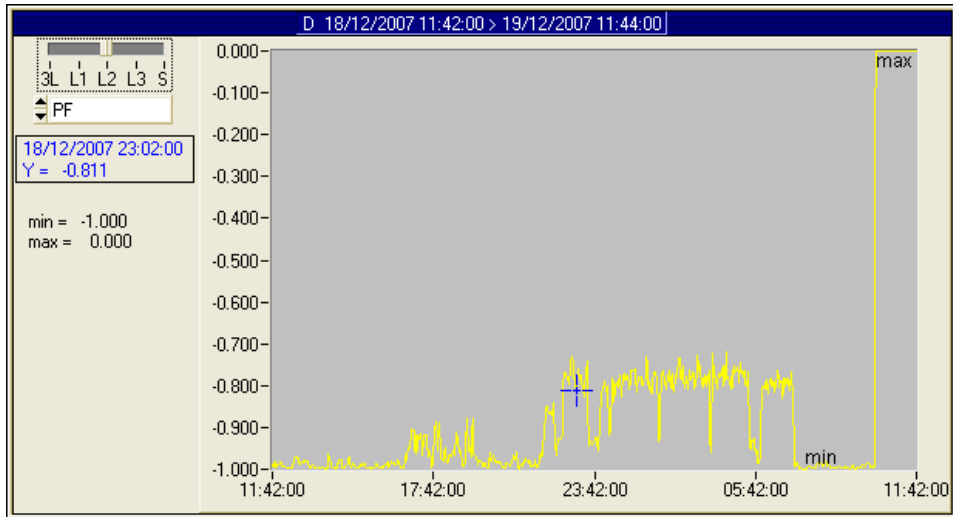




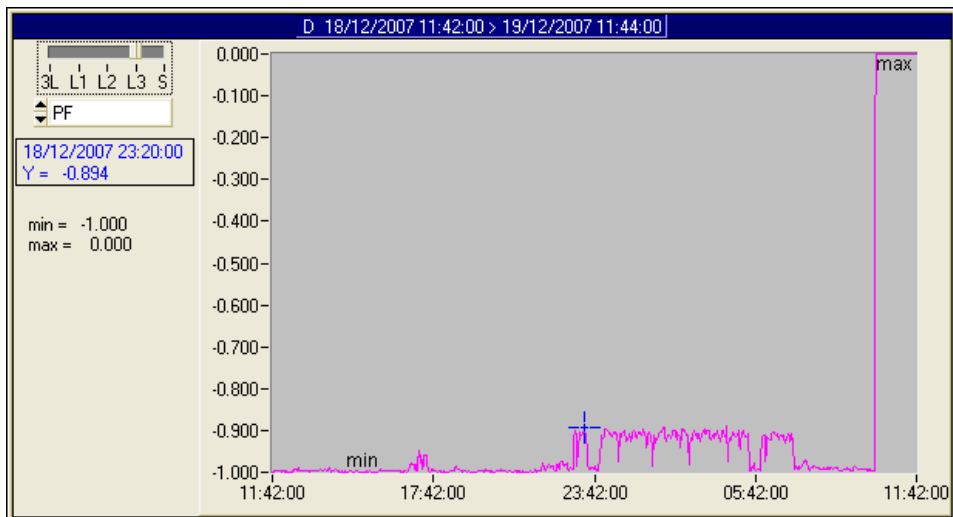
Συντελεστής ισχύος για τη φάση L1.



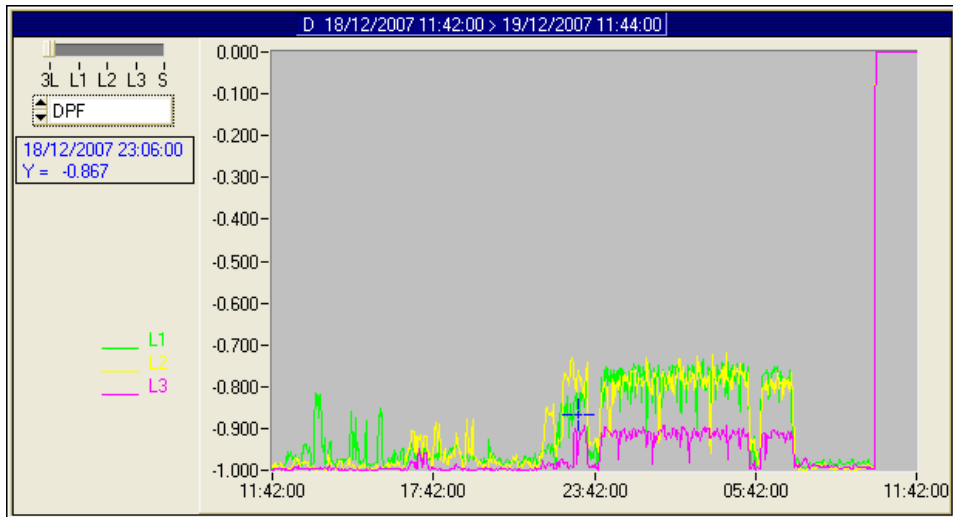
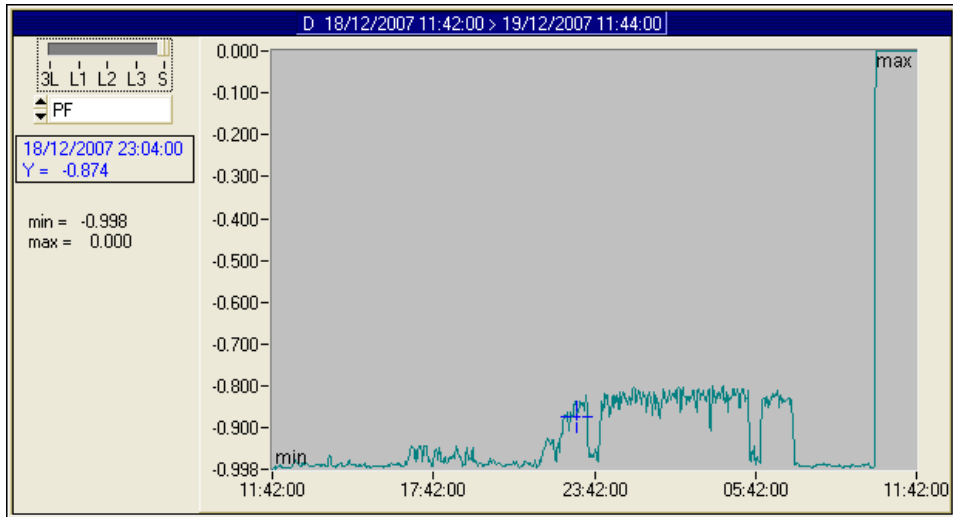
Συντελεστής ισχύος για τη φάση L2.

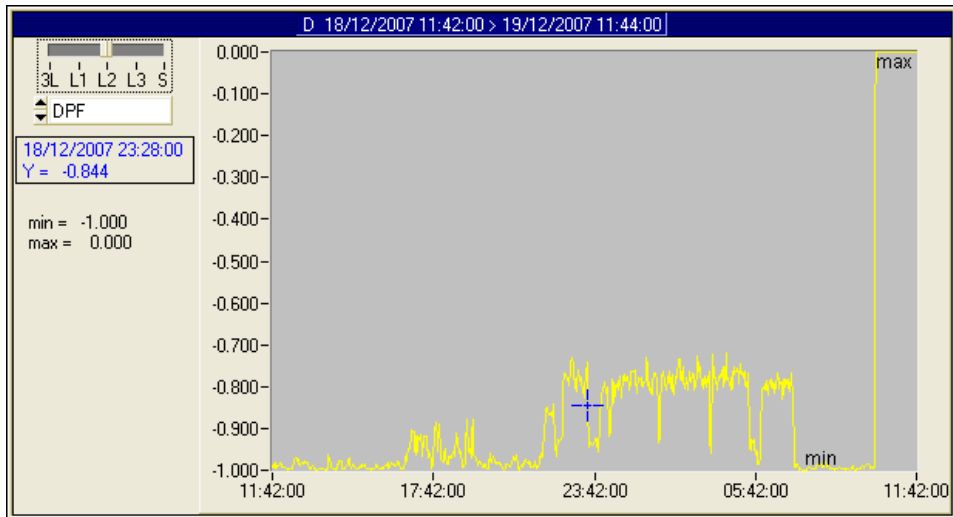
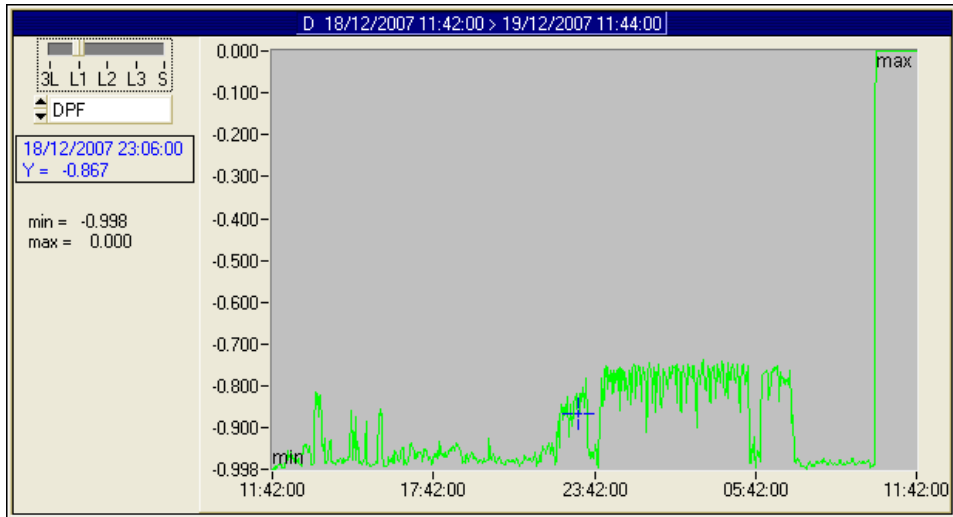


