

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ :

**Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΛΟΓΙΚΩΝ ΕΛΕΓΚΤΩΝ ΣΕ
ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ :

Μπούτσικας Δημήτριος

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ

ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : κα. Περιβόλη Πασχαλίνα

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2014

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ :

**Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΛΟΓΙΚΩΝ ΕΛΕΓΚΤΩΝ ΣΕ
ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ :

Μπούτσικας Δημήτριος

ΑΜ : 4533

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ : ΙΟΥΛΙΟΣ 2014

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Η καθηγήτρια

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Abstract.....	4
Πρόλογος	5
Κεφάλαιο 1 ^ο	6
Η Ιστορία των Αυτοματισμών	6
1.1. Βασικές Έννοιες	6
1.2. Ιστορικό	8
Κεφάλαιο 2 ^ο	14
Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές(PLC).....	14
2.1. Η εξέλιξη των αυτοματισμών και η μετάβαση στους Προγραμματιζόμενους Λογικούς Ελεγκτές	14
2.2. Ορισμός Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή (PLC)	16
2.3. Πλεονεκτήματα Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών και Μειονεκτήματα	18
2.4. Δομή Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών	21
2.4.1 Πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων	23
2.4.2 Μονάδα τροφοδοσίας.	24
2.4.3 Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας.....	25
2.4.4 Μονάδες εισόδων - εξόδων.....	26
2.4.5 Μονάδες προγραμματισμού.....	28
2.5 Κύριες λειτουργίες προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών.....	29
2.6 Ανάπτυξη προγράμματος σε προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή.....	30
2.7 Λογισμικό προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών	30
2.7.1 Βασική δομή γλώσσας διαγράμματος επαφών	31
2.7.2 Βασική δομή γλώσσας Λίστας Εντολών (STATEMENT LIST)	32
2.7.3 Βασική δομή Λογικού διαγράμματος CSF (CONTROL SYSTEM FLOWCHART)	34
2.7.4. Γλώσσα Function Block Diagram (FBD).....	35
Σύμβολο κατά DIN Λειτουργία:	35
2.8 Δίκτυα PLC.....	37
2.8.1 Το IO-Link	37
2.8.2 Το AS- Interface.....	38

2.8.3	To Profibus.....	40
2.8.4	To PROFINET	40
2.8.5	Ο Βιομηχανικός Ασύρματος τηλεχειρισμός	41
	Κεφάλαιο 3 ^ο	43
	Αυτοματισμοί Πλοίων	43
3.1.	Εισαγωγικά	43
3.2.	Πνευματικός Έλεγχος Στάθμης Ατμοδροθαλάμου Λέβητα	44
3.3.	Υδραυλικός Ρυθμιστής Στροφών Κινητήρα.....	46
3.4.	Ηλεκτρονικός Έλεγχος Θερμοκρασίας Λιπαντικού Κύριας Μηχανής	52
3.5.	Αυτόματη Ρύθμιση Στροφών Έλικας Πλοίου	54
3.6.	Έλεγχος της Πορείας του Πλοίου.....	57
	Επίλογος – Συμπεράσματα	60
	Βιβλιογραφία	61

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιαστούν τα βασικά θέματα τα οποία σχετίζονται με τους συστήματα αυτόματου ελέγχου και τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές και να δειχθεί πως βρίσκουν εφαρμογή στο τομέα του ναυτικού.

Συγκεκριμένα στο 1^ο κεφάλαιο γίνεται μια μικρή αναφορά και ταυτόχρονα ιστορική επισκόπηση στα αυτόματα συστήματα η αυτοματισμούς μέσα από την οποία φαίνεται η εξέλιξη στο χρόνο του εν λόγω τομέα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, ειδικότερα μιλώντας αναλύουμε τα βασικά θέματα που σχετίζονται με τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές. Συγκεκριμένα παρατίθενται οι βασικοί ορισμοί αυτών των κυκλωμάτων, τα πλεονεκτήματα που φέρουν και η δομή τους.

Στο τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο βλέπουμε αναλυτικά τα συστήματα αυτοματισμού πλοίων που χρησιμοποιούνται στην σύγχρονη ναυτιλία.

Abstract

The main purpose of this paper is to present the key issues that are related to automatic control systems and programmable logic controllers and the way they have applications in the field of marine.

Specifically in the first chapter there is a brief reference while historical overview in automated systems through the automation which shows the evolution in time of the field.

In the second chapter, especially speaking, we analyze the key issues that are associated with programmable controllers. It presents the basic definitions of these circuits, the advantages have their structure.

In the third and final chapter we present in detail the ship automation systems used in modern shipping.

Πρόλογος

Τα συστήματα αυτομάτου ελέγχου διαδραματίζουν ένα συνεχώς αυξανόμενο ρόλο στη σύγχρονη ζωή, από την απλή οικιακή συσκευή μέχρι τα πολύπλοκα συστήματα που εφαρμόζονται στη βιομηχανία ή τη ναυτιλία. Η μελέτη και η ανάλυση των συστημάτων ελέγχου στηρίζεται στις θεωρίες της αναδράσεως και της αναλύσεως των γραμμικών συστημάτων. χρησιμοποιεί δε τις ιδέες της θεωρίας των κυκλωμάτων και των τηλεπικοινωνιών.

Ο όρος αυτοματισμός περιλαμβάνει κυρίως τις εφαρμογές του αυτομάτου ελέγχου στη βιομηχανία, τη διοίκηση και την παραγωγή και αφορά κατά κύριο λόγο τις μηχανές οι οποίες «αυτοελέγχονται». έχουν δηλαδή την ικανότητα να διορθώνουν αυτόματα τη συμπεριφορά της λειτουργίας τους σύμφωνα με κάποια επιθυμητή είσοδο (εντολή).

Σήμερα οι ιστορικοί θεωρούν ότι ο αυτοματισμός και τα συστήματα αυτομάτου ελέγχου αποτελούν το πιο σημαντικό επίτευγμα που πέτυχε ο άνθρωπος κατά την περίοδο μεταβάσεώς του από την προβιομηχανική στη βιομηχανική περίοδο (18ος και 19ος αιώνας). Η ραγδαία ανάπτυξη της επιστήμης του αυτοματισμού οφείλεται στην αύξηση της παραγωγικότητας και της αξιοπιστίας των παραγωγικών συστημάτων. Συνέπεια αυτής είναι η ριζική τροποποίηση των σχέσεων ανθρώπου-μηχανής αλλά και των ανθρώπων μεταξύ τους λόγω της όλο και αυξανόμενης χρήσεως των αυτομάτων συστημάτων σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας και των αλλαγών που επέφεραν σε δομές, δραστηριότητες και συνήθειες.

Κεφάλαιο 1°

Η Ιστορία των Αυτοματισμών

1.1. Βασικές Έννοιες

Ο αυτοματισμός ή εναλλακτικά η αυτοματοποίηση σχετίζεται με δύο παρεμφερείς έννοιες οι οποίες μάλιστα συνδέονται και μεταξύ τους. Αρχικά, εμπεριέχει την έννοια και την διαδικασία της τυποποίησης μίας διαδικασίας μέσα από την εύρεση ενός αριθμού βημάτων – σταδίων τα οποία είναι καλά ορισμένα μεταξύ τους και εφόσον ακολουθηθούν παράγεται το επιθυμητό αποτέλεσμα. Στην συνέχεια μπορούμε να πούμε πως δεν είναι κάτι περισσότερο από έναν αλγόριθμο ο οποίος οδηγεί στην επίλυση ενός προβλήματος (Dorf, 2003). Εναλλακτικά αφορά στην κατασκευή ενός αυτόνομου μηχανισμού ο οποίος εκτελεί τον παραπάνω αλγόριθμο για μια συγκεκριμένη είσοδο δίχως να είναι απαραίτητη η ανθρώπινη παρέμβαση. Στην παρακάτω εικόνα μπορούμε να δούμε μια αυτοματοποιημένη μονάδα παραγωγής φαγητού η οποία λειτουργεί με την χρήση ρομπότ.



Εικόνα 1.1: Αυτοματοποιημένη μονάδα παραγωγής

Στον όρο του αυτοματισμού δόθηκαν στην συνέχεια πολλοί ορισμοί μέσα από την διεθνή βιβλιογραφία, ιδίως μέσα από τους τομείς της μηχανολογίας και της ηλεκτρολογίας, όπως ήταν επόμενο άλλωστε. Πρόκειται για ένα πεδίο της επιστήμης των μηχανικών το οποίο ασχολείται με τον έλεγχο των διεργασιών καθώς επίσης και με τη διατήρησή τους σε μια συγκεκριμένη κατάσταση (Deligiannis et al, 2008). Εδώ σαν παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε έναν θερμοστάτη, όπου ο αυτοματισμός στοχεύει στην διατήρηση της θερμοκρασίας σε σταθερά επίπεδα κατά την πορεία ενός μέσου μαζικής μεταφοράς όπως το αυτοκίνητο ή το αεροπλάνο (Πανταζής, 1998).

Ο αυτοματισμός φέρει έναν άτεγκτα εφαρμοσμένο χαρακτήρα, ενώ σε πρακτικό επίπεδο αξιοποιεί πληθώρα προϊόντων της τεχνολογίας των πληροφοριών και της ηλεκτρονικής τα οποία είναι μάλιστα εξειδικευμένα όπως για παράδειγμα οι μικροελεγκτές, οι τεχνολογίες Cax ή τα συστήματα πραγματικού χρόνου. Ο αυτοματισμός αποτελεί το κύριο συστατικό και τον βασικό πυλώνα της βιομηχανίας, στον οποίο η ανθρώπινη παρέμβαση ελαχιστοποιείται στο έπακρο, όπως σε συστήματα αυτοματοποιημένης παραγωγής, όπως αυτό που παρουσιάζεται στην εικόνα 1.1, όπου φαίνεται το δίχως άλλο η ομαλή λειτουργία της γραμμής παραγωγής, δίχως την ύπαρξη κανενός ανθρώπου.

Στους αυτοματισμούς γίνεται χρήση ειδικών υπολογιστικών συσκευών οι οποίες είναι εξειδικευμένες, οι λεγόμενοι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC), των οποίων η χρήση γίνεται με σκοπό να συγχρονιστεί η ροή εισόδων μέσα από φυσικούς αισθητήρες με τη ροή εντολών προς συσκευές εξόδου (π.χ. βραχίονες). Η αναδραστική και ντετερμινιστική λειτουργία του συστήματος οδηγεί σε αυστηρά ελεγχόμενες διεργασίες, κατάλληλες για χρήση σε βιομηχανικές μονάδες. Η εργασία του αυτοματιστή έγκειται στον απαραίτητο προγραμματισμό του PLC (συνήθως σε συμβολική γλώσσα) (Πανταζής, 1998).

1.2. Ιστορικό

Είναι γεγονός πλέον πως ο 20^{ος} αιώνας αποτελεί τον αιώνα ο οποίος σημαδεύτηκε 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 όλο τον κόσμο. Στο σημείο αυτό φυσικά δεν θα μπορούσαμε να παραβλέψουμε το τηλέφωνο το οποίο εφευρέθηκε τον 19^ο αιώνα, αλλά η διάδοσή 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 20^ο αιώνα μετέβαλλαν 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

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 μεταβάλει 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 όραμα, 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 πρώτου 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

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 συσπειρώσης 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 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 απαραίτητο το ότι οι διάφοροι πρωτοπόροι μηχανικοί έγγραφοι της εποχής του 13^{ου} 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

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 δημιουργίασημαντικών 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 τουςκαταστήθηκαν 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 υπερψία, αλαζονεία και περιφρόνηση προς την Δύση αποδίδοντας τους, τους χαρακτηρισμούς διανοούμενούς, βάρβαρους και αγροίκους.

Αυτού του είδους οι χαρακτηρισμοί είχαν διαδοθεί από τους προηγούμενους αιώνες και είχαν διατηρηθεί ως στερεότυπα, λόγω

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 Αμερική (Dorf, 2003). Η εκμετάλλευση 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 υπερίσχυσαν 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 2^η 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).

Κεφάλαιο 2°

Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές(PLC)

2.1. 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, 2001).

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 επανάστασης των ημιαγωγών (Petruzella, 2000). 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 (Tharaetal, 2006).

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, 2005). 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 (Tharaetal, 2006).

2.2. Ορισμός Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή (PLC)

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. Στη παράγραφο 2.4 της παρούσας εργασίας γίνεται λεπτομερής ανάλυση στη δομή του PLC.

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) (TharaetaI, 2006).
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 (Hughes, 2005). 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, 2003).

2.3. Πλεονεκτήματα Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών και Μειονεκτήματα

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):

8. 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).

9. 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.

10. 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).

11. 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).

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

13. 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).

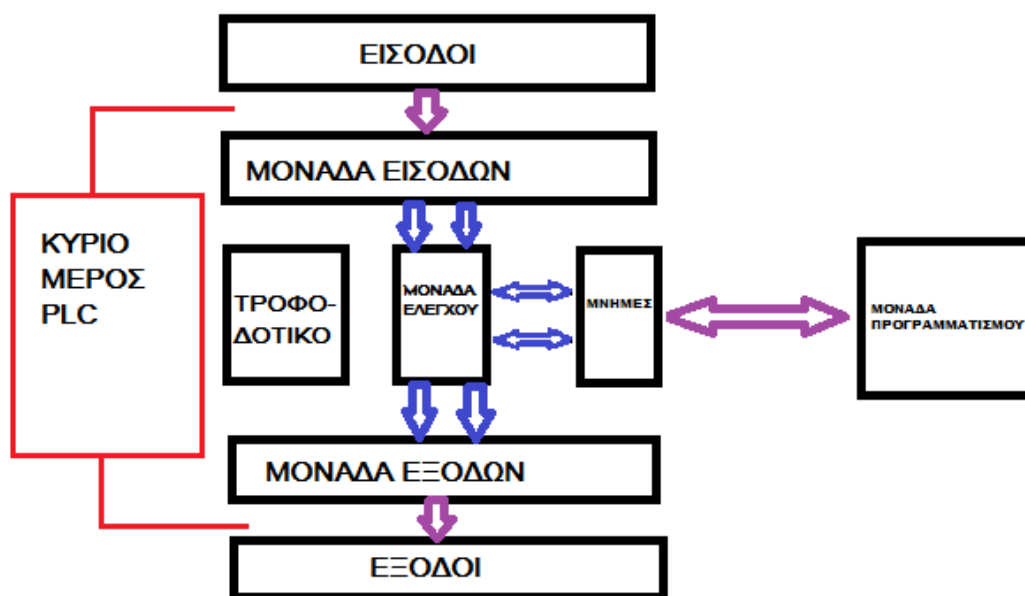
Υπάρχουν οστόσο κάποιες παράμετροι οι οποίες θα πρέπει ληφθούν υπόψη προκειμένου να εξασφαλιστεί η ορθή λειτουργία του PLC. Για παράδειγμα είναι μεγάλο λάθος να αγνοείται η σύνδεση του αγωγού γειώσεως σε ένα PLC. Η τροφοδοσία τους πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο σταθερή, διότι οι αυξομειώσεις των 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 (Dickinson and Johnson, 2006).

