



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ

**ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΣΕ ΤΟΥΝΕΛ ΚΑΙ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ PLC**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
Δρ. Ν. Φραγκιαδάκης

ΦΟΙΤΗΤΕΣ
**Κεραμισάνος Αλέξανδρος
Μυλωνάκης Παναγιώτης
Σοβωλάκης Δημήτριος**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- ΠΡΟΛΟΓΟΣ

- ΣΗΡΑΓΓΕΣ
 - ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ
 - ΤΥΠΟΙ ΣΗΡΑΓΓΩΝ
 - ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ
 - ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ
 - Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ
 - ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
 - HARDWARE IN THE LOOP ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ
 - ΣΗΡΑΓΓΑ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ ΣΕ ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ
 - ΜΟΝΑΔΑ ΠΥΡΟΣ
 - ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ
 - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ
 - ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ
 - ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ
 - ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΗΡΑΓΓΑΣ
 - ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ, ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΩΤΟΣ ΗΜΕΡΑΣ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

- PLC
 - ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ
 - ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ (PLC)
 - ΜΕΡΗ ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΤΟ PLC
 - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ PLC
 - ΕΙΔΗ PLC
 - ΕΙΔΗ ΕΠΕΚΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ
 - ΕΙΣΟΔΩΝ – ΕΞΟΔΩΝ
 - ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ
 - ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ
 - ΟΘΟΝΕΣ
 - ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
 - ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ PLC ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ S7
 - ΓΛΩΣΣΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ EDITORS
 - STATEMENT LIST EDITOR (STL)
 - ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ
 - ΚΥΚΛΟΣ ΣΑΡΩΣΗΣ ΤΗΣ CPU
 - ΔΙΑΚΟΠΗ ΚΥΚΛΟΥ ΣΑΡΩΣΗΣ
 - ΑΜΕΣΕΣ INPUTS – OUTPUTS
 - ΕΝΤΟΛΕΣ ΛΟΓΙΚΩΝ ΜΑΝΔΑΛΩΣΕΩΝ
 - ΕΝΤΟΛΗ AND
 - ΕΝΤΟΛΗ AND NOT
 - ΕΝΤΟΛΗ OR
 - ΕΝΤΟΛΗ OR NOT
 - ΕΝΤΟΛΗ NOT
 - ΕΝΤΟΛΕΣ ΑΥΤΟΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ SET – RESET

- ΧΡΟΝΙΚΑ
 - ON DELAY TIMER
 - OFF DELAY TIMER
 - ON DELAY TIMER ΜΕ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗ
- ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΕΣ
 - ΑΥΞΗΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ (CTU)
 - ΜΕΙΩΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ (CTD)
 - ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΙ ΜΕΙΩΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ (CTUD)
- ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ
 - ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΚΕΡΑΙΩΝ
 - ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ
 - ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΥΤΕ
- ΕΝΤΟΛΕΣ MOVE
 - ΕΝΤΟΛΗ MOVE BYTE
 - ΕΝΤΟΛΗ MOVE WORD
 - ΕΝΤΟΛΗ MOVE DOUBLE WORD
 - ΕΝΤΟΛΗ MOVE REAL
- ΕΝΤΟΛΕΣ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΩΝ ΠΡΑΞΕΩΝ
 - ΠΡΟΣΘΕΣΗ ΚΑΙ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΑΚΕΡΑΙΩΝ
 - ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΡΕΣΗ ΑΚΕΡΑΙΩΝ
 - ΠΡΟΣΘΕΣΗ ΚΑΙ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ
 - ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΡΕΣΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ
- ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ
 - ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ
 - ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ
 - ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ
 - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
 - ΜΕΙΩΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
 - ΟΠΤΙΚΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ
 - ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΑΝΑΚΛΩΜΕΝΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΔΕΣΜΗΣ
 - ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΚΑΠΝΟΥ
 - ΟΠΤΙΚΟΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΚΑΠΝΟΥ
 - ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΙΟΝΙΣΜΟΥ
 - ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ
- ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
 - ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΩΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζουμε την προσομοίωση μίας σήραγγας όπου όλες οι απαραίτητες λειτουργίες πραγματοποιούνται και ελέγχονται μέσω ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή. Πιο συγκεκριμένα η μελέτη μας αφορά και τις λειτουργίες της σήραγγας (εσωτερικά και εξωτερικά φώτα, εξαερισμό, πυρασφάλεια) αλλά και την λειτουργία των φωτεινών σηματοδοτών για την παραχώρηση προτεραιότητας.

