



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ»

ΤΙΤΛΟΣ

**ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ
ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟΥ ΖΕΥΓΟΥΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ
ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΛΗΨΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

ΤΙΤΛΟΣ ΑΓΓΛΙΚΑ

**GENERATOR SET MONITORING AND CONTROL SYSTEM
WITH THE USE OF MODERN TECHNOLOGIES OF DATA
RECEIVE PROCESSING AND TRANSMISSION**

Όνοματεπώνυμο Σπουδαστή:

Σάρδης Ανδρέας

Όνοματεπώνυμο Υπεύθυνου Καθηγητή:

Παπουτσιδάκης Μιχαήλ

ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Αιγάλεω, Οκτώβριος 2019



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



ΤΙΤΛΟΣ

**ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ
ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟΥ ΖΕΥΓΟΥΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ
ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΛΗΨΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ

Σάρδης Ανδρέας

**Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για την μερική
εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του Διδρυματικού
Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Νέες Τεχνολογίες στη Ναυτιλία και τις
Μεταφορές» του Τμήματος Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών του
Πανεπιστημίου Αιγαίου και του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και
Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.**



Δήλωση συγγραφέα διπλωματικής διατριβής

Ο κάτωθι υπογεγραμμένοςΣΑΡΔΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ....., του
.....ΙΩΑΝΝΗ, με αριθμό μητρώου97.....
φοιτητής του Διδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Νέες Τεχνολογίες
στη Ναυτιλία και τις Μεταφορές» του Τμήματος Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών
του Πανεπιστημίου Αιγαίου και του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και
Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της
μεταπτυχιακής διπλωματικής διατριβής και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την
προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην διατριβή. Επίσης έχω
αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές
αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η διατριβή
προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή
διπλωματική διατριβή».

Ο δηλών

Ημερομηνία

Σάρδης Ανδρέας

20/10/2019



Περίληψη

Η πτυχιακή εργασία έχει σαν στόχο την μελέτη, σχεδίαση και κατασκευή ενός συστήματος παρακολούθησης και ελέγχου της λειτουργίας ηλεκτροπαραγωγών ζευγών (H/Z). Το σύστημα θα στηριχθεί στην χρήση σύγχρονων τεχνολογιών λήψης, μετάδοσης και επεξεργασίας δεδομένων.

Βασική ιδιότητα της μελέτης και υλοποίησης του συγκεκριμένου μοντέλου θα είναι η λήψη και μετάδοση δεδομένων μέσω πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Ουσιαστικά θα εξαλειφθεί η ανάγκη σχεδίασης, κατασκευής και προσαρμογής νέων καλωδιώσεων και αισθητήρων στα μηχανικά μέρη του H/Z. Παράλληλα θα υπάρξει αύξηση της αξιοπιστίας μετάδοσης δεδομένων καθώς οι συγκεκριμένες τεχνολογίες εγγυόνται την ασφαλή και γρήγορη μετάδοση πληροφοριών σε οποιαδήποτε απόσταση μέσω της χρήσης ασύρματων δικτύων η ακόμα και του internet. Με αυτό τον τρόπο θα ξεπεραστούν προβλήματα στρεβλώσεων των μετρήσεων ή χαμένων δεδομένων τα οποία αντιμετώπιζαν παλαιότερα συστήματα ελέγχου.

Με την χρήση και τον συνδυασμό των συγκεκριμένων τεχνολογιών θα επιτευχθεί σημαντική μείωση του χρόνου εγκατάστασης αλλά και του κόστους αγοράς ενός τέτοιου συστήματος ελέγχου κάνοντας το περισσότερο προσιτό στους ενδιαφερόμενους χρήστες.

Λέξεις Κλειδιά:

Τηλεμετρία

Απομακρυσμένος έλεγχος

Πρωτόκολλο επικοινωνίας

Μετάδοση δεδομένων



Abstract

The thesis aims at the study, design and construction of a system for monitoring and controlling the operation of power generators (PCs).

A key feature of the design and implementation of this model will be the reception and transmission of data through communication protocols. The need to design, manufacture and adapt new wiring and sensors to the mechanical parts of PCs will be virtually eliminated. At the same time there will be an increase in data transmission reliability as these technologies guarantee the safe and fast transmission of information at any distance. This will overcome the problems of distortions of measurements or lost data that were encountered by older control systems.

Using and combining these technologies will significantly reduce the installation time and cost of purchasing such a control system, making it more accessible to the users concerned.

Key Words:

Telemetry

Scada

Communication protocols

Data acquisition



Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά την οικογένεια μου για την υπομονή και την στήριξη που επέδειξε καθόλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Οι μεταπτυχιακές σπουδές ήταν μια επίπονη αλλά άκρως δημιουργική διαδικασία και εκπλήρωσαν ένα όνειρο ζωής. Ταυτόχρονα αναβάθμισαν τις ικανότητες μου στο επάγγελμα που ασκώ αλλά και τις προοπτικές εξέλιξης στην καριέρα μου.

Το σημαντικότερο όμως και απροσδόκητο γεγονός ήταν η γνωριμία μου με τον συμφοιτητή μου Γεώργιο Κόικα Μηχανολόγο μηχανικό. Έναν άνθρωπο με ήθος και αδαμάντινο χαρακτήρα. Τον ευχαριστώ ιδιαίτερα για την στήριξη και την μεταλαμπάδευση των εξειδικευμένων γνώσεων του καθόλη την διάρκεια του μεταπτυχιακού. Θα παραμείνει ένας πολύ καλός φίλος και εύχομαι κάποια στιγμή να μπορέσουμε να συνεργαστούμε και σε εργασιακό επίπεδο.

Τέλος ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου και επιβλέπων στην παρούσα εργασία, κύριο Μιχάλη Παπουτσιδάκη για την ευκαιρία που μου έδωσε να επιλέξω μια κατασκευαστική εργασία στην οποία η θεωρία άμεσα και τεκμηριωμένα συναντά την πράξη.

Οκτώβριος 2019

Σάρδης Αντρέας



Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Τηλεμετρία	10
1.1 Ιστορικά στοιχεία	10
1.2 Ιστορική αναδρομή	10
1.3 Τύποι εφαρμογών	14
1.4 Κύριες λειτουργίες Scada System	15
1.5 Επιμέρους στοιχεία συστήματος Scada	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές (P.L.C).....	18
2.1 Ιστορική αναδρομή P.L.C.....	18
2.2 Ορισμός P.L.C	24
2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα P.L.C.....	25
2.4 Βασική δομή λογικού διαγράμματος CSF	27
2.5 Πρότυπο επικοινωνίας IO-Link	27
2.6 Επισκόπηση AS-Interface.....	27
2.7 Δίκτυο επικοινωνίας Profibus.....	27
2.8 Πρωτόκολλο επικοινωνίας Profinet	27
2.9 Βιομηχανικός Ασύρματος Τηλεχειρισμός	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΜΟΝΤΕΛΟ ISO/OSI	29
3.1 Εισαγωγή στο μοντέλο OSI	29
3.2 Σύνοψη περίληψη του μοντέλου OSI	29
3.2.1 Επίπεδο 1- Φυσικό Επίπεδο	30
3.2.2 Επίπεδο 2- Σύνδεσμος μετάδοσης δεδομένων	31
3.2.3 Επίπεδο 3- Επίπεδο δικτύου	31
3.2.4 Επίπεδο 4- Επίπεδο μεταφοράς	33
3.2.5 Επίπεδο 5- Επίπεδο συνόδου	33



3.2.6 Επίπεδο 6- Επίπεδο παρουσίασης.....	34
3.2.7 Επίπεδο 7- Επίπεδο εφαρμογής.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Υφιστάμενες εφαρμογές.....	36
4.1 Ανάλυση πρωτοκόλλων.....	37
4.2 Πρωτόκολλο J1939, CAN.....	37
4.3 Πρωτόκολλο MODBUS.....	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Προτεινόμενο σύστημα.....	59
5.1 Σχεδιασμός.....	59
5.2.1 Υλοποίηση.....	61
5.2.2 Αισθητήρες.....	61
5.2.3 Τροφοδοτικά.....	62
5.2.4 Κλεμμοσειρά.....	63
5.2.5 Καλωδιώσεις.....	64
5.2.6 Βοηθητικά relay (Ηλεκτρονόμοι).....	71
5.2.7 Ασφαλειοδιακόπτες.....	73
5.2.8 Εγκέφαλος.....	74
5.2.9 Πίνακας ελέγχου γεννήτριας.....	75
5.2.10 Κύκλωμα παραγωγής σήματος επιθυμητής ταχύτητας.....	75
5.2.11 Ασύρματο Modem Router (Δρομολογητής).....	77
5.2.12 Προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής P.L.C.....	77
5.2.13 Μετατροπέας ψηφιακού σήματος.....	85
5.2.14 Μόνιτορ HMI.....	92
6. Συμπεράσματα.....	112
7. Μελλοντική έρευνα.....	114
8. Βιβλιογραφία.....	114



Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1. Εφαρμογές SCADA σε βιομηχανία.....	14
Εικόνα 2. Απομακρυσμένη μονάδα τηλεμετρίας.....	17
Εικόνα 3. Απομακρυσμένος έλεγχος χρήστη.....	18
Εικόνα 4. J1939	38
Εικόνα 5. CAN 2.0A	39
Εικόνα 6 CAN 2.0B Format	39
Εικόνα 7 Παράδειγμα διαύλου CAN	40
Εικόνα 8 Bus Arbitration.....	41
Εικόνα 9 CM Example	47
Εικόνα 10 Serial Bus	52
Εικόνα 11 Sensors	62
Εικόνα 12 Power Supply	63
Εικόνα 13 Power supply for Engine wiring.....	63
Εικόνα 14 Strip Terminals.....	64
Εικόνα 15 Ηλεκτρολογικό σχέδιο εγκατάστασης.....	66
Εικόνα 16 Ηλεκτρολογικό σχέδιο Caterpillar.....	67
Εικόνα 17 Παραπομπή ηλεκτρολογικού σχεδίου	68
Εικόνα 18 Καλωδίωση πίνακα	69
Εικόνα 19 Καλωδίωση Πίνακα.....	70
Εικόνα 20 Καλωδίωση πίνακα Data.....	71
Εικόνα 21 Ηλεκτρονόμοι.....	72
Εικόνα 22 Ηλεκτρονόμοι	72
Εικόνα 23 Ασφαλειοδιακόπτες.....	73
Εικόνα 24 Κεντρική μονάδα ελέγχου κινητήρα.....	74
Εικόνα 25 Πίνακας ελέγχου H/Z	75
Εικόνα 26 Μονάδα παραγωγής PWM σήματος.....	76
Εικόνα 27 Περιστροφικός επιλογέας σήματος επιθυμητών στροφών.....	76
Εικόνα 28 Ασύρματος Δρομολογητής.....	77
Εικόνα 29 Προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής	78
Εικόνα 30 Μετατροπέας Modbus/J1939.....	86



Εικόνα 31 Οθόνη HMI	92
Εικόνα 32 Οθόνη Νο1	95
Εικόνα 33 Οθόνη Νο2.....	96
Εικόνα 34 Οθόνη N03.....	96
Εικόνα 35 Οθόνη Alarms	97
Εικόνα 36 Οθόνη Setpoints Trends	97
Εικόνα 37 Οθόνη Prelube Heater	97
Εικόνα 38 Διάγραμμα θερμοκρασίας αντιψυκτικού	98
Εικόνα 39 Διάγραμμα θερμοκρασίας σάρωσης- πιεσης σάρωσης.....	98
Εικόνα 40 Διάγραμμα τάσης τροφοδοσίας DC.....	98
Εικόνα 41 Επισήμανση Διαγνωστικών κωδικών	99
Εικόνα 42 Επισήμανση συναγεργμών	99

Πίνακας πινάκων

Πίνακας 1. Παράδειγμα Bus arbitration	41
Πίνακας 2. CAN ID Mapping.....	42
Πίνακας 3 Μπλοκ.....	53
Πίνακας 4 ASCII	53
Πίνακας 5 Καταχωρητές.....	54
Πίνακας 6 Κώδικας λειτουργίας.....	55
Πίνακας 7 Λίστα διευθύνσεων Modbus	87
Πίνακας 8 Tags.....	93
Πίνακας 9 Global Tags	94
Πίνακας 10 Λίστα οθονών	95
Πίνακας 11 Συγκεντρωτική αναφορά οθονών.....	99
Πίνακας 12 Συναγεργμοι.....	107
Πίνακας 13 Ρυθμίσεις.....	108
Πίνακας 14 Αναφορά ηλεκτρονικού ταχυδρομίου	112
Πίνακας 15 Συντομογραφίες	120



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής





**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής





ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Τηλεμετρία

1.1 Ιστορικά στοιχεία

Η τηλεμετρία είναι μία σύνθετη λέξη (τηλέ = μακρινός και metron = μετρώ) οπότε εξ ορισμού τηλεμετρία είναι η αυτοματοποιημένη διαδικασία επικοινωνίας με την οποία γίνονται μετρήσεις καθώς και συλλογή δεδομένων από απομακρυσμένα ή/και δυσπρόσιτα σημεία. Τα δεδομένα αυτά και οι μετρήσεις μεταδίδονται σ' έναν δέκτη ή αλλιώς κέντρο ελέγχου όπου εμφανίζονται, καταγράφονται και αναλύονται. Τηλεμετρία θεωρείται και η επιστήμη και η τεχνολογία αυτόματης μέτρησης και μετάδοσης δεδομένων μέσω καλωδίου, ραδιοκυμάτων ή άλλων μέσων από απομακρυσμένες πηγές όπως π.χ. από διαστημικά οχήματα. Η τηλεμετρία μας επιτρέπει να μείνουμε σ' ένα ασφαλές μέρος, το οποίο συνήθως είναι ένα κέντρο ελέγχου, ενώ η θέση που παρακολουθείται το μέρος δηλαδή όπου γίνονται οι καταγραφές και οι μετρήσεις είναι μία μη ασφαλής θέση. Από τον ορισμό προκύπτει ότι η τηλεμετρία αποτελείται από πομπό, δέκτη καθώς και κανάλι το οποίο συνδέει τα δύο προηγούμενα..

1.2 Ιστορική αναδρομή

Η λέξη τηλεμετρία δεν είχε χρησιμοποιηθεί πριν εφευρεθεί κάποιο μέσο μετάδοσης. Δεδομένου ότι ορίζεται ως η ανακοίνωση των μετρήσεων που ελήφθησαν από κάποιο απομακρυσμένο σημείο, το σύστημα τηλεμετρίας ήταν βασισμένο σε ένα καλώδιο. Η τηλεμετρία έχει τις ρίζες της στον 19ο αιώνα. Ένα από τα πρώτα κυκλώματα διαβίβασης δεδομένων αναπτύχθηκε το 1845, στα χειμερινά ανάκτορα, μεταξύ του Ρώσου Τσάρου και της έδρας του στρατού. Το 1874, Γάλλοι μηχανικοί έχτισαν ένα σύστημα αισθητήρων των καιρικών συνθηκών καθώς και του βάθους του χιονιού στο Mont Blanc, το οποίο μετέδιδε σε άμεσο χρόνο τις πληροφορίες στο Παρίσι.

Μετά την εφεύρεση του τηλέγραφου και αργότερα του τηλεφώνου, ένα από τα παλαιότερα γνωστά διπλώματα ευρεσιτεχνίας χορηγήθηκε το 1885 στις Η.Π.Α για ένα σύστημα τηλεμετρίας. Αυτά τα πρώτα συστήματα τηλεμετρίας χρησιμοποιήθηκαν από τις εταιρείες ηλεκτρικής ενέργειας για τον έλεγχο της διανομής και της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας σ' ολόκληρο το σύστημά τους.



Τα αποκαλούσαν « συστήματα εποπτείας » εξαιτίας των δυνατοτήτων ελέγχου που είχαν. Ένα από αυτά τα αρχικά συστήματα τηλεμετρίας, εγκαταστάθηκε στο Σικάγο του Ιλινόις το 1912.

Το δίκτυο αυτό, χρησιμοποιούσε τις τηλεφωνικές γραμμές της πόλης για να μεταδώσει δεδομένα από τις διάφορες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στον κεντρικό σταθμό ελέγχου. Μετά τον πρώτο Παγκόσμιο πόλεμο τα δεδομένα αυτά μεταδίδονταν μέσω των ίδιων τους των ηλεκτρικών γραμμών. Πριν από αυτό όμως το 1901, ο Αμερικανός εφευρέτης C.Michalke κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το selsyn, ένα κύκλωμα αποστολής πληροφοριών συγχρονισμένης περιστροφής σε μια απόσταση. Το 1906, ένα σύνολο σεισμικών σταθμών, χτίστηκαν τηλεμετρικά στο παρατηρητήριο Pulkonο στη Ρωσία. Η διώρυγα του Παναμά ολοκληρώθηκε το 1913 με 1914 χρησιμοποιώντας εκτεταμένα συστήματα τηλεμετρίας για την παρακολούθηση κλειδαριών καθώς και των επιπέδων του νερού.

Η ασύρματη τηλεμετρία, η οποία έκανε τις πρώτες εμφανίσεις στις ραδιοβολίσεις, αναπτύχθηκε ταυτόχρονα το 1930 από τον Robert Bureau στη Γαλλία και τον Pavel Molchanon στη Ρωσία. Το σύστημα του Molchanon διαφοροποίησε τις μετρήσεις στη θερμοκρασία και την πίεση με τη μετατροπή τους σε κώδικα Μορς. Πρόωρα Σοβιετικά συστήματα τηλεμετρικών διατάξεων του πυραύλου και του διαστήματος αναπτύχθηκαν στα τέλη της δεκαετίας του 1940. Όσον αφορά τη τηλεμετρία του χτες και του σήμερα, πρέπει να αναφέρουμε ότι παλιότερα, η δημιουργία ενός τηλεμετρικού δικτύου ήταν ένας δύσκολος στόχος που απαιτούσε την εκτενή εγκατάσταση καλωδίων, για τη διαβίβαση δεδομένων από τις συσκευές τηλεμετρίας στον κεντρικό υπολογιστή, είτε την απασχόληση πρόσθετου προσωπικού για να πραγματοποιεί την παραπάνω εργασία χειροκίνητα. Αυτές οι διαδικασίες ήταν χρονοβόρες και αντιοικονομικές ενώ το σύστημα ήταν αργό, αναξιόπιστο και συχνά επιρρεπές σε λάθη.

Την επόμενη γενιά στη συλλογή στατιστικών στοιχείων και ελέγχου συμβάντων αποτελούν οι συσκευές ασύρματης τηλεμετρίας. Το τεχνολογικό άλμα της ασύρματης τεχνολογίας εξαλείφει την ανάγκη εγκατάστασης καλωδίων ή της χειρωνακτικής συλλογής στοιχείων, μειώνοντας σημαντικά το κόστος εγκατάστασης και τις δαπάνες συντήρησης. Η διαδικασία αυτή είναι απλή και το σημαντικότερο επεκτάσιμη και η συγκέντρωση δεδομένων γίνεται σε πραγματικό χρόνο.



Οι ασύρματες μονάδες συλλογής δεδομένων μπορούν να εγκατασταθούν οπουδήποτε, οποτεδήποτε με τη συνεχή ένταξη συσκευών στο υπάρχον δίκτυο, αυτόματα και στιγμιαία. Με τον ίδιο τρόπο οι περιττές συσκευές μπορούν να αφαιρεθούν, χωρίς να διαταραχθεί η ακεραιότητα του δικτύου. Η τηλεμετρία ως επιστήμη και τεχνολογία είναι δυναμική. Εξελίσσεται συνεχώς εντάσσοντας νέες τεχνολογίες στη λειτουργία της καθώς και επεκτείνεται σε όλους τους τομείς.

Πριν από την εισαγωγή της ιδέας του SCADA στα μέσα του 20ου αιώνα, πολλά βιομηχανικά πεδία, βιομηχανικά εργοστάσια και απομακρυσμένες εγκαταστάσεις βασίστηκαν στο προσωπικό για χειροκίνητο έλεγχο και παρακολούθηση του εξοπλισμού μέσω κουμπιών και αναλογικών επιλογών. Καθώς τα βιομηχανικά πεδία και οι απομακρυσμένοι χώροι άρχισαν να αυξάνονται σε μέγεθος, απαιτούνται λύσεις για τον έλεγχο του εξοπλισμού σε μεγάλες αποστάσεις. Οι βιομηχανικές οργανώσεις άρχισαν να χρησιμοποιούν ρελέ και χρονοδιακόπτες για να παρέχουν κάποιο επίπεδο εποπτικού ελέγχου χωρίς να χρειάζεται να στέλνουν άτομα σε απομακρυσμένες τοποθεσίες για να αλληλοεπιδρούν με κάθε συσκευή. Ενώ τα ρελέ και οι χρονομετρητές λύνουν πολλά προβλήματα με την παροχή αυτοματισμού περιορισμένης λειτουργικότητας, άρχισαν να προκύπτουν περισσότερα ζητήματα, καθώς οι βιομηχανικές δομές εξακολουθούσαν να γίνονται πιο περίπλοκες. Τα ρελέ και οι χρονοδιακόπτες ήταν δύσκολο να επαναπρογραμματιστούν. Απαιτείται πιο αποτελεσματικό και πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα ελέγχου και παρακολούθησης. Στις αρχές της δεκαετίας του 1950, οι υπολογιστές αναπτύχθηκαν αρχικά και χρησιμοποιήθηκαν για σκοπούς βιομηχανικού ελέγχου. Ο εποπτικός έλεγχος άρχισε να γίνεται δημοφιλής μεταξύ των μεγάλων επιχειρήσεων κοινής ωφελείας, των αγωγών πετρελαίου και φυσικού αερίου και άλλων βιομηχανικών αγορών εκείνης της εποχής.

Στη δεκαετία του 1960, η τηλεμετρία καθιερώθηκε για την παρακολούθηση, η οποία επέτρεψε στις αυτοματοποιημένες επικοινωνίες να μεταδίδουν μετρήσεις και άλλα δεδομένα από απομακρυσμένες περιοχές με εγκατεστημένο εξοπλισμό παρακολούθησης. Ο όρος SCADA δημιουργήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1970 και η άνοδος των μικροεπεξεργαστών και PLC κατά τη διάρκεια αυτής της δεκαετίας αύξησε την ικανότητα των επιχειρήσεων να παρακολουθούν και να ελέγχουν τις αυτοματοποιημένες διαδικασίες

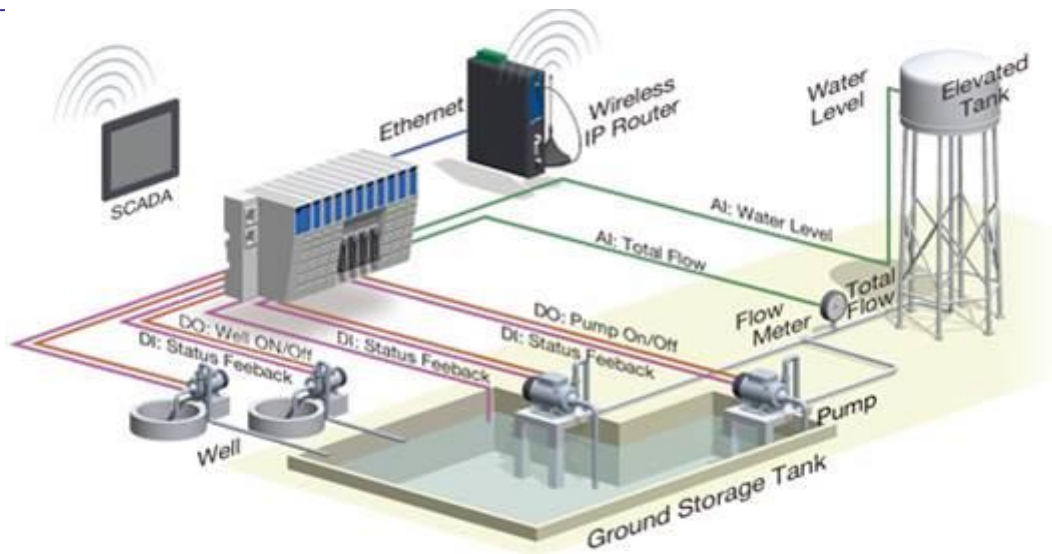


περισσότερο από ποτέ. Τα δίκτυα, όπως τα γνωρίζουμε σήμερα, δεν ήταν διαθέσιμα και κάθε σύστημα SCADA ήταν αυτόνομο.

Αυτά τα συστήματα ήταν αυτά που τώρα θα αναφέρονται ως μονολιθικά συστήματα SCADA. Στη δεκαετία του '80 και του '90, η SCADA εξακολούθησε να εξελίσσεται χάρη στα μικρότερα συστήματα υπολογιστών, στην τεχνολογία τοπικής δικτύωσης (LAN) και στο λογισμικό HMI με H / Y.

Τα συστήματα SCADA σύντομα ήταν σε θέση να συνδεθούν με άλλα παρόμοια συστήματα. Πολλά από τα πρωτόκολλα LAN που χρησιμοποιούνται σε αυτά τα συστήματα ήταν ιδιόκτητα, τα οποία έδωσαν στους προμηθευτές τον έλεγχο του τρόπου βελτιστοποίησης της μεταφοράς δεδομένων. Δυστυχώς, αυτά τα συστήματα ήταν ανίκανα να επικοινωνούν με συστήματα άλλων προμηθευτών. Αυτά τα συστήματα ονομάζονταν κατακεκολλημένα συστήματα SCADA.

Στη δεκαετία του 1990 και στις αρχές της δεκαετίας του 2000, βασιζόμενη στο μοντέλο του κατακεκολλημένου συστήματος, η SCADA υιοθέτησε μια διαδοχική αλλαγή υιοθετώντας μια αρχιτεκτονική ανοικτού συστήματος και πρωτόκολλα επικοινωνιών που δεν εξειδικεύονται μόνο για κάποιον προμηθευτή. Αυτή η επανάληψη του SCADA, που ονομάζεται δίκτυο SCADA, εκμεταλλεύτηκε τις τεχνολογίες επικοινωνιών όπως το Ethernet. Τα δικτυωμένα συστήματα SCADA επέτρεψαν συστήματα από άλλους προμηθευτές να επικοινωνούν μεταξύ τους, ελαχιστοποιώντας τους περιορισμούς που επιβλήθηκαν από παλαιότερα συστήματα SCADA και επιτρέποντας σε οργανισμούς να συνδέουν περισσότερες συσκευές στο δίκτυο.



Εικόνα 1. Εφαρμογές SCADA σε βιομηχανία

Τα συστήματα SCADA είναι κατάλληλα εξοπλισμένα για να διαχειρίζονται από μεγάλες γεωγραφικές περιοχές. Πρόκειται για τεχνολογία που ακόμη βρίσκονται σε αναπτύσσεται. Το σύστημα χρειάζεται μόνιμους σταθμούς και αισθητήρες που συλλέγουν δεδομένα σε κάθε σημείο της εφαρμογής. Επίσης, χρειάζεται ένα κεντρικό σημείο διαχείρισης όλων των δεδομένων. Το κεντρικό σύστημα μπορεί να είναι πολλά χιλιόμετρα μακριά από το σημείο όπου συλλέγονται τα δεδομένα.

1.3 Τύποι εφαρμογών

Τα συστήματα SCADA χρησιμοποιούνται από βιομηχανικούς οργανισμούς και εταιρείες του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα για τον έλεγχο και τη διατήρηση της αποτελεσματικότητας, τη διανομή δεδομένων για πιο έξυπνες αποφάσεις και την επικοινωνία με θέματα του συστήματος για να συμβάλλουν στην άμβλυνση των διακοπών. Τα συστήματα SCADA λειτουργούν καλά σε πολλούς διαφορετικούς τύπους επιχειρήσεων, καθώς μπορούν να κυμαίνονται από απλές εφαρμογές έως μεγάλες, σύνθετες εγκαταστάσεις. Τα συστήματα SCADA αποτελούν τη ραχοκοκαλιά πολλών σύγχρονων βιομηχανιών για παράδειγμα μεγάλες εταιρείες εφαρμόζουν το συστήματα αυτό για το δίκτυο διανομής νερού, φυσικού αερίου, πετρελαιοαγωγών ή για το δίκτυο των υπονόμων. Καταγράφουν την παροχή και τα



επίπεδα πίεσης στα διάφορα σημεία του δικτύου. Η ρύθμιση περιβαλλοντικών παραμέτρων στα κέντρα εργασιών ενός οργανισμού όπου συλλέγουν δεδομένα θερμοκρασίας, φωτισμού και κίνησης ατόμων, ρύθμισης του κεντρικού κλιματισμού ή άλλων συστημάτων στα κτήρια του οργανισμού. Επιπλέον ο έλεγχος παραγωγής γίνεται με καταγραφή δεδομένων αποθήκευσης, αυτόματης ρύθμισης της παραγωγής και της υλοποίησης ελέγχου ποιότητας. Σχεδόν παντού στην σύγχρονη εποχή, υπάρχει κάποιο είδος συστήματος SCADA που τρέχει πίσω από κάθε αυτοματοποιημένη λειτουργία.

1.4 Κύριες λειτουργίες Scada System

Οι κύριες λειτουργίες ενός συστήματος SCADA είναι οι ακόλουθες:

- Συλλογή δεδομένων από τα PLCs και τις Απομακρυσμένες Τερματικές Μονάδες (RTU).

Όλα τα επιθυμητά σήματα μεταδίδονται προς το σύστημα SCADA μέσω του δικτύου βιομηχανικού αυτοματισμού.

- Αποθήκευση των πληροφοριών στη βάση δεδομένων και αναπαράστασή τους μέσω γραφημάτων. Οι επιλεγμένες πληροφορίες αναπαρίστανται είτε αυτούσιες είτε έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία.

- Ανάλυση δεδομένων και ειδοποίηση του προσωπικού σε περιπτώσεις σφάλματος. Όταν τα δεδομένα πάρουν τιμές μη κανονικές το σύστημα SCADA ειδοποιεί με οπτική ή ακουστική σήμανση τους χειριστές, ώστε να αποφευχθούν δυσάρεστες επιπτώσεις.

- Έλεγχος κλειστού βρόχου διεργασιών. Υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής τεχνικών ελέγχου, αυτόματες ή χειροκίνητες.

- Γραφική απεικόνιση των τμημάτων της διεργασίας σε μιμικά διαγράμματα και παρουσιάσεις των δεδομένων σε ενεργά πεδία. Τα μιμικά διαγράμματα απεικονίζουν ρεαλιστικά τμήματα της διεργασίας με στόχο την ευκολότερη εποπτεία και την κατανόηση των δεδομένων από τους χειριστές του συστήματος.

- Καταγραφή όλων των συμβάντων κανονικών και μη για την δημιουργία ιστορικού αρχείου. Σε κάθε βιομηχανία υπάρχει καταγραφή όλων των κρίσιμων παραμέτρων. Παλιότερα γινόταν με χειρόγραφο καταγραφή, ενώ σήμερα την ευθύνη αυτή έχει αναλάβει η βάση δεδομένων του συστήματος SCADA.



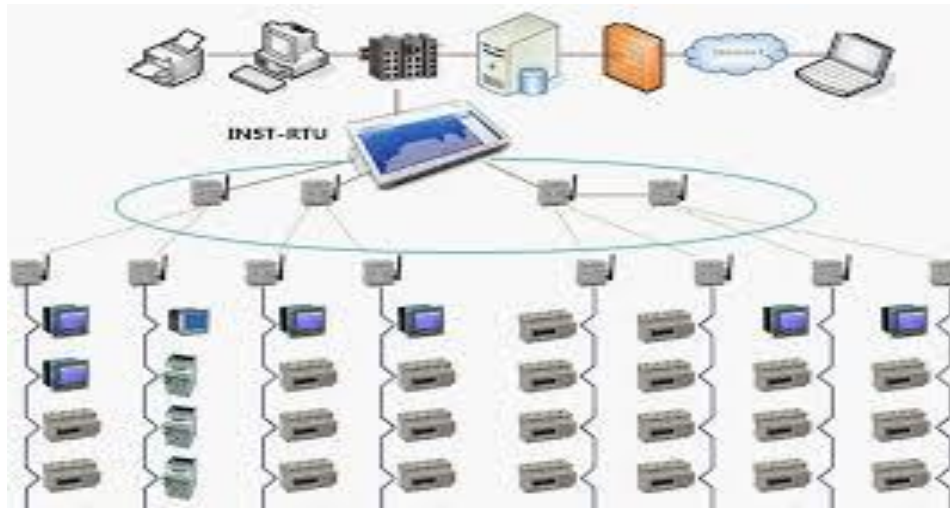
- Υποστήριξη διπλού υπολογιστικού συστήματος με αυτόματη εναλλαγή, αν αυτό κρίνεται σκόπιμο βάση της υπό έλεγχο διεργασίας. Σε διεργασίες υψηλής επικινδυνότητας πρέπει να ελαχιστοποιηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η εμφάνιση σφάλματος λόγω βλάβης του εξοπλισμού. Για τον λόγο αυτό τα συστήματα SCADA υποστηρίζουν δεύτερο υπολογιστικό σύστημα που αναλαμβάνει σε περίπτωση σφάλματος.
- Μεταφορά δεδομένων σε άλλα τμήματα του κεντρικού συστήματος πληροφόρησης και διαχείρισης. • Έλεγχος της πρόσβασης χειριστών στα διάφορα υποσυστήματα του συστήματος SCADA.
- Ειδικές εφαρμογές λογισμικού όπως εκτέλεση κώδικα C++ ή ανάπτυξη ευφυών συστημάτων.