2.4. Δομή Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών

Στην αγορά υπάρχουν σήμερα εκατοντάδες μοντέλα PLC κατασκευασμένα από πλήθος διαφορετικών εταιρειών. Γενικά, σε ένα PLC μπορούμε να διακρίνουμε τα παρακάτω μέρη (Tharaetal, 2006):



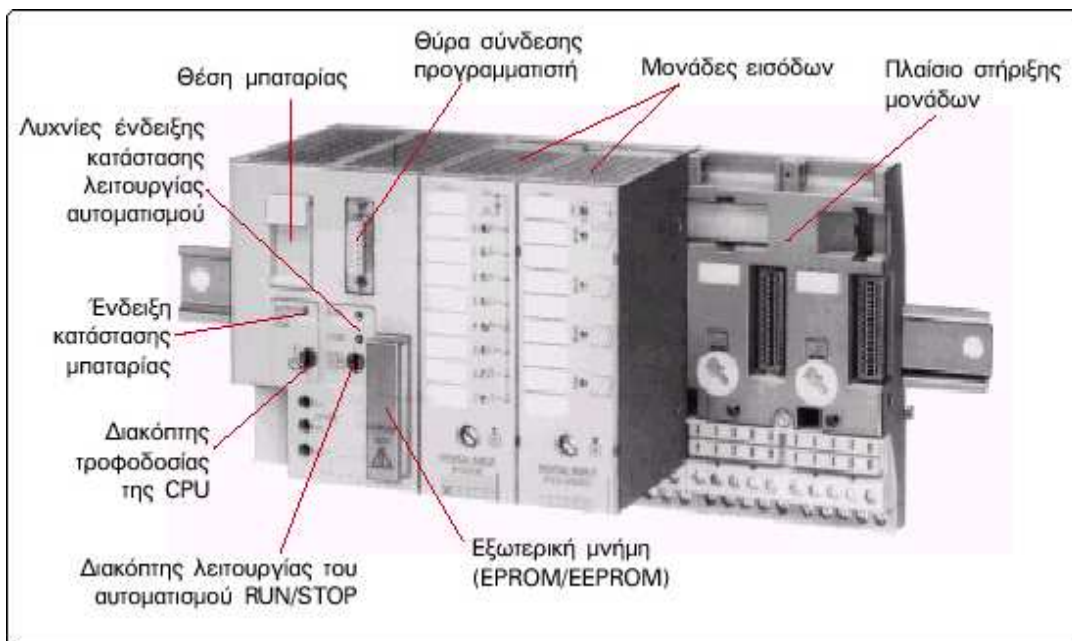
Εικόνα 2.1: Δομή PLC

- ✓ Την κεντρική μονάδα επεξεργασίας (Central Processing Unit, CPU), που αποτελεί και την καρδιά ή μάλλον τον εγκέφαλο του PLC.
- ✓ Τη μονάδα τροφοδοσίας.
- ✓ Τις μονάδες εισόδων - εξόδων (I/O modules).

Η κεντρική μονάδα, η μονάδα τροφοδοσίας και οι μονάδες εισόδων - εξόδων αποτελούν την κύρια μονάδα αυτοματισμού, δηλαδή το κύριο μέρος του PLC (εικόνα 2.1). Σε πολλά μοντέλα, κυρίως στα μικρά μοντέλα των εταιρειών, οι τρεις παραπάνω μονάδες βρίσκονται ενσωματωμένες σε μια συσκευή. Εκτός από την κεντρική μονάδα αυτοματισμού, σε ένα PLC είναι ακόμη απαραίτητα (Petruzella, 2000):

- ✓ Το πλαίσιο (ή τα πλαίσια) για την τοποθέτηση των μονάδων και των τυχόν επεκτάσεών τους.
- ✓ Η συσκευή προγραμματισμού (προγραμματιστής, programmer) για τον προγραμματισμό του PLC.

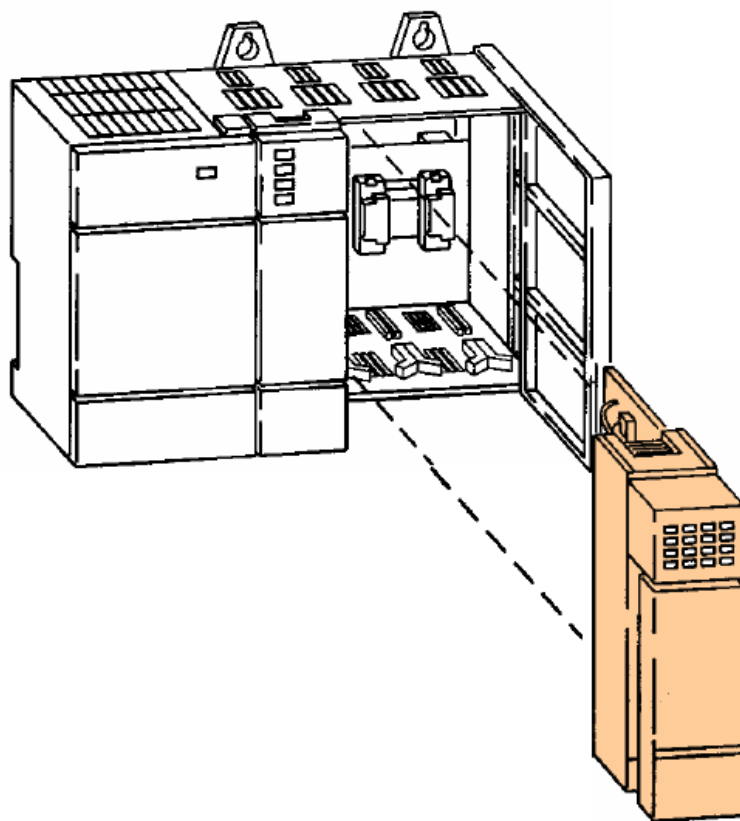
Στη συνέχεια θα δούμε με λεπτομέρεια τις μονάδες ενός PLC όπως αυτά εικονίζονται στην εικόνα 2.2.



Σχήμα 2.2 Ένα PLC όπου διακρίνονται με όλα τα στοιχεία του

2.4.1 Πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων

Οι μονάδες ενός μεγάλου PLC τοποθετούνται σε ένα κεντρικό πλαίσιο. Στο πλαίσιο αυτό είναι ενσωματωμένο ένα σύστημα αγωγών (σύστημα ζυγών) μέσω των οποίων επικοινωνούν οι διάφορες μονάδες με την Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (Κρανάς και Δασκαλόπουλος, 2001). Αν οι θέσεις του κεντρικού πλαισίου, που διατίθεται, δεν επαρκούν για να τοποθετηθούν οι μονάδες εισόδων και εξόδων που απαιτούνται σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή, τότε χρησιμοποιούνται ένα ή περισσότερα πλαίσια επέκτασης για την τοποθέτηση των πρόσθετων μονάδων. Κάθε πλαίσιο επέκτασης διασυνδέεται με το κεντρικό πλαίσιο (εικόνα 2.3) ή με τα άλλα πλαίσια επέκτασης μέσω ειδικής μονάδας διασύνδεσης και καλωδίου. Κάθε εταιρεία και το κάθε μοντέλο έχει το δικό του σύστημα πλαισίου (International Electrotechnical Commission, 2003).

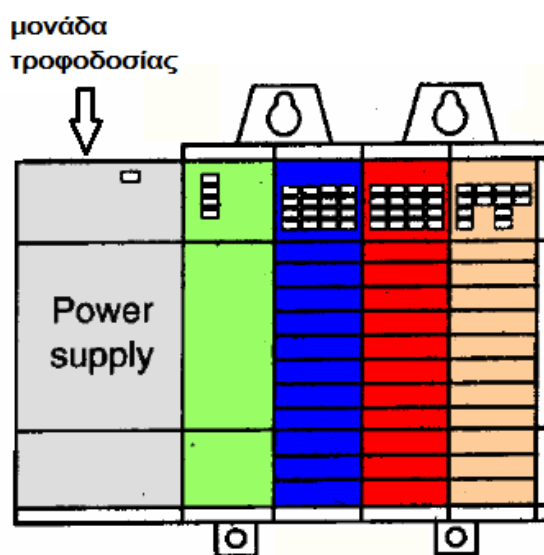


Εικόνα 2.3: Τοποθέτηση μονάδας σε πλαίσιο (rack)

2.4.2 Μονάδα τροφοδοσίας.

Η μονάδα τροφοδοσίας ενός PLC έχει σκοπό να δημιουργήσει από την τάση του δικτύου τροφοδοσίας τις απαραίτητες εσωτερικές τάσεις, που απαιτούνται για την τροφοδοσία των ηλεκτρονικών στοιχείων (τρανζίστορ, ολοκληρωμένα κυκλώματα κ.λπ.) του PLC. Οι τυπικές εσωτερικές τάσεις των PLC είναι συνήθως: DC5 V, DC 9 V, DC 24 V.

Σε ορισμένα μοντέλα PLC, όταν το PLC δεν τροφοδοτείται από το δίκτυο, η μονάδα τροφοδοσίας διατηρεί το περιεχόμενο της μνήμης του PLC με την βοήθεια μιας μπαταρίας (συνήθως λιθίου), που διαθέτει. Σε άλλα μοντέλα PLC η παραπάνω μπαταρία βρίσκεται στην Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας. Χρειάζεται προσοχή ώστε να μην προκαλέσουμε υπερφόρτιση της μονάδας τροφοδοσίας. Για τον σκοπό αυτό συμβουλευόμαστε τα τεχνικά φυλλάδια της εταιρείας κατασκευής του PLC(Petruzella, 2000).

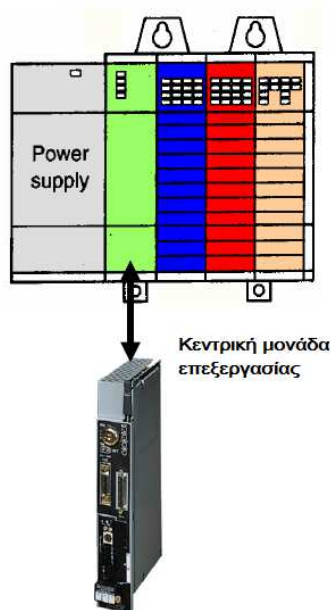


Εικόνα 2.4: Μονάδα τροφοδοσίας

2.4.3 Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας.

Είναι η βασική μονάδα του PLC, η οποία είναι υπεύθυνη για τη λειτουργία του αυτοματισμού. Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας είναι στην ουσία ένας μικροϋπολογιστής και διακρίνουμε σ' αυτήν όλα τα κύρια μέρη ενός μικροϋπολογιστή, δηλαδή τον μικροεπεξεργαστή και τη μνήμη. Ο μικροεπεξεργαστής είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, το οποίο αποτελεί τον "εγκέφαλο" κάθε μικροϋπολογιστή (εικόνα 2.5). Οι μικροεπεξεργαστές εξελίσσονται με ταχύτατους ρυθμούς, το όνομά τους δίνει συνήθως και το όνομα στο μοντέλο του μικροϋπολογιστή (π.χ λέμε PC 386, 486, Pentium κ.λπ.).

Στα PLC πολύ λίγο μας ενδιαφέρει να ξέρουμε ποιον μικροεπεξεργαστή χρησιμοποιεί η κεντρική μονάδα, αν και πολλές φορές μπορούμε να το διαβάσουμε στα χαρακτηριστικά που δίνουν οι εταιρείες. Ο μικροεπεξεργαστής για το PLC είναι ο κύριος υπεύθυνος για όλες τις λειτουργίες του (τη λειτουργία του PLC περιγράφουμε στην επόμενη ενότητα). Η μνήμη της κεντρικής μονάδας διακρίνεται σε μνήμη RAM, ROM και EEPROM (International Electrotechnical Commission, 2003).



Εικόνα 2.5: Κεντρική Μονάδα επεξεργασίας

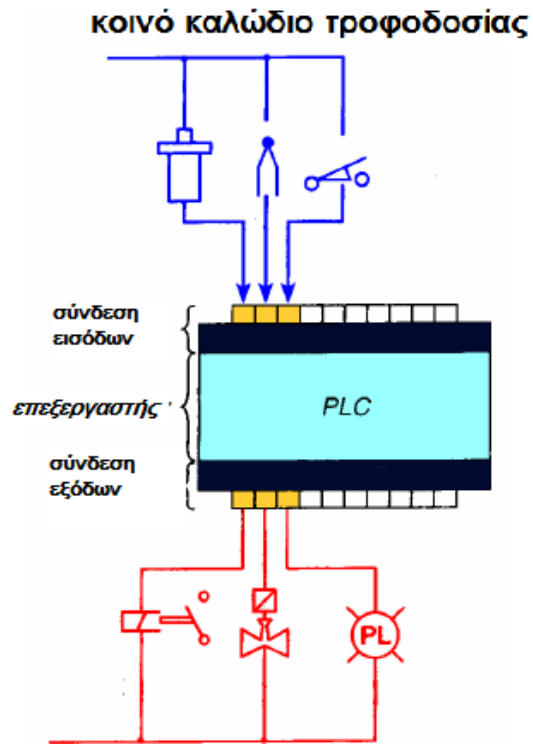
2.4.4 Μονάδες εισόδων - εξόδων.