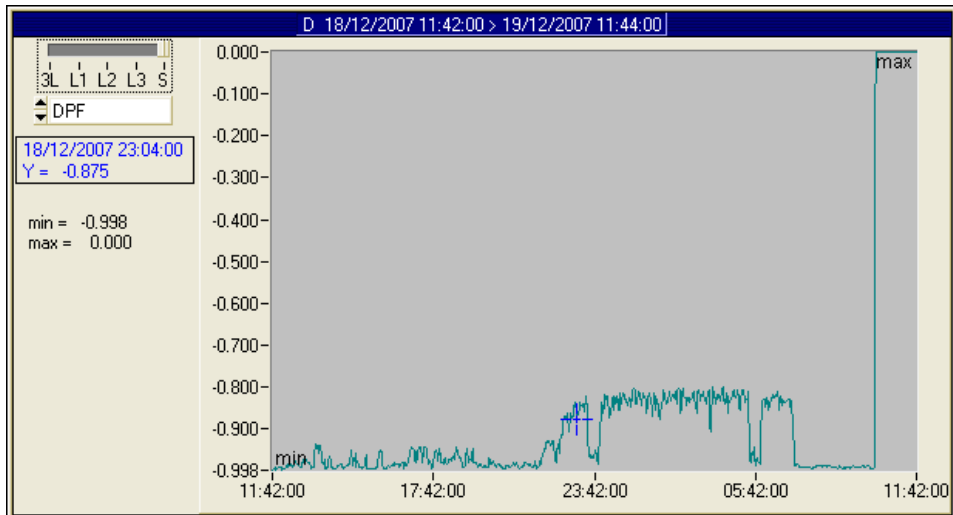
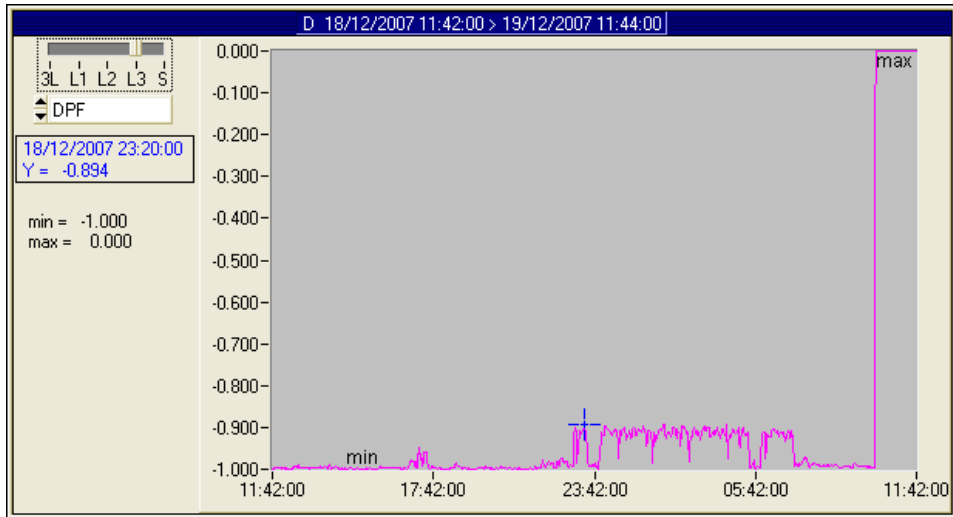
Συντελεστής ισχύος για τη φάση L3.



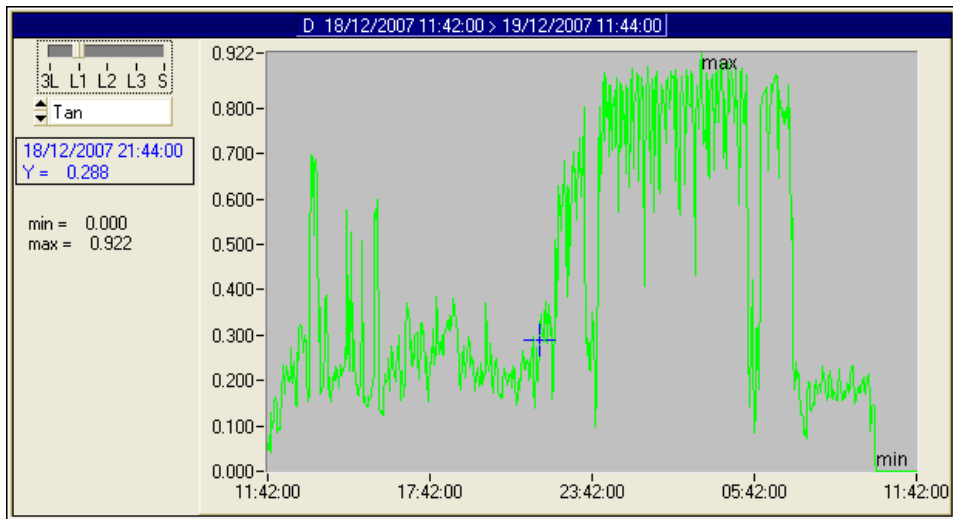
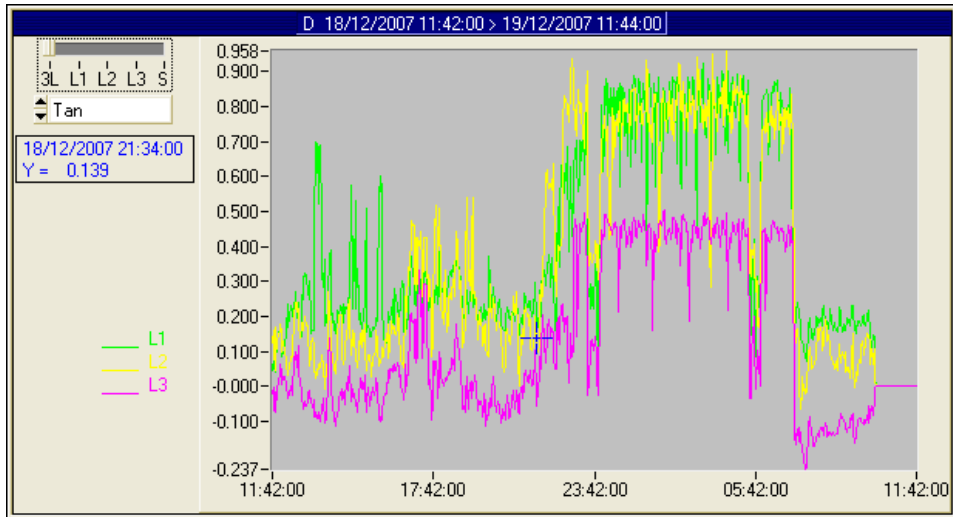
Άθροισμα των συντελεστών ισχύος και των τριών φάσεων μαζί.

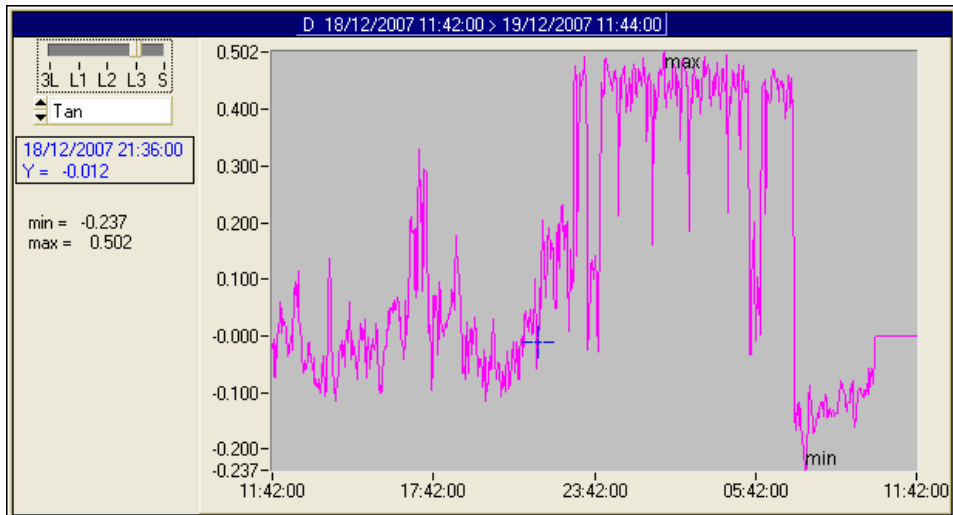
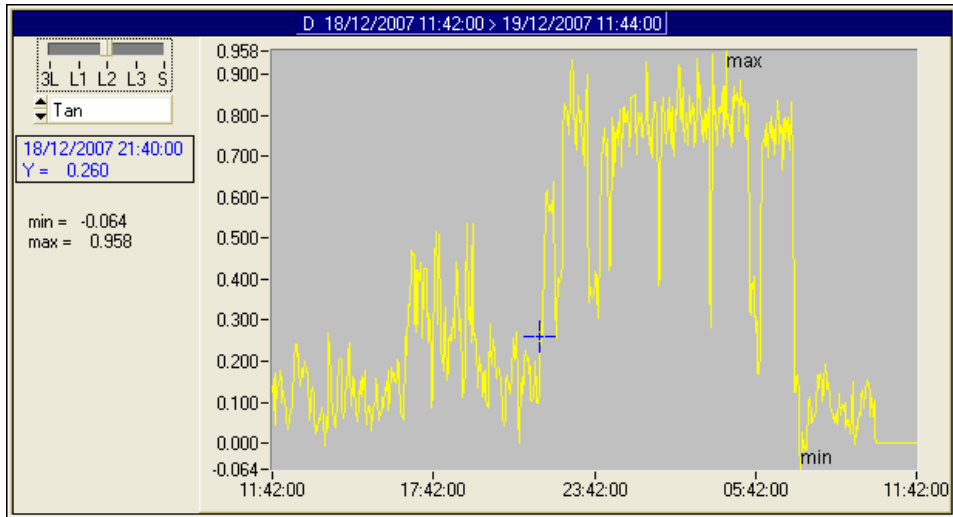