Τα βήματα που ακολουθήσαμε όπως θα αναφερθούν και παρακάτω πιο αναλυτικά ήταν αρχικά να μελετήσουμε τις απαιτήσεις μιας τέτοιας εφαρμογής για να καλύψουμε όλες τις πιθανές περιπτώσεις. Έπειτα προχωρήσαμε στο προγραμματιστικό κομμάτι του ελεγκτή όπου μέσω των απαραίτητων εντολών περιγράψαμε τις λειτουργίες αυτές στον ελεγκτή έτσι ώστε σε κάθε συνθήκη να έχουμε και το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Τέλος προχωρήσαμε στην υλοποίηση κατασκευής με τις κατάλληλες τροποποιήσεις για να μπορέσουμε να προσομοιώσουμε και στην πράξη τις λειτουργίες της σήραγγας.

ABSTRACT

In this paper we present the simulation of the tunnel where all the necessary functions are implemented and controlled by a programmable logic controller. More specifically, our study concerns the functions of the tunnel (interior and exterior lighting, ventilation, fire protection) as well as the operation that traffic lights controls the priority.

The steps to follow was originally to study the requirements for such application to cover all possible cases. Then we proceeded to the programming part of the controller where necessary through commands described these functions on the controller so that in each condition to get the desired result.

Finally we proceeded to implement design with appropriate modifications to be able to simulate and practice the functions of the tunnel.

ΣΗΡΑΓΓΕΣ

Σαν βασική έννοια μια σήραγγα είναι ένα κοίλος σωλήνας που διαπερνά μέσα από έδαφος ή πέτρα. Η κατασκευή μιας σήραγγας όμως είναι μία από τις πιο σύνθετες προκλήσεις στον τομέα των έργων πολιτικού μηχανικού. Πολλές σήραγγες θεωρούνται τεχνολογικά αριστουργήματα και οι κυβερνήσεις έχουν τιμήσει τους μηχανικούς των τούνελ σαν ήρωες. Αυτό δεν σημαίνει, βέβαια, ότι ορισμένα έργα της σήραγγας δεν έχουν συναντήσει σοβαρά εμπόδια. Για παράδειγμα η κεντρική αρτηρία τούνελ στην Βοστώνη μαστιζόταν από μαζικές υπερβάσεις κόστους, κατηγορίες για διαφθορά και μια μερική κατάρρευση οροφής που οδήγησε σε θάνατο. Ωστόσο αυτές οι προκλήσεις δεν έχουν σταματήσει τους μηχανικούς από το να επινοήσουν ακόμα μεγαλύτερες και πιο τολμηρές ιδέες όπως η οικοδόμηση μιας σήραγγας διατλαντικής για να συνδεθεί η Νέα Υόρκη με το Λονδίνο.

ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΤΗ ΣΗΡΑΓΓΑΣ

Η σήραγγα είναι ένα οριζόντιο πέρασμα που βρίσκεται υπόγεια. Ενώ η διάβρωση και άλλες δυνάμεις της φύσης μπορούν να σχηματίσουν σήραγγες παρ' όλα αυτά εμείς ασχολούμαστε με τις ανθρώπινες που δημιουργούνται με την διαδικασία της ανασκαφής. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να δημιουργηθεί μια σήραγγα όπως χειρωνακτική εργασία, εκρηκτικά μηχανήματα, η ταχεία θέρμανση και ψύξη ή διανοίξεως με την χρήση ειδικού μηχανήματος.

