

ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ



ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:
ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΚΟΠΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ 1645

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΜΑΡΚΕΛΛΟΣ ΜΙΧΑΗΛ

Επιβλέπων καθηγητής κ.Νικόλαος Σχοινάς

ΠΑΤΡΑ 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	Σελ 10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
Η ΠΡΟΚΛΗΣΗ	Σελ 11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΟΤΟΡ ΟΙΛ.....	Σελ18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	
ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΚΟΠΗΣ ΦΟΡΤΙΩΝ	
2.1 Περιγραφή	Σελ20
2.2 Η Αρχιτεκτονική του Συστήματος.....	Σελ22
2.3 Δυναμική επιλογή των φορτίων.....	Σελ33
2.4 Οι μήτρες του Σ.Α.Φ.....	Σελ41
2.5 Η λογική αποκοπής φορτίων.....	Σελ42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	
ΟΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΤΟΥ Σ.Α.Φ.....	Σελ63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	
ΣΥΜΒΑΝ Ν1.....	Σελ86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	
ΣΥΜΒΑΝ Ν2,Ν3,Ν4.....	Σελ94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	100



PowerMAX



ΜΙΧΑΗΛ ΜΑΡΚΕΛΛΟΣ – ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2017

Περίληψη

Το Σύστημα Αποκοπής Φορτίου του διυλιστηρίου (Σ.Α.Φ) είναι ένα σύστημα που δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα σε περίπτωση σφάλματος στο δίκτυο να αποκόπτει προεπιλεγμένα φορτία ώστε να μη γίνεται ολική απώλεια τροφοδότησης (black out). Το σύστημα είναι προγραμματισμένο σε γλώσσα C++ η οποία τρέχει σε πλατφόρμες λειτουργικού Linux σε διπλούς - redundant - επεξεργαστές που μέσω ενός server ενεργού και ενός hot stand by επικοινωνούν με τον χρήστη και του δίνουν την δυνατότητα της online πληροφόρησης όλου του δικτύου του διυλιστηρίου καθώς και τα σενάρια πιθανών σφαλμάτων που τρέχουν ταυτόχρονα στους επεξεργαστές Linux και εξετάζουν ανά πάσα ώρα και στιγμή ποια φορτία πρέπει να αποκοπούν. Το σύστημα έχει δοκιμαστεί τόσο με simulator κατά την παραλαβή, όσο και με πραγματικά σφάλματα στο δίκτυο του διυλιστηρίου για σχεδόν ταυτόχρονη ενεργοποίηση μέχρι και τριών σφαλμάτων – contingencies - και σε όλες τις περιπτώσεις ο χρόνος απόκρισης του συστήματος και των απαραίτητων ενεργειών που έλαβαν χώρα δεν ξεπέρασε τα 80 χιλιοστά του δευτερολέπτου(msec). Το σύστημα αυτό, με την ονομασία POWERMAX, χρησιμοποιήθηκε πιλοτικά στο διυλιστήριο και στη συνέχεια αφού «πατεντοποιήθηκε» από το κατασκευαστή (Schweitzer Engineering Laboratories), εγκαταστάθηκε με επιτυχία σε διάφορα διυλιστήρια σε Αμερική και Σαουδική Αραβία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Η ΠΡΟΚΛΗΣΗ

Η Motoroil Hellas είναι το μεγαλύτερο ιδιόκτητο διυλιστήριο στην Ελλάδα και βρίσκεται στους Αγίους Θεοδώρους Κορινθίας. Τα κεντρικά γραφεία της εταιρείας βρίσκονται στο Μαρούσι Αττικής και η εταιρεία τροφοδοτεί μία μεγάλη ποικιλία πετρελαιοειδών, συμπεριλαμβανομένων των καυσίμων και των ορυκτών ελαίων, τόσο σε τοπικές εταιρείες και πρατήρια, όσο και σε διεθνείς. Επίσης η Motoroil Hellas αποτελεί τον μοναδικό παραγωγό και συσκευαστή ορυκτών ελαίων στην Ελλάδα.



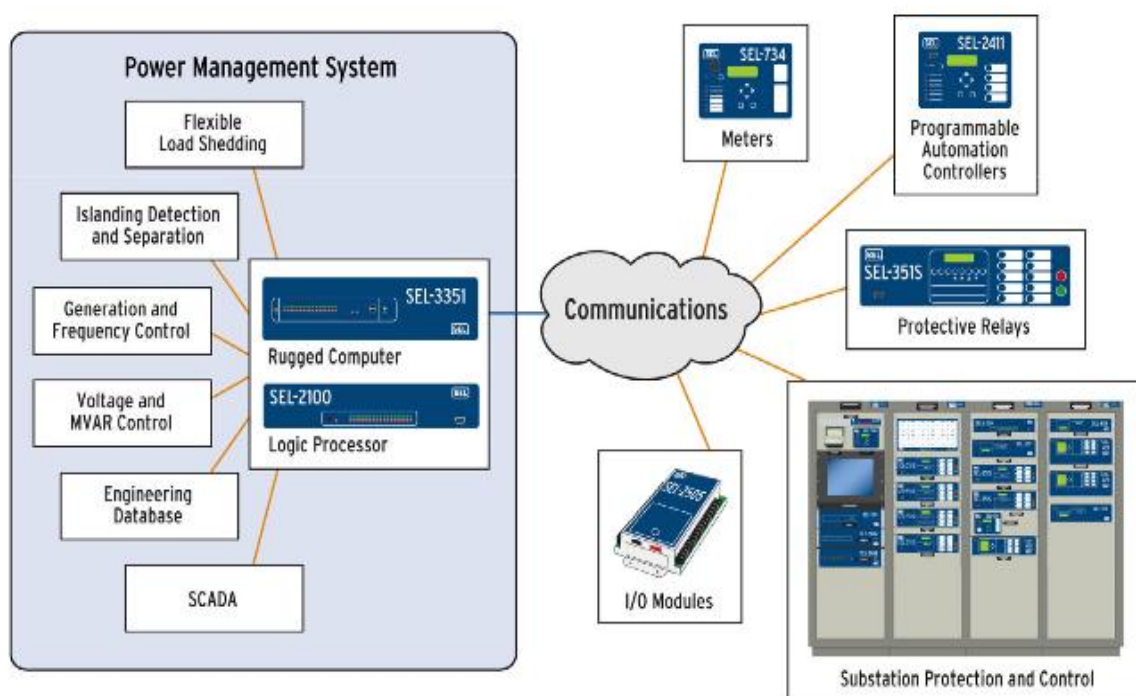
Σχήμα 1

Η ΜΟΗ κατασκεύασε την αρχική μονάδα παραγωγής της το 1984. Εγκατέστησε δύο αεριοστροβίλους με δύο ηλεκτρικές γεννήτριες που τροφοδοτούσαν τις αρχικές εγκαταστάσεις του διυλιστηρίου. Το 2001 εγκαταστάθηκε μία τρίτη μηχανή ίδιας δυναμικότητας με τις προηγούμενες, το 2005 μία τέταρτη και το 2010 μία πέμπτη ίδιας δυναμικότητας με όλες τις άλλες. Ως συνέπεια των παραπάνω ήταν η μετάβαση της τροφοδότησης του διυλιστηρίου από τα 20KV στα 150KV και κατά συνέπεια η αναζήτηση ενός συστήματος που θα αύξανε την αξιοπιστία του ηλεκτρικού δικτύου και θα μείωνε τα ενεργειακά κόστη.

Οι διακοπές ρεύματος και τα black out στα διυλιστήρια μπορούν να αποβούν καταστροφικές, τόσο οικονομικά, όσο και οικολογικά λόγω των εκλύσεων αερίων και καυσαερίων στην ατμόσφαιρα και της πρόκλησης πυρκαγιάς.

Το παλιό σύστημα προστασιών του διυλιστηρίου βασιζόταν σε ηλεκτρομηχανικά ρελέ παλαιού τύπου με αποτέλεσμα την αργή απόκριση στα σφάλματα και τις συχνές διακοπές ρεύματος. Σε κάποιες περιπτώσεις λόγω της παλαιότητας της τεχνολογίας, ήταν δύσκολο να διευκρινιστεί ποια ήταν η γενεσιουργός αιτία του σφάλματος, αφού δεν υπήρχε κάποιος τρόπος καταγραφής της ακολουθίας των σφαλμάτων ή κάποια διαγνωστικά. Επίσης το παλιό σύστημα δεν παρείχε την απαραίτητη επιλεκτική προστασία ή την απαιτούμενη αξιοπιστία.

Το σύστημα προστασιών της ΜΟΗ είχε πολλά διαφορετικά ρελέ από διαφορετικές εταιρείες και από διαφορετικές γενιές, πολλά ηλεκτρομηχανικά τα οποία δε μπορούσε να διαπιστωθεί αν δούλευαν και σωστά και έτσι και η εκπαίδευση του προσωπικού γινόταν δυσκολότερη.



Σχήμα 2

Ένας από τους πρωταρχικούς στόχους την αναβάθμισης του συστήματος ήταν η βελτίωση της ακρίβειας και της ταχύτητας στο να εντοπιστεί η αρχική αιτία του σφάλματος. Μετά από τη συγκέντρωση του συνόλου των απαιτήσεων η Motoroil Hellas κατέληξε στο SEL PowerMAX σαν σύστημα διαχείρισης και αποκοπής φορτίων που εγκαταστάθηκε από την Schweitzer Engineering Laboratories (SEL), που έχει την έδρα της στο Pullman, Washington. Το σύστημα αυτό είναι το πιο ευέλικτο, οικονομικό, γρήγορο και ευκολονόητο σύστημα ελέγχου και διαχείρισης φορτίων. Το σύστημα χρησιμοποιεί αποκλειστικά συσκευές SEL που προγραμματίζονται κατά IEC 61131-3.



Σχήμα 3

Τα νέα συστήματα προστασίας είναι αυτά που διαφυλάττουν τον ευαίσθητο και ακριβό ηλεκτρολογικό εξοπλισμό, όπως οι μετασχηματιστές ισχύος, οι κινητήρες, οι γεννήτριες και οι ζυγοί. Παρέχουν την δυνατότητα ελέγχου, επιτήρησης, διαγνωστικών και καταγραφών με τρόπο όσο το δυνατό πιο κατανοητό προς τον χρήστη. Προσπαθούν κατά το δυνατό να περιορίσουν και αν είναι δυνατό να εξαφανίσουν τα Black Out. Σε αυτό συμβάλλει και η δυνατότητα ελέγχου της ενεργού και αέργου ισχύος των γεννητριών. Τέτοιου είδους συστήματα είναι αυτά που παρακολουθούν την

γήρανση του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και την πρόληψη κατά το δυνατόν των σφαλμάτων.



Σχήμα 4



Σχήμα 5



Σχήμα 6

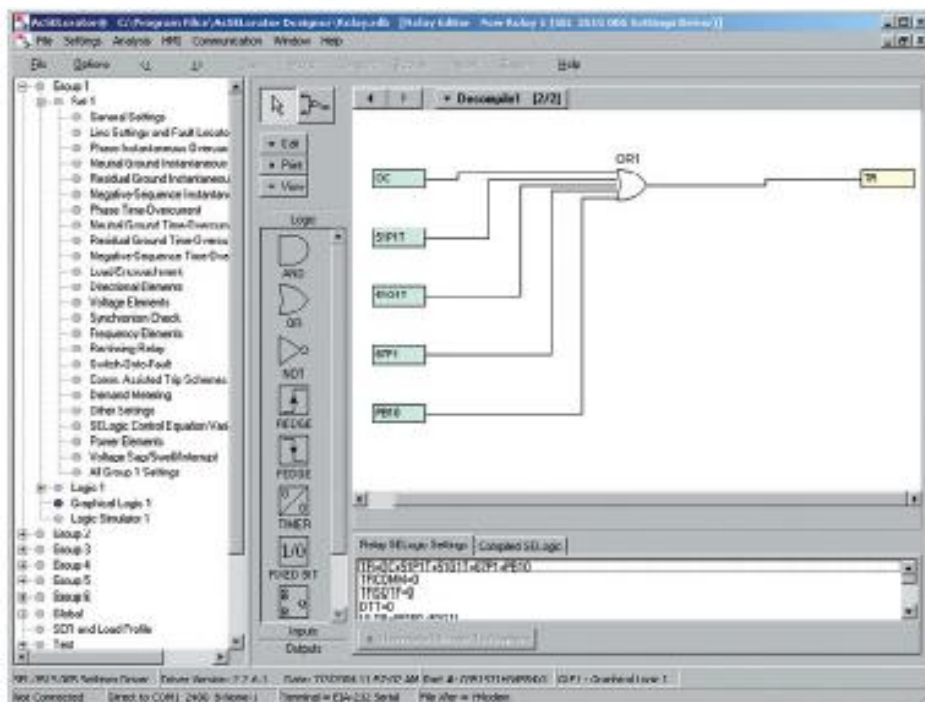
Το σύστημα SEL – PowerMAX περιέχει ένα σύνολο αναβαθμισμένων αλγορίθμων για να επιτύχει τα παραπάνω. Αυτοί οι αλγόριθμοι μπορούν και ελέγχουν τους κινητήρες, τις γεννήτριες, τους πυκνωτές αντιστάθμισης και τους μετασχηματιστές ισχύος. Μπορεί να ειδοποιεί τον χρήστη για τον ελαττωματικό εξοπλισμό μέσα από ένα σύνολο καταγραφών και διαγνωστικών ώστε μέσα από την προληπτική συντήρηση να προλαμβάνει τα σφάλματα. Η αυξημένη αξιοπιστία του συστήματος του δίνει την δυνατότητα να αποκόπτει εναλλακτικά φορτία από το διυλιστήριο, αν δεν είναι σε θέση να αποφασίσει την κατάσταση κάποιων φορτίων, όπως θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο.

Η SEL υλοποίησε το ολοκληρωμένο σύστημα προστασιών της MOH με την βοήθεια του αντιπροσώπου της στην Ελλάδα, της PROTASIS. Το PowerMAX προτού παραδοθεί στην MOH δοκιμάστηκε πολλές φορές με ειδικούς εξομοιωτές και συγκεκριμένα τον Real Time Digital Simulator (RTDS). Το PowerMAX έφτασε αισίως τα 70.000 tags. Μετά από όλες αυτές τις εξομοιώσεις, τα πράγματα στο πεδίο έγιναν ευκολότερα.

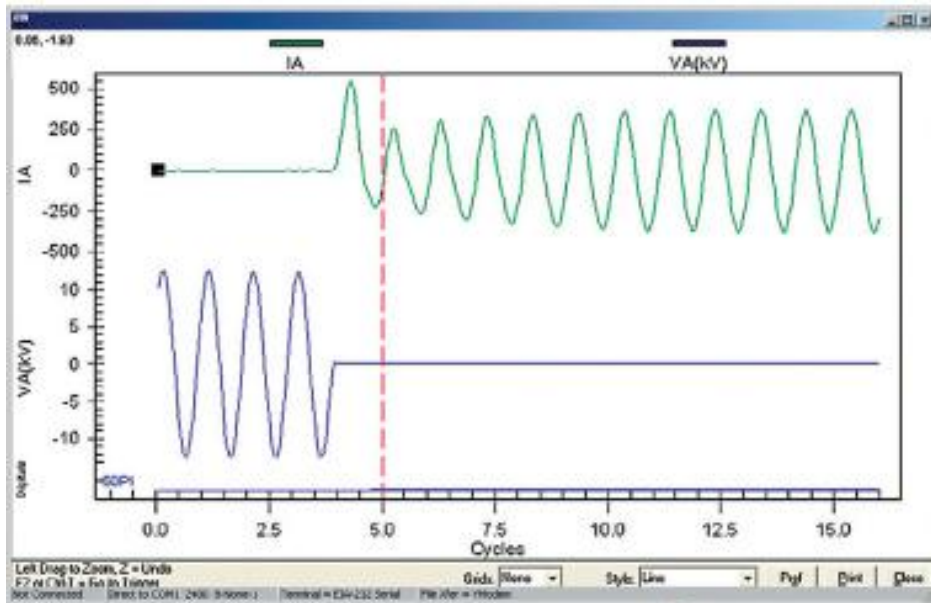


Σχήμα 7

Με το νέο σύστημα αυξήθηκε κατά πολύ η αξιοπιστία του δικτύου της ΜΟΗ, περιορίστηκαν οι διακοπές και η εκπαίδευση του προσωπικού έγινε ευκολότερη. Επίσης οι περισσότερες αλλαγές στις παραμέτρους μπορούν πλέον να γίνονται από το προσωπικό της ΜΟΗ χωρίς τη συνεχή επέμβαση της SEL.



Σχήμα 8



Σχήμα 9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ MOTOR OIL

Το διυλιστήριο της Motor Oil τροφοδοτείται από το δίκτυο του ΑΔΜΗΕ με τάση 150 kV, τόσο από την πλευρά των Αθηνών, όσο και από την πλευρά της Κορίνθου για λόγους εφεδρείας. Μια σχηματική αναπαράσταση του συστήματος εισόδου στα 150kV φαίνεται παρακάτω στο Σχήμα 10.

Το διυλιστήριο εκτός από την παροχή των 150kV, έχει ιδιοπαραγωγή της τάξεως των 85MW, την οποία χρησιμοποιεί αποκλειστικά για να καλύψει τις δικές του ανάγκες. Η μόνιμη σύνδεση στο δίκτυο του ΑΔΜΗΕ απαιτείται για λόγους διατήρησης συχνότητας και για λόγους εφεδρείας. Διαθέτει πέντε αεριοστρόβιλους ίδιας δυναμικότητας που εικονίζονται στα Σχήματα 11,12,13.

Οι γεννήτριες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος μετασχηματίζουν μέσω μετασχηματιστών ισχύος την τάση των 10,5kV σε τάση 20kV και καταλήγουν στο κεντρικό υποσταθμό του διυλιστηρίου S/S0 στον οποίο καταλήγουν και τα δευτερεύοντα τυλίγματα των 2 μετασχηματιστών του υποσταθμού των 150kV. Στον υποσταθμό S/S0 υπάρχει αντιστάθμιση άεργου ισχύος με 2 συστοιχίες 10 MVar και 5 Mvar αντίστοιχα, η οποία έρχεται να προστεθεί στην άεργη ποσότητα ισχύος που παράγουν οι ηλεκτρικές γεννήτριες των αεριοστρόβιλων.

Για λόγους εφεδρείας ο κεντρικός υποσταθμός του διυλιστηρίου S/S0 έχει δυο ζυγούς στα 20kV, A&B, όπως φαίνεται στο Σχήμα 14.

Οι υποσταθμοί S/S 11, S/S11A, S/S11C, S/S11,S/S1, S/S4 ,S/S3 , S/S6, S/S9, S/S7, S/S2A, S/S8A, S/S2, S/S5, S/S10, S/S8B, S/S8, S/S12, S/S13, S/S14, S/S5A είναι υποσταθμοί διανομής του διυλιστηρίου-φορτία, οι μετασχηματιστές που βρίσκονται στη πλειονότητα αυτών παίρνουν τα 20 KV από τον S/S0 και τα μετασχηματίζουν στα 6KV, τάση στην οποία δουλεύουν πολλοί κινητήρες του διυλιστηρίου. Εν συνεχεία, με μετασχηματιστές διανομής 6/0,4 KV, μετασχηματίζεται η τάση σε χαμηλή, για να δουλέψουν οι υπόλοιποι κινητήρες και τα βοηθητικά φορτία. Κάθε υποσταθμός έχει για λόγους εφεδρείας δυο ζυγούς, A&B και η πλειοψηφία των φορτίων είναι εις διπλούν για λόγους εφεδρείας. Οι δυο ζυγοί επικοινωνούν μεταξύ τους με bus coupler

που παραμένει ανοιχτό και κλείνει στην περίπτωση που χαθεί η παροχή σε ένα από τους δυο ζυγούς. Αυτό φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 15.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, στη χαμηλή τάση των 400V μπαίνουν συστοιχίες πυκνωτών όχι τόσο για διόρθωση συνημίτονου, αλλά για χαμηλότερη φόρτιση των καλωδίων διανομής, αφού στην υψηλή τάση των 150 KV που παίρνει το διυλιστήριο, δεν υπάρχει χρέωση αέργου ισχύος, αλλά μόνο ενεργού ισχύος. Το διυλιστήριο έχει εγκατεστημένο σύστημα SCADA για την επιτήρηση και τον έλεγχο του ηλεκτρικού δικτύου διανομής (Power Management System) ή PMS. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται προκειμένου να δίνονται εντολές ανοίγματος ή κλεισίματος των διακοπών ισχύος των υποσταθμών, τόσο των μετασχηματιστών ισχύος, όσο και των κινητήρων μέσης τάσης. Κάνει επιτήρηση και καταγραφή των ηλεκτρικών στοιχείων (τάσεις, ρεύματα, ενεργή και άεργο ισχύς, συνημίτονα) τόσο στους μετασχηματιστές ισχύος των υποσταθμών, όσο και στους κινητήρες μέσης τάσης. Για τη συγκέντρωση των ηλεκτρικών στοιχείων χρησιμοποιούνται τα ρελέ προστασίας των μετασχηματιστών και των κινητήρων της SEL, όσο και πλατφόρμες συλλογής δεδομένων με λειτουργικό σύστημα Windows XP Professional με ειδικά πρωτόκολλα επικοινωνίας. Μια συνοπτική απεικόνιση του παραπάνω δικτύου επικοινωνίας φαίνεται στο Σχήμα 16.

Για το Σ.Α.Φ του διυλιστηρίου χρησιμοποιείται το ίδιο δίκτυο επικοινωνιών, αλλά αυτό θα αναπτυχθεί λεπτομερώς σε ξεχωριστό κεφάλαιο. Το PMS χρησιμοποιεί δυο server τελευταίας τεχνολογίας βιομηχανικού τύπου με λειτουργικό Windows XP Professional Server A & Server B σε λειτουργία redundant, τρεις σταθμούς workstations για επίβλεψη και έλεγχο και engineering station για παραμετροποίηση. Όλοι οι υπολογιστές δουλεύουν με λειτουργικό σύστημα Windows XP Professional. Τα switch επικοινωνίας με δίκτυο Ethernet είναι βιομηχανικού τύπου, παραμετροποιήσιμα και αφού συλλέγουν τα δεδομένα από τις κεντρικές μονάδες επεξεργασίας (CPU) τις διοχετεύουν στους server του δικτύου. Τα Ethernet switch αυτά συνδέονται μεταξύ τους σε τοπολογία βρόγχου (ring type) για λόγους εφεδρείας, έτσι αν κάποιο από τα switch παρουσιάσει πρόβλημα, τα επόμενα από αυτό εξακολουθούν να δουλεύουν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΚΟΠΗΣ ΦΟΡΤΙΩΝ

2.1. Περιγραφή

Το Σύστημα Αποκοπής Φορτίων ή αλλιώς Σ.Α.Φ. είναι ένα σύνολο από Hardware και Software συνιστώσες που έχουν παραμετροποιηθεί ώστε να παρέχουν μια ευφυή περικοπή φορτίων ως αποτέλεσμα κάποιων προαποφασισμένων ηλεκτρικών γεγονότων. Πρωτεύουσα λειτουργία του συστήματος αποτελεί η περικοπή φορτίων ανάλογα με ηλεκτρικές ανωμαλίες του συστήματος. Σκοπός του συστήματος είναι η μείωση του συνολικού φορτίου του διυλιστηρίου σε λιγότερο από το υπολογισμένο συνολικό φορτίο κατά την διάρκεια της ανωμαλίας. Τα φορτία τα οποία θα περικοπούν επιλέγονται αυτόματα ανάλογα με τις προτεραιότητες που έχει δώσει πρωτίτερα ο χρήστης.

Στο Σχήμα 17 εικονίζεται ένα μονογραμμικό διάγραμμα του διυλιστηρίου σε απλοποιημένη μορφή και που δεν εμπεριέχει την Γεννήτρια N5, για λόγους απλοποίησης. Το διυλιστήριο λοιπόν δέχεται ηλεκτρική ενέργεια από πέντε ηλεκτρικές γεννήτριες που βρίσκονται εντός του διυλιστηρίου και δύο ηλεκτρικές συνδέσεις μέσω μετασχηματιστών με τον ΑΔΜΗΕ. Η κάθε πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τροφοδοτεί έναν από τους δυο ζυγούς σε έναν υποσταθμό διπλών ζυγών στα 20KV. Κάθε μια παροχή από τις παραπάνω μπορεί να συνδεθεί σε οποιονδήποτε από τους δυο ζυγούς. Τα φορτία του διυλιστηρίου μπορούν να συνδέονται σε ερμάρια των 6KV ή σε ερμάρια των 400V.

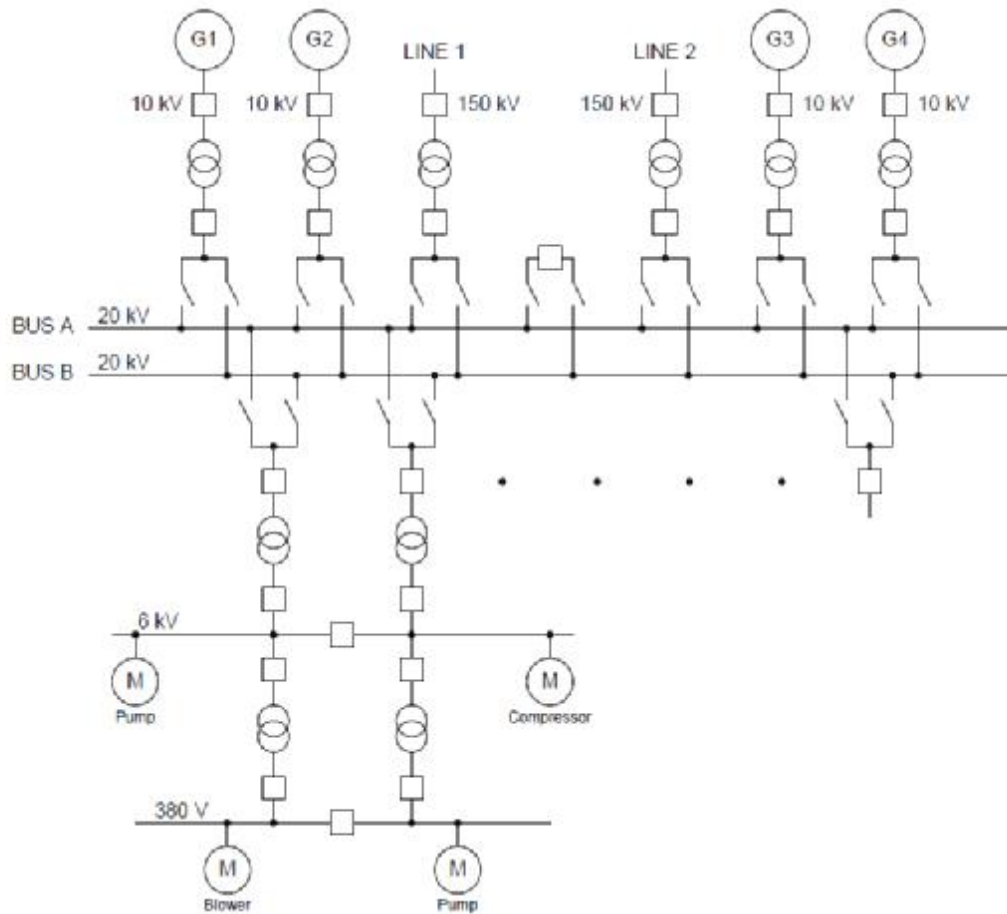
Το Σ.Α.Φ. εκτελεί τις παρακάτω διεργασίες:

- Ενεργοποιεί την αποκοπή φορτίων ανάλογα με ορισμένα συμβάντα.

- Θέτει εκτός λειτουργίας – trip – τη σωστή ποσότητα φορτίων (εντός 80ms το αργότερο), με σκοπό να διατηρήσει την ευστάθεια του συστήματος.
- Δυσκολεύει στο ελάχιστο δυνατό την παραγωγή του διυλιστηρίου
- Αποφεύγει τις άσκοπες ενέργειες.