1.5 Επιμέρους στοιχεία συστήματος Scada

- Αισθητήρες (ψηφιακοί ή αναλογικοί) και ηλεκτρονόμοι: Η Ανίχνευση είναι μια διαδικασία που επιβεβαιώνει την αλλαγή στη θέση ενός αντικείμενου σε σχέση με το περιβάλλον του ή την αλλαγή στον περιβάλλοντα χώρο σε σχέση με ένα αντικείμενο. Αυτή η ανίχνευση μπορεί να επιτευχθεί και από μηχανικές (πλήκτρα σε πληκτρολόγιο) αλλά και από ηλεκτρονικές (κάμερα, μικρόφωνο, υπέρυθρες, Laser) μεθόδους. Η ανίχνευση μπορεί είτε να πάρει διακριτές τιμές, δηλαδή εφόσον υπήρχε κίνηση ή όχι (1 ή 0), ή μπορεί να αποτελείται από ανίχνευση μεγέθους που μπορεί να μετρήσει και να ποσοτικοποιήσει τη δύναμη ή την ταχύτητα της κίνησης αυτής ή το αντικείμενο που το δημιούργησε. Ουσιαστικά είναι συσκευές εισόδου/εξόδου που καταχωρούν δεδομένα και ελέγχουν διαδικασίες.
- Απομακρυσμένες Μονάδες Τηλεμετρίας (Remote Telemetry Units – RTUs). Το απομακρυσμένο σύστημα τηλεμετρίας είναι ένα σύστημα διαχείρισης στόλου το οποίο δίνει δυνατότητες απομακρυσμένου ελέγχου ενός ή περισσότερων μονάδων καταγράφοντας τη θέση σε πραγματικό χρόνο (οπουδήποτε και αν βρίσκεται αυτό) με την βοήθεια ειδικών συσκευών που βρίσκονται εγκατεστημένες. Ο χειρισμός των συσκευών και η

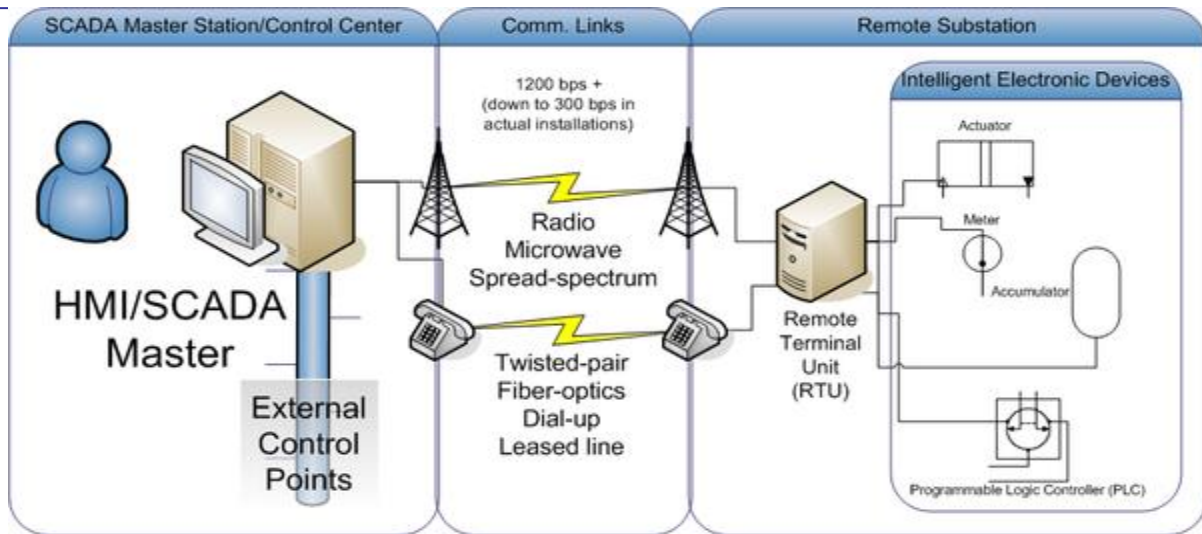


παρακολούθηση γίνεται από ειδική εφαρμογή που εκτελείται από υπολογιστικές μονάδες που τοποθετούνται στο πεδίο, ώστε να επικοινωνούν με τους αισθητήρες. Δίνουν αναφορά στην κεντρική μονάδα SCADA. Μπορούν να μεταφερθούν εντολές ελέγχου προς τους ηλεκτρονόμους και τους αισθητήρες.



Εικόνα 2. Απομακρυσμένη μονάδα τηλεμετρίας

- Κύριες Μονάδες SCADA (Master Units) Είναι οι βασικές μονάδες με τις οποίες επικοινωνεί ο χρήστης και κατέχουν την κεντρική μονάδα του υπολογιστικού συστήματος . Ο χρήστης συνδέεται μέσω κατάλληλου δικτυακού λογισμικού με όλες τις απομακρυσμένες μονάδες. Όταν ανιχνεύσει μια σημαντική μεταβολή ή όταν υπερβεί κάποιο όριο, ξεκινά επικοινωνία με την εξαρτημένη μονάδα και μεταφέρει δεδομένα. Το σύστημα είναι σχεδιασμένο να ανιχνεύει σφάλματα και να αντιμετωπίζει επιτυχώς τις συγκρούσεις στη μεταφορά δεδομένων. Πριν μια μονάδα μεταφέρει δεδομένα στην κύρια μονάδα, πρέπει πρώτα να ελέγξει αν κάποια άλλη μονάδα μεταφέρει εκείνη τη στιγμή δεδομένα. Αν κάποια άλλη μονάδα μεταδίδει δεδομένα, απαιτείται κάποιος μορφής χρονοκαθυστέρηση πριν ξαναπροσπαθήσει.



Εικόνα 3. Απομακρυσμένος έλεγχος χρήστη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές (P.L.C)

2.1 Ιστορική αναδρομή P.L.C

Είναι γεγονός πλέον πως ο 20ος αιώνας αποτελεί τον αιώνα ο οποίος σηματοδεύτηκε από πληθώρα επιτευγμάτων των οποίων η χρήση επέφερε πολλές αλλαγές στον κόσμο όπως τον γνωρίζουμε μέχρι σήμερα. Πολλά από τα αυτόματα συστήματα τα οποία σήμερα θεωρούμε

ασήμαντα ή εύκολα ή δεδομένα πριν από ένα σημαντικό αριθμό ετών αποτελούσαν όνειρο, ενώ ακόμα παλαιότερα υπήρχαν μόνο στην φαντασία των τότε ανθρώπων. Αρχικά ο ηλεκτρισμός όταν ανακαλύφθηκε και στην συνέχεια όταν διαδόθηκε τον 20ο αιώνα χάρισε την ενέργεια στις πόλεις, σε σπίτια αλλά και χώρους εργασίας, με αποτέλεσμα ο φωτισμός να αλλάξει σε σημαντικό βαθμό την ζωή του ανθρώπου. Ακόμα δύο πολύ σημαντικά επιτεύγματα, η τηλεόραση και το ραδιόφωνο, συντέλεσαν σε σημαντικές αλλαγές στην κοινωνία κατά τον ίδιο αιώνα. Ο τρόπος ζωής σε όλο τον πλανήτη άλλαξε προς το καλύτερο, νέοι κανόνες εισήχθησαν στους τρόπους ενημέρωσης και διασκέδασης, ακόμα και στις πολιτικές διαδικασίες (Bennett, 1979). Ένα από τα πρώτα αυτόματα ήταν ο ασύρματος τηλεγράφος, ενώ από τα πιο σύγχρονα αυτόματα αποτελούν τα δορυφορικά συστήματα τα οποία έχουν αναπτυχθεί σε σημαντικό βαθμό προσφέροντας απίστευτες ικανότητες



ψυχαγωγίας στους ανθρώπους σε όλον τον κόσμο. Στο σημείο αυτό φυσικά δεν θα μπορούσαμε να παραβλέψουμε το τηλέφωνο το οποίο εφευρέθηκε τον 19ο αιώνα, αλλά η διάδοση του ήταν παρατεταμένη και γρήγορη με αποτέλεσμα σήμερα να αποτελεί τον κύριο τρόπο επικοινωνίας μεταξύ των ανθρώπων του πλανήτη. Πρόκειται για μια σημαντική εφεύρεση η οποία αναπτύχθηκε περαιτέρω με την ανάπτυξη των πρώτων δικτύων επικοινωνιών, και στην συνέχεια αυτή των οπτικών ινών και των δορυφόρων (Landes, 1969). Ακόμα οι οικιακές συσκευές και η εξέλιξη τους στον 20ο αιώνα μετέβαλαν αναξιόλογα τον τρόπο ζωής του ανθρώπου, αφού μείωναν τον χρόνο που απαιτούνταν αλλά και τον κόπο (προσπάθεια) που εσώκλειαν οι καθημερινές δουλειές του σπιτιού. Σήμερα οι τελευταίες τεχνολογίας 9 ηλεκτρικές κουζίνες έχουν κεραμικές εστίες και πλήθος αυτοματισμών οι οποίες αποσκοπούν στην χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας και στην ασφάλεια. Στο θέμα της ασφάλειας για παράδειγμα η λειτουργία των εστιών διακόπτεται μόλις περάσει ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Επιπλέον πολλές από αυτές διαθέτουν πλήκτρα ασφαλείας τα οποία αποτρέπουν από τυχόν ενεργοποίηση από παιδιά. Παράλληλα η ύπαρξη ενός κεντρικού διακόπτη με λειτουργίες «pause» και «stop» προσφέρει το εφικτό να σβήνει γρήγορα και με άνεση η βάση εστιών σε ενδεχόμενο ανάγκης, καθώς η λειτουργία μνήμης δίνει την δυνατότητα να αποθηκεύονται αυτόματα οι ρυθμίσεις για το μαγείρεμα. Τέλος η ύπαρξη χρονοδιακόπτη καθορίζει τον χρόνο που θα λειτουργεί η κουζίνα (Bennett, 1993). Όλα τα παραπάνω αποτελούν μόνο λίγα θέματα πάνω στην εξέλιξη των αυτόματων οικιακών συσκευών οι οποίες παίζουν πού σημαντικό ρόλο σε ένα καθημερινό σπίτι. Σαφώς η ύπαρξη τους έχει μεταβάλλει

σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα ζωής του καθημερινού ανθρώπου ενώ η εξέλιξη αυτή συνοδεύεται από σημαντικότερη αύξηση στην ζήτηση για ενέργεια, δεδομένου ότι όλες αυτές οι ηλεκτρικές συσκευές είναι ενεργοβόρες. Από τα αρχαία ακόμα χρόνια οι αυτοματισμοί ενώνουν το τεχνικό όραμά, το όραμα των ανθρώπων να παρασκευάσουν μηχανές αυτοκίνητες, οι οποίες θα ενεργούν χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση, δηλαδή σαν αληθινά όντα, κάνοντας χρήση της εξελιγμένης και εφαρμοσμένης τεχνολογίας την εκάστοτε εποχής. Από τους πρώτους αυτοματισμούς της αρχαιότητας ήταν οι αυτόματες πύλες ναού, το ωρολόγιο του Κτησίβιου, ο έλεγχος ροής κατά τον Κτησίβιο, ο έλεγχος στάθμης υγρού κατά τον Ήρωνα, το νυχτερινό ωρολόγιο του Πλάτωνα, και πολλά άλλα. Μετά την αρχαιότητα θα



δούμε ότι ακόμη και στην εποχή του μεσαίωνα εξελίχθηκαν και υλοποιήθηκαν ορισμένες θεμελιώδεις κατασκευές οι οποίες αν και λίγες είναι καίριες εφευρέσεις. Ο Μεσαίωνας είναι εκείνη η χρονική περίοδος στην ιστορία της Ευρώπης η οποία κράτησε περίπου χίλια χρόνια και τοποθετείται στο ενδιάμεσο του αρχαίου και του σύγχρονου κόσμου μεταξύ του ελληνορωμαϊκού και του σύγχρονου ευρωπαϊκού 10 πολιτισμού. Στην ουσία η περίοδος του Μεσαίωνα χωρίζεται σε τρεις επιμέρους εποχές. Η πρώτη είναι η πρώιμη εποχή η οποία κρατάει περίπου μέχρι το 1000 μ.Χ. και εκδηλώνεται μέσω των συνεχών μετακινήσεων νέων λαών (μέχρι τις αρχές του 8ου αιώνα). Η δεύτερη είναι η μετονομαζόμενη μέση εποχή, η οποία διαρκεί από το 1000 μέχρι περίπου το 1300, και είναι χαρακτηριστική της δημιουργίας των πόλεων, της ανάπτυξης και εξέλιξης του εμπορίου, της συσπείρωσης των επαγγελματιών και τέλος την δημιουργία και θεμελίωση των πρώτων πανεπιστημίων στη Δύση και, αφετέρου, από την πολιτική, οικονομική και κοινωνική παρακμή της Ανατολικής (βυζαντινής) Αυτοκρατορίας ή ό,τι είχε απομείνει

από αυτή. Την ύστερη εποχή, από το έτος 1300 μ.Χ. μέχρι το 1492 μ.Χ., έτος ανακάλυψης της Αμερικής από τους Ευρωπαίους (Bennett, 1993). Στο κομμάτι της Επιστήμης και της Τεχνικής, δεν υπήρξαν στασιμότητες, πρωτίστως κατά τον ύστερο Μεσαίωνα, καθώς σε αυτήν την χρονική περίοδο υλοποιήθηκαν κάποιες ουσιώδεις κατασκευές με αποτέλεσμα να προκύψουν μερικές αλλά σημαντικές εφευρέσεις. Κάνοντας μια σύγκριση του εύρους και του μεγέθους των εξελίξεων πριν και μετά από αυτά τα χίλια χρόνια, μπορούμε να πούμε πως οι εξελίξεις και οι καινοτομίες στον ύστερο Μεσαίωνα δεν ήταν και τόσο σημαντικές, αναγνωρίζεται παρ' αυτά πως είναι αυτές, στις οποίες στηρίχθηκαν οι ερευνητές της μεταγενέστερης εποχής προκειμένου να οικοδομήσουν τη ραγδαία πρόοδο της επιστήμης και

των εφαρμογών της που ακολούθησαν (Deligiannis and Manesi, 2005). Παρότι δεν υπήρξαν κατά την εποχή του Μεσαίωνα έργα συγκρίσιμα με εκείνα της Αρχαιότητας και της Αναγέννησης, δεν είναι απαρατήρητο το ότι οι διάφοροι πρωτοπόροι μηχανικοί έγραψαν οράματα της εποχής του 13ου αιώνα όπως επίσης και προβλέψεις για το μέλλον. Ο κόσμος της εποχής του πρώιμου Μεσαίωνα ήταν τα υπολείμματα της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας, περιτριγυρισμένα από διάφορους λαούς, οι 11 οποίοι κάποιες φορές ενσωματώνονται και συμμετέχουν στη θεμελίωση πολιτισμού και κάποιες φορές απλώς απομυζούν. Με τη άσειστα πτωτική πορεία της Ανατολής, κυρίως έπειτα από την παρουσία των Αράβων ως



βασικής δύναμης, στη Δύση αναδείχθηκε, μέσα στις αισθητές γεωγραφικές συνθήκες και τους κοινωνικούς συσχετισμούς οι οποίοι είχαν διαμορφωθεί, μέσα από πολλαπλές αντινομίες και συγκρούσεις αιώνων, ένας νέος πολιτισμός (Constable and Somerville, 1964). Στο κομμάτι του τεχνολογικού τομέα ξεκινάει να ριζώνει αυτός ο πολιτισμός κατά τη μέση και ύστερη μεσαιωνική εποχή κυρίως μέσω της δημιουργίας πόλεων και την κατασκευής μνημειωδών κτηρίων και αποστραγγιστικών καναλιών στα βορειοδυτικά παράλια. Προκειμένου να κατασκευαστούν όλα τα παραπάνω χρειάστηκε να προϋπάρξει η δημιουργία σημαντικών μηχανημάτων (γερανοί, ανεμόμυλοι και υδρόμυλοι, αντλίες κ.ά.) (Landes, 1969). Ακόμα μία σημαντική εφεύρεση του μεταγενέστερου Μεσαίωνα η οποία έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της τεχνολογίας αποτελούν τα μηχανικά ρολόγια, που με την σειρά τους καταστήθηκαν ως τα πρώτα ακριβή όργανα μετρήσεως στα χέρια των ερευνητών, αλλά αποτέλεσαν και την απαρχή για την ανάπτυξη της λεπτομηχανικής. Αυτός ο πολιτισμός διαδόθηκε βαθμιαία, σε ολόκληρο τον κόσμο όπως τον γνωρίζουμε σήμερα και ονομάζεται «ευρωπαϊκός» ή «δυτικός».

Εντυπωσιακό είναι το γεγονός ότι σε αυτή τη ξεχωριστή πορεία την οποία ακολούθησαν Ανατολή και Δύση, ακόμα και τις τελευταίες δεκαετίες πριν από την τελική παρακμή των κατάλοιπων του ανατολικού κράτους, οι ηγετικές εξουσίες του Βυζαντίου, κυρίως οι εκκλησιαστικοί κύκλοι και οι εξαρτημένοι από αυτούς πολιτικοί και οικονομικοί παράγοντες, αντεπεξέρχονταν με υπεροψία, αλαζονεία και περιφρόνηση προς την Δύση αποδίδοντας τους, τους χαρακτηρισμούς διανοούμενους, βάρβαρους και αγροίκους. Αυτού του είδους οι χαρακτηρισμοί είχαν διαδοθεί από τους προηγούμενους αιώνες και είχαν διατηρηθεί ως στερεότυπα, λόγω 12 μειωμένης επικοινωνίας και έλλειψης κατανόησης για τα τεκταινόμενα στη Δύση. Ο Μεσαίωνας όμως περιλαμβάνει την εφεύρεση της τυπογραφίας, η οποία άλλαξε εκ βάθρων τις διαδικασίες αναπαραγωγής και διάδοσης της γνώσης και με την έναρξη των

μεγάλων θαλασσοποριών και τη δημιουργία αποικιών στην Ασία, την Αφρική και την Αερική (Dorf, 2003). Η εκμετάλλευσή των αποικιών και το δουλεμπόριο οδήγησαν στη συσσώρευση πλούτου στα κράτη της Ευρώπης, ο οποίος πλούτος υποβοήθησε τις εξελίξεις στην πολιτική, την οικονομία και την κοινωνία, αλλά κυρίως, όσον αφορά αυτή τη μελέτη, στην επιστήμη, τις τέχνες και τα γράμματα. Τα αυτόματα είχαν ήδη κυρίαρχο ρόλο στη βιομηχανία κυρίως στο κομμάτι των τυποποιημένων και επαναλαμβανόμενων εργασιών. Στο ξεκίνημα της αποκαλούμενης χρυσής εποχής της Ισλαμικής επιστήμης, η οποία



διήρκεσε από τον 8ο μέχρι και τον 13ο αιώνα οι λόγιοι της Μέσης Ανατολής έκαναν μετάφραση στην αραβική γλώσσα τα επιστημονικά και φιλοσοφικά κείμενα, μέσα από τα οποία είχαν διατηρηθεί τα συγγράμματα θρυλικών Ελλήνων όπως ο Αρχιμήδης, ο Αριστοτέλης, ο Κτησίβιος, ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς και ο Φίλων ο Βυζάντιος. Μέσα από την πρόσβαση σε αυτές και σε άλλες πηγές, η Ισλαμική Αυτοκρατορία που εξαπλωνόταν από την περιοχή της Ισπανίας κατά μήκος της Βόρειας Αφρικής και της Μέσης Ανατολής, μέχρι το Αφγανιστάν κέρδισε την ενημέρωση και την γνώση που της παραχώρησε τα προσόντα να κατασκευάσει αυτόματες μηχανές (Bennett, 1993). Προχωρώντας λίγα χρόνια αργότερα και πηγαίνοντας στην βιομηχανική εποχή τα πρώτα συστήματα αυτοματισμού τότε ήταν μηχανικά συστήματα, δηλαδή έκαναν χρήση δομικών στοιχείων τα οποία είχαν κατάλληλα στερεά εξαρτήματα όπως μοχλούς, τροχούς, κ.α (Bennett, 1979). Αυτά τα μηχανικά συστήματα υπερίσχυαν χρονικά έως και το πρώτο τέταρτο του αιώνα μας. Στην σημερινή εποχή ωστόσο έχουν μόνο ιστορική αξία, παρότι κάποιες φορές συναντάμε μηχανικά εξαρτήματα μέσα σε άλλα είδη αυτομάτων (Jerome, 1934).

Τα μηχανικά συστήματα, παρ' όλο που έκαναν χρήση απλών μηχανικών εξαρτημάτων, καταφέρναν να φέρουν ιδιαίτερη αποτελεσματικότητα και δυνατότητες. Οι αυτόματες εργαλειομηχανές, οι οποίες έκαναν την εμφάνισή τους κατά την 2η δεκαετία του αιώνα μας, τελούσαν σχεδόν ότι και οι σημερινές προγραμματιζόμενες εργαλειομηχανές αλλά με μηχανικά αποκλειστικά εξαρτήματα και πολλές από αυτές είναι ακόμα σε χρήση, ενώ μέχρι και σχετικά πρόσφατα εξακολουθούσαν να κατασκευάζονται (Constable and Somerville, 1964).

Η εξέλιξη των αυτοματισμών και η μετάβαση στους Προγραμματιζόμενους Λογικούς Ελεγκτές Η εξέλιξη των αυτοματισμών, όπως ήταν αναμενόμενο, συνόδευσε την πορεία εξέλιξης της τεχνολογίας. Οι πρώτοι αυτοματισμοί ήταν καθαρά μηχανικοί, όλοι οι έλεγχοι δηλαδή καθοριζόταν από την κίνηση γραναζιών και μοχλών. Το μεγάλο άλμα στους αυτοματισμούς έγινε με τη χρήση του ηλεκτρισμού. Το κύριο εξάρτημα των ηλεκτρολογικών

αυτοματισμών είναι ο ηλεκτρονόμος (Κρανάς και Δασκαλόπουλος, 2009). Μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο αρχίζει η ηλεκτρονική εποχή. Ήδη από τις αρχές του 20ου αιώνα έχουμε τις πρώτες ηλεκτρονικές συσκευές, το ραδιόφωνο και, αργότερα, την τηλεόραση, τους ασύρματους και τα ραντάρ. Το κύριο εξάρτημα αυτών των συσκευών ήταν η ηλεκτρονική λυχνία. Η ανακάλυψη του τρανζίστορ το 1950 ήταν η αρχή της ηλεκτρονικής



επανάσταση των ημιαγωγών (Petruzella, 2009). Το θαυματουργό αυτό στοιχείο αντικατέστησε την ακριβή, ογκώδη και ενεργειοβόρα ηλεκτρονική λυχνία και έκανε τις ηλεκτρονικές συσκευές μικρότερες, εύκολες στην κατασκευή και απείρως πιο φθηνές (International Electrotechnical Commission, 2003). Το 1945 κατασκευάστηκε ο πρώτος ηλεκτρονικός υπολογιστής, ο ENIAC, ο οποίος χρησιμοποιούσε λυχνίες. Ο ENIAC δεν θύμιζε σε τίποτα τους σημερινούς υπολογιστές, ήταν ένα ολόκληρο εργοστάσιο το οποίο έλυνε μαθηματικές εξισώσεις. Μετά το 1950 και με τη χρήση των τρανζίστορ έχουμε τους πρώτους πραγματικούς υπολογιστές, οι οποίοι χρησιμοποιούνται κυρίως στο θέμα της μηχανογράφησης, δηλαδή στην αποθήκευση και διαχείριση μεγάλων αρχείων δεδομένων (Thapaetal, 2006). 15 Στις αρχές της δεκαετίας του '80 οι εταιρείες παραγωγής ηλεκτρολογικού υλικού εμφανίζουν στους μηχανικούς και τεχνικούς της βιομηχανίας ένα νέο προϊόν αυτοματισμού, το οποίο ονόμασαν P.L.C. Η πλήρης ονομασία αυτής της νέας συσκευής είναι Programmable Logic Controller (Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής).

Οι εταιρείες δεν χρησιμοποίησαν αρχικά στην αγορά την πλήρη ονομασία, μιλώντας απλά για P.L.C., πράγμα που ίσως έγινε έντεχνα για να μην τρομάξουν το τεχνικό κατεστημένο της βιομηχανίας (Petruzella, 2000). Το P.L.C. δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένας μικροϋπολογιστής, κατάλληλα προσαρμοσμένος ώστε να χρησιμοποιείται για τη λειτουργία αυτοματισμών. Τα P.L.C. προορίζονταν να αντικαταστήσουν τον κλασικό πίνακα αυτοματισμού με τους ηλεκτρονόμους. Όπως γίνεται εύκολα κατανοητό μιλάμε για μια τεράστια αλλαγή στον τρόπο που μέχρι τότε δούλευε η βιομηχανία, δηλαδή έπρεπε να περάσει κατευθείαν από τους ηλεκτρονόμους στους υπολογιστές. Σήμερα, τα P.L.C. έχουν εξελιχτεί πάρα πολύ σε σχέση με τα πρώτα μοντέλα της δεκαετίας του '80. Και βέβαια το προσωπικό της βιομηχανίας έχει εκπαιδευτεί κατάλληλα στον χειρισμό και προγραμματισμό τους (Hughes, 2011). Σήμερα ένας ηλεκτρολόγος πρέπει να γνωρίζει στοιχειώδη πράγματα από τα ηλεκτρονικά και τις βασικές αρχές των υπολογιστών, αλλιώς θα είναι πολύ δύσκολο να διαβάσει και να καταλάβει ακόμη και το πιο απλό εγχειρίδιο ενός P.L.C.. Η χρήση των P.L.C. παρέχει πάρα πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τον κλασικό αυτοματισμό. Η καθολική όμως γενίκευση της

χρήσης τους δεν οφείλεται μόνο στα πλεονεκτήματα που παρέχουν στον τελικό χρήστη. Η χρήση των P.L.C. σε σχέση με τον κλασικό αυτοματισμό συμφέρει πρώτιστα στις εταιρείες που παράγουν είδη αυτοματισμού (Thapaetal, 2012).



2.2 Ορισμός P.L.C

Ο Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής (PLC) είναι μια ειδική συσκευή, η οποία έρχεται να αντικαταστήσει στον πίνακα του κλασικού αυτοματισμού όλους τους βοηθητικούς ηλεκτρονόμους, τα χρονικά και τους απαριθμητές (Deligiannis and Manesis, 2004). Αντί για την κατασκευή ενός πίνακα με πολύπλοκες συνδεσμολογίες μεταξύ των παραπάνω υλικών, που έχουμε στον κλασικό αυτοματισμό, με την χρήση του PLC η λειτουργία του αυτοματισμού "προγραμματίζεται" μέσω μιας ειδικής συσκευής (προγραμματιστή) ή μέσω ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή με τη βοήθεια ειδικού λογισμικού. Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές είναι διατάξεις ελέγχου, των οποίων ο τρόπος λειτουργίας δεν είναι προκαθορισμένος από τον κατασκευαστή αλλά μπορεί να αλλάξει με κατάλληλο προγραμματισμό.

Κατασκευάζεται από την μονάδα τροφοδοσίας που τροφοδοτεί τις εσωτερικές τάσεις για την τροφοδοσία των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, που υπάρχουν μέσα στο P.L.C, την μονάδα επεξεργασίας που εκτελεί όλες τις λειτουργίες του προγραμματιζόμενου ελεγκτή και τέλος τις μονάδες των εισόδων και των εξόδων που αποτελούν τις μονάδες επικοινωνίας της κεντρικής μονάδας με τον έξω κόσμο.

Με βάση την κατασκευή τους τα PLC κατατάσσονται σε δυο βασικές κατηγορίες. Τα modular PLC είναι τέτοια ώστε κάθε μονάδα (module) είναι ξεχωριστή και συνδέονται όλες μαζί πάνω σε πλαίσιο τοποθέτησης. Είναι επεκτάσιμα και χρησιμοποιούνται συνήθως όταν έχουμε μεγάλο αριθμό εισόδων και εξόδων. Τα compact είναι PLC που όλα τα επιμέρους στοιχεία, που τα απαρτίζουν είναι ενσωματωμένα σε μια συσκευή. Είναι περιορισμένων δυνατοτήτων καθώς έχουν περιορισμένο αριθμό εισόδων και εξόδων, όλες με τα ίδια χαρακτηριστικά, καθώς και μικρό αριθμό χρονικών και απαριθμητών. Υπάρχει δυνατότητα περιορισμένης επέκτασης.

Τα στάδια εργασίας για το σχεδιασμό και την κατασκευή ενός αυτοματισμού στην προγραμματιζόμενη λογική είναι τα εξής (Κρανάς και Δασκαλόπουλος, 2001):

1. Περιγραφή τους αυτοματισμού.
2. Ανάπτυξη του σχεδίου εφαρμογής του πίνακα (σχέδιο καλωδίωσης).
3. Κατασκευή του πίνακα της εγκατάστασης.



4. Ανάπτυξη του προγράμματος λειτουργίας του αυτοματισμού και εισαγωγή του προγράμματος στο PLC μέσω του προγραμματιστή.

5. Εγκατάσταση και σύνδεση στους ακροδέκτες (κλέμες) του πίνακα των αισθητήρων που δίνουν τις πληροφορίες (είσοδοι) και των συσκευών (αποδεκτών) που εκτελούν τις εργασίες (έξοδοι).

6. Δοκιμή λειτουργίας της εγκατάστασης.

7. Πλήρης λειτουργία του αυτοματισμού. Παρατηρούμε ότι τα στάδια, τα οποία αλλάζουν στις εργασίες σχεδιασμού και κατασκευής ενός αυτοματισμού, όταν χρησιμοποιούμε την προγραμματιζόμενη λογική, είναι τα 2, 3 και 4. Αντί για την κατασκευή ενός πίνακα, με πλήθος υλικών και πολύπλοκες καλωδιώσεις, έχουμε την κατασκευή ενός πίνακα με ελάχιστα υλικά, απλές καλωδιώσεις και τον προγραμματισμό του PLC. Ο χρόνος, που απαιτείται για τον προγραμματισμό του PLC και την κατασκευή του μικρού και απλού πίνακα αυτοματισμού, είναι πολύ μικρός σε σχέση με τον χρόνο, που απαιτείται για τη μελέτη και την κατασκευή του αντίστοιχου πολύπλοκου πίνακα κλασικού αυτοματισμού.

Αυτό όμως δεν είναι και το μοναδικό πλεονέκτημα που προκύπτει από την εφαρμογή των PLC(International Electrotechnical Commission, 2013).

2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα P.L.C

Τα πρώτα μεγάλα πλεονεκτήματα των PLC αφορούν τους κατασκευαστές εξοπλισμού αυτοματισμών και πινάκων αυτοματισμού και ήδη τα έχουμε αναφέρει(Tharaetal, 2006):

1. Το κόστος κατασκευής ενός PLC είναι σημαντικά μικρότερο από το κόστος παραγωγής ενός μεγάλου αριθμού βοηθητικών ηλεκτρονόμων, χρονικών και απαριθμητών.