Οι μονάδες των εισόδων και των εξόδων αποτελούν τις μονάδες επικοινωνίας της κεντρικής μονάδας με τον έξω κόσμο, δηλαδή με τους αισθητήρες, τους διακόπτες και τα μπουτόνς, που δίνουν τις πληροφορίες (εντολές), καθώς και με τους ηλεκτρονόμους ισχύος των κινητήρων, ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, ενδεικτικές λυχνίες και γενικά τους αποδέκτες που εκτελούν τις εντολές του αυτοματισμού.

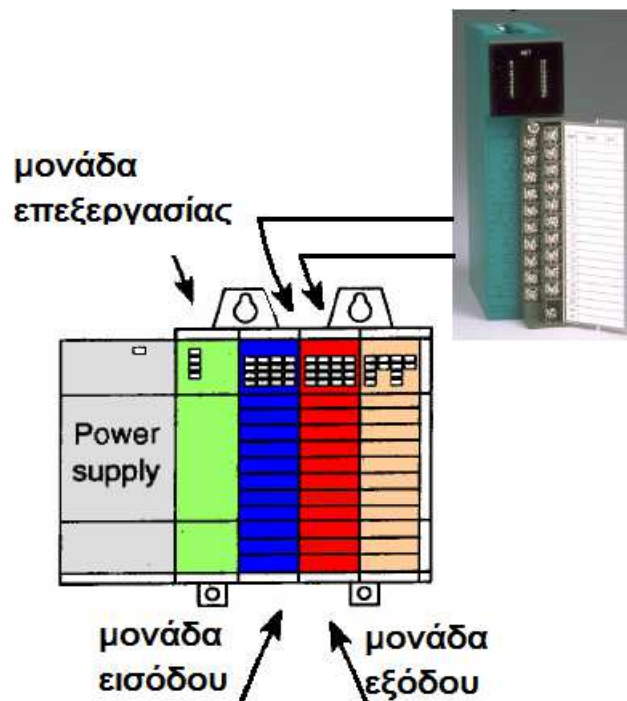
Η κεντρική μονάδα μπορεί να δεχτεί ψηφιακά σήματα εισόδου και εξόδου χαμηλής τάσης και πολύ μικρού ρεύματος. Η τάση που δέχεται η κεντρική μονάδα είναι συνήθως 0,5Volt για το λογικό "0" και 5Volt για το λογικό "1". Το ρεύμα εισόδου καθώς και το ρεύμα εξόδου δεν μπορεί να περάσει τα μερικά mA. Οι μονάδες εισόδων και εξόδων αναλαμβάνουν να προσαρμόσουν τα σήματα εισόδου και εξόδου, που έχουμε στον αυτοματισμό, με τα σήματα που μπορεί να δεχτεί η κεντρική μονάδα, τόσο από άποψη τάσεων όσο και από άποψη ρευμάτων. Η προσαρμογή αυτή γίνεται με τη χρήση ηλεκτρονικών στοιχείων ισχύος, δηλαδή τρανζίστορ ισχύος, θυρίστορ και triac, είτε ακόμη με τη χρήση κατάλληλων μικροηλεκτρονόμενων.

Στα Compact PLC (εικόνα 2.6) 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.

Στα modular PLC (εικόνα 2.7) κάθε μονάδα I/O (module) είναι ξεχωριστή και συνδέονται όλες μαζί πάνω σε πλαίσιο τοποθέτησης. Είναι επεκτάσιμα και χρησιμοποιούνται συνήθως όταν έχουμε μεγάλο αριθμό εισόδων και εξόδων.



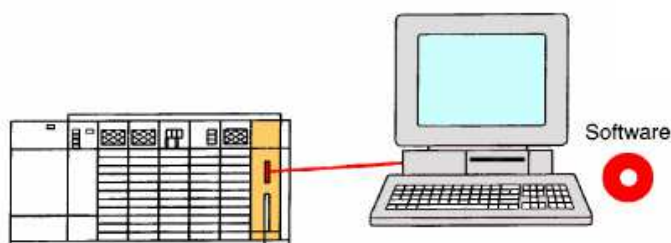
Εικόνα 2.6: Μονάδες εισόδων-εξόδων σε compact PLC



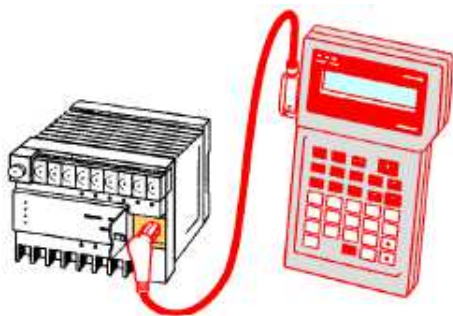
Εικόνα 2.7: Μονάδες εισόδων-εξόδων σε modular PLC

2.4.5 Μονάδες προγραμματισμού.

Ο προγραμματιστής είναι μια συσκευή τελείως ξεχωριστή από την μονάδα αυτοματισμού. Χρησιμοποιείται για την εισαγωγή του προγράμματος στο PLC και την παρακολούθηση της εξέλιξης του αυτοματισμού μέσα από την οθόνη, που διαθέτει (Dingley, 2006). Ένας προσωπικός ηλεκτρονικός υπολογιστής (εικόνα 2.8) είναι συνήθως η συσκευή προγραμματισμού που χρησιμοποιείται, η οποία συνδέεται μέσω μιας σειριακής θύρας με την κεντρική μονάδα επεξεργασίας και με τη βοήθεια ειδικού λογισμικού ο χρήστης προγραμματίζει ή παραμετροποιεί κάποιο πρόγραμμα. Σε μικρά PLC η συσκευή προγραμματισμού μπορεί να είναι και συσκευή χειρός (προγραμματίστρια) (εικόνα 2.9) με την οποία μπορούμε να δούμε βασικές λογικές εντολές με τη βοήθεια ενός display άλλα δεν υπάρχει οθόνη ώστε να έχουμε τη εικόνα όλου του προγράμματος όπως γίνεται με τη χρήση του υπολογιστή. Με ένα μόνο προγραμματιστή μπορούμε να χειριζόμαστε όλες τις μονάδες PLC μιας αυτοματοποιημένης εγκατάστασης (της ίδιας εταιρείας εννοείται).



Εικόνα 2.8: Προγραμματισμός με τη χρήση PC



Εικόνα 2.9: Προγραμματισμός με τη χρήση συσκευής προγραμματισμού

2.5 Κύριες λειτουργίες προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών

Τα PLC σήμερα έχουν επιπλέον λειτουργίες που βοηθούν στον αυτοματισμό. Οι λειτουργίες αυτές αυξάνουν συνεχώς καθώς τα PLC εξελίσσονται με ταχύτατους ρυθμούς. Αναφέρουμε ενδεικτικά τις σημαντικότερες από αυτές.

- Λειτουργία απαριθμητών. Οι απαριθμητές μπορούν να απαριθμούν εξωτερικούς ή εσωτερικούς παλμούς. Η απαρίθμηση μπορεί να είναι προς τα πάνω (count up) ή προς τα κάτω (count down). Η λειτουργία των απαριθμητών διαφέρει από PLC σε PLC.
- Δυνατότητα πραγματικού ρολογιού, μέσω του οποίου μπορούμε να προγραμματίσουμε την ενεργοποίηση κάποιων εξόδων σε πραγματικό χρόνο, ημερομηνία και ώρα.
- Αριθμητικές επεξεργασίες. Τα PLC σήμερα έχουν προσεγγίσει πάρα πολύ τις δυνατότητες των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Σχεδόν όλα τα PLC έχουν σήμερα τη δυνατότητα να επεξεργάζονται αριθμητικές πράξεις.
- Αναλογικές είσοδοι-εξόδοι. Τα PLC ενώ αρχικά ήρθαν για να αντικαταστήσουν τους αυτοματισμούς με ρελέ, οι δυνατότητές τους βελτιωθεί ώστε να μπορούν να καλύψουν πλήρως και τα συστήματα αυτομάτου ελέγχου, όπως είναι αναλογικοί έλεγχοι θερμοκρασίας, πίεσης, στάθμης, στροφών κινητήρων κλπ. Έτσι δέχονται αναλογικά σήματα αλλά και παρέχουν αναλογικές εξόδους. Το PLC μετατρέπει τις αναλογικές τιμές των εισόδων σε ψηφιακές τιμές και στη συνέχεια επεξεργάζεται τις τιμές αυτές.
- Δικτύωση PLC. Συνεργασία μεταξύ τους και με ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Η εξέλιξη των PLC σήμερα αλλάζει τη μορφή της βιομηχανίας. Τα PLC μπορούν να συνδέονται μεταξύ των ανταλλάσσοντας πληροφορίες, όπως και να συνεργάζονται με ηλεκτρονικούς υπολογιστές, οι οποίοι ασχολούνται με τον έλεγχο όλης της παραγωγής, της αποθήκης και του λογιστηρίου του εργοστασίου. Όλα αυτά μαζί αποτελούν ένα βασικό Βιομηχανικό Δίκτυο Αυτοματισμού (Computer Automatic Network, CAN).

2.6 Ανάπτυξη προγράμματος σε προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή

Το ηλεκτρολογικό σχέδιο του αυτοματισμού δεν είναι απαραίτητο προκειμένου να αναπτυχθεί το πρόγραμμα σε PLC για τον αυτοματισμό. Σε σύνθετους πολύπλοκους αυτοματισμούς η ανάπτυξη του ηλεκτρολογικού σχεδίου του αυτοματισμού είναι πολύ δυσκολότερη από την ανάπτυξη του προγράμματος. Μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις είναι πιο εύκολο να αναπτυχθεί το πρόγραμμα άμεσα από τα δεδομένα του αυτοματισμού παρά χρησιμοποιώντας ένα έτοιμο ηλεκτρολογικό σχέδιο του αυτοματισμού. Ο προγραμματισμός των PLC χωρίζεται σε δύο ενότητες. Στην πρώτη ενότητα προγραμματίζουμε σ'ένα PLC συνδυαστικούς αυτοματισμούς και στη δεύτερη ενότητα προγραμματίζουμε ακολουθιακούς αυτοματισμούς. Συνδυαστικός αυτοματισμός είναι ο αυτοματισμός στον οποίο οι έξοδοι εξαρτώνται μόνο από τις εισόδους. Αυτό σημαίνει ότι οι κινητήρες, βαλβίδες και οι υπόλοιποι αποδέκτες του αυτοματισμού λαμβάνουν εντολές μόνο από τους αισθητήρες και τους διακόπτες εισόδου και δεν εξαρτώνται από το χρόνο ή από προηγούμενες καταστάσεις των εξόδων. Ενώ ακολουθιακός αυτοματισμός είναι ο αυτοματισμός στον οποίο οι έξοδοι εξαρτώνται όχι μόνο από τις εισόδους, αλλά και από το χρόνο ή και από προηγούμενες καταστάσεις των εξόδων.

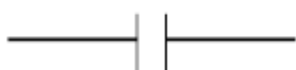
2.7 Λογισμικό προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών

Ο σχεδιασμός του προγράμματος σ' ένα προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή μπορεί να γίνει με 4 τρόπους :

- ✓ Με την μορφή διαγράμματος επαφών (LADDER DIAGRAM) ή LAD
- ✓ Με την μορφή λίστας εντολών (STATEMENT LIST) ή απλά STL
- ✓ Με την μορφή λογικού διαγράμματος (CONTROL SYSTEM FLOWCHART) ή απλά CSF
- ✓ Με την μορφή λογικών block (FUNCTION BLOCK DIAGRAM) ή απλά FBD

2.7.1 Βασική δομή γλώσσας διαγράμματος επαφών

Το διάγραμμα LADDER αποτελείται από δύο κάθετους κλάδους , εκ των οποίων ο αριστερός θεωρούμε ότι συνδέεται με πηγή τάσης , και ο δεξιός γειώνεται στο σύστημα . Οι διάφοροι βρόγχοι του προγράμματος , έχουν οριζόντια ροή από τα αριστερά προς τα δεξιά , ανάμεσα στους δύο κάθετους κλάδους . Τα δομικά στοιχεία του προγράμματος φαίνονται παρακάτω :



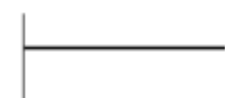
κανονικά ανοικτή επαφή : NO



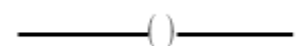
κανονικά κλειστή επαφή : NC



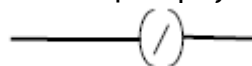
οριζόντια σύνδεση (συνδέει τα στοιχεία του προγράμματος σε σειρά)



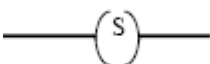
κάθετη σύνδεση (συνδέει τα στοιχεία του προγράμματος παράλληλα)



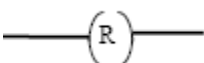
άμεση έξοδος που ενεργοποιείται όταν περνάει ρεύμα



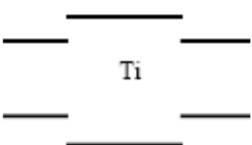
αντίστροφη έξοδος (ενεργοποιείται όταν δεν περνάει ρεύμα)



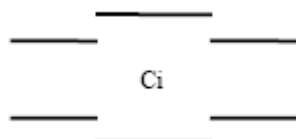
έξοδος SET (είναι συνεχώς S ενεργοποιημένη όταν περάσει μια φορά ρεύμα)



έξοδος RESET (είναι συνεχώς απενεργοποιημένη)



χρονικά στοιχεία (με τα οποία πετυχαίνουμε χρονικές καθυστερήσεις)



μετρητές UP - DOWN (είναι στοιχεία με τα οποία μπορούμε να κάνουμε απαρίθμηση)

2.7.2 Βασική δομή γλώσσας Λίστας Εντολών (STATEMENT LIST)

Αντίθετα από το διάγραμμα επαφών LADDER, η μέθοδος προγραμματισμού με τη μορφή λίστας STL δεν παρουσιάζει το πρόβλημα γραφικά, αλλά το περιγράφει περιφραστικά. Η γλώσσα προγραμματισμού STL αποτελείται από ξεχωριστές γραμμές εντολών. Μπορεί να γραφεί ένα σχόλιο (σε γλώσσα υψηλού επιπέδου - καθημερινή) στο δεξιό μέρος της κάθε γραμμής εντολών, έτσι ώστε να έχουμε και μία λεπτομερή περιγραφή της διεργασίας που εκτελείται. Οι εντολές στη γλώσσα STL τοποθετούνται διαδοχικά ή μία κάτω απ' την άλλη ενώ γράφονται σε συντομογραφία. Παρακάτω φαίνονται τα βασικά στοιχεία και οι συντομογραφίες που χρησιμοποιούνται στην γλώσσα προγραμματισμού STL :

Επεξεργασία Σήματος

Σύμβολο :	Σύμβολο κατά DIN
AND	A
OR	O
NOT	N
Exclusive - OR	XO
Assignment	=
Set	S
Reset	R
Count (forwards)	ZV
Count (backwards)	ZR
Add	ADD
Subtract	SUB
Multiply	MUL
Divide	DIV
Greater than	GR
Greater than or equal to	GRG
Equal to	GL
Smaller than	SL
Smaller than or equal to	SLG
Convert code (decimal / binary)	DEB
Convert code (binary / decimal)	BID

Οργάνωση Προγράμματος

Λειτουργία:	Σύμβολο κατά DIN
Non operation	NOP
Load	L
Brackets open	(
Brackets closed)
Jump (unconditional)	SP
Jump (unconditional)	SPB
JUMP Module call (unconditional)	B
Module call (conditional)	BAB
Call module end	BE
Program end	PE
Comment (start/end)	PE

Πρόσθετοι Συμβολισμοί

Λειτουργία:	Σύμβολο κατά DIN
Constants	K
Input	I
Output	O
Flag	F
Timer	T
Counter	C
Program module	P
Function module	F
Byte (8 bit)	B
Word (2 byte)	W
Double word	D
Analogue	A
Pulse	P

Βασικά στοιχεία προγραμματισμού γλώσσας STL κατά DIN 19239

2.7.3 Βασική δομή Λογικού διαγράμματος CSF (CONTROL SYSTEM FLOWCHART)

Ο προγραμματισμός με την μορφή λογικού διαγράμματος είναι απλούστατος και έχει βασιστεί στα λογικά διαγράμματα που είναι σ' όλους μας γνωστά από τον προγραμματισμό των Η/Υ .