Επίσης πραγματοποιεί τις παρακάτω εξειδικευμένες ενέργειες:

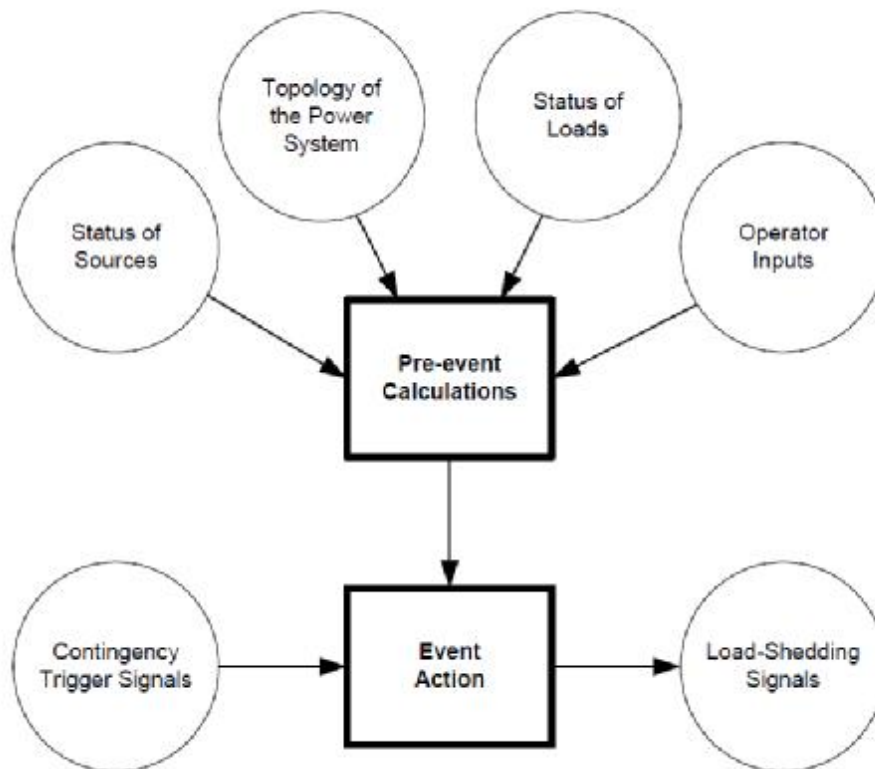
- Υπολογίζει δυναμικά το φορτίο που πρέπει να αποκοπεί σε κάθε διαφορετικό σενάριο.
- Αποκόπτει το φορτίο που επιθυμεί ο χρήστης να αποκοπεί στα δευτερεύοντα σενάρια (σε περίπτωση δηλαδή υποσυχνότητας του δικτύου).
- Υπολογίζει δυναμικά τα φορτία που πρέπει να αποκοπούν σε κάθε σενάριο, ανάλογα με τις προτεραιότητες που καθορίζει ο χρήστης.
- Υποστηρίζει την λειτουργία με την χρήση του coupler στα 20KV.
- Υποστηρίζει την λειτουργία διασυνδέοντας κάποιες γεννήτριες στον έναν ζυγό και κάποιες στον άλλο ζυγό.
- Υποστηρίζει την λειτουργία παρακολουθώντας όλους του διακόπτες του διυλιστηρίου από τα 150KV ως τα 400V.
- Χρησιμοποιεί ασφαλείς μεθόδους επικοινωνίας για την ελαχιστοποίηση του ηλεκτρικού «θορύβου».
- Ανταποκρίνεται στην ενεργοποίηση του συστήματος – trigger - σε χρόνο λιγότερο από 40ms.
- Μπλοκάρει για 10sec όλες τις επιπλέον ενέργειες μετά το τρίτο απαντωτό συμβάν αποκοπής για αποφυγή επιπλοκών.
- Παρακολουθεί την καλή ποιότητα επικοινωνίας ανάμεσα στις χρησιμοποιούμενες συσκευές.



Σχήμα 17

2.2. Η αρχιτεκτονική του Συστήματος

Το Σ.Α.Φ. εν ολίγοις χωρίζεται σε δύο λειτουργικές ζώνες. Τους υπολογισμούς πριν από τα συμβάντα και τους υπολογισμούς κατά τα συμβάντα. Το σύστημα κάνει υπολογισμούς πριν από τα συμβάντα, ώστε να αποφασίσει σε δυναμικό χρόνο ποια φορτία να επιλέξει προς αποκοπή και να «χτίσει» έναν πίνακα φορτίων. Το σύστημα επομένως επιλέγει ποια φορτία θα αποκόψει, βασιζόμενο σε αυτόν τον πίνακα. Το Σχήμα απεικονίζει την αρχιτεκτονική του συστήματος:



Σχήμα 18

Υπολογισμοί πριν το συμβάν

- Το Σ.Α.Φ. συλλέγει και επεξεργάζεται τα παρακάτω δεδομένα ώστε δυναμικά να επιλέγει τα προς αποκοπή φορτία σε κάθε ενδεχόμενο σενάριο.
- Κατάσταση των πηγών: Περιλαμβάνει την κατάσταση των γεννητριών και των διακοπών του ΑΔΜΗΕ, καθώς και σε ποιον ζυγό συνδέονται. Επιπρόσθετα, το ποσό της προσφερόμενης ισχύος από την κάθε πηγή.
- Την τοπολογία του συστήματος, δηλαδή την κατάσταση κάθε διακόπτη φορτίου όλου του διυλιστηρίου.
- Την κατάσταση των φορτίων, καθώς και την απορροφούμενη ισχύ από κάθε φορτίο ξεχωριστά.
- Τις παραμέτρους που ορίζει ο χρήστης. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να ορίζει κατά προτεραιότητα ποια φορτία πρέπει να αποκοπούν και μάλιστα

μπορεί να ορίζει το ποσό της απορροφούμενης ισχύος από τα φορτία, σε όποια περίπτωση αυτό δε μπορεί να μετρηθεί δυναμικά.

- Οι υπολογισμοί πριν από το συμβάν περιλαμβάνουν την ερώτηση «Τί θα γίνει αν...», π.χ. η γεννήτρια N1 τριπάρει, ή χαθεί ο ΑΔΜΗΕ, κλπ. Όλοι οι υπολογισμοί προηγούνται του συμβάντος, ώστε να ελαχιστοποιείται σε κάθε περίπτωση ο χρόνος αντίδρασης.
- Οι υπολογισμοί πριν από το συμβάν δεν χρειάζεται να γίνονται σε υψηλές ταχύτητες, αλλά η ενημέρωση γίνεται με τον ομαλότερο δυνατό τρόπο, ώστε κατά το συμβάν οι πραγματοποιούμενες ενέργειες να γίνουν άμεσα και κατά το δυνατό σωστότερα.

Υπολογισμοί κατά το συμβάν.

- Οι ενέργειες κατά το συμβάν γίνονται στην υψηλότερη κατά το δυνατό ταχύτητα. Κατά την διάρκεια ενός συμβάντος, το σύστημα θέτει εκτός λειτουργίας τα φορτία που έχει προαποφασίσει να βγάλει, άμεσα.

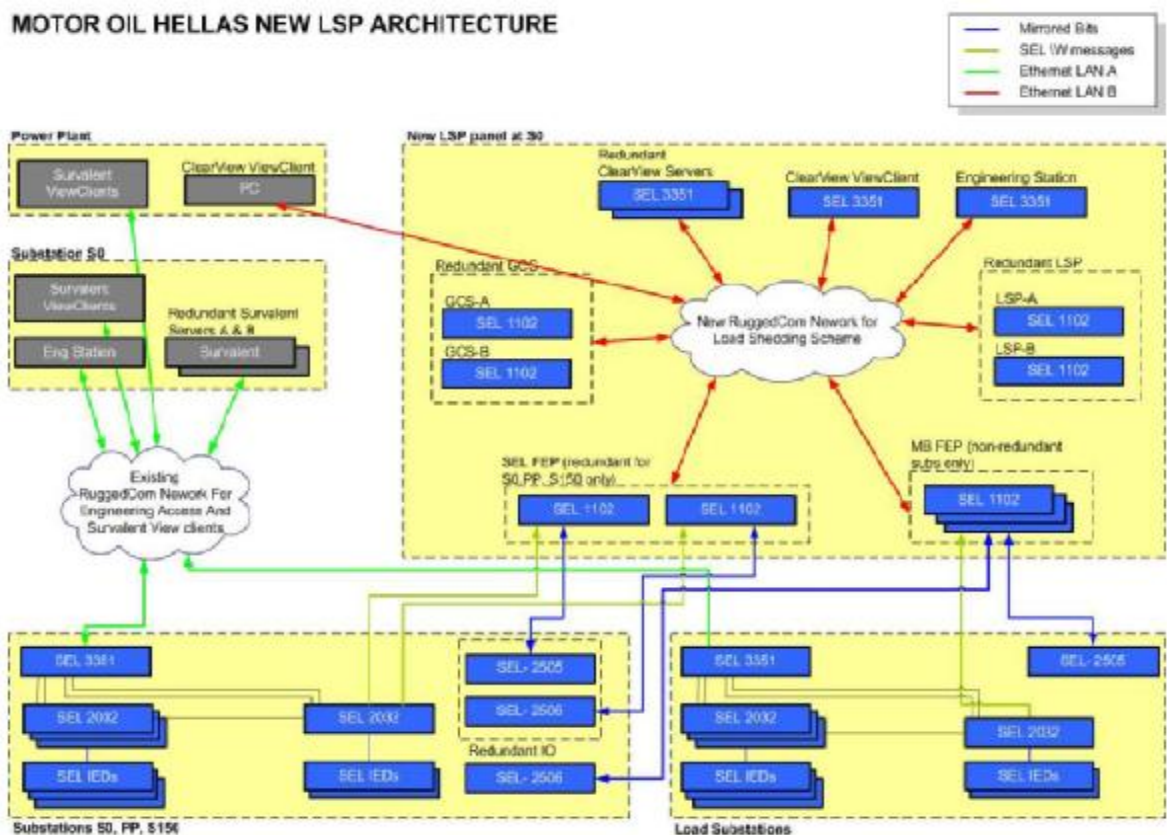
Καταμερισμός των εργασιών

Αν και υπάρχουν δυο διαφορετικές λειτουργικές κατηγορίες, λαμβάνουν χώρα στην ίδια συσκευή. Οι υπολογισμοί πριν από το συμβάν απαιτούν προγραμματιστική ευελιξία ώστε να σχηματίσουν τον αλγόριθμο για την επιλογή των φορτίων. Οι ενέργειες κατά την διάρκεια του συμβάντος από την άλλη μεριά, απαιτούν την μέγιστη δυνατή ταχύτητα και άμεσες αποφάσεις, καθώς και άριστη επικοινωνία μεταξύ των συσκευών που μεσολαβούν ώστε να αποδώσουν τα σήματα απομόνωσης των φορτίων. Το σύστημα χρησιμοποιεί μια υπολογιστική πλατφόρμα που τρέχει σε ήπιας μορφής PLC (Programming Logical Controller) σε ένα Linux λειτουργικό σύστημα, ώστε να πραγματοποιήσει τους υπολογισμούς που προηγούνται του συμβάντος. Το

Σ.Α.Φ. γράφει τα αποτελέσματα των υπολογισμών σε έναν πίνακα μέσα στην διάταξη αυτή, σε μορφή Boolean λογικής, αλλά σε υψηλές ταχύτητες.

Τα σήματα ενεργοποίησης των σεναρίων του Σ.Α.Φ. και τα σήματα απομόνωσης των φορτίων μεταδίδονται σε όλο το διυλιστήριο άμεσα μέσω ασφαλούς πρωτοκόλλου επικοινωνίας. Το Σ.Α.Φ. πολλαπλασιάζει τον Boolean πίνακα κάθε 2 ms με την μήτρα των σεναρίων και αν το παράγωγο του πολλαπλασιασμού είναι μεγαλύτερο από μηδέν, τότε τα σήματα στέλνονται στις εξόδους των ρελέ που ενεργοποιούν τους αυτόματους διακόπτες στους υποσταθμούς.

Η φυσική αρχιτεκτονική του Σ.Α.Φ. αποτελείται από τις κύριες συσκευές ή συσκευές κορμού – core devices – και από τις περιφερειακές συσκευές – peripheral devices – που παρέχουν τις μετρήσεις και την κατάσταση των διακοπών. Στο Σχήμα 10 εικονίζεται η αρχιτεκτονική του συστήματος.



Σχήμα 19

Συσκευές κορμού

Οι πλατφόρμες SEL -1102 σε λειτουργία εφεδρείας – redundant – εκτελούν τους υπολογισμούς πριν από το συμβάν και αναφέρονται στους Load Shedding Processors LSP-A και LSP-B. Οι πλατφόρμες SEL-1102 κάνουν επίσης έλεγχο της τάσης του δικτύου και αυτόματο έλεγχο των γεννητριών του Power Plant και αναφέρονται στο Generation Control System GCS-A και GCS-B. Επίσης υπάρχουν τα SEL – 1102 που συλλέγουν τις πληροφορίες των πηγών του διυλιστηρίου -S0 – S150-Power Plant και είναι σε λειτουργία εφεδρείας – redundant – και τα SEL – 1102 που συλλέγουν τις πληροφορίες των φορτίων από τους υποσταθμούς και είναι μοναδιαία. Στη συνέχεια υπάρχουν οι περιφερειακές μονάδες σε κάθε υποσταθμό για τη συλλογή των εισόδων και ενεργοποίηση των εξόδων που για τις πηγές του διυλιστηρίου είναι διπλά για λόγους εφεδρείας. Η επικοινωνία για λόγους ταχύτητας γίνεται μέσω οπτικών ινών με πρωτόκολλο επικοινωνίας της SEL που καλείται Mirrored Bits SEL Protocol.

Περιφερειακές Συσκευές

Το Σ.Α.Φ. του διυλιστηρίου επίσης βασίζεται και στους επεξεργαστές επικοινωνίας SEL-2032, καθώς και στους προγραμματιζόμενους ελεγκτές SEL-2411. Σε χαμηλότερες ταχύτητες τα δεδομένα συγκεντρώνονται στα SEL-2032 που βρίσκονται σε κάθε υποσταθμό και αποστέλλονται στα SEL-1102 που βρίσκονται στον κεντρικό υποσταθμό, σειριακά μέσω οπτικών ινών. Οι LSPs στη συνέχεια κάνουν τους υπολογισμούς για να αποφασίσουν τα φορτία που πρέπει να αποκοπούν. Το δίκτυο επικοινωνίας αποτελείται από Ethernet switches σε τοπολογία βρόχου, ώστε μια μοναδική αστοχία καλωδίου να μην επηρεάζει τη συλλογή των δεδομένων. Υπάρχουν δύο δίκτυα Ethernet, ένα για το Σ.Α.Φ. και ένα για το SCADA. Τα δυο δίκτυα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους.

Περιγραφή της Αρχιτεκτονικής

Οι διατάξεις που αποτελούν το Σ.Α.Φ. βρίσκονται εγκατεστημένες σε όλους του υποσταθμούς του διυλιστηρίου. Ο κάθε υποσταθμός έχει έναν πίνακα που είναι εγκατεστημένο ένα SEL-3351, κάποια SEL – 2032 και ένα δορυφορικό ρολόι SEL – 2407 για λόγους συγχρονισμού του δικτύου. Οι πίνακες αυτοί παρέχουν δεδομένα για το σύστημα SCADA, για το Σ.Α.Φ. και για το σύστημα ελέγχου των Γεννητριών.

Τα δεδομένα για το SCADA ακολουθούν τον εξής δρόμο. Τα ρελέ SEL-351, SEL-387, SEL-587, SEL-701 και SEL-710 που βρίσκονται εγκατεστημένα στα ερμάρια των μετασχηματιστών ισχύος και στα ερμάρια των κινητήρων, συνδέονται σειριακά με τα SEL-2032 που βρίσκονται στον κάθε υποσταθμό. Τα 2032 με τη σειρά τους συνδέονται με τα SEL-3351 των υποσταθμών επίσης σειριακά. Το κάθε SEL-2032 χρησιμοποιεί δύο διαύλους επικοινωνίας. Ο ένας δίαυλος χρησιμοποιείται για να παρέχει στον μηχανικό την δυνατότητα επικοινωνίας με όλα τα ρελέ των υποσταθμών. Ο άλλος δίαυλος χρησιμοποιείται για τη συλλογή δεδομένων με την χρήση του λογισμικού RELAB CVOPC. Το λογισμικό συλλέγει τα δεδομένα από τα SEL-2032, ενεργώντας σαν ένας OPC Server. Ο Codesys Gateway Client δημιουργεί μια σύνδεση ανάμεσα στον CVOPC Server και στον Codesys OPC Server. Το SCADA προσπελαύνει τα δεδομένα από τον Codesys OPC Server και τα δείχνει στη οθόνη του HMI μέσω του Worldview λογισμικού.

Το Σ.Α.Φ. και το GCS συλλέγουν τα δεδομένα από τις ίδιες πηγές. Τα SEL – 2032 συλλέγουν τα δεδομένα από τα περιφερειακά ρελέ και τα στέλνουν στο υψηλότερο SEL-2032 σε κάθε υποσταθμό. Αυτό με τη σειρά του τα στέλνει στο SEL-1102 στον κεντρικό υποσταθμό. Οι πηγές του διυλιστηρίου έχουν και εφεδρική διαδρομή για λόγους εφεδρείας και επίσης και τις περιφερειακές μονάδες εισόδων-εξόδων LSIO σε κάθε υποσταθμό. Τα SEL – 1102 επικοινωνούν με πρωτόκολλο UDP, οπότε τα ρελέ των LSP, GCS και οι Servers του SCADA του Σ.Α.Φ. είναι εφοδιασμένα με Codesys

RTE για να ακούν το UDP πρωτόκολλο. Οι Servers του SCADA είναι δύο με τον ένα πάντα σε hot stand by σε περίπτωση σφάλματος.

Τα σενάρια – contingencies

Περιγράφονται τα συμβάντα στο δίκτυο διανομής που μπορούν να οδηγήσουν σε ενεργοποίηση του Σ.Α.Φ. Θα γίνει ανάλυση των σεναρίων και της λογικής που ακολουθεί η LSP για το κάθε σενάριο.

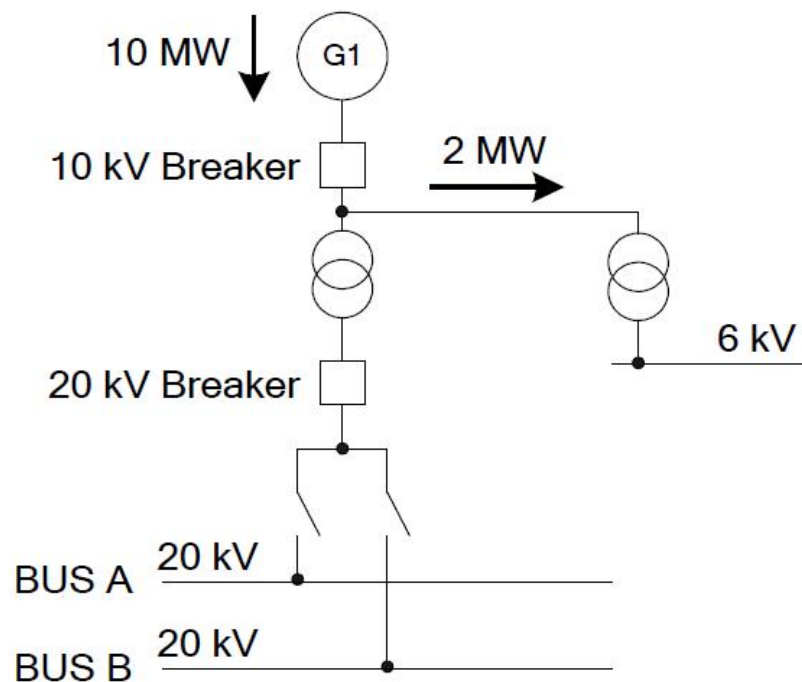
Πρωτεύοντα σενάρια

Τα πρωτεύοντα σενάρια του Σ.Α.Φ. βασίζονται στην απώλεια της απορροφούμενης ενέργειας που θα πραγματοποιηθεί κατά την διάρκεια ενός σεναρίου. Υπάρχουν δεκατέσσερα πρωτεύοντα σενάρια που μπορούν να ενεργοποιήσουν το Σ.Α.Φ.

- Άνοιγμα διακόπτη 10KV της γεννήτριας N1.
- Άνοιγμα διακόπτη 20KV της γεννήτριας N1.
- Άνοιγμα διακόπτη 10KV της γεννήτριας N2.
- Άνοιγμα διακόπτη 20KV της γεννήτριας N2.
- Άνοιγμα διακόπτη 10KV της γεννήτριας N3.
- Άνοιγμα διακόπτη 20KV της γεννήτριας N3.
- Άνοιγμα διακόπτη 10KV της γεννήτριας N4.
- Άνοιγμα διακόπτη 20KV της γεννήτριας N4.
- Άνοιγμα διακόπτη 10KV της γεννήτριας N5.
- Άνοιγμα διακόπτη 20KV της γεννήτριας N5.
- Άνοιγμα ζεύξης ζυγών 20KV από υπερφόρτιση στον ζυγό Α.
- Άνοιγμα ζεύξης ζυγών 20KV από υπερφόρτιση στον ζυγό Β.
- Νησιδοποίηση ζυγού Α.

- Νησιδοποίηση ζυγού Β.
- Νησιδοποίηση διυλιστηρίου.

Για τις γεννήτριες 1,3,4 χρησιμοποιούνται διπλά σενάρια για τους διακόπτες των 10KV και 20KV διότι το φορτίο είναι διαφορετικό κάθε φορά, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 20.



Σχήμα 20

Η γεννήτρια 2 έχει μόνο στα 10KV σενάριο, αφού και στις δυο περιπτώσεις το φορτίο που θα χαθεί είναι το ίδιο.

Απώλεια γραμμής του ΑΔΜΗΕ

Οι γραμμές του ΑΔΜΗΕ θεωρούνται σαν πηγές για το διυλιστήριο, οπότε απώλεια μιας τέτοιας γραμμής ισοδυναμεί με απώλεια γεννήτριας. Στην περίπτωση απώλειας μιας πηγής, το σύστημα θα πρέπει να θέσει κάποια φορτία εκτός λειτουργίας ώστε να

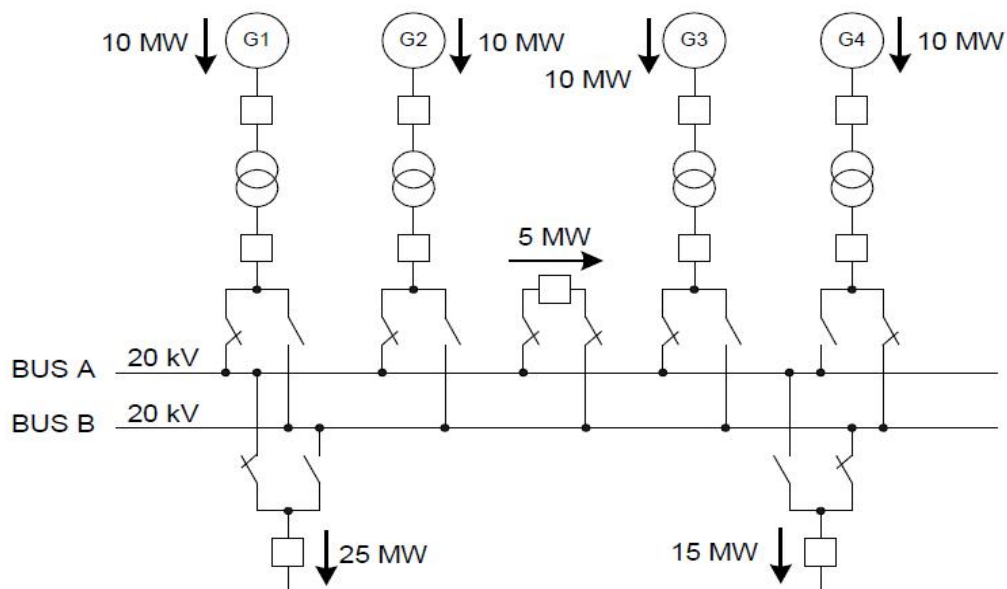
αντισταθμίσει την απώλεια. Κάθε γραμμή εξετάζεται χωριστά και η απώλεια του φορτίου είναι η ίδια είτε τριπάρουν τα 20KV, είτε τριπάρουν τα 150KV.

Απώλεια μετασχηματιστή 150KV

Εξετάζεται κάθε μετασχηματιστής των 150 KV ξεχωριστά.

Απώλεια της σύζευξης στα 20KV

Ανάλογα με την τοπολογία του δικτύου, το πιθανότερο είναι μέσω της ζεύξης των δυο ζυγών να διέρχεται ποσότητα ρεύματος από τον έναν ζυγό στον άλλο. Ενέργεια δηλαδή μπορεί να μεταφέρεται από τον ζυγό B στον ζυγό A και αντίστροφα. Σε περίπτωση επομένως απώλειας της ζεύξης, δεν χάνεται κάποια πηγή, αλλά μπορεί πλέον κάποιος ζυγός να μην είναι πλέον σε θέση να τροφοδοτήσει τα φορτία του. Στο Σχήμα 21 φαίνεται μια τέτοια περίπτωση.



Σχήμα 21

Στο παράδειγμα αυτό οι γεννήτριες 1,2 και 3 είναι συνδεδεμένες στον ζυγό A με συνολική παραγόμενη ισχύ 30MW. Η γεννήτρια 4 είναι συνδεδεμένη στον ζυγό B με παραγόμενη ισχύ 10MW. Την ίδια στιγμή, φορτία 25 MW είναι συνδεδεμένα στον ζυγό A και φορτία 15MW είναι συνδεδεμένα στον ζυγό B. Μέσω της ζεύξης των δυο ζυγών μεταφέρονται 5MW από τον ζυγό A προς τον ζυγό B. για την ισορροπία της παραγωγής του συστήματος. Στην περίπτωση επομένως που η ζεύξη θα ανοίξει, ο ζυγός B θα έχει πλεόνασμα παραγωγής για το φορτίο του και ο ζυγός A έλλειμμα παραγωγής κατά 5 MW. Στην περίπτωση αυτή ο ζυγός B θα πρέπει να αποκόψει 5MW από το φορτίο του για να μην οδηγηθεί σε Black Out. Εξετάζονται λοιπόν ξεχωριστά τα σενάρια έλλειψης παραγωγής για τον ζυγό A και για τον ζυγό B.

Δευτερεύοντα σενάρια

Τα δευτερεύοντα σενάρια βασίζονται σε υποσυχνότητα. Κάθε σενάριο αντιστοιχεί στην ποσότητα του φορτίου που πρέπει να αποκοπεί πριν το σύστημα να επανέλθει από την κατάσταση υποσυχνότητας. Τα δευτερεύοντα σενάρια που μπορεί να ενεργοποιήσουν το Σ.Α.Φ. είναι τα ακόλουθα:

- Πρώτο επίπεδο υποσυχνότητας στον ζυγό A των 20KV.
- Δεύτερο επίπεδο υποσυχνότητας στον ζυγό A των 20KV.
- Πρώτο επίπεδο υποσυχνότητας στον ζυγό B των 20KV.
- Δεύτερο επίπεδο υποσυχνότητας στον ζυγό B των 20KV.

Μετά από πολλούς πειραματισμούς αποφασίστηκαν τα επίπεδα υποσυχνότητας και οι χρονικές καθυστερήσεις για την εφαρμογή τους και εικονίζονται στο Σχήμα 22.

	Under-frequency Level 1	Under-frequency Level 2
Frequency pick-up	47.5 Hz	47 Hz
Pick-up timer	0.3 Sec	1.0 Sec
MW to Shed	1 to 5 MW	1 to 5 MW

Σχήμα 22

Μετά από πολλές δοκιμές διαπιστώθηκε ότι το ποσό του προς αποκοπή φορτίου εξαρτάται από τον τύπο του φορτίου και την τοπολογία του συστήματος την δεδομένη χρονική στιγμή.

Συγχρονισμός του Συστήματος

Ο συγχρονισμός επιτυγχάνεται με την χρήση των δορυφορικών ρολογιών SEL-2407 σε κάθε υποσταθμό. Οι LSP, GCS και FEP έχουν ειδικές κάρτες συγχρονισμού που επιτρέπουν στο σήμα συγχρονισμού IRIG-B του δορυφορικού ρολογιού να τις συγχρονίζει. Το δορυφορικό ρολόι των συσκευών κορμού του Σ.Α.Φ. βρίσκεται στον κεντρικό υποσταθμό S0 και η λειτουργία του έχει ιδιαίτερη σημασία για την λειτουργία του Σ.Α.Φ. Με το συγχρονισμό των συσκευών γίνεται πολύ ευκολότερη η κατανόηση της ακολουθίας των γεγονότων κατά την ενεργοποίηση του συστήματος. Αυτό με τη σειρά του σημαίνει ότι επιτυγχάνεται ευκολότερα και γρηγορότερα η ανάλυση ενός συμβάντος και κατ' επέκταση η εύρεση λύσης.

Η ακολουθία των καταγεγραμμένων γεγονότων

Για όσα προαναφέρθηκαν κρίνεται απαραίτητη η καταγραφή της ακολουθίας των γεγονότων που ακολουθούν ένα συμβάν. Η ακολουθία των γεγονότων (Sequence of Event Report – SER) τρέχει στους επεξεργαστές των FEP, LSP και GCS. Το λογισμικό καταγράφει μέχρι 512 μεταβλητές σε κάθε μονάδα και αντιλαμβάνεται

άμεσα κάθε αλλαγή κατάστασης. Το πρόγραμμα ενημερώνει ένα αρχείο με όλες τις μεταβολές κατάστασης και με την ακρίβεια του δορυφορικού ρολογιού.

Log File

Στην περίπτωση που ενεργοποιηθεί το Σ.Α.Φ., ένα log file δημιουργείται και αποθηκεύεται στο σύστημα για να είναι ευκολότερη η κατανόηση των ενεργειών.

2.3 Δυναμική επιλογή των φορτίων

Στο κομμάτι αυτό περιγράφεται ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται για την δυναμική επιλογή των φορτίων. Το Σ.Α.Φ. εκτελεί μια σειρά από υπολογισμούς πριν από το συμβάν ώστε να έχει ήδη επιλέξει τα φορτία που θα αποκόψει. Οι LSP (SEL-1102) εκτελούν τα παρακάτω βασικά βήματα κάθε 1,5sec.:

- Υπολογίζουν την διαθέσιμη ισχύ σε MW
- Υπολογίζουν την καταναλισκόμενη ισχύ σε MW
- Οργανώνουν τα δεδομένα για κάθε σενάριο
- Αποφασίζουν την τοπολογία του συστήματος
- Επιλέγουν τα φορτία που θα αποκοπούν για κάθε σενάριο

Διαθέσιμη Ισχύς

Οι LSP υπολογίζουν τρία διαφορετικά μεγέθη. Την ισχύ που συνδέεται στον ζυγό A, την ισχύ που συνδέεται στον ζυγό B και τη συνολική ισχύ και των δυο ζυγών. Για να το κάνουν αυτό οι LSP κάνουν τα ακόλουθα βήματα:

- Υπολογίζουν σε ποιο ζυγό στα 20KV συνδέονται οι πηγές
- Υπολογίζουν την διαθέσιμη ισχύ για την κάθε πηγή

- Υπολογίζουν την διαθέσιμη ισχύ που συνδέεται στο ζυγό A των 20KV
- Υπολογίζουν την διαθέσιμη ισχύ που συνδέεται στο ζυγό B των 20KV
- Υπολογίζουν την διαθέσιμη ισχύ που συνδέεται και στους δυο ζυγούς των 20KV

Οι LSP εξετάζουν την κατάσταση των εισόδων των διακοπών και των αποζευκτών για να αποφασίσουν αν τα φορτία είναι συνδεδεμένα στο ζυγό A ή στο ζυγό B, ή εκτός λειτουργίας. Μια παροχή ΑΔΜΗΕ θεωρείται ότι είναι εντός αν ένας από τους δυο αποζεύκτες είναι εντός, οι διακόπτες της πλευράς υψηλής και χαμηλής είναι εντός και επίσης υπάρχει τάση από την πλευρά της υψηλής. Μια γεννήτρια θεωρείται εντός αν ένας από τους δυο αποζεύκτες είναι εντός και ο διακόπτης στα 10KV και 20KV είναι εντός. Μια πηγή θεωρείται συνδεδεμένη στο ζυγό A αν είναι εντός και ο αποζεύκτης της πλευράς A είναι εντός. Μια πηγή θεωρείται συνδεδεμένη στο ζυγό B αν είναι εντός και ο αποζεύκτης της πλευράς B είναι εντός.