2. Ο χρόνος κατασκευής του αυτοματισμού είναι μηδαμινός σε σχέση με την κατασκευή ενός κλασικού πίνακα αυτοματισμού. Υπάρχουν όμως πολλά πλεονεκτήματα που έχουν σχέση με τον τελικό χρήστη, τις βιομηχανίες δηλαδή που εφαρμόζουν τους αυτοματισμούς, και είναι αυτά που μας ενδιαφέρουν περισσότερο. Κατά σειρά σπουδαιότητας αναφέρουμε(Petruzella, 2000):

3. Τα PLC ελαχιστοποιούν το κόστος συντήρησης του πίνακα αυτοματισμού. Το κόστος αυτό αναλύεται ως εξής: Συχνότητα βλαβών, χρόνος εντοπισμού μιας βλάβης και αποκατάστασής

της. Δηλαδή, όταν υπάρχει μια βλάβη στον πίνακα μιας εγκατάστασης κλασικού αυτοματισμού, υπάρχει καθυστέρηση στην παραγωγή μέχρι να εντοπιστεί η βλάβη. Αφού



εντοπιστεί, πρέπει να έχουμε διαθέσιμο το κατάλληλο ανταλλακτικό στην αποθήκη, γιατί διαφορετικά θα υπάρξει σημαντική καθυστέρηση, αφού θα χρειαστεί να γίνει η σχετική παραγγελία και η προμήθεια. Στον αυτοματισμό με PLC δεν υπάρχει ουσιαστικό θέμα βλάβης εσωτερικά στον πίνακα της εγκατάστασης (Hughes, 2005).

4. Τα PLC είναι ευέλικτα στην τροποποίηση της λειτουργίας του αυτοματισμού. Δηλαδή, αν υποθέσουμε ότι θέλουμε να κάνουμε μια αλλαγή στον αυτοματισμό, αυτή μπορεί να γίνει μέσα σε λίγα λεπτά, αρκεί μόνο να αλλάξουμε το πρόγραμμα. Σε ένα πίνακα κλασικού αυτοματισμού, τέτοιου είδους αλλαγές είναι πράγμα πολύ δύσκολο και χρονοβόρο.

5. Ο αυτοματισμός με PLC επεκτείνεται πολύ εύκολα. Αυτό γίνεται είτε απλά αλλάζοντας το πρόγραμμα, είτε με την τοποθέτηση νέων μονάδων εισόδων και εξόδων. Κάθε επέκταση στον κλασικό αυτοματισμό είναι πολύ δύσκολη (Κρανάς και Δασκαλόπουλος, 2001).

6. Ο αυτοματισμός με PLC μας παρέχει καταπληκτικές δυνατότητες. Μπορούμε να δημιουργούμε πολύ εύκολα πολύπλοκες και έξυπνες επεξεργασίες, οι οποίες στον κλασικό αυτοματισμό είναι εξαιρετικά δύσκολο να υλοποιηθούν (International Electrotechnical Commission, 2003).

7. Σε μια εγκατάσταση, που χρησιμοποιεί αυτοματισμούς με PLC, σήμερα παρέχονται δυνατότητες σύνδεσης με κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή, σύνδεσης με το σύστημα αποθήκης, λογιστηρίου κ.λπ.

8. Το PLC καταλαμβάνει ελάχιστο χώρο σε σχέση με τον αντίστοιχο πίνακα κλασικού αυτοματισμού. Βλέπουμε ότι από τη χρήση των PLC προκύπτουν μόνο πλεονεκτήματα. Ως μειονέκτημα θα μπορούσαμε ίσως να θεωρήσουμε την έλλειψη επαρκούς ενημέρωσης των τεχνικών όλων των βαθμίδων, ειδικά στην Ελλάδα, πράγμα το οποίο δυσκολεύει και δημιουργεί προβλήματα στην εφαρμογή των PLC (Kheiralla et al, 2007). Υπάρχουν οστόσο κάποιες παράμετροι οι οποίες θα πρέπει ληφθούν υπόψη προκειμένου να εξασφαλιστεί η ορθή λειτουργία του PLC. Για παράδειγμα είναι μεγάλο λάθος να αγνοείται η σύνδεση του αγωγού γείωσης σε ένα PLC. Η τροφοδοσία τους πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο σταθερή, διότι οι αυξομειώσεις των τάσεων σίγουρα προκαλούν δυσλειτουργία στον ελεγκτή. Σημαντικό είναι να υπάρχει κατάλληλο περιβάλλον όσον αφορά στη θερμοκρασία, ώστε ο ελεγκτής να ψύχεται ή τουλάχιστον να αερίζεται επαρκώς. Γενικότερα είναι καλό να ψύχεται η CPU των μικρών ελεγκτών, ενώ για Modular PLC, είναι καλό να ψύχονται όλες οι μονάδες. Όταν δεν υπάρχει



αυτή η δυνατότητα, τότε είναι καλό να ψύχεται ή να αερίζεται τουλάχιστον η CPU και το τροφοδοτικό. Να αποφεύγεται η εγκατάσταση των ελεγκτών σε χώρο όπου υπάρχει περίπτωση να πέσουν επάνω τους νερά ή γενικότερα υγρά και κυρίως καυστικά υγρά. Να αποφεύγεται η εγκατάστασή τους σε χώρους με τοξικά αέρια. Σε τέτοιες περιπτώσεις πρέπει ο ελεγκτής να τοποθετείται σε κατάλληλων προδιαγραφών πίνακα. Να αποφεύγεται η εγκατάστασή τους σε χώρους με ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές μεγαλύτερες από αυτές που ο κατασκευαστής θέτει ως όριο σωστής λειτουργίας. Πληροφορίες για αυτή την αντοχή του ελεγκτή, δίνονται στον τεχνικό κατάλογο. Ζημιές σε έναν ελεγκτή μπορεί να δημιουργήσουν έντονοι κραδασμοί. Και για αυτή την περίπτωση ο τεχνικός κατάλογος δίνει πληροφορίες για την αντοχή του ελεγκτή.

Γενικότερα να αποφεύγονται περιβάλλοντα με κραδασμούς που ισοδυναμούν σε τάξη μεγέθους μεγαλύτερου των 2G. Τα PLC για εφαρμογές στη ναυτιλία πρέπει να διαθέτουν πιστοποιητικά κατάλληλα για τέτοια χρήση. Οι τιμές των PLC πέφτουν καθημερινά και οι εταιρείες βγάζουν συνεχώς νέα μοντέλα που κάνουν για όλων των επιπέδων τις εφαρμογές. Παρ' όλα αυτά δεν συμφέρει ακόμη η χρήση του PLC, όταν έχουμε πολλούς κινητήρες (πολλούς ηλεκτρονόμους ισχύος) και απλό αυτοματισμό (λίγους βοηθητικούς ηλεκτρονόμους, χρονικά και απαριθμητές). Όμως είναι σίγουρο ότι η χρήση βοηθητικών ηλεκτρονόμων και άλλων κλασικών υλικών αυτοματισμού έχει περιορισθεί και θα περιορίζεται συνεχώς (Dickinsonand Johnson, 2014).

2.8 Πρωτόκολλο επικοινωνίας Profinet

Το πρωτόκολλο επικοινωνίας PROFINET αποτελεί το κύριο πρότυπο για το βιομηχανικό ETHERNET. Μέσω αυτού οι εταιρείες μπορούν να επιταχύνουν την παραγωγή και τις διεργασίες, αυξάνοντας παράλληλα τη διαθεσιμότητα της εγκατάστασης. Με το PROFINET, η Siemens εφαρμόζει τα πρότυπα του ETHERNET στον αυτοματισμό. Το PROFINET επιτρέπει τη μεταφορά δεδομένων με ασφάλεια σε υψηλές ταχύτητες μετάδοσης και σε όλα τα επίπεδα, καθιστώντας έτσι εφικτή την εκτέλεση πρωτοποριακών ιδεών και εφαρμογών. Χάρη στο ανοικτό πρότυπο και την ευελιξία του, το PROFINET προσφέρει 41 στους χρήστες μέγιστη ελευθερία στη δόμηση των συστημάτων και των εγκαταστάσεών τους. Με την αποδοτικότητα του PROFINET θα έχετε τη βέλτιστη χρήση των διαθέσιμων μέσων του χρήστη και την αύξηση της διαθεσιμότητας της εγκατάστασης. Τα πρωτοποριακά



προϊόντα της Siemens σε συνδυασμό με την υψηλή απόδοση του PROFINET προσφέρουν μια βιώσιμη ενίσχυση της παραγωγής της εταιρείας. Εντός του πεδίου εφαρμογής της βιομηχανικής επικοινωνίας, η ασύρματη επικοινωνία ανοίγει νέες προοπτικές - από το μερικό εκσυγχρονισμό ενός εργοστασίου, μέχρι τη βελτιστοποίηση πολύπλοκων logistics ή διαδικασιών παραγωγής. Με βάση τον Ασύρματο Βιομηχανικό τηλεχειρισμό, τα δίκτυα είναι δύο το Wireless LAN και το WirelessHART.

2.9 Βιομηχανικός Ασύρματος Τηλεχειρισμός

Ο Βιομηχανικός Wireless τηλεχειρισμός είναι χαμηλού κόστους και ευέλικτος αφού η ασύρματη τεχνολογία μπορεί να καλύψει μεγαλύτερες αποστάσεις. Υπάρχει συνεχής επικοινωνία μεταξύ των τμημάτων με υψηλή ταχύτητα στη πρόσβαση συντήρησης μηχανημάτων και εγκαταστάσεων από την άλλη άκρη του κόσμου. Χάρη στην ενσωμάτωση σε ένα σύστημα τηλεχειρισμού ή HMI / SCADA σύστημα, τα δεδομένα μεταφέρονται και είναι διαθέσιμα οποιαδήποτε στιγμή μέσω του κινητού.

Πλεονεκτήματα ενός ασύρματου δικτύου επικοινωνίας

- Οι εργασίες συντήρησης απλοποιούνται ενώ το κόστος των υπηρεσιών και ο χρόνος αναμονής μειώνονται

- Δεν υπάρχει φθορά περιστρεφόμενου και κινούμενου εξοπλισμού ή εξαρτημάτων του συστήματος

- Υπάρχει ενσωματωμένο ασύρματο δίκτυο φωνής και δεδομένων σε ολόκληρη την παραγωγική μονάδα ή σε τμήματα αυτής

- Γίνεται απομακρυσμένη διάγνωση για τα διάφορα μηχανήματα της παραγωγής από μια κεντρική τοποθεσία «υπηρεσία» μειώνοντας το κόστος

- Οι εγκαταστάσεις μπορούν να προσεγγιστούν εύκολα αφού δεν υπάρχει ανάγκη για περίπλοκες καλωδιώσεις Αν μη τι άλλο είναι το ιδανικότερο δίκτυο για την επικοινωνία των PLC που καλύπτουν αυτοματισμούς σε πλοίο δεδομένου ότι η επιφάνεια του πλοίου είναι μεγάλη



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΜΟΝΤΕΛΟ ISO/OSI

3.1 Εισαγωγή στο μοντέλο OSI

Το μοντέλο Open Systems Interconnection (OSI) αποτελεί ένα εργαλείο αναφοράς με σκοπό την κατανόηση της ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ οποιωνδήποτε δύο δικτυακών συστημάτων. Διαχωρίζει τις επικοινωνιακές διεργασίες σε επτά επίπεδα. Κάθε επίπεδο εκτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες για την υποστήριξη των από πάνω επιπέδων και ταυτόχρονα παρέχει υπηρεσίες στα από κάτω επίπεδα. Τα τρία χαμηλότερα επίπεδα εστιάζουν στο να μεταβιβάσουν τα δεδομένα από το δίκτυο στο τελικό σύστημα. Τα τέσσερα ανώτερα επίπεδα υπεισέρχονται για την ολοκλήρωση της διεργασίας στο τελικό σύστημα. Στο παρόν κεφάλαιο ο αναγνώστης θα είναι σε θέση να κατανοήσει τις λειτουργίες κάθε ενός από τα επτά επίπεδα και τις σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ τους. Επίσης, στο τέλος του κεφαλαίου εξετάζονται και κάποια επιπλέον επίπεδα τα οποία δεν ανήκουν επίσημα στο μοντέλο αυτό αλλά αναφέρονται σε μη τεχνικές πτυχές των δικτύων υπολογιστών οι οποίες συχνά εμπλέκονται στον ομαλό σχεδιασμό και στην ομαλή λειτουργία ενός δικτύου

3.2 Σύντομη περίληψη του μοντέλου OSI

Ένα μοντέλο δικτύου προσφέρει τα γενικά μέσα για τον διαχωρισμό των δικτυακών λειτουργιών των υπολογιστών σε πολλαπλά επίπεδα. Κάθε ένα από αυτά τα επίπεδα παρέχει δυνατότητες στα παρακάτω επίπεδα και υποστηρίζει τα από πάνω επίπεδα. Ένα τέτοιο μοντέλο, διαβαθμισμένης λειτουργικότητας, καλείται στοίβα πρωτοκόλλων ή σουίτα πρωτοκόλλων. Τα πρωτόκολλα λειτουργούν είτε μέσω hardware είτε μέσω software. Στις περισσότερες στοίβες πρωτοκόλλων συνδυάζονται και οι δύο τρόποι λειτουργίας. Συνήθως, στα χαμηλότερα επίπεδα οι λειτουργίες επιτελούνται με hardware ενώ στα ανώτερα με software. Το μοντέλο ISO/OSI είναι μια δομή επτά επιπέδων η οποία διευκρινίζει τις απαιτήσεις για την επικοινωνία μεταξύ δύο υπολογιστών. Το μοντέλο ορίζεται από το



στάνταρντ 7498-1 του οργανισμού ISO. Επιτρέπει τη συνεργασία των στοιχείων ενός δικτύου ανεξάρτητα με το ποια πρωτόκολλα χρησιμοποιούνται και από ποιους κατασκευαστές υπολογιστών υποστηρίζονται. Τα κύρια πλεονεκτήματα του μοντέλου OSI περιλαμβάνουν τα ακόλουθα.

- Βοηθάει τους χρήστες να κατανοήσουν το δίκτυο συνολικά.
- Βοηθάει τους χρήστες να κατανοήσουν την συνεργασία μεταξύ του hardware και του software.
- Διευκολύνει την επίλυση προβλημάτων χωρίζοντας το δίκτυο σε διαχειρίσιμα τμήματα.
- Διευκρινίζει τους όρους με τους οποίους οι ειδικοί μπορούν να συγκρίνουν τις βασικές λειτουργικές σχέσεις στα διαφορετικά δίκτυα. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ [ISO/OSI - ΜΕΤΑΓΩΓΗ - ΜΕΤΑΔΟΣΗ - ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ - ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ]
- Βοηθά τους χρήστες να καταλάβουν νέες τεχνολογίες καθώς αυτές αναπτύσσονται.
- Ενισχύει την λειτουργικότητα των προϊόντων. Μονάδα δεδομένων Επίπεδο Λειτουργία Λογισμικό Δεδομένα Εφαρμογής Παρέχεται στις εφαρμογές πρόσβαση στο δίκτυο Παρουσίασης Αναπαράσταση δεδομένων και κρυπτογράφηση Συνόδου Έλεγχος του διαλόγου μεταξύ των άκρων της επικοινωνίας Πακέτο Δικτύου Αξιοπίστη επικοινωνία από άκρο σε άκρο Υλικό Μεταφοράς Καθορισμός διαδρομών και λογικών διευθύνσεων των κόμβων στα πλαίσια ενός διαδικτύου Πλαίσιο Συνδέσμου Μετάδοσης Δεδομένων Φυσική διευθυνσιοδότηση (MAC & LLC) Bit Φυσικό Δυαδική μετάδοση σήματος μέσω του φυσικού μέσου 3.

3.2.1 Επίπεδο 1- Φυσικό Επίπεδο

Το φυσικό επίπεδο του μοντέλου OSI ορίζει τα χαρακτηριστικά της σύνδεσης και της διεπαφής, καθώς και τις μέσες καλωδιακές απαιτήσεις. Ηλεκτρικά, μηχανικά λειτουργικά και διαδικαστικά χαρακτηριστικά παρέχονται για την αποστολή ροής από bits σε ένα δίκτυο υπολογιστών. Στοιχεία του φυσικού επιπέδου περιλαμβάνουν:

- Καλωδίωση συστημάτων
- Μετατροπείς οι οποίοι συνδέουν το μέσο με τη φυσική διεπαφή
- Σχεδίαση των βυσμάτων και καθορισμός των ακροδεκτών
- Hub, Repeater και Patch panel χαρακτηριστικά



- Ασύρματα συστήματα
- Παράλληλο SCSI (Small Computer System Interface)
- Κάρτα δικτύου NIC (Network Interface Card) Σε ένα περιβάλλον LAN συνήθως χρησιμοποιείται για τη φυσική διεπαφή το καλώδιο κατηγορίας 5e UTP. Καλώδια οπτικής ίνας χρησιμοποιούνται συνήθως για την σύνδεση μεταξύ κόμβων ενός δικτύου κορμού. Το IEEE, EIA/TIA, ANSI και άλλα παρόμοια standart έχουν υλοποιηθεί για το επίπεδο αυτό.

3.2.2 Επίπεδο 2- Σύνδεσμος μετάδοσης δεδομένων

Το επίπεδο αυτό του μοντέλου OSI παρέχει τις παρακάτω λειτουργίες:

- Επιτρέπει σε μία συσκευή να εισέλθει στο δίκτυο, να στέλνει και να λαμβάνει μηνύματα.
- Προσφέρει μία φυσική διεύθυνση ώστε τα δεδομένα της συσκευής να στέλνονται στο δίκτυο.
- Συνεργάζεται με το λογισμικό δικτύου της συσκευής κατά την αποστολή και λήψη μηνυμάτων.
- Προσφέρει τη δυνατότητα ανίχνευσης λαθών. Κοινά δικτυακά τα οποία λειτουργούν στο επίπεδο 2 περιλαμβάνουν:
 - Κάρτες δικτύου
 - Ethernet και Token-Ring Switches
- Γέφυρες (Bridges) Οι κάρτες δικτύου έχουν μια διεύθυνση επιπέδου 2 ή μια διεύθυνση MAC.

Το Switch χρησιμοποιεί τη διεύθυνση αυτή για να φιλτράρει και να προωθεί την κίνηση με σκοπό την αποφυγή της συμφόρησης και συγκρούσεων σε κάποιο τομέα του δικτύου. Οι γέφυρες και τα switches λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο. Παρόλα αυτά οι γέφυρες είναι ένα κομμάτι λογισμικού, ενώ τα switches χρησιμοποιούν τα ASICs (Application-Specific Integrated Circuits) για να εκτελέσουν το έργο τους σε σχετικό hardware.

3.2.3 Επίπεδο 3- Επίπεδο δικτύου



Το επίπεδο δικτύου του μοντέλου OSI προσφέρει ένα σύστημα end-to-end λογικής διευθυνσιοδότησης¹ έτσι ώστε ένα πακέτο δεδομένων να μπορεί να δρομολογηθεί διαμέσων διαφορετικών επιπέδων 2 (Συνδέσμου και μετάδοσης δεδομένων) διαφόρων δικτύων (Ethernet, Token Ring, Frame Relay κτλ). Αρχικά, οι κατασκευαστές λογισμικού, όπως η Novel, υλοποίησαν κατάλληλη διευθυνσιοδότηση για το επίπεδο αυτό. Παρόλα αυτά η βιομηχανία δικτύων έχει εξελιχθεί στο σημείο το οποίο απαιτεί ένα κοινό σύστημα διευθυνσιοδότησης. Η IP (Internet Protocol) διευθυνσιοδότηση διευκολύνει το στήσιμο ενός δικτύου καθώς και την διασύνδεσή του με άλλα. Το Internet χρησιμοποιεί αυτήν την διευθυνσιοδότηση για να προσφέρει συνδεσιμότητα σε εκατομμύρια δίκτυα σε όλο το κόσμο. Για την ευκολότερη διαχείριση του δικτύου και τον έλεγχο ροής των πακέτων, πολλοί οργανισμοί διαχωρίζουν τις διευθύνσεις δικτύου σε μικρότερα υποδίκτυα. Οι δρομολογητές χρησιμοποιούν τμήματα της διεύθυνσης για να δρομολογήσουν την κίνηση μεταξύ των διαφορετικών δικτύων. Κάθε δρομολογητής πρέπει να ρυθμιστεί κατάλληλα για τα δίκτυα ή τα υποδίκτυα των οποίων τις διεπαφές θα συνδέσει. Οι δρομολογητές, επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα δρομολόγησης όπως το RIP (Routing Information Protocol) και το OSPF (Open Shortest Path First), με στόχο να αναφέρονται και ως λογικές διευθύνσεις. 7 version Of Shortest Path First), με στόχο να μάθουν την ύπαρξη άλλων δικτύων και για να υπολογίσουν την καλύτερη δυνατή διαδρομή προς ένα άλλο δίκτυο βασιζόμενοι σε πλήθος κριτηρίων (π.χ. Το μονοπάτι με τους λιγότερους δρομολογητές).

Οι δρομολογητές και άλλα συστήματα δικτύου παίρνουν τέτοιες αποφάσεις δρομολόγησης στο επίπεδο δικτύου. Καθώς τα πακέτα περνάνε μέσα από διαφορετικά δίκτυα μπορεί να είναι απαραίτητο να μεταβληθεί το μέγεθός τους σε μία τιμή η οποία είναι συμβατή με το επίπεδο 2 του πρωτοκόλλου που χρησιμοποιείται. Αυτό επιτυγχάνεται από το επίπεδο

δικτύου μέσω μιας διαδικασίας που είναι γνωστή ως κατάτμηση (fragmentation). Το επίπεδο δικτύου ενός δρομολογητή είναι συνήθως υπεύθυνο για την υλοποίηση αυτής της διαδικασίας. Η σύνδεση των τμημάτων των πακέτων γίνεται στο επίπεδο δικτύου του συστήματος προορισμού. Δύο επιπλέον λειτουργίες είναι η διαγνωστική και αναφορά των λογικών διαφοροποιήσεων αντί της ομαλής λειτουργίας του δικτύου. Ενώ τα διαγνωστικά μπορούν να αρχικοποιηθούν από οποιοδήποτε δικτυακό σύστημα, το σύστημα που



ανακαλύπτει τις διαφοροποιήσεις, τις αναφέρει στον αρχικό αποστολέα του πακέτου, ο οποίος βρίσκεται εκτός της ομαλής λειτουργίας του δικτύου.

3.2.4 Επίπεδο 4- Επίπεδο μεταφοράς

Το επίπεδο μεταφοράς του μοντέλου προσφέρει end-to-end επικοινωνία μεταξύ των τελικών συσκευών μέσω ενός δικτύου. Ανάλογα με την εφαρμογή, το επίπεδο μεταφοράς προσφέρει αξιόπιστη, συνδεοστρεφής ή ασυνδεσμική, και όσο το δυνατόν βέλτιστη επικοινωνία. Μερικές από τις λειτουργίες που προσφέρονται από το επίπεδο αυτό είναι οι εξής:

- ταυτοποίηση εφαρμογής
- ταυτοποίηση του client
- επιβεβαίωση παράδοσης και ακεραιότητας του μηνύματος
- τμηματοποίηση των δεδομένων για την μεταφορά
- έλεγχος της ροής δεδομένων με σκοπό την αποφυγή υπερχειλίσιμης μνήμης
- εγκαθίδρυση και συντήρηση και των δύο άκρων του εικονικού κυκλώματος
- ανίχνευση σφαλμάτων κατά την μετάδοση
- διάταξη των πακέτων δεδομένων στη σωστή σειρά στον παραλήπτη
- πολυπλεξία πολλαπλών διαμοιραζόμενων συνόδων πάνω από ένα μοναδικό φυσικό σύνδεσμο

Τα πιο γνωστά πρωτόκολλα μεταφοράς είναι το συνδεοστρεφές TCP (Transmission Control Protocol) και το ασυνδεσμικό UDP (User Datagram Protocol).

3.2.5 Επίπεδο 5- Επίπεδο συνόδου

Το επίπεδο συνόδου προσφέρει ποικίλες υπηρεσίες όπως ο εντοπισμός του πλήθους των bytes που κάθε ένα άκρο της συνόδου λαμβάνει. Το επίπεδο αυτό επιτρέπει στις 8 εφαρμογές να λειτουργούν σε συσκευές για την εγκαθίδρυση, διαχείριση και τερματισμό ενός διαλόγου μέσω του δικτύου. Το επίπεδο προσφέρει τα εξής:

- εικονικές συνδέσεις μεταξύ εφαρμογών
- συγχρονισμό στη ροή δεδομένων
- δημιουργία μονάδων διαλόγου
- διαπραγματεύση των παραμέτρων της σύνδεσης
- διαχωρισμό των υπηρεσιών σε λειτουργικές ομάδες
- επιβεβαιώσεις για την λήψη δεδομένων κατά την διάρκεια μιας χρονικής στιγμής



- επανεκπομπή των δεδομένων αν δεν ληφθούν από μία συσκευή

3.2.6 Επίπεδο 6- Επίπεδο παρουσίασης

Το επίπεδο αυτό είναι υπεύθυνο για το πως μια εφαρμογή θα διαμορφώσει τα δεδομένα τα οποία είναι να σταλούν στο δίκτυο. Βασικά, επιτρέπει στην εφαρμογή να διαβάσει και να κατανοήσει τα μηνύματα. Οι λειτουργίες που περιλαμβάνει είναι:

- κρυπτογράφηση και αποκρυπτογράφηση των μηνυμάτων για ασφάλεια
- συμπίεση και αποσυμπίεση των μηνυμάτων με σκοπό την αποδοτική μετάδοση
- μορφοποίηση γραφικών
- μετάφραση περιεχομένου
- μετάφραση βασισμένη στα χαρακτηριστικά του συστήματος

3.2.7 Επίπεδο 7- Επίπεδο εφαρμογής

Το επίπεδο εφαρμογής παρέχει ένα περιβάλλον διεπαφής στον χρήστη που χειρίζεται μια συσκευή συνδεδεμένη στο δίκτυο. Μερικές από τις λειτουργίες του επιπέδου είναι η εξής:

- υποστήριξη μεταφοράς αρχείων
- δυνατότητα εκτύπωσης μέσω δικτύου
- ηλεκτρονικό ταχυδρομείο

- ηλεκτρονικά μηνύματα

- φυλλομέτρηση του παγκόσμιου ιστού 10 ΚΡΙΤΙΚΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ Το μοντέλο OSI βασίζεται σε μια πρόταση που αναπτύχθηκε από το Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (International Standards Organization – ISO) ως ένα πρώτο βήμα για τη διεθνή τυποποίηση των πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται στα διάφορα επίπεδα των δικτύων. Το μοντέλο OSI με τα πρωτόκολλά του όμως δεν είναι τέλεια. Μπορεί να ασκηθεί και έχει ασκηθεί έντονη κριτική. Στα τέλη της δεκαετίας του '80, πολλοί ειδικοί του τομέα πίστευαν ότι το μοντέλο OSI και τα πρωτόκολλά του θα κατακτούσαν τον κόσμο βγάζοντας από τη μέση όλα τα υπόλοιπα. Κάτι τέτοιο δεν συνέβη.

Κακός χρονισμός Η χρονική στιγμή κατά την οποία καταρτίζεται ένα πρότυπο είναι εξαιρετικά κρίσιμη για την επιτυχία του. Όταν ανακαλύπτεται αρχικά το αντικείμενο, έχουμε ένα ξέσπασμα ερευνητικής δραστηριότητας με τη μορφή συζητήσεων, άρθρων και



συναντήσεων. Μετά από λίγο η δραστηριότητα υποχωρεί, οι εταιρίες ανακαλύπτουν το αντικείμενο και εμφανίζεται ένα κύμα επενδύσεων δισεκατομμυρίων δολαρίων. Αν τα πρότυπα γραφτούν πολύ νωρίς, πριν ολοκληρωθεί η έρευνα, το αντικείμενο μπορεί να μην είναι ακόμη απόλυτα κατανοητό. Το αποτέλεσμα είναι να δημιουργηθούν κακά πρότυπα. Αν τα πρότυπα γραφτούν πολύ αργά, είναι πιθανό ότι πολλές εταιρίες θα έχουν κάνει ήδη μεγάλες επενδύσεις σε διαφορετικούς τρόπους υλοποίησης του αντικειμένου, οπότε τα πρότυπα ουσιαστικά θα παραβλεφθούν. Από τα παραπάνω φαίνεται ότι τα τυπικά πρωτόκολλα OSI υπέστησαν συντριβή. Τα ανταγωνιστικά πρωτόκολλα TCP/IP βρίσκονταν ήδη σε ευρεία χρήση στα πανεπιστήμια όταν εμφανίστηκαν τα πρωτόκολλα OSI. Αν και το κύμα επενδύσεων δισεκατομμυρίων δολαρίων δεν είχε ακόμη παρουσιαστεί, η ακαδημαϊκή αγορά ήταν αρκετά μεγάλη ώστε πολλοί πωλητές να αρχίσουν να προσφέρουν προϊόντα TCP/IP. Όταν εμφανίστηκε το OSI, οι πωλητές δεν ήθελαν να υποστηρίξουν μία δεύτερη στοίβα πρωτοκόλλων εκτός κι αν ήταν απολύτως αναγκασμένοι, έτσι δεν υπήρχε προσφορά προϊόντων OSI. Αφού η κάθε εταιρία περίμενε τις άλλες εταιρίες να ξεκινήσουν, τελικά καμία εταιρία δεν ξεκίνησε και το OSI δεν πραγματοποιήθηκε ποτέ.

Κακή τεχνολογία Ο δεύτερος λόγος για τον οποίο το OSI δεν έγινε ποτέ δημοφιλές είναι ότι τόσο το μοντέλο όσο και τα πρωτόκολλα είναι ελαττωματικά.

Η επιλογή επτά επιπέδων ήταν περισσότερο απόφαση πολιτικής παρά τεχνική απόφαση, με δύο από τα επίπεδα (τα επίπεδα συνόδου και παρουσίασης) να είναι σχεδόν κενά ενώ δύο άλλα (τα επίπεδα συνδέσμου μετάδοσης δεδομένων και δικτύου) να είναι υπερπλήρη. Το μοντέλο OSI, μαζί με τις σχετικές προδιαγραφές υπηρεσιών και πρωτοκόλλων, είναι υπερβολικά περίπλοκο. Αν τα στοιβάξουμε το ένα πάνω στο άλλο, τα τυπωμένα πρότυπα καταλαμβάνουν σχεδόν ένα μέτρο χαρτιού. Τα πρότυπα είναι επίσης δύσκολα στην υλοποίηση και μη αποδοτικά στη λειτουργία. Εκτός από το ότι είναι ακατανόητο, ένα άλλο πρόβλημα με το μοντέλο OSI είναι ότι ορισμένες λειτουργίες – όπως η διευθυνσιοδότηση, ο έλεγχος ροής και ο έλεγχος σφαλμάτων – εμφανίζονται ξανά και ξανά σε κάθε επίπεδο.

Κακές υλοποιήσεις Με δεδομένη την τεράστια πολυπλοκότητα του μοντέλου και των πρωτοκόλλων του, δεν πρέπει να προξενεί έκπληξη το ότι οι πρώτες υλοποιήσεις ήταν πελώριες, δυσκίνητες και αργές. Όλοι όσοι τις δοκίμασαν “κάηκαν”. Δεν χρειάστηκε και πολύ



για να θεωρηθεί το OSI συνώνυμο με την χαμηλή ποιότητα. Αν και τα προϊόντα βελτιώθηκαν με τον καιρό, αυτή η αρχική εικόνα παρέμεινε.

Κακή πολιτική Το OSI αντιμετωπίστηκε γενικά ως δημιούργημα των Ευρωπαϊκών υπουργείων τηλεπικοινωνιών, της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, και αργότερα ως της κυβέρνησης των Η.Π.Α. Αυτή η πεποίθηση ήταν ορθή μόνο εν μέρει, αλλά και μόνο η ιδέα μιας αρμαθιάς γραφειοκρατών που προσπαθούσαν να επιβάλουν ένα τεχνικά υποδεέστερο πρότυπο στην πλάτη των φτωχών ερευνητών και προγραμματιστών που δούλευαν στην πρώτη γραμμή ανάπτυξης πραγματικών δικτύων δεν βοηθούσε και πολύ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Υφιστάμενες εφαρμογές

Δεδομένου ότι η ανάπτυξη και πρόοδος της τεχνολογίας έχει καταστήσει ήδη εφικτή την αυτόνομη οδήγηση και λειτουργία

- **πλοίων** <http://www.kathimerini.gr/921602/article/oikonomia/die8nhs-oikonomia/to-prwto-plhrws-aytonomo-ploio-metaforas-konteiner>
- **αυτοκινήτων** https://autoagora.gr/news/data/nea-montela/To-aytokinhtho-ths-GM-xwris-timoni-vid_162581.asp
- **τρένων** <http://www.naftemporiki.gr/story/1282171/taksidi-100-xiliometron-apo-autonomo-treno-metaforas-sidirometalleumatatos-stin-australia>
- **φορτηγών** <https://www.newsbeast.gr/car/arthro/1987489/to-protto-aftonomo-fortigo-paragogis-ston-kosmo>
- **μηχανημάτων** <https://www.equipmentworld.com/komatsu-intros-d155axi-8-rc/>

χωρίς την ύπαρξη χειριστών... Τότε καταλαβαίνουμε πως βρισκόμαστε σε μια μεταβατική εποχή που η ανάγκη διασύνδεσης όλων των συσκευών με το cloud γίνεται ολοένα και πιο επιτακτική.