Η διάνοιξη της σήραγγας είναι μία πύλη, ή οροφή (ή το επάνω μισό του σωλήνα) είναι η κορώνα και το κάτω μέρος είναι η αναστροφή. Η βασική γεωμετρία της σήραγγας είναι μια συνεχής αψίδα επειδή οι σήραγγες πρέπει να αντέχουν τεράστια πίεση από όλες τις πλευρές.

Οι μηχανικοί σήραγγας θα πρέπει να γνωρίζουν από στατική δηλαδή το πώς οι δυνάμεις αλληλεπιδρούν για να παράγουν ισορροπία στο έργο. Οι δυνάμεις που ασκούνται είναι οι εξής:

- Έντασης που επεκτείνει ή τραβά το υλικό
- Συμπίεσης που μειώνει ή συμπιέζει το υλικό
- Διάτμησης που προκαλεί τα μέρη του υλικού να ολισθαίνουν προς διάφορες κατευθύνσεις
- Στρέψης που στρίβει το υλικό

Έτσι η σήραγγας θα πρέπει να αντέχει σε αυτές τις δυνάμεις με χρήση ανθεκτικών υλικών όπως χάλυβας, σίδηρος και μπετόν.

ΤΥΠΟΙ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

Οι βασικοί κατηγορίες των σήραγγων είναι τρεις:

- Τα ορυχεία
- Δημοσίων έργων
- Μεταφορών

Ορυχεία: οι σήραγγες που χρησιμοποιούνται κατά την διάρκεια εξόρυξης μεταλλευμάτων επιτρέποντας στους εργάτες ή στα μηχανήματα την πρόσβαση σε βαθιά ορυκτά κοιτάσματα στην γη.

Δημοσίων έργων: είναι οι σήραγγες που μεταφέρουν νερό, αποχετεύσεις ή αγωγοί αερίου σε μεγάλες αποστάσεις. Οι πρώτες τέτοιες σήραγγες που εμφανίστηκαν ήταν για αποχετεύσεις και νερό και τις έφταιζαν οι Ρωμαίοι.

Μεταφορών: Στην πλειοψηφία τους οι σήραγγες χρησιμοποιούνται για τις μεταφορές σήμερα για να περάσουν οι δρόμοι κυκλοφορίας μέσα από βουνά ή κάτω από ποτάμια.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ

Σχεδόν κάθε σήραγγα είναι μια λύση σε ένα συγκεκριμένο πρόβλημα ή πρόκληση. Σε πολλές περιπτώσεις η πρόκληση είναι ένα εμπόδιο που ένας δρόμος ή ένας σιδηρόδρομος πρέπει να διαπεράσει. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η σήραγγα Seikan της δημόσιας επιχείρησης σιδηροδρόμων στην Ιαπωνία όπου προσπαθούσαν 24χρόνια να ξεπεράσουν τις προκλήσεις που τίθενται από το μαλακό πέτρωμα κάτω από την θάλασσα.



Για τη Νέα Υόρκη αξιωματούχους, η λύση ήταν σαφής: Χτίστε μια σήραγγα αυτοκινήτων κάτω από το ποτάμι και να μετακινούνται οι ίδιοι οδηγούν από το New Jersey μέσα στην πόλη. Την ημέρα των εγκαινίων και μόνο, 51.694 οχήματα έκαναν τη διέλευση, με μέσο χρόνο ταξιδιού από μόλις 8 λεπτά.

