

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ Η/Ν ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΜΕ ΤΙΣ ΟΜΟΡΕΣ ΧΩΡΕΣ

Σ. Σωφρονίου¹, Ν. Γκίνης, Μ. Καρυστιανός, Γ. Σιδηράς,
Π. Καρσανίδης, Κ. Βλάχος, Κ. Γκεβρέκης, Σ. Σαββουλίδης
ΑΔΜΗΕ

Γ. Αρβανίτης², Π. Κάτσικας,
Γ. Ρουμेलιώτης
ΠΡΟΤΑΣΙΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας είναι η παρουσίαση ενός νέου αυτοματοποιημένου συστήματος με τίτλο PDCAS (Protection Data Collection and Analysis System) για την εξ'αποστάσεως συλλογή και την ανάλυση των δεδομένων των ψηφιακών ηλεκτρονόμων προστασίας των διασυνδέσεων του δικτύου μεταφοράς με τις όμορες χώρες. Ειδικότερα τα δεδομένα που θα συλλέγονται αφορούν τις καταγραφές σφαλμάτων και συμβάντων των ψηφιακών Η/Ν που είναι εγκατεστημένοι στις πύλες Γ.Μ. 400 kV των πέντε ΚΥΤ του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς (Αράχθου, Μελίτης, Καρδιάς, Θεσσαλονίκης και Νέας Σάντας) όπου βρίσκονται οι διασυνδέσεις με τις όμορες χώρες (Ιταλία, Αλβανία, Π.Γ.Δ.Μ., Βουλγαρία, Τουρκία). Τα δεδομένα θα συλλέγονται, αποθηκεύονται και θα αναλύονται σε απομακρυσμένους Σταθμούς εργασίας που θα εγκατασταθούν στο Εθνικό Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας στο Κρυονέρι.

DEVELOPMENT OF A PROTECTION DATA COLLECTION AND ANALYSIS SYSTEM FOR INTERCONNECTION TIE-LINES OF GREEK TRANSMISSION SYSTEM

S. Sofroniou, N. Ginis, M. Karystianos, G. Sidiras
P. Karsanidis, K. Vlachos, K. Gevrekis, S. Savoulidis
IPTO

G. Arvanitis, P. Katsikas
G. Roumeliotis
PROTASIS

ABSTRACT

This paper presents a new Protection Data Collection and Analysis System for remote collection and analysis of data in digital IEDs located in interconnection tie-lines of the Greek transmission system. Specifically the data that will be collected originate from the disturbance records of digital IEDs that protect bays of overhead transmission lines 400 kV in five Extra High Voltage Substations of Greek Transmission System (Arachthou, Melitis, Kardias, Thessalonikis and Neas Santas) where the interconnection to the neighbouring power systems (Italy, Albania, Fyrom, Bulgaria, Turkey) are realized. Data will be collected, stored and analysed in remote terminal stations that will be installed in National Control Center in Krioneri.

¹ Ασκληπιού 22, 145 68 Κρυονέρι, Τηλ.: 210-6294210, e-mail: ssofroniou@admie.gr

² Αποστολοπούλου 59B, 152 31 Χαλάνδρι, Τηλ.: 210-9561154, e-mail: garvanitis@protasis.net.gr

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αξιοπιστία των δικτύων ηλεκτρισμού και η ποιότητα της παρεχόμενης ενέργειας αποκτούν ολοένα και πιο μεγάλη σημασία στο ανταγωνιστικό περιβάλλον που συνιστούν οι σύγχρονες αγορές ενέργειας, ενώ την ίδια στιγμή ο εξοπλισμός ισχύος τείνει να χρησιμοποιείται πιο κοντά στα όρια του. Στο πλαίσιο αυτό το θεμελιώδες ζήτημα της αποφυγής ή ελαχιστοποίησης των απωλειών βασικών συνιστωσών του εξοπλισμού των Συστημάτων Μεταφοράς απαιτεί χρονοβόρα και ακριβή ανάλυση των δεδομένων που προκύπτουν κατά τις διαταραχές. Όσο πιο γρήγορα πραγματοποιείται η ανάλυση ενός σφάλματος, τόσο πιο γρήγορα αναγνωρίζονται τα πραγματικά αίτια με αποτέλεσμα μικρότερους χρόνους αποκατάστασης και περιορισμό των συνεπειών σε οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο. Στις μέρες μας η συγκέντρωση, επεξεργασία και κυρίως η αξιοποίηση των διαθέσιμων πληροφοριών που παρέχουν οι κάθε είδους ηλεκτρονικές διατάξεις ελέγχου που συνοδεύουν την εγκατάσταση του εξοπλισμού ισχύος αποτελούν μία από τις σύγχρονες προκλήσεις των Διαχειριστών Συστημάτων Μεταφοράς και Δικτύων Διανομής.

Οι ηλεκτρικές εταιρείες σήμερα αξιοποιούν την καθιέρωση των σύγχρονων ψηφιακών ηλεκτρονόμενων (H/N) και άλλων συσκευών στο πεδίο του Υ/Σ που διεθνώς αποκαλούνται IEDs (Intelligent Electronic Devices). Οι παλμογράφοι φωτεινής ακτίνας αντικαταστάθηκαν από ψηφιακά καταγραφικά σφαλμάτων (και συμβάντων), που μπορούν να λαμβάνουν, αναλύουν και αρχειοθετούν συμβάντα με ακρίβεια και αποτελεσματικότητα. Τα ηλεκτρομηχανικά και στατικά ρελαί αντικαταστάθηκαν από τα ψηφιακά (ήδη τρίτης γενιάς), τα οποία μπορούν να εκκαθαρίσουν τα σφάλματα ταχύτητα, ενσωματώνουν αλγορίθμους εντοπισμού σφάλματος και παράγουν παλμογραφήματα σφάλματος. Επίσης οι σύγχρονοι ψηφιακοί μετρητές ενσωματώνουν λειτουργίες ποιότητας ισχύος, ικανότητες προσδιορισμού της τάσης εξέλιξης μεγεθών με δυνατότητα τηλεελέγχου. Τα δεδομένα από τις συσκευές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για έλεγχο και ενημέρωση των μοντέλων συστήματος, για την παρακολούθηση εξελισσόμενων μεγεθών (φορτίων) και για την ανάπτυξη πιο εύστοχων διαδικασιών αντιμετώπισης και αποκατάστασης διαταραχών.