Η 15ετής εμπειρία μου στον χώρο της ναυτιλίας, με οδήγησε στο συμπέρασμα πως η υφιστάμενη τεχνολογία στις ΜΕΚ αλλάζει χρόνο με τον χρόνο. Τείνει στο να γίνεται περισσότερο φιλική ως προς την συνδεσιμότητά της, με άλλες συσκευές του μηχανοστασίου, αλλά και με κέντρα ελέγχου SCADA systems τα οποία πιθανόν να μην βρίσκονται εντός της εγκατάστασης.

Οι πλοιοκτήτες αντιλαμβανόμενοι αυτής της αλλαγής, ζητούν ολοένα και περισσότερο να επωφεληθούν από την συνδεσιμότητα των μηχανημάτων του πλοίου. Με αυτό τον τρόπο



αποσκοπούν να εξοικονομήσουν πόρους (κόστος, υλικά, προσωπικό) και να κατασκευάσουν πλοία άρτια ελεγχόμενα, με συστήματα αξιόπιστα, υψηλού δείκτη ασφάλειας, φιλικότερα προς το προσωπικό που τα χειρίζεται.

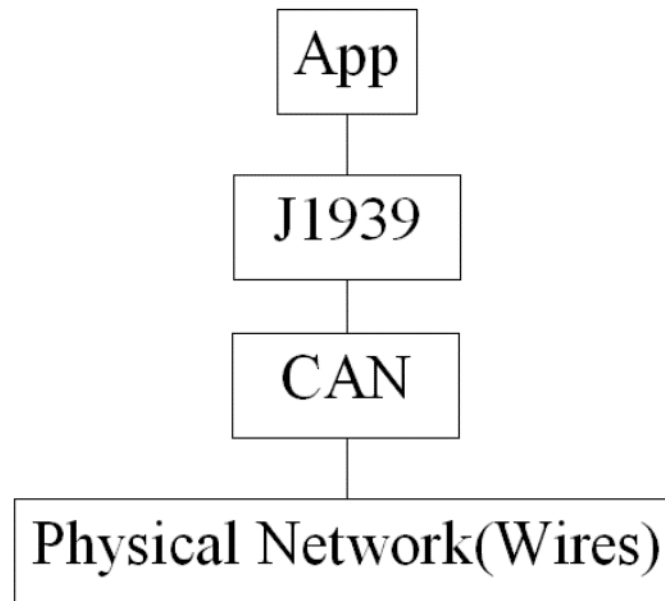
4.1 Ανάλυση πρωτοκόλλων

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφουμε την ανάλυση και μελέτη των πρωτοκόλλων Modbus και J1939. Και τα δυο είναι ευρέως διαδεδομένα στην πλειοψηφία των κλάδων της βιομηχανίας. Τα τελευταία χρόνια η πρόοδος της τεχνολογίας έχει δημιουργήσει την ανάγκη επικοινωνίας μεταξύ τους, χωρίς να διαφαίνεται προς το παρόν η επικράτηση του ενός. Στόχος μας είναι η εργασία αυτή να αποτελέσει την βάση ανάπτυξης ενός εργαλείου με το οποίο οι ενδιαφερόμενοι θα μπορούν εύκολα και, γρήγορα να συλλέγουν δεδομένα από τις μηχανές εσωτερικής καύσης, (γεννήτριες και κινητήρες) ανεξάρτητα του πρωτοκόλλου που υποστηρίζουν

4.2 Πρωτόκολλο J1939, CAN

Τι είναι το J1939;

- Πρόκειται για ένα πρότυπο που υποστηρίζεται από την Society of Automotive Engineers (SAE). Το πρότυπο αυτό καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο μεταφέρονται οι πληροφορίες διαμέσου ενός δικτύου ώστε να μπορεί να επικοινωνήσει ο ECU (εγκέφαλος) ενός μηχανήματος με τους εκάστοτε αισθητήρες (π.χ .αισθητήρας ταχύτητα του οχήματος). Μπορούμε να παρομοιάσουμε το J1939 σαν μια προδιαγραφή λογισμικού που 'τρέχει' πάνω από ένα CAN bus.



Εικόνα 4. J1939

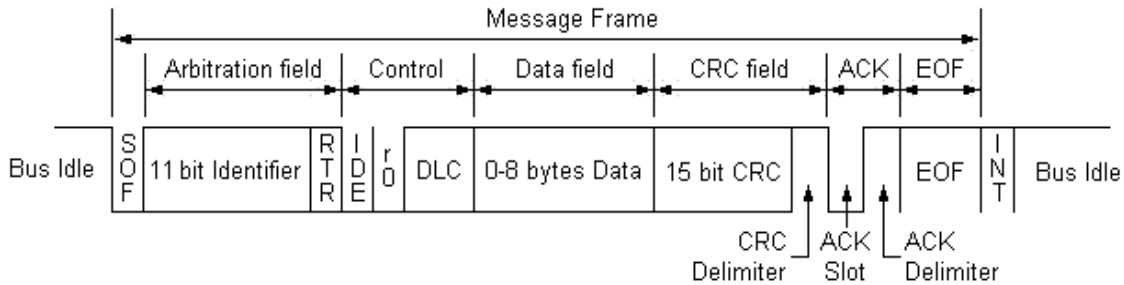
• Για να κατανοήσουμε το J1939, θα πρέπει πρώτα να καταλάβουμε το CAN bus. Το CAN «Controller Area Network» είναι μια μορφή σειριακής επικοινωνίας (1 bit μετά το άλλο ...). Είναι δομημένο με Multidrop λογική και αυτό σημαίνει πως τα επιμέρους επικοινωνούντα εξαρτήματα είναι συνδεδεμένα επάνω σε μια κοινή γραμμή καλωδίων. Το CAN μεταδίδει δεδομένα μέσω ενός δυαδικού μοντέλου: 0 ονομάζεται περισσότερο σημαντικό bit και το 1 ονομάζεται λιγότερο σημαντικό Bit

Το CAN χρησιμοποιεί τέσσερις διαφορετικούς τύπους πλαισίων ‘Frames’ για την μετάδοση δεδομένων και την κατάσταση του δικτύου.

- 1) Πλαίσιο δεδομένων (χρησιμοποιείται από το CAN για την αποστολή δεδομένων)
 - 2) Πλαίσιο αιτήματος (χρησιμοποιείται από το CAN για να ζητήσει δεδομένα)
 - 3) Πλαίσιο σφάλματος (χρησιμοποιείται από το CAN για να δηλώσει σφάλμα)
 - 4) Πλαίσιο υπερφόρτωσης (χρησιμοποιείται από το CAN για να εισάγετε μια καθυστέρηση)
- Ένα πλαίσιο δεδομένων CAN χρησιμοποιεί την Standard αρχιτεκτονική επικοινωνίας, ενός Header που ακολουθείται από Data.

Η κεφαλίδα Header είναι γνωστή ως αναγνωριστική και έχει μέγεθος 29 bits (CAN 2.0B) ή 11 bits (CAN 2.0A). Τα δεδομένα αποστέλλονται ως bytes.

CAN 2.0A Format



Εικόνα 5. CAN 2.0A

SOF: Έναρξη του πλαισίου (bit έναρξης)

ID: Αναγνωριστικό μηνύματος (υποδεικνύει την προτεραιότητα του μηνύματος)

RTR: Αίτημα απομακρυσμένης μετάδοσης

IDE: Bit προέκτασης αναγνωριστικού (2.0A ή 2.0B)

r0: Δεσμευμένο bit. Αποστολή ως περισσότερο σημαντικό.

DLC: Κωδικός μήκους δεδομένων. Ισχύει από 0 έως 8.

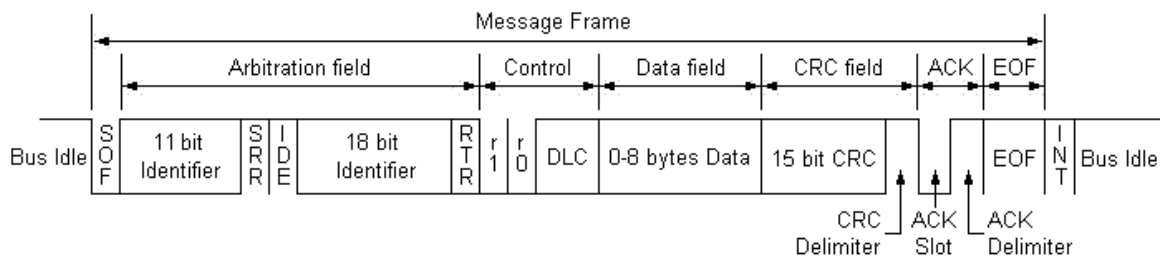
CRC D: οριοθέτης CRC. Υποδεικνύει το τέλος του πεδίου CRC.

ACK S: Χρησιμοποιείται για την αναγνώριση του μηνύματος από τον παραλήπτη. Στέλνεται ως υπόλειμμα.

ACK D: Επισημαίνει το τέλος του αναγνωρισμένου πεδίου.

EOF: Τέλος του πλαισίου. (bit διακοπής). Στέλνεται ως 7 υπολειπόμενα κομμάτια.

INT: Παύση. Στέλνεται ως 3 υπολειπόμενα κομμάτια.



Εικόνα 6 CAN 2.0B Format



SRR: Αναπληρωματικό bit αίτησης. Στέλνεται ως υπόλειμα. Αυτό είναι απλά ένα bit placeholder για να εξασφαλιστεί η συμβατότητα μεταξύ 2.0A και 2.0B επειδή το 2.0A έχει RTR.

Bit stuffing

- 5 διαδοχικά bits, το 6ο είναι αντίθετο. Επιτρέπει τον συγχρονισμό ρολογιού.
- Ο συγχρονισμός γίνεται από το λιγότερο σημαντικό ακρο προς το περισσότερο σημαντικό.

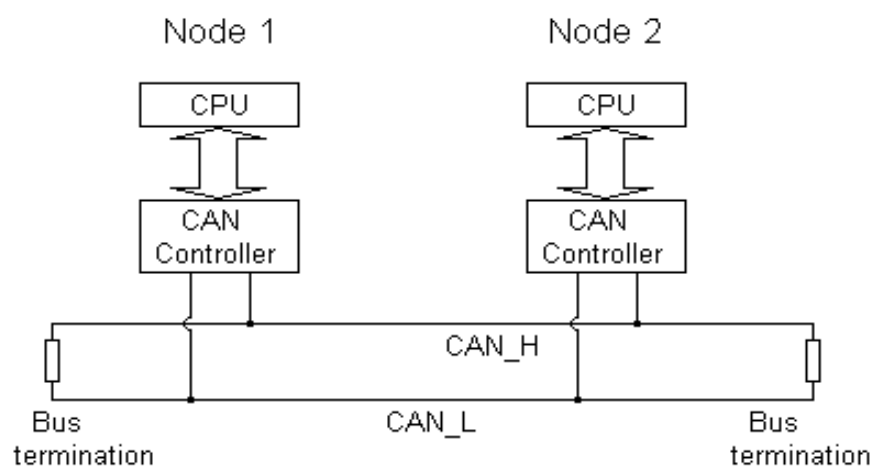
Φυσικό στρώμα CAN

• Ο διάυλος αποτελείται από δύο καλώδια: το CAN_H και CAN_L και στα άκρα του τοποθετούντε αντιστάσεις 120 Ohm. Είναι διαφορικός και η πτώση τάσης από το CAN_H στο

CAN_L καθορίζει τα 0 ή 1.

- bit (0): CAN_H = 3.5V, CAN_L = 1.5V
- bit (1): CAN_H = 2.5V, CAN_L =

Παράδειγμα διαύλου CAN



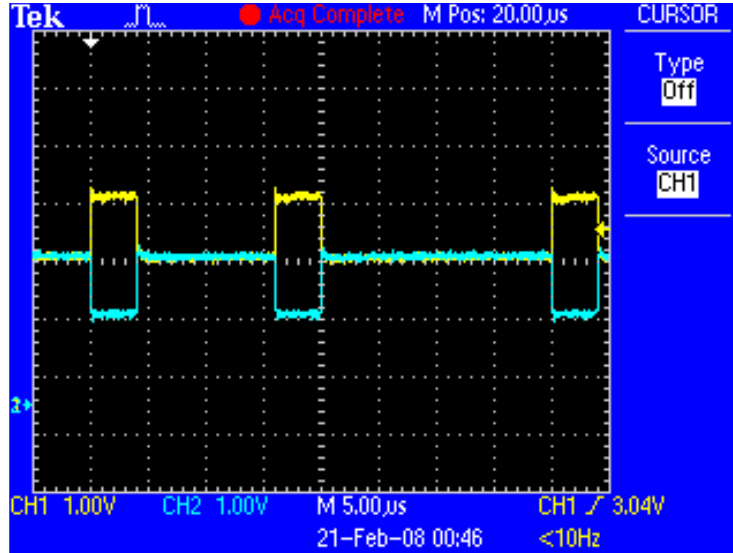
Εικόνα 7 Παράδειγμα διαύλου CAN



- Το J1939 ορίζει τις παραμέτρους του φυσικού στρώματος.

CAN ID = 0x1dfffff

(1/1101/1111/1 ...)



Εικόνα 8 Bus Arbitration

- Αυτό συμβαίνει όταν ξεκινούν δύο ή περισσότερα ECU να μεταδίδουν πακέτα ταυτόχρονα. Κάθε πομπός πρέπει να σιγουρευτεί ότι αυτό που στέλνει είναι αυτό που βρίσκεται και στον δίαυλο. Εάν υπάρχει διαφορά, τότε ο ελεγκτής CAN σταματά. Ο νικητής δηλαδή το πακέτο που θα συνεχίσει την αποστολή θα είναι αυτό με το μικρότερο αναγνωριστικό.

Non destructive.

Παράδειγμα Bus arbitration

ECU #1	0	1	0	0	0	1
ECU #2	0	1	0	0	1	RX
ECU #3	0	1	1	RX	RX	RX

Πίνακας 1. Παράδειγμα Bus arbitration



Επισκόπηση του J1939

Το J1939 χρησιμοποιεί το CAN 2.0B και έχει αντικαταστήσει τα J1587 και J1708 (αν και τα δύο

συνυπάρχουν σε ορισμένα οχήματα μέχρι σήμερα). Χρησιμοποιείται σε επαγγελματικά οχήματα βαρέως τύπου (τρακτέρ / ρυμουλκούμενα, μπετονιέρες, στρατιωτικά φορτηγά, ναυτιλία κλπ.). Όπως το CAN είναι κεντραρισμένο γύρω από το Id, το J1939 έχει ως χαρακτηριστικό το PGN. Το PGN ορίζεται από το CAN ID.

- PGN: Parameter Group Number. Για παράδειγμα, το PGN 65215 είναι η πληροφορία "Ταχύτητα τροχού". Τα περισσότερα PGNs έχουν μήκος 8 bytes. Μεταβλητές πολλών Byte αποστέλλουν πρώτα το λιγότερο σημαντικό byte. Συνήθως το 0xFF σημαίνει ότι "τα δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα", το 0xFE σημαίνει "σφάλμα". Το έγκυρο εύρος είναι 0-250. Έλεγχος MSB περισσότερο σημαντικού Byte για μεταβλητές πολλών Byte.

CAN ID Mapping

28	26	25	24	16	8	0
P		EDP	DP	PF	PS	SA

Πίνακας 2. CAN ID Mapping

P: Προτεραιότητα μηνύματος. Πρέπει να έρθει πρώτα.

EDP: Σελίδα εκτεταμένων δεδομένων. Οι συσκευές J1939 πρέπει να είναι στο 0.

DP: σελίδα δεδομένων. Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μιας δεύτερης σελίδας PGN.

PF: Μορφή PDU:

<240, το PS είναι διεύθυνση προορισμού. (Μορφή PDU1)

> = 240, το PS είναι επέκταση ομάδας. (Μορφή PDU2)

PS: Ειδικό PDU. Είτε η διεύθυνση προορισμού είτε η επέκταση ομάδας.

SA: Διεύθυνση πηγής της εφαρμογής ελεγκτή (CA).



J1939 PGN Mapping

- If $PF < 240$,
then $PGN = (DP \ll 9) + (PF \ll 8)$,
else $PGN = (DP \ll 9) + (PF \ll 8) + PS$
- Max number of PGNs:
 $(240 + (16 \times 256)) \times 2 = 8,672$

Example J1939 PGN

J1939 Wheel Speed Information

PGN: 65215(0xFEBC)

Priority: 6 (default)

Length: 8

TX Rate: 100 ms

Bytes 1-2: Front axle speed 904

Byte 3: Relative, front axle #1, left 905

Byte 4: Relative, front axle #1, right 906

Byte 5: Relative, rear axle #1, left 907

Byte 6: Relative, rear axle #1, right 908

Byte 7: Relative, rear axle #2, left 909

Byte 8: Relative, rear axle #2, right 910

PGN: 59904 (0xEA00)

Priority: 6 (default)

Length: 3

Destination: Global or specific

Bytes 1-3: PGN which is being requested

J1939 Proprietary A PGN

PGN: 61184(0xFEBC)

Priority: 6 (default)

Length: 0 to 1785



Destination: Specific

Bytes 0 - 1785: Manufacture specific

- Usage should not exceed 2% of network utilization

J1939 Proprietary B PGN

PGN: 65280 to 65535 (0xFF00 to 0xFFFF))

Priority: 6 (default)

Length: 0 to 1785

Destination: Global

Bytes 0 - 1785: Manufacture specific

- Usage should not exceed 2% of network utilization

Όταν τα 8 Bytes δεν είναι αρκετά το J1939 έχει την δυνατότητα για PGNs έως 1.785 byte.

Ονομάζεται πρωτόκολλο μεταφοράς και γίνεται με δύο τρόπους:

- 1) Αποστολή δεδομένων σε παγκόσμιο dst (BAM).
- 2) Αποστολή δεδομένων σε συγκεκριμένο dst (CM).

• Και οι δύο τρόποι είναι παρόμοιοι όταν πρόκειται για μεταφορά δεδομένων αλλά διαφέρουν στον τρόπο με τον οποίο ξεκινούν και στην ταχύτητα αποστολής.

Χρησιμοποιούνται μόνο δύο PGN: Connection Management και Data transfer

J1939 BAM

- Πρώτον: Μετάδοση ενός μηνύματος σε παγκόσμια

διεύθυνση που λέει:

1. Πρόκειται να στείλω τα παρακάτω PGN πολλαπλά πακέτα
2. Θα στέλνω X ποσότητα δεδομένων
3. Θα στέλνω Y αριθμό πακέτων.

• Δεύτερον: Αποστολή δεδομένων, αναμονή 50ms, αποστολή δεδομένων, αναμονή 50ms, ect

...



BAM Message

Transport Protocol – Connection Management

PGN: 60416(0xEC00)

Priority: 7 (default)

Length: 8

Destination: Global

Byte 1: Fixed at 32

Bytes 2-3: Message size in bytes

Byte 4: Number of packets

Byte 5: Reserved. Filled with 0xFF

Byte 6-8: PGN

Data Transfer PGN

Transport Protocol – Data Transfer

PGN: 60160(0xEB00)

Priority: 7 (default)

Length: 8

Destination: Global

Byte 1: Sequence number (1 to 255)

Bytes 2-8: Data. Any unused locations in last
packet should be filled with 0xFF



BAM Example

- Example transmission of VIN. PGN 65260(0xFEEC). Assumes VIN is 17 bytes long and is simply 1 through 17. VIN ends with an asterisk „*“.

Time (ms)	PGN	DST	0	1	2	3	4	5	6	7
0	60416	255	32	18	0	3	255	EC	FE	0
50	60160	255	1	1	2	3	4	5	6	7
100	60160	255	2	8	9	10	11	12	13	14
150	60160	255	3	15	16	17	„*“	255	255	255

Destination Specific Big Picture

Πρώτα: Μεταφέρει ένα μήνυμα RTS σε συγκεκριμένη διεύθυνση που λέει:

1. Πρόκειται να στείλω το ακόλουθο PGN σε πολλαπλά πακέτα.
2. Θα στέλνω X ποσότητα δεδομένων.
3. Θα στέλνω Y αριθμό πακέτων.
4. Μπορώ να αποστείλω Z αριθμό πακέτων ταυτόχρονα.

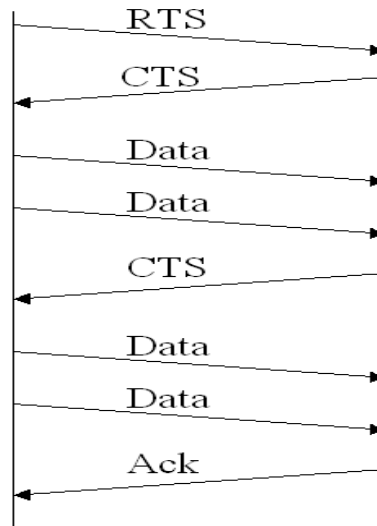
• Δεύτερον: Περιμένετε για CTS: CTS λέει:

1. Μπορώ να λάβω M αριθμό πακέτων ταυτόχρονα.

2. Ξεκινήστε την αποστολή με τον αριθμό ακολουθίας N.

• Τρίτον: Αποστολή δεδομένων. Στη συνέχεια, επαναλάβετε τα βήματα ξεκινώντας με το 2.

Όταν όλα τα δεδομένα αποσταλούν, αναμονή για ACK.



Εικόνα 9 CM Example

RTS Message

Transport Protocol – Connection Management

PGN: 60416(0xEC00)

Priority: 7 (default)

Length: 8

Destination: Specific

Byte 0: Fixed at 16

Bytes 1-2: Message size in bytes

Byte 3: Number of packets

Byte 4: Total number of packet sent in
response to CTS.

Byte 5-7: PGN



CTS Message

Transport Protocol – Connection Management

PGN: 60416(0xEC00)

Priority: 7 (default)

Length: 8

Destination: Specific

Byte 0: Fixed at 17

Byte 1: Max number of packets that can be sent at once. (Not larger than byte 5 of RTS)

Byte 2: Next sequence number to start with

Bytes 3-4: Reserved. Filled with 0xFF

Bytes 5-7: PGN

End of Msg ACK Message

Transport Protocol – Connection Management

PGN: 60416(0xEC00)

Priority: 7 (default)

Length: 8

Destination: Specific

Byte 0: Fixed at 19

Bytes 1-2: Total message size in bytes.

Byte 3: Total number of packets.

Byte 4: Reserved. Filled with 0xFF

Bytes 5-7: PGN



Connection Abort Message

Transport Protocol – Connection Management

PGN: 60416(0xEC00)

Priority: 7 (default)

Length: 8

Destination: Specific

Byte 0: Fixed at 255

Byte 1: Connection abort reason.

Bytes 2-4: Reserved. Filled with 0xFF.

Bytes 5-7: PGN

Αίτηση διεύθυνσης J1939

- Όλα τα ECU πρέπει να αξιώσουν μια διεύθυνση στο δίκτυο. Το αίτημα δημιουργείται αποστέλλοντας PGN 60928 με την διεύθυνση της πηγής να συμπεριλαμβάνεται στη διεύθυνση που θέλετε να διεκδικήσετε. Εάν ένα άλλο ECU αιτείται την ίδια διεύθυνση, το ECU με την χαμηλότερη τιμή στο πεδίο ονόματος έχει προτεραιότητα. Το πεδίο NAME έχει μήκος 64 bits και τοποθετείται στο πεδίο δεδομένων της επιθυμητής διεύθυνσης
- Αν ένα ECU δεν λάβει διεύθυνση, μπορεί να επιχειρήσει και άλλο αίτημα διεύθυνση πηγής.
- Υπάρχουν δύο τύποι διευθύνσεων “Single Address” and “Arbitrary Address”

J1939 Address Claimed PGN

PGN: 60928(0xEE00)

Priority: 6 (default)

Length: 8

Source: SA requested (254 for Cannot Claim)

Byte 1-8: NAME field



J1939 ΟΝΟΜΑ πεδίου

- Arbitrary Address Capable: Καθορίζει αν το ECU μπορεί να επιλέξει άλλη διεύθυνση προέλευσης αν χάσει τη διαδικασία αξίωσης διεύθυνσης.
- Industry Group: Καθορίζει τον κλάδο της βιομηχανίας.
Vehicle System Instance Group: Προσδιορίζει ένα συγκεκριμένο σύστημα οχημάτων. (π.χ. ρυμουλκούμενο)
- Vehicle System: Προσδιορίζει το σύστημα του οχήματος (π.χ. ρυμουλκούμενο)
- Function Instance:: Προσδιορίζει τη λειτουργία (π.χ. ABS)
ECU Instance:: Προσδιορίζει την παράμετρο λειτουργίας (π.χ. ABS # 1) χρησιμοποιείται εάν έχουμε δυο ECU να ελέγχουν ένα σύστημα ABS
- Manufacturer Code: Ανατίθεται από το SAE για την αναγνώριση της εκάστοτε εταιρείας.
- Identify Number: Ορίζεται από τον κατασκευαστή, εάν όλα τα πεδία είναι ίδια και δυο ECU υπάρχουν σε ένα δίκτυο, τότε αυτό το πεδίο πρέπει να είναι μοναδικό.

Φυσικό επίπεδο J1939 / 11

- Μέγιστο μήκος διαύλου: 40 μέτρα
- Μέγιστο μήκος στελέχους: 1 μέτρο
- Μέγιστος αριθμός κόμβων: 30
- Θωρακισμένο συνεστραμμένο ζευγάρι. Η γείωση είναι συνδεδεμένη κατευθείαν στο έδαφος.
- Ανοχή ρολογιού: +/- 0,05%
- Σημείο δείγματος πλησιέστερο στο 0,875 αλλά όχι λιγότερο.

Φυσικό επίπεδο J1939 / 15

- Μέγιστο μήκος διαύλου: 40 μέτρα
- Μέγιστο μήκος στελέχους: 3 μέτρα
- Μέγιστος αριθμός κόμβων: 10
- Αθωράκιστο καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους.
- Ανοχή ρολογιού: +/- 0,05%
- Σημείο δείγματος πλησιέστερο στο 0,875 αλλά όχι λιγότερο.



- Χρόνος ανόδου και πτώσης 200-500ns για σήμα CAN

References

- BOSCH CAN Specification
- SAE J1939/11 Physical Layer
- SAE J1939/15 Physical Layer
- SAE J1939/21 Data Link Layer
- SAE J1939/71 Application layer
- SAE J1939/81 Network Management

4.3 Πρωτόκολλο MODBUS

Το Modbus είναι ένα πρωτόκολλο σειριακής επικοινωνίας που αναπτύχθηκε και δημοσιεύτηκε από την Modicon® το 1979 για να χρησιμοποιηθεί σε προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLCs). Με απλά λόγια, είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση πληροφοριών μέσω σειριακών γραμμών μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών. Η συσκευή που ζητάει τις πληροφορίες "Read" καλείται Modbus Master και οι συσκευές που παρέχουν πληροφορίες είναι οι Modbus Slaves. Σε ένα τυποποιημένο δίκτυο Modbus, υπάρχει ένας Master και μέχρι και 247 Slaves, ο καθένας με μια μοναδική διεύθυνση από 1 έως 247. Ο Master μπορεί επίσης να γράψει "write" πληροφορίες στους Slaves.

Σε τι χρησιμεύει;

Το Modbus είναι ένα ανοιχτό πρωτόκολλο. Αυτό σημαίνει ότι είναι ελεύθεροι οι κατασκευαστές να το χρησιμοποιήσουν στον εξοπλισμό τους χωρίς να χρεώνονται. Αποτελεί επίσης πρότυπο πρωτόκολλο επικοινωνιών στη βιομηχανία και είναι πλέον το πιο διαδεδομένο

μέσο διασύνδεσης βιομηχανικών ηλεκτρονικών συσκευών. Χρησιμοποιείται ευρέως από πολλούς κατασκευαστές σε διάφορους κλάδους της βιομηχανίας.

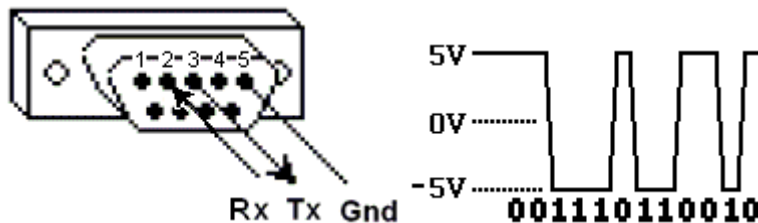
Το Modbus χρησιμοποιείται συνήθως για τη μετάδοση σημάτων από συσκευές οργάνων ελέγχου σε έναν κύριο ελεγκτή ή σύστημα συλλογής δεδομένων. Π.χ ένα σύστημα που



μετρά τη θερμοκρασία και την υγρασία και μεταφέρει τα αποτελέσματα σε έναν υπολογιστή. Το Modbus χρησιμοποιείται συχνά για τη σύνδεση ενός εποπτικού υπολογιστή με μια απομακρυσμένη τερματική μονάδα (RTU) στα συστήματα εποπτείας και λήψης δεδομένων (SCADA). Υπάρχουν εκδόσεις του πρωτοκόλλου Modbus για σειριακές γραμμές (Modbus RTU και Modbus ASCII) και για Ethernet (Modbus TCP).

Πώς λειτουργεί;

Το Modbus μεταδίδεται μέσω σειριακών γραμμών συνδεδεμένων μεταξύ των συσκευών του συστήματος. Η απλούστερη εγκατάσταση είναι ένα ενιαίο σειριακό καλώδιο που συνδέει τις σειριακές θύρες σε δύο συσκευές, μια Master και μια Slave.



Εικόνα 10 Serial Bus

Τα δεδομένα αποστέλλονται ως σειρά από άσσους και μηδενικά τα οποία ονομάζονται bits. Κάθε bit αποστέλλεται ως τάση. Τα μηδενικά αποστέλλονται ως θετικές τάσεις και οι άσσοι σαν αρνητικές τάσεις. Τα bits αποστέλλονται πολύ γρήγορα. Μια τυπική ταχύτητα μετάδοσης είναι 9600 baud (bits ανά δευτερόλεπτο).

Τι είναι δεκαεξαδικό;

Όταν κάνουμε troubleshooting, μπορεί να είναι χρήσιμο να δούμε τα πραγματικά ανεπεξέργαστα δεδομένα που μεταδίδονται. Οι μακριές συμβολοσειρές άσπων και μηδενικών είναι δύσκολο να διαβαστούν. Έτσι τα δυαδικά ψηφία συνδυάζονται και εμφανίζονται στο

δεκαεξαδικό σύστημα. Κάθε μπλοκ των 4 bits αντιπροσωπεύεται από έναν από τους δεκαέξι χαρακτήρες από 0 έως F.



Κάθε μπλοκ των 8 bits (που ονομάζεται byte) αντιπροσωπεύεται από ένα από τα ζευγάρια των 256 χαρακτήρων από το 00 έως το FF.

Πίνακας 3 Μπλοκ

0000 = 0	0100 = 4	1000 = 8	1100 = C
0001 = 1	0101 = 5	1001 = 9	1101 = D
0010 = 2	0110 = 6	1010 = A	1110 = E
0011 = 3	0111 = 7	1011 = B	1111 = F

Τι είναι το ASCII;

Το ASCII υποστηρίζει τον αμερικανικό πρότυπο κώδικα ανταλλαγής πληροφοριών. Με τον ίδιο τρόπο που κάθε 4 bit μπορούν να συνδυαστούν και να αναπαρασταθούν από έναν δεκαεξαδικό χαρακτήρα από 0 έως F, κάθε 8 bits (κάθε byte) μπορούν να συνδυαστούν και να εκπροσωπούνται από έναν από τους 256 χαρακτήρες ASCII, συμπεριλαμβανομένων των κοινών χαρακτήρων πληκτρολογίου. Για παράδειγμα, ορισμένες από τις τιμές για τους χαρακτήρες ASCII είναι ...