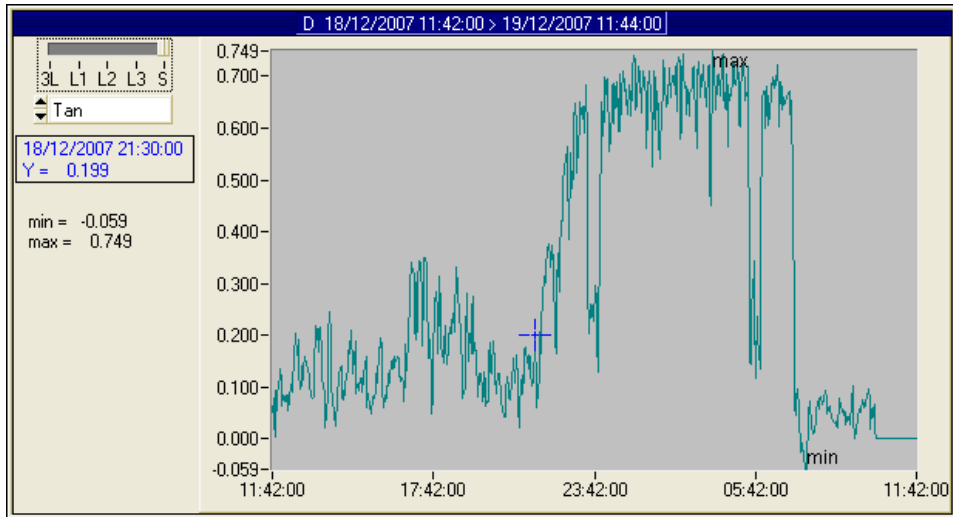




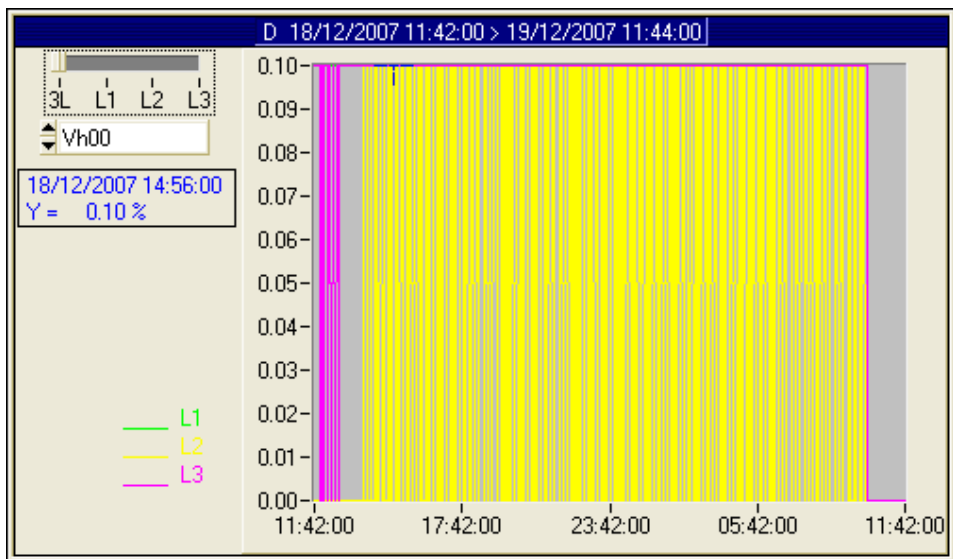
Παρακάτω έχουμε την εφφ που εκφράζει άεργο ισχύ/πραγματική ισχύ.



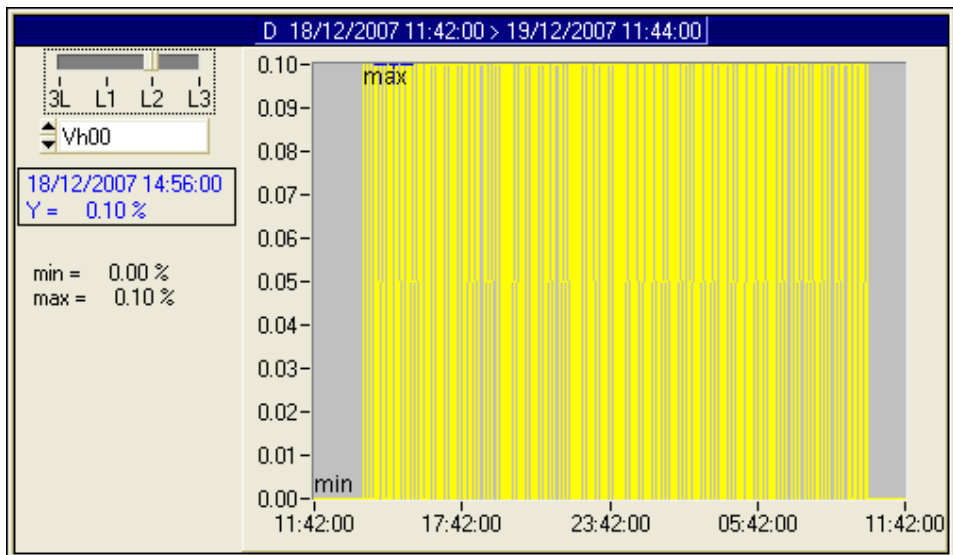
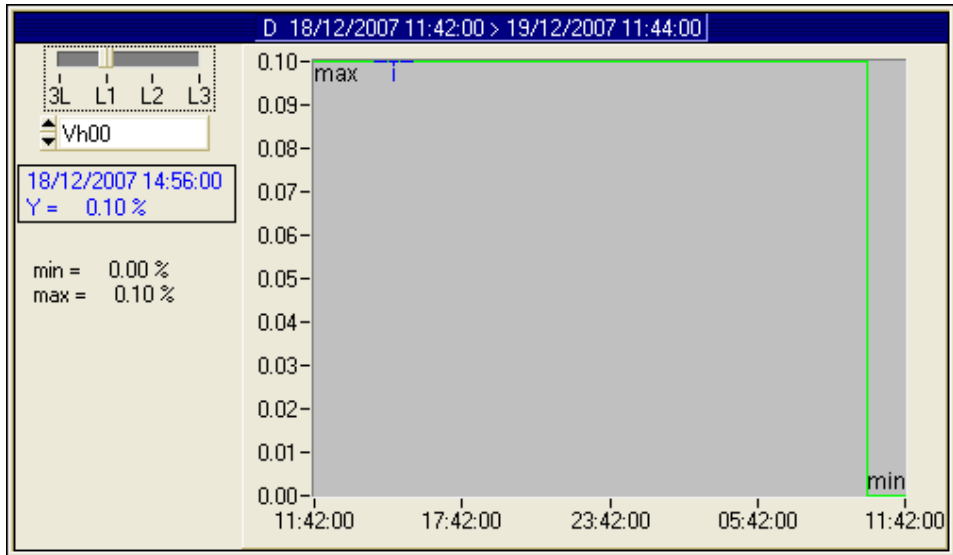


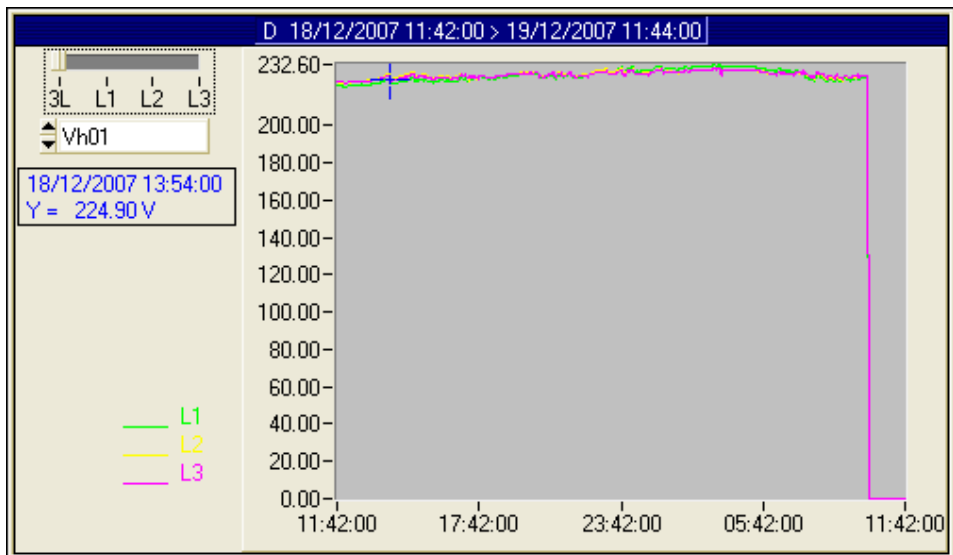
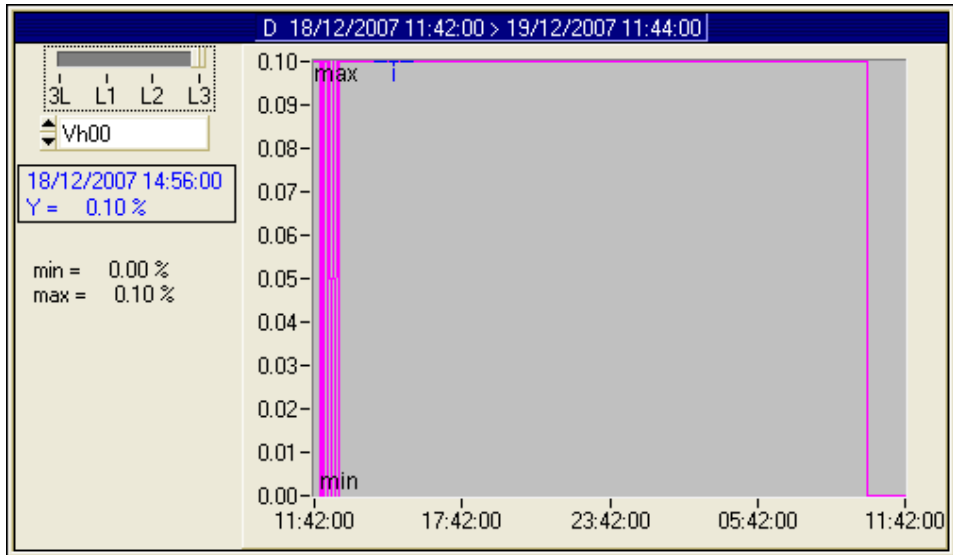