Παρακάτω φαίνονται τα βασικά στοιχεία της γλώσσας και ο συμβολισμός τους :



Αρχή (ένδειξη έναρξης)



Βήμα έναρξης



Βήμα



Συνθήκη κύκλου



συνέχισης Συνεχώς ενεργοποιημένες γραμμές Έξοδος συνθήκης



Κατευθύνσεις σήματος

Βασικά στοιχεία προγραμματισμού γλώσσας CSF

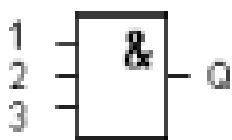
Τα στοιχεία του λογικού διαγράμματος, συμβολίζονται από ένα συγκεκριμένο σχήμα που αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη λειτουργία. Τοποθετούνται το ένα κάτω από το άλλο και συγκροτούν την ολική διεργασία. Μέσα σ' ένα λογικό διάγραμμα μπορούν να υπάρχουν διακλαδώσεις, παράλληλες λειτουργίες, επαναλήψεις κ.λ.π.. Το βασικό πλεονέκτημα της γλώσσας CSF είναι ότι για τον προγραμματισμό της δεν χρειάζονται ειδικές γνώσεις προγραμματισμού .

2.7.4. Γλώσσα Function Block Diagram (FBD)

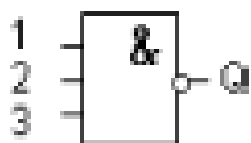
Οι εντολές αναπαρίστανται εδώ στην τυπική γλώσσα των PLC την Function Block Diagram (FBD). Κάθε λειτουργία αναπαρίστανται με ένα ορθογώνιο με το όνομα της λειτουργίας στο κέντρο. Στο αριστερό μέρος του ορθογώνιου βρίσκονται οι είσοδοι και στο δεξιό οι έξοδοι που χρησιμοποιούνται στη λειτουργία. Τα βασικά δομικά στοιχεία του προγράμματος φαίνονται παρακάτω :

Σύμβολο κατά DIN

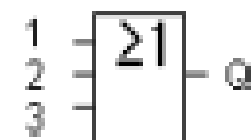
Λειτουργία:



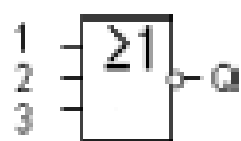
AND



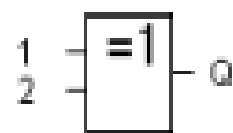
NAND



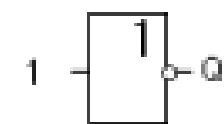
OR



NOR



XOR

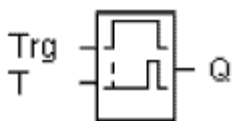


NOT

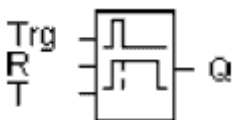
Σύμβολο κατά DIN

Λειτουργία:

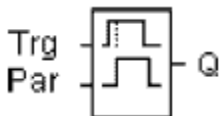
ON DELAY / χρονικό καθυστέρησης έλξης



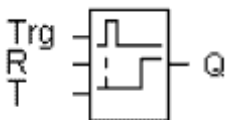
OFF DELAY / χρονικό καθυστέρησης πτώσης



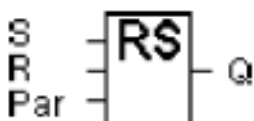
ON/OFF DELA /χρονικό καθυστέρησης έλξης-πτώσης



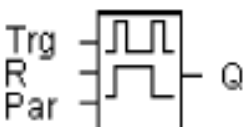
RETENTIVE ON DELAY/χρονικό καθυστέρησης έλξης με αυτοσυγκράτηση



LATCHING RELAY / αυτοσυγκράτηση



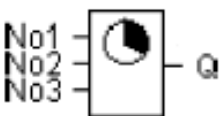
PULSE RELAY / χρονικό παλμού



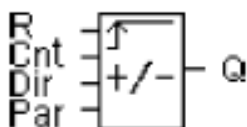
WEEKLY TIMER/ ρολόι πραγματικού χρόνου



YEARLY TIMER/ ετήσιος χρονοδιακόπτης



UP DOWN COUNTER/απαριθμητής δύο κατευθύνσεων



2.8 Δίκτυα PLC

Τα δίκτυα είναι μία νέα έννοια στον αυτοματισμό.. Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές που αποτελούν το κορυφαίο αυτόνομο εργαλείο ελέγχου, μπορούν να διασυνδέονται μεταξύ τους προς ανταλλαγή δεδομένων, πληροφοριών και διαταγών ελέγχου. Τα διασυνδεδεμένα συστήματα προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών σε μία εκτεταμένη Διαδικασία Αυτοόματη προσφέρουν ευελιξία, διαφάνεια και αποτελεσματικό συντονισμό όλων των τμημάτων αυτής. Στην περιοχή των Βιομηχανικών Δικτύων για διασύνδεση προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών και/ή βιομηχανικών υπολογιστών, έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια πολλά συναφή προϊόντα από τις Ευρωπαϊκές και Αμερικανικές Εταιρίες Αυτοματισμού. Τα πλέον διαδεδομένα βιομηχανικά δίκτυα της εταιρίας Siemens είναι:

Το IO-Link, Profibus, AS- Interface , PROFINET, Βιομηχανικός Ασύρματος τηλεχειρισμός

2.8.1 Το IO-Link

Το IO-Link είναι ένα νέο πρότυπο επικοινωνίας για αισθητήρες και ενεργοποιητές που έχει καθοριστεί από τον Οργανισμό Χρηστών Profibus (PNO). Η τεχνολογία IO-Link βασίζεται σε μία σύνδεση σημείου προς σημείο αισθητήρων και ενεργοποιητών με το σύστημα ελέγχου. Για τους συνδεδεμένους αισθητήρες/ενεργοποιητές, εκτός των κυκλικών δεδομένων λειτουργίας, μεταδίδονται επίσης εκτενή δεδομένα παραμετροποίησης και διάγνωσης. Για αυτό το σκοπό χρησιμοποιείται το μονόκλωνο, μη μονωμένο καλώδιο τριών πυρήνων το οποίο είναι σύνθετος στους τυποποιημένους αισθητήρες.

Πλεονεκτήματα

Το σύστημα IO-Link προσφέρει στην περίπτωση σύνδεσης πολύπλοκων (έξυπνων) αισθητήρων/ενεργοποιητών σημαντικά πλεονεκτήματα:

- Δυναμική μεταβολή παραμέτρων των αισθητήρων/ενεργοποιητών άμεσα μέσω PLC

Δυνατότητα αντικατάστασης συσκευών κατά την λειτουργία χωρίς PG/PC με

- μεταγενέστερη παραμετροποίηση από το PLC μέσω ολοκληρωμένης προετοιμασίας παραμέτρων
- Γρήγορη θέση σε λειτουργία μέσω κεντρικής διαχείρισης δεδομένων
- Ολοκληρωμένες πληροφορίες διάγνωσης έως το επίπεδο αισθητήρων / ενεργοποιητών
- Ενιαία και σημαντική μειωμένη καλωδίωση διαφορετικών αισθητήρων / ενεργοποιητών / συσκευών ζεύξης
- Επισκόπηση

2.8.2 To AS- Interface

Το AS- Interface είναι ένα ανοικτό διεθνές πρότυπο κατά EN 50295 και IEC 62026-2 για την επικοινωνία διεργασιών και πεδίου. Το AS-Interface υποστηρίζεται σε παγκόσμιο επίπεδο από τους κορυφαίους κατασκευαστές ενεργοποιητών και αισθητήρων. Οι ηλεκτρικές και οι μηχανικές προδιαγραφές κοινοποιούνται στις ενδιαφερόμενες εταιρείες από την AS- Interface Association.

Το AS- Interface είναι ένα σύστημα Single-Master. Είναι κατάλληλο για συστήματα αυτοματισμού επεξεργαστών επικοινωνίας (CPs) και πυλών δικτύων (Links) της Siemens που ελέγχουν την επικοινωνία διεργασιών ή πεδίου ως Master καθώς και ενεργοποιητών και αισθητήρων που λειτουργούν ως AS-Interface Slaves.

Χαρακτηριστικά

- Αριθμός των συνδρομητών ανα κλώνο / 62 slaves (τεχνική A/B) σύμφωνα με τις προδιαγραφές
- Αριθμός δυαδικών αισθητήρων/ενεργοποιητών/ Μεγ. 496 είσοδοι και 496 έξοδοι
- Τοπολογία / Δομή γραμμής, αστέρα, δένδρου (όπως η ηλεκτρική εγκατάσταση)
- Μέσο Μετάδοσης / Μη θωρακισμένο καλώδιο δύο πυρήνων (2 x 1,5 mm²) για δεδομένα και βοηθητική ενέργεια

- Μέγιστο μήκος καλωδίου /100 μέτρα χωρίς αναμεταδότη, επεκτάσιμο μέχρι 600 μέτρα με βύσματα επέκτασης και δύο αναμεταδότες σε παράλληλη σύνδεση
- Μέγιστος χρόνος κύκλου / 5 ms (σε πλήρη ανάπτυξη με στάνταρ διευθύνσεις)
- Μεταφορά δεδομένων / Ψηφιακά και αναλογικά(16 bit)

Πλεονεκτήματα

- Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της τεχνικής AS- Interface είναι η χρήση ενός κοινού καλωδίου δύο πυρήνων για τη μετάδοση δεδομένων και τη διανομή της βοηθητικής ενέργειας στους αισθητήρες/ ενεργοποιητές. Για τη διανομή της βοηθητικής ενέργειας χρησιμοποιείται ένα τροφοδοτικό (εάν απαιτείται με μονάδα απόζευξης δεδομένων), το οποίο πληροί τις απαιτήσεις της μεθόδου μετάδοσης AS-Interface. Για την καλωδίωση χρησιμοποιείται το μηχανικά κωδικοποιημένο και επομένως ασφαλές από εσφαλμένη σύνδεση καλώδιο AS-Interface, που μπορεί να συνδεθεί με απλό τρόπο με διατρητική τεχνική.
- Οι αγωγοί ελέγχου, των οποίων η καλωδίωση είναι επίπονη, καθώς και οι τερματικοί πίνακες εντός του πίνακα είναι δυνατό να αντικατασταθούν από το AS-Interface.
- Χάρη σε ένα ειδικά κατασκευασμένο καλώδιο και χάρη στη σύνδεση με διατρητική τεχνική, το καλώδιο AS-Interface είναι δυνατό να συνδεθεί στις επιθυμητές θέσεις.
- Με αυτή τη φιλοσοφία έχετε ευελιξία και επιτυγχάνετε υψηλό βαθμό εξοικονόμησης.
- Ολοκληρωμένη επικοινωνία: Μεταφορά δεδομένων διεργασιών και δεδομένων σέρβις μεταξύ αισθητήρων / ενεργοποιητών και του συστήματος ελέγχου
- Ενιαίος και διαφανής σχεδιασμός και προγραμματισμός μέσω της χρήσης ενός εργαλείου παραμετροποίησης (Port Configurator Tool, PCT) που είναι ενσωματωμένο στο SIMATIC STEP 7
- Διαφανής παρουσίαση όλων των δεδομένων παραμετροποίησης και διάγνωσης

2.8.3 To Profibus

Το Profibus είναι ένα δίκτυο επικοινωνίας για διεργασίες και βιομηχανικά πεδία μεταξύ συσκευών διαφόρων κατασκευαστών, σύμφωνα με το πρότυπο IEC 61158/61784.

Διατίθεται σε 3 βασικές εκδόσεις: Profibus DP για γρήγορη, κυκλική ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ συσκευών πεδίου, Profibus PA για εφαρμογή σε αυτοματισμούς διεργασιών, και ειδικά στην περιοχή αυξημένης επικινδυνότητας, και Profibus FMS για επικοινωνία δεδομένων μεταξύ ελεγκτών από διάφορους κατασκευαστές.

Το Profibus είναι ανοιχτό, ισχυρό και στιβαρό και εγγυάται επικοινωνία χωρίς προβλήματα. Οι προδιαγραφές του τηρούν πλήρως τα διεθνή πρότυπα και κατά συνέπεια μπορεί να συνεργαστεί με πλήθος πιστοποιημένων προϊόντων πολλών κατασκευαστών. Η διαμόρφωση, η θέση σε λειτουργία και η άρση βλαβών μπορεί να γίνει από οποιοδήποτε σημείο του δικτύου, γεγονός που παρέχει πολύ μεγάλη ευελιξία. Για γρήγορη εγκατάσταση και συνδέσεις υπάρχει η τεχνική FastConnect. Τα επιμέρους εξαρτήματα του δικτύου, επιτηρούνται συνεχώς μέσω ενός απλού αλλά αποτελεσματικού συστήματος σηματοδότησης. Αν απαιτηθεί υψηλού βαθμού διαθεσιμότητα, μπορεί να επιτευχθεί με τοπολογίες δακτυλίου με συσκευές OLM – Optical Link Module.