Η ισχύς που μπορεί να δώσει μια γεννήτρια, είναι αυτή μετρά το σύστημα on-line κατά την λειτουργία. Η ισχύς που μπορεί να δώσει ο ΑΔΜΗΕ αντιστοιχεί στην ονομαστική ισχύ του μετασχηματιστή στα 150KV. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να εισάγει μεγαλύτερη ισχύ από την ονομαστική, επιτρέποντας για κάποιο χρονικό διάστημα την υπερφόρτιση του μετασχηματιστή. Για τις γεννήτριες η δυνατότητα επιπλέον φόρτισης υπολογίζεται από μια τιμή δέλτα που ορίζει ο χρήστης. Η τιμή αυτή αντιστοιχεί στην τιμή που μπορεί η γεννήτρια να δώσει επιπλέον κατά το συμβάν και προστίθεται στην on-line μετρούμενη τιμή της. Αν για παράδειγμα η μετρούμενη από το σύστημα τιμή είναι 8MW και η δέλτα τιμή 2MW, τότε η δυνατότητα παροχής της μηχανής αντιστοιχεί σε 10MW.

Η διαθέσιμη ισχύς μιας γεννήτριας είναι ίση με την ονομαστική ισχύ της γεννήτριας που εισάγει ο χρήστης. Αν η τιμή της διαθέσιμης ισχύος είναι μεγαλύτερη από αυτή που εισάγει ο χρήστης, τότε ως διαθέσιμη εισάγεται η ισχύς που έχει εισαγάγει ο χρήστης. Αν η παρούσα τιμή μιας πηγής είναι μεγαλύτερη από την ονομαστική της,

τότε ως διαθέσιμη θεωρείται η παρούσα τιμή της ισχύος. Αυτό γίνεται για να μπορεί ο χρήστης να υπερφορτίσει τις πηγές του αν αυτό κρίνεται απαραίτητο. Έστω για παράδειγμα ο μετασχηματιστής ισχύος των 150KV με φόρτιση 55MW, ενώ η ονομαστική του τιμή είναι 50MW. Στην περίπτωση αυτή, αν συμβεί ένα πρωτεύον σενάριο, αν για παράδειγμα τριπάρει μια γεννήτρια, τότε το Σ.Α.Φ. θα αποκόψει αρκετό φορτίο για να διατηρήσει στον μετασχηματιστή τα 55MW. Το σύστημα δεν πρόκειται να αποκόψει επιπλέον φορτίο μέχρι τα 50MW.

Οι LSP εξετάζουν την κάθε πηγή του συστήματος. Αν η πηγή είναι on-line συνδεδεμένη στο ζυγό A, η LSP θα περιλάβει την ισχύ της πηγής στην διαθεσιμότητα του ζυγού A. Αν η πηγή είναι συνδεδεμένη στο ζυγό B, τότε θα την περιλάβει στην διαθεσιμότητα του ζυγού B. Επίσης θα την περιλάβει στη συνολική διαθεσιμότητα του συστήματος.

Παρούσες ποσότητες φορτίου.

Η LSP αποφασίζει τρεις ποσότητες φορτίων για χρήση στον αλγόριθμο: Το διαθέσιμο φορτίο του ζυγού A, το διαθέσιμο φορτίο του ζυγού B και το συνολικό διαθέσιμο φορτίο. Για να το κάνει αυτό, η LSP εκτελεί τα παρακάτω βήματα:

- Υπολογίζει το παρόν φορτίο στα 20KV στον ζυγό A.
- Υπολογίζει το παρόν φορτίο στα 20KV στον ζυγό B.
- Υπολογίζει το παρόν φορτίο στα 20KV και στους δύο ζυγούς.
- Υπολογίζει το φορτίο που πρέπει να αποκοπεί σε κάθε σενάριο.

Βασιζόμενη στην κατάσταση της κάθε πηγής και στην κατάσταση της ζεύξης στα 20KV, η LSP αποφασίζει για το ποιος από τους δύο ζυγούς θα έχει επιπτώσεις. Αν για παράδειγμα η γεννήτρια N1 στα 10KV σε περίπτωση trip επηρεάζει τον ζυγό A και όχι τον ζυγό B, το παραμένον φορτίο θα είναι ίσο με το συνδεδεμένο φορτίο στον ζυγό A μείον το φορτίο της μηχανής κατά την διάρκεια του συμβάντος.

Η LSP εξετάζει τους ζυγούς που επηρεάζονται από το κάθε σενάριο και υπολογίζει τη μέγιστη διαθέσιμη ισχύ για καθένα από αυτά. Αν για παράδειγμα η γεννήτρια N1 στα 20KV σε περίπτωση trip επηρεάζει τον ζυγό A και όχι τον ζυγό B, το παραμένον φορτίο θα είναι ίσο με το συνδεδεμένο φορτίο στον ζυγό A μείον το φορτίο της μηχανής κατά την διάρκεια του συμβάντος συνδεδεμένο στα 20KV. Η LSP υπολογίζει το φορτίο που θα αποκοπεί αφαιρώντας το φορτίο που θα χαθεί από το φορτίο που απομένει. Αν το αποτέλεσμα είναι θετικό, δεν γίνεται αποκοπή φορτίου. Αν το αποτέλεσμα είναι αρνητικό, τότε γίνεται αποκοπή φορτίου κατά το ποσό φορτίου που υπολογίστηκε.

Τοπολογία του συστήματος.

Για τον υπολογισμό του φορτίου που πρέπει να αποκοπεί σε ορισμένες περιπτώσεις, η LSP πρέπει να αποφασίσει ποιος ζυγός τροφοδοτεί αυτό το φορτίο. Η LSP εκτελεί τις παρακάτω ενέργειες για να πάρει αυτές τις αποφάσεις.

- Αποφασίζει σε ποιο ζυγό των 20KV συνδέεται κάθε ζυγός των 6KV.
- Αποφασίζει σε ποιο ζυγό των 20KV συνδέεται κάθε ζυγός των 400V.
- Αντιστοιχίζει όλα τα φορτία στους ζυγούς των 6KV και 400V.

Η LSP εξετάζει την τοπολογία του δικτύου για να αναγνωρίσει ποιος ζυγός των 20KV τροφοδοτεί το κάθε φορτίο. Τα φορτία συνδέονται στα 6KV και 400V, ενώ καταλήγουν οπωσδήποτε σε έναν από τους δύο ζυγούς. Το σύστημα εξετάζει την κατάσταση των αποζευκτών και διακοπών για να αποφασίσει ποιος ζυγός τροφοδοτεί το κάθε φορτίο. Στο Σχήμα 14 φαίνεται η σύνδεση ενός κινητήρα στο δίκτυο. Οι διακοπτικές διατάξεις που μεσολαβούν από τον ζυγό μέχρι το φορτίο ονομάζονται από S1 μέχρι S14. Υπάρχουν οχτώ δυνατές διαδρομές που αναλύονται παρακάτω:

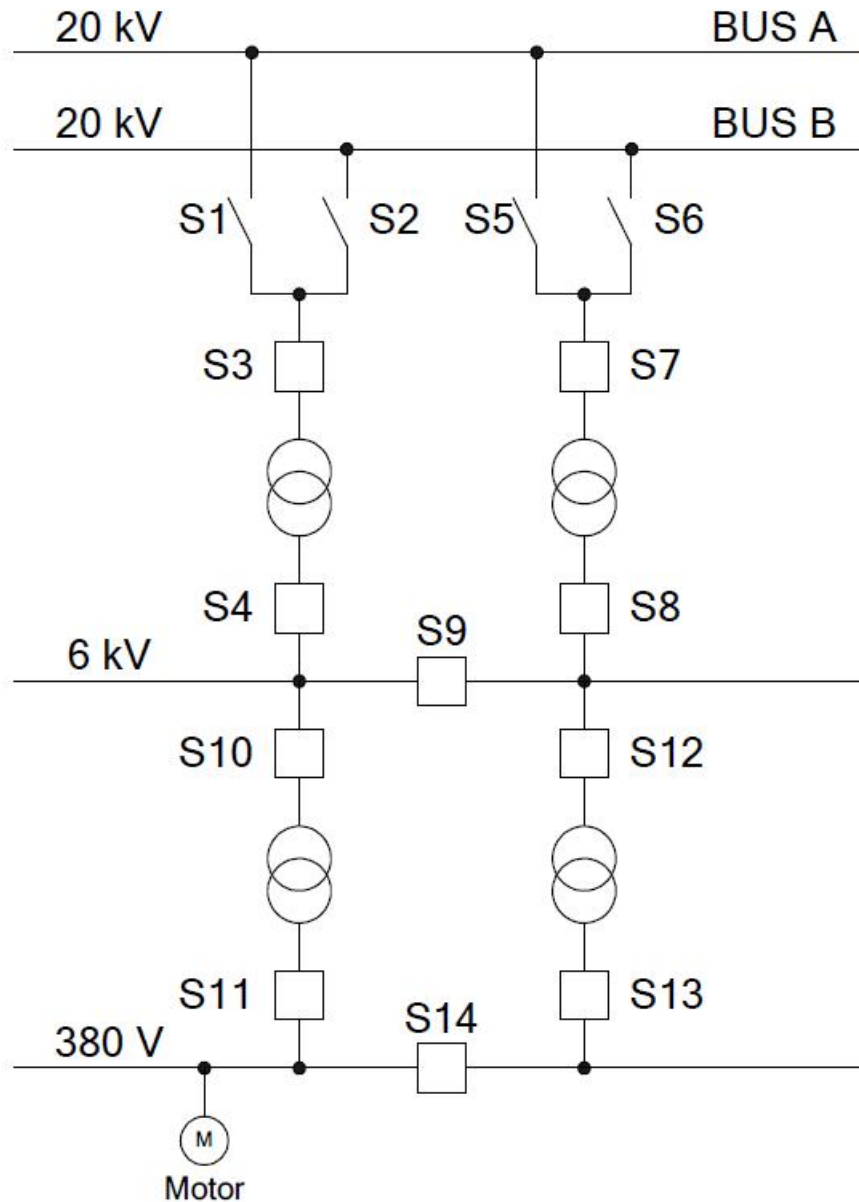
- S1-S3-S4-S10-S11
- S2-S3-S4-S10-S11

- S1-S3-S4-S9-S12-S13-S14
- S2-S3-S4-S9-S12-S13-S14
- S5-S7-S8-S9-S10-S11
- S6-S7-S8-S9-S10-S11
- S5-S7-S8-S12-S13-S14
- S6-S7-S8-S12-S13-S14

Η κατάσταση των αποζευκτών συλλέγεται από τα ρελέ προστασίας σε όλο το δίκτυο. Οι LSP που συλλέγουν την πληροφόρηση εξετάζουν την ποιότητα της επικοινωνίας για να αποφασίσουν την εγκυρότητα της πληροφόρησης.

Ο αλγόριθμος ξεκινά από τους ζυγούς των 20KV και εξετάζει τους αποζεύκτες για να αποφασίσει τον τρόπο που τροφοδοτούνται οι χαμηλότεροι ζυγοί. Υπάρχουν τρεις διαφορετικές περιπτώσεις για τον κάθε χαμηλότερο ζυγό:

- Υπάρχει επιβεβαίωση για τον ζυγό διασύνδεσης στα 20KV
- Δεν υπάρχει αναγνώριση για τον ζυγό διασύνδεσης στα 20KV, πιθανότατα λόγω προβλήματος στην επικοινωνία.
- Αν και δεν υπάρχει αναγνώριση άμεσα, υπάρχει έμμεσα αφού το φορτίο είναι ενεργό και ο άλλος ζυγός επιβεβαιωμένα δεν το τροφοδοτεί.



Σχήμα 23

Οι πρώτες δύο περιπτώσεις δεν χρειάζονται παραπάνω εξήγηση. Για την τρίτη περίπτωση ακολουθεί το παρακάτω παράδειγμα βασισμένο στο Σχήμα 23.

- Οι S1, S3, S4 και S10 είναι επιβεβαιωμένα κλειστοί.
- Οι S2, S9 και S14 είναι επιβεβαιωμένα ανοιχτοί.
- Η κατάσταση του S11 δεν είναι γνωστή λόγω προβλήματος επικοινωνίας.

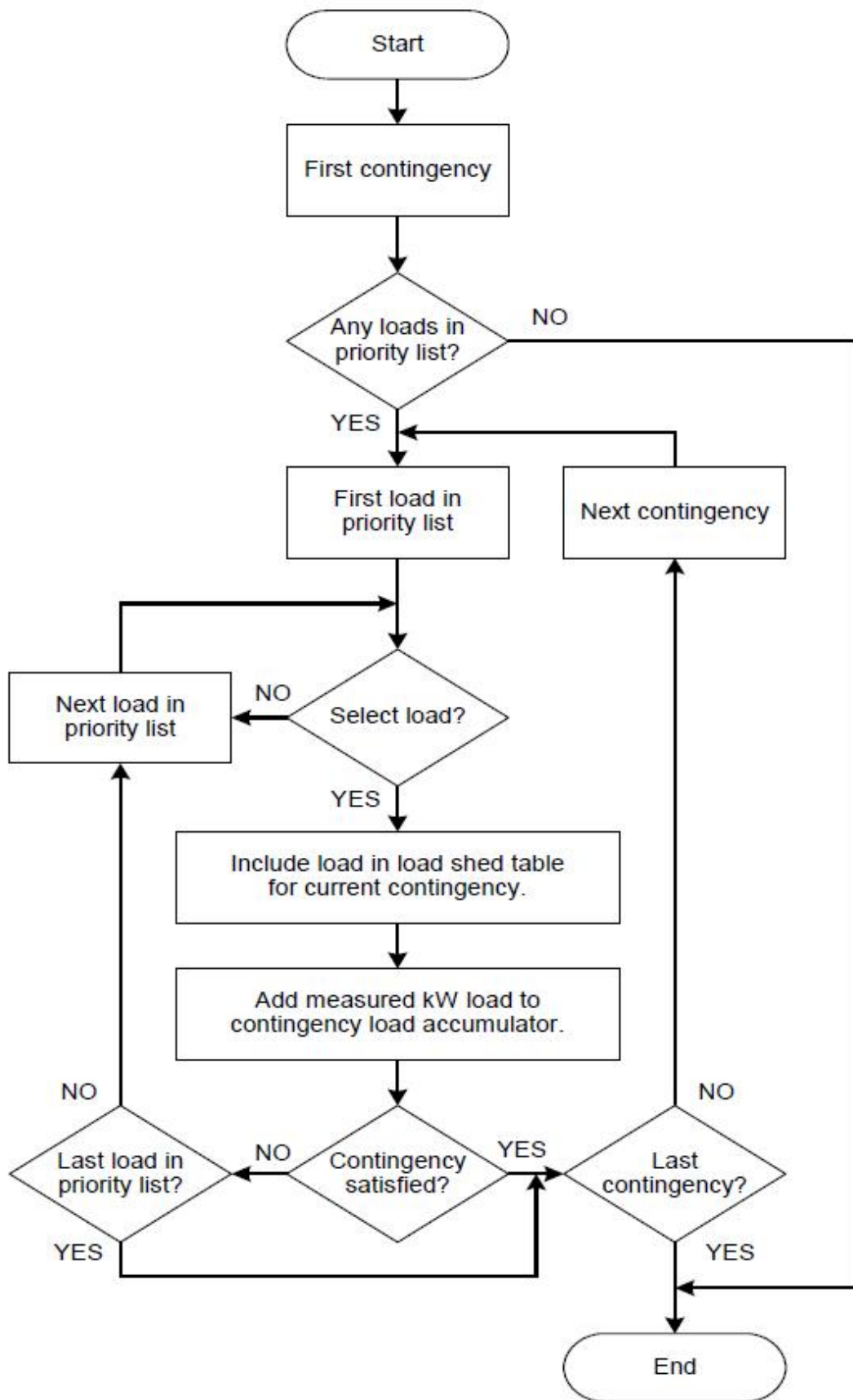
Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει επιβεβαίωση ότι ο ζυγός A τροφοδοτεί τον κινητήρα χαμηλής τάσης. Ωστόσο, υπάρχει η επιβεβαίωση ότι ο ζυγός B δεν τροφοδοτεί το φορτίο. Επομένως η LSP εξάγει το συμπέρασμα ότι ο ζυγός A τροφοδοτεί το φορτίο.

Φορτία προς αποκοπή

Ο χρήστης του συστήματος είναι αυτός που καθορίζει τις προτεραιότητες των φορτίων. Οι προτεραιότητες αντανakλούν τη σπουδαιότητα των φορτίων για το διυλιστήριο. Η LSP αποφασίζει αν το φορτίο θα αποκοπεί με το παρακάτω διάγραμμα ροής.

Η LSP αποκλείει ένα φορτίο από την διαδικασία επιλογής για οποιονδήποτε από τους παρακάτω λόγους:

- Το κανάλι επικοινωνίας που χρησιμοποιείται για να θέσει εκτός το φορτίο έχει παρουσιάσει πρόβλημα.
- Το κανάλι επικοινωνίας που χρησιμοποιείται για να μετρηθεί η ισχύς του φορτίου έχει παρουσιάσει πρόβλημα.
- Η επικοινωνία ανάμεσα στην LSP και σε κάποια από τις FEP έχει πρόβλημα.
- Η μέτρηση ισχύος του φορτίου είναι εκτός κλίμακας.
- Η ζεύξη στα 20KV είναι ανοιχτή και η LSP δε μπορεί να αποφασίσει ποιος ζυγός τροφοδοτεί το φορτίο.
- Το σενάριο εμπλέκει την ζεύξη των 20KV και δε μπορεί να αποφασιστεί ο ζυγός που τροφοδοτεί το φορτίο.



Σχήμα 24

Τα επόμενα κριτήρια θα πρέπει να πληρούνται προτού ένα φορτίο περιληφθεί στην λίστα αποκοπής:

- Να μην έχει αποκλειστεί το φορτίο με βάση τα παραπάνω.
- Το φορτίο να τροφοδοτείται από τον ζυγό που εμπλέκεται στο σενάριο.
- Το φορτίο που έχει υπολογιστεί να μην επαρκεί για να καλύψει την απώλεια ισχύος.

Η LSP υπολογίζει το ποσό του φορτίου που έχει επιλεγεί για το κάθε σενάριο. Η πραγματική ισχύς μετράται για το κάθε φορτίο και υπολογίζεται σε κάθε σενάριο. Αν το ποσό του φορτίου που έχει επιλεγεί είναι μεγαλύτερο από την υπολογιζόμενη ισχύ που χρειάζεται, τότε η LSP σταματά να επιλέγει και άλλα φορτία. Η LSP κάνει τα ανάλογα για κάθε σενάριο και ενημερώνει τις αντίστοιχες μήτρες.

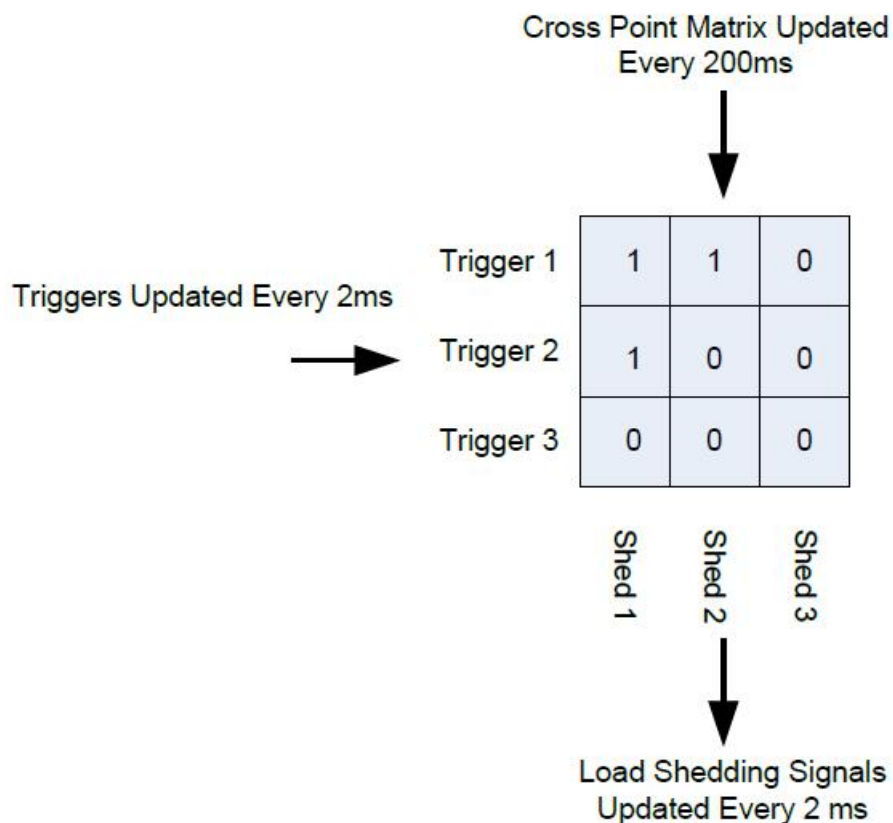
2.4 Οι μήτρες του Σ.Α.Φ.

Παρακάτω περιγράφεται η μήτρα του Σ.Α.Φ. που τρέχει στην LSP. Η κατασκευή της μήτρας είναι η κεντρική λειτουργία της μονάδας LSP. Οι μονάδες LSP ανταποκρίνονται άμεσα στην επιθυμία του συστήματος για ενεργοποίηση αποκοπής. Οι LSP χρησιμοποιούν την πληροφόρηση της μήτρας για να αποκόψουν τα φορτία. Η πληροφόρηση μεταφέρεται στις περιφερειακές μονάδες εισόδων – εξόδων μέσω οπτικών ινών με πρωτόκολλο επικοινωνίας Mirrored Bits.

Η λογική λειτουργίας είναι σχετικά απλή. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 25 η κάθε σειρά της μήτρας αντιστοιχεί σε ένα σενάριο. Η κάθε στήλη αντιστοιχεί σε ένα σήμα αποκοπής. Αν συμβεί κάποιο σενάριο, η μήτρα θέτει όλα τα σήματα αποκοπής ίσα με 1 στην αντίστοιχη σειρά.

Χρησιμοποιώντας το παράδειγμα του παρακάτω Σχήματος, όταν γίνεται μία ενεργοποίηση σεναρίου, τα σήματα Shed 1 και Shed 2 ενεργοποιούνται. Ότι και να

γίνει, το σήμα Shed 3 δεν πρόκειται ποτέ να ενεργοποιηθεί, ακόμα κι αν το Trigger 2 γίνει 1. Η μήτρα ανανεώνεται κάθε 200msec. Η παραπάνω μήτρα περιλαμβάνει μόλις τρία σενάρια για λόγους ευκολότερης κατανόησης. Η πραγματική μήτρα περιλαμβάνει 64 σενάρια αποκοπής και 512 σήματα αποκοπής. Ανανεώνεται κάθε 200msec μέσα στις LSP.



Σχήμα 25

2.5 Η λογική αποκοπής φορτίων

Περιγράφεται η λογική που ακολουθούν οι LSP SEL-1102. Περισσότερες λεπτομέρειες της λογικής στην παράγραφο 2.9.

Χρονική καθυστέρηση της αποκοπής φορτίων.

Με στόχο την διατήρηση της σταθερότητας του δικτύου, η αποκοπή των φορτίων θα πρέπει να γίνει εξαιρετικά γρήγορα. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω των SEL-1102 και του πρωτοκόλλου επικοινωνίας SEL Mirrored Bits. Μέσα στις LSP γίνεται η οικοδόμηση της μήτρας και όλες οι λογικές λειτουργίες που αφορούν την αποκοπή των φορτίων. Η ταχύτητα με την οποία γίνονται όλα αυτά εξαρτάται από τα παρακάτω:

- Την επεξεργασία των εισόδων και των εξόδων στις αντίστοιχες περιφερειακές μονάδες.
- Την επικοινωνία των περιφερειακών μονάδων με τον λογικό επεξεργαστή.
- Την επικοινωνία ανάμεσα στους λογικούς επεξεργαστές LSP
- Την εκτέλεση του αλγορίθμου στις LSP

Οι απαριθμητές του Mirrored Bit πρωτοκόλλου αυξάνουν την αξιοπιστία ανάμεσα στα FEP και στις περιφερειακές μονάδες εισόδων – εξόδων. Η αξιοπιστία οφείλεται στο γεγονός ότι δύο πανομοιότυπα μηνύματα λαμβάνονται προτού οι μονάδες αρχίσουν να χρησιμοποιούν τα δεδομένα. Αυτό γίνεται ώστε να αποφεύγεται κάθε φορά η πιθανότητα να γίνει επεξεργασία λάθος δεδομένων. Ωστόσο, κοστίζει μια μικρή χρονική καθυστέρηση.

Η κάθε FEP εκτελεί το πρόγραμμα κάθε 2msec. Τα εισερχόμενα μηνύματα αξιοπιστίας NGV που αναφέραμε δεν είναι συγχρονισμένα με το σύστημα με το που έρχονται, οπότε αυτό κοστίζει χρονικά δύο περιόδους εκτέλεσης του προγράμματος. Στο Σχήμα 26 παρουσιάζονται συνοπτικά όλες οι χρονικές καθυστερήσεις του συστήματος και υπολογίζεται η συνολική χρονική καθυστέρηση από τη συλλογή των δεδομένων μέχρι και την εκτέλεση του προγράμματος.

Στο εργαστήριο στις εγκαταστάσεις της SEL στην Αμερική πραγματοποιήθηκαν εκατοντάδες σενάρια αποκοπής φορτίων ώστε να υπολογιστεί η μεγαλύτερη δυνατή χρονική καθυστέρηση απόκρισης του συστήματος. Στη συνέχεια στα Final Acceptance Tests που έγιναν επίσης στο εργαστήριο, πραγματοποιήθηκαν σενάρια με τις οδηγίες

των μηχανικών της Motor Oil Hellas. Σε κάθε περίπτωση, ο χρόνος εκτέλεσης των εργασιών του συστήματος ποτέ δεν υπερέβη τα 28msec, χρόνος πολύ μικρότερος από τα 80msec που αρχικά απαιτούσε το project.

Action	Delay (msec)
Input processing in remote I/O module	2
Propagation from remote I/O module to SEL-1102 Front End Processor	2
Program execution in SEL-1102 Front End Processor (Two program scans of 2 msec represent the worst case)	4
Propagation from SEL-1102 Front End Processor to SEL-1102 Load Shedding Processor using NGVs	2
Program execution in SEL-1102 Load Shedding Processor (Two program scans of 2 msec represent the worst case)	4
Propagation from SEL-1102 Load Shedding Processor to SEL-1102 Front End Processor using NGVs	2
Program execution in SEL-1102 Front End Processor (Two program scans of 2 msec represent the worst case)	4
Propagation from SEL-1102 Front End Processor to remote I/O module	2
Output processing in remote I/O module	6
Total end-to-end	28

Σχήμα 26

Λειτουργίες αποκοπής φορτίων

Τα SEL-1102 εκτελούν τις παρακάτω διεργασίες στο Σ.Α.Φ.

- Ενεργοποίηση/ Απενεργοποίηση στα πρωτεύοντα σενάρια

- Αυτοσυγκράτηση του σήματος αποκοπής φορτίων
- Επαναφορά των φορτίων που έχουν αποκοπεί
- Επιτήρηση των επικοινωνιών
- Μπλοκάρισμα της διεργασίας αποκοπής
- Εντολές δοκιμών της αποκοπής φορτίων

Το λογισμικό επικοινωνίας με τον χρήστη, του παρέχει την δυνατότητα να ενεργοποιεί και να απενεργοποιεί σενάρια. Όλη η διαδικασία ενεργοποίησης ενός σεναρίου επιτηρείται από την δυνατότητα του χρήστη να ενεργοποιήσει αυτό το σενάριο. Ένα σενάριο δηλαδή θα πραγματοποιηθεί μόνον εφόσον ο χρήστης δεν το έχει απενεργοποιήσει.

Αν το σενάριο είναι ενεργοποιημένο, τα SEL-1102 αποφασίζουν δυναμικά τη μήτρα ενεργοποίησης, ενώ σε περίπτωση που αυτό έχει απενεργοποιηθεί γεμίζουν τη μήτρα αυτή με μηδενικά. Αυτό γίνεται στην οθόνη του HMI και από τη στιγμή που γίνεται το πρόγραμμα σταματά να ενημερώνει τον επεξεργαστή.