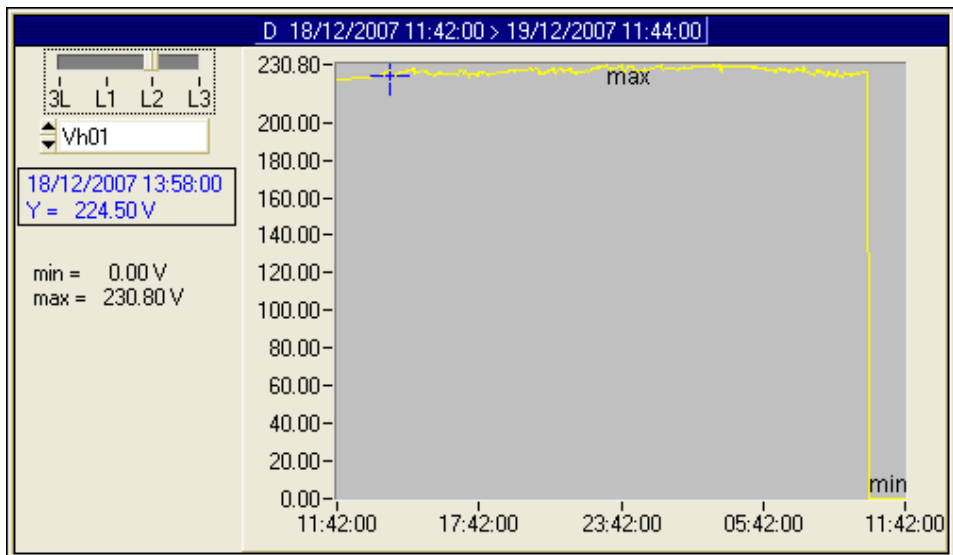
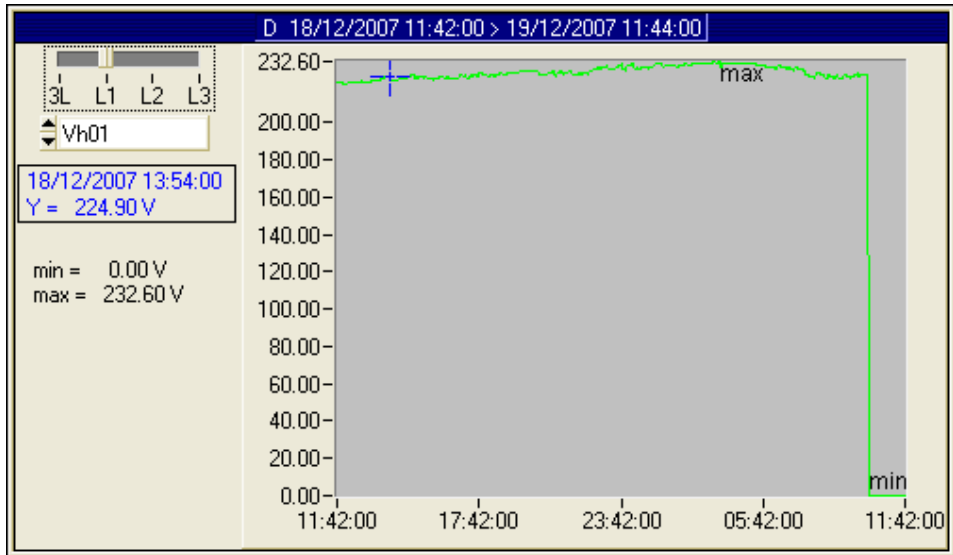
Παραπάνω είδαμε την εφφ και στις τρεις φάσεις. Η εφφ είναι ένα μέγεθος που χρησιμοποιείται στους πίνακες αντιστάθμισης, και αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση των εξόδων για άεργο ρεύμα.

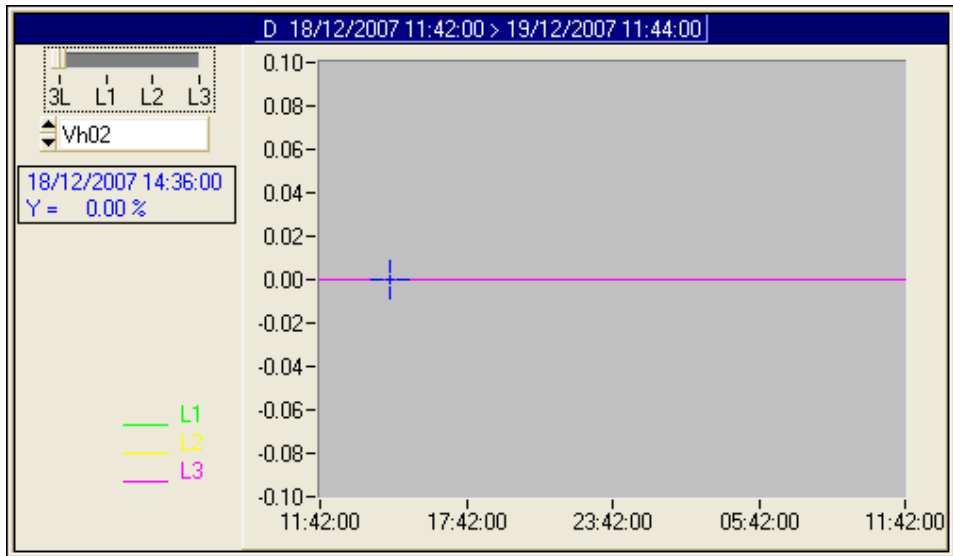
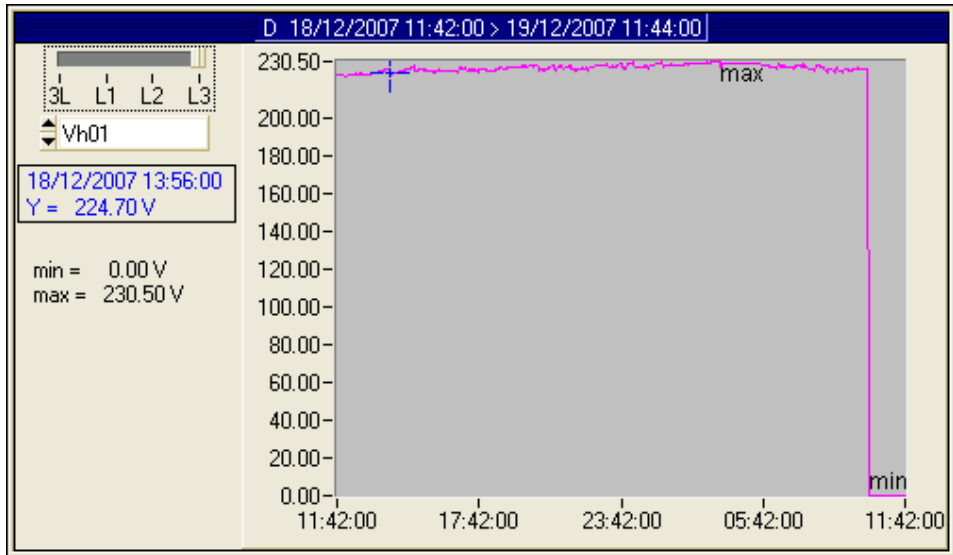


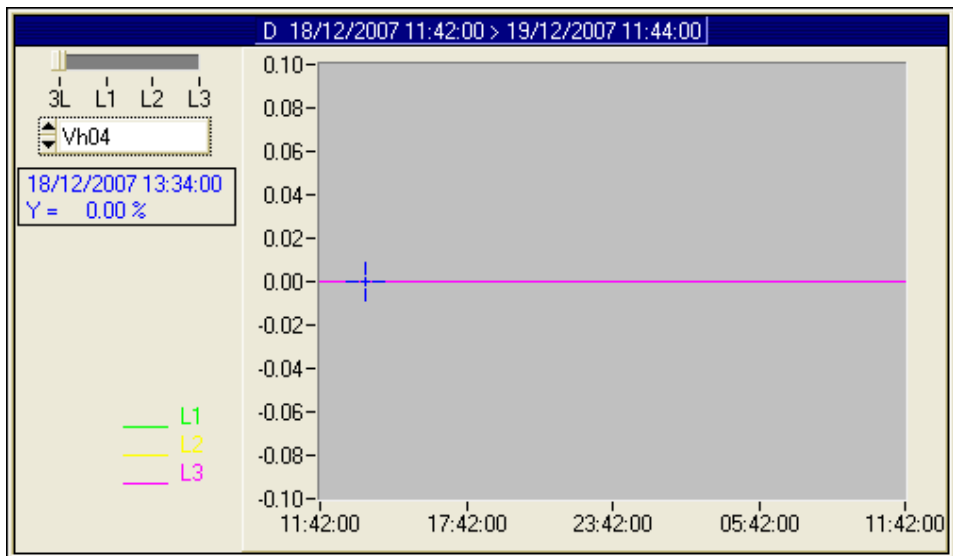
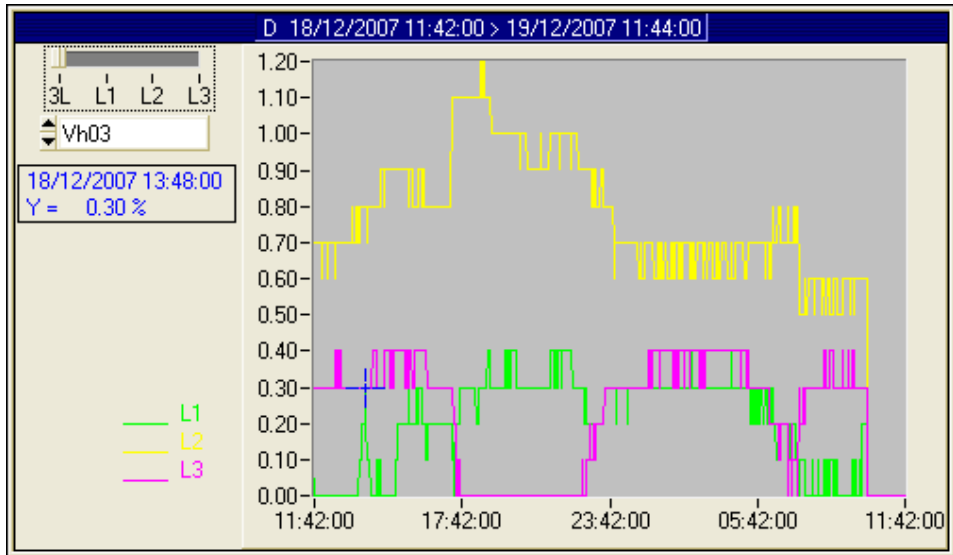