Πίνακας 4 ASCII

decimal (base10)	binary (base2)	Hex (base16)	ASCII (base256)
0	0000 0000	00	null
1	0000 0001	01	"
34	0010 0010	22	#
35	0010 0011	23	\$
36	0010 0100	24	%
47	0010 1111	2F	/
48	0011 0000	30	0
49	0011 0001	31	1
56	0011 1000	38	8
57	0011 1001	39	9
58	0011 1010	3A	:
64	0100 0000	40	@
65	0100 0001	41	A
66	0100 0010	42	B
89	0101 1001	59	Y
90	0101 1010	5A	Z
91	0101 1011	5B	[
95	0101 1111	5F	-



96	0110 0000	60	`
97	0110 0001	61	a
122	0111 1010	7A	z
123	0111 1011	7B	{
174	1010 1110	AE	®
255	1111 1111	FF	

Πώς αποθηκεύονται τα δεδομένα στο Standard Modbus;

Οι πληροφορίες αποθηκεύονται στη συσκευή Slave σε τέσσερις διαφορετικούς πίνακες. Δύο πίνακες αποθηκεύουν τις ξεχωριστές τιμές on/off (πηνία) και δύο τις αριθμητικές τιμές (καταχωρητές). Τα πηνία και οι καταχωρητές έχουν το καθένα έναν πίνακα μόνο για ανάγνωση και έναν πίνακα ανάγνωσης-εγγραφής.

Κάθε πίνακας έχει 9999 τιμές .

Κάθε πηνίο ή επαφή είναι 1 bit που του έχει εκχωρηθεί μια διεύθυνση δεδομένων μεταξύ 0000 και 270E.

Κάθε καταχωρητής είναι 1 λέξη = 16 bits = 2 bytes και έχει επίσης διεύθυνση δεδομένων μεταξύ 0000 και 270E.

Πίνακας 5 Καταχωρητές

Coil/Register Numbers	Data Addresses	Type	Table Name
1-9999	0000 to 270E	Read-Write	Discrete Output Coils
10001-19999	0000 to 270E	Read-Only	Discrete Input Contacts
30001-39999	0000 to 270E	Read-Only	Analog Input Registers
40001-49999	0000 to 270E	Read-Write	Analog Output Holding Registers

Οι αριθμοί Coil / Register μπορούν να θεωρηθούν ως ονόματα θέσης αφού δεν εμφανίζονται στα πραγματικά μηνύματα. Οι διευθύνσεις δεδομένων χρησιμοποιούνται στα μηνύματα.

Για παράδειγμα, το πρώτο Holding Register, ο αριθμός 40001, έχει τη διεύθυνση δεδομένων 0000. Η διαφορά μεταξύ αυτών των δύο τιμών είναι το offset.

Κάθε πίνακας έχει διαφορετικό offset. 1, 10001, 30001 και 40001.



Ποιο είναι το Slave ID;

Κάθε slave σε ένα δίκτυο έχει μια μοναδική διεύθυνση από 1 έως 247. Όταν ο master ζητά δεδομένα, το πρώτο byte που στέλνει είναι η διεύθυνση Slave. Με αυτόν τον τρόπο κάθε Slave γνωρίζει μετά το πρώτο byte το αν πρέπει ή όχι να αγνοήσει το μήνυμα.

Τι είναι ο κώδικας λειτουργίας;

Το δεύτερο byte που στέλνει ο Master είναι ο κώδικας λειτουργίας. Αυτός ο αριθμός δείχνει στον Slave σε ποιόν πίνακα θα έχει πρόσβαση και αν θα διαβάσει ή θα γράψει.

Πίνακας 6 Κώδικας λειτουργίας

Function Code	Action	Table Name
01 (01 hex)	Read	Discrete Output Coils
05 (05 hex)	Write single	Discrete Output Coil
15 (0F hex)	Write multiple	Discrete Output Coils
02 (02 hex)	Read	Discrete Input Contacts
04 (04 hex)	Read	Analog Input Registers
03 (03 hex)	Read	Analog Output Holding Registers
06 (06 hex)	Write single	Analog Output Holding Register
16 (10 hex)	Write multiple	Analog Output Holding Registers

Τι είναι το CRC;

Το CRC σημαίνει Check Cyclic Redundancy. Είναι δύο byte που έχουν προστεθεί στο τέλος κάθε μηνύματος modbus για ανίχνευση σφαλμάτων. Κάθε byte στο μήνυμα χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του CRC. Η συσκευή λήψης υπολογίζει επίσης το CRC και το συγκρίνει με το CRC από τη συσκευή αποστολής. Αν έστω και ένα bit στο μήνυμα λαμβάνεται λανθασμένα, τα CRCs θα είναι διαφορετικά και θα προκύψει σφάλμα.



Read Holding Registers (FC=03)

Request

This command is requesting the content of analog output holding registers # 40108 to 40110 from the slave device with address 17.

11 03 006B 0003 7687

11: The Slave Address (11 hex = address17)

03: The Function Code 3 (read Analog Output Holding Registers)

006B: The Data Address of the first register requested.

(006B hex = 107 , + 40001 offset = input #40108)

0003: The total number of registers requested. (read 3 registers 40108 to 40110)

7687: The CRC (cyclic redundancy check) for error checking.

Response

11 03 06 AE41 5652 4340 49AD

11: The Slave Address (11 hex = address17)

03: The Function Code 3 (read Analog Output Holding Registers)

06: The number of data bytes to follow (3 registers x 2 bytes each = 6 bytes)

AE41: The contents of register 40108

5652: The contents of register 40109

4340: The contents of register 40110

49AD: The CRC (cyclic redundancy check).

Το παράδειγμα για την FC03 δείχνει ότι ο καταχωρητής 40108 περιέχει την AE41 η οποία μετατρέπεται στα 16 bits 1010 1110 0100 0001. Ο Register 40108 θα μπορούσε να οριστεί ως οποιοσδήποτε από αυτούς τους τύπους δεδομένων 16 bit:

- Ένας μη προσιμασμένος ακέραιος 16-bit (ένας ολόκληρος αριθμός μεταξύ 0 και 65535) ο καταχωρητής 40108 περιέχει: "**AE41 = 44,609**" (hex to decimal)
- Ένας προσιμασμένος ακέραιος 16-bit (ένας ολόκληρος αριθμός μεταξύ -32768 και 32767) "**AE41 = -20,927**"



- Μια συμβολοσειρά ASCII δύο χαρακτήρων (2 δακτυλογραφημένα γράμματα)

"AE41 = ® A"

- Μία διακριτή τιμή on/off (αυτό λειτουργεί το ίδιο με ακέραιους αριθμούς 16 bit με τιμή 0 ή 1. Τα δεδομένα hex θα είναι **"0000 ή 0001"**)

Το μητρώο 40108 θα μπορούσε επίσης να συνδυαστεί με το 40109 για να σχηματίσει οποιονδήποτε από αυτούς τους τύπους δεδομένων 32 bit:

- Ένας μη προσημασμένος ακέραιος 32-bit (ένας αριθμός μεταξύ 0 και 4.294.967.295)

40108,40109 = AE41 5652 = 2,923,517,522

- Ένας προσημασμένος ακέραιος 32-bit (ένας αριθμός μεταξύ -2.147.483.648 και 2.147.483.647)

AE41 5652 = -1,371,449,774

- Ένας αριθμός κινητής υποδιαστολής IEEE 32 bit με ακρίβεια IEEE. Είναι ένας μαθηματικός τύπος που επιτρέπει κάθε πραγματικό αριθμό να αντιπροσωπεύεται από 32 bits με ακρίβεια περίπου επτά ψηφίων.

AE41 5652 = -4.395978 E-11

- Ένας ASCII String τεσσάρων χαρακτήρων:

AE41 5652 = ® A V R

Περισσότεροι καταχωρητές μπορούν να συνδυαστούν για να σχηματίσουν μεγαλύτερα ASCII strings. Κάθε καταχωρητής χρησιμοποιείτε για να αποθηκεύσει δυο ASCII χαρακτήρες (2 bytes).

Τι είναι byte και word ordering;

Η προδιαγραφή Modbus δεν καθορίζει ακριβώς πώς αποθηκεύονται τα δεδομένα στους καταχωρητές. Ως εκ τούτου, ορισμένοι κατασκευαστές χρησιμοποίησαν τα modbus στον εξοπλισμό τους για να αποθηκεύσουν και να μεταδώσουν το υψηλότερο byte πρώτα



ακολουθούμενο από το χαμηλότερο byte. (ΑΕ πριν από το 41).Εναλλακτικά, άλλοι αποθηκεύουν και μεταδίδουν πρώτα το χαμηλότερο byte (41 πριν από την ΑΕ).

Ομοίως, όταν οι καταχωρητές συνδυάζονται για να αντιπροσωπεύσουν τύπους δεδομένων 32 bit, ορισμένες συσκευές αποθηκεύουν τα υψηλότερα 16 bits (υψηλή λέξη) στον πρώτο

καταχωρητή και η υπόλοιπη χαμηλή λέξη στο δεύτερο (ΑΕ41 πριν 5652) ενώ άλλοι κάνουν το αντίθετο (5652 ΑΕ41) Δεν έχει σημασία ποια σειρά στέλνονται τα bytes ή οι λέξεις, όσο η συσκευή λήψης γνωρίζει τον τρόπο με τον οποίο θα την περιμένει. Για παράδειγμα, εάν ο αριθμός 2.923.517.522 έπρεπε να σταλεί ως ένας μη προσημασμένος ακέραιος 32 bit, θα μπορούσε να διευθετηθεί οποιοσδήποτε από αυτούς τους τέσσερις τρόπους.

also know as

ΑΕ41 5652	high byte first	high word first	"big endian"
5652 ΑΕ41	high byte first	low word first	
41ΑΕ 5256	low byte first	high word first	
5256 41ΑΕ	low byte first	low word first	"little endian"

Τι είναι ο Χάρτης Modbus;

Ένας χάρτης modbus είναι απλώς ένας κατάλογος για μια Slave συσκευή που καθορίζει

- ποια είναι τα δεδομένα (π.χ. μετρήσεις πίεσης ή θερμοκρασίας)
- που αποθηκεύονται τα δεδομένα (ποιοι πίνακες και διευθύνσεις δεδομένων)
- πώς αποθηκεύονται τα δεδομένα (τύποι δεδομένων, ταξινόμηση byte και λέξη)

Ορισμένες συσκευές είναι κατασκευασμένες με σταθερό χάρτη ο οποίος ορίζεται από τον κατασκευαστή. Ενώ άλλες συσκευές επιτρέπουν στο χειριστή να διαμορφώσει ή να προγραμματίσει έναν προσαρμοσμένο χάρτη που ταιριάζει στις ανάγκες του.

Τι είναι διευρυμένες διευθύνσεις καταχωρητών;

Δεδομένου ότι το εύρος των καταχωρητών αναλογικών εξόδων είναι 40001 έως 49999, αυτό σημαίνει ότι δεν μπορούν να υπάρχουν περισσότεροι από 9999 καταχωρητές. Αν και αυτός ο αριθμός είναι συνήθως αρκετός για τις περισσότερες εφαρμογές, υπάρχουν περιπτώσεις όπου περισσότεροι καταχωρητές είναι απαραίτητοι.

Οι καταχωρητές 40001 έως 49999 αντιστοιχούν στις διευθύνσεις δεδομένων 0000 έως 270E.

Εάν χρησιμοποιήσουμε τις υπόλοιπες διευθύνσεις δεδομένων 270F σε FFFF, μπορεί να έχουμε διαθέσιμες πάνω από έξι φορές περισσότεροι καταχωρητές, 65536 συνολικά. Αυτό θα αντιστοιχούσε στους αριθμούς μητρώου από 40001 έως 105536.



Πολλοί οδηγοί λογισμικού Modbus (για Master PCs) γράφτηκαν με τα όρια 40001 έως 49999 και δεν μπορούν να έχουν πρόσβαση σε εκτεταμένους καταχωρητές σε συσκευές slave. Και πολλές συσκευές slave δεν υποστηρίζουν τους χάρτες που χρησιμοποιούν τους εκτεταμένους καταχωρητές. Αλλά από την άλλη πλευρά, μερικές συσκευές Slave υποστηρίζουν αυτά τα

μητρώα και κάποιο Master Software μπορεί να έχει πρόσβαση σε αυτά, ειδικά εάν έχει γραφτεί προσαρμοσμένο λογισμικό.

Πώς λειτουργεί η διεύθυνση Slave 2 byte;

Δεδομένου ότι ένα κανονικό byte χρησιμοποιείται κανονικά για τον ορισμό της Slave διεύθυνσης και κάθε slave σε ένα δίκτυο απαιτεί μια μοναδική διεύθυνση, ο αριθμός των Slaves σε ένα δίκτυο περιορίζεται στους 256. Το όριο που ορίζεται στην προδιαγραφή του modbus είναι ακόμα χαμηλότερο στο 247.

Για να υπερβούμε αυτό το όριο, μπορεί να γίνει τροποποίηση στο πρωτόκολλο με χρήση δύο ψηφίων για τη διεύθυνση. Ο Master και οι Slaves θα πρέπει να μπορούν να υποστηρίξουν αυτή την τροποποίηση. Δύο byte διευθύνσεων επεκτείνουν το όριο του αριθμού των Slaves σε ένα δίκτυο στους 65535.

Από προεπιλογή, το λογισμικό Simply Modbus χρησιμοποιεί διεύθυνση 1 byte. Όταν εισάγεται μια διεύθυνση μεγαλύτερη από 255, το λογισμικό μεταβαίνει αυτόματα σε διεύθυνση 2 byte και παραμένει σε αυτή τη λειτουργία για όλες τις διευθύνσεις μέχρι να απενεργοποιηθεί χειροκίνητα η διεύθυνση 2 byte.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Προτεινόμενο σύστημα

5.1 Σχεδιασμός

Το σύστημα που προτείνουμε έχει σχεδιαστεί με έμφαση στην προσαρμοστικότητα των μονάδων ελέγχου και απεικόνισης σε σχέση με τις ιδιαιτερότητες κάθε εγκατάστασης και μηχανήματος. Με αυτό τον τρόπο καταφέραμε να το κάνουμε εύκολο και ασφαλές στην χρήση, εξασφαλίζοντας ότι με κανένα τρόπο δεν μπορεί να παρέμβει αρνητικά στην εύρυθμη λειτουργία των εγκαταστάσεων.

Για να μπορέσουμε να σχεδιάσουμε και να υλοποιήσουμε το project απομακρυσμένης παρακολούθησης και ελέγχου χρειάστηκε να συγκεντρώσουμε ηλεκτρολογικό υλικό και



ηλεκτρονικές μονάδες από ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη και να προσομοιώσουμε τον τρόπο λειτουργίας τους. Για το σύστημα που επιθυμούμε να κάνει την λήψη επεξεργασία και αποστολή δεδομένων από και προς την γεννήτρια, προμηθευτήκαμε ηλεκτρονικές μονάδες με δυνατότητα απεικόνισης και ελέγχου μηχανημάτων.

Το επόμενο βήμα ήταν η εγκατάσταση όλων αυτών των μονάδων σε ένα ξύλινο πάνελ καθώς και η κατασκευή της καλωδίωσης για την διασύνδεση τους.

Για την τροφοδοσία των μονάδων με συνεχές ρεύμα 24volt dc χρησιμοποιήσαμε 2 μετασχηματιστές 220vdc σε 24vdc έτσι ώστε να αποφύγουμε το βάρος των 12volt συσσωρευτών που χρησιμοποιούνται σε ιδανικές συνθήκες λειτουργίας. Προηγήθηκε μελέτη κατανάλωσης ampere σε πραγματικές συνθήκες. Καταλήξαμε πως για την πλήρη λειτουργία των συγκεκριμένων μονάδων απαιτούνται 8 ampere ανα ώρα. Στο εργαστηριακό περιβάλλον η κατανάλωση μειώθηκε στα 2 ampere και έτσι κρίθηκαν κατάλληλα τα δυο τροφοδοτικά των 4 και 1,5 ampere χωρίς να παρατηρήσουμε σημαντική πτώση τάσης κατά την εκκίνηση και λειτουργία του συστήματος.

Η καλωδίωση κατασκευάστηκε από τρία διαφορετικά χρώματα καλωδίων διατομής 1mm από τα οποία κάθε χρώμα αντιπροσωπεύει μια συγκεκριμένη λειτουργία. Κόκκινο +24vdc, μαύρο -24vdc, άσπρο signal. Η καλωδίωση που κατασκευάστηκε αποτελεί ένα πολύ μικρό ποσοστό της πραγματικής καλωδίωσης ενός H/Z ωστόσο μας παρέχει ένα ικανοποιητικό δείγμα μετρήσεων και λειτουργιών τις οποίες επεξεργαστήκαμε για να υλοποιήσουμε την εργασία.

Για την προσομοίωση της λειτουργίας του μηχανήματος χρησιμοποιήθηκε ένας ECM εγκέφαλος κινητήρα τελευταίας γενιάς από Caterpillar C32 model καθώς και ένας πίνακας ελέγχου EMCP 4.2 ο οποίος είναι υπεύθυνος για τον τοπικό έλεγχο του ζεύγους. Τέσσερις αισθητήρες, 2 πίεσης και 2 θερμοκρασίας συνδέθηκαν με τον εγκέφαλο έτσι ώστε να λαμβάνουμε μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο με δυνατότητα αυξομειώσεως τους. Συνδέθηκε επίσης μονάδα παραγωγής PWM σήματος με σκοπό την μεταβλητή ζήτηση στροφών από τον κινητήρα, Desire speed.

Στον τοπικό πίνακα ελέγχου EMCP καλωδιώθηκε η είσοδος 220 volt A/C έτσι ώστε να δύναται ενδεικτική απεικόνιση και αποστολή δεδομένων που αφορούν την παραγωγή ρεύματος από το ζεύγος.



Το σύστημα που επιλέξαμε να λαμβάνει να επεξεργάζεται και να απεικονίζει τα δεδομένα προέρχεται από την εταιρεία Allen Brandley και αποτελείται από ένα plc micro820 model, από μια HMI οθόνη T4T 4inch από ένα J1939 to Modbus converter και από ένα Ethernet switch.

Το converter λαμβάνει τα δεδομένα μέσω του πρωτοκόλλου επικοινωνίας J1939 και είναι υπεύθυνο για την μετατροπή σε πρωτόκολλο Modbus tcp ώστε να καταστεί εφικτή η επικοινωνία με τον λογικό ελεγκτή. Το plc λαμβάνει μέσω της RS485 θύρας τα μεταφρασμένα σε Modbus δεδομένα , τα επεξεργάζεται και μέσω Ethernet τα στέλνει στην οθόνη HMI όπου

απεικονίζονται στον χρήστη. Στο interface της οθόνης έχουν δημιουργηθεί σελίδες που απεικονίζουν ,προειδοποιούν και ελέγχουν το σύστημα. Ο χρήστης μέσω της HMI είναι σε θέση να ξεκινήσει και να σταματήσει το μηχάνημα, να διαπιστώσει την εύρυθμη λειτουργία του, να ειδοποιηθεί για τυχόν βλάβες, να ελέγξει παρεμφερείς του μηχανήματος λειτουργίες και τέλος να προσθέσει δικές του σύμφωνα με τις ανάγκες της εγκατάστασης. Μέσω του Ethernet switch τα δεδομένα μπορούν να ταξιδέψουν σε οποιαδήποτε τοποθεσία επιθυμεί ο χρήστης μέσω του internet ,ασύρματου ή ενσύρματου δικτύου. Στους τερματικούς σταθμούς θα χρησιμοποιηθεί software της Allen Brandley το οποίο εκτελεί την απεικόνιση σε οποιοδήποτε υπολογιστή εγκατασταθεί.

Μέσω των τριών πρωτοκόλλων διασφαλίζουμε αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων εκμεταλλευόμενοι τις μετρήσεις του εγκεφάλου και του πίνακα ελέγχου και έτσι αποφεύγουμε την κοστοβόρα τοποθέτηση επιπλέον αισθητηρίων και καλωδιώσεων οι οποίες επιβαρύνουν την εύρυθμη λειτουργία του συστήματος και αυξάνουν το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης.

Αξίζει να σημειωθεί πως πλέον στην αγορά υπάρχουν ολοκληρωμένες μονάδες απεικόνισης HMI οι οποίες περιέχουν ενσωματωμένα plc και converters σε μια συσκευή απλοποιώντας ακόμα περισσότερο την εγκατάσταση τους.

5.2.1 Υλοποίηση

5.2.2 Αισθητήρες



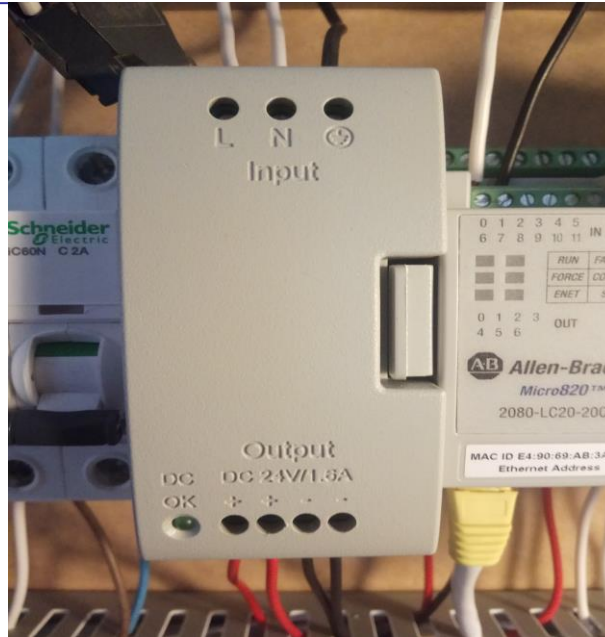
Στην κατασκευή χρησιμοποιήσαμε συνολικά 4 αισθητήρες. 2 Μέτρησης Πίεσης και 2 μέτρησης θερμοκρασιών. Οι αισθητήρες παίρνουν τροφοδοσία 5 vdc και επιστρέφουν στον εγκέφαλο του κινητήρα μια μεταβαλλόμενη τάση αναλόγως την θερμοκρασία που μετρούν. Οι τιμές που καλούνται να μετρήσουν είναι, πίεση εισαγωγής αέρα στροβίλου. Πίεση λαδιού στο κύκλωμα λιπάνσεως του κινητήρα. Θερμοκρασία αντιψυκτικού υγρού στο κύκλωμα ψύξεως . Θερμοκρασία αέρα εισαγωγής στροβίλου.



Εικόνα 11 Sensors

5.2.3 Τροφοδοτικά

Για λόγους ασφάλειας και προστασίας των ηλεκτρονικών συσκευών χρησιμοποιήθηκαν 2 ξεχωριστά τροφοδοτικά 220volt A/C//24volt DC με αυτό τον τρόπο διασφαλίσαμε την ομαλή τροφοδοσία του συστήματος χωρίς ανεπιθύμητες πτώσεις τάσης



Εικόνα 12 Power Supply



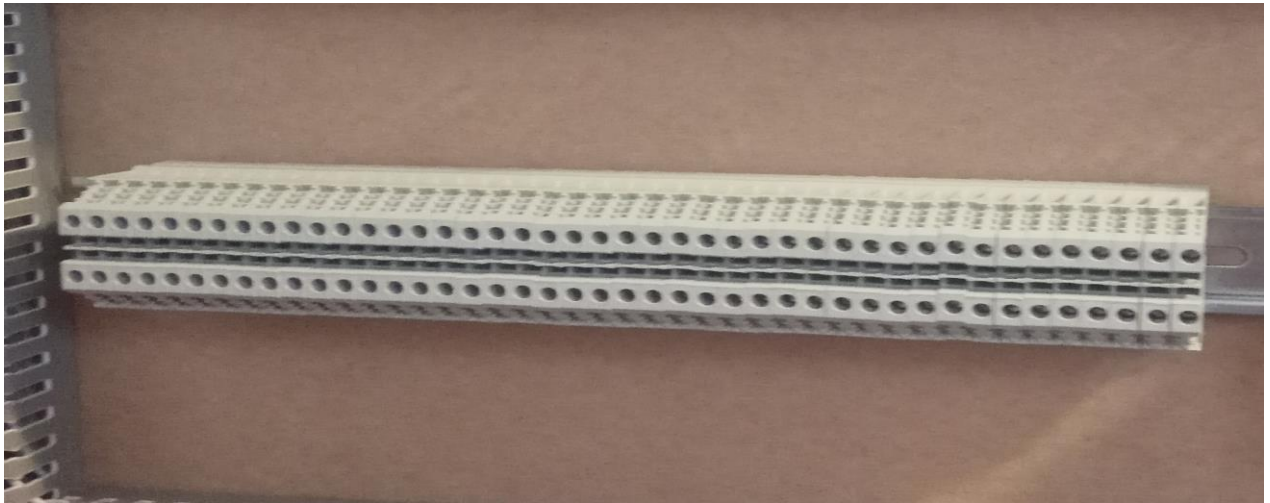
Εικόνα 13 Power supply for Engine wiring

5.2.4 Κλεμμοσειρά

Με την εγκατάσταση κλεμμοσειρών διασφαλίζουμε την συνδεσιμότητα και τον έλεγχο των σημάτων στα κυκλώματα τροφοδοσίας και ελέγχου. Κατά την διάρκεια της κατασκευής όλες



οι απαραίτητες μετρήσεις και δοκιμές έγιναν με την βοήθεια των κλεμμών οι οποίες αντιστοιχήθηκαν σε κάθε καλώδιο και σήμα ξεχωριστά.



Εικόνα 14 Strip Terminals

5.2.5 Καλωδιώσεις

Η καλωδίωση που εγκαταστάθηκε στο σύστημα αποτελεί μια μικρογραφία μιας συνηθισμένης καλωδίωσης ενός τυπικού ζεύγους κινητήρα γεννήτριας. Για την ευκολότερη αναγνώριση κάθε καλωδίου προτιμήθηκε η μέθοδος χρησιμοποίησης τριών χρωμάτων. Άσπρο κόκκινο, μαύρο.

Το καθένα χρώμα συμβολίζει και μια διαφορετική λειτουργία. Συμπερασματικά οπου συναντούμε άσπρο χρώμα αντιλαμβανόμαστε πως αντιπροσωπευθεί κάποιο σήμα το οποίο ξεκινά και καταλήγει σε οποιαδήποτε ηλεκτρονική μονάδα. Όπου συναντούμε κόκκινο χρώμα καταλαβαίνουμε πως αποτελεί τροφοδοσία +24 voltdc ή 5vdc προς τους αισθητήρες ή τις μονάδες. Αντιστοίχως το μαύρο χρώμα συμβολίζει τροφοδοσία -24 voltdc ή 5vdc προς τους αισθητήρες ή τις μονάδες.

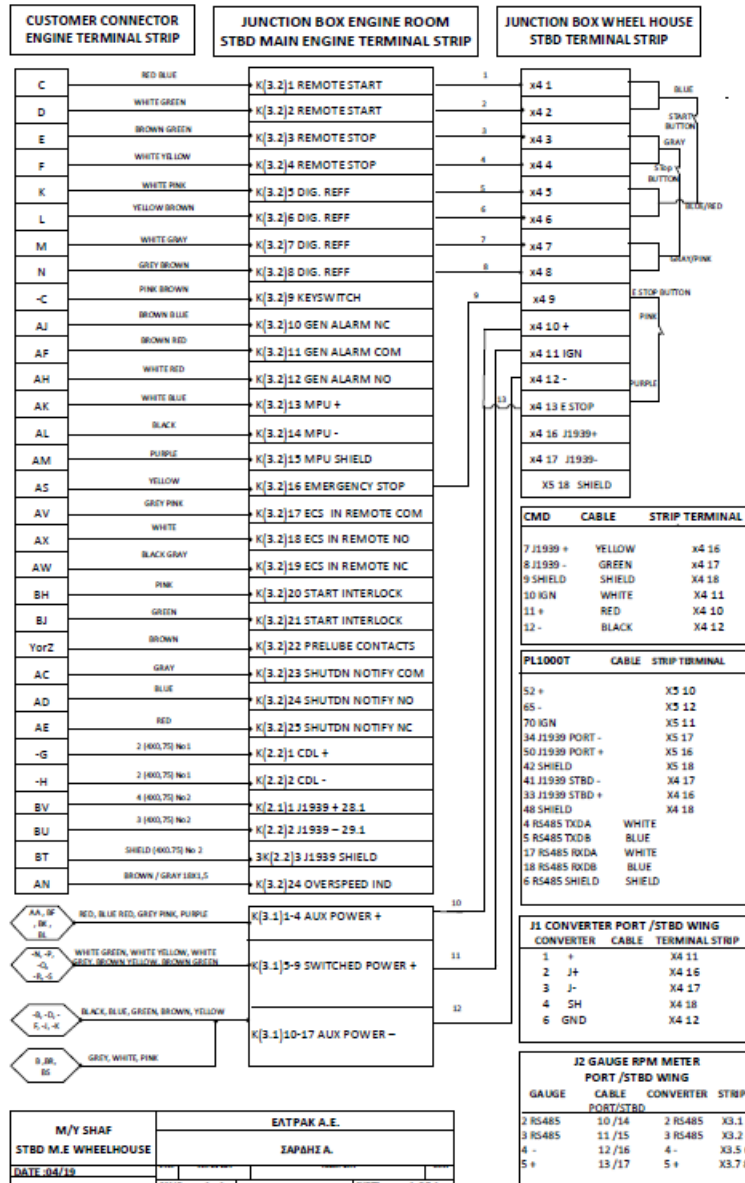
Για την κατασκευή των καλωδιώσεων χρησιμοποιήθηκαν ηλεκτρολογικά σχέδια της Caterpillar καθώς και ηλεκτρολογικά σχέδια από εγκαταστάσεις τα οποία απεικονίζονται παρακάτω. Από την μελέτη των συγκεκριμένων σχεδίων προέκυψε το πάνελ και η ορθή λειτουργία του υπο κατασκευή συστήματος.



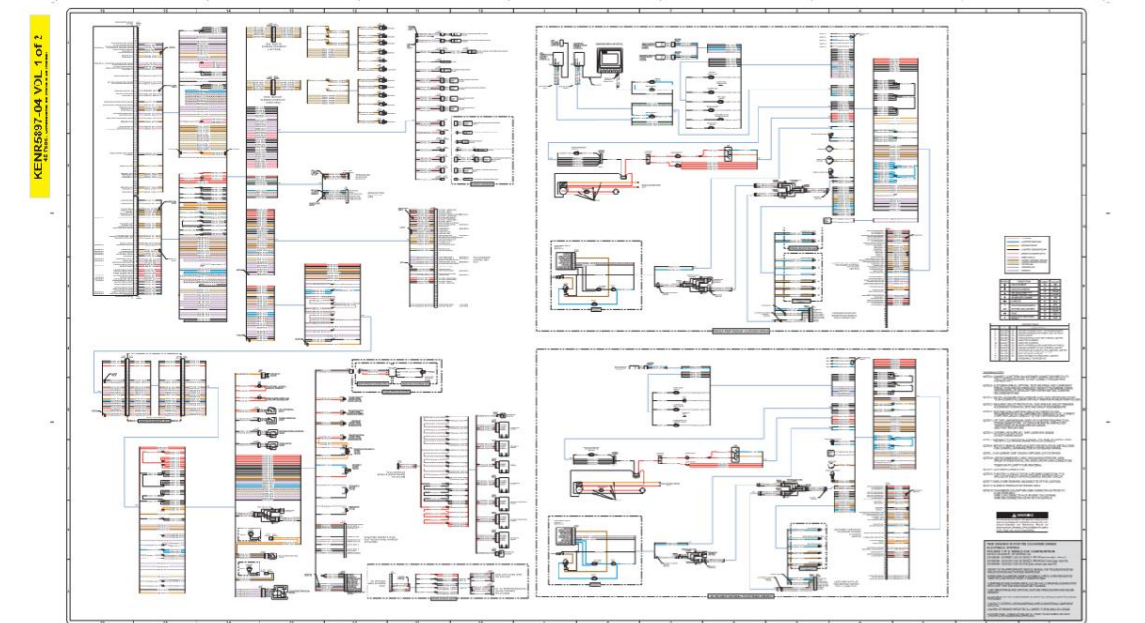
Αξίζει να σημειωθεί ότι σε κανονικές συνθήκες η ποιότητα κατασκευής της καλωδίωσης είναι καίριας σημασίας διότι από εκεί προέρχονται συνήθως τα περισσότερα ηλεκτρολογικά προβλήματα κατά την πάροδο του χρόνου. Οι κατασκευαστές συνήθως φροντίζουν να προστατεύουν τα καλώδια που διατρέχουν τα μηχανήματα χρησιμοποιώντας ειδικά υλικά αντοχής σε θερμικές και μηχανικές καταπονήσεις.