Μερικές φορές, οι σήραγγες προσφέρουν μια ασφαλέστερη λύση από ό, τι άλλες δομές. Η σήραγγα Seikan στην Ιαπωνία χτίστηκε επειδή τα πλοία που διασχίζουν το Στενό Tsugaru αντιμετωπίζουν συχνά τα επικίνδυνα νερά και τις καιρικές συνθήκες. Μετά ένας τυφώνας βύθισε πέντε πλοία το 1954 και η ιαπωνική κυβέρνηση εξέτασε μια ποικιλία λύσεων. Αποφάσισαν ότι μία γέφυρα για να είναι αρκετά ασφαλής ώστε να αντέχει στις αντίξοες συνθήκες θα ήταν πολύ δύσκολο να οικοδομηθεί. Τέλος, πρότεινε μια σιδηροδρομική σήραγγα περίπου 800 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας και έτσι δέκα χρόνια αργότερα, ξεκίνησε η κατασκευή, και το 1988, η σήραγγα Seikan άνοιξε επίσημα.

Πώς μια σήραγγα είναι χτισμένη εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το υλικό μέσω του οποίου θα πρέπει να περάσει. Η διοχέτευση σε μαλακό έδαφος, για παράδειγμα, απαιτεί πολύ διαφορετικές τεχνικές από ό, τι οι τεχνικές διάνοιξης σηράγγων μέσω σκληρών βράχων ή μαλακού πετρώματος, όπως σχιστόλιθο, ψαμμίτη ή κιμωλία. Η υποβρύχια σήραγγα είναι η πιο δύσκολη περίπτωση από όλες, απαιτεί μια μοναδική προσέγγιση που θα ήταν αδύνατη ή μη πρακτική να εφαρμοστεί πάνω από το έδαφος.

Γι 'αυτό και ο σχεδιασμός είναι τόσο σημαντικός για την επιτυχία του έργου της σήραγγας. Οι μηχανικοί προβαίνουν σε λεπτομερή γεωλογική ανάλυση για να καθοριστεί το είδος του υλικού που θα περάσει η σήραγγα και να γίνει η αξιολόγηση των σχετικών κινδύνων στις διαφορετικές τοποθεσίες. Όταν οι μηχανικοί έχουν αναλύσει το υλικό που θα περάσει η σήραγγα και έχουν αναπτύξει ένα συνολικό σχέδιο ανασκαφής, η κατασκευή μπορεί να ξεκινήσει.

ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ

Εκτός αν η σήραγγα είναι μικρή, ο έλεγχος του περιβάλλοντος είναι απαραίτητος για την παροχή ασφαλών συνθηκών κυκλοφορίας και να εξασφαλιστεί η ασφάλεια των επιβατών όταν η σήραγγα βρίσκεται σε λειτουργία. Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα είναι ο αερισμός - ένα πρόβλημα που μεγεθύνεται από τα αέρια απόβλητα που παράγονται από τα τρένα και τα αυτοκίνητα.