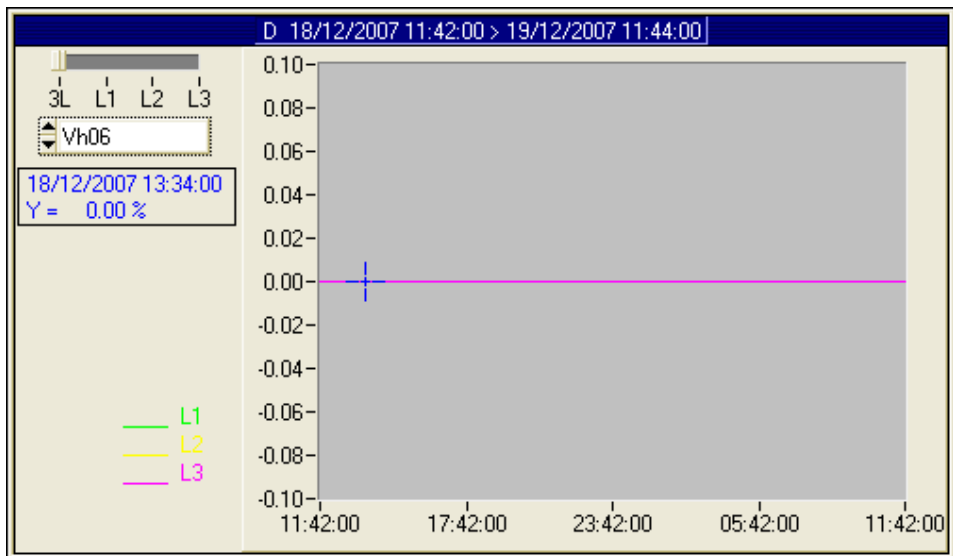
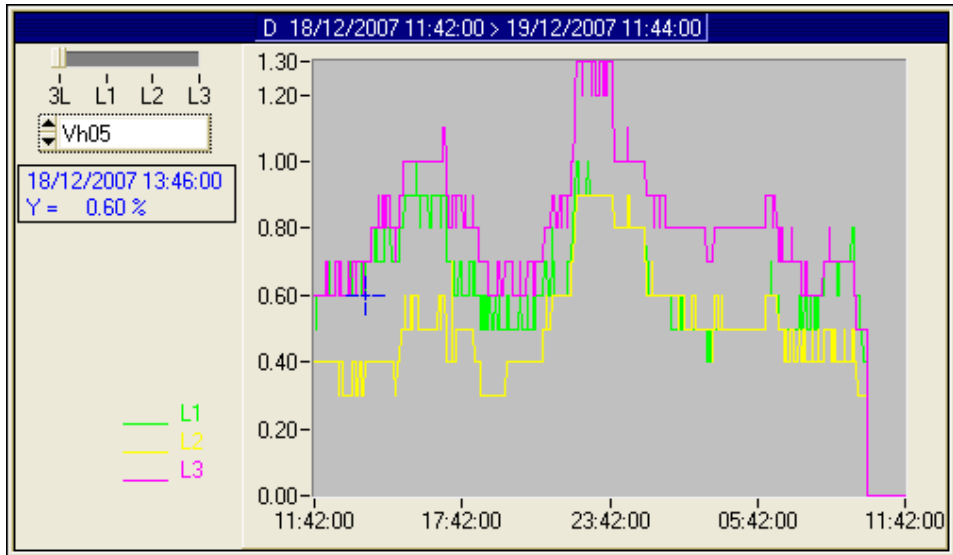


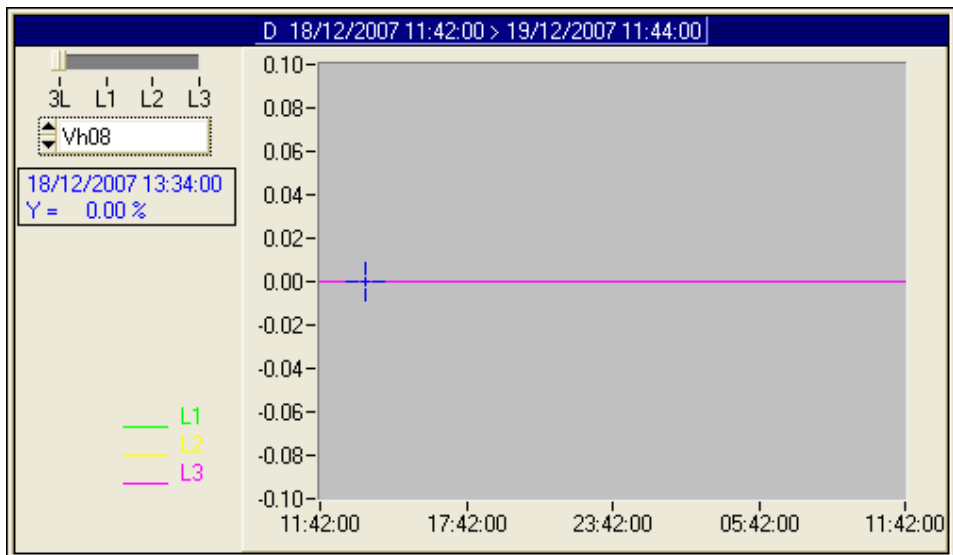
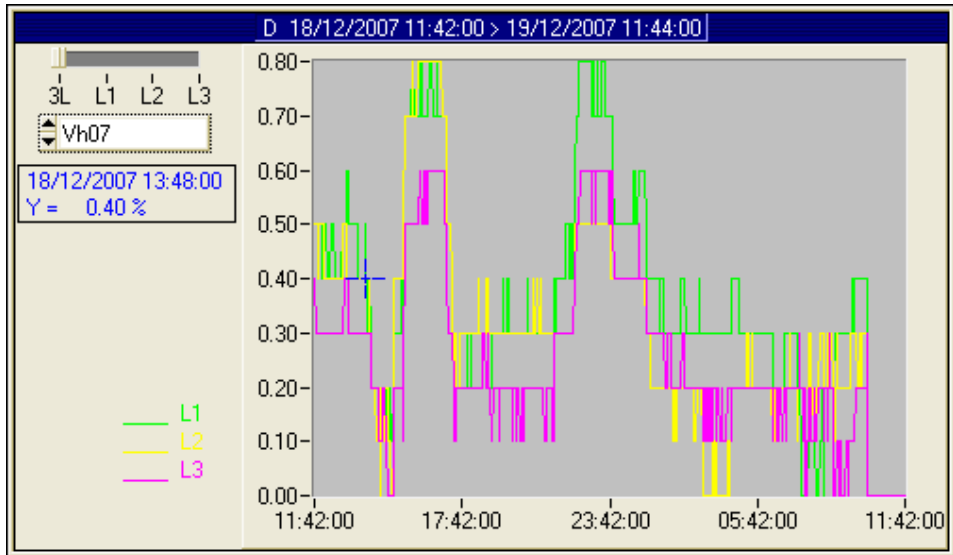