Οι κατασκευαστές έχουν δημιουργήσει και ακολουθούν πολλά διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας και διεπαφής (interface) και λειτουργικά προγράμματα, τα οποία συνδυαζόμενα με την γρήγορη εξέλιξη και ανάπτυξη των Υ/Σ με ποικίλες γενιές εξοπλισμού, δημιουργούν δυσκολίες στην συλλογή, διαχείριση και ανάλυση των πληροφοριών που διατίθενται στα σύγχρονα IEDs. Για τον λόγο αυτό ινστιτούτα και οργανισμοί σχημάτισαν ομάδες εργασίας και επιτροπές για την δημιουργία προτύπων, οδηγιών και κανονισμών για την αντιμετώπιση της αυξανόμενης πολυπλοκότητας. Ενδεικτικά αναφέρονται οι εργασίες του Power Systems Relaying Committee (PSRC) του Power Engineering Society του IEEE [1-4]. Στα πρότυπα αυτά, παρουσιάζεται μεθοδολογία για την ανάλυση της απόδοσης των H/N του Συστήματος Μεταφοράς καθώς επίσης μεθοδολογίες για την ονοματολογία, την ανταλλαγή και τη μετάδοση δεδομένων των IEDs, που αξιοποιούνται για την ανάλυση της λειτουργίας των H/N κατά τη διάρκεια σφαλμάτων και διαταραχών. Επίσης στην εργασία [5] της σχετικής επιστημονικής επιτροπής της CIGRE (Study Committee B5, Protection and Automation) περιγράφονται τα εργαλεία ανάλυσης σφάλματος και δίδονται εφαρμογές της εξ' αποστάσεως on-line διαχείρισης των συστημάτων προστασίας και αυτοματισμού των Υ/Σ. Σημαντικό στην κατεύθυνση αυτή είναι και το έργο της IEC σχετικά με την ανάπτυξη του προτύπου IEC 61850 με σκοπό την τυποποίηση όλων των αναγκών τηλεπικοινωνίας των σύγχρονων ψηφιακών H/N, για λόγους λειτουργίας και προστασίας, με την χρήση ενός κοινού πρωτοκόλλου επικοινωνίας.

Σε γενικές γραμμές η ανάκτηση αρχείων καταγραφών συμβάντων από τους Ηλεκτρονόμους (H/N) πραγματοποιείται με διαφορετικά λογισμικά εργαλεία που προέρχονται από τους διάφορους κατασκευαστές των H/N. Επιπλέον διαφορετικές εκδόσεις του ίδιου τύπου H/N απαιτούν συνήθως διαφορετική έκδοση του λογισμικού εργαλείου του κατασκευαστή από την εποχή της αρχικής εγκατάστασης – διαμόρφωσης του H/N. Για το λόγο αυτό οι διαχειριστές καλούνται να συντηρούν πολλαπλά εργαλεία κατάλληλα για τους διαφορετικούς τύπους και εκδόσεις των H/N. Παράλληλα τα αρχεία αυτά ενδέχεται να έχουν διαφορετική μορφοποίηση ανάλογα με τον τύπο του H/N.

Η ανάκτηση των δεδομένων αυτών απαιτεί πολύ συχνά τη μετάβαση προσωπικού στους υποσταθμούς όπου βρίσκονται εγκατεστημένοι οι H/N η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί αρκετές μέρες μετά το συμβάν. Ως αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας, χάνονται πολλές φορές δεδομένα λόγω αντικατάστασης τους από νεότερες εγγραφές.

Επιπροσθέτως πέρα από την αρχική διαμόρφωση και παραμετροποίηση των H/N για μια σειρά λόγους που σχετίζονται με την ανάπτυξη του Σ.Μ., προσωρινών ή μόνιμων αλλαγών στην τοπολογία κ.α. απαιτούνται

επιμέρους αλλαγές σε ρυθμίσεις προστασίας των Η/Ν που υλοποιούνται τοπικά από αρμόδιο προσωπικό που μεταβαίνει συνήθως στο πεδίο για το σκοπό αυτό.

Διαταραχές που εμπλέκουν διασυνδετικές γραμμές μεταξύ γειτονικών Συστημάτων Μεταφοράς αποκτούν προφανώς μια ιδιαίτερη σημασία καθώς επηρεάζουν συνολικά τα Συστήματα Μεταφοράς και θέτουν πολλές φορές σε δοκιμασία την ευστάθειά τους. Στο παρελθόν μείζονα συμβάντα εκκίνησαν από διαταραχές η κατέληξαν σε συμβάντα επί των διασυνδετικών γραμμών όπως η γενική διακοπή ηλεκτροδότησης του Τουρκικού Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας στις 31/03/2015.

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προκλήσεων ο ΑΔΜΗΕ αποφάσισε την εγκατάσταση ενός αυτοματοποιημένου συστήματος με τίτλο PDCAS (Protection Data Collection and Analysis System) για την εξ'αποστάσεως συλλογή και την ανάλυση των δεδομένων των ψηφιακών ηλεκτρονόμων προστασίας των διασυνδέσεων του δικτύου μεταφοράς με τις όμορες χώρες. Η εγκατάσταση του Συστήματος αυτού την ώρα συγγραφής της παρούσας εργασίας βρίσκεται σε εξέλιξη.