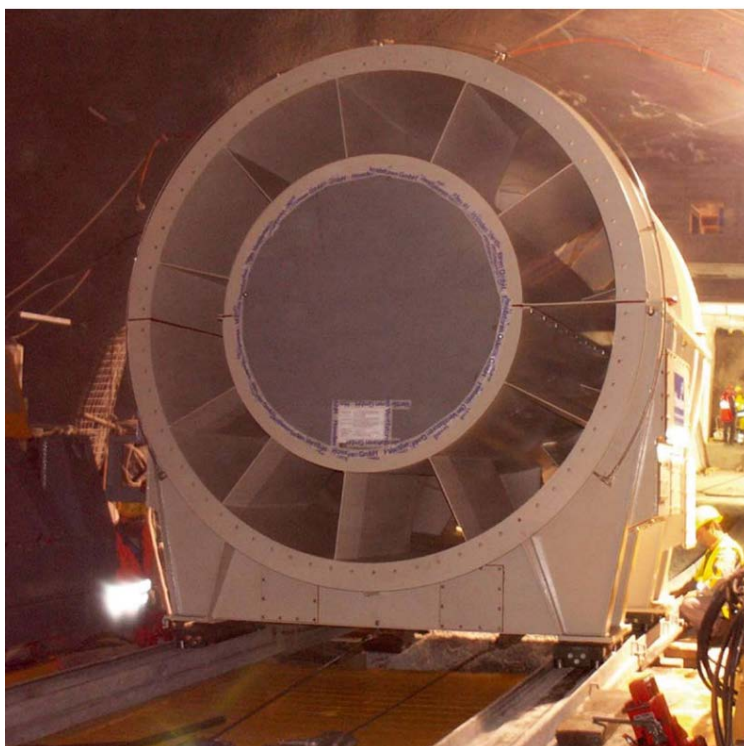
Σε κάθε σύνθετο δίκτυο οδικών σηράγγων, το σύστημα εξαερισμού έχει σχεδιαστεί, υλοποιηθεί και δοκιμαστεί. Για το σχεδιασμό και την βελτιστοποίηση του συστήματος ελέγχου, ένα μονοδιάστατο αριθμητικό μοντέλο χρησιμοποιείται πάντα. Με την αυξανόμενη πολυπλοκότητα του συστήματος και τους περιορισμούς του χρόνου και της ποιότητας, οι δοκιμές του συστήματος γίνονται ολοένα και πιο σημαντικές. Θα πρέπει να γίνονται με βάση την παραδοχή ότι "δεν θα λειτουργήσει εάν δεν έχει δοκιμαστεί." Προκειμένου να υπάρχει επαρκής χρόνος για να εκτελεστούν αυτές οι δοκιμές, το σύστημα ελέγχου πρέπει να δοκιμάζεται πριν την εγκατάσταση. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται ένα αριθμητικό μοντέλο για την προσομοίωση της σήραγγας, ένα σύστημα εξαερισμού και το σύστημα

ελέγχου. Για τις τελευταίες δοκιμές, η προσομοίωση του συστήματος ελέγχου έχει αντικατασταθεί από μία hardware-in-the-Loop (HIL) εγκατάσταση συνδέοντας το προσομοιωτή με την πραγματικό Προγραμματιζόμενο Λογικό Ελεγκτή (PLC) και το κώδικα ελέγχου που θα εγκατασταθούν.

Ο έλεγχος αερισμού κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας, καθώς και κατά τη διάρκεια επεισοδίων έχει γίνει ένα σημαντικό ζήτημα. Κατά τη διάρκεια ενός περιστατικού, η λειτουργία εξαερισμού είναι συνήθως πλήρως αυτόματη. Οποιαδήποτε παράλειψη μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρό κίνδυνο για τους επιβάτες της σήραγγας. Η κανονική λειτουργία ,με τα κριτήρια της ρύπανσης εντός και εκτός της σήραγγας μπορεί να είναι ένα δύσκολο έργο καθώς η παραβίαση των ορίων ρύπανσης μπορεί να προκαλέσει σοβαρές κυρώσεις για τον διαχειριστή της σήραγγας.

Οι οδικές σήραγγες - ειδικά σε αστικό περιβάλλον – είναι πολύ περίπλοκες με πολλές πύλες εισόδου και εξόδου και πύλη εξαγωγής αέρα για να γίνεται η ανακύκλωση του αέρα. Η ροή της κυκλοφορίας μπορεί να αλλάξει γρήγορα από την κανονική κίνηση οχημάτων στην κυκλοφοριακή συμφόρηση.