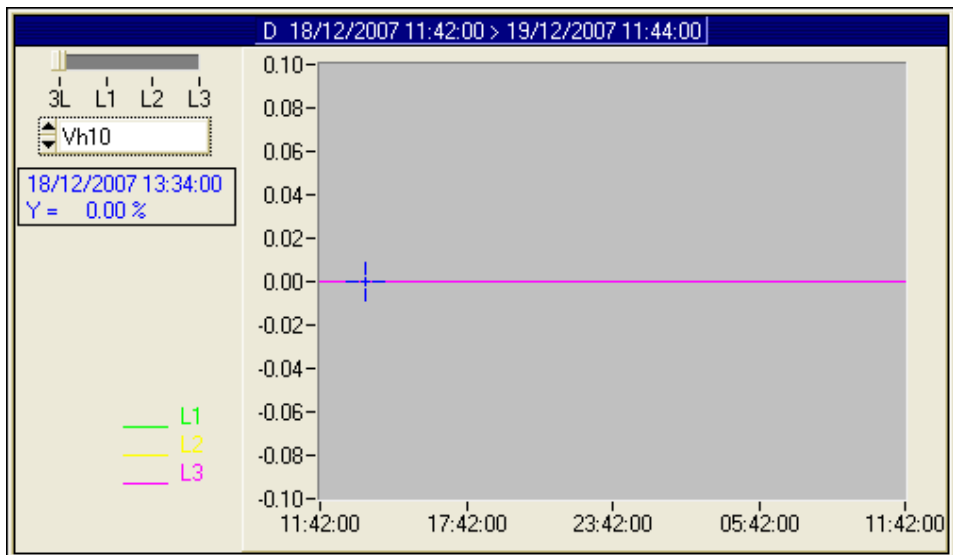
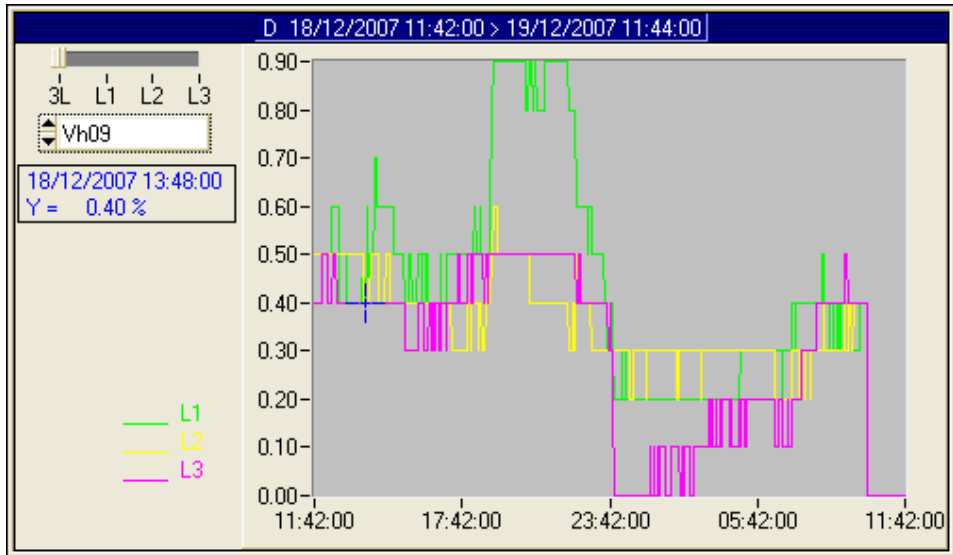




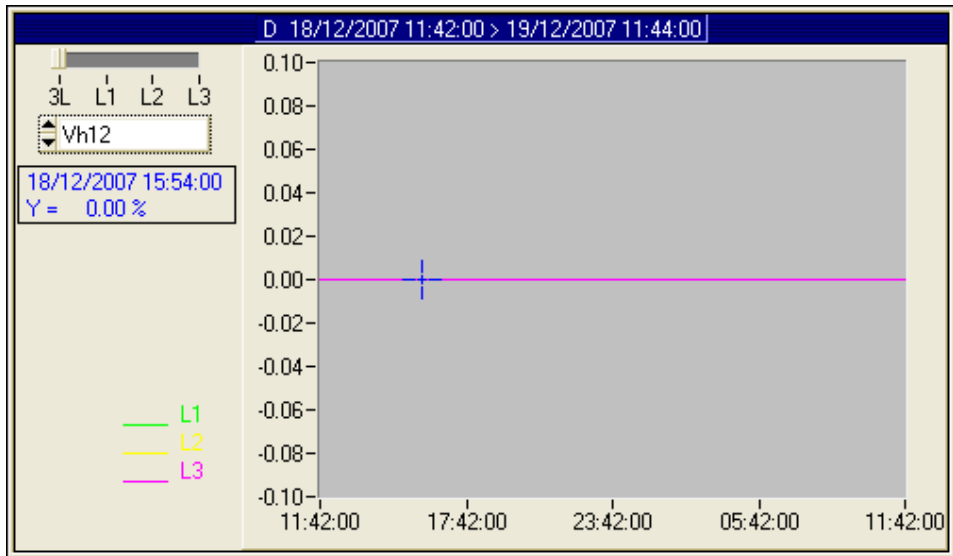
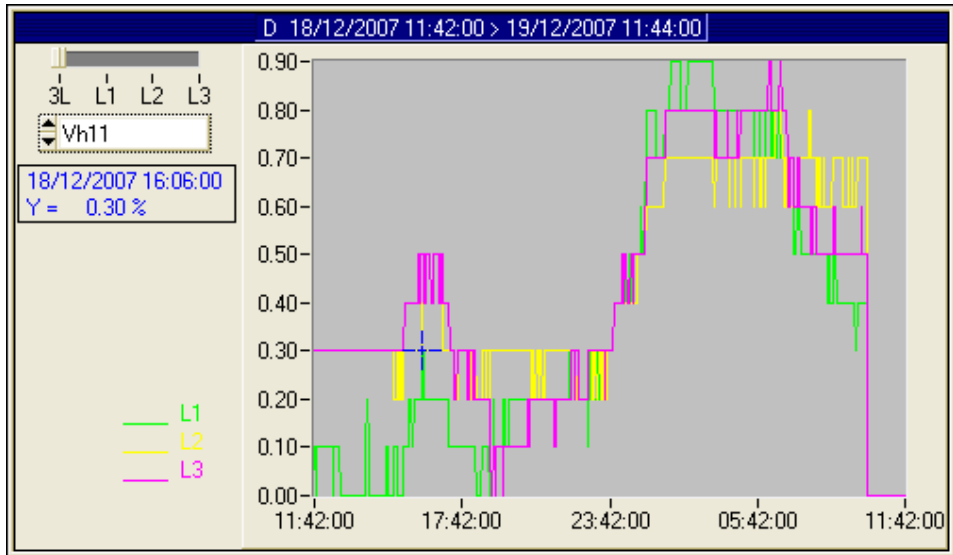


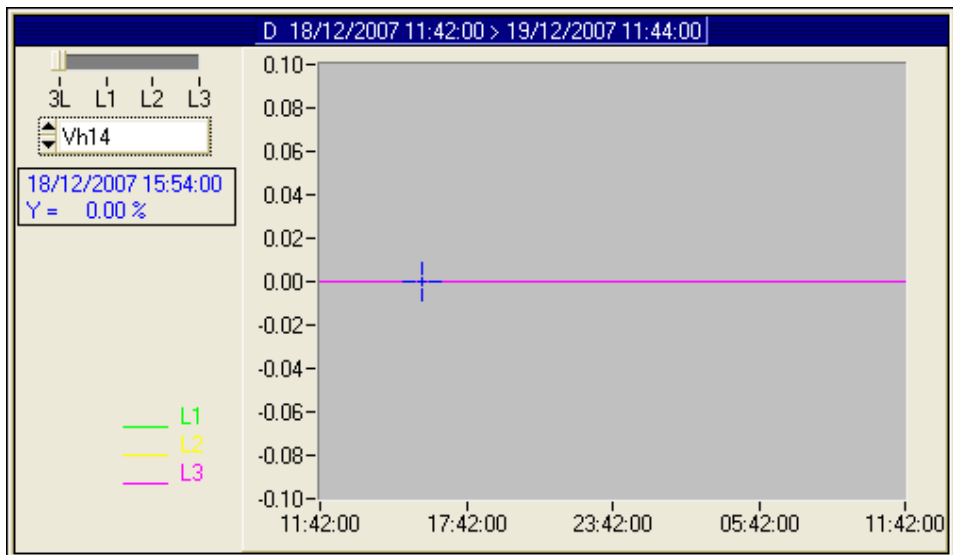
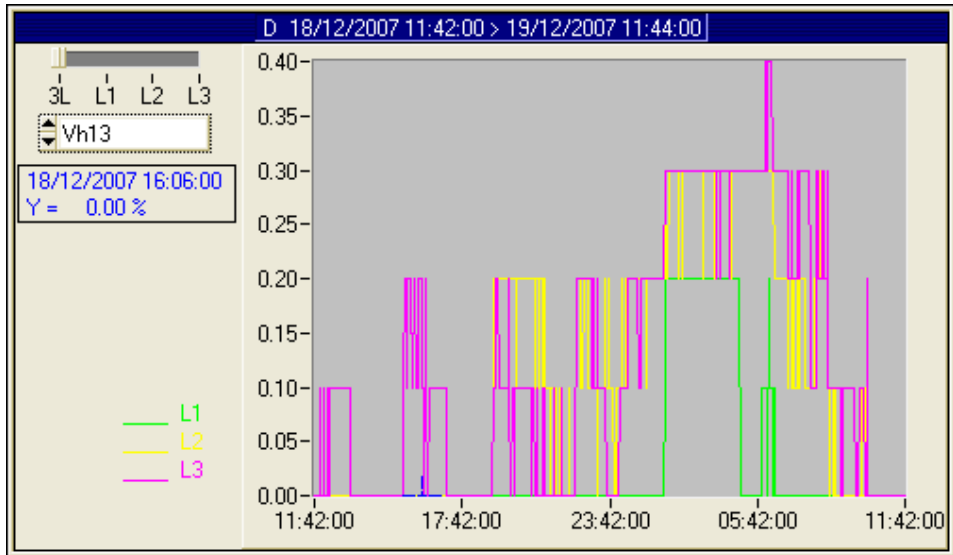