2.8.4 Το 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

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.

2.8.5 Ο Βιομηχανικός Ασύρματος τηλεχειρισμός

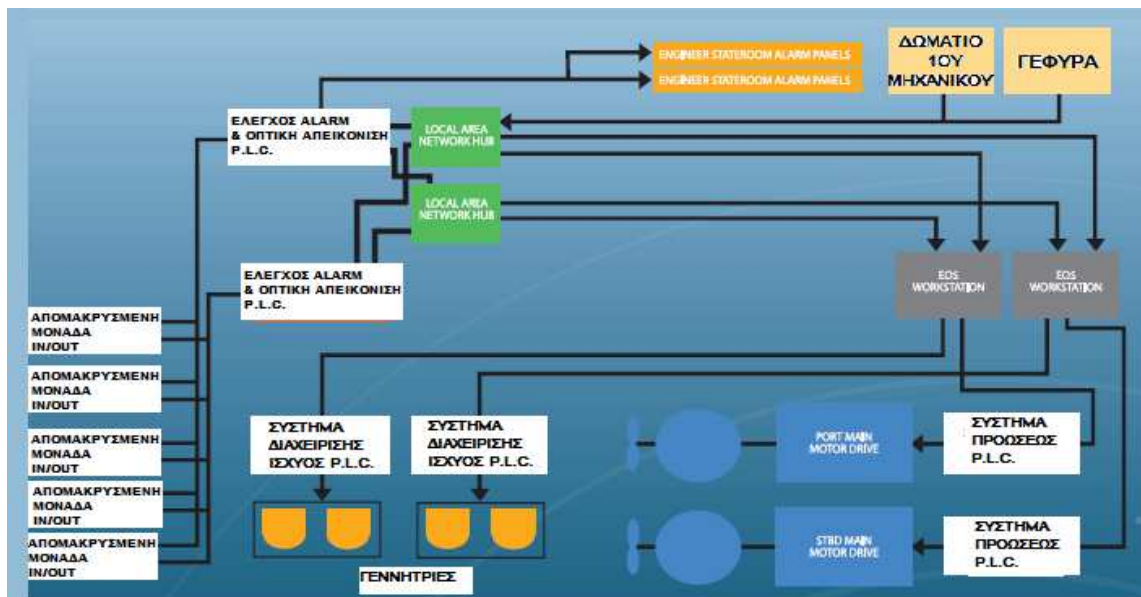
Ο Βιομηχανικός Wireless τηλεχειρισμός είναι χαμηλού κόστους και ευέλικτος αφού η ασύρματη τεχνολογία μπορεί να καλύψει μεγαλύτερες αποστάσεις. Υπάρχει συνεχής επικοινωνία μεταξύ των τμημάτων με υψηλή ταχύτητα στη πρόσβαση συντήρησης μηχανημάτων και εγκαταστάσεων από την άλλη άκρη του κόσμου. Χάρη στην 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 και η δομή των συστημάτων θα μπορούσε να είναι αυτή που εικονίζεται παρακάτω.



Εικόνα 2.10: Δομή τυπικού συστήματος ελέγχου

Κεφάλαιο 3^ο

Αυτοματισμοί Πλοίων

3.1. Εισαγωγικά

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε εφαρμογές αυτοματισμού στη ναυτιλία. Αρχικά θα περιγράψουμε τα προβλήματα ελέγχου, δηλαδή το στόχο της σχετικής διατάξεως αυτοματισμού. Ο στόχος του αυτοματισμού εξηγείται στο πλαίσιο της λειτουργίας του αντίστοιχου «ναυτικού συστήματος», π.χ. της κινητήριας μηχανής ή του συστήματος πηδαλιουχίσεως. Έτσι, το πρόβλημα του ελέγχου συνδέεται με συγκεκριμένα θέματα ασφάλειας ή προστασίας του περιβάλλοντος και γενικότερα, άριστης εκμεταλλεύσεως του συγκεκριμένου συστήματος. Στην συνέχεια δε, θα παρουσιάσουμε τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία αυτοματισμού.

Σε αυτήν περιλαμβάνονται τα σήματα, τα αισθητήρια και τα όργανα δράσεως, οι διατάξεις ελέγχου κλπ., στοιχεία που συγκροτούν το σύστημα αυτοματισμού, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο αυτά διασυνδέονται και συλλειτουργούν. Η παρουσίαση αυτή επικεντρώνεται στη ναυτική τεχνολογία και συνοδεύεται από ανάλυση της λειτουργίας του συστήματος ελέγχου.

Η συνεχής απαίτηση για πληρέστερους ελέγχους στα πλοία καθιστά την σχεδίαση αυτοματισμών πιο σύνθετη, με αποτέλεσμα η επιτήρηση διαρρών να αναδεικνύεται σε ένα από τα πολύπλοκα προβλήματα. Για τον σκοπό αυτό άλλως τε έχουν δημιουργηθεί πολλές σειρές προτύπων όπως το IEC60092 - IEC61892, IEEE recommendations 33.7.6. και άλλα. Κατόπιν τούτου είναι αυτονόητο ότι σε ένα σύστημα αυτοματισμού σε πλοία κατ' αρχήν πρέπει να χρησιμοποιούνται πιστοποιημένα υλικά. Επιπλέον το σύστημα επιτήρησης διαρρών θα πρέπει να ειδοποιεί τους μηχανικούς αλλά και επικοινωνεί με το κεντρικό σύστημα ελέγχου ώστε έγκαιρα να

δρομολογούνται όλες οι απαραίτητες ενέργειες έστω και εν πλω.

3.2. Πνευματικός Έλεγχος Στάθμης Ατμουδροθαλάμου Λέβητα

Οι ατμοπαραγωγοί συγκαταλέγονται στις σημαντικότερες και συνηθέστερες πηγές ισχύος των πλοίων είτε αποτελούν τμήμα του κύριου συστήματος κινήσεως με ατμοστρόβιλο είτε τροφοδοτούν βοηθητικά συστήματα όπως ατμοκινητήρες για τους γερανούς του φορτίου, αεροσυμπιεστές, διατάξεις για την εκκίνηση μηχανών Diesel κλπ. Η παρούσα ενότητα παρουσιάζει το πνευματικό σύστημα ελέγχου, που χρησιμοποιείται για τη συνεχή ρύθμιση της στάθμης του νερού στον ατμοϋδροθάλαμο του λέβητα. Σε μια μεγάλη κατηγορία ατμοπαραγωγών (λεβήτων), ο ατμός διαχωρίζεται από το νερό σε ατμουδροθάλαμο (boiler drum), δηλαδή σε ένα οριζόντιο κυλινδρικό δοχείο πίεσεως, τοποθετημένο ψηλότερα από τους αυλούς του λέβητα (Βλαχογιάννης και άλλοι, 2009).

Το νερό, ως πυκνότερο, συλλέγεται στο κατώτερο μέρος του θαλάμου, ενώ ο ατμός συγκεντρώνεται στο ανώτερο μέρος. Ο ατμοϋδροθάλαμος περιέχει επίσης σχάρες, που βοηθούν στο διαχωρισμό νερού-ατμού. Όταν υπάρξει ζήτηση ισχύος, ο παραγόμενος ατμός διοχετεύεται στον υπερθερμαντήρα από το ανώτερο τμήμα του θαλάμου. Η απομάκρυνση του ατμού μειώνει την πίεση με αποτέλεσμα να ατμοποιηθεί ένα τμήμα του νερού που περιέχεται στον ατμοϋδροθάλαμο. Η αναγκαία για την ατμοποίηση θερμότητα αποδίδεται ξανά στο νερό μέσω των αυλών του λέβητα, οι οποίοι επίσης απολήγουν στον ατμοϋδροθάλαμο. Έτσι, ο ατμοϋδροθάλαμος αποτελείτο σημείο αναμείξεως δύο κυκλοφοριών: μιας εσωτερικά στο λέβητα για τη μεταφορά ενέργειας από τα καυσαέρια στο νερό, και μιας διά μέσου του λέβητα για τη μετατροπή του νερού τροφοδοσίας σε ατμό.

Για να επιτελεί τη λειτουργία του διαχωρισμού, ο ατμοθάλαμος πρέπει να διατηρεί συνεχώς τη στάθμη του νερού σε ένα ενδιάμεσο επίπεδο. Η

ενδιάμεση αυτή στάθμη αντιστοιχεί στο μέσο του δοχείου ή γενικότερα σε κάποιο σημείο της γεωμετρίας του θαλάμου όπου η διαχωριστική επιφάνεια ατμού-νερού να είναι η μέγιστη δυνατή, έτσι ώστε να διευκολύνεται η γρήγορη αλλαγή φάσεως του νερού και επομένως και η ταχεία αποκατάσταση της θερμοδυναμικής ισορροπίας (Παπαλάμπρου, 2012).

Εάν η στάθμη του νερού ανέβει υπερβολικά, υπάρχει ο κίνδυνος διοχετεύσεως υγρού στον υπερθερμαντήρα και στην κατανάλωση, με αποτέλεσμα ανεπαρκή λειτουργία του υπερθερμαντήρα ή και ενδεχόμενες καταστρεπτικές συνέπειες για τα ατμοκίνητα μηχανήματα. Εάν η στάθμη του νερού πέσει υπερβολικά, υπάρχει ο κίνδυνος κυκλοφορίας αερίου στους αυλούς του λέβητα, με συνέπεια αναποτελεσματική μεταφορά θερμότητας ή και υπέρμετρη θερμική καταπόνηση και ζημιά στα στοιχεία ανταλλαγής θερμότητας του ατμοπαραγωγού. Επομένως, η διατήρηση σταθερής στάθμης στον ατμοϋδροθάλαμο συμβάλλει:

1. Στην αποδοτική εκμετάλλευση του λέβητα, κάτι που έχει επίπτωση όχι μόνο στο χαμηλότερο κόστος καυσίμου αλλά και στον περιορισμό της περιβαλλοντικής επιβαρύνσεως από τις εκπομπές καυσαερίων.
2. Στην ασφαλή λειτουργία και τη διάρκεια ζωής της εγκαταστάσεως.

Η μάζα του νερού που ατμοποιείται αναπληρώνεται από νερό τροφοδοσίας το οποίο προσάγεται στο κατώτερο τμήμα του θαλάμου. Στόχος του συστήματος ελέγχου είναι να ρυθμίζει την τροφοδοσία νερού και να διατηρεί τη στάθμη του ατμοϋδροθαλάμου σταθερή, παρά τις διακυμάνσεις στη ζήτηση του ατμού και τις τυχόν αλλαγές στο σημείο λειτουργίας του λέβητα.

Το σύστημα ελέγχου στάθμης περιλαμβάνει:

- [1] Αισθητήριο της στάθμης (Level Transmitter - LT). Πρόκειται για αναλογικό στοιχείο πίεσεως αέρα, που συνδέεται μηχανικά στον πλωτήρα ενός υδροδείκτη. Η στήλη του υδροδείκτη συνδέεται υδραυλικά παράλληλα με τον ατμοϋδροθάλαμο και μεταφέρει τη θερμική κατάσταση του νερού και του ατμού (temperature

equalizing column) χωρίς τις διαταραχές της στάθμης λόγω ατμοποίησης.

[2] Αισθητήρια της παροχής όγκου (Flow Transmitter - FT) του ατμού και του νερού. Συνήθως, τα όργανα αυτά μετρούν την πτώση πίεσεως στις δύο πλευρές μιας ειδικά διαμορφωμένης στενώσεως (calibrated orifice). Η πτώση πίεσεως μετατρέπεται μηχανικά σε παροχή και μεταδίδεται στην έξοδο του οργάνου, ως πίεση αέρα.

[3] Πνευματικά ελεγχόμενη βαλβίδα ρυθμίσεως της παροχής του νερού τροφοδοσίας. Η βαλβίδα μετατρέπει το σήμα πίεσεως αέρα σε μετακίνηση της θέσεως ενός διαφράγματος που στραγγαλίζει ή απελευθερώνει τη ροή του νερού το οποίο προσάγει η καταθλιπτική αντλία τροφοδοσίας.

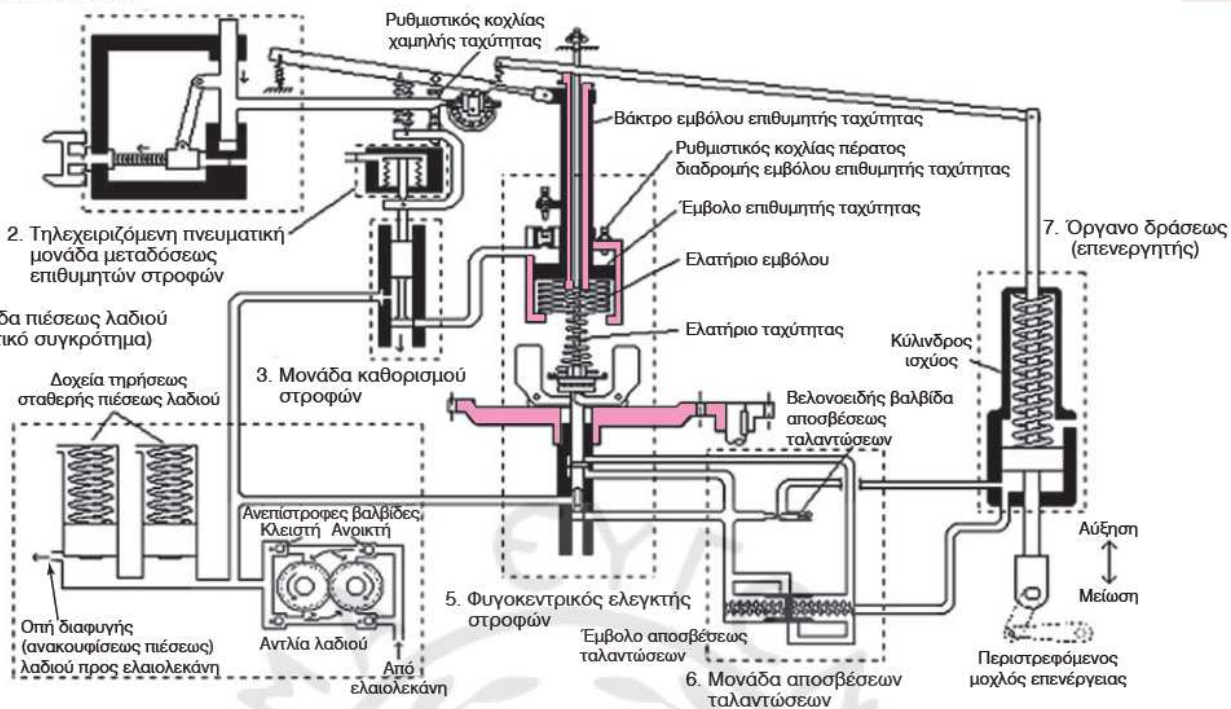
[4] Ελεγκτή στάθμης (Level Controller - LC), ο οποίος εφαρμόζει το νόμο ελέγχου με στόχο τη διατήρηση της στάθμης στην επιθυμητή τιμή (στάθμη αναφοράς).