Δεδομένου ότι το σύστημα ελέγχου του εξαερισμού πρέπει να καλύπτει όλα τα πιθανά σενάρια από την κανονική λειτουργία, την διαδικασία συντήρησης μέχρι τα απρόσμενα τυχόν συμβάντα και το μερικό κλείσιμο της σήραγγας

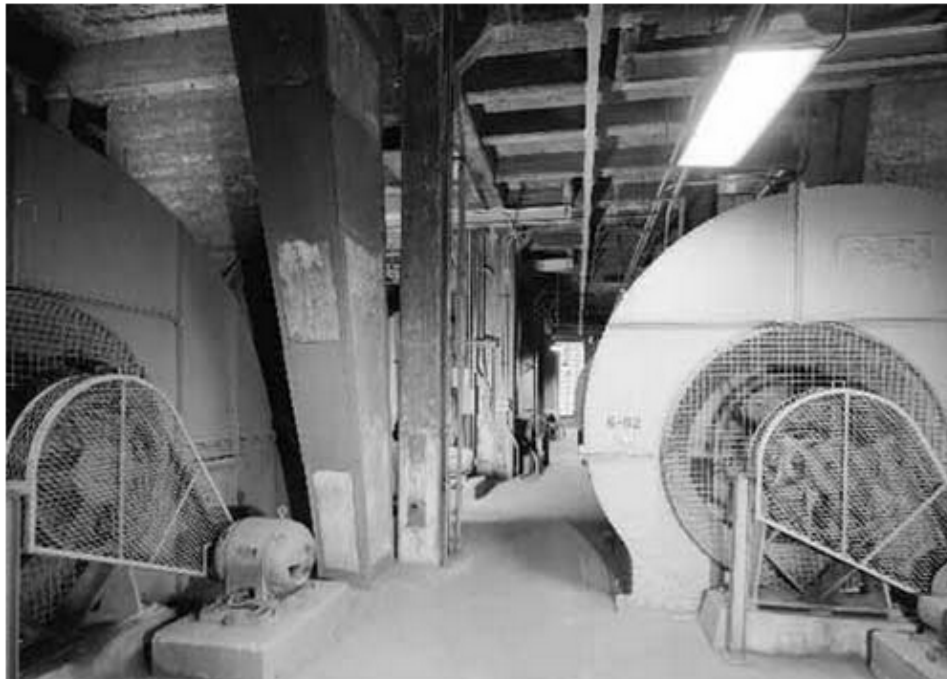


Η εφαρμογή του προσομοιωτή τούνελ για το σχεδιασμό και τη θέση του συστήματος εξαερισμού δοκιμάστηκε για πρώτη φορά σε ένα πολύ περίπλοκο σύστημα αστικών σιράγγων.

Ο σχεδιασμός και ο έλεγχος του συστήματος εξαερισμού πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις για τις κανονικές λειτουργίες όπως:

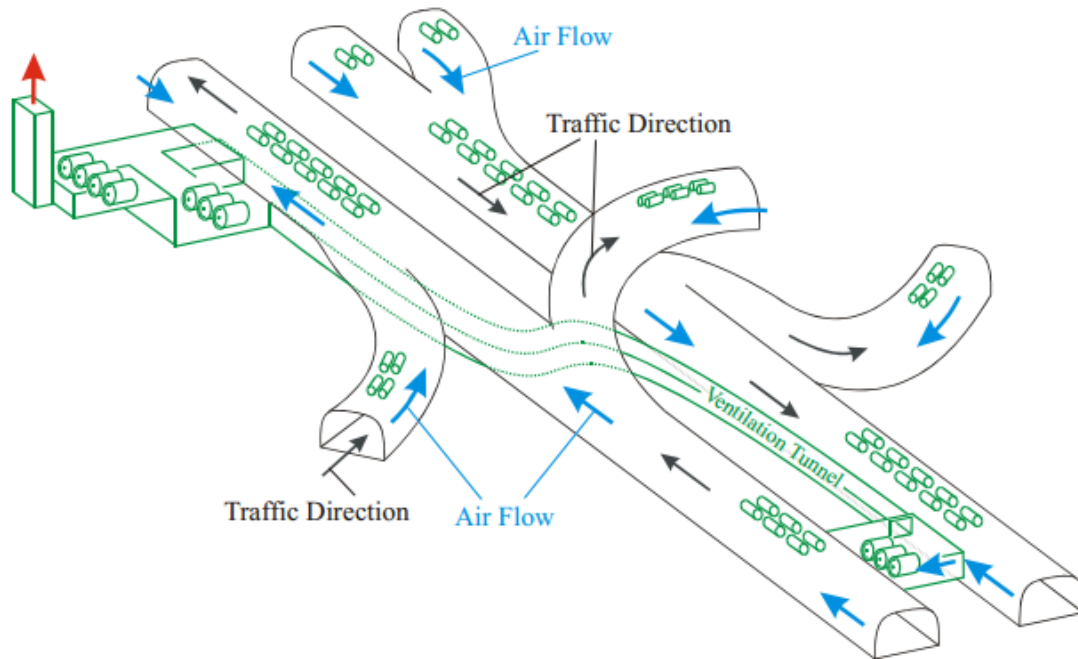
- Το σύστημα εξαερισμού της σήραγγας θα πρέπει να παρέχει επαρκή ποσότητα φρέσκου αέρα για αραιώνεται η ρύπανση και να υπάρχει καλύτερη ποιότητα αέρα
- Το σύστημα εξαερισμού θα πρέπει να καθιστά δυνατή τη λειτουργία της σήραγγας χωρίς την εκκένωση του αέρα στις πύλες
- Το σύστημα εξαερισμού και το σύστημα ελέγχου του πρέπει να είναι σχεδιασμένο για οικονομία λειτουργίας σε όλο το φάσμα των συνθηκών κυκλοφορίας της σήραγγας