Τα βασικά στάδια για την εγκατάσταση του εν λόγω συστήματος είναι:

- Προμήθεια και διαμόρφωση λογισμικού συγκέντρωσης, ταξινόμησης, ανάλυσης και αξιολόγησης αρχείων δεδομένων (σημάτων, διαταραχών, σφαλμάτων) των ψηφιακών ηλεκτρονόμων προστασίας των διασυνδέσεων και σχετιζόμενων Γραμμών.
- Προμήθεια και εγκατάσταση εξοπλισμού τηλεπικοινωνιακών πυλών δικτύου (gateways, data concentrators).
- Σχεδίαση και υλοποίηση εγκατάστασης για την μεταφορά των δεδομένων/αρχείων από τα πεδία (Η/Ν) στις τοπικές πύλες δικτύου εντός των ΚΥΤ και στη συνέχεια με τους απομακρυσμένους σταθμούς εργασίας που θα εγκατασταθούν στο Εθνικό Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας στο Κρουσέρι μέσω του υφιστάμενου εταιρικού τηλεπικοινωνιακού δικτύου.
- Προμήθεια και εγκατάσταση εξοπλισμού απομακρυσμένων σταθμών εργασίας.
- Γραφική αποτύπωση στο λογισμικό των εμπλεκόμενων ΚΥΤ, χαρτογράφηση σημάτων και αρχείων και διαμόρφωση όλων των επιμέρους λειτουργιών λήψης, ανάλυσης και αξιολόγησης των αρχείων των ψηφιακών Η/Ν προστασίας.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το Σύστημα PDCAS θα συγκεντρώνει δεδομένα από 16 συνολικά Η/Ν από τα 5 ΚΥΤ του Ελληνικού Συστήματος με διασυνδετικές γραμμές. Στοιχεία για τον τύπο των Η/Ν και την αντίστοιχη πύλη που λειτουργούν δίνονται στο Πίνακα 1.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος PDCAS είναι:

- Αυτόματη εκκίνηση διαδικασίας ανάκτησης των αρχείων καταγραφών συμβάντων από τους συνδεδεμένους στο σύστημα Η/Ν
- Συλλογή των αρχείων καταγραφών συμβάντων από ψηφιακούς Η/Ν διαφόρων κατασκευαστών με χρήση ιδιωτικών ή ανοικτών πρωτόκολλων επικοινωνίας.
- Αποθήκευση των αρχείων καταγραφών συμβάντων κεντρικά σε χρόνο έως 60 sec μετά την αναγνώριση των συμβάντων.
- Υποστήριξη πολλαπλών πρωτόκολλων επικοινωνίας όπως IEC103, SPA, Courier, SEL fast message, IEC61850 κ.α.
- Αυτόματη μετατροπή αρχείων καταγραφών συμβάντων σε αρχεία τύπου COMTRADE
- Τυποποιημένη ονοματοδοσία των αρχείων καταγραφών συμβάντων για την εύκολη αναγνώρισή τους.
- Web περιβάλλον διεπαφής με χρήστη
- Δυνατότητα κεντρικής διαχείρισης ρυθμίσεων διαμόρφωσης Η/Ν

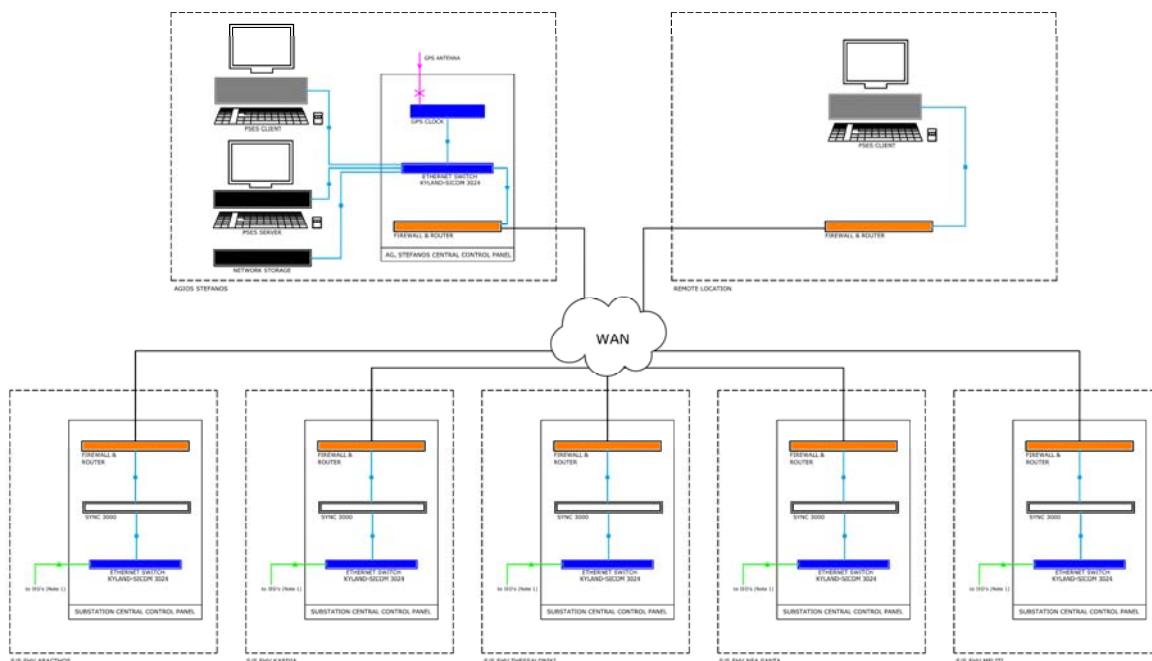
Πίνακας 1: ΚΥΤ, πύλες και τύποι Η/Ν συστήματος PDCAS

ΚΥΤ	Πύλη	Τύπος Ψηφιακού Η/Ν
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	P880	SIEMENS 7SA611
	P900	SCHWEITZER P421
	P920	SCHWEITZER P421
	P850	SCHWEITZER P421
	P950	SCHWEITZER P421
ΝΕΑ ΣΑΝΤΑΣ	P820	SIEMENS 7SA522
		SIEMENS 7SA611
	P880	SIEMENS 7SA522
		SIEMENS 7SA611
ΚΑΡΔΙΑΣ	P940	SCHWEITZER P421
		ABB REL670
	P890	SCHWEITZER P421
		ABB REL670
	P850	SCHWEITZER P421
		ABB REL670
	P810	SCHWEITZER P421
		ABB REL670
ΜΕΛΙΤΗ	P950	SCHWEITZER P421
		ABB REL670
	P820	SCHWEITZER P421
		ABB REL670
ΑΡΑΧΘΟΥ	P840	SCHWEITZER P421
		ABB REL670
	P870	SCHWEITZER P421
		ABB REL670
ΑΡΑΧΘΟΥ	P890	SCHWEITZER P421
		ABB REL670
		ABB REL670