Με την ενεργοποίηση του σεναρίου, η μονάδες επεξεργασίας περνούν τα σήματα ενεργοποίησης στις περιφερειακές μονάδες για να τριπάρουν τους διακόπτες. Το κάθε κανάλι επικοινωνίας αυτοσυγκρατεί την εντολή ενεργοποίησης μέχρι ο χρήστης να επαναφέρει το σύστημα. Μέχρι να γίνει αυτό κανένα φορτίο δεν επιτρέπεται να ξεκινήσει.

Ο χρήστης μπορεί να επαναφέρει το Σ.Α.Φ. από το λογισμικό επικοινωνίας. Οι FEP λαμβάνουν την εντολή επαναφοράς και επαναφέρουν το σύστημα. Τα κανάλια επικοινωνία με τις περιφερειακές μονάδες εισόδων – εξόδων SEL-2505 και SEL-2506 έχουν παραμετροποιηθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε αν υπάρξει κάποιο σφάλμα στην επικοινωνία να αφήσουν όλα τα σήματα ενεργοποίησης στην τελευταία υγιή κατάσταση. Ωστόσο, οι περιφερειακές μονάδες με το πρόβλημα επικοινωνίας δεν θα

είναι σε θέση να αποκόψουν φορτία, ενημερώνοντας τον χρήστη μέσω του λογισμικού του HMI ότι υπάρχει κάποιο πρόβλημα.

Όταν συμβεί κάποιο γεγονός στο δίκτυο του διυλιστηρίου, απαιτείται κάποιο χρονικό διάστημα μέχρι το δίκτυο να σταθεροποιηθεί. Επιπλέον, καθορίζεται κάποιο χρονικό διάστημα μετά το συμβάν προκειμένου τα SEL-1102 να ξεκινήσουν να λαμβάνουν δεδομένα από τα περιφερειακά ρελέ. Επομένως, οι LSP μπλοκάρουν όλα τα σενάρια μετά το συμβάν και για 10 δευτερόλεπτα, ώστε να δώσουν στο σύστημα την δυνατότητα να σταθεροποιηθεί. Τα SEL-1102 μπλοκάρουν κάθε έξοδο για 10 δευτερόλεπτα μετά από ένα συμβάν, ώστε να αποφευχθούν λάθος επιλογές φορτίων. Στην περίπτωση που γίνει διπλό ή τριπλό συμβάν, οι LSP περιμένουν κάποια χιλιοστά του δευτερολέπτου προκειμένου να αναγνωρίσουν και τα τρία συμβάντα – σενάρια και στη συνέχεια μπλοκάρουν το σύστημα για 10 δευτερόλεπτα. Ως μέγιστος αριθμός απαντωτών συμβάντων έχουν οριστεί τα τρία.

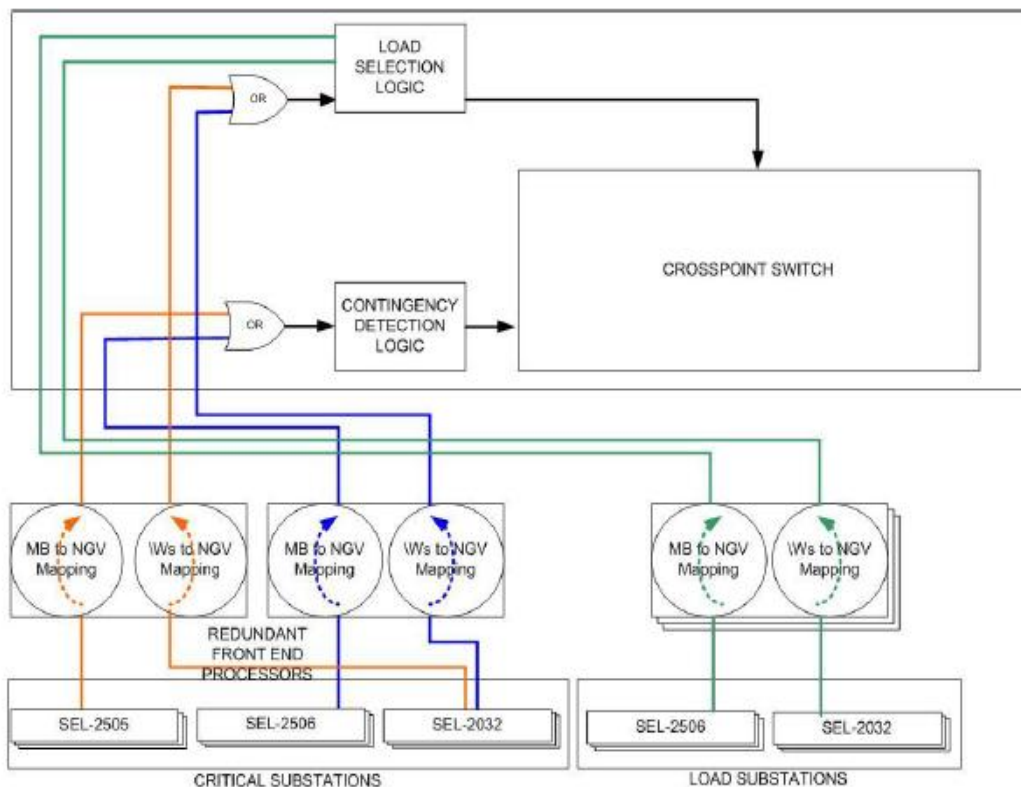
Το Σ.Α.Φ. έχει την δυνατότητα μέσω του χρήστη να κάνει χειροκίνητη επιλογή ορισμένων φορτίων και να δώσει εντολή αποκοπής μόνο σε αυτά ώστε να ελεγχθεί η δυνατότητα καλής λειτουργίας του από την αρχή μέχρι το τέλος. Για χρόνο ενός λεπτού, όλα τα SEL -1102 μπαίνουν σε δοκιμαστική λειτουργία επιτρέποντας στον χρήστη να επιλέγει μέσω του HMI – Human Machine Interface – τα προς αποκοπή φορτία. Μετά το πέρας του ενός λεπτού, η δοκιμαστική λειτουργία του συστήματος απενεργοποιείται επιστρέφοντας σε κατάσταση κανονικής λειτουργίας.

Εφεδρεία των επεξεργαστών του Σ.Α.Φ.

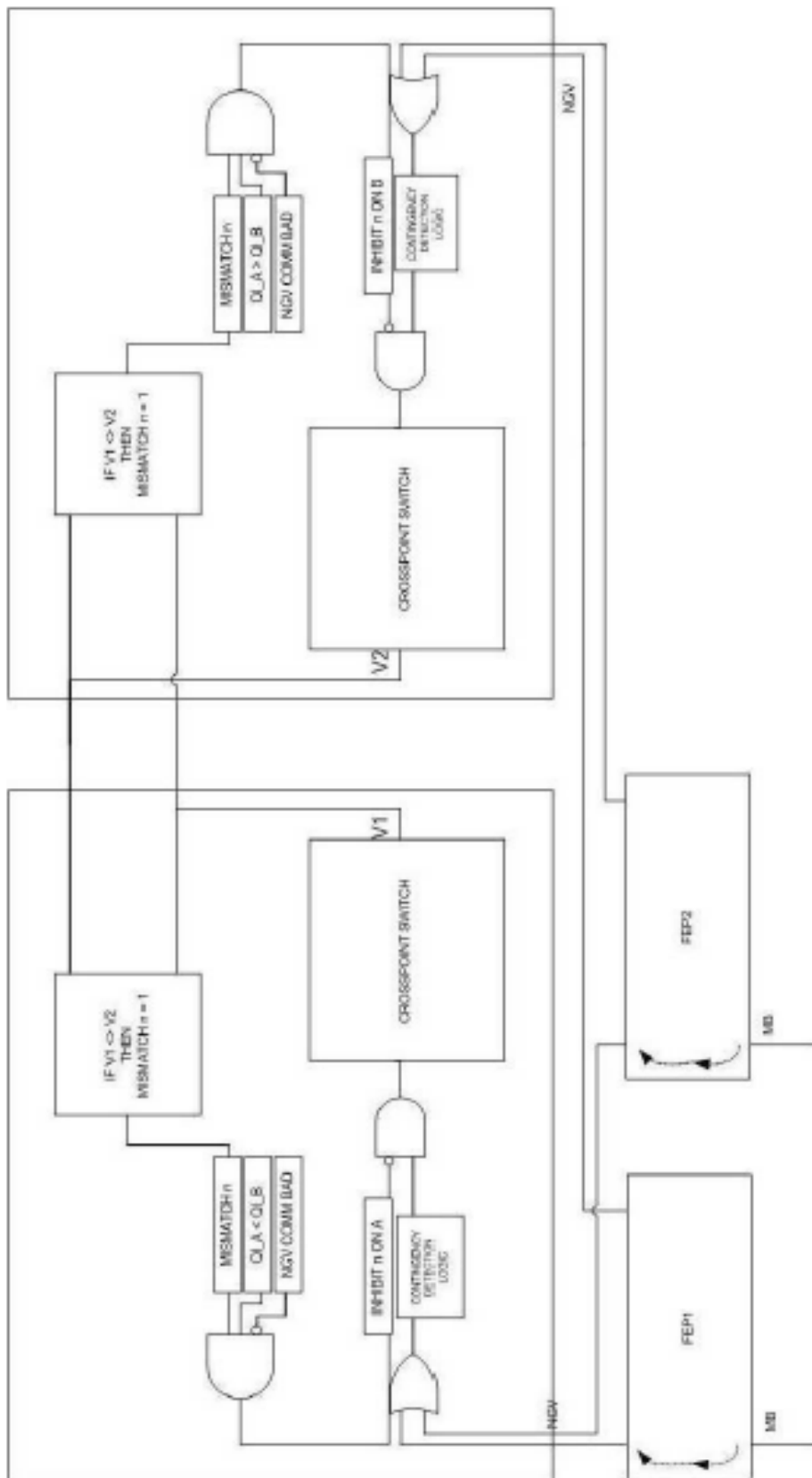
Το Σ.Α.Φ. αποτελείται από δύο μονάδες επεξεργασίας SEL-1102 σε λειτουργία εφεδρείας – redundant. Οι επεξεργαστές αναφέρονται ως LSP-A και LSP-B. Πανομοιότυπες ψηφιακές εισοδοί έρχονται από τις περιφερειακές μονάδες εισόδων – εξόδων RIOs – που είναι κι αυτές σε λειτουργία redundant - μέσω των FEP με λογικές

πύλες OR, μπαίνοντας στην λογική που ερευνά τα σενάρια. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η πλήρης εφεδρεία του συστήματος και η αποφυγή λαθών στην περίπτωση προβλήματος στην επικοινωνία με κάποια από τα RIOs.

Κάθε LSP ενημερώνει τη μήτρα κάθε 200msec. Με τον τρόπο που φαίνεται στο Σχήμα 18. Μία μονάδα σύγκρισης – COMPARE POU – συγκρίνει τις δυο μήτρες των δύο LSP. Αν δεν βρεθεί κάποια διαφορά κατά τη σύγκριση, τότε και οι δύο μονάδες LSP παραμένουν σε λειτουργία. Σε περίπτωση που βρεθεί κάποια διαφορά, ελέγχεται αν η επικοινωνία ανάμεσα στις δύο LSP είναι καλή. Αν η επικοινωνία είναι καλή, τότε ενεργοποιούνται και οι δύο LSP, ενώ αν η επικοινωνία δεν είναι καλή, τότε απενεργοποιείται η LSP με την χειρότερη επικοινωνία, μηδενίζοντας τη μήτρα της και περνά μόνον η LSP με την καλή επικοινωνία. Η ποιότητα της επικοινωνίας των LSP ελέγχεται με τα μηνύματα NGV, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 27



Σχήμα 28

Οι υπολογισμοί για τα επόμενα σενάρια γίνονται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο: Αποθηκεύεται ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζεται ο κάθε ζυγός από το κάθε σενάριο, υπολογίζεται το συνολικό πραγματικό φορτίο των ζυγών και η συνολική διαθέσιμη ισχύς για τον κάθε ζυγό.

Το λογισμικό επικοινωνίας HMI

Το Σ.Α.Φ. χρησιμοποιεί ένα SEL-3351 με επεξεργαστή 1.1GHz Pentium M, 16GB σκληρό, 1GB μνήμη και λογισμικό Windows XP Professional. Αν και τα μεγέθη φαίνονται μικρά με την πρώτη ματιά, για τις απαιτούμενες λειτουργίες του συστήματος είναι περισσότερο από αρκετά. Στο συγκεκριμένο επεξεργαστή είναι στημένη μία εφαρμογή SCADA της ReLab Software που αποτελεί και το λογισμικό επικοινωνίας με τον χρήστη – χειριστή του Σ.Α.Φ. – PowerMAX.

Μέσα σε αυτόν τον υπολογιστή και με αυτό το λογισμικό έχουν στηθεί οι οθόνες που αφορούν το σύστημα αποκοπής φορτίων. Η ανταλλαγή των δεδομένων ανάμεσα στα SEL-1102 και αυτό το workstation γίνονται με TCP/IP πρωτόκολλο επικοινωνίας. Το λογισμικό του data server – CoDeSys OPC Server – τρέχει στο workstation μετατρέποντας τα δεδομένα σε OPC format και τα μεταβιβάζει στο ReLab Software.

Human Machine Interface

Η εφαρμογή του HMI έχει αναπτυχθεί σε περιβάλλον Clearview 7.2.0. Η εφαρμογή υποστηρίζει την δημιουργία γραφικών που αντιπροσωπεύουν τις διατάξεις του συστήματος και αλλαγές κατάστασης των διατάξεων αυτών, απεικόνιση αναλογικών τιμών, παράθυρα επικοινωνίας, μηνύματα και όλα τα απαραίτητα εργαλεία που απαιτούνται για να υποστηρίξουν μια εφαρμογή σαν κι αυτή. Υπάρχει η απαραίτητη ασφάλεια με κωδικούς που εμποδίζει την είσοδο σε μη εξουσιοδοτημένο προσωπικό. Περιορίζει την πρόσβαση σε οποιονδήποτε και ειδικά κατά την χρονική στιγμή που σηκώνεται η εφαρμογή, για λόγους ασφαλείας. Επίσης η συγκεκριμένη εφαρμογή

παρέχει τον τύπο ελέγχου Select Before Operate – SBO – προκειμένου να εμποδίσει τον χρήστη από ανεπιθύμητες ενέργειες.

Η εφαρμογή παρακολουθεί συνεχώς την κατάσταση των συσκευών του συστήματος και ενημερώνει την οθόνη του χρήστη κάθε δευτερόλεπτο διατηρώντας ιστορικό όλων των alarm που έχουν έρθει και των διαφόρων αποτυχιών. Επιτρέπει στον χρήστη να βλέπει την κατάσταση του συστήματος και να επιτηρεί το σύστημα, κάνοντας επιλεκτική την πρόσβαση σε κάθε είδους χρήστη.

Οι οθόνες του Σ.Α.Φ.

Το λογισμικό επικοινωνίας περιλαμβάνει μια λίστα από οθόνες που αναφέρεται παρακάτω. Παρακάτω θα γίνει μια σύντομη περιγραφή αυτών των οθονών.

- ONELINE – Οι μονογραμμικές οθόνες του δικτύου διανομής.
- LSP – Οι οθόνες με τις προτεραιότητες αποκοπής φορτίων και τις οθόνες που αφορούν το κάθε σενάριο χωριστά.
- GCS – Η ενεργοποίηση της νησιδοποίησης (island mode) του συστήματος – απομόνωση από ΑΔΜΗΕ και ο έλεγχος των γεννητριών του συστήματος.
- COMMS – Η οθόνη των επικοινωνιών του συστήματος.
- ALARMS – Η οθόνη των alarms και των events. Ένα alarm γίνεται event όταν έλθει και παρέλθει, δηλαδή αφού απενεργοποιηθεί το alarm περνά στην λίστα των event.
- SEL – Η οθόνη εφαρμογών SEL
- EVENTS – Περιέχει τα τελευταία πέντε συμβάντα
- LOGIN – Είσοδος στην εφαρμογή
- LOGOUT – Έξοδος από την εφαρμογή

Το Μενού Πλοήγησης

Η εφαρμογή επικοινωνίας περιέχει ένα μενού πλοήγησης όπως φαίνεται στο Σχήμα 29, γνωστό και ως επικεφαλίδα του προγράμματος. Αυτό διότι πάντοτε βρίσκεται στο πάνω μέρος από όλες τις οθόνες. Η επικεφαλίδα επιτρέπει στον χρήστη να επιλέγει ποια οθόνη θέλει να παρακολουθήσει. Επίσης παρέχει στον χρήστη την δυνατότητα να παρακολουθεί τα πάσης φύσεως alarms που αφορούν το σύστημα. Επίσης δίνει στον χρήστη την δυνατότητα να επιλέξει να παρακολουθεί την LSP-A ή την LSP – B. Πληροφορεί τον χρήστη για την ημερομηνία και ώρα και του δίνει την δυνατότητα – αν και εφόσον είναι administrator – να επαναφέρει το σύστημα μετά από ένα συμβάν.



Σχήμα 29

Τα κρίσιμα Alarm

Η επικεφαλίδα είναι αυτή που ενημερώνει τον χρήστη για τα πιο κρίσιμα alarms, σύμφωνα με την SEL. Στο Σχήμα 29 φαίνονται αυτά τα alarm στα κόκκινα και κίτρινα ορθογώνια κουτιά. Στην περίπτωση ενεργοποίησης ενός alarm ένα από αυτά τα κουτιά γίνεται ορατό και αρχίζει να αναβοσβήνει με κόκκινο και κίτρινο χρώμα. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα επιλέγοντας το κουτί αυτό να το σταματήσει από το να αναβοσβήνει. Με τον τρόπο αυτό το alarm δεν απενεργοποιείται. Ο χρήστης θα πρέπει να πάει στη βάση δεδομένων για να απενεργοποιήσει το alarm. Τα κρισιμότερα alarm παρουσιάζονται παρακάτω:

- 1 LSP – A : HMI COMM FAIL
- 2 LSP – B : HMI COMM FAIL
- 3 LSP DISCREPANCY

- 4 GCS – A : HMI COMM FAIL
- 5 GCS – B: HMI COMM FAIL
- 6 GCS DISCREPANCY

Να σημειωθεί για μία ακόμα φορά ότι το Σ.Α.Φ. διαθέτει διπλές εφεδρείες LSP – A και LSP – B για τους Load Shedding Processors και GCS – A και GCS – B για τα Generator Control Systems.

Τα alarm 1,2,4,6 δείχνουν ότι υπάρχει κάποιο πρόβλημα επικοινωνίας ανάμεσα στο HMI και στους Load Shedding Processors ή στα Generation Control Systems. Μπορεί να εμφανιστεί αν κάποιο πρόβλημα στην επικοινωνία παρουσιαστεί ανάμεσα στο HMI και σε κάποια από αυτές τις συσκευές. Επίσης όταν υπάρχει κάποια βλάβη ή διακοπή στην παροχή των συσκευών ή τέλος αν ο CoDeSys Server ή ο OPC Server στο HMI παρουσιάσει πρόβλημα. Ο χρήστης του συστήματος θα πρέπει να εξετάσει κάθε περίπτωση, ώστε να επαναφέρει το σφάλμα.

Τα alarm 3 και 6 έχουν διαφορετικό σκοπό. Αντιστοιχούν σε αναντιστοιχία ανάμεσα στις LSP – A και LSP – B και στις GCS – A και GCS – B. Μεταξύ τους ανά δύο οι παραπάνω μονάδες συγκρίνουν τα δεδομένα τους συνεχώς και στην περίπτωση που βρεθεί κάποια διαφορά ανάμεσα στη μία και στην άλλη, τότε ενεργοποιείται κάποιο discrepancy alarm. Ένα τέτοιο alarm είναι πολύ κρίσιμο και απαιτεί άμεσες ενέργειες. Ένα τέτοιο alarm μπορεί να εμφανιστεί αν για παράδειγμα η μία μονάδα σβηστεί, ενώ η άλλη παραμένει ενεργοποιημένη. Αν αυτό το χρονικό διάστημα που η μία μονάδα είναι σβηστεί ο χρήστης αλλάξει τις προτεραιότητες στη μονάδα που είναι ενεργή, τότε η άλλη μονάδα δεν θα έχει τα νέα δεδομένα και θα υπάρχει διαφορά ανάμεσα στις δύο μονάδες φέρνοντας alarm. Σε μια τέτοια περίπτωση ο χρήστης θα πρέπει να αποφασίσει ποια μονάδα περιέχει τα έγκυρα δεδομένα και να εμμείνει σε αυτήν.

Προκειμένου ο χρήστης να επιλέξει ποια LSP θα χρησιμοποιήσει, ανατρέχει στην επικεφαλίδα με δικαιώματα administrator. Τα μπουτόν φαίνονται στο Σχήμα 29 με

μαύρο και γκρι χρώμα. Όπως προαναφέρθηκε, οι LSP και GCS είναι διπλές και στέλνουν ταυτόχρονα και οι τέσσερις τα δεδομένα στο HMI. Το HMI επιλέγει ποιες δύο από τις τέσσερις θα εμφανίζει στον χρήστη. Αν και δύο εμφανίζονται στον χρήστη, οι παράμετροι που αλλάζει ο χρήστης περνούν σε όλες τις μονάδες. Αν τα δεδομένα μεταξύ τους είναι πανομοιότυπα, τότε το HMI επιλέγει αυτόματα ποιες μονάδες να δείξει, ειδάλλως χειροκίνητα ο χρήστης μπορεί να επιλέγει ποιες θα εμφανίζονται. Η επιλεγμένη LSP θα έχει μαύρο χρώμα στην επικεφαλίδα, αλλιώς θα έχει γκρι. Το ίδιο και με τις μονάδες GCS.

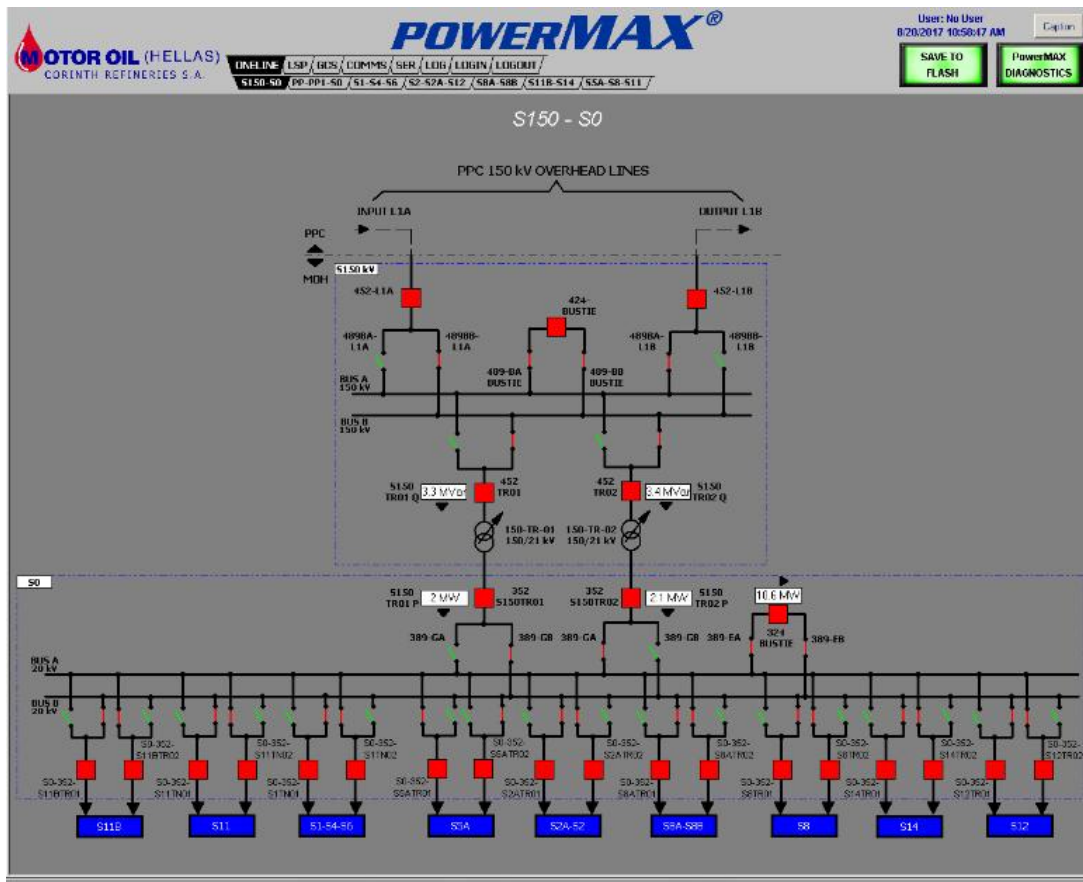
Το μενού πλοήγησης επίσης περιλαμβάνει επάνω δεξιά ένα κουτί που ενεργοποιείται όταν υπάρχει οποιοδήποτε alarm. Πατώντας το αυτό ο χρήστης μεταφέρεται στην βάση δεδομένων όπου φαίνονται όλα τα alarm.

Μονογραμμικές Οθόνες

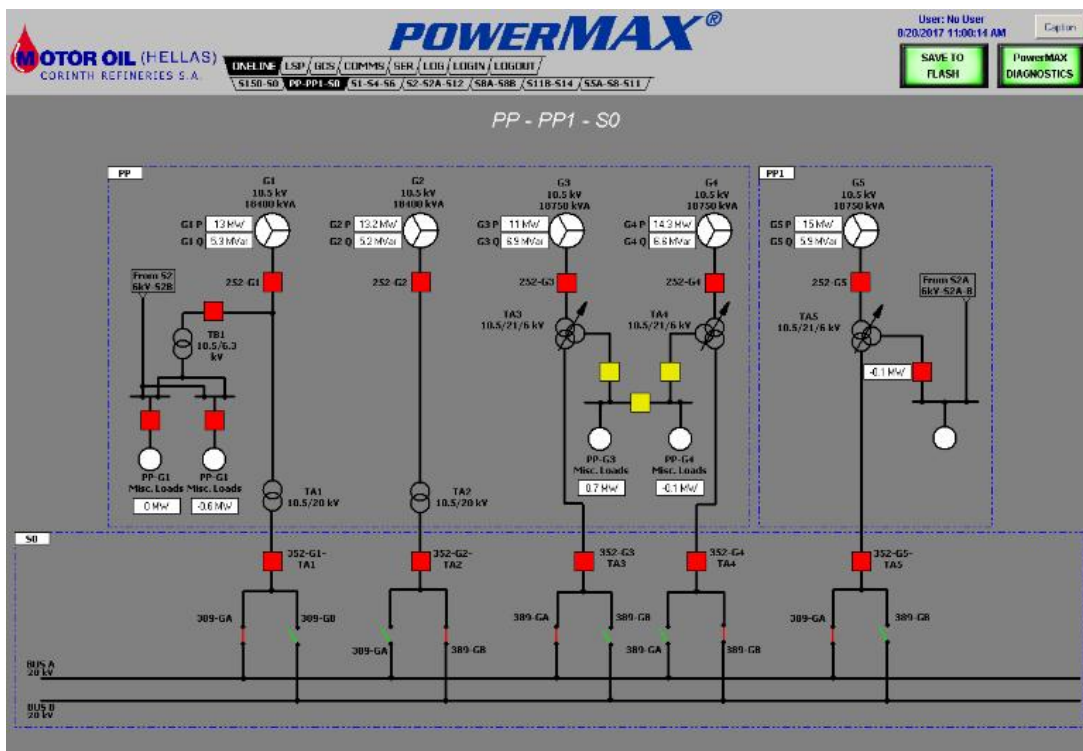
Το Σχήμα 30,31 αποτελεί παράδειγμα μονογραμμικής οθόνης όπως εμφανίζεται στο HMI. Ο χρήστης μπορεί να μεταφερθεί σε αυτή την οθόνη επιλέγοντας το ONELINE tab επάνω στην επικεφαλίδα. Οι οθόνες αυτές δείχνουν την κατάσταση των γεννητριών, των διακοπών, των αποζευκτών και των φορτίων. Επίσης αναφέρεται η ενεργός και άεργος ισχύς δίπλα από τους ζυγούς, τις γεννήτριες, τις ζεύξεις και τους διακόπτες. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει αυτές τις οθόνες από το υπομενού της επικεφαλίδας.

Ο παρακάτω χρωματικός κώδικας χρησιμοποιείται για να διακρίνονται οι διάφορες καταστάσεις των διακοπών και των αποζευκτών.

- Πράσινο – Ανοιχτός
- Κόκκινο – Κλειστός
- Κίτρινος – Απροσδιόριστη κατάσταση



Σχήμα 30



Σχήμα 31

Οθόνες αποκοπής φορτίων

Υπάρχουν τέσσερις οθόνες που σχετίζονται με το σύστημα αποκοπής φορτίων. SETTINGS, LOAD STATUS AND PRIORITY, LOAD SHEDDING PRIORITIES, PRIMARY CONTIGENCY SUMMARY και SECONDARY CONTIGENCY SUMMARY. Ο χρήστης μπορεί να φθάσει στις οθόνες αυτές επιλέγοντας το LSP tab στην επικεφαλίδα. Στη συνέχεια εμφανίζεται από κάτω ένα υπο-μενού όπου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το LOAD STATUS AND PRIORITY, όπως φαίνεται στο Σχήμα 32. Το LOAD SHEDDING PRIORITIES ο χρήστης μπορεί να το επιλέξει αν πατήσει το μπουτόν Set Load Priorities επάνω αριστερά στην οθόνη. Μπορεί να επιλέξει το PRIMARY CONTIGENCY SUMMARY στο Σχήμα 34, καθώς επίσης και το SECONDARY CONTIGENCY SUMMARY στο Σχήμα 36. Ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί ανάμεσα σε αυτές τις οθόνες, καθώς και στα SETTINGS που φαίνονται στο Σχήμα 37.