3.3. Υδραυλικός Ρυθμιστής Στροφών Κινητήρα

Όλες οι πρακτικές εφαρμογές των θερμικών κινητήρων απαιτούν τη διατήρηση σταθερής ταχύτητας περιστροφής, ανεξάρτητα από το φορτίο. Η παρούσα ενότητα παρουσιάζει την υδραυλική-πνευματική διάταξη ελέγχου, που χρησιμοποιείται για τη συνεχή ρύθμιση των στροφών των ΜΕΚ και άλλων μηχανών (Βλαχογιάννης και άλλοι, 2009).

Στην εικόνα 3.1 βλέπουμε το λειτουργικό διάγραμμα του υδραυλικού – πνευματικού ρυθμιστή στροφών

1. Χειροκίνητη τοπική μονάδα μεταδόσεως επιθυμητών στροφών



Εικόνα 3.1: Λειτουργικό Διάγραμμα Υδραυλικού – Πνευματικού Ρυθμιστή Στροφών[1]

Η ταχύτητα περιστροφής (στροφές ανά λεπτό) αποτελεί την κυριότερη παράμετρο λειτουργίας ενός θερμικού κινητήρα είτε πρόκειται για την κύρια μηχανή του πλοίου είτε για μηχανή, που κινεί βοηθητικά συστήματα (π.χ. ηλεκτροπαραγωγή). Η διατήρηση σταθερών στροφών συνδέεται με βασικές απαιτήσεις ασφάλειας και αποτελεσματικότητας. όπως(Παπαλάμπρου, 2012):

[1] Την ομαλή κίνηση του πλοίου, στην περίπτωση της κύριας μηχανής. Η ταχύτητα του πλοίου πρέπει να διατηρείται σταθερή παρά τις τυχόν διαταραχές της αντιστάσεως από τον άνεμο ή τον κυματισμό.

[2] Την σταθερότητα της συχνότητας (το ηλεκτρικό δίκτυο, στην περίπτωση συγχρόνων ηλεκτροπαραγωγών). Η συχνότητα πρέπει να παραμένει στην ονομαστική τιμή, ανεξάρτητα από τις μεταβολές του φορτίου.

Σε όλες τις περιπτώσεις, η ρύθμιση των στροφών επιτυγχάνεται με την αλλαγή της ισχύος που παρέχεται στο θερμικό κινητήρα:

[1] Στις μηχανές εσωτερικής καύσεως (ΜΕΚ). στους αεριοστροβίλου; (turbines) και στους αεριοπαραγωγούς (gaz generators), η ισχύς προσαρμόζεται αλλάζοντας την παροχή του καυσίμου, π.χ. μεταβάλλοντας τον εμβολισμό των αντλιών Bosch.

[2] Στους αμμοτροβίλους (και παλαιότερα τις αμμομηχανές). η ισχύς προσαρμόζεται μεταβάλλοντας την παρεχόμενη ποσότητα αμμού.

Έτσι. οι μεταβλητές του συστήματος ελέγχου στροφών είναι κοινές. Κάθε παράμετρος χαρακτηρίζεται ως έξοδος (ΕΞ) του συστήματος ή είσοδος (ΕΙΣ) του συστήματος ανοικτού βρόχου, δηλαδή του κινητήρα.

Ο ρυθμιστής ταχύτητας που κατασκεύασε ο James Watt το 1788 είναι η πρώτη αποτελεσματική διάταξη ελέγχου των αμμομηχανών και. συνάμα, ο πρόγονος του σύγχρονου αυτοματισμού.

Η ταχύτητα περιστροφής (στροφές ανά λεπτό) αποτελεί την κυριότερη παράμετρο λειτουργίας ενός θερμικού κινητήρα είτε πρόκειται για την κύρια μηχανή του πλοίου είτε για μηχανή, που κινεί βοηθητικά συστήματα (π.χ. ηλεκτροπαραγωγή). Η διατήρηση σταθερών στροφών συνδέεται με βασικές απαιτήσεις ασφάλειας και αποτελεσματικότητας. όπως:

[1] Την ομαλή κίνηση του πλοίου, στην περίπτωση τη; κύρια μηχανή;. Η ταχύτητα του πλοίου πρέπει να διατηρείται σταθερή παρά τις τυχόν διαταραχές της αντιστάσεως από τον άνεμο ή τον κυματισμό.

[2] Τη σταθερότητα της συχνότητας (το ηλεκτρικό δίκτυο, στην περίπτωση συγχρόνων ηλεκτροπαραγωγών. Η συχνότητα πρέπει να παραμένει στην ονομαστική τιμή. ανεξάρτητα από τις μεταβολές του φορτίου.

Σε όλες τις περιπτώσεις, η ρύθμιση των στροφών επιτυγχάνεται με την αλλαγή της ισχύος που παρέχεται στο θερμικό κινητήρα:

[1] Στις μηχανές εσωτερικής καύσεως (ΜΕΚ). στους αεριοστροβίλους; (turbines) και στους αεριοπαραγωγούς (gaz generators), η ισχύς προσαρμόζεται αλλάζοντας την παροχή του καυσίμου, π.χ. μεταβάλλοντας τον εμβολισμό των αντλιών Bosch.

[2] Στους ατμοστροβίλους (και παλαιότερα τις ατμομηχανές). η ισχύς προσαρμόζεται μεταβάλλοντας την παρεχόμενη ποσότητα ατμού.

Έτσι. οι μεταβλητές του συστήματος ελέγχου στροφών είναι κοινές. Κάθε παράμετρος χαρακτηρίζεται ως έξοδος (ΕΞ) του συστήματος ή είσοδος (ΕΙΣ) του συστήματος ανοικτού βρόχου, δηλαδή του κινητήρα.

Ο ρυθμιστής ταχύτητας που κατασκεύασε ο James Watt το 1788 είναι η πρώτη αποτελεσματική διάταξη ελέγχου των ατμομηχανών και. συνάμα, ο πρόγονος του σύγχρονου αυτοματισμού. Ο κινητήριος άξονας της μηχανής περιστρέφει δύο ράβδους που φέρουν αντίβαρα. Η περιστροφή του άξονα αναπτύσσει «φυγόκεντρη» δύναμη, η οποία απομακρύνει τα αντίβαρα. Μέσω αρθρωτών συνδέσμων, η κίνηση των αντίβαρων μεταφέρεται στη βαλβίδα τροφοδοσίας της ατμομηχανής. Εάν η ταχύτητα είναι χαμηλή, τα αντίβαρα κινούνται προς τον άξονα και η θέση της βαλβίδας αλλάζει αυξάνοντας την παρεχόμενη ισχύ. Το αντίστροφο συμβαίνει, όταν η ταχύτητα είναι υψηλή.

Η συνεχής ανάπτυξη νέων και ισχυρότερων μη-χανών ώθησε και στην ανάπτυξη αποτελεσματικότερων αυτοματισμών. Ο ρυθμιστής του Watt δεν μπορούσε να κινήσει τις βαλβίδες τροφοδοσίας πολύ μεγάλων κινητήρων (π.χ. τις θυρίδες παροχής νερού σε έναν υδροστρόβιλο), όσο μεγάλα και απομακρυσμένα αντίβαρα και αν είχε. Ο Adam Woodward χρησιμοποίησε το 1970 μια πιο σύνθετη διάταξη, στην οποία ο ρυθμιστής του Watt κινούσε ένα συμπλέκτη. που με τη σειρά του κινούσε τη βαλβίδα τροφοδοσίας (Βλαχογιάννης και άλλοι, 2009).

Η συνηθέστερη σύγχρονη μορφή φυγοκεντρικού ρυθμιστή στροφών ονομάζεται τύπου Woodward (governor από το ελληνικό ρήμα «κυβερνώ») και συνδυάζει υδραυλικά και πνευματικά (ή και ηλεκτρικά στοιχεία. Η λειτουργία των βασικών τμημάτων του ρυθμιστή περιγράφεται ως εξής:

[1] Χειροκίνητη τοπική μονάδα μεταδόσεως επιθυμητών στροφών. Πρόκειται για τερματική μονάδα, στην οποία καταχωρείται χειροκίνητα και τοπικά ο επιθυμητός αριθμός στροφών ανά λεπτό με τη βοήθεια επιλογέα, που βρίσκεται στο σώμα του ρυθμιστή. Η τιμή αυτή των στροφών μεταδίδεται στη μονάδα καθορισμού των στροφών με μηχανικό σύστημα μοχλών.

[2] Τηλεχειριζόμενη πνευματική μονάδα μεταδόσεως επιθυμητών στροφών. Η μονάδα αυτή επιτρέπει την καταχώρηση της επιθυμητής ταχύτητας από κάποια απόσταση (π.χ. δωμάτιο ελέγχου μηχανοστασίου, γέφυρα). Η μετάδοση της εντολής γίνεται με τη βοήθεια πνευματικού σήματος, που προέρχεται από το μεταδότη του κεντρικού συστήματος αυτομάτου ελέγχου του μηχανοστασίου. Όπως και στην περίπτωση της χειροκίνητης καταχωρήσεως, η επιθυμητή τιμή των στροφών μεταδίδεται στη μονάδα καθορισμού των στροφών με τη βοήθεια συστήματος μοχλών.

[3] Μονάδα καθορισμού στροφών. Η μονάδα αυτή λειτουργεί με λάδι σταθερής πίεσεως, που προέρχεται από το πιεστικό συγκρότημα. Η μονάδα αυτή ενεργοποιείται από τις μονάδες που αναφέρθηκαν προηγουμένως και στέλνει ένα υδραυλικό σήμα υπό μορφή πίεσεως λαδιού από φυγοκεντρικό ελεγκτή στροφών. Το σήμα αυτό αναλογεί στον επιθυμητό αριθμό στροφών για τη λειτουργία της μηχανής. Στη μονάδα αυτή επιστρέφουν δύο μηχανικά σήματα, το ένα από το όργανο δράσεως και το άλλο από το φυγοκεντρικό ελεγκτή στροφών. Μέσω αυτών των σημάτων η μονάδα ενημερώνεται για την εκτέλεση της εντολής καθορισμού των στροφών (Παπαλάμπρου, 2012).

[4] Μονάδα πίεσεως λαδιού (πιεστικό συγκρότημα). Η μονάδα αυτή αποτελείται από μια αντλία λαδιού και μια διάταξη, που διατηρεί την πίεση του λαδιού σταθερή. Η αναρρόφηση της αντλίας βρίσκεται στη δεξαμενή

λαδιού της μηχανής και η κατάθλιψη οδηγεί, με τη βοήθεια σωληνίσκων. στη μονάδα καθορισμού στροφών για την εκτέλεση της εντολής καθορισμού των στροφών.

[5] Φυγοκεντρικός ελεγκτής στροφών. Η μονάδα αυτή παίρνει κίνηση από τον άξονα της μηχανής με τη βοήθεια ενός συστήματος οδοντωτών τροχών. Ο φυγοκεντρικός ελεγκτής; τροφοδοτείται με λάδι σταθερής πίεσεως από τη μονάδα πίεσεως λαδιού και μεταβλητής πίεσεως από τη μονάδα καθορισμού των στροφών. Κατά τη λειτουργία του ελεγκτής στέλνει ένα υδραυλικό σήμα υπό μορφή πίεσεως λαδιού, στη μονάδα αποσβέσεως ταλαντώσεων και δέχεται σήματα από το όργανο δράσεως, που τον πληροφορεί για την εκτέλεση της εντολής ρυθμίσεως των στροφών και από τη μονάδα αποσβέσεως ταλαντώσεων, που περιορίζει και αποσβένει τις διακυμάνσεις των στροφών.

[6] Μονάδα αποσβέσεως ταλαντώσεων. Ο σκοπός της μονάδας αυτής είναι η απόσβεση των ταλαντώσεων των στροφών της μηχανής, όταν ο ρυθμιστής με τη βοήθεια του φυγοκεντρικού ελεγκτή στροφών επιχειρεί να διατηρήσει τις στροφές της μηχανής σταθερές. Η μονάδα αυτή δέχεται ένα σήμα από το φυγοκεντρικό ελεγκτή και στέλνει δύο υδραυλικά σήματα υπό τη μορφή πίεσεως λαδιού, το ένα από όργανο δράσεως και το άλλο από φυγοκεντρικό ελεγκτή.