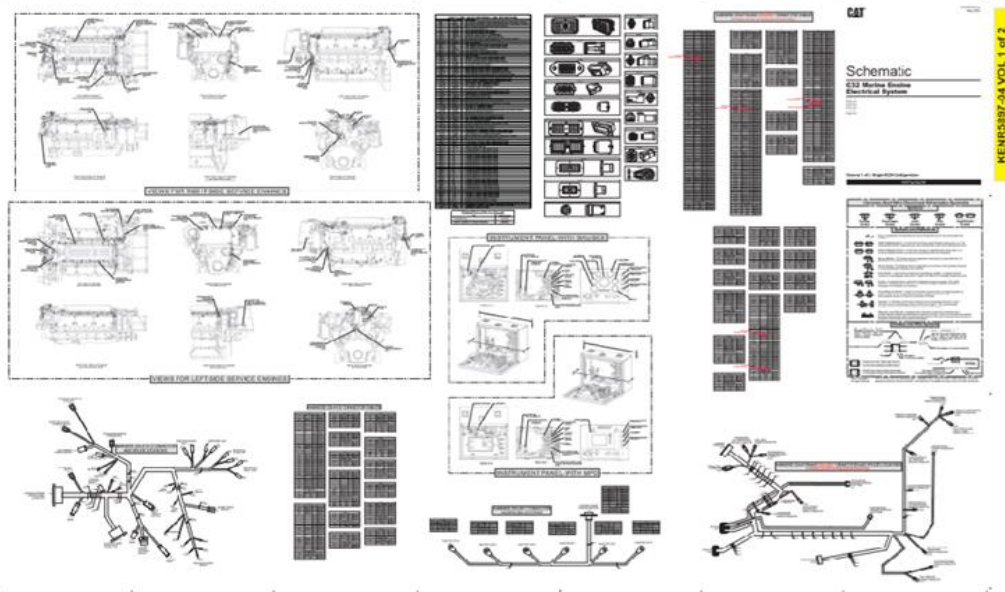
PANEL PLC



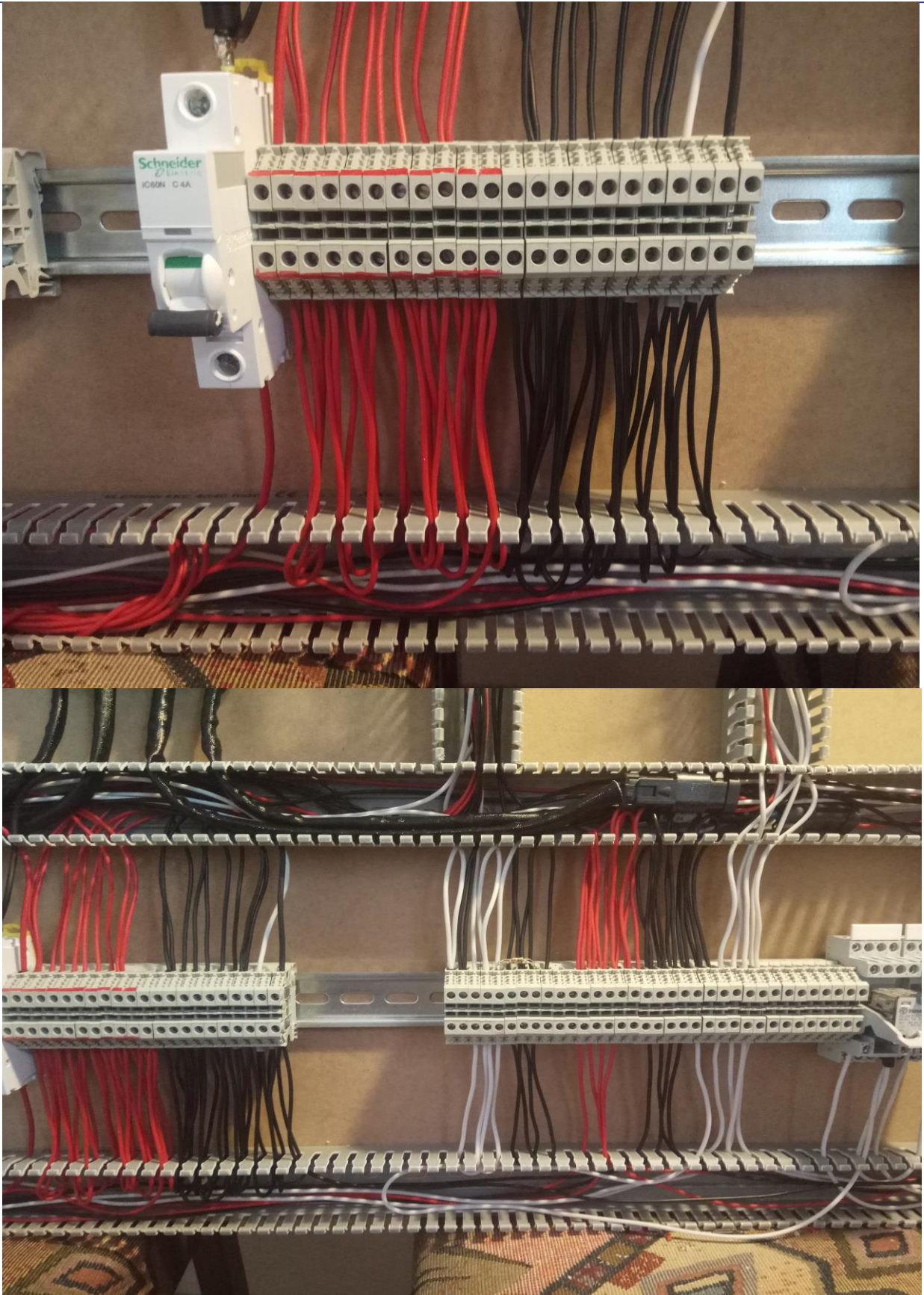
Εικόνα 15 Ηλεκτρολογικό σχέδιο εγκατάστασης



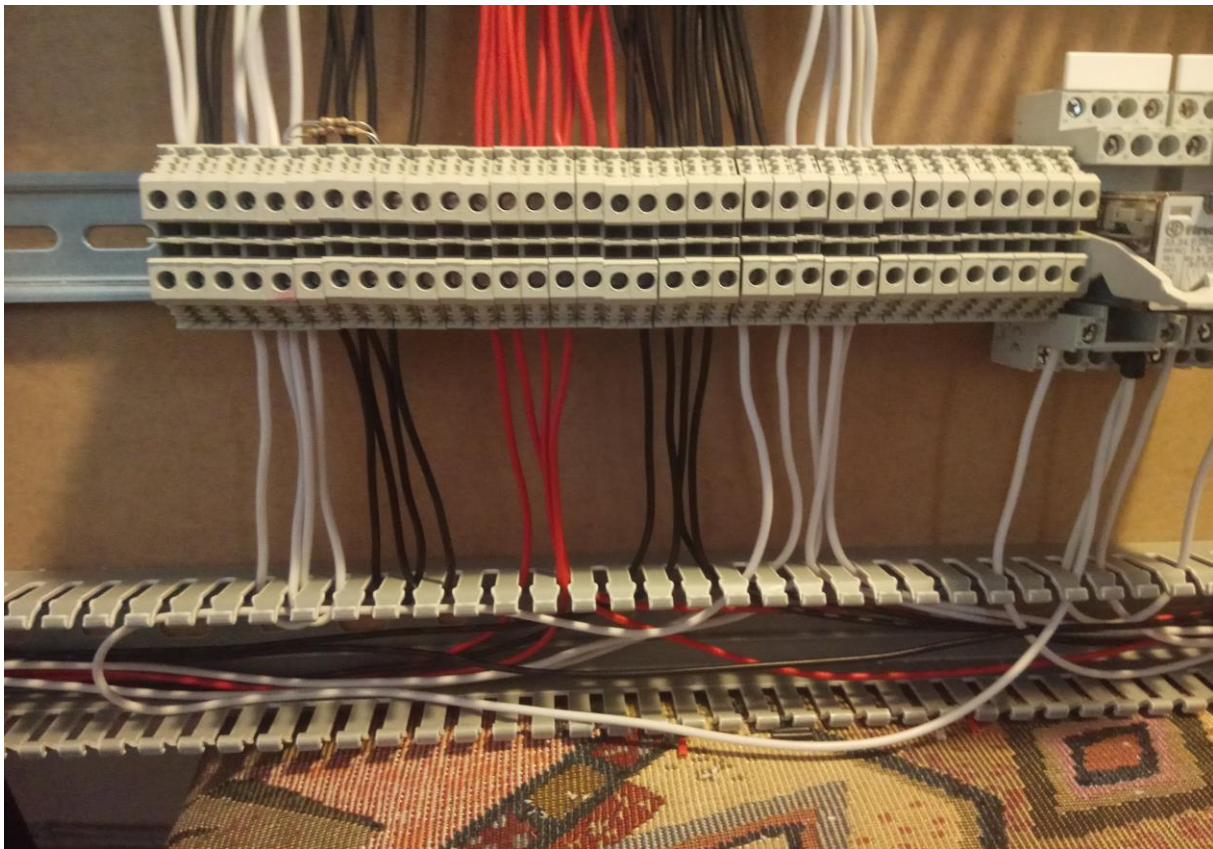
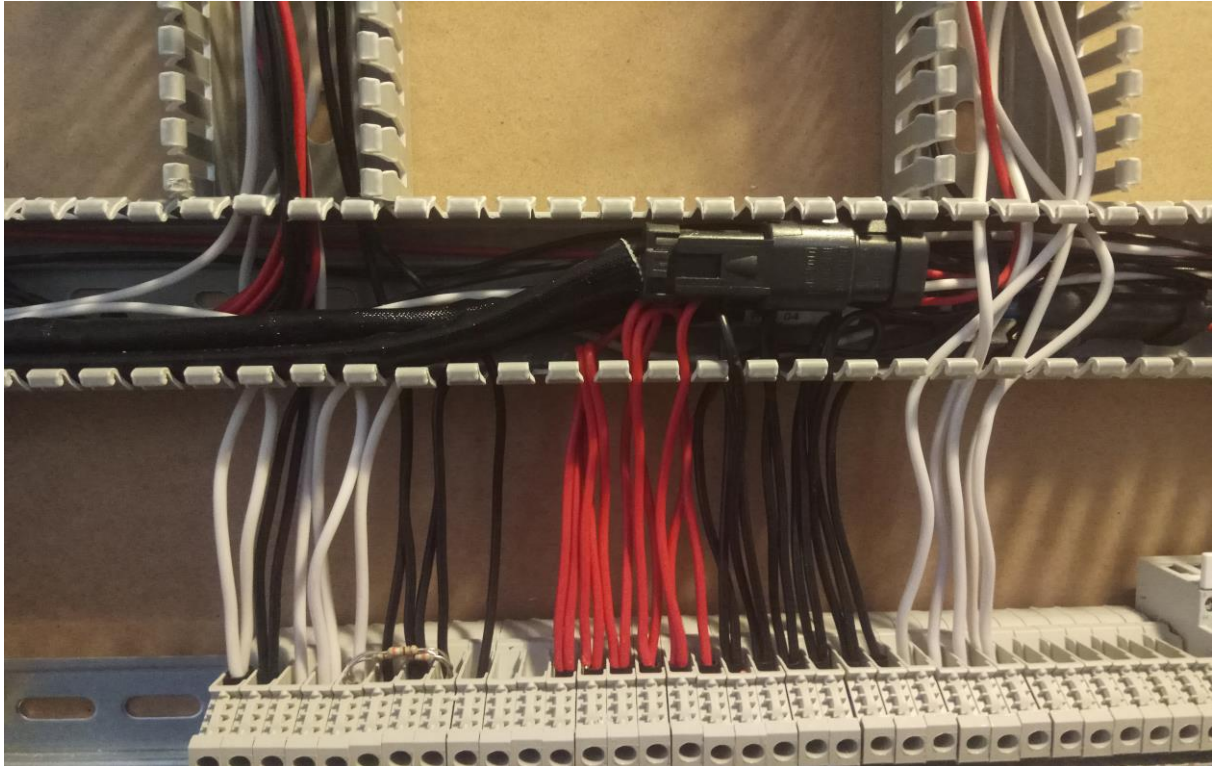
Εικόνα 16 Ηλεκτρολογικό σχέδιο Caterpillar



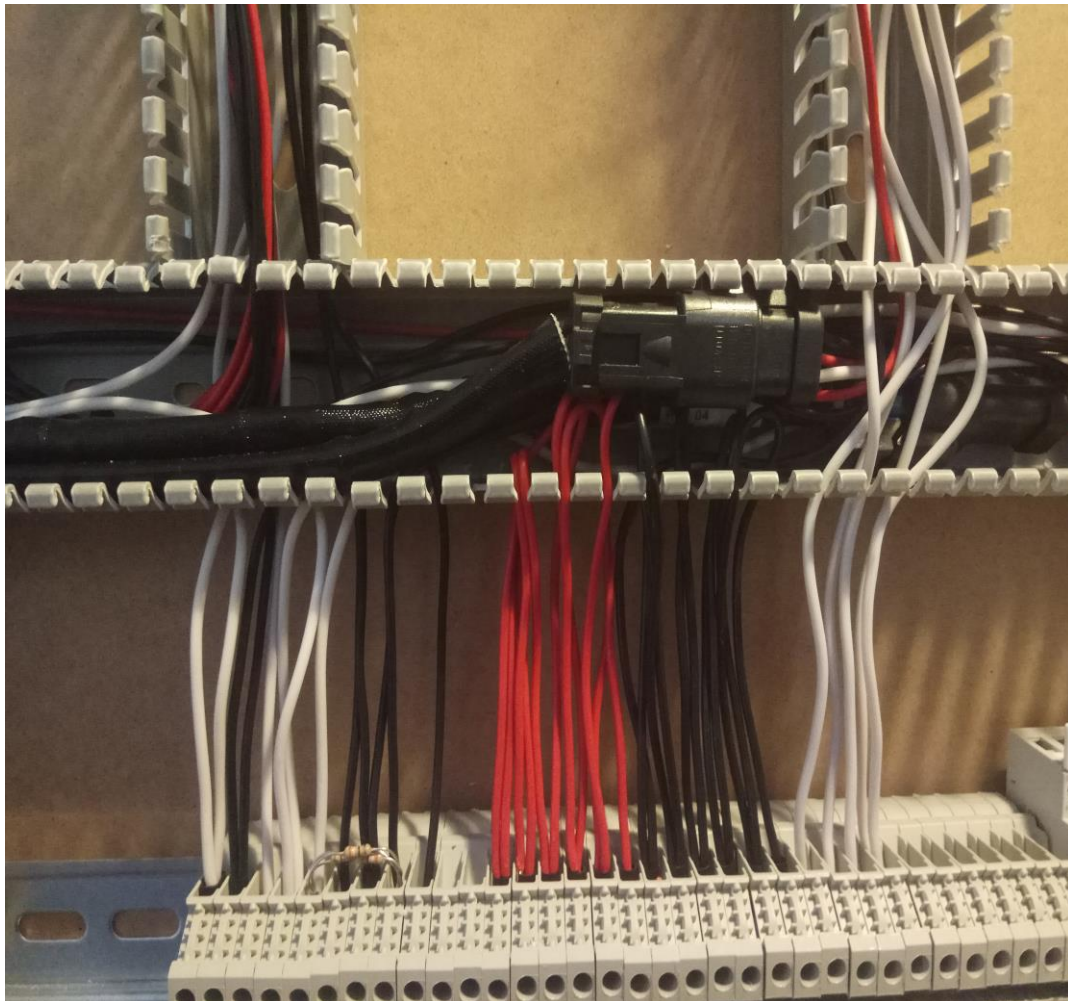
Εικόνα 17 Παραπομπή ηλεκτρολογικού σχεδίου



Εικόνα 18 Καλωδίωση πίνακα



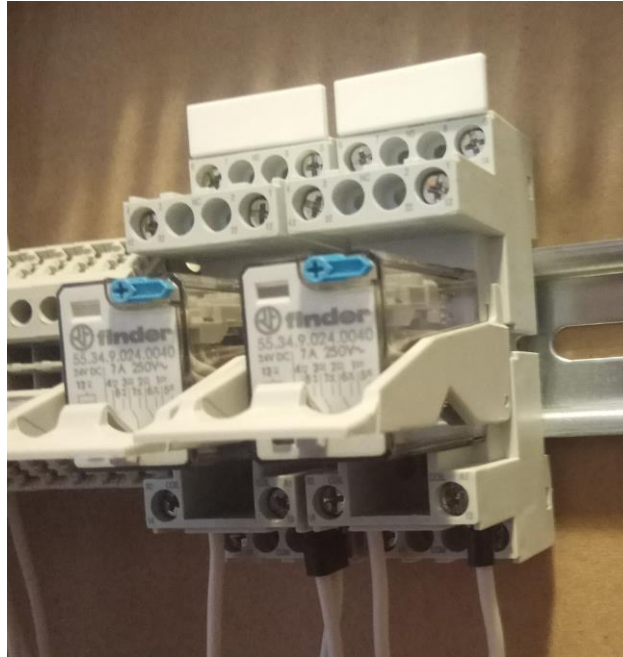
Εικόνα 19 Καλωδίωση Πίνακα



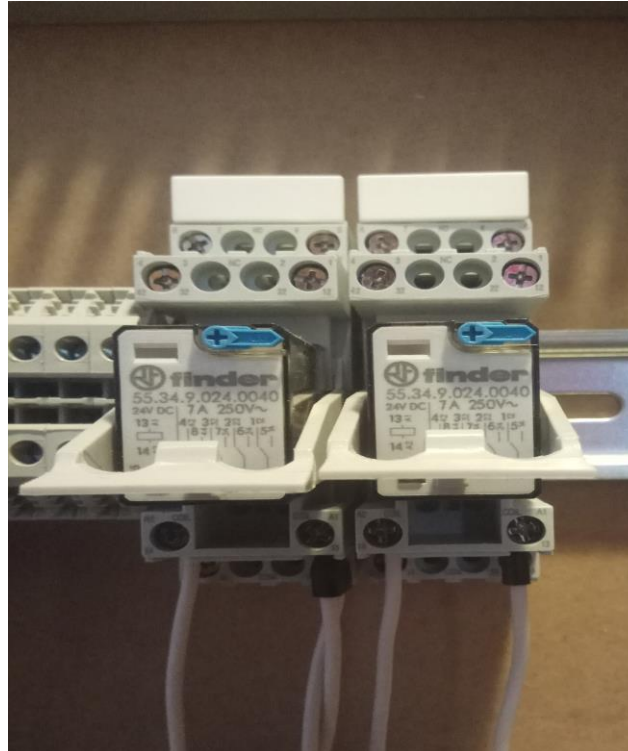
Εικόνα 20 Καλωδίωση πίνακα Data

5.2.6 Βοηθητικά relay (Ηλεκτρονόμοι)

Η χρήση ηλεκτρονόμων κρίθηκε απαραίτητη για την προστασία των εξόδων του λογικού ελεγκτή. Απομονώνοντας δηλαδή το ρεύμα που διέρχεται μέσα από τις εξόδους του plc από το ρεύμα που τροφοδοτεί τις ελεγχόμενες μονάδες (Heater, Prelude pump) διασφαλίζουμε πως οτιδήποτε και αν συμβεί στις εξωτερικές μονάδες δεν θα επηρεάσει την ομαλή λειτουργία του συστήματος μας.



Εικόνα 21 Ηλεκτρονόμοι



Εικόνα 22 Ηλεκτρονόμοι



5.2.7 Ασφαλειοδιακόπτες

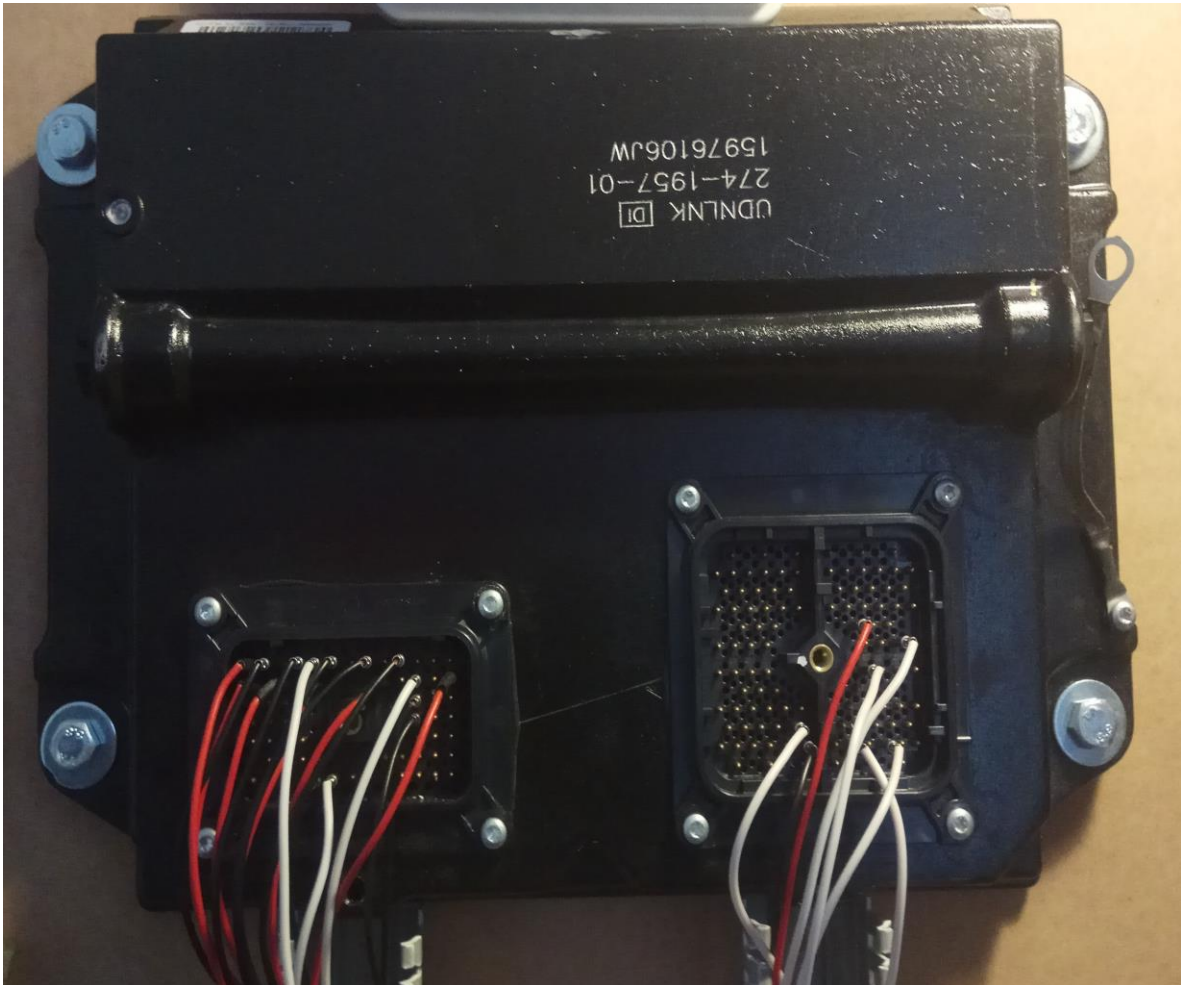
Στην εργασία χρησιμοποιήσαμε τρεις ασφαλειοδιακόπτες τεσσάρων και 2 ampere αντίστοιχα. Με 4 Ampere ασφαλίσαμε τον εγκέφαλο του κινητήρα και τον πίνακα ελέγχου της γεννήτριας. Με δυο ασφάλειες των 2 Ampere η κάθε μια ασφαλίσαμε το τροφοδοτικό που παρέχει ρεύμα στο PLC την HMI οθόνη και το converter.



Εικόνα 23 Ασφαλειοδιακόπτες

5.2.8 Εγκέφαλος

Για την επιτυχή μετάδοση δεδομένων χρησιμοποιήθηκε εγκέφαλος από κινητήρα γεννήτριας 240 kw. Ο εγκέφαλος συλλέγει τα δεδομένα από τους αισθητήρες, τα παραμετροποιεί και τα αποστέλλει μέσω του πρωτοκόλλου j1939 στις συνδεδεμένες συσκευές.



Εικόνα 24 Κεντρική μονάδα ελέγχου κινητήρα

5.2.9 Πίνακας ελέγχου γεννήτριας

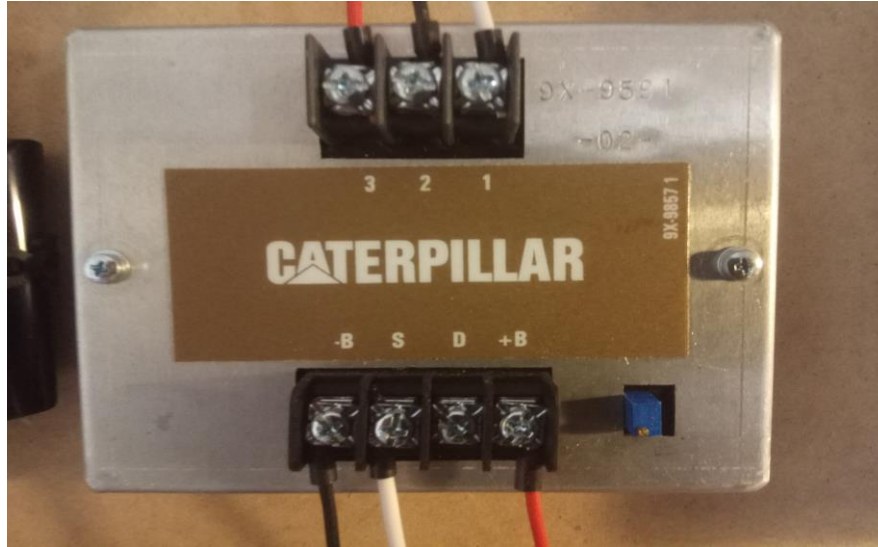
Ο πίνακας ελέγχου που χρησιμοποιήθηκε προέρχεται από ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος και επιτελεί τον έλεγχο κινητήρα και γεννήτριας καθώς και τις εντολές χειροκίνητης/ αυτόματης εκκίνησης και σβησίματος



Εικόνα 25 Πίνακας ελέγχου Η/Ζ

5.2.10 Κύκλωμα παραγωγής σήματος επιθυμητής ταχύτητας

Οι ανάγκες του project απαιτούσαν 2 διαφορετικές πηγές pwm σήματος μεταβλητού εύρους παλμού. Η μια πηγή προήλθε από ειδική εφαρμογή μέσα από το plc και η δεύτερη πηγή προήλθε από την συσκευή PWM generator της Caterpillar.



Εικόνα 26 Μονάδα παραγωγής PWM σήματος



Εικόνα 27 Περιστροφικός επιλογέας σήματος επιθυμητών στροφών

5.2.11 Ασύρματο Modem Router (Δρομολογητής)

Με την εγκατάσταση του ασύρματου modem/router πέτυχαμε την ασύρματη επικοινωνία του ηλεκτρονικού υπολογιστή με το plc και την οθόνη και κατ'έπείταση την ασύρματη μετάδοση δεδομένων μέσω του διαδικτύου.

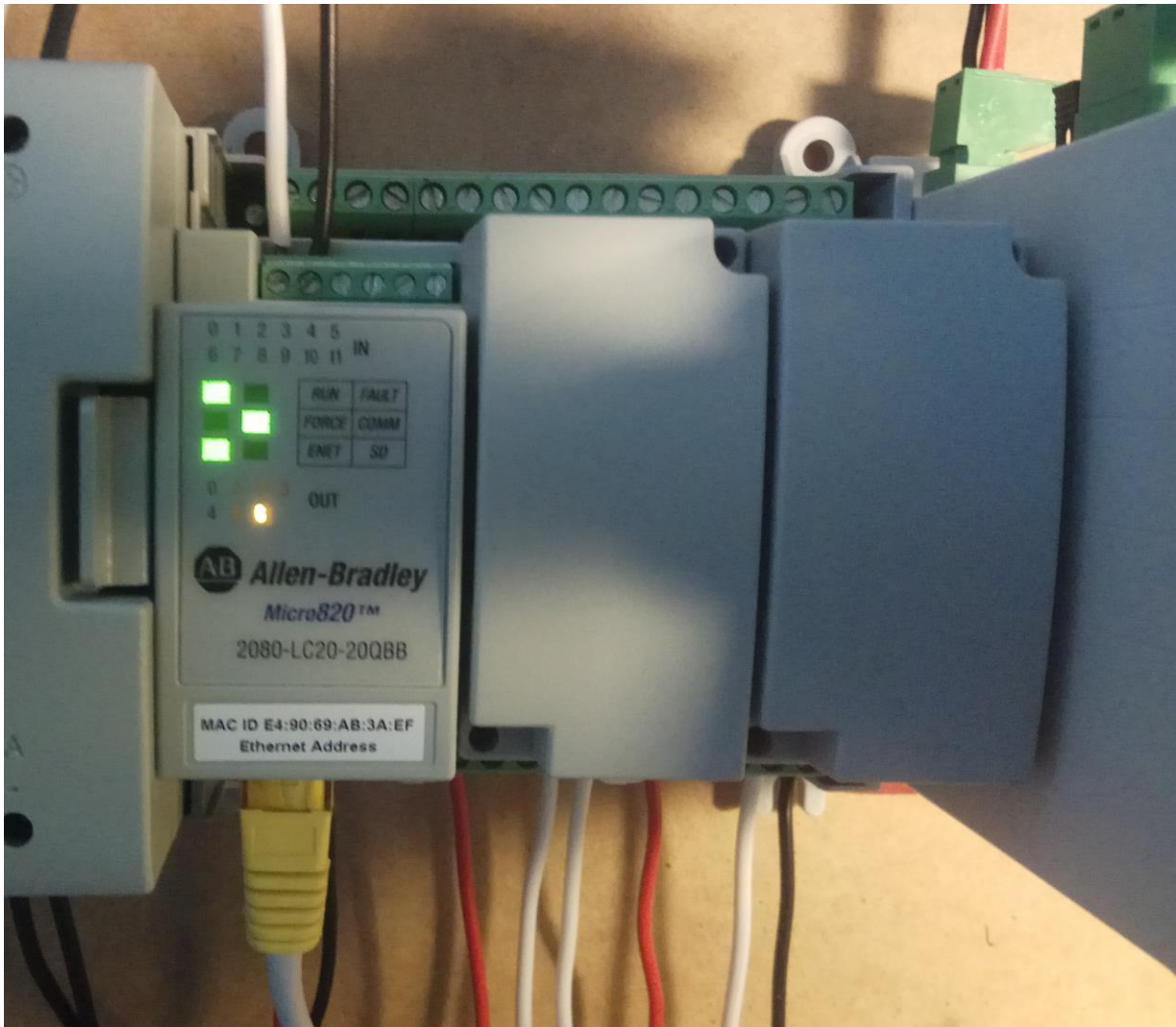


Εικόνα 28 Ασύρματος Δρομολογητής

5.2.12 Προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής P.L.C

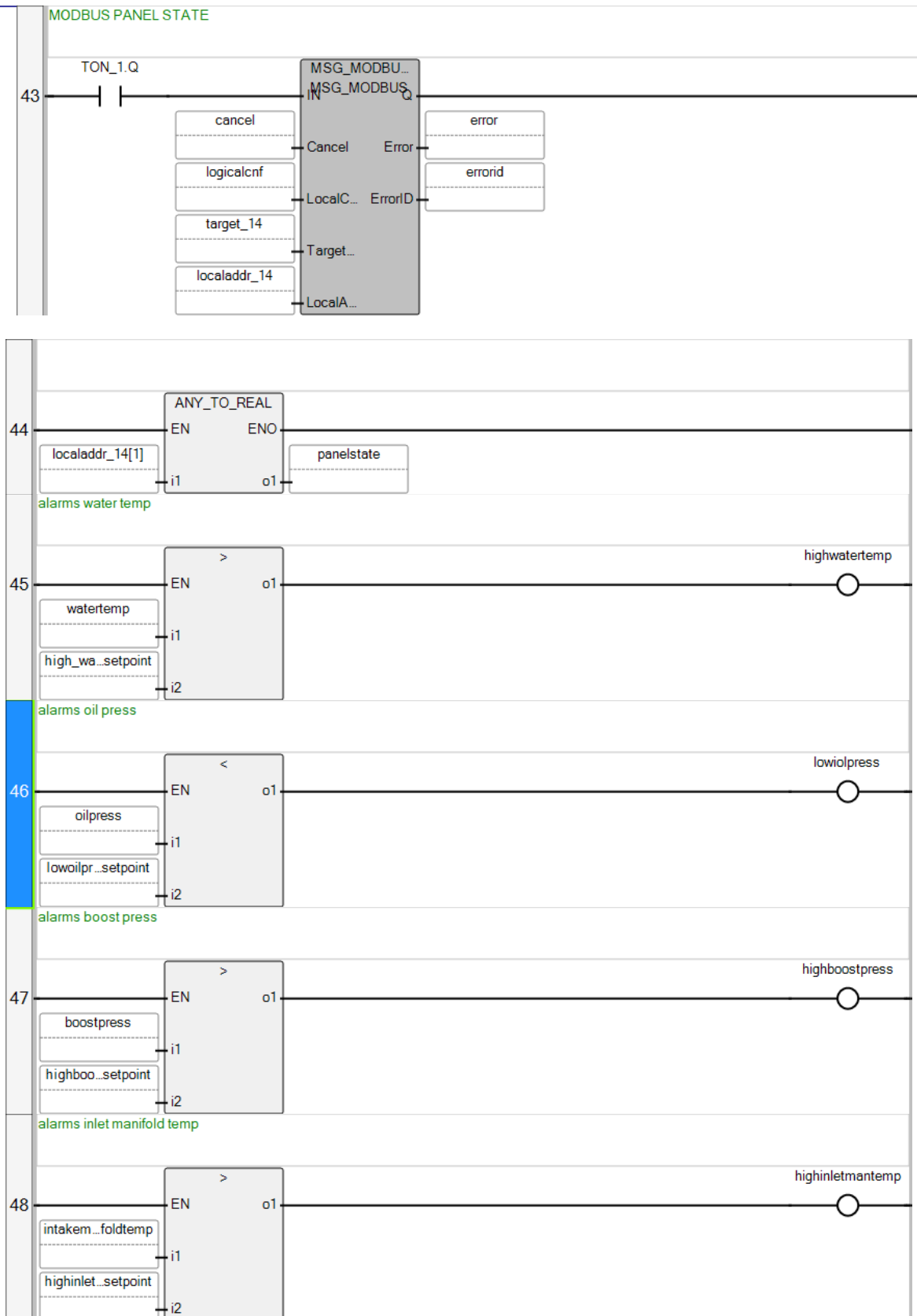
Για την επίτευξη συλλογής πληροφοριών και ελέγχου των auxiliaries εξαρτημάτων χρησιμοποιήθηκε προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής της εταιρείας Allen Brandley. Οι δυνατότητες του συγκεκριμένου μοντέλου επιτρέπουν την επικοινωνία με άλλες συσκευές μέσω των πρωτοκόλλων Ethernet και RS 485. Στο σύστημα μας ο ελεγκτής παίζει ουσιαστικά τον ρόλο του διαμεσολαβητή μεταξύ της οθόνης HMI του πίνακα ελέγχου του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους και της κεντρικής μονάδας ελέγχου του κινητήρα.