2.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος

Το Σύστημα για την συλλογή και ανάλυση των δεδομένων των ψηφιακών ηλεκτρονόμων προστασίας περιλαμβάνει συγκεντρωτές δεδομένων (data concentrators) σε συνδυασμό με μονάδες επικοινωνίας που αποτελούν τους συλλέκτες αρχείων καταγραφών σφαλμάτων και συμβάντων (disturbance records collectors) στο επίπεδο των ΚΥΤ και πλατφόρμα λογισμικού για την διαχείριση των αρχείων καταγραφών συμβάντων στο Εθνικό Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας στο Κρουονέρι Αττικής.

Η βασική αρχιτεκτονική διαμόρφωση των επιμέρους διατάξεων που συνιστούν το αυτοματοποιημένο Σύστημα PDCAS αποτυπώνεται γραφικά στα Σχήματα 1 και 2 [6]. Ειδικότερα στο Σχήμα 1 αποτυπώνεται η συνολική διάταξη με τα 5 ΚΥΤ που συνδέονται στο Κέντρο Ελέγχου μέσω του εταιρικού δικτύου και η πρόσβαση στο λογισμικό περιβάλλον του συστήματος από οποιαδήποτε δικτυακή θέση, ενώ στο Σχήμα 2 αποτυπώνεται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια οι επιμέρους διατάξεις του συστήματος που θα εγκατασταθούν τοπικά στα 5 ΚΥΤ.



Σχήμα 1: Γενική Διάταξη Αυτοματοποιημένου Συστήματος PDCAS

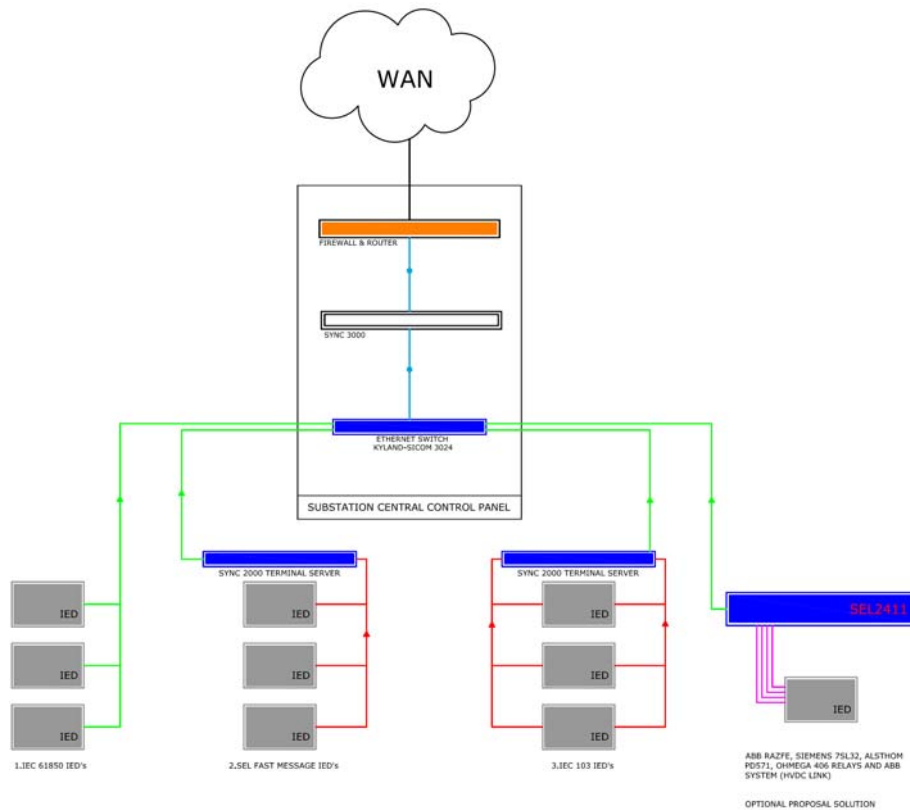
Το έργο που υλοποιείται χαρακτηρίζεται από αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική διαμόρφωση καθώς η συλλογή αρχείων καταγραφών συμβάντων, η μετατροπή τους σε αρχεία τύπου COMTRADE και η συγκέντρωσή τους πραγματοποιείται στο επίπεδο των Υποσταθμών – ΚΥΤ ανεξάρτητα από την κατάσταση σύνδεσης / επικοινωνίας με το Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας. Στο πλαίσιο αυτό τα δεδομένα καταγραφών συμβάντων συλλέγονται αδιάλειπτα από τους ψηφιακούς Η/Ν ακόμα και αν έχει διακοπεί η επικοινωνία με το Κέντρο Ελέγχου. Με το τρόπο αυτό εξασφαλίζεται ότι δεν χάνονται δεδομένα καθώς τα αρχεία που έχουν συλλεχθεί αποθηκεύονται τοπικά και θα αποσταλούν στο Κέντρο Ελέγχου όταν η επικοινωνία αποκατασταθεί. Η αρχιτεκτονική αυτή πλεονεκτεί έναντι της κεντροκοποιημένης αναφορικά με την ταχύτητα της συλλογής δεδομένων καθώς πολλαπλές διατάξεις συλλογής αρχείων καταγραφών συμβάντων βρίσκονται σε παράλληλη λειτουργία. Επιπλέον δεν απαιτεί τη συνεχή επικοινωνία του Κέντρου Ελέγχου με τις διάφορες διατάξεις που βρίσκονται διεσπαρμένες στα ΚΥΤ και επομένως διασφαλίζει την βέλτιστη χρήση του τηλεπικοινωνιακού εύρους ζώνης (bandwidth) και την πιο γρήγορη ανανέωση των δεδομένων στο Κέντρο Ελέγχου. Ως αποκεντρωμένο σύστημα συλλογής, μπορεί να επεκταθεί σε πλήθος άνω των 100 Υποσταθμών χωρίς να επιβαρύνει την αποδοτικότητα του συστήματος. Σε διεθνές επίπεδο αντίστοιχο σύστημα με συλλογή δεδομένων από Η/Ν σε 180 Υποσταθμούς έχει εγκατασταθεί με επιτυχία από το Διαχειριστή Συστήματος PGIL στην Ινδία.