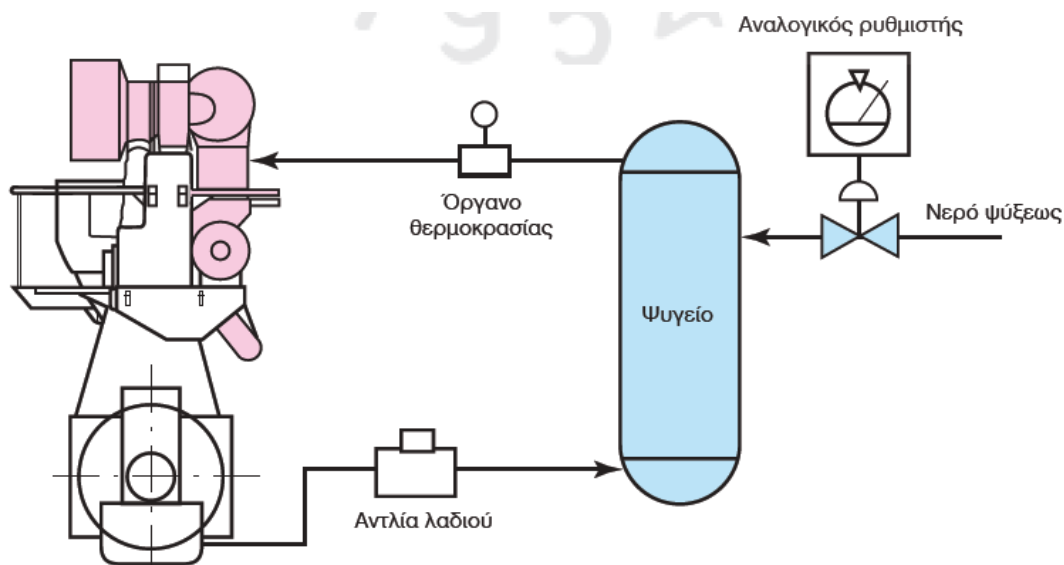
[7] Όργανο δράσεως (επενεργητής). Η μονάδα αυτή είναι το εκτελεστικό όργανο του ρυθμιστή. Δέχεται σήμα από την έξοδο του αποσβεστήρα ταλαντώσεων και στέλνει σήμα. με το οποίο ρυθμίζεται η παροχή του πετρελαίου (ή του ατμού) στην κινητήρια μηχανή. Το σήμα του οργάνου δράσεως μεταβιβάζεται στην μηχανή με τη βοήθεια ενός συστήματος μοχλών. Ο επενεργητής στέλνει επίσης ένα υδραυλικό σήμα προς τη μονάδα καθορισμού στροφών καθώς και στο φυγοκεντρικό ελεγκτή. Έτσι, το όργανο δράσεως πληροφορεί τις μονάδες αυτές για την πορεία της εκτελέσεως της εντολής.

Το υδραυλικό σύστημα ελέγχου των στροφών των θερμικών κινητήρων εξασφαλίζει ομαλή λειτουργία της μηχανής αντισταθμίζοντας τις μεταβολές του φορτίου. Η συνηθέστερη διάταξη ελέγχου στροφών είναι ο ρυθμιστής τύπου Woodward, που συνδυάζει φυγοκεντρικό στοιχείο με υδραυλική ενίσχυση για τη μεταβολή της παρεχόμενης στη μηχανή ισχύος (Βλαχογιάννης και άλλοι, 2009).

3.4. Ηλεκτρονικός Έλεγχος Θερμοκρασίας Λιπαντικού Κύριας Μηχανής

Η καλή λειτουργία των κινητήρων στηρίζεται στην αποδοτική λίπανση, που με τη σειρά της εξαρτάται από τη σωστή και συστηματική απομάκρυνση θερμότητας (ψύξη) του λιπαντικού. Ο σχεδιασμός των ΜΕΚ προβλέπει συγκεκριμένες προδιαγραφές για τη θερμοκρασία του λιπαντικού λαδιού. Εάν η θερμοκρασία του λαδιού είναι υψηλή, υπάρχει ο κίνδυνος υπέρμετρης αυξήσεως της τριβής στα έδρανα και τις άλλες επιφάνειες ολισθήσεως στον κινητήρα με αποτέλεσμα την ταχύτερη φθορά όλων των στρεφομένων μερών και εν τέλει την καταστροφή της μηχανής. Ταυτόχρονα, η αυξημένη θερμοκρασία σημαίνει μειωμένη απαγωγή θερμότητας θερμότητας από τα σημεία έντονης θερμικής καταπόνησεως, όπως οι βαλβίδες ή οι θυρίδες εξαγωγής, τα οποία σύντομα καταρρέουν (καίγονται). Σε κάθε περίπτωση, και τα δύο παραπάνω φαινόμενα οδηγούν τον κινητήρα σε μη κανονικές συνθήκες λειτουργίας με χαμηλή ενεργειακή απόδοση και ατελή καύση, που παράγει ρύπους (Βλαχογιάννης και άλλοι, 2009).

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας του λαδιού του κινητήρα.



Εικόνα 3.2: Ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας του λαδιού του κινητήρα [1]

Ανάλογα, αν και λιγότερο έντονα, φαινόμενα συμβαίνουν και στη περίπτωση που η θερμοκρασία του λαδιού είναι χαμηλή. Το «ψυχρό» λάδι έχει αυξημένο ιξώδες, κάτι που δεν συμφωνεί με την προδιαγραφή σχεδιασμού των δράσεων του κινητήρα. Επομένως, οι τριβές καταναλώνουν υπέρμετρα μεγάλο ποσοστό της παρεχόμενης στον κινητήρα ισχύος, με αποτέλεσμα ο κινητήρας να λειτουργεί με μικρή απόδοση μηχανικής ισχύος και ατελή καύση που επιβαρύνει το περιβάλλον (Stefanopoulou etal, 2000).

Επομένως, η διατήρηση της θερμοκρασίας λαδιού του κινητήρα συμβάλλει:

- [1] Στον περιορισμό των απαιτήσεων έκτακτης συντηρήσεως του κινητήρα που επιδρά άμεσα στην αντίστοιχη εξοικονόμηση δαπανών συντηρήσεως και έμμεσα στη διασφάλιση της απρόσκοπτης λειτουργίας του πλοίου.
- [2] Στην αποδοτική εκμετάλλευση του κινητήρα, που έχει επίπτωση όχι μόνο στο χαμηλότερο κόστος καυσίμου αλλά και στον περιορισμό της περιβαλλοντικής επιβαρύνσεως από τις εκπομπές καυσαερίων, τις διαρροές λιπαντικού κλπ.

[3] Στην ασφαλή λειτουργία και τη διάρκεια ζωής της μηχανής.

Το λάδι ψύχεται σε εναλλάκτη (ψυγείο), όπου μεταφέρει τη θερμότητά του στο νερό ψύξεως. Στόχος του συστήματος ελέγχου είναι να ρυθμίζει τη ροή του νερού στο ψυγείο και να διατηρεί τη θερμοκρασία του λαδιού σταθερή παρά τις αλλαγές στις στροφές και το φορτίο του κινητήρα. Το σύστημα του ηλεκτρονικού ρυθμιστή θερμοκρασίας περιλαμβάνει (Παπαλάμπρου, 2012):

- [1] Αισθητήριο της θερμοκρασίας λαδιού. Πρόκειται για αναλογικό στοιχείο ηλεκτρικής τάσεως αέρα που συνδέεται στη γραμμή προσαγωγής του λαδιού στη μηχανή.
- [2] Ηλεκτρονικό αναλογικό ρυθμιστή. Ο ρυθμιστής φέρει όργανο με διπλή ένδειξη: τη μετρούμενη και την επιθυμητή θερμοκρασία του λαδιού. Ο χειριστής καταχωρεί τη θερμοκρασία αναφοράς τοποθετώντας τον δείκτη της επιθυμητής θερμοκρασίας στην αντίστοιχη θέση.
- [3] Ενισχυτή ρεύματος. Μέρος του ρυθμιστή ο ενισχυτής ρεύματος μετατρέπει το χαμηλής ισχύος σήμα του ρυθμιστή σε συνεχές ρεύμα σταθερής τιμής, ανάλογης με το επίπεδο του σήματος.
- [4] Ηλεκτρικά ελεγχόμενη βαλβίδα ρυθμίσεως της παροχής του νερού ψύξεως. Μέσω ενός σωληνοειδούς πηνίου, η βαλβίδα μετατρέπει το ηλεκτρικό ρεύμα σε μετακίνηση της θέσεως ενός διαφράγματος, που στραγγαλίζει ή απελευθερώνει τη ροή του νερού, το οποίο προσάγει η αντλία νερού ψύξεως.

3.5. Αυτόματη Ρύθμιση Στροφών Έλικας Πλοίου

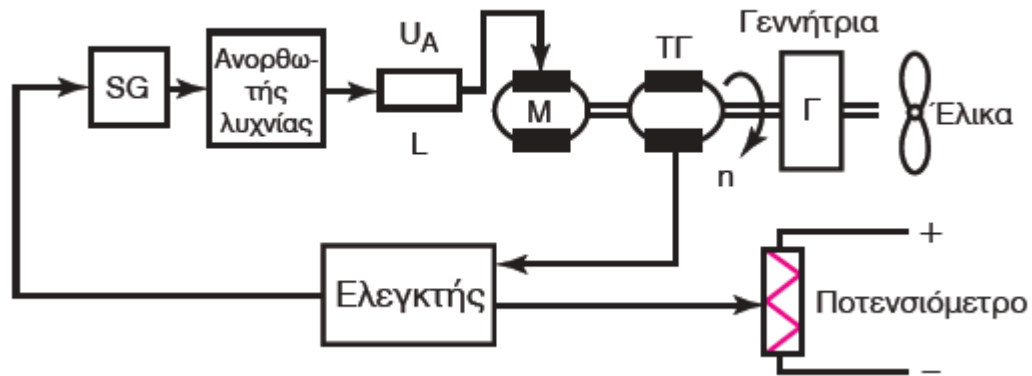
Στα πλοία συναντάμε συχνά συστήματα, τα οποία για να λειτουργούν αποδοτικά, πρέπει να στρέφονται με σταθερή ταχύτητα (αριθμό στροφών) ή ακόμη να αλλάζουν ταχύτητα σύμφωνα με κάποιο προκαθορισμένο πρόγραμμα. Πολλά από αυτά τα συστήματα είναι ηλεκτρικά με βασικό συστατικό τους τον ηλεκτρικό κινητήρα, ο οποίος παρέχει την κίνηση και αποτελεί μέρος του μηχανισμού ελέγχου.

Ένα τέτοιο παράδειγμα συστήματος ρυθμιζομένων στροφών είναι η ηλεκτρική πρόωση πλοίου με σταθερές στροφές έλικας. Στο σύστημα αυτό, ο ηλεκτρικός κινητήρας συνδέεται με τον τελικό άξονα της έλικας απευθείας ή με την παρεμβολή μειωτήρα στροφών.

Ο ηλεκτρικός κινητήρας συνεχούς ρεύματος τροφοδοτείται με κατάλληλη τάση στα τυλίγματα του και αναπτύσσει ροπή στον άξονά του. Η ροπή αυτή μεταφέρεται στον άξονα της έλικας και υπερνικά την αντίσταση του νερού στις επιφάνειες των πτερυγίων καθώς και τις τριβές στα έδρανα και τα σημεία στεγανότητας του κινητήριου άξονα. Η αντίσταση αυτή -και επομένως η ροπή φορτίου την οποία αντιμετωπίζει ο κινητήρας- δεν είναι σταθερή αλλά εξαρτάται από τις συνθήκες στην επιφάνεια της θάλασσας: τον κυματισμό και τον άνεμο. Χωρίς έλεγχο, η μεταβολή του φορτίου στον άξονα της έλικας θα μετέβαλε διαρκώς τη ροπή στον άξονα του κινητήρα και αυτή, με τη σειρά της, θα επηρέαζε τις στροφές της μηχανής (Βλαχογιάννης και άλλοι, 2009).

Αυτές οι διακυμάνσεις είναι ανεπιθύμητες για την ορθή εκμετάλλευση του πλοίου που απαιτεί κίνηση με σταθερή ταχύτητα για μεγάλα χρονικά διαστήματα και χωρίς συνεχή ανθρώπινη επιτήρηση. Επιπρόσθετα, οι συνεχείς μεταβολές των στροφών προκαλούν δυναμική καταπόνηση του κινητήρα, γιατί δημιουργούνται στρεπτικές ταλαντώσεις, που μπορεί να οδηγήσουν σε καταστροφή της μηχανής. Από τα παραπάνω προκύπτει η ανάγκη να υπάρχει ένα αυτόματο σύστημα ρυθμίσεως των στροφών σε σχέση με αλλαγές του φορτίου (Wellstead, 1989).

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε το σύστημα ηλεκτρονικού ελέγχου των στροφών του ηλεκτροκινητήρα.

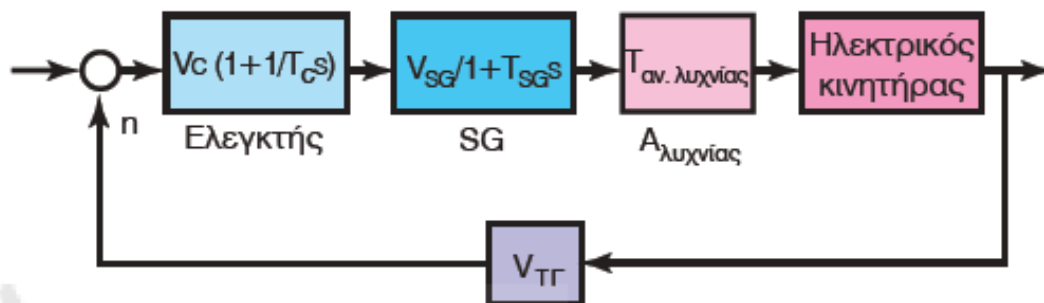


Εικόνα 3.3: Σύστημα Αυτόματης Ρυθμίσεως Στροφών Έλικας [1]

Η ρύθμιση και διατήρηση των στροφών στην επιθυμητή ταχύτητα επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ελεγκτή, ο οποίος αντιλαμβάνεται τις διαταραχές στο φορτίο της έλικας και προκαλεί μια κατάλληλη μεταβολή της τάσεως U_A στο επαγωγίμο του κινητήρα. Η γρήγορη αλλαγή της τάσεως U_A γίνεται με τη βοήθεια δυο διατάξεων: της γεννήτριας τριγωνικών σημάτων (Sawtooth Generator-SG) και του ανορθωτή λυχνίας. Η γεννήτρια Sawtooth Generator είναι μια συσκευή, που αποτελείται από τρανζίστορ και λειτουργεί ως διαμορφωτής παλμών, παράγοντας στην κατάλληλη χρονική στιγμή μια σειρά από παλμούς, που χρησιμεύουν για τη διέγερση των λυχνιών ή θυρίστορ του ανορθωτή. Ο ανορθωτής, με τη σειρά του, παράγει στην έξοδο του συνεχή τάση. Η τάση αυτή εξομαλύνεται στο πηνίο L και κατόπιν εφαρμόζεται στον ηλεκτρικό κινητήρα M . Η γεννήτρια παλμών SG διεγείρεται από το σήμα στην έξοδο του ελεγκτή, ο οποίος τροφοδοτείται από την απόκλιση μεταξύ δύο ηλεκτρικών τάσεων. Η πρώτη αντιστοιχεί στον επιθυμητό αριθμό στροφών (RPM) του κινητήρα και καθορίζεται από ένα βαθμονομημένο ποτενσιόμετρο. Η δεύτερη αντιστοιχεί στην τρέχουσα πραγματική τιμή των στροφών της μηχανής και παράγεται από διάταξη ταχογεννήτριας (IT), συνδεδεμένη στον άξονα του κινητήρα (Βλαχογιάννης και άλλοι, 2009).