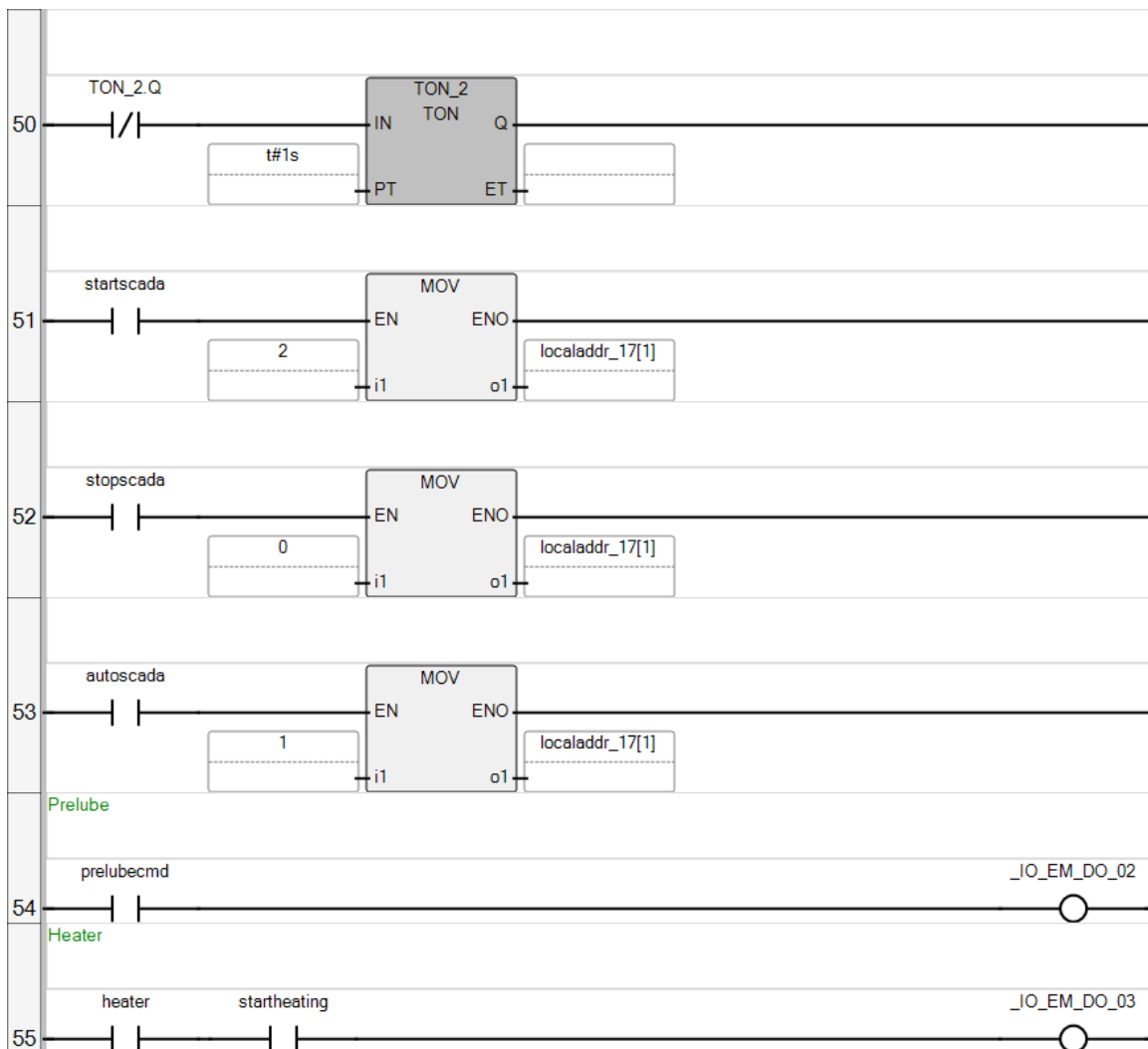
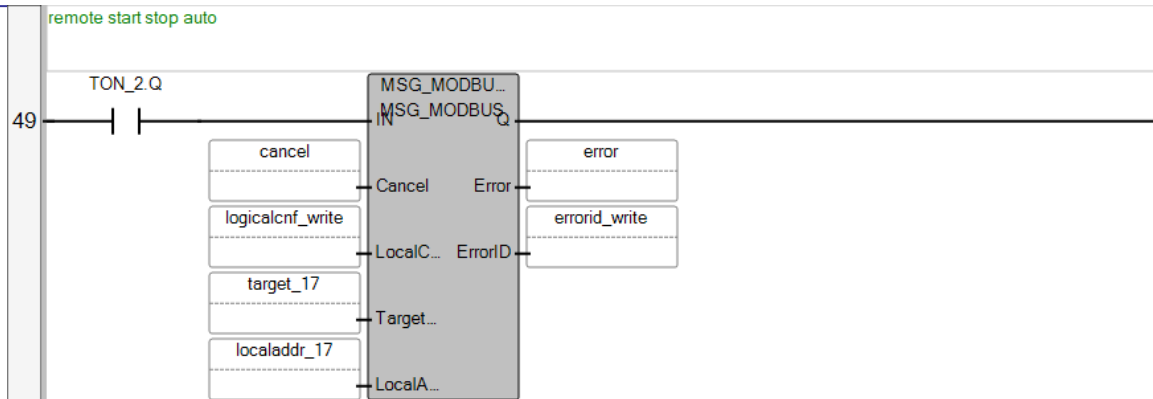
Ο ελεγκτής αφού συλλέξει τα δεδομένα από όλες τις μονάδες μέσω των πρωτοκόλλων επικοινωνίας, ξεκινάει την επεξεργασία και μετάδοση τους σε πραγματικό χρόνο προς την οθόνη και τον ασύρματο δρομολογητή.

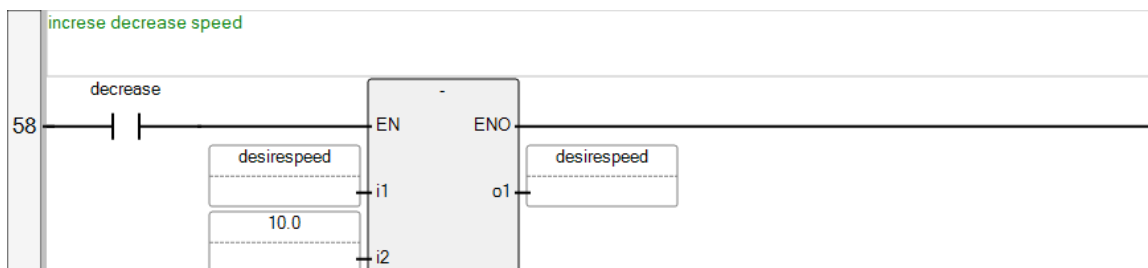


Εικόνα 29 Προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής

Παρακάτω επισυνάπτουμε ορισμένα μέρη του κώδικα που χρησιμοποιήθηκε σε μορφή Ladder στο plc της Allen Brandley καθώς και τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για τον προγραμματισμό του plc.







POU Prog1

The POU defines 80 variable(s).

Variable enable

(* *)
Direction: Var
Data type: BOOL
Attribute: Read/Write

Variable duty

(* *)
Direction: Var
Data type: UINT
Attribute: Read/Write

Variable freq

(* *)



Direction: Var
Data type: UDINT
Attribute: Read/Write

Variable PWM_1

(* *)
Direction: Var
Data type: PWM
Attribute: Read/Write

Variable chntype

(* *)
Direction: Var
Data type: UINT
Attribute: Read/Write

Variable chslot

(* *)
Direction: Var
Data type: UINT
Attribute: Read/Write

Variable chanalnum

(* *)
Direction: Var
Data type: UINT
Attribute: Read/Write

Variable status

(* *)
Direction: Var
Data type: UINT
Attribute: Read/Write

Variable MSG_MODBUS_1

(* *)
Direction: Var
Data type: MSG_MODBUS
Attribute: Read/Write

Variable enablemodbus

(* *)
Direction: Var



Data type: BOOL
Attribute: Read/Write

Variable cancel

(* *)
Direction: Var
Data type: BOOL
Attribute: Read/Write

Variable logicalcnf

(* *)
Direction: Var
Data type: MODBUSLOCPARA
Attribute: Read/Write

Variable target

(* *)
Direction: Var
Data type: MODBUSTARPARA
Attribute: Read/Write

Variable localaddr

(* *)
Direction: Var
Data type: MODBUSLOCADDR
Attribute: Read/Write

Variable error

(* *)
Direction: Var
Data type: BOOL
Attribute: Read/Write

Variable errorid

(* *)
Direction: Var
Data type: UINT
Attribute: Read/Write

Variable TON_1

(* *)
Direction: Var
Data type: TON
Attribute: Read/Write



Variable inputreal

(* *)
Direction: Var
Data type: REAL
Attribute: Read/Write

Variable wordtemp

(* *)
Direction: Var
Data type: WORD
Attribute: Read/Write

Variable MSG_MODBUS_2

(* *)
Direction: Var
Data type: MSG_MODBUS
Attribute: Read/Write

Variable MSG_MODBUS_3

(* *)
Direction: Var
Data type: MSG_MODBUS
Attribute: Read/Write

Variable MSG_MODBUS_4

(* *)
Direction: Var
Data type: MSG_MODBUS
Attribute: Read/Write

Variable MSG_MODBUS_5

(* *)
Direction: Var
Data type: MSG_MODBUS
Attribute: Read/Write

Variable MSG_MODBUS_6

(* *)
Direction: Var
Data type: MSG_MODBUS
Attribute: Read/Write



Variable MSG_MODBUS_7

(* *)
Direction: Var
Data type: MSG_MODBUS
Attribute: Read/Write

Variable MSG_MODBUS_8

(* *)
Direction: Var
Data type: MSG_MODBUS
Attribute: Read/Write

Variable MSG_MODBUS_9

(* *)
Direction: Var
Data type: MSG_MODBUS
Attribute: Read/Write

Variable MSG_MODBUS_10

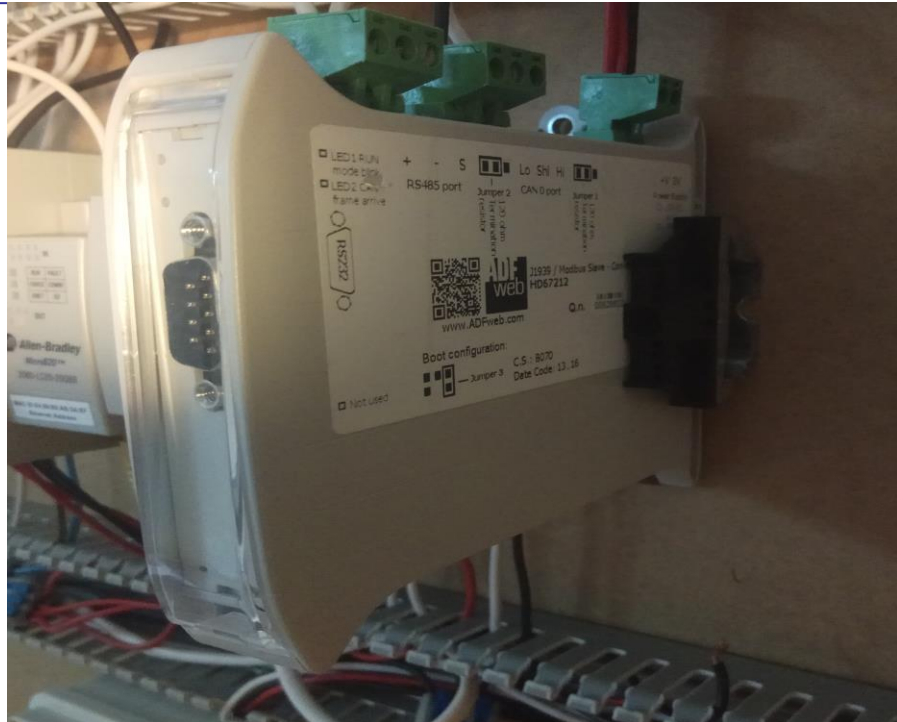
(* *)
Direction: Var
Data type: MSG_MODBUS
Attribute: Read/Write

Variable MSG_MODBUS_11

(* *)
Direction: Var
Data type: MSG_MODBUS

5.2.13 Μετατροπές ψηφιακού σήματος

Επειδή ο λογικός ελεγκτής δεν έχει δυνατότητα λήψης δεδομένων μέσω can bus, χρησιμοποιήθηκε μετατροπές J1939 σε Modbus της εταιρείας ADF στο συγκεκριμένο μοντέλο έγινε προγραμματισμός συγκεκριμένο διευθύνσεων έτσι ώστε να επιτύχουμε την λήψη τους και την απεικόνιση τους μέσω του Modbus RS485. Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκε για τον προγραμματισμό του μετατροπέα. Επισημαίνουμε ότι ο προγραμματισμός έγινε στο προγραμματιστικό περιβάλλον SW Composer ADF.



Εικόνα 30 Μετατροπέας Modbus/J1939



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



Πίνακας 7 Λίστα διευθύνσεων Modbus



	R/W	Holding Register	Ct	Description	Scaling (Resolution)	Offset	Limits (Ranges)	Sec Lvl	4.2	4.3	4.4	
R= Read Only W= Write Only Column D= Address in Decimal (1-based, may need to add 40000) Column E= Address in Hexadecimal (0-based, as transmitted) NOTE: For detailed information on addressing offset refer to EMCP 4 SCADA Data Links Manual (LEBE0010) registers this parameter spans (if more than 1, first register is most significant) Value= R												
Generator Phase A Line-Line AC RMS Voltage	R	108	0x006B	1	Line to Line RMS voltage measured at the generator phase AB output.	1 V / bit	0 V	0 to 64255 V	0	•	•	•
Generator Phase B Line-Line AC RMS Voltage	R	109	0x006C	1	Line to Line RMS voltage measured at the generator phase BC output.	1 V / bit	0 V	0 to 64255 V	0	•	•	•
Generator Phase C Line-Line AC RMS Voltage	R	110	0x006D	1	Line to Line RMS voltage measured at the generator phase CA output.	1 V / bit	0 V	0 to 64255 V	0	•	•	•
Generator Phase A AC RMS Current	R	111	0x006E	1	RMS current measured at the generator phase A output.	1 A / bit	0 A	0 to 64255 A	0	•	•	•
Generator Phase B AC RMS Current	R	112	0x006F	1	RMS current measured at the generator phase B output.	1 A / bit	0 A	0 to 64255 A	0	•	•	•
Generator Phase C AC RMS Current	R	113	0x0070	1	RMS current measured at the generator phase C output.	1 A / bit	0 A	0 to 64255 A	0	•	•	•
Generator Phase A Line-Neutral AC RMS Voltage	R	114	0x0071	1	Line to Neutral RMS voltage measured at the generator phase A output.	1 V / bit	0 V	0 to 64255 V	0	•	•	•
Generator Phase B Line-Neutral AC RMS Voltage	R	115	0x0072	1	Line to Neutral RMS voltage measured at the generator phase B output.	1 V / bit	0 V	0 to 64255 V	0	•	•	•
Generator Phase C Line-Neutral AC RMS Voltage	R	116	0x0073	1	Line to Neutral RMS voltage measured at the generator phase C output.	1 V / bit	0 V	0 to 64255 V	0	•	•	•
Generator Phase A Real Power	R	117	0x0074	2	The real power delivered by phase A of the generator.	1 W / bit	-2000000000 W	-2000000000 to +2211081215 W	0	•	•	•



Generator Phase B Real Power	R	119	0x0076	2	The real power delivered by phase B of the generator.	1 W / bit	-2000000000 W	-2000000000 to +2211081215 W	0	•	•	•
Generator Phase C Real Power	R	121	0x0078	2	The real power delivered by phase C of the generator.	1 W / bit	-2000000000 W	-2000000000 to +2211081215 W	0	•	•	•
Generator Phase A Reactive Power	R	129	0x0080	2	The reactive power delivered by phase A of the generator.	1 VAr / bit	-2000000000 VAr	-2000000000 to +2211081215 VAr	0	•	•	•
Generator Phase B Reactive Power	R	131	0x0082	2	The reactive power delivered by phase B of the generator.	1 VAr / bit	-2000000000 VAr	-2000000000 to +2211081215 VAr	0	•	•	•
Generator Phase C Reactive Power	R	133	0x0084	2	The reactive power delivered by phase C of the generator.	1 VAr / bit	-2000000000 VAr	-2000000000 to +2211081215 VAr	0	•	•	•
Generator Phase A Power Factor	R	135	0x0086	1	The Power Factor of phase A of the generator.	1/16384 / bit	-1.0	-1.0 to 1.0	0	•	•	•
Generator Phase B Power Factor	R	136	0x0087	1	The Power Factor of phase B of the generator.	1/16384 / bit	-1.0	-1.0 to 1.0	0	•	•	•
Generator Phase C Power Factor	R	137	0x0088	1	The Power Factor of phase C of the generator.	1/16384 / bit	-1.0	-1.0 to 1.0	0	•	•	•
Battery Voltage	R	202	0x00C9	1	Shows the Battery Voltage, as read at the input to the EMCP 4.	0.05 V / bit	0 V	0 to 3212.75 V	0	•	•	•
Engine rpm	R	203	0x00CA	1	Engine rotational speed calculated in revolutions per minute.	0.125 rpm / bit	0 rpm	0 to 8031.875 rpm	0	•	•	•
Engine Operating Hours	R	204	0x00CB	2	Accumulated time that the engine is running.	0.05 hour / bit	0 hr	0 to 210554060.75 hour	0	•	•	•
Engine Oil Pressure from Data Link	R	217	0x00D8	1	Gauge pressure of oil in engine lubrication system as broadcast on the CAN Data Link. For legacy support only. For new applications, use register 200.	0.125 kPa / bit	0 kPa	0 to 8031.875 kPa	0	•	•	•
Engine Coolant Temperature from Data Link	R	219	0x00DA	1	Temperature of liquid found in engine cooling system, as broadcast on the CAN Data Link. For legacy	0.03125 C / bit	-273 C	-273 to 1735 C	0	•	•	•



					support only. For new applications, use register 201.							
Boost Pressure from Data Link	R	249	0x00F8	1	Gauge pressure of air measured downstream on the compressor discharge side of the turbocharger, as received from another module on the CAN Data Link.	0.125 kPa / bit	0 kPa	0 to 8031.875 kPa	0	•	•	•
RS-485 Ann Alarm Group 3 Column 1	R	350	0x015D	1	Each bit gives a status of a certain row/event for the "Alarm Group #3" setting, which is fixed.	BIT 6 = Low Coolant Level Shutdown Event Active BIT 5 = Overspeed Shutdown Event Active BIT 4 = Low Oil Pressure Shutdown Event Active BIT 3 = not used BIT 2 = High Coolant Temperature Shutdown Event Active BIT 1 = Engine Failure to Start (Overcrank) Shutdown Event Active BIT 0 = Emergency Stop Shutdown Event Active			0	•	•	•
RS-485 Ann Alarm Group 3 Column 2	R	351	0x015E	1	Each bit gives a status of a certain row/event for the "Alarm Group #3" setting, which is fixed.	BIT 10 = Low Battery Voltage Warning Event Active BIT 9 = High Battery Voltage Warning Event Active BIT 8 = Engine Control Switch Not in Automatic Event Active BIT 7 = Low Fuel Level Warning or Low Gas Pressure Warning Event Active BIT 6 = Low Coolant Level Warning Event Active BIT 4 = Low Oil Pressure Warning Event Active BIT 3 = Low Coolant Temperature Warning Event Active BIT 2 = High Coolant Temperature Warning Event Active BIT 0 = Emergency Stop Diagnostic Event Active			0	•	•	•



RS-485 Ann Alarm Group 3 Horn	R	352	0x015F	1	<p>Each bit gives a status of the horn for a certain row/event for the "Alarm Group #3" setting, which is fixed.</p>	<p>BIT 10 = Low Battery Voltage Event Horn Active BIT 9 = High Battery Voltage Event Horn Active BIT 8 = Engine Control Switch Not in Automatic Event Horn Active</p> <p>BIT 6 = Low Coolant Level Event Horn Active BIT 5 = Overspeed Shutdown Event Horn Active BIT 4 = Low Oil Pressure Event Horn Active BIT 3 = Low Coolant Temperature Event Horn Active BIT 2 = High Coolant Temperature Event Horn Active BIT 1 = Engine Failure to Start (Overcrank) Shutdown Event Horn Active BIT 0 = Emergency Stop Shutdown / Diagnostic Horn Active</p>	0	•	•	•
RS-485 Ann Alarm Group 4 Column 1	R	354	0x0161	1	<p>Each bit gives a status of a certain row/event for the "Alarm Group #4" setting, which is fixed.</p>	<p>BIT 6 = Low Coolant Level Shutdown Event Active BIT 5 = Overspeed Shutdown Event Active BIT 4 = Low Oil Pressure Shutdown Event Active BIT 3 = not used BIT 2 = High Coolant Temperature Shutdown Event Active BIT 1 = Engine Failure to Start (Overcrank) Shutdown Event Active BIT 0 = Emergency Stop Shutdown Event Active</p>	0	•	•	•
RS-485 Ann Alarm Group 4 Column 2	R	355	0x0162	1	<p>Each bit gives a status of a certain row/event for the "Alarm Group #4" setting, which is fixed.</p>	<p>BIT 10 = Low Battery Voltage Warning Event Active BIT 9 = High Battery Voltage Warning Event Active BIT 8 = Engine Control Switch Not in Automatic Event Active</p> <p>BIT 6 = Low Coolant Level Warning Event Active BIT 5 = not used BIT 4 = Low Oil Pressure Warning Event Active BIT 3 = Low Coolant Temperature Warning Event Active BIT 2 = High Coolant Temperature Warning Event Active BIT 1 = not used BIT 0 = Emergency Stop Diagnostic Event Active</p>	0	•	•	•



RS-485 Ann Alarm Group 4 Horn	R	356	0x0163	1	Each bit gives a status of the horn for a certain row/event for the "Alarm Group #4" setting, which is fixed.	BIT 10 = Low Battery Voltage Event Horn Active BIT 9 = High Battery Voltage Event Horn Active BIT 8 = Engine Control Switch Not in Automatic Event Horn Active BIT 7 = Low Fuel Level Event Horn Active BIT 6 = Low Coolant Level Event Horn Active BIT 5 = Overspeed Shutdown Event Horn Active BIT 4 = Low Oil Pressure Event Horn Active BIT 3 = Low Coolant Temperature Event Horn Active BIT 2 = High Coolant Temperature Event Horn Active BIT 1 = Engine Failure to Start (Overcrank) Shutdown Event Horn Active BIT 0 = Emergency Stop Shutdown / Diagnostic Horn Active			0	•	•	•
Exhaust Temperature From Data Link	R	2086	0x0825	1		0.03125 C / bit	0-273kPa	-273 to 1735 C	0	•	•	•

5.2.14 Μόνιτορ HMI

Για την απεικόνιση των σημάτων χρησιμοποιήθηκε η οθόνη T4T της εταιρείας Allen Bradley. Συνδέεται μέσω Ethernet καλωδίου με το PLC και έχει την δυνατότητα ελέγχου μέσω αφής. Η οθόνη είναι προγραμματιζόμενη και το περιβάλλον της σχεδιάστηκε εξολοκλήρου από εμάς στο πρόγραμμα workbench της Allen Bradley. Παρακάτω επισυνάπτονται οι κύριες πληροφορίες προγραμματισμού της οθόνης, οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν και ο σχεδιασμός τους.



Εικόνα 31 Οθόνη HMI



Πίνακας 8 Tags

External Tags

Name	Data Type	Address	Controller	Description	Data Entry		Access	Update Rate	Scale
					Min	Max			
watertemp	Real	watertemp	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
oilpress	Real	oilpress	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
batteryvolt	Real	batteryvoltage	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
enginespeed	Real	enginespeed	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
enginehours	Real	enginehours	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
intakemanifftemp	Real	intakemanifoldtemp	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
fueltemp	Real	fueltemp	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
boostpress	Real	boostpress	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
phaseA	Real	phaseavolt	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
phaseB	Real	phasebvolt	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
phaseC	Real	phasecvolt	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
frequency	Real	frequency	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
panelstate	Real	panelstate	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
highwatertemp	Boolean	highwatertemp	PLC-1	-	-	-	Read/Write	500	Fal
lowoilpress	Boolean	lowoilpress	PLC-1	-	-	-	Read/Write	500	Fal
highinletmaniifoldtemp	Boolean	highinletmantemp	PLC-1	-	-	-	Read/Write	500	Fal
highboostpress	Boolean	highboostpress	PLC-1	-	-	-	Read/Write	500	Fal
watertempsetpoint	Real	high_watertemphigh_setpoint	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
oilpress_setpoint	Real	lowoilpresslow_setpoint	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
highinlet_temp_setpoint	Real	highinletmantemphigh_setpoint	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
highboostpress_setpoint	32 bit integer	highboostpresshigh_setpoint	PLC-1	-	-	2147483647	Read/Write	500	Fal
startbutton	Boolean	startscada	PLC-1	-	-	-	Read/Write	500	Fal
stopbutton	Boolean	stopscada	PLC-1	-	-	-	Read/Write	500	Fal
autobutton	Boolean	autoscada	PLC-1	-	-	-	Read/Write	500	Fal
prelubecmd	Boolean	prelubecmd	PLC-1	-	-	-	Read/Write	500	Fal
heater	Boolean	heater	PLC-1	-	-	-	Read/Write	500	Fal
heatersetpoint	Real	heatertempsetpoint	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal



desire speed	Real	desirespeed	PLC-1	-	-9999999	9999999	Read/Write	500	Fal
increase	Boolean	inrease	PLC-1	-	-	-	Read/Write	500	Fal
decrease	Boolean	decrease	PLC-1	-	-	-	Read/Write	500	Fal

Memory Tags

No Memory Tags

Πίνακας 9 Global Tags

GlobalTags

Source Tag	System Tag	Destination Tag	Access
-	Acknowledge All Alarms	-	Write
-	Clear All Alarms	-	Write
-	Clear All Alarms Status	-	Read
-	Current Screen Number	-	Read/Write
-	Current User	-	Read
-	Free Application Memory	-	Read
-	Free Storage Memory	-	Read
-	Idle Timeout	-	Read/Write
-	Language	-	Read/Write
-	LCD Brightness	-	Read/Write
-	Long Date	-	Read
-	Print Mode	-	Write
-	RAM Size	-	Read
-	Screen Saver Control	-	Write
-	Short Date	-	Read
-	System Clock - Day	-	Read/Write
-	System Clock - Hour	-	Read/Write
-	System Clock - Minute	-	Read/Write
-	System Clock - Month	-	Read/Write
-	System Clock - Second	-	Read/Write
-	System Clock - Year	-	Read/Write



Screen List Report

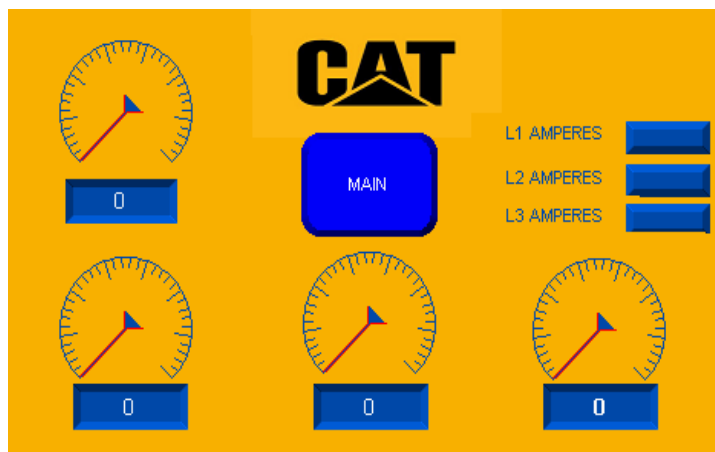
Πίνακας 10 Λίστα οθονών

Name	Number	Description	Rights
Screen_1	1	-	-
Screen_2	2	-	-
Screen_3	3	-	-
alarms	4	-	-
setpoints-trends	5	-	-
prelube-heater	6	-	-
trendwatertemp_oilpress	7	-	-
trendinletmanifoldtemp_boostpress	8	-	-
trendbatteryvolt	9	-	-
Diagnostics	1001	-	-
Alarm Banner	1002	-	-

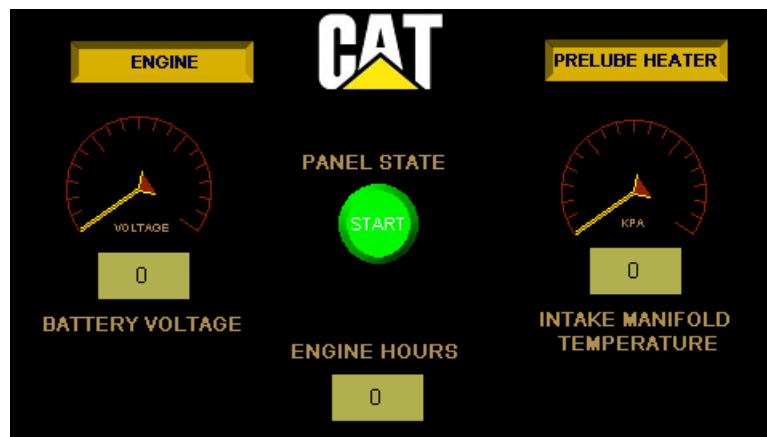
Screen Shots



Εικόνα 32 Οθόνη Νο1



Εικόνα 33 Οθόνη Νο2



Εικόνα 34 Οθόνη N03



Alarm Message	Ack Status	Occurrence Date
Alarm Message	Alarm Ack	Occurrenc*

Home setpoints ▲ ▼ ◀ Clear All Alarms Ack All

Εικόνα 35 Οθόνη Alarms

Setpoints	Value	Trends
Water Temperature		Trend Inlet Manifold Temperature
Oil Pressure		Trend Battery Voltage
Inlet Manifold Temperature		Trend Water Temperature
Boost Pressure		

Home

Εικόνα 36 Οθόνη Setpoints Trends

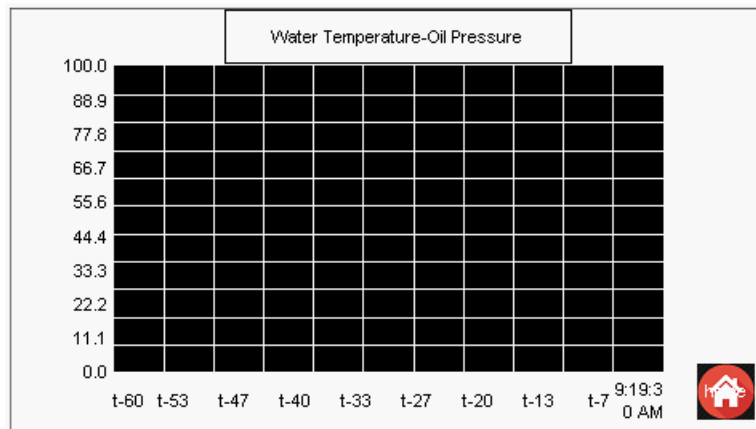
Three gauges, a green 'Opened' button, 'INCREASE', 'DECREASE', 'Prelube', 'Enable Heater', 'Open Butterfly' buttons, and a 'Heater Setpoint' label above a red display box.