Οι διατάξεις συλλογής των αρχείων καταγραφών σφαλμάτων και συμβάντων συμβάντων είναι συμβατές με το πρότυπο IEC 61850-3 και δεν διαθέτουν κινητά μέρη. Υποστηρίζουν την επικοινωνία με τους ψηφιακούς Η/Ν είτε μέσω ιδιωτικών πρωτοκόλλων (SEL fast messaging) είτε μέσω σειριακών πρωτοκόλλων επικοινωνίας (IEC 60870-5-103) είτε μέσω IEC 61850 για τη συλλογή των αρχείων καταγραφών συμβάντων. Τα δεδομένα διαταραχών μετατρέπονται σε αρχεία τύπου COMTRADE απ' τις ίδιες τις διατάξεις συλλογής, λαμβάνουν ένα τυποποιημένο όνομα αρχείου κατά IEEE και μεταφέρονται στο Κέντρο Ελέγχου με χρήση πρωτοκόλλου Secure File Transfer Protocol (SFTP). Η επικοινωνία θα είναι κρυπτογραφημένη με τεχνολογία SSL.

Στο Κέντρο Ελέγχου θα εγκατασταθεί ο κεντρικός διακομιστής όπου θα λειτουργεί η πλατφόρμα λογισμικού Power System Enterprise Suite (PSES) του συστήματος PDCAS για την συγκέντρωση, διαχείριση, ανάγνωση, επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων των αρχείων καταγραφής συμβάντων από τις διατάξεις των πέντε ΚΥΤ. Όλες οι συσκευές στο Κέντρο Ελέγχου του συστήματος PDCAS καθώς επίσης και οι data concentrators στα ΚΥΤ θα συγχρονίζονται μέσω GPS clock. Τοπικά στα ΚΥΤ οι data concentrators θα υποστηρίζουν τον συγχρονισμό όλων των συνδεδεμένων με αυτούς ψηφιακών Η/Ν.

Το λογισμικό PSES υποστηρίζει εάν απαιτείται τη δυνατότητα αδιάλειπτης λειτουργίας με την παράλληλη λειτουργία εφεδρικών διακομιστών σε διαφορετικές γεωγραφικές τοποθεσίες που θα βρίσκονται σε κατάσταση ετοιμότητας (hot standby). Ο κύριος διακομιστής (master) κάθε στιγμή θα διεκπεραιώνει όλες τις

επικοινωνίες δεδομένων και θα ανανεώνει τα δεδομένα των εφεδρικών συσκευών. Αντίστοιχα οι διατάξεις συλλογής των αρχείων καταγραφής συμβάντων υποστηρίζουν την παράλληλη λειτουργία με εφεδρική διάταξη.



Σχήμα 2: Αρχιτεκτονική συστήματος PDCAS στο επίπεδο των ΚΥΤ

Στα ΚΥΤ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, ΚΑΡΔΙΑΣ, ΜΕΛΙΤΗΣ και ΑΡΑΧΘΟΥ θα εγκατασταθούν πίνακες εντός των οικίσκων όπου στεγάζονται οι πίνακες προστασίας των πυλών που συμπεριλαμβάνονται στο έργο. Ο κάθε πίνακας θα περιέχει:

- τον απαραίτητο παθητικό εξοπλισμό δικτύου δεδομένων (patch panel, patch cord)
- ένα (1) terminal server τύπου SYNC2000 [7]

Στην αίθουσα ελέγχου κάθε ΚΥΤ και συγκεκριμένα στο χώρο τηλεπικοινωνιών, θα εγκατασταθεί ο κεντρικός πίνακας του συστήματος ο οποίος θα περιέχει:

- τον απαραίτητο παθητικό εξοπλισμό δικτύου δεδομένων (patch panel, patch cord)
- ένα (1) ethernet switch τύπου KYLAND SICOM3024P
- ένα (1) data concentrator τύπου SYNC3000 [8]

Η διασύνδεση των οικίσκων με το χώρο τηλεπικοινωνιών της αίθουσας ελέγχου θα πραγματοποιηθεί μέσω ενός οπτικού καλωδίου 12 ινών 62.5/125μm, ανα οικίσκο, το οποίο θα οδεύσει από τα υφιστάμενα κανάλια καλωδίων σε κάθε ΚΥΤ. Το οπτικό καλώδιο διαθέτει μεταλλική θωράκιση και είναι κατάλληλο για εγκατάσταση σε εξωτερικούς χώρους.

Στο ΚΥΤ ΝΕΑΣ ΣΑΝΤΑΣ που λειτουργεί ψηφιακό Σύστημα Ελέγχου δεν θα εγκατασταθεί πίνακας εντός του οικίσκου που στεγάζει τους πίνακες προστασίας. Στην περίπτωση αυτή τα δεδομένα του συστήματος θα απομαστεύονται από το υφιστάμενο ΨΣΕ SICAM PAS μέσω οπτικής διασύνδεσης του υφιστάμενου ethernet switch του ΨΣΕ με το νέο ethernet switch KYLAND SICOM3024P που θα εγκατασταθεί στο χώρο τηλεπικοινωνιών της αίθουσας ελέγχου.

Σημειώνεται επίσης ότι στο επίπεδο των ΚΥΤ οι ψηφιακοί Η/Ν με πρωτόκολλα επικοινωνίας IEC103 ή SEL Fast Message θα συνδεθούν με τις διατάξεις συλλογής των αρχείων καταγραφών συμβάντων (terminal server SYNC2000) ενώ οι Η/Ν με πρωτόκολλο επικοινωνίας IEC 61850 θα συνδεθούν απευθείας με τα data concentrator SYNC3000 μέσω οπτικού καλωδίου.

3. ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ PDCAS

Τα βασικά χαρακτηριστικά του λογισμικού PSES για την ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων του συστήματος PDCAS είναι:

- Απομακρυσμένη πρόσβαση στις διατάξεις του συστήματος PDCAS στα ΚΥΤ για την αναγνώριση της κατάστασης της διαδικασίας συλλογής των αρχείων καταγραφών συμβάντων, σημάνσεων και συμβάντων σχετικά με το σύστημα επικοινωνίας.
- Εξαγωγή και παρουσίαση των καταγραφών συμβάντων από τους ψηφιακούς Η/Ν που βρίσκονται σε διάφορους υποσταθμούς του συστήματος με κεντρική διαχείρισή τους από το Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας.
- Αρχιτεκτονική που βασίζεται στην επεκτασιμότητα ώστε το σύστημα να μπορεί να επεκταθεί ως προς το πλήθος των Υ/Σ και Η/Ν.
- Δυνατότητα απομακρυσμένης – κεντροποιημένης παραμετροποίησης των ψηφιακών Η/Ν από το Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας. Είναι δυνατός ο καθορισμός δικαιωμάτων ανάγνωσης ή/και εγγραφής. Με το τρόπο αυτό καθίσταται δυνατή η πρόσβαση στους Η/Ν από ένα ή περισσότερα απομακρυσμένα σημεία που διαθέτουν τερματικούς σταθμούς του συστήματος, για την διαχείριση – διαμόρφωση των ρυθμίσεων τους.
- Ενσωμάτωση ειδικής εφαρμογής για την εμφάνιση των δεδομένων σφαλμάτων και συμβάντων.
- Δυνατότητα ταυτόχρονης πρόσβασης πολλαπλών χρηστών στην εφαρμογή PSES του κεντρικού διακομιστή μέσω web client με πλοήγηση από το δίκτυο.

Το λογισμικό PSES του συστήματος PDCAS αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα:

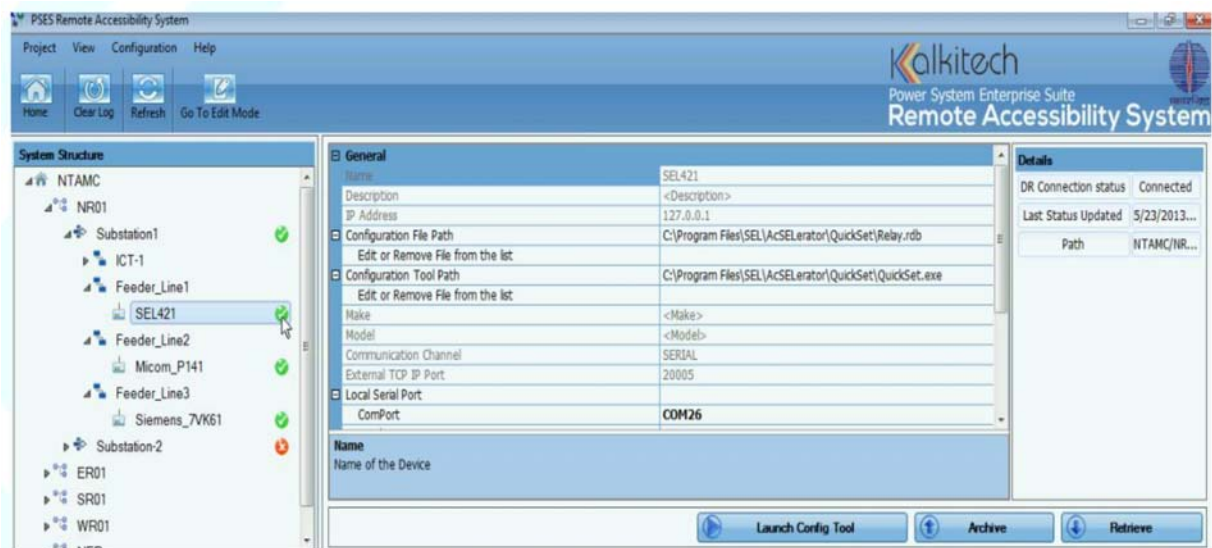
- Γραφικό περιβάλλον διεπαφής με χρήστη
- Υπηρεσία σύνδεσης
- Βάση δεδομένων
- Δικτυακό διακομιστή (Web Server)

Το περιβάλλον διεπαφής με το χρήστη συνίσταται σε παραθυρική εφαρμογή για την διαχείριση από το χρήστη των αρχείων καταγραφών συμβάντων. Ειδικότερα η εφαρμογή παρέχει επιλογή για τη σύνδεση με τις επιμέρους διατάξεις του συστήματος PDCAS στα ΚΥΤ μέσω φιλικού στο χρήστη μοναδικού αναγνωριστικού που περιλαμβάνει τον όνομα του ΚΥΤ, την πύλη και τον τύπο του Η/Ν. Για το σκοπό αυτό όλες οι απαραίτητες δικτυακές πληροφορίες για την πρόσβαση στις συσκευές του συστήματος PDCAS θα οριστούν στη φάση εγκατάστασης του λογισμικού PSES. Η εφαρμογή υποστηρίζει λειτουργίες εποπτείας της διαδικασίας συλλογής των αρχείων καταγραφής συμβάντων, καθώς επίσης λειτουργίες εποπτείας σημάνσεων ή άλλων συμβάντων στο σύστημα επικοινωνίας.