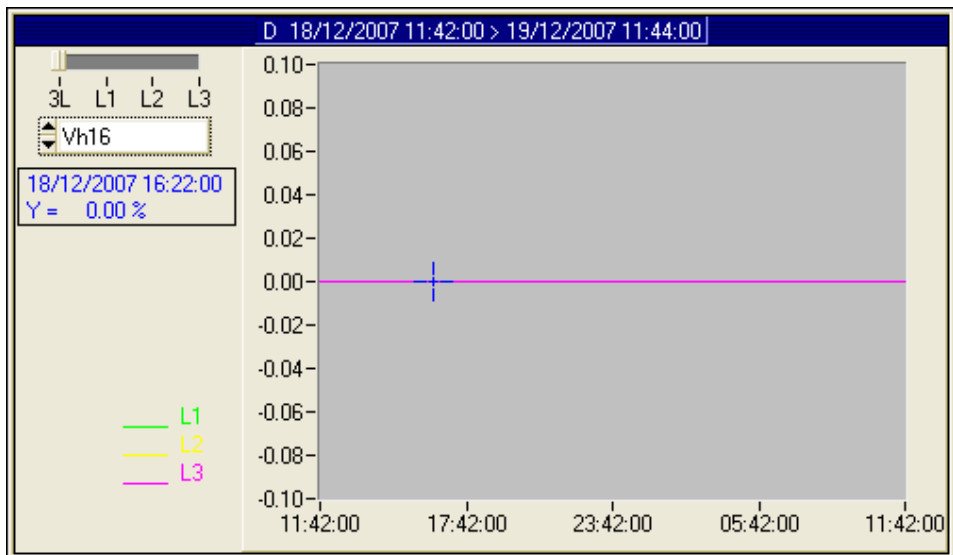
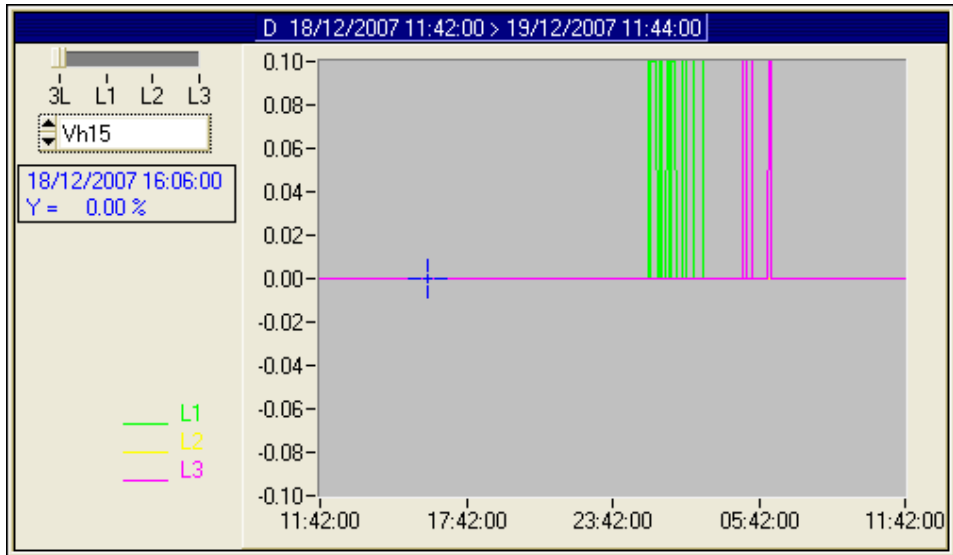


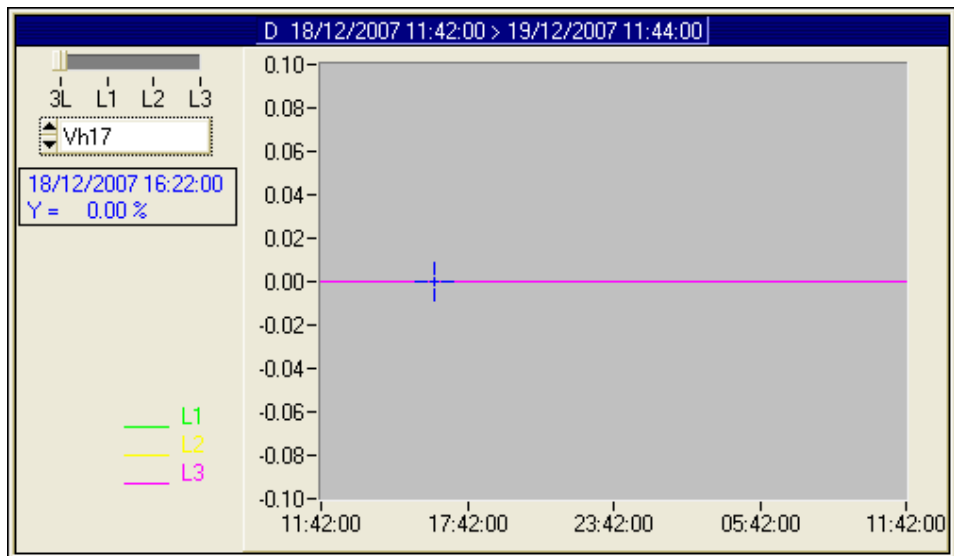






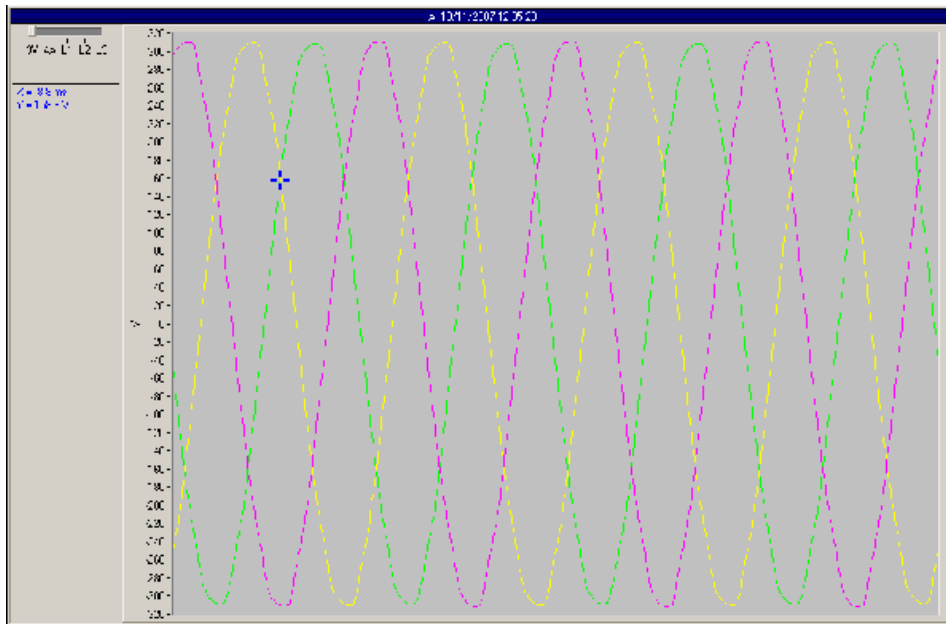






## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

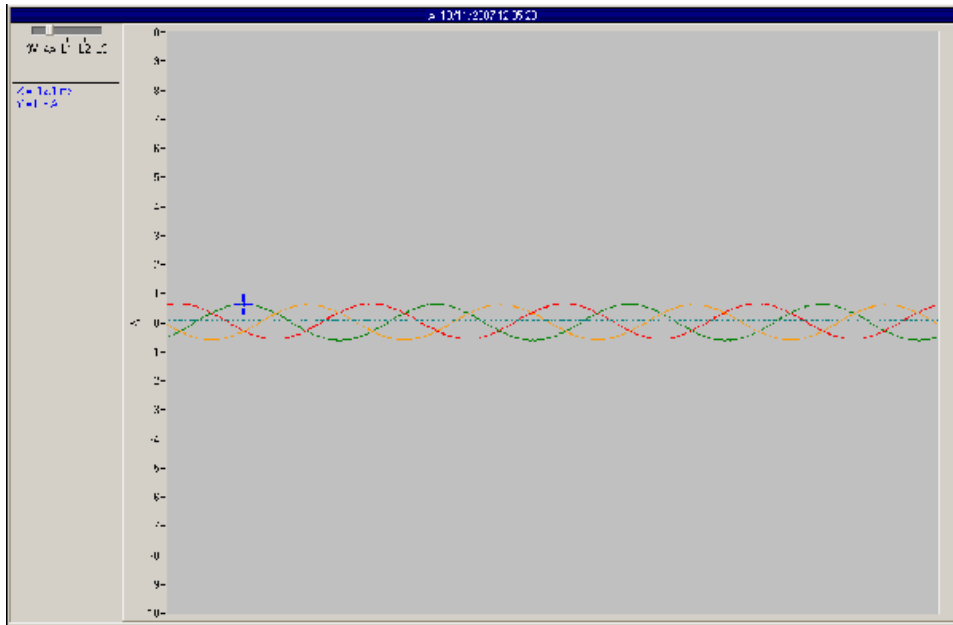
### 4.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ (TRANSIENT)



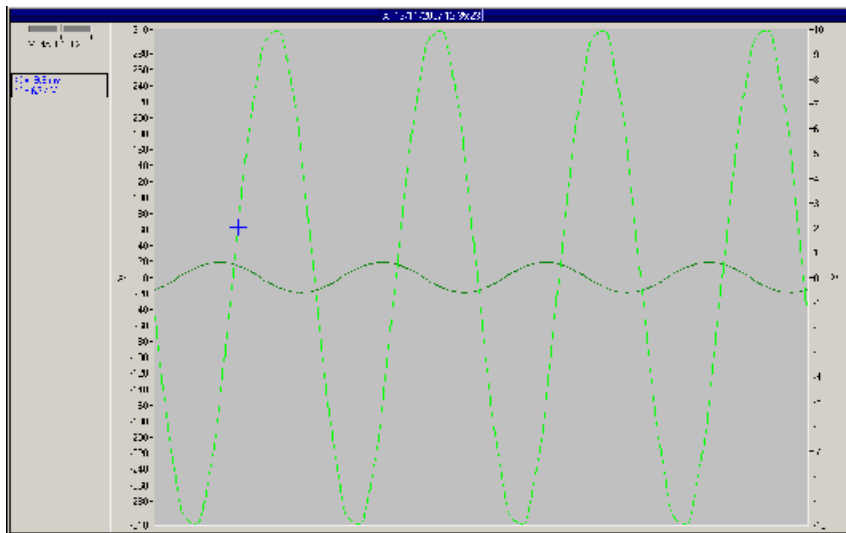
Η παραπάνω εικόνα είναι μια απεικόνιση της μεταβατικής ανάλυσης και παρουσιάζει την τάση και στις τρεις φάσεις.