Τα ηλεκτρονικά στοιχεία που συνθέτουν το σύστημα ελέγχου για τον έλεγχο των στροφών χαρακτηρίζονται από τις παραμέτρους: τάση, αντίσταση και χρόνος καθυστέρησης προσαρμογής. Οι μαθηματικές

παραστάσεις που εκφράζουν τη δυναμική τους φαίνονται στο λειτουργικό διάγραμμα της εικόνας 3.4:



Εικόνα 3.4: Λειτουργικό Διάγραμμα του Συστήματος Ελέγχου Ρυθμίσεων Στροφών Ηλεκτρικό Κινητήρα [1]

Στο επαγωγίμο του κινητήρα M εφαρμόζεται συνεχής ηλεκτρική τάση ($U_A-c\Phi$), όπου Φ είναι η μαγνητική ροή και c είναι μια σταθερά της μηχανής. Αυτή η τάση παράγει το ρεύμα τυμπάνου I_A , το οποίο καθορίζει την ηλεκτρομαγνητική ζεύξη μεταξύ στροφείου και στάτη και μέσω αυτής, την αναπτυσσόμενη ροπή $M=c\Phi I_A$. Ο ελεγκτής μεταβάλλει τη ροπή, ώστε να αντιστοιχεί στις εκάστοτε συνθήκες λειτουργίας. Στην περίπτωση αποκλίσεως της ταχύτητας από την επιθυμητή, η ροπή αυτή επαναφέρει τις στροφές της έλικας στο επιθυμητό επίπεδο.

Το ηλεκτρονικό σύστημα ρυθμίσεως της ταχύτητας του ηλεκτρικού κινητήρα διατηρεί σταθερές τις στροφές της έλικας, ανεξάρτητα από τις διακυμάνσεις του φορτίου και τις συνθήκες πλεύσεως. Τα κύρια δυναμικά χαρακτηριστικά του συνδέονται με τις συναρτήσεις μεταφοράς του ηλεκτρικού κινητήρα και της αντιστάσεως που αναπτύσσεται στο σύστημα προώσεως (έλικα) του πλοίου (Παπαλάμπρου, 2012).

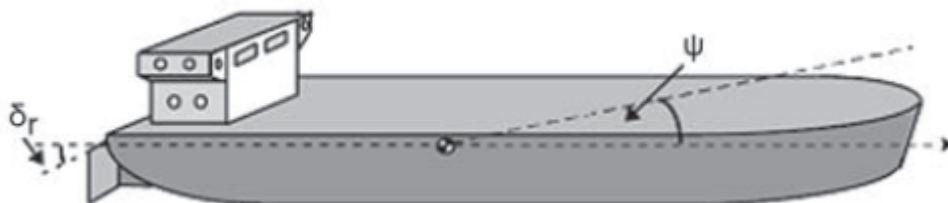
3.6. Έλεγχος της Πορείας του Πλοίου

Η διατήρηση της πορείας του πλοίου σε μια καθορισμένη κατεύθυνση είναι μια από τις βασικότερες προϋποθέσεις για την ασφάλεια και την ορθή εκμετάλλευση του πλοίου. Αυτή η ενότητα παρουσιάζει τη μαθηματική

έκφραση του προβλήματος ελέγχου της πορείας με τη μορφή συναρτήσεως μεταφοράς.

Κατά την πλεύση του το πλοίο σε κανονική πορεία δέχεται ασύμμετρες πλευρικές δυνάμεις, π.χ. από τον άνεμο, τα κύματα, τα επιφανειακά θαλάσσια ρεύματα ή τις ασυμμετρίες στη γεωμετρία του σκάφους και της υπερδομής. Αυτές οι δυνάμεις τείνουν να στρέψουν την κατεύθυνση της κινήσεως, δηλαδή να δημιουργήσουν μια απόκλιση της πορείας. Η απόκλιση αντιμετωπίζεται συνεχώς μέσω της κατάλληλης τοποθέτησεως του πηδαλίου (rudder).

Όπως δείχνει και η εικόνα 3.5, η κατάσταση της πορείας του πλοίου αποτυπώνεται με δύο κύριες παραμέτρους: τη γωνία πορείας ή απλώς «πορεία» (heading) ψ που εκφράζει τη γωνία μεταξύ του άξονα του πλοίου και μιας σταθερής διεύθυνσεως (τυπικά της διεύθυνσεως του μαγνητικού Βορρά), και τη γωνιακή απόκλιση του πηδαλίου δ_r από τη μέση θέση που αντιστοιχεί στην «ευθεία» πορεία.

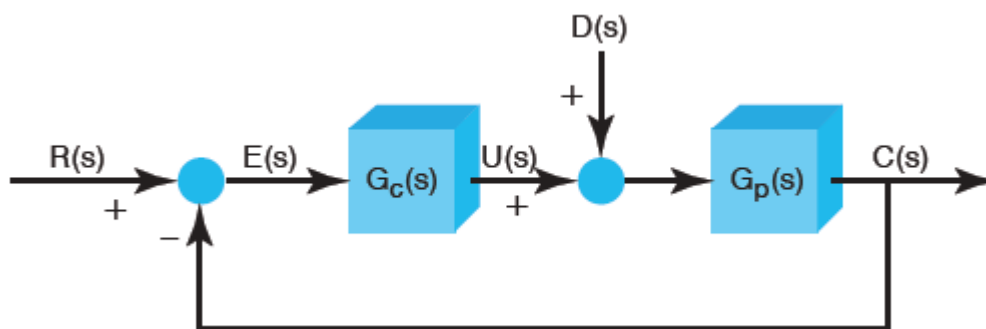


Εικόνα 3.5: Σχηματική Απεικόνιση των Παραμέτρων της πορείας του πλοίου.[1]

Η απόκλιση του πηδαλίου δημιουργεί μια διαφορά μεταξύ των δυνάμεων στις δύο πλευρές του πλοίου, η οποία ισοδυναμεί με στρεπτική ροπή περί τον κατακόρυφο άξονα. Σε μια πρώτη προσέγγιση, η ροπή προκαλεί επιταχυνόμενη περιστροφή του πλοίου, δηλαδή αλλαγή (διόρθωση) της πορείας.

Η εικόνα 3.6 παρουσιάζει το λειτουργικό διάγραμμα ενός συστήματος κλειστού βρόχου για τον έλεγχο της πορείας του πλοίου. Στο διάγραμμα εμφανίζονται τα εξής δομοστοιχεία και σήματα:

- $G_P(s)$: δυναμική του πλοίου.
- $G_c(s)$ δυναμική του ελεγκτή.
- $R(s)$ είσοδος αναφοράς.
- $E(s)$ σφάλμα $R(s)-C(s)$.
- $U(s)$ σήμα δράσεως.
- $D(s)$ διαταραχή
- $C(s)$ έξοδος του συστήματος



Εικόνα 3.6: Λειτουργικό Διάγραμμα του συστήματος ελέγχου της πορείας της πλοίου [1]

Το ηλεκτρονικό σύστημα ρυθμίσεως της ταχύτητας του ηλεκτρικού κινητήρα διατηρεί σταθερές τις στροφές της έλικας, ανεξάρτητα από τις διακυμάνσεις του φορτίου και τις συνθήκες πλεύσεως. Τα κύρια δυναμικά χαρακτηριστικά του συνδέονται με τις συναρτήσεις μεταφοράς του ηλεκτρικού κινητήρα και της αντιστάσεως που αναπτύσσεται στο σύστημα προώσεως (έλικα) του πλοίου (Βλαχογιάννης και άλλοι, 2009).

Επίλογος – Συμπεράσματα

Μέσα από την εργασία αυτή είδαμε τα βασικά θέματα που σχετίζονται με τα συστήματα αυτόματου ελέγχου και τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές και πως αυτά βρίσκουν εφαρμογή στο τομέα του ναυτικού.

Ο αυτοματισμός σχετίζεται με δύο παρεμφερείς έννοιες οι οποίες μάλιστα συνδέονται και μεταξύ τους. Αρχικά, εμπεριέχει την έννοια και την διαδικασία της τυποποίησης μίας διαδικασίας μέσα από την εύρεση ενός αριθμού βημάτων – σταδίων τα οποία είναι καλά ορισμένα μεταξύ τους και εφόσον ακολουθηθούν παράγεται το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Ο Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής (PLC) στην συνέχεια είδαμε πως είναι μια ειδική συσκευή, η οποία έρχεται να αντικαταστήσει στον πίνακα του κλασικού αυτοματισμού όλους τους βοηθητικούς ηλεκτρονόμους, τα χρονικά και τους απαριθμητές.

Όσο αφορά τις εφαρμογές των αυτοματισμών στην ναυτιλία αρχικά περιγράψαμε τα προβλήματα ελέγχου, δηλαδή το στόχο της σχετικής διατάξεως αυτοματισμού. Ο στόχος του αυτοματισμού εξηγείται στο πλαίσιο της λειτουργίας του αντίστοιχου «ναυτικού συστήματος», π.χ. της κινητήριας μηχανής ή του συστήματος πηδαλιουχέσεως. Έτσι, το πρόβλημα του ελέγχου συνδέεται με συγκεκριμένα θέματα ασφάλειας ή προστασίας του περιβάλλοντος και γενικότερα, άριστης εκμεταλλεύσεως του συγκεκριμένου συστήματος. Σε αυτήν περιλαμβάνονται τα σήματα, τα αισθητήρια και τα όργανα δράσεως, οι διατάξεις ελέγχου κλπ., στοιχεία που συγκροτούν το σύστημα αυτοματισμού, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο αυτά διασυνδέονται και λειτουργούν.

Βιβλιογραφία

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- [1] Βλαχογιάννης Ι., Παπαχρήστου Δ., Χαμηλοθώρη Γ. (2009), Εισαγωγή στον Αυτόματο Έλεγχο Αυτοματισμοί Πλοίων, Εκπαιδευτικό Κείμενο Ακαδημιών Εμπορικού Ναυτικού
- [2] Κρανάς Γ., Δασκαλόπουλος Ε., (2001), Βιομηχανικοί Αυτοματισμοί και Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές (PLC), Εκδόσεις Ίων
- [3] Πανταζής Ν. (1998), Αυτοματισμοί με PLC, Εκδόσεις Σταμούλη Αθήνα
- [4] Παπαλάμπρου Γ. (2012), Ειδικά Συστήματα Ελέγχου Πλοίου, Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών-ΕΜΠ
- [5] DorfR. (2003), Σύγχρονα Συστήματα Αυτόματου Ελέγχου, Εκδόσεις Τζιόλα, Αθήνα

ΞΕΝΗ

- [1] Bennett, S. (1993).A History of Control Engineering 1930-1955. London: Peter Peregrinus Ltd. On behalf of the Institution of Electrical Engineers
- [2] Bennett, S. (1979).A History of Control Engineering 1800-1930. London: Peter Peregrinus Ltd. pp.47, 266
- [3] Constable G. and Somerville B. (1964). A Century of Innovation: Twenty Engineering Achievements That Transformed Our Lives. Joseph Henry Press.

- [4] Deligiannis, V., S. Manesis and J. Lygeros, (2008). Global Automata: a new formal method for modeling industrial systems, International Journal of Industrial and Systems Engineering.
- [5] Deligiannis, V. and S. Manesis, (2005). Automata Composition for Modeling Large Industrial Systems, CIMCA 2005, International Conference on Computational Intelligence for Modelling Control and Automation
- [6] Deligiannis, V. and S. Manesis, (2005). "A new formulation approach for modelling Discrete Event Systems", 1st IC-EpsMsO Conference
- [7] Deligiannis, V. and S. Manesis, (2004). "On Automata and Industrial Applications with Programmable Logic Controllers: theory and tools", IEEE 12th Mediterranean Conference on Control and Automation MED'04.
- [8] Dickinson, A., Johnson, D.M. (2006) " A Low-Cost Programmable Logic Control (PLC) Trainer for Use in a University Agricultural Electricity Course", Journal of Agriculture Technology, Management and Education, Vol.21
- [9] Dingley A. (2009), Programmable Logic Controller, available from http://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller
- [10] JeromeH.(1934).Mechanization in Industry, National Bureau of Economic Research. p.158.
- [11] Hughes, T., A. (2005), "Programmable Controllers - 4th Edition", ISA Press
- [12] International Electrotechnical Commission (2003) 'International Standard IEC 61131-3 Programmable Controllers – Part 3: Programming Languages', edition 2.0.
- [13] Kheiralla, A., F., Siddig, O., Elhaj Mokhtar, A., A., Esameldeen, M., Abdalla, O. (2007), "Design and Development of a Low Cost Programmable Logic Controller Workbench for Education Purposes",

Proceedings of the International Conference on Engineering Education - ICEE-2007, Coimbra, Portugal

- [14] Landes, S. (1969).The Unbound Prometheus: Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present. Cambridge, New York: Press Syndicate of the University of Cambridge. P. 475.
- [15] Petruzella F.(2000), Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές, Εκδόσεις Τζιόλα, Αθήνα
- [16] Stefanopoulou, A., Smith, R.(2000), Maneuverability and smoke emission constraints in marine diesel propulsion, Control Engineering Practice 8
- [17] Thapa, D., Park, C.M., Dangol, S. and Wang, G.N. (2006) 'III-Phase Verification and Validation of IEC Standard Programmable Logic Controller', CIMCA Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation, Sydney, Australia
- [18] Wellstead, P., Zanker, P.(1989), Application of self-tuning to engine control, Billings, R., Harris, R., (eds), Selft Tuning and Adaptive Control, Peter Peregrinus, 1989

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- [1] Siemens.gr