Επιπρόσθετα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος διεπαφής της εφαρμογής PSES με το χρήστη είναι:

- Δενδροειδή διάταξη όλων των υποσταθμών, πυλών και συσκευών. Τα αρχεία διαταραχών που έχουν συγκεντρωθεί μπορούν να εμφανιστούν με την επιλογή των αντίστοιχων Η/Ν στην δενδροειδή διάταξη
- Αποτύπωση σε γεωγραφικό υπόβαθρο της θέσης των συσκευών του συστήματος PDCAS για την φιλικότερη στο χρήστη εποπτεία και επιλογή τους.
- Διαχείριση σημάνσεων και οθόνες καταγραφής συμβάντων.
- Ειδικά διαμορφωμένες οθόνες για την ελεγχόμενη πρόσβαση με δικαιώματα στις συσκευές του συστήματος με δυνατότητα προσθήκης, τροποποίησης ή αφαίρεσης δικαιωμάτων πρόσβασης στους ψηφιακούς Η/Ν από το κέντρο ελέγχου.
- Δημιουργία καταγραφών (logs) με τις ενέργειες του χρήστη με τις απαραίτητες πληροφορίες όπως η χρονική ταυτότητα και τυχόν σχόλια. Επίσης θα δημιουργούνται καταγραφές για την επικοινωνία προκειμένου να αναγνωρίζονται δυσλειτουργίες στο σύστημα επικοινωνίας.
- Έλεγχος της κατάστασης όλων των συσκευών που συνδέονται με τους συγκεντρωτές δεδομένων στα ΚΥΤ.

Στα Σχήματα 3 και 4 που ακολουθούν παρουσιάζονται ενδεικτικές οθόνες της εφαρμογής.



Σχήμα 3: Δενδροειδής απεικόνιση συσκευών στην πλατφόρμα PSES



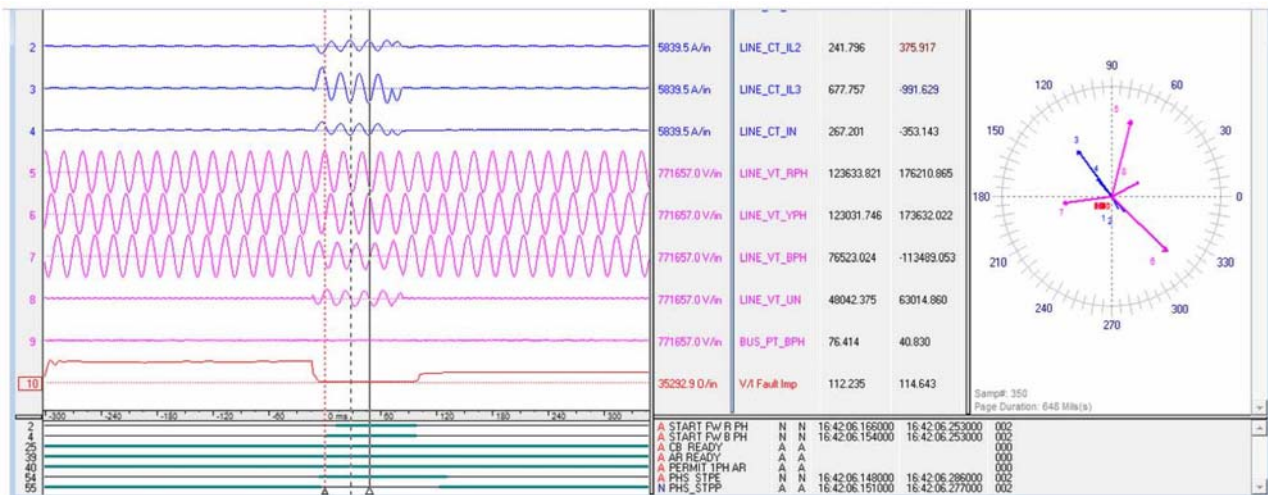
Σχήμα 4: Οθόνη στατιστικών λειτουργιών συστήματος PDCAS

Το λογισμικό PSES θα ενσωματώσει επίσης την εφαρμογή WAVEWIN που χρησιμοποιείται για την εμφάνιση κυματομορφών και την ανάλυση αρχείων καταγραφών συμβάντων. Ειδικότερα το WAVEWIN υποστηρίζει:

- Εμφάνιση αναλογικών και ψηφιακών κυματομορφών
- Διανυσματική εμφάνιση κυματομορφών
- Εμφάνιση για επιλεγμένη θέση επί κυματομορφής των στιγμιαίες και ενδεικνύμενων (rms) τιμών
- Κυματομορφές αρμονικών
- Ιστογράμματα
- Υπολογισμό και εμφάνιση συνιστώσεων ακολουθίας ρευμάτων, τάσεων
- Υπολογισμό και εμφάνιση απόστασης έως το σφάλμα
- Υπολογισμό και εμφάνιση αντίστασης σφάλματος
- Υπολογισμό και εμφάνιση διάρκειας σφάλματος
- Περιλήψεις αναφορών σφαλμάτων

Ως παράδειγμα δίνεται η οθόνη από την εφαρμογή WAVEWIN στο Σχήμα 4. Με την επιλογή ενός αρχείου καταγραφών συμβάντος αναδεικνύεται παράθυρο με τις πληροφορίες για την ανάλυση του συμβάντος. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4 η πρώτη οθόνη (αριστερό τμήμα) απεικονίζει τις κυματομορφές των αναλογικών και

ψηφιακών μεγεθών. Η δεύτερη οθόνη (κεντρικό τμήμα) δίνει σε μορφή πίνακα τα μέτρα, γωνίες των διανυσματικών μεγεθών ενώ η Τρίτη οθόνη (δεξί τμήμα) απεικονίζει τα μεγέθη διανυσματικά.



Σχήμα 5: Οθόνη εφαρμογής WAVEWIN

4. ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΑΛΛΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΩΝ

Η εγκατάσταση συστημάτων για την εξ' αποστάσεως πρόσβαση στα διαγνωστικά αρχεία των ψηφιακών Η/Ν και τη διαχείριση και ανάλυση τους βρίσκεται τα τελευταία χρόνια σε εξέλιξη σε διάφορες εταιρείες Διαχείρισης Συστημάτων Μεταφοράς διεθνώς. Συνήθως οι αποφάσεις για την εγκατάσταση αυτών των συστημάτων λαμβάνονται μετά από σοβαρές διαταραχές με σοβαρές συνέπειες στην τροφοδοσία, ως μέσο καλύτερης διάγνωσης της κατάστασης του Συστήματος και πρόληψης ανεπιθύμητων φαινομένων.