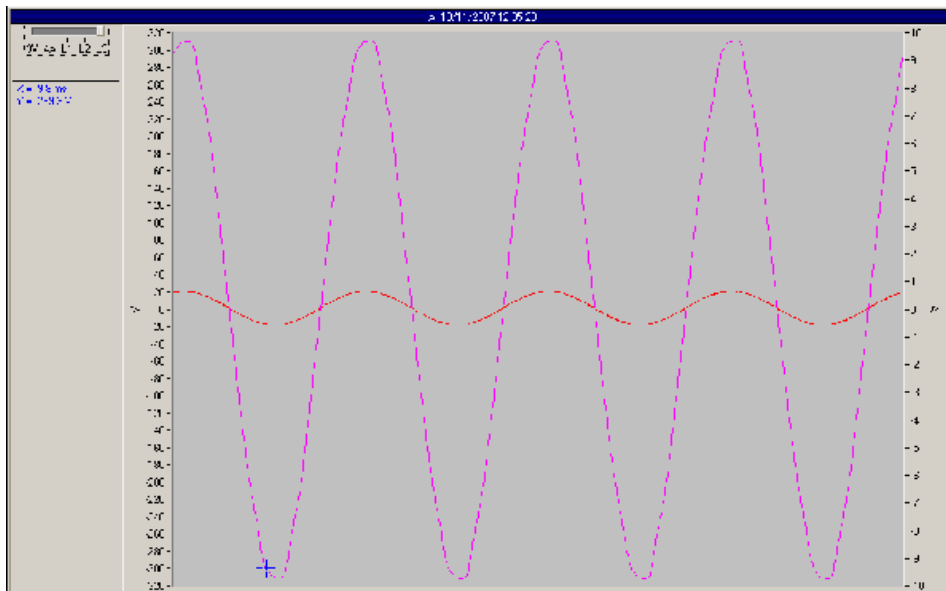
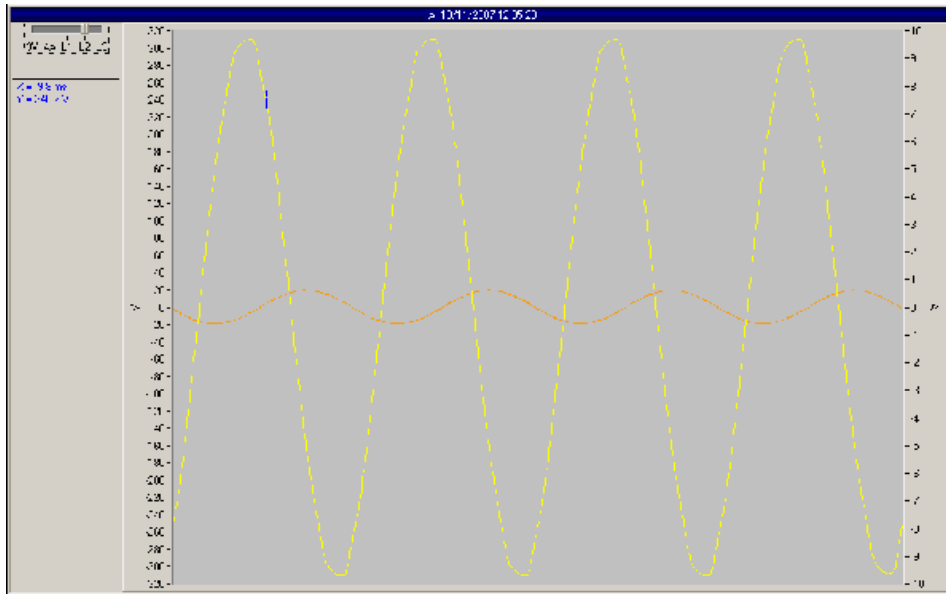
Στον άξονα  $\psi$  είναι η τάση και στον άξονα  $\chi$  βρίσκεται ο χρόνος όπως γινόταν άλλωστε και σε όλες τις προηγούμενες μετρήσεις.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η μεταβατική ανάλυση των ρευμάτων στις τρεις φάσεις και τον ουδέτερο.



Ενώ υπάρχει και η δυνατότητα απεικόνισης ανά φάση που παρουσιάζεται παρακάτω.





Η μεταβατική ανάλυση είναι μια ανάλυση η οποία μέσω των κυματομορφών της μας δείχνει εάν εκκινεί ή σταματάει κάποιος κινητήρας. Από το γεγονός ότι όλες οι κυματομορφές είναι κανονικοποιημένες και δεν παρουσιάζουν καμία ανωμαλία ως προς τη μορφή τους αλλά και τη συμμετρία τους από περίοδο σε περίοδο συμπεραίνουμε πως δεν εκκινεί κάποιος κινητήρας.

## Συμπεράσματα

Από την επεξεργασία των δεδομένων καταγραφής, διαπιστώνουμε τα ακόλουθα:

Για την τάση τροφοδοσίας ότι κυμάνθηκε κατά τη διάρκεια των μετρήσεων από 386 έως 400 Volt. Άρα η πτώση τάσης και συνεπώς η διακύμανση ήταν μικρή. Όπως προκύπτει και από τη μελέτη της γραφικής παράστασης  $V_{unb}$  (διακύμανση τάσης) η μέγιστη τιμή που λαμβάνει είναι 0,9% και ότι για τη φάση L1 το μέγιστο είναι 402,0 V, για τη φάση L2 είναι 396,7 V και για τη φάση L3 είναι 399,2 V. Τη μεγαλύτερη ασυμμετρία ως προς τις άλλες δύο φάσεις παρουσιάζει η L2. Η ασυμμετρία είναι μικρή και δεν επηρεάζει την ορθή λειτουργία των συσκευών μας.

Ως αναφορά τη μελέτη των κυματομορφών των ρευμάτων βλέπουμε ότι υπάρχει ασυμμετρία ως αναφορά τη φόρτιση των τριών φάσεων δεδομένου και του μεγάλου ρεύματος στον ουδέτερο το οποίο φτάνει μέχρι την τιμή των 60 A. Έτσι η L1 παρουσιάζει μέγιστο 151 A η L2 130 A και η L3 122 A. Αυτό συμβαίνει γιατί το μεγαλύτερο μέρος των ηλεκτρικών συσκευών του συγκεκριμένου τομέα τροφοδοσίας είναι τριφασικές. Το ίδιο παρατηρούμε και για τη συνολική αρμονική παραμόρφωση του ρεύματος όπου για την L1 φτάνει το 18,6% στην γραφική παράσταση  $A_{thd}$  όπως επίσης παρατηρούμε πως αλλάζει αυτό το μέγεθος το οποίο επηρεάζεται από το μέγεθος και από τον τύπο των φορτίων που μπαίνουν στο δίκτυο στη διάρκεια του χρόνου. Για αυτό και στο γράφημα  $A_{unb}$  (διακύμανση ρεύματος) το μέγεθος αυτό φτάνει το 43%.

Το πρόβλημα της ασύμμετρης φόρτισης των τριών φάσεων το διαπιστώνουμε και από την παρατήρηση των γραφημάτων της πραγματικής ισχύος. Από τη φάση L1 στη φάση L3 η διαφορά είναι 5 kw.

Στα γραφήματα της άεργης ισχύος το πρόβλημα φαίνεται μεγαλύτερο μιας και από τη φάση L1 στη φάση L3 η διαφορά είναι 6,5 KVAR.

Στα γραφήματα της αρμονικής ανάλυσεως παρατηρούμε πως δεν υπάρχουν αρμονικές άρτιας τάξης, και αυτό συμβαίνει επειδή σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας, επειδή υπάρχει συμμετρία των μαγνητικών κυκλωμάτων των γεννητριών και των μετασχηματιστών οι αρμονικές που παράγονται στα δίκτυα εναλλασσόμενου ρεύματος είναι πρακτικά μόνο περιττής τάξης.

Έτσι παρατηρούμε στα γραφήματά μας πως έχουμε αρμονικές συνιστώσες 3<sup>ης</sup>, 5<sup>ης</sup>, 7<sup>ης</sup>, 9<sup>ης</sup>, 11<sup>ης</sup>, 13<sup>ης</sup>, και 15<sup>ης</sup> τάξης. Η παρουσία αυτών των αρμονικών μπορεί να μειώσει την ικανότητα λειτουργίας της ηλεκτρικής εγκατάστασης.



Για παράδειγμα στη διόρθωση του συνφ σε περίπτωση συστοιχιών πυκνωτών που βρίσκονται σε σειρά συνδεδεμένες, μια χαμηλή αρμονική τάση μπορεί να προκαλέσει ένα υψηλό ρεύμα αν η συχνότητα συμπίπτει με την συχνότητα  $f$  του ίδιου του κυκλώματος.

Οι αρμονικές παραμορφώσεις που έχουμε στην ηλεκτρική εγκατάσταση που μετρήσαμε είναι μέχρι 1,2% το οποίο είναι και αποδεκτό. Αυτές έχουν προκληθεί από τα ballast των λαμπτήρων φθορισμού μιας και στα μαγειρεία δεν υπάρχει κάποιος άλλος καταναλωτής ο οποίος να προκαλεί αρμονικές.

Επομένως δεν χρειάζεται καμιά αλλαγή στον πίνακα του υποσταθμού. Ενδεχομένως κάποιες μικροσυσκευές θα μπορούσαν να αλλάξουν φάση τροφοδοσίας στον πίνακα του μαγειρείου.

## Βιβλιογραφία

- Συστήματα Μετρήσεων. Βασικές Αρχές  
Εκδόσεις Ίων 2009  
Bentley P. John
- Ηλεκτρικές Μετρήσεις  
Εκδόσεις Ίων 2006  
Ψωμιάδης Δημήτρης
- Ηλεκτρικές Μετρήσεις  
Εκδόσεις Ίων 2000  
Πακίτης Σπύρος
- Επαγγελματικοί Υπολογισμοί Ηλεκτρολογίας  
Εκδόσεις Ίων 1996  
Bastian Peter
- Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών  
Εκδόσεις Ζήτη 2005  
Πέτρος Ντοκόπουλος
- Chauvin Arnoux 8334 manual
- [www.chauvin – arnoux.com](http://www.chauvin-arnoux.com)