Οθόνη LOAD STATUS AND PRIORITY

Η οθόνη αυτή επιτρέπει στον χρήστη να δει την κατάσταση των φορτίων, όπως φαίνεται παρακάτω.

POWERMAX®

User: Engineer
8/17/2017 8:33:58 AM

LOAD STATUS AND PRIORITY 1 / 11

Set Loads
Priority

SAVE TO
FLASH

PowerMAX
DIAGNOSTICS

SUB	DESCRIPTION		LOAD STATUS								
	LOAD NAME	DESCRIPTION	MANUAL TEST MODE	STATUS OPEN CLOSED	PRIORITY			LIVE POWER (KW)	VERRIDE VALUE OF POWER (KW)	LOGGEL KW LINC/ OVERRIDE	20 KV BUS
					GRP1	GRP2	GRP3				
S1	PM-633	Pump For Lubes Loading	OFF		2	0	0	0	0	Live	N/A
	PM-634	Pump For Lubes Loading	OFF		3	0	0	0	0	Live	N/A
	PM-402B	Dewaxed Oil Pump	OFF		0	9	0	120	0	Live	A
	PM-201C	Feed Pump	OFF		0	0	42	109	0	Live	B
	KM-101A	Feed Compressor	OFF		0	2	0	179	0	Live	B
	PM-751B	Feed Water Pump	OFF		0	0	0	123	0	Live	A
	SM-753A	Degasified Water Pump	OFF		0	0	0	55	0	Live	B
	PM-101B	Vacuum Residue Pump	OFF		0	0	0	0	0	Live	N/A
S2	PM-351A	Hot Oil Pump	OFF		0	13	0	309	0	Live	B
	PM-171A	Slack Wax Reflux Pump	OFF		0	0	0	91	0	Live	B
	KM-032B	Air Compressor To U-5700	OFF		22	0	0	247	0	Live	B
	PM-1951A	Sea Water Boost Pump	OFF		0	0	9	0	95	Override	B
	PM-1951B	Sea Water Boost Pump	OFF		29	0	0	0	225	Override	N/A
	KM-5701	Air Compressor to U-5700	OFF		0	0	11	191	0	Live	A
	PM-120A	Low Voltage Feed Pump	OFF		0	5	0	0	110	Override	N/A
	PM-120B	Low Voltage Feed Pump	OFF		0	26	0	0	110	Override	N/A

S1

S2

S2A

S4

S5A

S6

S8

S8A

S8B

S11

S11B

S12

S14

Σχήμα 32

Δίδεται η δυνατότητα στον χρήστη να επιλέξει τον υποσταθμό τον οποίο επιθυμεί και στη συνέχεια να δει την περιγραφή του φορτίου που τον ενδιαφέρει, τον ζυγό των 20KV από τον οποίο αυτό το φορτίο τροφοδοτείται και την προτεραιότητα που έχει δοθεί στο φορτίο αυτό. Οι προτεραιότητες χωρίζονται σε τρία διαφορετικά Group, ανάλογα με την κρισιμότητά τους, στο καθένα από τα οποία η σημαντικότητα καθορίζεται από το πόσο μεγάλος είναι ο αριθμός του φορτίου. Το Group 3 είναι το Group με τη μεγαλύτερη σημαντικότητα για το διυλιστήριο.

Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει αν θέλει το σύστημα για ορισμένα φορτία να λαμβάνει την on – line μετρούμενη τιμή της ισχύος, ή να επιλέγει χειροκίνητα την ισχύ που θέλει να βλέπει το σύστημα για ορισμένα φορτία. Έτσι όταν ένα φορτίο είναι LIVE, το σύστημα λαμβάνει την μετρούμενη τιμή ισχύος και όταν είναι OVERRIDE

ορίζει την τιμή της ισχύος ο χρήστης. Επίσης στην ίδια σελίδα ο χρήστης μπορεί να βλέπει τη μετρούμενη ισχύ για το κάθε φορτίο του συστήματος.

Θόνη LOAD SHEDDING PRIORITIES

Η θόνη αυτή επιτρέπει στον χρήστη να θέσει τις προτεραιότητες στα φορτία του διυλιστηρίου για τα διάφορα σενάρια. Τα περιεχόμενα της κάθε στήλης εξηγούνται παρακάτω.

The screenshot shows the 'SET LOADS PRIORITIES' interface. At the top, there is a header with the MOTOR OIL (HELLAS) logo, the POWERMAX logo, and user information (User: No User, 8/20/2017 11:01:25 AM). Below the header are navigation tabs: ONLINE, LSP, GCS, CLIMMS, SER, LOG, LOGIN, LOGOUT, SETTINGS, LOAD STATUS AND PRIORITY, DRILLCONTINGENCY SUMMARY, SEC.CONTINGENCY SUMMARY. The main area is titled 'SET LOADS PRIORITIES' and contains a grid of load data organized into columns labeled S1 through S14. Each column contains a list of loads with their respective power ratings and status indicators. The interface includes a 'SAVE TO FLASH' button and a 'PowerMAX DIAGNOSTICS' button. At the bottom right, there is a 'Go To Loads Selected For Cont.51 Screen' button and a 'CLOSE' button.

LOAD	SRP	GRF	GRF	LOAD	SRP	GRF	GRF	LOAD	SRP	GRF	GRF	LOAD	SRP	GRF	GRF	LOAD	SRP	GRF	GRF
PM-633	2	0	0	PM-791E	26	0	0	EM-2162-1	0	0	0	KM-2061A	0	12	0	KM-7101A	0	3	0
PM-634	3	0	0	PM-791F	8	0	0	EM-2162-2	0	0	0	KM-2061C-D	31	0	0	PM-7109A	0	0	18
PM-802D	0	9	0	PM-791A	27	0	0	PM-2102A	0	0	0	KM-2061A	0	23	0	PM-7118A	0	0	19
PM-204C	0	0	42	PM-791B	0	0	4	PM-2102B	0	0	0	KM-2061B	0	24	0	PM-7111A	0	0	27
KM-180A	0	2	0	PM-791C	0	0	4	PM-2103A	0	0	0	PM-2086A	0	22	0	PM-7101A	0	0	25
PM-751B	0	0	0	SSA-AJC	23	0	0	PM-2103B	0	0	0	PM-3110B	0	0	40	S14PIB6 A/C	0	0	0
SM-753A	0	0	0	NEW OSMOSIS	24	0	0	EM-2106-1	0	0	0	PM-3151A	0	0	41	SPARE	0	0	0
PM-180B	0	0	0	SH ORINATION UNIT	25	0	0	EM-2106-2	0	0	0	KM-3084B	0	0	28	SPARE	0	0	0
PM-351A	0	13	0	PM-892D	4	0	0	EM-2153-1	0	0	0	S11B A/C	0	0	0	SPARE	0	0	0
PM-471A	0	0	0	PM-898A	12	0	0	PM-2105A	0	0	0	S11C A/C	0	0	0	SPARE	0	0	0
KM-432G	22	0	0	PM-898B	43	0	0	PM-2105B	0	0	0	PID4 A/C	0	0	0	SPARE	0	0	0
PM-1951A	0	0	5	PM-899	10	0	0	SB0B A/C	0	0	0	EIL-600B	38	0	0	SPARE	0	0	0
PM-1951B	29	0	0	PM-899A	11	0	0	EM-2202-4	0	0	0	EM-4954B	0	0	0	SPARE	0	0	0
KM-4701	0	0	11	PM-900	8	0	0	F-2274	0	30	0	EM-8304A	0	0	0	SPARE	0	0	0
PM-120A	0	5	0	PM-901A	3	0	0	KM-2271A	0	0	0	EM-8303A	0	0	0	SPARE	0	0	0
PM-120B	0	26	0	PM-910	21	0	0	SPARE	0	0	0	SPARE	0	0	0	SPARE	0	0	0
PM-1871A	0	21	0	SE-1620-S3110B1	0	0	0	SBA-162A-S1810B1	0	1	0	KM-3206A	0	0	0	KM-7101B	0	0	1
PM-1871B	0	20	0	PM-900B	0	0	0	KM-032L	0	0	26	KM-6701A	0	0	1	SPARE	0	0	0
PKM-1971P1A	0	19	0	PM-901	11	0	0	KM-2101-202A	0	0	16	KM-6701C	0	0	2	SPARE	0	0	0
PKM-1971P1B	0	18	0	PM-905	15	0	0	KM-2101-202B	0	0	16	KM-6701A	0	0	3	PM-7111B	0	0	28
PKM-1971P2A	0	17	0	PM-914	0	10	0	PM-2101A	0	0	0	KM-7701A	0	0	5	PM-7101B	0	0	30
PKM-1971P2B	0	16	0	PM-916	16	0	0	SPARE	0	0	0	KM-7701B	0	0	6	PM-7791D	0	0	25
PKM-1971P3A	0	15	0	PM-917	17	0	0	SPARE	0	0	0	SPARE	0	0	0	PM-7102A	0	0	34
PKM-1971P3B	0	14	0	SPARE	0	0	0	SPARE	0	0	0	SPARE	0	0	0	SPARE	0	0	0
PM-116A	18	0	0	PM-1111	0	0	33	KM-032F	0	0	0	S13B	0	11	0				
PM-116B	20	0	0	PM-1112B	0	0	34	KM-2101-2002S	0	0	17	PM-7501B	0	0	24				
PM-095A	4	0	0	KM-1601-2A	0	0	0	KM-2272B	0	33	0	PM-7091A	0	0	22				
PM-092A	5	0	0	KM-1601-2B	0	0	0	KM-2273A	0	35	0	PM-7091B	0	0	20				
PM-093A	5	0	0	KM-1601-2C	0	0	12	KM-2274B	0	34	0	KM-7501A	0	0	43				
PM-093B	7	0	0	PM-1501A	0	0	13	KM-2272A	0	0	0	KM-7501B	0	0	44				
S4-152A-S4ATR01	0	6	0	PM-1501B	0	0	14	SPARE	0	0	0	PM-7511A	0	0	23				
PM-2401C	18	0	0	PM-1901A	0	0	18	SPARE	0	0	0	PM-7511B	0	0	24				
S4-162B-T10B2	0	0	0	PM-1901B	28	0	0	F2274	0	27	0								
S4-162A-S3110B1	0	0	7	KM-4701H	0	0	0	F2272	0	28	0								
S4-162A-TR01	0	0	0	KM-1162	0	0	36	F2273	0	28	0								
S4-162B-S4TR02	0	7	0	PM-1405B	0	0	36	KM-2273A	0	31	0								
SPARE	0	0	0	KM-1451A	0	0	27	KM-2273B	0	32	0								
S4-DCS-AC	0	0	0	PM-1405A	0	0	28	SPARE	0	0	0								
SPARE	0	0	0	PM-1451B	0	0	34	SPARE	0	0	0								
SPARE	0	0	0	PM-1401B	0	0	32	SPARE	0	0	0								

Σχήμα 33

Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει προτεραιότητες για το κάθε φορτίο ανάμεσα σε τρία διαφορετικά group. Το group 3 είναι το group με την μεγαλύτερη κρισιμότητα, ενώ το group 1 είναι το group με την μικρότερη. Ακόμα, η προτεραιότητα με το μεγαλύτερο αριθμό είναι και αυτή που έχει τη μεγαλύτερη σημασία για το

σύστημα, για παράδειγμα προτεραιότητα νούμερο 1, έχει μικρότερη σημασία και θα αποκοπεί πρώτη σε σχέση με την προτεραιότητα με το νούμερο 2. Πατώντας ο χρήστης επάνω στην προτεραιότητα ενός φορτίου, του ανοίγει ένα παράθυρο που αναγράφεται το νούμερο της προτεραιότητας. Αλλάζοντας το νούμερο ο χρήστης και πατώντας enter, δίνει την δυνατότητα στο σύστημα να θέσει τις προτεραιότητες των άλλων φορτίων μόνο του αυτόματα.

Οθόνη PRIMARY CONTINGENCY SUMMARY

Η οθόνη αυτή όπως φαίνεται στο Σχήμα 34, επιτρέπει στον χρήστη να δει τις προτεραιότητες των φορτίων για το κάθε σενάριο ξεχωριστά. Τα σενάρια αυτά όπως φαίνεται και στο σχήμα είναι τα εξής:

1. C1 : Contingency 1: Bus A Island Mode
2. C2 : Contingency 2: G1 20KV Tripped
3. C3 : Contingency 3: G1 10KV Tripped
4. C4 : Contingency 4: G2 20KV Tripped
5. C5 : Contingency 5: G2 10KV Tripped
6. C6 : Contingency 6: Bus B Island Mode
7. C7 : Contingency 7: G3 20KV Tripped
8. C8 : Contingency 8: G3 10KV Tripped
9. C9 : Contingency 9: G4 20KV Tripped
10. C10 : Contingency 10: G4 10KV Tripped
11. C11 : Contingency 11: System Island
12. C12 : Contingency 12: 20KV Bus Tie – A Tripped
13. C13: Contingency 13: 20KV Bus Tie – B Tripped
14. C14 : Contingency 14: G5 20KV Tripped
15. C15 : Contingency 15: G5 20KV Tripped

Ο χρήστης μπορεί να δει για το κάθε σενάριο την διαθέσιμη ισχύ από την ιδιοπαραγωγή του διυλιστηρίου και την καταναλισκόμενη ισχύ στα φορτία, καθώς επίσης και την ισχύ που θα απαιτηθεί να αποκοπεί στην περίπτωση του κάθε σεναρίου. Για παράδειγμα, στο σενάριο 11 φαίνεται ότι η ισχύς που παίρνει το διυλιστήριο από το δίκτυο θα πρέπει να αποκοπεί στην περίπτωση νησιδοποίησης, που σημαίνει ότι το Σ.Α.Φ. θα πρέπει να αποκόψει ανάλογα με τις προτεραιότητες τόσα φορτία, όσα θα χρειαστούν για την αντιστάθμιση της ποσότητας της ισχύος από τον ΑΔΜΗΕ.

Πατώντας λοιπόν ο χρήστης στην τελευταία στήλη με την λέξη LOADS, μπορεί να δει τα φορτία που το σύστημα θέτει εκτός για το κάθε σενάριο. Επίσης μπορεί να δει με κόκκινο χρώμα την ενεργοποίηση ενός σεναρίου, αν αυτή πραγματοποιηθεί. Πατώντας ACK. CON. πάνω κι αριστερά, ο χρήστης επαναφέρει τα σεναρία στην αρχική τους κατάσταση.

DESCRIPTION		STATUS				DETAILS						
CONTINGENCY	DESCRIPTION	CONTINGENCY OCCURRED YES NO	CONTINGENCY STATUS DIS EN	CONTINGENCY ALARM OFF ON	BUS CONNECTION	AVAILABLE CAPACITY (MW)	MEASURED LOAD (MW)	REQUIRED TO SHED (MW)	SELECTED TO SHED (MW)	TRIGGER AVAILABLE	SATISFIED	ASSOCIATED LOADS
1	BUS A ISLAND				N/A	0	0	0	0	YES	YES	LOADS
2	G1 20kV TRIP				A B	153.31	69.36	0	0	YES	YES	LOADS
3	G1 10kV TRIP				A B	153.31	69.96	0	0	YES	YES	LOADS
4	G2 20kV TRIP				A B	153.17	69.96	0	0	YES	YES	LOADS
5	G2 10kV TRIP				A B	153.17	69.96	0	0	YES	YES	LOADS
6	BUS B ISLAND				N/A	0	0	0	0	YES	YES	LOADS
7	G3 20kV TRIP				A B	155.37	69.96	0	0	YES	YES	LOADS
8	G3 10kV TRIP				A B	155.37	69.96	0	0	YES	YES	LOADS
9	G4 20kV TRIP				A B	152.16	70.06	0	0	YES	YES	LOADS
10	G4 10kV TRIP				A B	152.16	69.96	0	0	YES	YES	LOADS
11	SYSTEM ISLAND				A B	66.37	69.96	3.59	3.65	YES	YES	LOADS
12	20kV BUS TIE / A				A	88.96	29.96	0	0	YES	YES	LOADS
13	20kV BUS TIE / B				B	77.41	40.01	0	0	YES	YES	LOADS
14	G5 20kV TRIP				A B	151.47	70.06	0	0	YES	YES	LOADS
15	G5 10kV TRIP				A B	151.47	69.96	0	0	YES	YES	LOADS

Σχήμα 34

Πατώντας επάνω σε κάποιο από τα LOADS με το μαύρο φόντο, ο χρήστης παίρνει μία εικόνα σαν αυτή που φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα.

POWERMAX®
MOTOR OIL (HELLAS) CORINTH REFINERIES S.A.

User: No User
0/20/2017 11:02:30 AM

SAVE TO FLASH | POWERMAX DIAGNOSTICS

LOADS SELECTED TO SHED FOR CONTINGENCY NUMBER 11
SYSTEM ISLAND

LOAD	STATE	LOAD	STATE	LOAD	STATE	LOAD	STATE	LOAD	STATE
PM-833	REJECTED	PM-79E	REJECTED	EM-2102-1	REJECTED	KM-2501A	REJECTED	KM-7101A	REJECTED
PM-834	REJECTED	PM-79F	REJECTED	EM-2102-2	REJECTED	KM-3201C3	REJECTED	PM-7108A	REJECTED
PM-9E2B	REJECTED	PM-791A	REJECTED	PM-2102A	REJECTED	KM-3601A	REJECTED	PM-7108B	REJECTED
PM-28FC	REJECTED	PM-791B	REJECTED	PM-2102B	REJECTED	KM-3601B	REJECTED	PM-7111A	REJECTED
KM-109A	REJECTED	PM-791C	REJECTED	PM-2102A	REJECTED	PM-3605A	REJECTED	PM-7101A	REJECTED
PM-759B	REJECTED	SSA-AVC	REJECTED	PM-2102B	REJECTED	PM-3118B	REJECTED	ST4PIB-AVC	REJECTED
SM-7531A	REJECTED	NEW OSMOSIS	REJECTED	EM-2104-1	REJECTED	PM-3151A	REJECTED	SPARE	REJECTED
PM-104B	REJECTED	CHLORINATION UNIT	REJECTED	EM-2104-2	REJECTED	KM-3204B	REJECTED	SPARE	REJECTED
PM-354A	REJECTED	PM-832B	REJECTED	EM-2153-1	REJECTED	S11B-AVC	REJECTED	SPARE	REJECTED
PM-474A	REJECTED	PM-838A	REJECTED	PM-2165A	REJECTED	S11C-AVC	REJECTED	SPARE	REJECTED
PM-102G	REJECTED	PM-898B	REJECTED	PM-2165B	REJECTED	PM81-AVC	REJECTED	SPARE	REJECTED
PM-1961A	REJECTED	PM-100	REJECTED	SM8B-AVC	REJECTED	EM-188B	REJECTED	SPARE	REJECTED
PM-1961B	REJECTED	PM-898A	REJECTED	EM-2202-4	REJECTED	EM-495-8D	REJECTED	SPARE	REJECTED
KM-5101	REJECTED	PM-980	REJECTED	F-2214	REJECTED	EM-0704A	REJECTED	SPARE	REJECTED
PM-120A	REJECTED	PM-501A	REJECTED	KM-2271A	REJECTED	EM-0702A	REJECTED	SPARE	REJECTED
PM-120B	REJECTED	PM-910	REJECTED	SPARE	REJECTED	SPARE	REJECTED	SPARE	REJECTED
PM-4974A	REJECTED	SE-157B-S81TRH	REJECTED	SEA-152A-S10TRM	REJECTED	KM-3201A	REJECTED	KM-7101B	REJECTED
PM-4974B	REJECTED	PM-808B	REJECTED	KM-832E	REJECTED	KM-6701A	REJECTED	SPARE	REJECTED
PKM-4974P1A	REJECTED	PM-981	REJECTED	KM-2101-2B2A	REJECTED	KM-6701B	REJECTED	SPARE	REJECTED
PKM-4974P1B	REJECTED	PM-986	REJECTED	KM-2101-2B2B	REJECTED	KM-6701C	REJECTED	PM-7111B	REJECTED
PKM-4974P2A	REJECTED	PM-914	REJECTED	PM-2101A	REJECTED	KM-7701A	REJECTED	PM-7101B	REJECTED
PKM-4974P2B	REJECTED	PM-916	REJECTED	SPARE	REJECTED	KM-7701B	REJECTED	PM-7701D	REJECTED
PKM-4974P3A	REJECTED	PM-917	REJECTED	SPARE	REJECTED	SPARE	REJECTED	PM-7102A	REJECTED
PKM-4974P3B	REJECTED	SPARE	REJECTED	SPARE	REJECTED	SPARE	REJECTED	SPARE	REJECTED
PM-115A	REJECTED	PM-1144	REJECTED	KM-832F	REJECTED	S43B	REJECTED		
PM-115B	REJECTED	PM-1122B	REJECTED	KM-2101-2B2S	REJECTED	PM-7501B	REJECTED		
PM-081A	REJECTED	KM-1501-2A	REJECTED	KM-2272B	REJECTED	PM-7501A	REJECTED		
PM-082A	REJECTED	KM-1501-2B	REJECTED	KM-2274A	REJECTED	PM-7501B	REJECTED		
PM-083A	REJECTED	KM-1501-2C	REJECTED	KM-2274B	REJECTED	KM-7501A	REJECTED		
PM-083B	REJECTED	PM-1501A	REJECTED	PM-2101A	REJECTED	KM-7501B	REJECTED		
S4-152A-S41TRH1	REJECTED	PM-1501B	REJECTED	SPARE	REJECTED	PM-7511A	REJECTED		
PM-2-01C	REJECTED	PM-1901A	REJECTED	SPARE	REJECTED	PM-7511B	REJECTED		
S4-152B-TB02	REJECTED	PM-1901B	REJECTED	F2271	REJECTED				
S4-152A-S51TRH1	REJECTED	KM-4701N	REJECTED	F2272	REJECTED				
S4-152A-1TR1	REJECTED	KM-1152	REJECTED	F2273	REJECTED				
S4-152B-S41TR02	REJECTED	PM-1105B	REJECTED	KM-2273A	REJECTED				
SPARE	REJECTED	PM-1151A	REJECTED	KM-2273B	REJECTED				
S4-DCS-AVC	REJECTED	PM-1105A	REJECTED	SPARE	REJECTED				
SPARE	REJECTED	PM-1151D	REJECTED	SPARE	REJECTED				
SPARE	REJECTED	PM-1101B	REJECTED	SPARE	REJECTED				

LEGEND
 Load is Selected To Shed: [Red Box]
 Load is Rejected: [Red Box with REJECTED]
 Load is not selected to Shed: [Green Box]
 Spare: [Grey Box]
 Bad Quality Tags: [Yellow Box]

Print Ready | Go To Loads Priority Screen
 Return To Pnl Cont. Summary Screen | Return To Sec. Cont. Summary Screen

Σχήμα 35

Το παραπάνω σχήμα αφορά για παράδειγμα το σενάριο N11. Με πράσινο χρώμα εικονίζονται τα φορτία που το σύστημα βλέπει ως ενεργά και που έχουν οριστεί στις προτεραιότητες του χρήστη. Με κόκκινο χρώμα εικονίζονται τα φορτία που το σύστημα θα αποκόψει για τις ανάγκες του, αν πραγματοποιηθεί το συγκεκριμένο σενάριο που στην προκειμένη περίπτωση είναι η νησιδοποίηση του συστήματος από τον ΑΔΜΗΕ.

Οθόνη SECONDARY CONTINGENCY SUMMARY

The screenshot shows the POWERMAX software interface. At the top, there is a navigation menu with options: HOME, LSP, BUS, COMMS, SER, LOG, LOGIN, LOGOUT, SETTINGS, LOAD STATUS AND PRIORITY, PRE-CONTINGENCY SUMMARY, and SEC. CONTINGENCY SUMMARY. The user status bar indicates 'User: No User' and '0:20:2017 10:57:33 AM'. There are buttons for 'SAVE TO FLASH' and 'PowerMAX DIAGNOSTICS'. The main title is 'SECONDARY CONTINGENCIES SUMMARY'. On the left, there is a 'Go To LSP Settings Screen' button and an 'ACK. CONT.' button. The central table is as follows:

DESCRIPTION		STATUS			DETAILS				
CONTINGENCY	DESCRIPTION	CONTINGENCY OCCURRED YES No	CONTINGENCY STATUS DIS EN	CONTINGENCY ALARM OFF ON	REQUIRED TO SHED (MW)	SELECTED TO SHED (MW)	TRIGGER AVAILABLE	SATISFIED	ASSOCIATED LOADS
25	UNDER FREQ. 1 BUS A	Green	Red	Green	4	4.44	YES	YES	LOADS
26	UNDER FREQ. 2 BUS A	Green	Red	Green	7	7.21	YES	YES	LOADS
27	UNDER FREQ. 1 BUS B	Green	Red	Green	4	4.44	YES	YES	LOADS
20	UNDER FREQ. 2 BUS B	Green	Red	Green	7	7.21	YES	YES	LOADS

Σχήμα 36

Στην οθόνη μπορεί να δει ο χρήστης την ενεργοποίηση δευτερεύοντος σεναρίου που αφορά την υποσυχνότητα. Τα σενάρια αφορούν τους ζυγούς A και B για τα δύο στάδια το καθένα. Μπορεί να ορίσει τα όρια της συχνότητας ξεχωριστά για το κάθε σενάριο, καθώς και τις ποσότητες της ισχύος που θέλει σε κάθε περίπτωση να τεθούν εκτός λειτουργίας. Μπορεί ανάλογα με τις προτεραιότητες που έχει θέσει ο χρήστης να θέσει τα φορτία που απαιτούνται εκτός να κρατηθεί η συχνότητα όσο το δυνατό πιο κοντά στην ονομαστική τιμή των 50 Hz. Αυτό μπορεί να συμβεί σε περιπτώσεις που ένας ή και οι δύο ζυγοί είναι απομονωμένοι από το σύστημα του ΑΔΜΗΕ, οπότε η συχνότητα δε μπορεί να κρατηθεί στα επιθυμητά επίπεδα λόγω του φορτίου. Ελαττώνοντας το φορτίο το σύστημα δίνει την δυνατότητα στις γεννήτριες να γυρίσουν με μεγαλύτερη ευκολία κρατώντας τη συχνότητα στα επιθυμητά επίπεδα. Ακόμα όμως και να παρατηρηθεί υποσυχνότητα σε όλο το σύστημα του ΑΔΜΗΕ, το Σ.Α.Φ. θα αποκόψει τα φορτία που εξαρχής του έχει ορίσει ο χρήστης.

Η οθόνη των Settings

FILE TRANSFER INSTRUCTIONS

1. Save a new settings configuration to file with the SAVE TO FLASH button
2. Wait for the Mismatch Alarm to activate
3. Press SELECT FOR FT
4. Wait for the LSP Suspended indication
5. Press INITIATE FT
6. If a FT Failure occurs, press the INITIATE FT button again to resend the settings file. Press FT RESET to reset the FT procedure, in case of any unforeseen event

LSP Controls

LSP A	LSP B
DISABLE PRIMARY LOAD SHED	DISABLE PRIMARY LOAD SHED
DISABLE SECONDARY LOAD SHED	DISABLE SECONDARY LOAD SHED

Load Shed Indicators

LSP-A	Reset	LSP-B
	Reset LSP Block	
	Reset Shed Loads	

TEST MODE INSTRUCTIONS

Press the TEST COMMANDS button to enable test mode, then within 60 seconds choose the test mode desired

Under Frequency Setpoints

LEVEL 1 P TO SHED (MW)	4
LEVEL 2 P TO SHED (MW)	7

Sources

NAME	DESCRIPTION	STATUS	Z0KV BUS	PRESENT P (MW)	RATING (MW)	DELTA INPUT (MW)	DELTA ACTUAL (MW)	MAXIMUM (MW)
50-S150TR01	UTILITY TIE TRANSFORMER 150-TR-01	OPEN	B	2.39	50	N/A	N/A	50
50-S150TR02	UTILITY TIE TRANSFORMER 150-TR-02	CLOSED	A	2.31	50	N/A	N/A	50
50-PPTA1G1	GENERATOR 1 TRANSFORMER TA1		A	13.1	16	0	0	13.1
50-PPTA2G2	GENERATOR 2 TRANSFORMER TA2		B	13.1	16	0	0	13.1
50-PPTA3G3	GENERATOR 3 TRANSFORMER TA3		A	10.0	10	0.1	0.1	10.9
50-PPTA4G4	GENERATOR 4 TRANSFORMER TA4		B	14.1	10	0.1	0.1	14.2
50-PPTA5G5	GENERATOR 5 TRANSFORMER TA5		A	14.9	10	0.1	0.1	15
50-TIE-BREAKER	Z0KV TIE BREAKER		A B	-10.00	N/A	N/A	N/A	N/A

Σχήμα 37

Στην οθόνη αυτή μπορεί ο χρήστης να περάσει τις αλλαγές των προτεραιοτήτων με την διαδικασία που περιγράφεται. Μπορεί να έχει δηλαδή ελεγχόμενη πρόσβαση στις LSP. Μπορεί να ορίσει τις ποσότητες ισχύος για τα δευτερεύοντα σενάρια και να θέσει εκτός το Σ.Α.Φ. σχετικά με τα πρωτεύοντα και τα δευτερεύοντα σενάρια. Μπορεί να ορίσει τις ονομαστικές τιμές ισχύος των πέντε γεννητριών και των μετασχηματιστών ισχύος των 150KV και ακόμα μπορεί να αποκόψει τα φορτία που αυτός επιθυμεί επιλέγοντας Test Mode. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να αποκόπτει τα φορτία που επιλέγει αυτός χειροκίνητα, ακόμα και για λόγους δοκιμής της καλωδίωσης, ή για λόγους Commissioning. Μπορεί να επιλέγει τα φορτία που θέλει σε κάποιο από τα τρία Group και στη συνέχεια να τα αποκόπτει ενεργοποιώντας χειροκίνητα ένα από τα τρία, ή και τα τρία Group.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

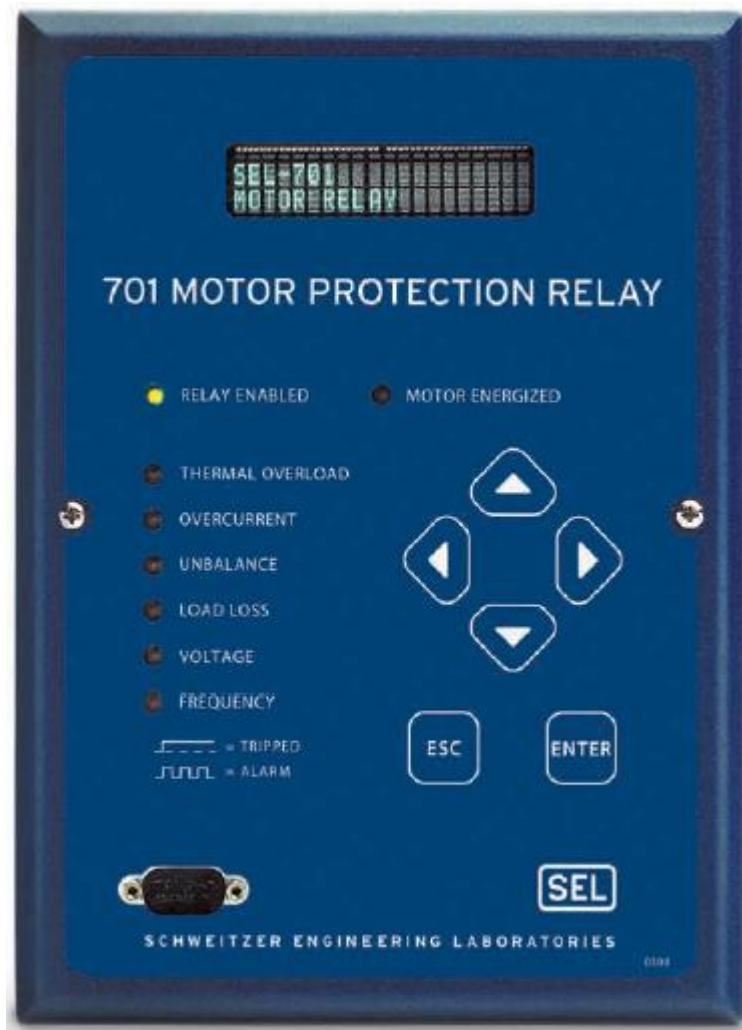
ΟΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΤΟΥ Σ.Α.Φ.