Χαρακτηριστικά παρατίθενται δύο τέτοιες περιπτώσεις εφαρμογών:

- Η περίπτωση της Γερμανικής 50HERTZ

Με αφορμή ένα μεγάλο αριθμό ανεπιτυχών αυτόματων επαναφορών (Α.Ε.) προέκυψε η ανάγκη να ανιχνευθούν τα αίτια, να ευρεθούν τυχόν φυσικά όρια για την επιτυχή εκτέλεση της Α.Ε. (π.χ. εξάρτηση από μήκος Γ.Μ.) και να επαναπροσδιοριστούν οι παράμετροι των Α.Ε. ώστε να είναι επιτυχείς (βέλτιστος νεκρός χρόνος κλπ).

Το σύστημα που εγκαταστάθηκε βασίζεται στην εφαρμογή SIMEAS SAFIR με βάση την οποία προσδιορίζεται η φύση του σφάλματος – ηλεκτρικού τόξου που αξιοποιείται για την πρόβλεψη της έκβασης της λειτουργίας της Α.Ε. και τη λήψη απόφασης για χειροκίνητη επανηλέκτριση με ασφάλεια.

Κυκλωματικά το σύστημα που έχει εγκατασταθεί συλλέγει δεδομένα από τους Η/Ν, συνεργάζεται με βάσεις δεδομένων (παγίων συστήματος, καιρικών φαινομένων κλπ.) και με το γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών του δικτύου και παράγει χρηστικές για την λειτουργία αναφορές.

Με το σύστημα αυτό μπορούν και καταγραφούν μεταβατικά φαινόμενα ηλεκτρικής, να διαγνωσθούν φαινόμενα κορεσμού μετασχηματιστών έντασης, ενδεχόμενες ανακολουθίες στη συμπεριφορά των Η/Ν, να γίνει διάγνωση της «ταυτότητας» του σφάλματος και ειδικών καταστάσεων συμβάντων (π.χ. σφάλμα λόγω κεραυνού, πτώση Γ.Μ. στο ένα άκρο-φάση, ανοικτοκύκλωση άλλης φάσης κλπ.), να εκτιμηθεί ο πλησιέστερος πυλώνας εμφάνισης του σφάλματος κ.α.

- Η περίπτωση της Πορτογαλικής REN

Ο Διαχειριστής Συστήματος στη Πορτογαλία εγκαθιστά παρόμοιο σύστημα σε ένα σύνολο 30 Υ/Σ εντάσσοντας τα διαθέσιμα IEDs στους Υ/Σ αυτούς. Το έργο αυτό που βρίσκεται σε εξέλιξη υλοποιείται σε δύο φάσεις, τη συλλογή δεδομένων από τους Η/Ν διαφόρων τύπων - κατασκευαστών (Alstom, ABB, SIEMENS) με IEC 61850 και μια κεντρική εφαρμογή για ανάλυση σφαλμάτων, αξιολόγηση προστασίας και διάγνωση με λογισμικά τύπου FACES ή / και SAFIR.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εγκατάσταση του συστήματος PDCAS πραγματοποιείται με βασικό σκοπό την συλλογή των δεδομένων των ψηφιακών ηλεκτρονόμενων προστασίας των διασυνδέσεων του συστήματος μεταφοράς με τις όμορες χώρες. Με την αξιοποίηση του Συστήματος PDCAS αναμένονται πολλαπλά οφέλη στο επίπεδο εκμετάλλευσης, διαχείρισης κρίσιμων παγίων του Διαχειριστή όπως:

- Ταχύτερη αναγνώριση αιτιών σφαλμάτων και συμβάντων στις διασυνδετικές γραμμές για τη λήψη ορθών αποφάσεων χειρισμών για τη μετρίαση των συνεπειών, κινδύνων από την εμφάνιση των συμβάντων.
- Άμεση ανταπόκριση στην υποχρέωση παροχής σχετικών πληροφοριών αναφορικά με συμβάντα επί των διασυνδετικών γραμμών μεταφοράς στους γειτονικούς Διαχειριστές Συστημάτων Μεταφοράς και σε διεθνείς οργανισμούς (ENTSOe)
- Ανάλυση σφαλμάτων σε κοντινό με τα συμβάντα χρόνο για την εφαρμογή τυχόν βελτιώσεων στα εφαρμοζόμενα σχήματα προστασίας.
- Προοπτικά εκμετάλλευση δυνατότητας απομακρυσμένων εφαρμογών αλλαγών ρυθμίσεων ψηφιακών Η/Ν για την αποφυγή χρονοβόρων μετακινήσεων για αλλαγές παραμετροποίησης λειτουργιών προστασίας.

Στο πλαίσιο αυτό το σύστημα PDCAS αποτελεί επίσης ένα πιλοτικό έργο, η επιτυχή εκμετάλλευση - λειτουργία του οποίου θα ανοίξει το δρόμο για τη γενίκευση του συστήματος επιτήρησης και ελέγχου ψηφιακών Η/Ν στα υπόλοιπα ΚΥΤ και σε Υ/Σ 150 kV του Ελληνικού Διασυνδεδεμένου Συστήματος Μεταφοράς.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] WG 13, Transmission Protective Relay System, Performance Measuring Methodology, techn. Bulletin Sept. 16, 1999.
- [2] Std. C37.232-2007, Recommended Practice for Naming Time Sequence Data Files.
- [3] Std. C37.111-1999, Common Format for Transient Data Exchange.
- [4] Std. C37.118-2005, Standard for Synchrophasors for Power Systems.
- [5] WG b5.09: Remote On-line Management for Protection and Automation, Technical Brochure 307, Oct. 2006.
- [6] Technical Description for Automated Protection Data Collection and Analysis System (PDCAS), PROTASIS, Protection & Control, PRS-TPRO-356, 2016.
- [7] SYNC 2000 Series data sheet, Substation Protocol Gateway, Kalkitech.
- [8] SYNC 3000 Series data sheet, Substation Automation Platform, Kalkitech.