Home

Εικόνα 37 Οθόνη Prelube Heater

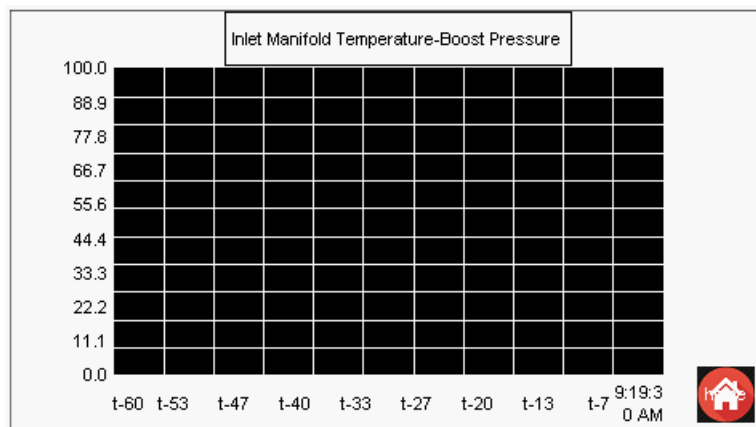


trendwatertemp_oilpress

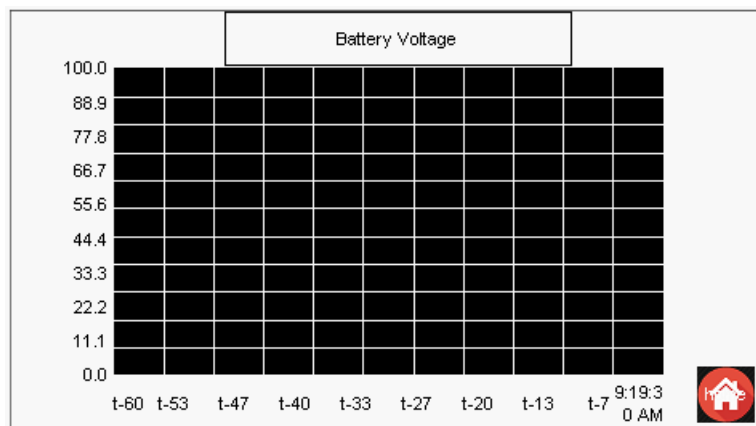


Εικόνα 38 Διάγραμμα
θερμοκρασίας αντιψυκτικού

trendinletmanifoldtemp_boostpress



Εικόνα 39 Διάγραμμα
θερμοκρασίας σάρωσης- πιεσης
σάρωσης



Εικόνα 40 Διάγραμμα τάσης



τροφοδοσίας DC

Diagnostics



Εικόνα 41 *Επισήμανση
Διαγνωστικών κωδικών*

Alarm Banner



Εικόνα 42 *Επισήμανση
συναγερμών*

Πίνακας 11 Συγκεντρωτική αναφορά οθονών

Screen Summary Report

Screen: Screen_1		Screen Color: #000000			
Object Name	Tag	Position	Size	Touchscreen	Accept
STOP	Write Tag stopbutton	(283, 216)	(58, 46)	True	False
AnalogGauge_24	-	(310, 142)	(169, 128)	N/A	N/A
PushButton_2	Write Tag autobutton	(211, 216)	(61, 46)	True	False
DefaultName_14	-	(294, 8)	(58, 33)	True	False
DefaultName_10	-	(121, 7)	(58, 33)	True	False
AnalogGauge_21	-	(10, 34)	(137, 147)	N/A	N/A
AnalogGauge_23	-	(332, 37)	(125, 123)	N/A	N/A
AnalogGauge_22	-	(0, 141)	(155, 131)	N/A	N/A
NumericDisplay_39	Read Tag boostpess	(58, 241)	(40, 16)	N/A	N/A



NumericDisplay_38	Read Tag	fueltemp	(54, 131)	(40, 16)	N/A	N/A
NumericDisplay_37	Read Tag	oilpress	(377, 127)	(40, 16)	N/A	N/A
DefaultName_7	-	-	(13, 8)	(88, 33)	True	False
Text_31	-	-	(381, 230)	(38, 11)	N/A	N/A
Text_30	-	-	(344, 183)	(108, 15)	N/A	N/A
NumericDisplay_18	Read Tag	watertemp	(378, 241)	(40, 16)	N/A	N/A
Text_29	-	-	(379, 115)	(38, 11)	N/A	N/A
Text_28	-	-	(343, 78)	(108, 15)	N/A	N/A
Text_27	-	-	(65, 227)	(38, 11)	N/A	N/A
Text_26	-	-	(23, 194)	(108, 15)	N/A	N/A
Text_25	-	-	(56, 115)	(38, 11)	N/A	N/A
Text_24	-	-	(41, 80)	(68, 15)	N/A	N/A
NumericDisplay_1	Read Tag	enginespeed	(203, 167)	(67, 31)	N/A	N/A
DefaultName_5	-	-	(377, 9)	(88, 33)	True	False
PushButton_1	Write Tag	startbutton	(138, 215)	(61, 46)	True	False
Image_12	-	-	(64, 2)	(349, 50)	N/A	N/A
AnalogGauge_2	-	-	(141, 38)	(195, 174)	N/A	N/A
Text_3	-	-	(213, 146)	(49, 20)	N/A	N/A



Screen: Screen_2		Screen Color: #F8B000				
Object Name	Tag	Position	Size	Touchscreen	Accept	
DefaultName_9	-	(202, 75)	(89, 63)	True	False	
NumericDisplay_21	Read Tag	phaseC	(360, 227)	(75, 28)	N/A	N/A
NumericDisplay_20	Read Tag	phaseB	(210, 227)	(75, 28)	N/A	N/A
NumericDisplay_19	Read Tag	phaseA	(53, 227)	(75, 28)	N/A	N/A
NumericDisplay_22	Read Tag	frequency	(48, 103)	(73, 27)	N/A	N/A
AnalogGauge_27	-	-	(309, 135)	(171, 117)	N/A	N/A
AnalogGauge_26	-	-	(159, 131)	(171, 117)	N/A	N/A
AnalogGauge_25	-	-	(0, 134)	(171, 117)	N/A	N/A
AnalogGauge_28	-	-	(0, 3)	(171, 117)	N/A	N/A
NumericDisplay_28	-	-	(414, 118)	(55, 20)	N/A	N/A
Text_48	-	-	(313, 113)	(111, 25)	N/A	N/A
NumericDisplay_27	-	-	(414, 94)	(55, 20)	N/A	N/A
Text_47	-	-	(313, 90)	(111, 25)	N/A	N/A
NumericDisplay_23	-	-	(414, 68)	(55, 20)	N/A	N/A
Text_42	-	-	(313, 63)	(111, 25)	N/A	N/A
Text_41	-	-	(64, 36)	(49, 17)	N/A	N/A
Text_40	-	-	(378, 163)	(39, 17)	N/A	N/A
Text_39	-	-	(226, 163)	(39, 17)	N/A	N/A
Text_38	-	-	(72, 159)	(39, 17)	N/A	N/A
Text_37	-	-	(70, 80)	(39, 17)	N/A	N/A
Text_36	-	-	(381, 211)	(39, 17)	N/A	N/A
Text_35	-	-	(229, 211)	(39, 17)	N/A	N/A
Text_34	-	-	(72, 209)	(39, 17)	N/A	N/A
Image_11	-	-	(169, 0)	(164, 78)	N/A	N/A



Screen: Screen_3		Screen Color: #000000			
Object Name	Tag	Position	Size	Touchscreen	Accept
AnalogGauge_34	-	(323, 52)	(147, 136)	N/A	N/A
AnalogGauge_30	-	(14, 50)	(147, 136)	N/A	N/A
Text_63	-	(174, 88)	(106, 22)	N/A	N/A
MultiStateIndicator_1	Read Tag panelstate	(200, 109)	(60, 50)	N/A	N/A
Text_62	-	(329, 186)	(127, 38)	N/A	N/A
NumericDisplay_36	Read Tag intakemaniftemp	(362, 149)	(57, 29)	N/A	N/A
Text_61	-	(372, 129)	(35, 14)	N/A	N/A
Text_60	-	(14, 189)	(139, 22)	N/A	N/A
NumericDisplay_35	Read Tag batteryvolt	(55, 152)	(57, 29)	N/A	N/A
DefaultName_8	-	(38, 20)	(114, 26)	True	False
Text_55	-	(65, 132)	(35, 14)	N/A	N/A
Text_50	-	(176, 206)	(106, 22)	N/A	N/A
NumericDisplay_31	Read Tag enginehours	(201, 228)	(57, 29)	N/A	N/A
DefaultName_6	-	(334, 19)	(114, 26)	True	False
Image_13	-	(56, 0)	(349, 50)	N/A	N/A

Screen: alarms		Screen Color: #F8F8F8			
Object Name	Tag	Position	Size	Touchscreen	Accept
DefaultName_26	-	(328, 235)	(91, 34)	True	False
DefaultName_25	-	(420, 235)	(60, 34)	True	False
Key_3	-	(263, 235)	(60, 34)	True	False
Key_2	-	(198, 235)	(60, 34)	True	False
Key_1	-	(133, 235)	(60, 34)	True	False
DefaultName_15	-	(3, 235)	(60, 35)	True	False
DefaultName_12	-	(68, 235)	(60, 35)	True	False
Table_1	-	(2, 0)	(478, 234)	True	True



Screen: setpoints-trends			Screen Color: #000000			
Object Name	Tag		Position	Size	Touchscreen	Accept
Text_80	-	-	(247, 16)	(109, 34)	N/A	N/A
DefaultName_34	-	-	(251, 137)	(106, 47)	True	False
DefaultName_33	-	-	(250, 69)	(108, 47)	True	False
DefaultName_32	-	-	(251, 207)	(106, 47)	True	False
Text_73	-	-	(13, 202)	(77, 34)	N/A	N/A
DataEntry_4	Write Tag	highboostpress_setpoint	(123, 202)	(60, 34)	True	False
	Indicator Tag	highboostpress_setpoint				
	Timeout	4				
Text_72	-	-	(13, 157)	(77, 34)	N/A	N/A
DataEntry_3	Write Tag	highinletmaniifoldtemp	(123, 157)	(60, 34)	True	False
	Indicator Tag	highinletmaniifoldtemp				
	Timeout	4				
Text_71	-	-	(13, 112)	(77, 34)	N/A	N/A
DataEntry_2	Write Tag	oilpress_setpoint	(123, 112)	(60, 34)	True	False
	Indicator Tag	oilpress_setpoint				
	Timeout	4				
Text_70	-	-	(13, 67)	(77, 34)	N/A	N/A
Text_69	-	-	(120, 15)	(62, 34)	N/A	N/A
Text_68	-	-	(13, 14)	(77, 34)	N/A	N/A
DataEntry_1	Write Tag	watertempsetpoint	(123, 67)	(60, 34)	True	False
	Indicator Tag	watertempsetpoint				
	Timeout	4				
DefaultName_23	-	-	(403, 224)	(60, 35)	True	False



Screen: prelube-heater			Screen Color: #000000			
Object Name	Tag		Position	Size	Touchscreen	Accept
PushButton_8	Write Tag	increase	(33, 123)	(72, 34)	True	False
PushButton_7	Write Tag	decrease	(34, 170)	(72, 34)	True	False
AnalogGauge_37	-	-	(24, 31)	(95, 77)	N/A	N/A
DataEntry_5	Write Tag	heatersetpoint	(267, 219)	(74, 38)	True	False
	Indicator Tag	heatersetpoint				
	Timeout	4				
Text_81	-	-	(266, 195)	(77, 27)	N/A	N/A
MultiStateIndicator_2	-	-	(369, 31)	(95, 77)	N/A	N/A
PushButton_5	Write Tag	heater	(372, 131)	(95, 54)	True	False
AnalogGauge_36	-	-	(255, 29)	(95, 77)	N/A	N/A
PushButton_4	Write Tag	heater	(256, 131)	(95, 54)	True	False
AnalogGauge_35	-	-	(139, 29)	(95, 77)	N/A	N/A
PushButton_3	Write Tag	prelubecmd	(139, 130)	(95, 54)	True	False
DefaultName_24	-	-	(5, 227)	(60, 35)	True	False

Screen: trendwatertemp_oilpress			Screen Color: #F8F8F8			
Object Name	Tag		Position	Size	Touchscreen	Accept
Text_65	-	-	(137, 4)	(217, 34)	N/A	N/A
DefaultName_27	-	-	(420, 225)	(60, 35)	True	False
Trend_1	-	-	(3, 3)	(473, 264)	N/A	N/A

Screen: trendinletmanifoldtemp_boostpress			Screen Color: #F8F8F8			
Object Name	Tag		Position	Size	Touchscreen	Accept
Text_66	-	-	(137, 4)	(217, 34)	N/A	N/A
DefaultName_30	-	-	(420, 225)	(60, 35)	True	False
Trend_2	-	-	(3, 3)	(473, 264)	N/A	N/A

Screen: trendbatteryvolt			Screen Color: #F8F8F8			
Object Name	Tag		Position	Size	Touchscreen	Accept
Text_67	-	-	(137, 4)	(217, 34)	N/A	N/A
DefaultName_31	-	-	(420, 225)	(60, 35)	True	False
Trend_3	-	-	(3, 3)	(473, 264)	N/A	N/A



Screen: Diagnostics		Screen Color: #F8F800				
Object Name	Tag	Position	Size	Touchscreen	Accept Focus	Function Key
OK_Btn	-	(408, 13)	(55, 31)	True	False	F4
Image_1	-	(6, 5)	(15, 11)	N/A	N/A	N/A
Text_1	-	(30, 7)	(360, 42)	N/A	N/A	N/A

Screen: Alarm Banner		Screen Color: #F80000				
Object Name	Tag	Position	Size	Touchscreen	Accept Focus	Function Key
Close	-	(415, 29)	(57, 25)	True	False	F3
Clear	-	(346, 29)	(57, 25)	True	False	F2
Ack	-	(279, 29)	(57, 25)	True	False	F1
Text_2	-	(9, 5)	(462, 17)	N/A	N/A	N/A



LANGUAGE REPORT

Current Language Selections

Designtime Language	Startup Language	Application Language
English (United States)	English (United States)	English (United States)

Languages on the Terminal

Language Name	Date			Number					Time	
	Long Date	Short Date	Short Date Separator	Decimal Seperator	Thousands Seperator	Negative	Thousands Grouping	Sample	Time	Time Separator
English (United States)	Language Default	1/6/2007	/	.	,	-1234	3	- 123,456,789.00	1:23:00 AM	:



ALARM REPORT

Alarm Basic Settings

Πίνακας 12 Συναγερμοί

Trigger	Alarm Type	Edge Detection	Value	Deadband Mode	Deadband Level	Message
highboostpress_setpoint	Bit	Equal	1	Percent	0	High Boost Press/*N:1 boostpress NOFILL DP:0*/
highinlet_temp_setpoint	Bit	Equal	1	Percent	0	High Inlet Air Temperature/*N:1 intakemaniftemp NOFILL DP:0*/
highwatertemp	Bit	Equal	1	Percent	0	High Water Temp /*N:1 watertemp NOFILL DP:0*/
lowoilpress	Bit	Equal	1	Percent	0	Low Oil Press/*N:1 oilpress NOFILL DP:0*/

Alarms Additional Settings

Trigger	Print	Send Email	Subject	Ack	Display	Log	Back Color	Fore Color
highboostpress_setpoint	False	False		True	True	True	#680000	#F8F8F8
highinlet_temp_setpoint	False	False		True	True	True	#680000	#F8F8F8
highwatertemp	False	False		True	True	True	#680000	#F8F8F8
lowoilpress	False	False		True	True	True	#680000	#F8F8F8

Global Alarm Settings

Clear Alarm History on Power On :	False
Alarm History Size (1-100) :	50



SETTINGS REPORT

Πίνακας 13 Ρυθμίσεις

Design Time	
Screens Page	
Default Font Size :	14
Default Screen Background :	#F8F8F8
Default Font Name :	Arial
Default Alignment :	Center
Default Font Bold :	False
Default Font Italic :	False
Default Font Underline :	False
Default Font Color :	#F8F8F8
Terminal Run Time	
Common	
Set Terminal On First Load	False
Display	
Brightness:	-
Contrast:	-
Screen Saver Mode:	
Screen Saver Timeout:	-
Input Devices	
Key Repeat Rate:	-
Key Repeat Delay:	-



RECIPE REPORT

Ingredient Properties

No Ingredients

SECURITY REPORT

Security Settings

Screen & Input Settings	
Idle Time Out Length :	15 Minutes
Masked Password Entry :	True
Disable Empty Password Entry:	False
Password & User Name Type:	Alphanumeric Keypad
Design Environment Secured :	False

Security Rights

User	Password - Modifiable	DESIGN
All Users*	False	False



COMMUNICATION REPORT

Protocol : Allen-Bradley CIP

Connection Type : Ethernet

PanelView Component Settings

No configurable properties at protocol level

Controller Settings

Name	Controller Type	Address	Timing	Auto-Demotion	Description	Communications	Options	Database	Tag Hierarchy	Impose Array Element Count Limit	Array Element Count Limit	File Name	Display Descriptions
PLC-1	Micro800	192.168.1.75						Import Device	Expanded	False	2000		True



FTP REPORT

FTP Accessibility Settings

Alarm History:	False
Datalog:	False
Recipe:	False



EMAIL REPORT

Email Account Configuration

Πίνακας 14 Αναφορά ηλεκτρονικού ταχυδρομείου

Server Address:	
SMTP Port:	465
TLS 1.2 Enabled:	True
STARTTLS Enabled:	False
Email Account:	
Email Address:	
To:	
Cc:	
Bcc:	

6. Συμπεράσματα

Στα πρώιμα intelligent ships τα οποία κατασκευάζονται εδώ και μια 10ετία με «πιστοποίηση unmanned engine room» προκύπτουν διάφορα προβλήματα τα οποία δυσκολεύουν την συνδεσιμότητα των μηχανημάτων με τα συστήματα επίβλεψης. Αποτέλεσμα αυτών είναι η αύξηση του κόστους και χρόνου εγκατάστασης τους στα newbuilding's, η ελλιπής εκμετάλλευση των δυνατοτήτων τους και η δυσχέρεια στην διαδικασία πιστοποίησης των συστημάτων από τις ελεγκτικές αρχές «Νηογνώμονες».

Συμπερασματικά, η ύπαρξη πολλών διαφορετικών πρωτοκόλλων επικοινωνίας και η τάση της αγοράς να κυριαρχούν διαφορετικά πρωτόκολλα σε διαφορετικούς τομείς δυσχεραίνουν την επικοινωνία μεταξύ των μηχανημάτων. Στην εργασία αυτή παρουσιάσαμε την ανάλυση και μελέτη των πρωτοκόλλων Modbus και J1939. Και τα δυο είναι ευρέως διαδεδομένα στην πλειοψηφία των κλάδων της βιομηχανίας. Τα τελευταία χρόνια η πρόοδος της τεχνολογίας έχει δημιουργήσει την ανάγκη επικοινωνίας μεταξύ τους, χωρίς να διαφαίνεται προς το παρών η επικράτηση του ενός. Στόχος μας είναι η εργασία αυτή να αποτελέσει την βάση ανάπτυξης ενός εργαλείου με το οποίο οι ενδιαφερόμενοι θα μπορούν εύκολα και, γρήγορα να συλλέγουν δεδομένα από τις μηχανές εσωτερικής καύσης, (γεννήτριες και κινητήρες) ανεξάρτητα του πρωτοκόλλου που υποστηρίζουν.



Για τον λόγω αυτό σε επόμενο επίπεδο θα αναπτύξουμε αλγορίθμους πάνω σε βάσεις δεδομένων με τους οποίους θα μπορούν οι προγραμματιστές να

ξεχωρίζουν μέσα από τις αχανές λίστες των πολλών χιλιάδων διευθύνσεων, τις διευθύνσεις εκείνες που αφορούν το μηχάνημα με το οποίο θέλουν να επικοινωνήσουν.

Όσον αναφορά τις **ΜΕΚ** εκτιμώ πως οι κατασκευάστριες εταιρείες ακόμα αμφιταλαντεύονται ως προς το πιο πρωτόκολλο θα ακολουθήσουν για τις διασυνδέσεις με τον έξω κόσμο. Η ύπαρξη μέχρι και 3 διαφορετικών πρωτοκόλλων J1939 ή CAN, MODBUS, CDL σε ένα μηχάνημα μαρτυρά πως το πρώιμο στάδιο του internet of things καλείται να ωριμάσει..

Ο στόχος του κατασκευαστικού μέρους της εργασίας ήταν η μελέτη σχεδίαση και κατασκευή ενός μοντέλου παρακολούθησης με δυνατότητα να συνδυάζει την λήψη δεδομένων από διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας. Αυτό επετεύχθη στο ακέραιο καθώς το σύστημα μας είναι σε θέση να διαβάσει μέσω J1939 τα δεδομένα που στέλνει ο ECM. Επίσης λαμβάνει και στέλνει δεδομένα μέσω του πρωτοκόλλου Modbus από και προς τον πίνακα ελέγχου του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους.

Η καινοτομία του συστήματος έγκειται στο γεγονός ότι γίνεται εκμετάλλευση των υφιστάμενων καλωδίσεων και αισθητήρων εξαλείφοντας την ανάγκη εγκατάστασης επιπλέον καλωδίων ακόμα και στην περίπτωση του απομακρυσμένου ελέγχου «εντολή εκκίνησης , εντολή σβησίματος» Επίσης μέσω Ethernet τα ληφθέντα δεδομένα αποστέλλονται διαμέσου ενός δρομολογητή στο διαδίκτυο και έτσι ο χρήστης έχει την δυνατότητα παρακολούθησης της λειτουργίας του μηχανήματος από οποιοδήποτε σημείο του κόσμου.

Όσο αναφορά την εξοικονόμηση των πόρων αξίζει να σημειώσουμε πως η εξάλειψη της ανάγκης εγκατάστασης επιπλέον υλικών κάνει στο σύστημα φιλικό προς το περιβάλλον, επιπλέον το καθιστά οικονομικότερο και πιο αξιόπιστο σε σχέση με τα παλιότερα συστήματα.

Η δυνατότητα εξατομίκευσης ανάλογα με τις ανάγκες της εγκατάστασης προσφέρει στους χρήστες ευελιξία και άνεση σε επιπλέον αυτοματισμούς με σκοπό την βέλτιστη λειτουργία του ζεύγους.



7. Μελλοντική έρευνα

Σχετικά με την μελλοντική προοπτική παρόμοιων συστημάτων θεωρούμε πως η ενοποίηση των πρωτοκόλλων αποτελεί μονόδρομο στην εξέλιξη των τηλεμετρικών συστημάτων διότι με αυτό τον τρόπο αφενός θα επιτευχθεί μεγαλύτερη ευκολία στην

συλλογή και επεξεργασία δεδομένων. Αφετέρου διανύοντας την εποχή του internet of things δεν θα μπορούσαν να λείπουν τα απλουστευμένα μέσα διασποράς πληροφοριών με στόχο την βελτίωση των υπηρεσιών υγείας περιβάλλοντος και ενέργειας. Η παρούσα βιβλιογραφική έρευνα, θα μπορούσε να αποτελέσει την βάση ώστε μελλοντικά να αναπτυχθούν εύκολα προσαρμόσιμες διασυνδεδεμένες μονάδες συλλογής πληροφοριών με στόχο την βελτίωση των εποπτευόμενων τεχνολογικών προϊόντων. Με την σωστή επεξεργασία των πληροφοριών και την συλλογή τους σε βάσεις δεδομένων οποιοσδήποτε τομέας τεχνολογικός η μη θα μπορέσει να βελτιωθεί σημαντικά προσφέροντας καλύτερες υπηρεσίες φιλικότερες προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Η έρευνα και ανάπτυξη των προϊόντων και υπηρεσιών ξεφεύγει από το αυστηρό εργαστηριακό περιβάλλον και περνάει άμεσα σε πραγματικές συνθήκες προσφέροντας χρήσιμες πληροφορίες που από άλλες συνθήκες θα ήταν αδύνατον να αντληθούν.

8. Βιβλιογραφία

https://en.wikipedia.org/wiki/OSI_model

<https://sites.google.com/site/eisagogestadiktyaypologiston1/home>

<http://www.simmasoftware.com/j1939.html>

<http://www.simmasoftware.com/j1939-introduction.pdf>

http://www.adfweb.com/download/filefold/J1939_Modbus_TCP_MN67215_ENG.pdf



https://en.wikipedia.org/wiki/SAE_J1939

<https://en.wikipedia.org/wiki/Modbus>

<https://www.rtautomation.com/technologies/modbus-rtu/>

<http://www.simplymodbus.ca/FAQ.htm>

https://el.wikipedia.org/wiki/Εγκέφαλος_αυτοκινήτου

<https://www.kvaser.com/about-can/higher-layer-protocols/j1939-introduction/>

<http://www.simmasoftware.com/j1939-presentation.pdf>

<https://www.csselectronics.com/screen/page/simple-intro-j1939-explained>

<https://www.rockwellautomation.com>

<https://www.rockwellautomation.com>

http://www.adfweb.com/home/products/EthernetIP_J1939.asp

<https://www.linksys.com/us/>

<https://www.controlsystemsandautomation.com/learn/plc/plc-programming-basics-i/>

Andrew S. Tanenbaum, D. J. (2017). *Δίκτυα υπολογιστών*. Αθήνα: εκδόσεις Κλειδάριθμος.

https://el.wikipedia.org/wiki/Μοντέλο_αναφοράς_OSI

Das, D. (2013, 04 25). *www.britanica.com*.

<https://www.britannica.com/technology/telemetry>

georgios, k. (2019). *PLC*. Aigaleo: Tziola.

Henry, F. C. (2012). *Telemetry systems engineering*. Boston London: Artech house publishers.

P.Hanke, B. G. (2014). Ανάκτηση από <http://www.rfidblog.org.uk/Preprint-GallowayHancke-IndustrialControlSurvey.pdf>

Thakur, A. (2018, 10 23). *engineersgarage*.

<https://www.engineersgarage.com/ezblog/scada-systems/>

Βελόνη, Α. (2012). *Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές - PLC*.

Δημήτριος, Π. (2014). Ανάκτηση από <http://www.porlidas.gr/Buses/CANBusGr.htm>

Κορρές, Γ. (2010). Συστήμα τηλεμετρήσεων SCADA.

Παναγιώτης, Γ. (2018, 01 02). *electricalnews.gr*. Ανάκτηση από <https://electricalnews.gr/nea-epikairota/ilektrologika-nea/item/1017-canbus-ti-einai-pou-xrisimopoietai>



9. Παράρτημα

ΠΡΟΤΑΣΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Προτεινόμενος Τίτλος Διατριβής:

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟΥ ΖΕΥΓΟΥΣ ΜΕ
ΧΡΗΣΗ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΛΗΨΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Προτεινόμενος Τίτλος Αγγλικά:

GENERATOR SET MONITORING AND CONTROL SYSTEM WITH THE USE OF NEW
TECHNOLOGIES OF DATA RECEIVE PROCCESSING AND TRANSMISSION

Ονοματεπώνυμο Σπουδαστή:

ΣΑΡΔΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

Ονοματεπώνυμο Υπεύθυνου Καθηγητή:

ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ



ΜΑΡΤΙΟΣ 2019

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Ο / Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η, του, με αριθμό μητρώου φοιτητής / τρια του Διδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Τμήματος «Νέες Τεχνολογίες στη Ναυτιλία και τις Μεταφορές» του Τμήματος Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών του Πανεπιστημίου Αιγαίου και του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής πριν αναλάβω την εκπόνηση της Διπλωματικής Διατριβής μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

- Η Διπλωματική Διατριβή (Δ.Δ.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και των Ιδρυμάτων και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.
- Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Δ.Δ., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.
- Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που του έχει απονεμίσει ο μεταπτυχιακός τίτλος, αυτός ανακαλείται με απόφαση της Ε.Δ.Ε. του Π.Μ.Σ. Η Ε.Δ.Ε. με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Δ.Δ. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Δ.Δ. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στον Κανονισμό Λειτουργίας του Π.Μ.Σ..

Ο/Η Δηλών/ουσα

Ημερομηνία



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής





Περιγραφή

Τα τελευταία χρόνια η πρόοδος της τεχνολογίας σε εφαρμογές δικτύωσης και συλλογής δεδομένων έχει αλλάξει ριζικά τον τρόπο επιτήρησης των μηχανημάτων, με αποτέλεσμα τη βελτιστοποίηση της λειτουργικότητας και αξιοπιστίας τους. Πλέον, προλαμβάνεται και ελαχιστοποιείται η εμφάνιση ανεπιθύμητων βλαβών που μπορούν να οδηγήσουν σε ανεπιθύμητη διακοπή λειτουργίας.

Συγκεκριμένα στις ΜΕΚ έχει ευρέως διαδοθεί, ο απομακρυσμένος έλεγχος μέσω της χρήσης βιομηχανικών δικτύων. Τα συγκεκριμένα δίκτυα παρέχουν εγκυρότητα, αξιοπιστία και υψηλές ταχύτητες μετάδοσης. Τα διαθέσιμα δεδομένα απεικονίζονται λεπτομερώς, αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων και συμμετέχουν σε αλγόριθμους συγκρίσεων έτσι ώστε να βοηθήσουν στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων που αφορούν την λειτουργία και συντήρηση των μηχανών.

Δομή Διατριβής

Η πτυχιακή εργασία έχει σαν στόχο την μελέτη σχεδίαση και κατασκευή ενός συστήματος παρακολούθησης και ελέγχου της λειτουργίας ηλεκτροπαραγωγών ζευγών (H/Z). Το σύστημα θα στηριχθεί στην χρήση σύγχρονων τεχνολογιών λήψης μετάδοσης και επεξεργασίας δεδομένων.

Στη εργασία περιγράφεται η σχεδίαση και υλοποίηση ενός συστήματος επιτήρησης και ελέγχου ενός ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους. Για την υλοποίηση του συστήματος, χρησιμοποιήθηκαν προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές, ενσύρματο και ασύρματο δίκτυο μετάδοσης δεδομένων, οθόνη απεικόνισης και μετατροπείς σημάτων.

Τέλος στα συμπεράσματα διακρίνεται το οικονομοτεχνικό όφελος της χρήσης του συστήματος και τα βασικά πλεονεκτήματα του σε σχέση με παλαιότερες τεχνολογίες.

Ερευνητικές Υποθέσεις/Ερωτήματα

Βασική ιδιότητα της μελέτης και υλοποίησης του συγκεκριμένου μοντέλου θα είναι η λήψη και μετάδοση δεδομένων μέσω πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Ουσιαστικά θα εξαλειφθεί η ανάγκη σχεδίασης, κατασκευής και προσαρμογής νέων καλωδιώσεων και αισθητήρων στα μηχανικά μέρη του H/Z. Παράλληλα θα υπάρξει αύξηση της αξιοπιστίας μετάδοσης δεδομένων καθώς οι συγκεκριμένες τεχνολογίες εγγυόνται την ασφαλή και γρήγορη μετάδοση πληροφοριών σε οποιαδήποτε απόσταση. Με αυτό τον τρόπο θα ξεπεραστούν



προβλήματα στρεβλώσεων των μετρήσεων η χαμένων δεδομένων τα οποία αντιμετώπιζαν παλαιότερα συστήματα ελέγχου.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

www.rockwellautomation.com

www.cat.com

www.adf.com

Πίνακας 15 Συντομογραφίες

ECM	ELECTRONIC CONTROL MODULE
HMI	HUMAN MACHINE INTERFACE
PWM	PULSH WIDTH MODULATION
H/Z	ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΖΕΥΓΟΣ
SCADA	SUPERVISORY CONTROL DATA ACQUISITION
CAN	CONTROL AREA NETWORK



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής