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη αναφορά στις συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση του Συστήματος Αποκοπής φορτίων ή αλλιώς PowerMAX, όπως το ονόμασε η εταιρεία που το κατασκεύασε. Αξίζει να αναφερθεί ότι όλες οι συσκευές κατασκευάζονται αποκλειστικά από την Schweitzer Engineering Laboratories από το μηδέν και πως όλες οι σχετικές πληροφορίες έχουν αναρτηθεί στην ιστοσελίδα της www.selinc.com.

Οι περιφερειακές μονάδες

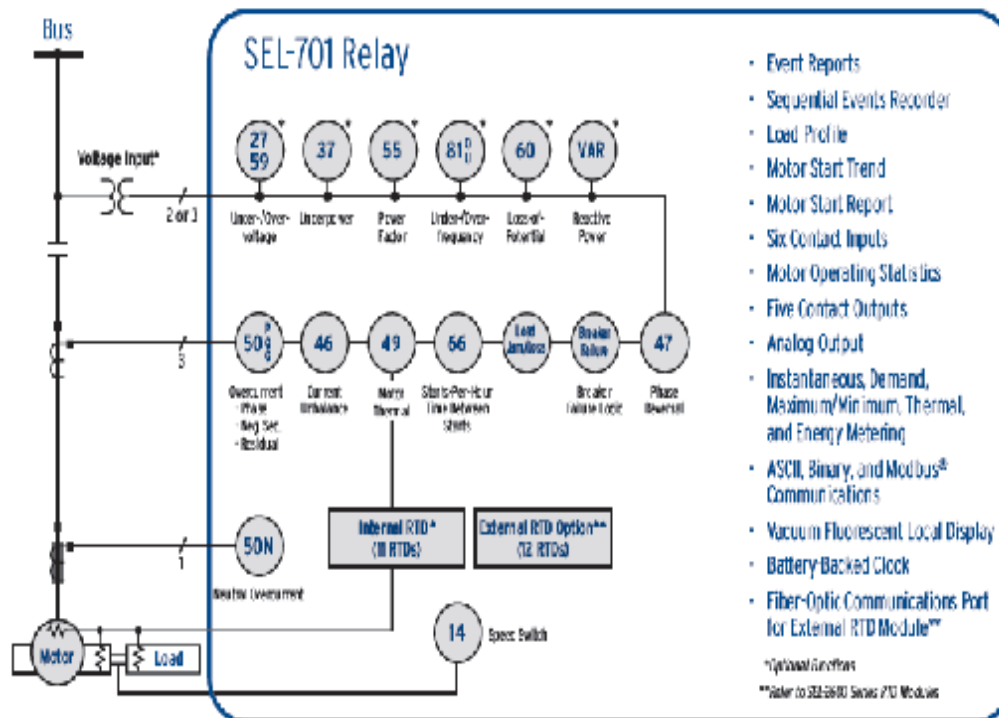
Ως περιφερειακές μονάδες χαρακτηρίζονται οι μονάδες που είναι εγκατεστημένες στους υποσταθμούς του διυλιστηρίου και μάλιστα σε κάποιες εισόδους – εξόδους μετασχηματιστών ή σε κάποιους κινητήρες Μέσης Τάσης ή Χαμηλής Τάσης και τις Γεννήτριες παραγωγής ρεύματος. Τέτοιες μονάδες είναι τα SEL-710, SEL-351, SEL-387, SEL-587, και SEL-701. Οι μονάδες αυτές εκτός από την προστασία που παρέχουν στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό – μετασχηματιστές ισχύος, καλώδια ισχύος, κινητήρες και γεννήτριες – επικοινωνούν με τις μονάδες επεξεργασίας του PowerMAX για όλους τους λόγους που αναφέραμε στο Κεφάλαιο 2. Επίσης μέσω του SCADA – Survalent του διυλιστηρίου, πληροφορούν τους χρήστες για όλα τα ηλεκτρικά μεγέθη του παραπάνω εξοπλισμού.

Το SEL- 701



Σχήμα 38

Παρέχει πλήρη προστασία σε ασύγχρονους κινητήρες Μέσης και Χαμηλής Τάσης με δυνατότητες επιτήρησης, καταγραφής και μετρήσεων. Παρέχει προστασία έναντι κολλημένου ρότορα, υπερέντασης κατά την λειτουργία και αρνητικής ακολουθίας λόγω ασυμμετρίας φάσεων στο ρεύμα χρησιμοποιώντας ένα πατεντοποιημένο θερμικό μοντέλο. Υπάρχει η δυνατότητα προσθήκης κάρτας μέτρησης τάσεων για επιπλέον προστασίες. Παρέχεται η δυνατότητα ανάμεσα σε 45 διαφορετικές καμπύλες προστασίας κινητήρων, ή ακόμα και δημιουργία νέων καμπυλών. Παρέχεται η δυνατότητα καταγραφής ηλεκτρικών μεγεθών κάθε 15 λεπτά για μέχρι 48 ημέρες. Επίσης δίνεται η δυνατότητα χρήσης μέχρι 11 θερμοστοιχείων RTDs για on-line θερμοκρασιακή παρακολούθηση του κινητήρα.

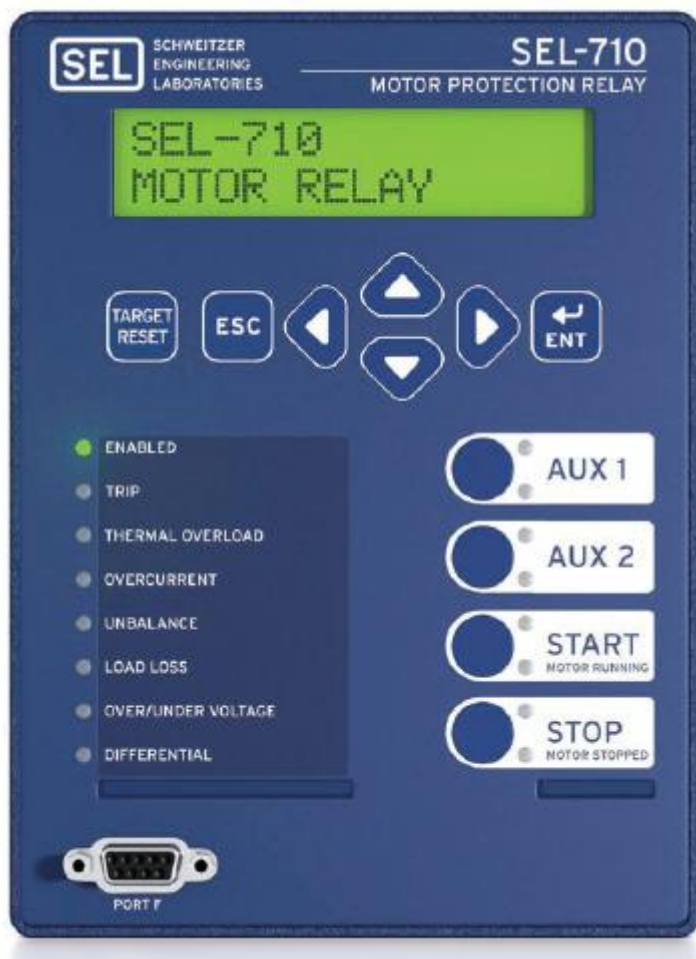


Σχήμα 39

ANSI Standard	Element Name
Standard Function	
46	Current Unbalance
47	Phase Reversal
49	Motor Thermal
50P	Phase Overcurrent
50G	Residual Overcurrent
50N	Neutral and Ground Overcurrent
50Q	Negative-Sequence Overcurrent
66	Starts/Hour, Time Between Starts
	Load Jam, Load Loss
	Breaker Failure
With Voltage Option	
27	Undervoltage
37	Underpower
55	Power Factor
VAR	Reactive Power
59	Overvoltage
60	Loss-of-Potential
81	Over- and Underfrequency

Σχήμα 40

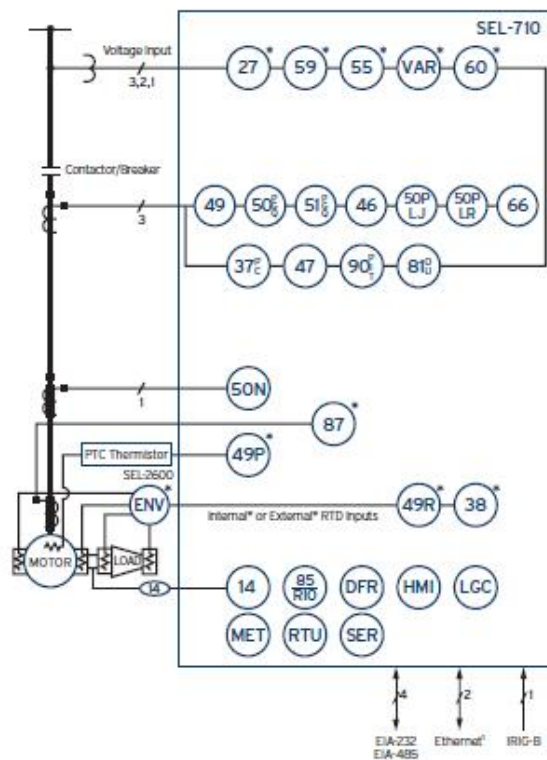
To SEL-710



Σχήμα 41

Παρέχει προστασία ακριβώς όπως και ο προκάτοχός του SEL-701 σε κινητήρες Μέσης και Χαμηλής Τάσης ακριβώς με τον ίδιο τρόπο που προαναφέρθηκε. Επιπλέον δίνει την δυνατότητα στον χρήστη μέσω τεσσάρων μπουτόν στην πρόσοψη να εκτελεί αυτόματα κάποιες λειτουργίες όπως το να σταματά και να ξεκινά τον κινητήρα. Να τονιστεί ότι τα μπουτόν μπορούν να προγραμματιστούν από τον χρήστη σε λειτουργίες που ο χρήστης θέλει να εκτελούν.

Functional Overview



ANSI Numbers/Acronyms and Functions

14	Speed Switch
27	Undervoltage*
37 (P,C)	Underpower/Undercurrent
38	Bearing Temperature*
46	Current Unbalance
47	Phase Reversal
49P	PTC Overtemperature*
49R	RTD Thermal*
49T	Thermal Model
50 (P,G,Q)	Overcurrent (Phase, Ground, Neg. Seq.)
50P LR	Locked Rotor
50P LJ	Load Jam
50N	Neutral Overcurrent
51 (P,G,Q)	Time-Overcurrent (Phase, Residual, Neg. Seq.)
55	Power Factor*
59P	Phase Overvoltage*
60	Loss-of-Potential*
66	Starts-Per-Hour
81 (O,U)	Over-/Underfrequency
87	Current Differential*
90 (P,I,T)	Load Control (Power, Current, Thermal Capacity)

Additional Functions

50/51	Adaptive Overcurrent
85 RIO	SEL MIRRORING BITS® Communications
DFR	Event Reports—Motor Starts, Motor Operating Statistics
ENV	Optional SEL-2600 RTD Module*
HMI	Operator Interface
LDP	Load Data Profiling
LGC	SELogIC® Control Equations
MET	Metering
RTU	Remote Terminal Unit
SDTM	Slip-Dependent AccuTrack™ Thermal Model
SER	Sequential Events Recorders

*Copper or Fiber-Optic
*Optional Feature

Σχήμα 42

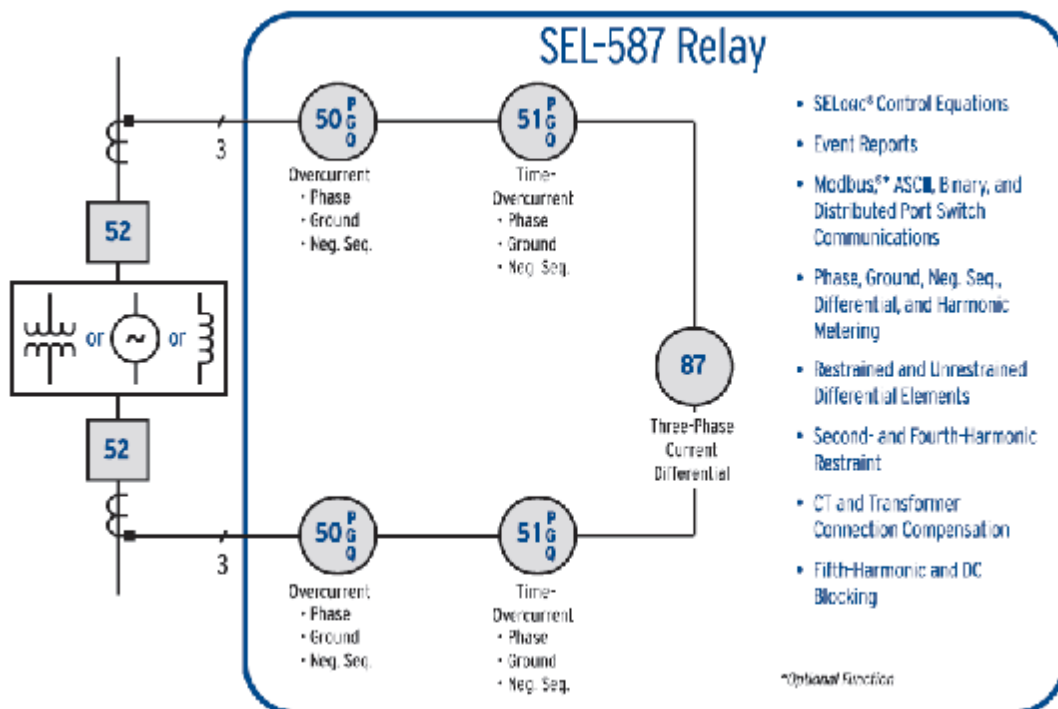
Το SEL – 587

Παρέχει διαφορική προστασία σε κινητήρες Μέσης ή Χαμηλής Τάσης με διπλά τυλίγματα. Λέγοντας διαφορική προστασία, το ρελέ υπολογίζει τα διανύσματα των ρευμάτων στην αρχή του ερμαρίου κατανάλωσης και στο τέλος των τυλιγμάτων του κινητήρα. Σε περίπτωση που βρει οποιαδήποτε διαφορά διακόπτει την παροχή προλαμβάνοντας καταστροφή του κινητήρα. Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τα SEL-701 ή τα SEL-710, παρέχοντας επιπλέον προστασία και στα καλώδια ισχύος σε

κινητήρες ιδιαίτερα κρίσιμους για την παραγωγή του διυλιστηρίου. Μπορεί επιπλέον να χρησιμοποιηθεί και για την προστασία μετασχηματιστών ισχύος.



Σχήμα 43



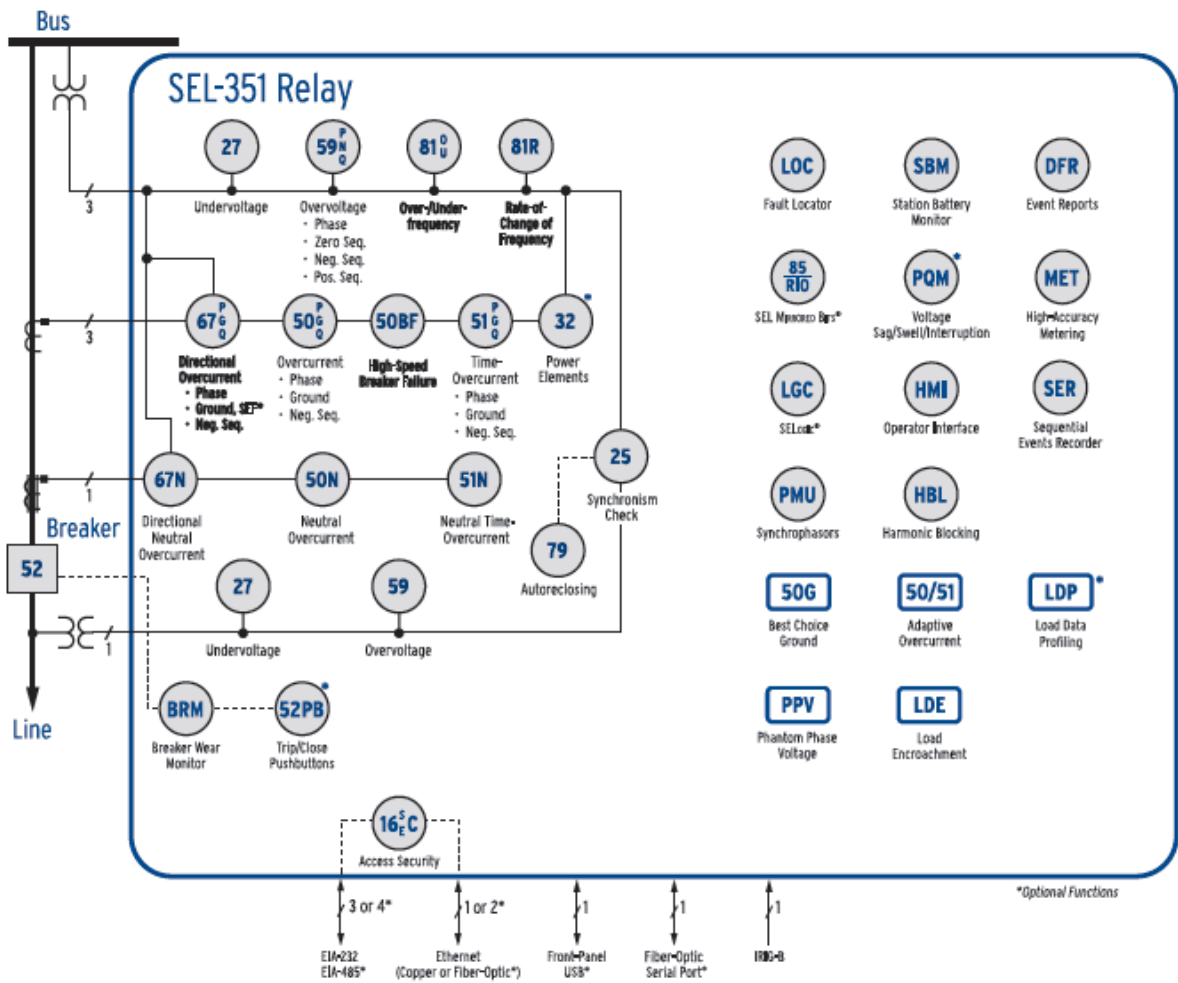
Σχήμα 44

To SEL – 351



Σχήμα 45

Χρησιμοποιείται για την προστασία, έλεγχο και καταγραφή στην τροφοδότηση μετασχηματιστών ισχύος και γεννητριών. Προστατεύει τα καλώδια ισχύος και τον εξοπλισμό επιτηρώντας τα ρεύματα και τις τάσεις των φάσεων, τα ρεύματα προς γη, τις συνιστώσες αρνητικής ακολουθίας. Οπότε κάνει επιτήρηση τόσο μετρική, όσο και ανυσματική. Έχει την δυνατότητα μπλοκαρίσματος της δεύτερης αρμονικής συνιστώσας κατά την ηλεκτρίση του μετασχηματιστή, καθώς και άλλων συνιστωσών αν απαιτείται μέχρι την αποκατάσταση της ομαλής λειτουργίας. Μπορεί να καταγράψει κινήσεις ανοίγματος και κλεισίματος διακοπών ισχύος, να καταγράψει μέχρι 128 γραφήματα συμβάντων και να υπολογίζει μέσες τιμές μετρούμενων μεγεθών. Μπορεί να κάνει επιτήρηση των διακοπών ισχύος και να ελέγχει πότε αυτός παρουσιάζει σφάλμα λειτουργίας και επίσης μπορεί συνεργαζόμενο με άλλο ρελέ ίδιου τύπου με την κατάλληλη επικοινωνία να κάνει automatic transfer όταν ένας ζυγός παρουσιάσει πρόβλημα, τροφοδοτώντας τα φορτία μέσω σύζευξης από τον άλλο ζυγό. Μπορεί ακόμα να χρησιμοποιηθεί για την προστασία των ηλεκτρικών γεννητριών παραγωγής ρεύματος.



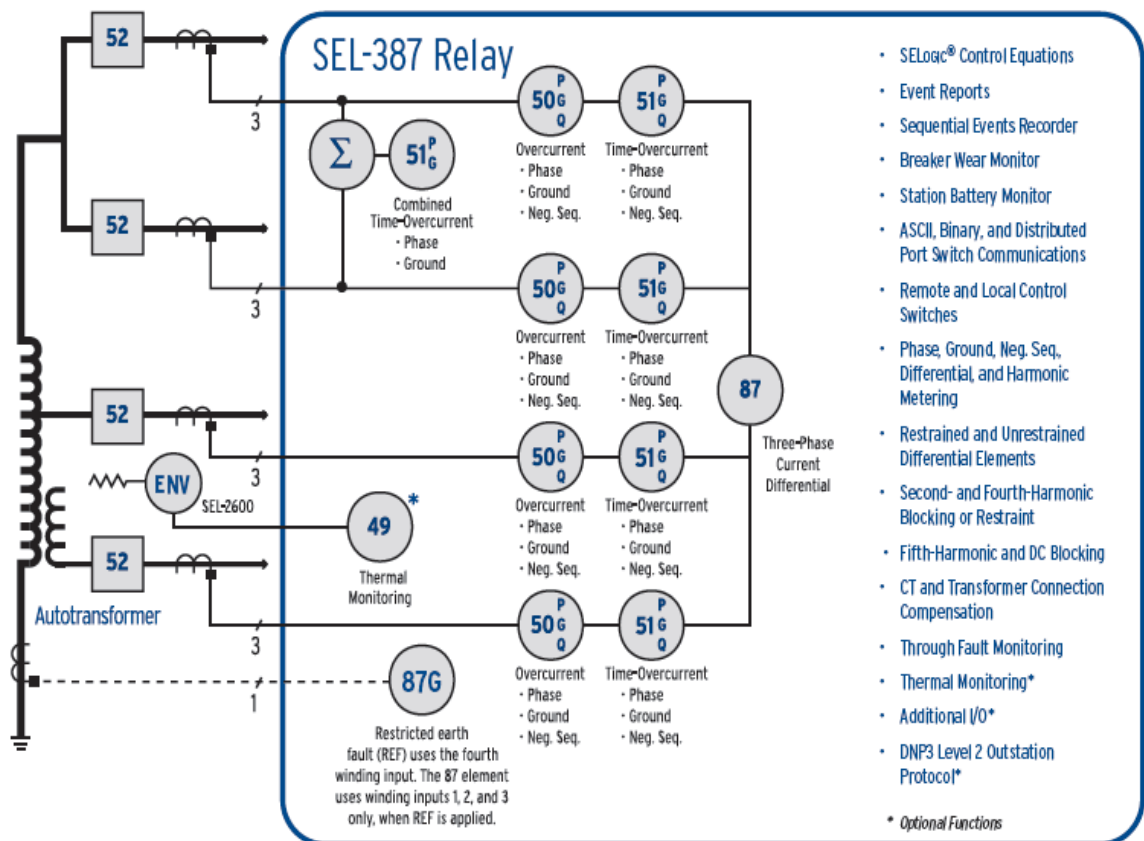
Σχήμα 46

To SEL – 387



Σχήμα 47

Χρησιμοποιείται για διαφορική προστασία σε μετασχηματιστές δύο, τριών και τεσσάρων τυλιγμάτων. Υπολογίζει διανυσματικά τα ρεύματα στην είσοδο και στην έξοδο του μετασχηματιστή βρίσκοντας οποιαδήποτε ανομοιομορφία μπορεί να οφείλεται σε σφάλμα τυλιγμάτων ή σε βραχυκύκλωμα της γραμμής προλαμβάνοντας τάχιστα την επιδείνωση της κατάστασης. Χρησιμοποιείται σε συνεργασία με τα SEL-351, τα οποία παρέχουν κυρίως την προστασία από υπερεντάσεις. Παρέχουν επίσης την δυνατότητα καταγραφής επαρκών συμβάντων και την δυνατότητα επικοινωνίας σειριακά με άλλα ρελέ.



Σχήμα 48

Οι Μονάδες Εισόδων – Εξόδων

Πρόκειται για μονάδες που πληροφορούν το σύστημα για την κατάσταση των διακοπών ισχύος των φορτίων, ώστε το σύστημα να διαμορφώνει τη σωστή κάθε φορά τοπολογία. Επίσης με την ενεργοποίηση αυτών των μονάδων γίνεται και η αποκοπή των φορτίων μέσω των αντίστοιχων ψηφιακών εξόδων, τριπάροντας τους διακόπτες ισχύος. Οι μονάδες βρίσκονται σε κάθε υποσταθμό στην καμπίνα που αφορά το σύστημα, οπότε μπορούν να χαρακτηριστούν επίσης σαν περιφερειακές μονάδες. Οι μονάδες αυτές είναι το SEL – 2505, το SEL – 2506 και το SEL – 2515.

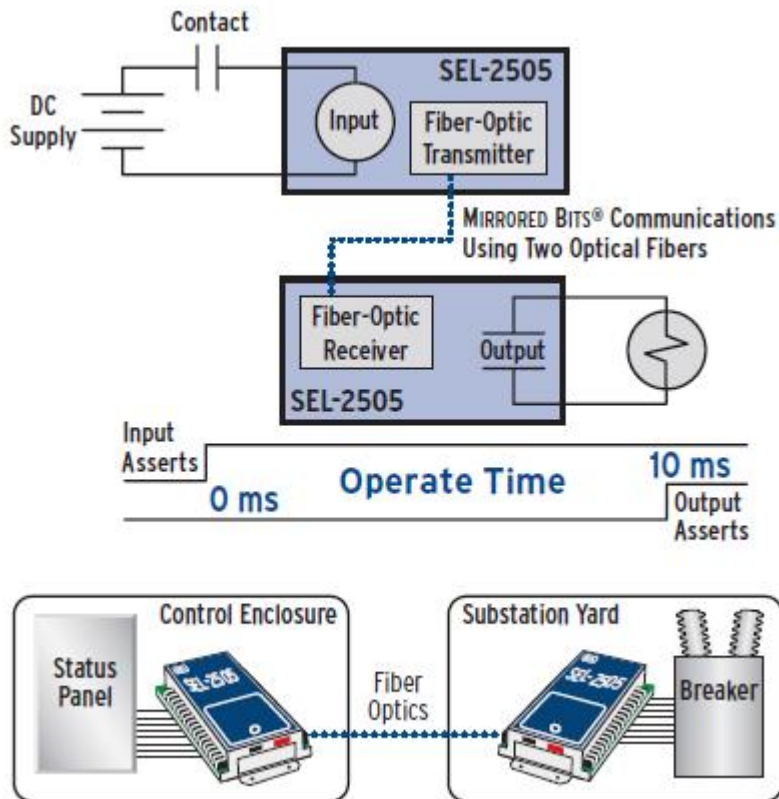
Το SEL-2505

Increase Reliability, Enhance Safety, Reduce Costs



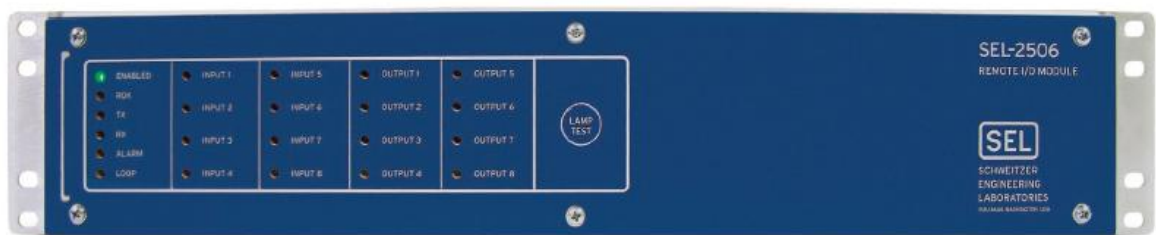
Σχήμα 49

Περιέχει ψηφιακές εισόδους και εξόδους που επικοινωνούν με τα άλλα ρελέ με την βοήθεια οπτικών ινών. Δυνατότητα διευθυνσιοδότησης μέσω dip switches. Η επικοινωνία γίνεται με πρωτόκολλο SEL Mirrored Bits.



Σχήμα 50

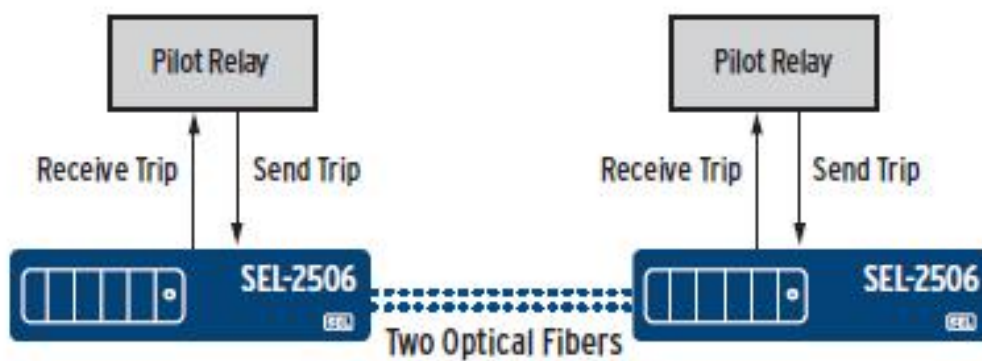
To SEL-2506



Σχήμα 51

Δεν διαφέρει και πολύ ως προς το SEL -2505, απλά παρέχει την δυνατότητα επιπλέον ασφάλειας στην επικοινωνία χρησιμοποιώντας διπλούς δίαυλους επικοινωνίας οπτικών ινών μέσω πάλι του πρωτοκόλλου Mirrored Bits.

Teleprotection Application



MIRRORED BITS® communications using two optical fibers.

Σχήμα 52

To SEL – 2515



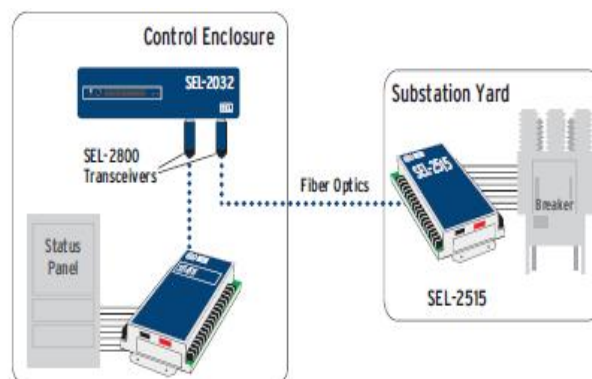
Σχήμα 53

Η λειτουργία τους είναι αντίστοιχη με την λειτουργία των SEL-2505. Είναι ωστόσο πιο οικονομικά, αφού δεν είναι τόσο γρήγορα στην επικοινωνία όσο τα προηγούμενα. Χρησιμοποιούνται για πληροφόρηση του συστήματος πριν από το συμβάν, όπου οι ταχύτητες δεν απαιτείται να είναι πολύ υψηλές.

Fiber-Optic Port Options

Connector	Optical Fiber	Compatible Transceiver	Maximum Recommended Distance (km)
V-System®	200 μm multimode ¹	SEL-2800	0.5
ST®	50, 62.5, or 200 μm multimode ²	SEL-2815	15
ST	9, 10 μm single-mode ²	SEL-2830	80

¹Class 1 LED product complies with 21 CFR 1040.10
²Class 1 Laser product complies with 21 CFR 1040.10



Σχήμα 54

Οι μονάδες επικοινωνίας

Ως τέτοιες μπορούν να χαρακτηριστούν οι μονάδες που βρίσκονται στην καμπίνα του συστήματος σε κάθε υποσταθμό και που συγκεντρώνουν την πληροφόρηση από τις περιφερειακές μονάδες και τις μονάδες εισόδων – εξόδων προς τις μονάδες κορμού που θα αναλυθούν παρακάτω. Επίσης μεταβιβάζουν και την πληροφόρηση προς τις περιφερειακές μονάδες σε περίπτωση συμβάντος. Είναι δηλαδή οι μεσάζοντες ανάμεσα στις μονάδες κορμού και στις περιφερειακές μονάδες. Τέτοιες μονάδες είναι τα SEL – 2032 και τα SEL – 3351.

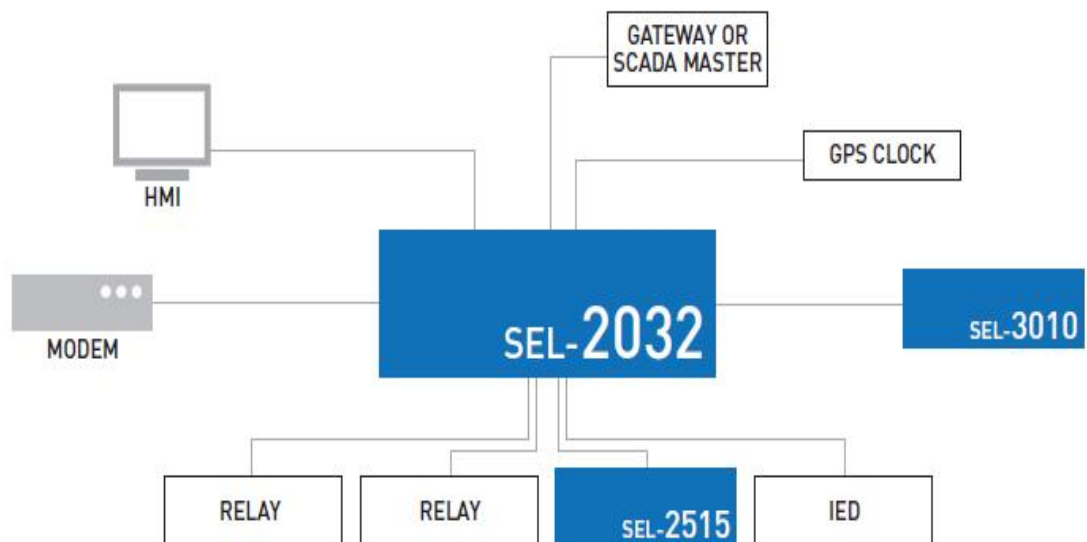
Το SEL – 2032

Είναι το ρελέ που λαμβάνει με σειριακό τρόπο όλα τα ψηφιακά και αναλογικά σήματα από τα περιφερειακά ρελέ. Λαμβάνει και μεταφέρει ηλεκτρικά στοιχεία των κινητήρων και μετασχηματιστών, καταστάσεις διακοπών ισχύος και αποζευκτών και άλλες

ψηφιακές εισόδους και εξόδους που μπορούν να καλωδιωθούν απευθείας στο ρελέ. Συνδέεται με το δορυφορικό ρολόι του κάθε υποσταθμού φροντίζοντας να συγχρονίζει τις περιφερειακές μονάδες και έχει την δυνατότητα εκτεταμένης παραμετροποίησης για όλα τα δεδομένα που στέλνει και λαμβάνει. Μπορεί να παραμετροποιηθεί σε λογική Boolean, ακριβώς όπως μία μονάδα PLC.



Σχήμα 55



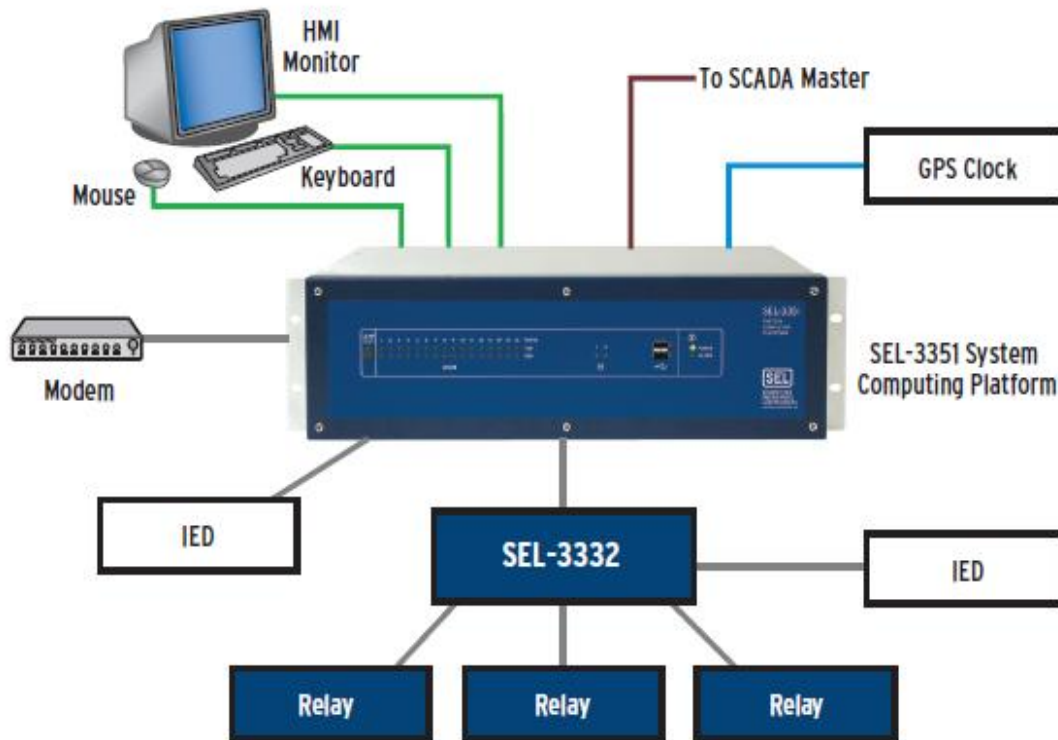
Σχήμα 56

To SEL – 3351



Σχήμα 57

Είναι μονάδες που βρίσκονται στις καμπίνες του συστήματος σε κάθε υποσταθμό - μία σε κάθε υποσταθμό και συλλέγουν τα δεδομένα από τις μονάδες SEL - 2032. Έχουν εγκατεστημένο λειτουργικό Windows XP Professional – light version - και αρκετά δυνατό επεξεργαστή για τις λειτουργίες που χρειάζεται. Στέλνουν τα δεδομένα στις μονάδες κορμού που θα αναλυθούν παρακάτω και μπορούν να αντιμετωπιστούν σαν ένα mini PC αν συνδεθεί επάνω τους μία οθόνη με καλώδιο VGA, ένα πληκτρολόγιο και ένα mouse. Έχουν διπλούς διαύλους οπτικών ινών και σύνδεση σε δίκτυο Ethernet με RJ – 45. Μπορούν επίσης να επικοινωνήσουν με μέχρι 16 περιφερειακές συσκευές, όπως τα SEL – 2032 και να δέχονται τα ηλεκτρικά στοιχεία από κινητήρες και μετασχηματιστές ακριβώς με τον ίδιο τρόπο, ωστόσο κάτι τέτοιο εδώ αποφεύγεται αφού θα μείωνε σημαντικά την ταχύτητα του επεξεργαστή τους που εδώ χρειάζεται να είναι ταχύτατος για λόγους επικοινωνίας. Επίσης συγχρονίζουν με σύνδεση δορυφορικού ρολογιού για να έχει παντού το σύστημα την ίδια ακριβώς ώρα.



Σχήμα 58

Στην περίπτωση του διυλιστηρίου, αντί για την μονάδα SEL – 3332, συνδέονται μία ή περισσότερες μονάδες SEL – 2032.

Οι μονάδες κορμού

Οι μονάδες κορμού ή αλλιώς μονάδες πυρήνα είναι οι μονάδες που βρίσκονται στον κεντρικό υποσταθμό του διυλιστηρίου και μέσα στην καμπίνα του PowerMAX. Είναι οι μονάδες που δέχονται και επεξεργάζονται τα στοιχεία από τις περιφερειακές μονάδες και που τρέχουν τον αλγόριθμο του συστήματος δίνοντας τις εντολές για αποκοπή. Είναι τα SEL – 1102 και SEL – 3351.

Το SEL -1102



Σχήμα 59

Είναι μονάδες που μπορούν να χαρακτηριστούν ως mini υπολογιστές, ακριβώς όπως τα SEL – 3351. Η διαφορά τους είναι ότι παρέχουν την δυνατότητα να τρέξουν διαφορετικά λειτουργικά συστήματα από τα Windows, όπως το Linux. Στην περίπτωση του PowerMAX, χρησιμοποιούνται με τρεις διαφορετικούς τρόπους τρέχοντας LINUX. Χρησιμοποιούνται ως FEPs, συγκεντρώνοντας τα δεδομένα από τα SEL – 3351 των υποσταθμών. Χρησιμοποιούνται ως LSPs τρέχοντας τον αλγόριθμο του Σ.Α.Φ. και ενεργοποιώντας την αποκοπή των φορτίων για το κάθε σενάριο, λαμβάνοντας όλη την πληροφόρηση από τις FEPs. Χρησιμοποιούνται ως GCSs, παρέχοντας έλεγχο των γεννητριών ανάλογα με την άνεργο και ενεργό ισχύ. Εν ολίγοις, αποτελούν την καρδιά του συστήματος.

Τα SEL - 3351

Μιλάμε για ακριβώς τις ίδιες μονάδες με αυτές που περιγράφηκαν παραπάνω, με διαφορετικούς ρόλους. Αποτελούν τους Server του συστήματος, λαμβάνοντας τα δεδομένα ή στέλνοντας τα δεδομένα στις LSP. Είναι με λειτουργικό Windows XP

Professional και επιτρέπουν την επικοινωνία ανάμεσα στο HMI και στις LSP. Το HMI που είναι επίσης SEL – 3351 με εγκατεστημένα Windows, έχει περασμένη την εφαρμογή του SCADA και επιτρέπει στον χρήστη να εισάγει τις προτεραιότητες αποκοπής και τις άλλες παραμέτρους που αυτός επιθυμεί. Αυτές περνούν μέσω του Server στις LSP, όπου και υλοποιούνται. Όλα τα ηλεκτρικά μεγέθη και οι οθόνες που περιγράφηκαν παραπάνω βρίσκονται εγκατεστημένα στο SEL – 3351 του HMI. Επίσης δεύτερος Server συγχρονισμένος με τον πρώτο σε λειτουργία Hot – Stand By αποτελείται από SEL – 3351 και βρίσκεται σε λειτουργία εφεδρείας. Τέλος, ένα ακόμα SEL – 3351 με οθόνη βρίσκεται στην καμπίνα του PowerMAX λειτουργώντας ως Engineering Station και παρέχοντας τον έλεγχο του συστήματος στον χρήστη μέσω Windows XP Professional.

Λοιπές Μονάδες

Στο κομμάτι αυτό θα γίνει αναφορά σε μονάδες, που αν και ο ρόλος τους δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικός για το σύστημα, ωστόσο το σύστημα δεν θα μπορούσε να λειτουργήσει σωστά χωρίς την ύπαρξη τους. Τέτοιες μονάδες είναι τα δορυφορικά ρολόγια SEL – 2407, τα Ethernet Switch και ο Router της Ruggedcom και τα περιφερειακά SEL – 3354.

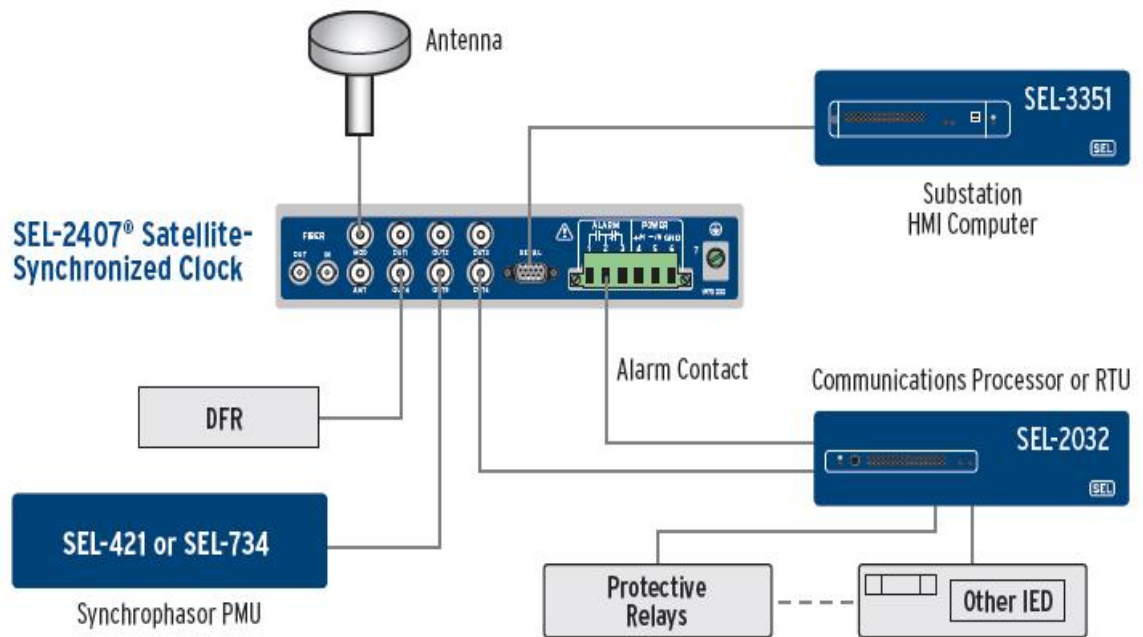
Το SEL - 2407

Σε συνεργασία με την κεραία και το κατάλληλο ομοαξονικό καλώδιο, λαμβάνει σήματα από διάφορους δορυφόρους και κλειδώνει εάν και εφόσον λάβει σήμα ταυτόχρονα από τρεις διαφορετικούς δορυφόρους. Έχει έξι διαφορετικές εξόδους στις οποίες μπορούν να συνδεθούν με ομοαξονικό καλώδιο έξι διαφορετικά γκρουπ από μονάδες που δέχονται ταυτόχρονα το ίδιο σήμα συγχρονισμού. Χρησιμοποιείται ένα στην

καμπίνα του συστήματος του κάθε υποσταθμού και μέσω αυτού συγχρονίζονται οι μονάδες όλου του υποσταθμού.



Σχήμα 60



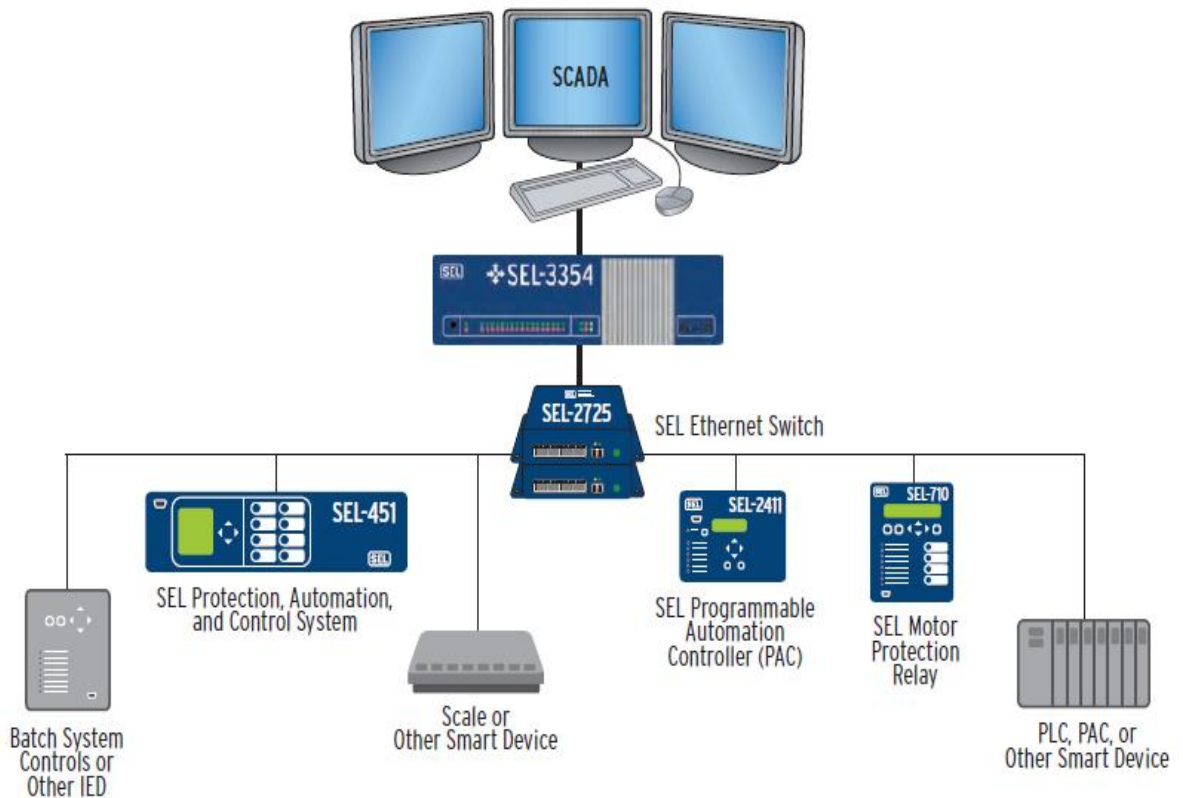
Σχήμα 61

Το SEL -3354

Η λειτουργία του είναι παρόμοια με του SEL - 3351, αφού και αυτό είναι ένας μικρός υπολογιστής με light version των Windows XP Professional και διπλούς διαύλους επικοινωνίας οπτικών ινών, δυνατότητα σύνδεσης οθόνης, πληκτρολογίου και ποντικιού και δυνατότητα σύνδεσης δικτύου Ethernet με RJ 45. Ωστόσο, ο επεξεργαστής του δεν είναι τόσο δυνατός όσο του SEL – 3351 και για τον λόγο αυτό η τιμή του είναι πιο προσιτή. Χρησιμοποιείται ως Client στους Server του συστήματος και είναι εγκατεστημένο στο Power Plant δίνοντας την δυνατότητα όλων των χειρισμών στον χρήστη.



Σχήμα 62



Σχήμα 63

Ο Router Ruggedcom RX1000

Όπως προαναφέρθηκε, το PowerMAX είναι ένα απομονωμένο εσωτερικό δίκτυο, αλλά όχι και τόσο απομονωμένο. Υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης με το δίκτυο του SCADA του διυλιστηρίου μέσω ειδικού router της ruggedcom με κωδικούς ασφαλείας. Επίσης για λόγους ασφαλείας επιτρέπεται η είσοδος δεδομένων από το PowerMAX προς το SCADA, αλλά όχι από το SCADA προς το PowerMAX. Είναι δηλαδή ένας μονόδρομος τρόπος επικοινωνίας.

Ο συγκεκριμένος router διαθέτει θύρες επικοινωνίας για Ethernet, για σειριακή επικοινωνία RS 232, είναι πλήρως παραμετροποιήσιμος και βεβαίως ένα ισχυρό firewall. Μπορεί να συγχρονίζεται με τον Server και η κατασκευάστρια εταιρεία που πλέον ανήκει στη Siemens του δίνει 5ετή εγγύηση καλής λειτουργίας.



Σχήμα 64

To Switch Ruggedcom RS1600

Πλήρως παραμετροποιήσιμο Switch με RJ 45 θύρες για Ethernet που χρησιμοποιείται σε τοπολογία βρόχου για την επικοινωνία των περιφερειακών μονάδων με τον κορμό. Χρησιμοποιούνται για τις επικοινωνίες με την περιφέρεια έξι τέτοια Switch, τα πέντε με θύρες Ethernet RJ45 – Ruggedcom RS1600 – και ένα με οπτικές ίνες - Ruggedcom RS1600 – όπως φαίνεται στο Σχήμα 65.



Σχήμα 65

To Switch Ruggedcom RSG2100

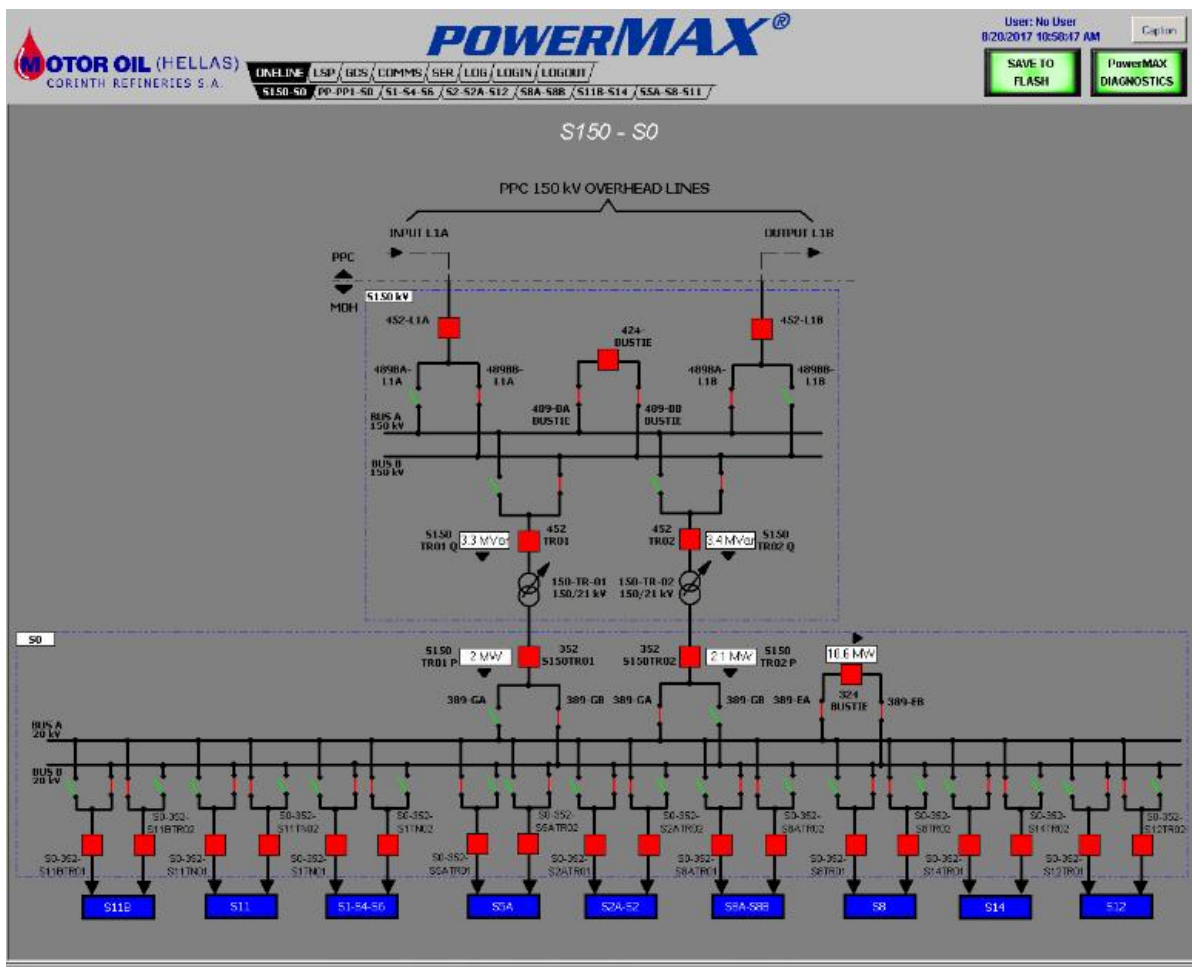


Σχήμα 66

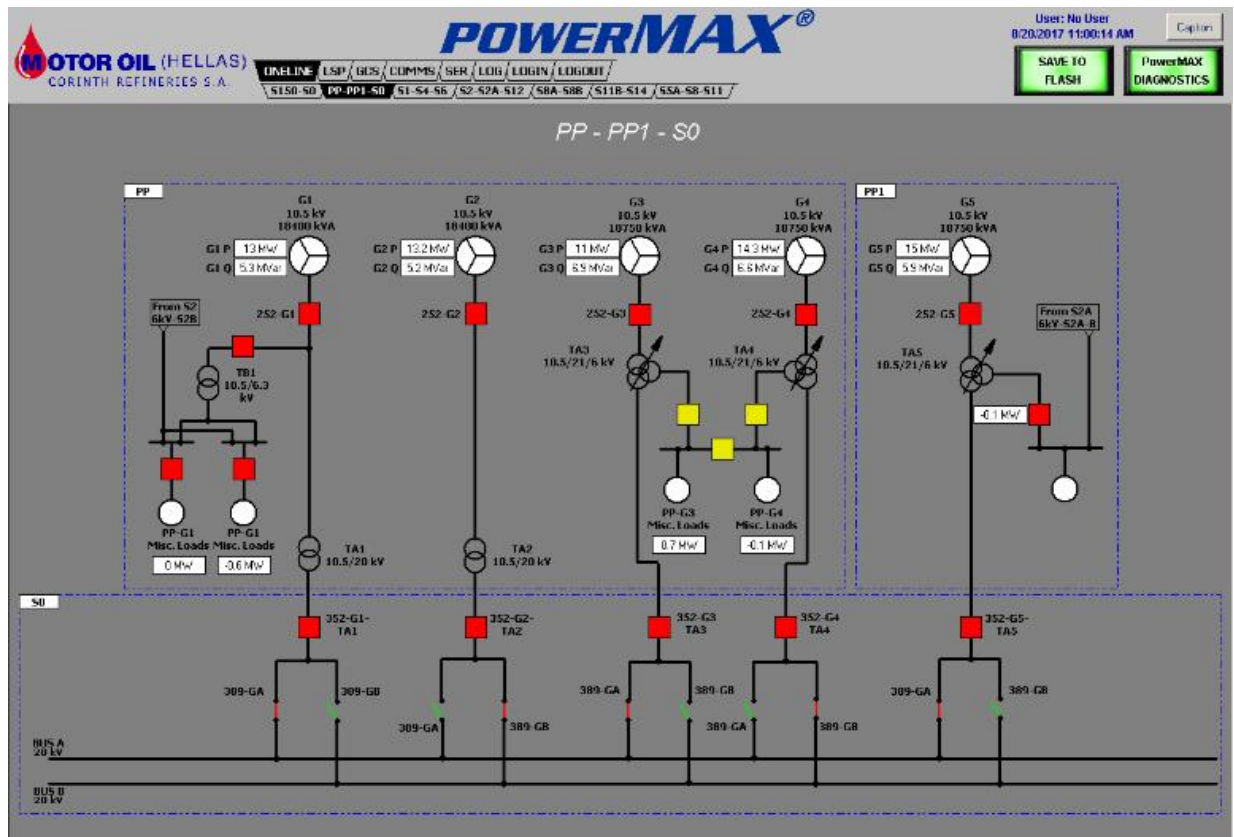
Switch που χρησιμοποιείται εις διπλούν για την επικοινωνία των μονάδων κορμού μεταξύ τους. Πλήρως παραμετροποιήσιμο με μεγάλες ταχύτητες σε λειτουργία redundant που διαθέτει θύρες RJ 45 και διαύλους οπτικών ινών. Μεγάλης αξιοπιστίας και για τον λόγο αυτό έχει μακροχρόνια εγγύηση από τον κατασκευαστή και μπορεί να συγχρονίζεται με τον Server.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΒΑΝ Ν1



Σχήμα 67



Σχήμα 68

Το συγκεκριμένο συμβάν έλαβε χώρα στο διυλιστήριο κατά την 10/05/2017 και ώρα 11.38.58 το πρωί. Από εργασίες του ΑΔΜΗΕ στον υποσταθμό των 150KV, τρίπαρε κατά λάθος ο διακόπτης εισόδου των 150 KV από το σύστημα μεταφοράς προς την είσοδο του μετασχηματιστή ισχύος 150/20KV. Την δεδομένη χρονική στιγμή οι γεννήτριες N1,3,5 ήταν κουμπωμένες στον ζυγό Α και οι γεννήτριες N2,4 ήταν κουμπωμένες στον ζυγό Β. Εκείνη τη στιγμή από τη ζεύξη των 20KV περνούσε μία σημαντική ποσότητα ισχύος λόγω της ανισοκατανομής των φορτίων, ώστε το σύστημα να βρίσκεται σε ισορροπία. Λόγω του μεταβατικού φαινομένου του ανοίγματος του διακόπτη στα 150KV, η ζεύξη των δύο ζυγών άνοιξε επίσης αφήνοντας τον ζυγό Α σε νησιδοποίηση. Αυτό είναι κάτι που έγινε αντιληπτό αμέσως από το σύστημα και και καταγράφηκε από την LSP Β, όπως φαίνεται παρακάτω στο Σχήμα 55.

|
Schweitzer Engineering Laboratories - Engineering Services Division

PowerMax Load Shedding Operation Report

PowerMax System: Motor Oil Hellas - Corinth Refineries - Greece

Time of event: 05/10/2017 11:38:58.138

Event number: 52

Primary load shedding contingency detected

System-A Island Detected

System-A Island Selected to Shed

Available capacity after contingency event (MW): 86.43559

Total power absorbed by loads (MW): 35.2469

Lost Capacity (MW): 0.0

Lost Load (MW): 0.0

Absorbed power required to shed (MW): 0.0

Absorbed power selected to shed (MW): 0.0

Power supplied by sources:

Generator 1 Active Power (MW): 11.7

Generator 2 Active Power (MW): 11.9

Generator 3 Active Power (MW): 11.13559

Generator 4 Active Power (MW): 13.1

Generator 5 Active Power (MW): 13.4

Utility Tie 1 Active Power (MW): -0.9

Utility Tie 2 Active Power (MW): -0.988693

List of shed loads

Σχήμα 69

Ταυτόχρονα, και η LSP –A ανίχνευσε το συμβάν αφού εργάζεται παράλληλα με την LSP – B, ωστόσο η ημερομηνία που αναφέρεται στην αναφορά της ουδεμίας σχέση είχε με την πραγματικότητα, γεγονός που προκάλεσε επιπλέον διερεύνηση. Αποτέλεσμα της έρευνας ήταν η γέφυρα που ένωνε τις δύο μονάδες και στη συνέχεια έπαιρνε τον παλμό του δορυφορικού ρολογιού, η οποία είχε προβληματικό τερματισμό ομοαξονικού κοννέκτορα. Συνεπώς, η μονάδα που δεχόταν απευθείας τον παλμό από το ρολόι συγχρόνιζε – LSP-B, ενώ η επόμενη στη σειρά που έπαιρνε από την LSP – B δε συγχρόνιζε. Το πρόβλημα βρέθηκε και αποκαταστάθηκε. Η αναφορά της LSP – A με την λάθος ημερομηνία και ώρα φαίνεται στο Σχήμα 70.

Time of event: 12/05/2017 10:24:53.812

Event number: 52

Primary load shedding contingency detected

System-A Island Detected

System-A Island selected to shed

Available capacity after contingency event (MW): 86.43559

Total power absorbed by loads (MW): 35.2469

Lost Capacity (MW): 0.0

Lost Load (MW): 0.0

Absorbed power required to shed (MW): 0.0

Absorbed power selected to shed (MW): 0.0

Power supplied by sources:

Generator 1 Active Power (MW): 11.7

Generator 2 Active Power (MW): 11.9

Generator 3 Active Power (MW): 11.13559

Generator 4 Active Power (MW): 13.1

Generator 5 Active Power (MW): 13.4

Utility Tie 1 Active Power (MW): -0.9

Utility Tie 2 Active Power (MW): -0.988693

List of shed loads

Σχήμα 70

Και στις δύο αναφορές αυτό που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι δεν χρειάστηκε να γίνει απομόνωση φορτίων. Αυτό διότι ο μεν ζυγός Α είχε συνδεδεμένες τρεις γεννήτριες και πλεόνασμα ισχύος, ενός παράλληλα ο ζυγός Β εκτός από τις δύο γεννήτριες είχε συνδεδεμένο και τον ΑΔΜΗΕ, οπότε μπορούσε να καλύψει το επιπλέον φορτίο του. Από τη στιγμή όμως που ο ζυγός Α βρέθηκε με λιγότερο φορτίο, οι μηχανές οι μεν Ν1 και 3 ανταπεξήλθαν άμεσα στην αλλαγή της νησιδοποίησης και ελάττωσαν φορτίο, η δε Ν5 δεν πρόλαβε να ελαττώσει και οδηγήθηκε σε trip από υπερτάχυνση. Κάτι τέτοιο έγινε αμέσως αντιληπτό από τις LSPA/LSPB, οι αναφορές των οποίων φαίνονται παρακάτω στα Σχήματα 57 και 58. Στα παρακάτω σχήματα φαίνεται το γεγονός κατά το οποίο προκαλείται trip στον διακόπτη εξόδου της γεννήτριας Ν5 στα 10KV. Ωστόσο δεν πραγματοποιείται κάποια αποκοπή φορτίων αφού υπάρχει η δυνατότητα τροφοδότησης των φορτίων και από τον υποσταθμό 2 Α. Ωστόσο, οι δυνατότητες του υποσταθμού δεν είναι τόσο μεγάλες, οπότε αναγκαστικά έρχεται trip και στον διακόπτη των 20KV που ακολουθεί μετά τον μετασχηματιστή ισχύος της γεννήτριας με την ονομασία TA5.

Schweitzer Engineering Laboratories - Engineering Services Division

PowerMax Load Shedding Operation Report

PowerMax System: Motor Oil Hellas - Corinth Refineries - Greece

Time of event: 05/10/2017 11:38:59.126
Event number: 54
Primary load shedding contingency detected
Generator 5 10kv breaker trip Detected
Generator 5 10kv breaker trip Selected to Shed
Available capacity after contingency event (MW): 0.0
Total power absorbed by loads (MW): 0.0
Lost Capacity (MW): 0.0
Lost Load (MW): 0.0
Absorbed power required to shed (MW): 0.0
Absorbed power selected to shed (MW): 0.0
Power supplied by sources:
Generator 1 Active Power (MW): 11.7
Generator 2 Active Power (MW): 11.9
Generator 3 Active Power (MW): 11.14727
Generator 4 Active Power (MW): 13.1
Generator 5 Active Power (MW): 13.4
Utility Tie 1 Active Power (MW): -0.9
Utility Tie 2 Active Power (MW): -0.972617
List of shed loads

Σχήμα 71

Schweitzer Engineering Laboratories - Engineering Services Division

PowerMax Load Shedding Operation Report

PowerMax System: Motor Oil Hellas - Corinth Refineries - Greece

Time of event: 12/05/2017 10:24:54.799
Event number: 54
Primary load shedding contingency detected
Generator 5 10kv breaker trip Detected
Generator 5 10kv breaker trip Selected to Shed
Available capacity after contingency event (MW): 0.0
Total power absorbed by loads (MW): 0.0
Lost Capacity (MW): 0.0
Lost Load (MW): 0.0
Absorbed power required to shed (MW): 0.0
Absorbed power selected to shed (MW): 0.0
Power supplied by sources:
Generator 1 Active Power (MW): 11.7
Generator 2 Active Power (MW): 11.9
Generator 3 Active Power (MW): 11.14727
Generator 4 Active Power (MW): 13.1
Generator 5 Active Power (MW): 13.4
Utility Tie 1 Active Power (MW): -0.9
Utility Tie 2 Active Power (MW): -0.972617
List of shed loads

Σχήμα 72

Αναγκαστικά τότε το Σ.Α.Φ. έπρεπε να αποκόψει τα φορτία του ζυγού Α, ανάλογα με τις προτεραιότητες που ο χρήστης είχε θέσει, ώστε να αντισταθμίσει την απώλεια ισχύος που προκάλεσε το trip της γεννήτριας. Παρακάτω φαίνεται η αναφορά των LSP που ακολούθησε, καθώς και τα φορτία που το σύστημα ανάγκασε να αποκόψει.

Schweitzer Engineering Laboratories - Engineering Services Division

PowerMax Load Shedding Operation Report

PowerMax System: Motor oil Hellas - Corinth Refineries - Greece

Time of event: 05/10/2017 11:38:58.190

Event number: 53

Primary load shedding contingency detected

Generator 5 20kv breaker trip Detected

Generator 5 20kv breaker trip selected to shed

Remaining power required to shed (MW): 12.41131

Absorbed power selected to shed (MW): 8.387541

Power supplied by sources:

Generator 1 Active Power (MW): 11.7

Generator 2 Active Power (MW): 11.9

Generator 3 Active Power (MW): 11.13559

Generator 4 Active Power (MW): 13.1

Generator 5 Active Power (MW): 13.4

Utility Tie 1 Active Power (MW): -0.9

Utility Tie 2 Active Power (MW): -0.988693

List of shed loads

S1_PM402B

S2_KM7501

S2A_PKM1971P3B

S4_152A_S3TR01

S5A_PM791E

S5A_LSI01_8_SPARE

S6_PM898B

S6_152B_S9TR01

S6_PM904

S6_PM914

S8_PM1901A

S8_PM1151B

S8A_KM832E

S8A_KM2101_202B

S8B_KM2274B

S8B_F2271

S8B_KM2273B

S11_KM2501B

S11_PM3110B

S11B_LSI01_4_SPARE

S11B_KM6701B

S11B_KM7701B

S14_KM7101B

S14_PM7791D

Σχήμα 73

Schweitzer Engineering Laboratories - Engineering Services Division

PowerMax Load Shedding Operation Report

PowerMax System: Motor Oil Hellas - Corinth Refineries - Greece

Time of event: 12/05/2017 10:24:53.864
Event number: 53
Primary load shedding contingency detected
Generator 5 20kv breaker trip Detected
Generator 5 20kv breaker trip selected to shed
Remaining power required to shed (MW): 12.41131
Absorbed power selected to shed (MW): 8.387578
Power supplied by sources:
Generator 1 Active Power (MW): 11.7
Generator 2 Active Power (MW): 11.9
Generator 3 Active Power (MW): 11.13559
Generator 4 Active Power (MW): 13.1
Generator 5 Active Power (MW): 13.4
Utility Tie 1 Active Power (MW): -0.9
Utility Tie 2 Active Power (MW): -0.988693
List of shed loads
S1_PM402B
S2_KM7501
S2A_PKM1971P3B
S4_152A_S3TR01
S5A_PM791E
S5A_LSI01_8_SPARE
S6_PM898B
S6_152B_S9TR01
S6_PM904
S6_PM914
S8_PM1901A
S8_PM1151B
S8A_KM832E
S8A_KM2101_202B
S8B_KM2274B
S8B_F2271
S8B_KM2273B
S11_KM2501B
S11_PM3110B
S11B_LSI01_4_SPARE
S11B_KM6701B
S11B_KM7701B
S14_KM7101B
S14_PM7791D

Σχήμα 74

Με μια πιο προσεκτική ματιά φαίνεται ότι και οι δύο LSP έχουν επιλέξει να αποκόψουν άμεσα ακριβώς τα ίδια φορτία. Με την αποκοπή τους τα φορτία αυτά που βρίσκονται στα 6KV, παρέσυραν επίσης και πολλά φορτία χαμηλής τάσης, έτσι ενώ στην αρχή από τις αναφορές φαίνεται ότι τα φορτία δεν θα επαρκούσαν, αφού το σύστημα ήθελε 12,4MW και μπορούσε να κόψει 8,4MW, τελικά στο σύνολό τους τα φορτία που αποκόπηκαν ήταν αρκετά.

Η ανίχνευση του συμβάντος εκτός από τα report τα οποία παρουσιάσαμε καταγράφηκε και σε ειδικό λογισμικό της SEL το οποίο είναι εγκατεστημένο στο HMI, όπου ο χρήστης μπορεί πλέον να δει με ακρίβεια χιλιοστού του δευτερολέπτου τη στιγμή που έγινε η αποκοπή του κάθε φορτίου. Παρακάτω δίδεται στο Σχήμα 61 ενδεικτικά μία εικόνα της καταγραφής κατά την διάρκεια του συγκεκριμένου συμβάντος. Στο λογισμικό μπορεί να γίνει επιλογή συγκεκριμένης ημερομηνίας και υποσταθμών και στη συνέχεια το σύστημα να ενημερώσει τον χρήστη σχετικά με τα φίλτρα αναζήτησης που έχει εισάγει. Το λογισμικό είναι επίσης της SEL και καλείται SERViewer. Παραπάνω λοιπόν είδαμε πως το σύστημα αντιμετώπισε μια μεταβατική κατάσταση αστάθειας τάχιστα και αποκόπτοντας κάποια φορτία επιλεκτικά, απέτρεψε ενδεχόμενο Black Out του διυλιστηρίου.

Time	Equipment	Description	State	Device	Element	Server	Substation
05/10/2017 11:38:57.882	S0_324_SWG01		On			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:57.890		Contingency Detected	On			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:57.890		Primary Contingency Detected	On			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:57.890		Contingency 12 Bus Coupler Bus A	On			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:57.890		Contingency 13 Bus Coupler Bus B	On			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:57.890		Contingency Detected	On			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:57.894		Contingency Detected	Off			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:57.894		Primary Contingency Detected	Off			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:57.894		Contingency 12 Bus Coupler Bus A	Off			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:57.894		Contingency 13 Bus Coupler Bus B	Off			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:57.894		Contingency 12 Bus Coupler Bus A	Off			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:57.958	S0_324_SWG01		Off			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:57.974	S0_324_SWG01		On			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:58.130	S150_452_TR02		On			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:58.130	A_ISLAND		On			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:58.138		Contingency Detected	On			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:58.138		Primary Contingency Detected	On			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:58.138		Load: Selected To Shed	On			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:58.138		Crosspoint Updated	Off			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:58.138		Load Shedding Event	On			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:58.138		Contingency 1 System: A Island	On			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:58.138		Primary Contingency Detected	On			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:58.142		Contingency Detected	Off			LSP_1_B	
05/10/2017 11:38:58.142		Primary Contingency Detected	Off			LSP_1_B	

Σχήμα 75

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΒΑΝ Ν2,3,4

Παρακάτω φαίνονται ακόμα τρία συμβάντα που έλαβαν χώρα σε διαφορετικές ημερομηνίες στο διυλιστήριο και ενεργοποίησαν το σύστημα.

Συμβάν Ν2

Ημερομηνία 15/07/2014 και ώρα 13.12.44. Από σφάλμα στους διακόπτες στα 150KV γίνεται νησιδοποίηση του δικτύου της ΜΟΗ. Χάνεται ο ΑΔΜΗΕ και το σύστημα είναι υποχρεωμένο να καλύψει τις ανάγκες του από τις πέντε γεννήτριες παραγωγής ρεύματος. Προκειμένου να επέλθει η ισορροπία αναγκάζεται να αποκόψει τα φορτία που ο χρήστης έχει δώσει με την χαμηλότερη προτεραιότητα ώστε να καλύψει το φορτίο που έπαιρνε μέχρι τότε από τον ΑΔΜΗΕ.

Από τον ΑΔΜΗΕ την δεδομένη χρονική στιγμή το δίκτυο της ΜΟΗ απορροφούσε 1,03MW και τα επιλεγμένα προς αποκοπή φορτία ήταν 1,89MW. Στα παρακάτω σχήματα εικονίζεται και η λίστα των φορτίων που το σύστημα απέκοψε προκειμένου να καλύψει την ανωμαλία. Το αξιοσημείωτο είναι πως το συμβάν εντοπίστηκε άμεσα και ταυτόχρονα από τις δύο LSP που ενήργησαν αμέσως και έκοψαν ακριβώς τα ίδια φορτία την ίδια χρονική στιγμή. Στη συνέχεια εξασφαλίστηκε η σταθερότητα του συστήματος, πράγμα που δεν θα είχε γίνει αν δεν είχαν εγκαίρως αποκοπεί τα φορτία, η ανωμαλία θα παρέσυρε τις μηχανές - όλες ή κάποιες από αυτές – σε tripping και ενδεχομένως η ΜΟΗ να είχε οδηγηθεί σε Black Out.

Schweitzer Engineering Laboratories - Engineering Services Division

PowerMax Load Shedding Operation Report

PowerMax System: Motor Oil Hellas - Corinth Refineries - Greece

Time of event: 07/15/2014 13:12:44.017

Event number: 2

Primary load shedding contingency detected

System Island Detected

System Island Selected to shed

Available capacity after contingency event (MW): 63.1725

Total power absorbed by loads (MW): 64.20496

Lost Capacity (MW): 100.0

Lost Load (MW): 0.0

Absorbed power required to shed (MW): 1.032463

Absorbed power selected to shed (MW): 1.893283

Power supplied by sources:

Generator 1 Active Power (MW): 12.52738

Generator 2 Active Power (MW): 12.9

Generator 3 Active Power (MW): 11.0

Generator 4 Active Power (MW): 11.14511

Generator 5 Active Power (MW): 15.1

Utility Tie 1 Active Power (MW): 0.832466

Utility Tie 2 Active Power (MW): 0.7

List of shed loads

S2_KM832G

S4_PM893A

S5A_LSI01_7_SPARE

S6_PM898A

S6_PM914

Σχήμα 76

Schweitzer Engineering Laboratories - Engineering Services Division

PowerMax Load Shedding Operation Report

PowerMax System: Motor Oil Hellas - Corinth Refineries - Greece

Time of event: 07/15/2014 13:12:44.014

Event number: 2

Primary load shedding contingency detected

System Island Detected

System Island Selected to shed

Available capacity after contingency event (MW): 63.1725

Total power absorbed by loads (MW): 64.20496

Lost Capacity (MW): 100.0

Lost Load (MW): 0.0

Absorbed power required to shed (MW): 1.032463

Absorbed power selected to shed (MW): 1.893356

Power supplied by sources:

Generator 1 Active Power (MW): 12.52738

Generator 2 Active Power (MW): 12.9

Generator 3 Active Power (MW): 11.0

Generator 4 Active Power (MW): 11.14511

Generator 5 Active Power (MW): 15.1

Utility Tie 1 Active Power (MW): 0.832466

Utility Tie 2 Active Power (MW): 0.7

List of shed loads

S2_KM832G

S4_PM893A

S5A_LSI01_7_SPARE

S6_PM898A

S6_PM914

Σχήμα 77

Συμβάν N3

Ημερομηνία 09/10/2011 και ώρα 09.40.33. Επίσης περίπτωση σαν την προηγούμενη που το διυλιστήριο έμεινε χωρίς τη σταθερότητα το δικτύου του ΑΔΜΗΕ. Οι LSP ανίχνευσαν εγκαίρως και ταυτόχρονα το γεγονός και ενήργησαν άμεσα, όπως φαίνεται παρακάτω.

Schweitzer Engineering Laboratories - Engineering Services Division

PowerMax Load Shedding Operation Report

PowerMax System: Motor Oil Hellas - Corinth Refineries - Greece

Time of event: 10/09/2011 09:40:33.010

Event number: 18

Primary load shedding contingency detected

System Island Detected

System Island selected to shed

Available capacity after contingency event (MW): 57.32133

Total power absorbed by loads (MW): 61.94267

Lost Capacity (MW): 100.0

Lost Load (MW): 0.0

Absorbed power required to shed (MW): 4.621334

Absorbed power selected to shed (MW): 4.717972

Power supplied by sources:

Generator 1 Active Power (MW): 12.8

Generator 2 Active Power (MW): 13.0

Generator 3 Active Power (MW): 11.82133

Generator 4 Active Power (MW): 13.6

Generator 5 Active Power (MW): 5.7

Utility Tie 1 Active Power (MW): 2.521335

Utility Tie 2 Active Power (MW): 2.5

List of shed loads

S1_PM402B

S1_KM101A

S2_PM351A

S2_PM471A

S2_PM120A

S2A_PM1971A

S2A_PM1971B

S2A_PKM1971P1A

S2A_PKM1971P2B

S2A_PKM1971P3B

S4_152B_S4ATR02

S5A_PM791E

S6_PM892B

S6_PM898A

S6_PM905

S8A_152A_S10TR01

S11_KM2501A

S11_PM3606A

S14_KM7101B

Σχήμα 78

PowerMax Load Shedding Operation Report

PowerMax System: Motor Oil Hellas - Corinth Refineries - Greece

Time of event: 10/09/2011 09:40:33.013

Event number: 18

Primary load shedding contingency detected

System Island Detected

System Island selected to shed

Available capacity after contingency event (MW): 57.32133

Total power absorbed by loads (MW): 61.94267

Lost Capacity (MW): 100.0

Lost Load (MW): 0.0

Absorbed power required to shed (MW): 4.621334

Absorbed power selected to shed (MW): 4.717454

Power supplied by sources:

Generator 1 Active Power (MW): 12.8

Generator 2 Active Power (MW): 13.0

Generator 3 Active Power (MW): 11.82133

Generator 4 Active Power (MW): 13.6

Generator 5 Active Power (MW): 5.7

Utility Tie 1 Active Power (MW): 2.521335

Utility Tie 2 Active Power (MW): 2.5

List of shed loads

S1_PM402B

S1_KM101A

S2_PM351A

S2_PM471A

S2_PM120A

S2A_PM1971A

S2A_PM1971B

S2A_PKM1971P1A

S2A_PKM1971P2B

S2A_PKM1971P3B

S4_152B_S4ATR02

S5A_PM791E

S6_PM892B

S6_PM898A

S6_PM905

S8A_152A_S10TR01

S11_KM2501A

S11_PM3606A

S14_KM7101B

Σχήμα 79

Την δεδομένη χρονική στιγμή το σύστημα έπαιρνε από τον ΑΔΜΗΕ 4,62MW. Αυτό σημαίνει ότι για να επέλθει η ισορροπία κατά το συμβάν το σύστημα θα έπρεπε να αποκόψει 4,72MW με βάση τις προτεραιότητες που είχαν δοθεί από τον χρήστη. Αυτό και έγινε στη συγκεκριμένη περίπτωση και η λίστα των φορτίων που επελέγησαν εικονίζεται στα παραπάνω σχήματα και είναι επίσης ίδια και για τις δύο LSP.

Συμβάν N4

Παρακάτω παρατίθενται και άλλες περιπτώσεις αποκοπών φορτίου. Στις παρακάτω περιπτώσεις φαίνονται φορτία τα οποία έχουν αποκοπεί κατά την απώλεια γεννητριών σε περιπτώσεις νησιδοποίησης. Αναγκαστικά το σύστημα θέτει φορτία εκτός προκειμένου να διατηρήσει σταθερό το υπόλοιπο δίκτυο.

Schweitzer Engineering Laboratories - Engineering Services Division

PowerMax Load Shedding Operation Report

PowerMax System: Motor Oil Hellas - Corinth Refineries - Greece

Time of event: 03/16/2015 11:27:18.133

Event number: 28

Primary load shedding contingency detected

Generator 3 10kv breaker trip Detected

Generator 3 10kv breaker trip selected to shed

Remaining power required to shed (MW): 12.9

Absorbed power selected to shed (MW): 13.34203

Power supplied by sources:

Generator 1 Active Power (MW): 11.53023

Generator 2 Active Power (MW): 13.3

Generator 3 Active Power (MW): 12.9

Generator 4 Active Power (MW): 12.01538

Generator 5 Active Power (MW): 16.01538

Utility Tie 1 Active Power (MW): -0.1

Utility Tie 2 Active Power (MW): 0.0

List of shed loads

S1_PM633

S1_PM402B

S2_PM351A

S2_PM471A

S2_PM1951A

S2_KM7501

S2A_PM1971A

S2A_PKM1971P1B

S4_PM115A

S4_PM115B

S4_PM2401C

S4_152A_S3TR01

S4_152B_S4ATR02

S5A_PM791F

S5A_PM791A

S5A_LSI01_7_SPARE

S5A_LSI01_8_SPARE

S6_PM901A

S6_PM908A

S6_152B_S9TR01

S8_KM1501_2A

S8_KM1501_2C

S8_PM1501A

S8_PM1901A

S8A_152A_S10TR01

S8A_KM7101_202B

Σχήμα 80

PowerMax Load Shedding Operation Report

PowerMax System: Motor oil Hellas - Corinth Refineries - Greece

Time of event: 03/16/2015 10:27:20.419

Event number: 30

Primary load shedding contingency detected

Generator 1 10kv breaker trip Detected

Generator 1 10kv breaker trip selected to shed

Remaining power required to shed (MW): 11.53023

Absorbed power selected to shed (MW): 11.64709

Power supplied by sources:

Generator 1 Active Power (MW): 11.53023

Generator 2 Active Power (MW): 13.3

Generator 3 Active Power (MW): 12.9

Generator 4 Active Power (MW): 12.01538

Generator 5 Active Power (MW): 16.01538

Utility Tie 1 Active Power (MW): -0.1

Utility Tie 2 Active Power (MW): 0.0

List of shed loads

S1_PM633

S1_PM402B

S2_PM351A

S2_PM471A

S2_PM1951A

S2_KM7501

S2A_PM1971A

S2A_PKM1971P1B

S4_PM115A

S4_PM115B

S4_PM2401C

S4_152A_S3TR01

S4_152B_S4ATR02

S5A_PM791F

S5A_PM791A

S5A_LSI01_7_SPARE

S5A_LSI01_8_SPARE

S6_PM901A

S6_PM908A

S6_152B_S9TR01

S8_KM1501_2A

S8_PM1901A

S8A_152A_S10TR01

S8B_KM2272B

S8B_KM2274A

S8B_KM2274B

S8B_KM2274C

S8B_KM2274D

S8B_KM2274E

S8B_KM2274F

S8B_KM2274G

S8B_KM2274H

S8B_KM2274I

S8B_KM2274J

S8B_KM2274K

S8B_KM2274L

S8B_KM2274M

S8B_KM2274N

S8B_KM2274O

S8B_KM2274P

S8B_KM2274Q

S8B_KM2274R

S8B_KM2274S

S8B_KM2274T

S8B_KM2274U

S8B_KM2274V

S8B_KM2274W

S8B_KM2274X

S8B_KM2274Y

S8B_KM2274Z

S8B_KM2274AA

S8B_KM2274AB

S8B_KM2274AC

S8B_KM2274AD

S8B_KM2274AE

S8B_KM2274AF

Σχήμα 81

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΙΒΛΙΑ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (Παντελής Μαλατεστας)
- ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ (Β.Μπιτζιώνης)
- ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ(Πέτρος Ντοκόπουλος)
- ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΥΨΗΛΕΣ ΤΑΣΕΙΣ (Λ.Οικονόμου , Γ.Φώτης)
 - ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (Σταύρος Σουραβλας Μάνος Ρουμελιώτης)

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- WWW.SELINIC.COM

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

- ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ ΑΝΥΨΩΣΗΣ (Βασίλειος Παπασπηλιωτόπουλος)
- ΑΠΟΚΟΠΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΑΠΟ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΑΣΤΑΘΕΙΑ ΤΑΣΕΩΣ (Μαρία Κοτλίδα)