Σε αυτό το σημείο βλέπουμε ότι οι απαιτήσεις συγκρούονται μεταξύ τους διότι από την μία θα πρέπει να έχουμε την οικονομική λειτουργία και από την άλλη την μέγιστη αραιώση της ρύπανσης.



Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ

Ο εξαερισμός είναι σχεδιασμένος σαν ένα διάμηκες σύστημα αερισμού με φρέσκο αέρα να εισάγεται στην σήραγγα σε τις πύλες της σήραγγας. Στις σήραγγες η κυκλοφορία των οχημάτων λειτουργεί σαν έμβολο που σπρώχνει τον αέρα και μια σειρά από ανεμιστήρες τον διανέμουν στα διάφορα τμήματα της σήραγγας.



ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Προκειμένου να ελεγχθεί το σύστημα εξαερισμού κάτω από όλες τις συνθήκες λειτουργίας και κυκλοφορίας, έχουν οριστεί εννέα διαφορετικές λειτουργίες όπως κανονική κατάσταση, η μία σήραγγα κλειστή για τα εισερχόμενα οχήματα, συντήρηση του ενός από τους σταθμούς εξαερισμού κατά την διάρκεια ομαλής κυκλοφορίας, καθώς και διάφορα άλλα περιστατικά. Η αλλαγή από την μία κατάσταση λειτουργίας σε μία άλλη κατάσταση λειτουργίας γίνεται χειροκίνητα από τον χειριστή.

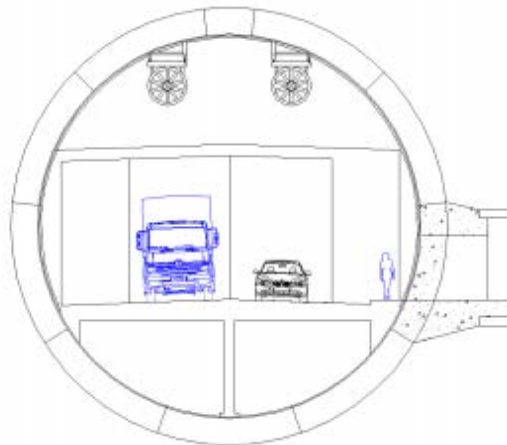
Ο HARDWARE-IN-THE-LOOP (HIL) ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ

Οι ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις αποτελούν συνήθως το τελευταίο μέρος της κατασκευής σήραγγας. Το χρονοδιάγραμμα είναι πολύ σφιχτό, καθώς η σήραγγα θα πρέπει να δοθεί στην κυκλοφορία το συντομότερο δυνατή ημερομηνία. Ειδικά σε περιπτώσεις όπου το έργο είναι συγχρηματοδοτούμενο με την χρήση διοδίων οποιαδήποτε καθυστέρηση

προκαλεί πρόσθετη απώλεια εσόδων. Μόλις οι αρχές ελέγχου αναπτυχθούν και οι βρόγχοι ελέγχου προσαρμοστούν στο μοντέλο σχεδιασμού, ο κώδικας του κεντρικού plc συστήματος μπορεί να γραφτεί. Αυτό περιλαμβάνει όχι μόνο το κομμάτι του εξαερισμού αλλά και ένα μεγάλο αριθμό από άλλες λειτουργίες όπως ο φωτισμός, η διαχείριση της κυκλοφορίας (μέσω σηματοδοτών και φωτεινών επιγραφών), η επιτήρηση της ομαλής κυκλοφορίας κ.α.

Όπως και με οποιοδήποτε πρόγραμμα υπολογιστή θα υπάρχουν αρχικά αρκετά σφάλματα. Εκτός αυτού όμως, η πραγματική plc εφαρμογή έχει να αντιμετωπίσει αρκετές πρακτικές πτυχές του ανεμιστήρα και της λειτουργίας απόσβεσης που δεν μπορούν να υπολογισθούν στο θεωρητικό μοντέλο όπως οι αποκλίσεις των μηχανημάτων που θα χρησιμοποιηθούν κ.α. Έτσι η ταύτιση του θεωρητικού μοντέλου και της πραγματικής εφαρμογής δεν μπορεί να θεωρηθεί δεδομένη. Σε αυτό το σημείο χρειαζόμαστε τον προσομοιωτή που εντοπίζει τα σφάλματα και βελτιστοποιεί τον κώδικα. Ο ολοκληρωμένος κώδικας φορτώνεται στο plc για να χρησιμοποιηθεί στην σήραγγα.

Η προσομοίωση δημιουργεί όλα τα σήματα που χρειάζεται να λάβουμε υπόψη όπως η ταχύτητα, η διαφάνεια, οι ρύποι, η πυκνότητα και η ταχύτητα της κυκλοφορίας όπου στην πραγματικότητα είναι δεδομένα που θα λαμβάνει το plc από τους ανάλογους τοποθετημένους αισθητήρες. Έτσι σύμφωνα με τα δεδομένα αυτά που θα λαμβάνει το plc μας θα ρυθμίζει την ταχύτητα των ανεμιστήρων επιταχύνοντας ή επιβραδύνοντας τους ενεργοποιώντας κάθε φορά τις κατάλληλες εξόδους του.



ΣΗΡΑΓΓΑ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ ΣΕ ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

Κατά τα τελευταία χρόνια τα υπολογιστικά μοντέλα για τον εξαερισμό σήραγγας και την συμπεριφορά του σε περίπτωση φωτιάς έχουν αλλάξει από μαθηματικές προσεγγίσεις των φαινομένων του πραγματικού κόσμου σε εξαιρετικά λεπτομερές και πολύπλοκες προσομοιώσεις έτσι ώστε να αναπαράγονται ταραχώδη πρότυπα, η δυναμική της φωτιάς και οι κινήσεις του καπνού.

Η υπολογιστική ανάλυση της ρευστομηχανικής των συστημάτων εξαερισμού σήραγγων έχει γίνει αναπόσπαστο μέρος του σχεδόν κάθε έργου σήραγγας είτε πρόκειται για μία νέα κατασκευή σήραγγας είτε ανακαίνιση ήδη υπαρχόντων συστημάτων. Ωστόσο οι υπολογιστικοί πόροι που απαιτούνται για την μοντελοποίηση είναι υψηλοί τόσο σε εξοπλισμό πληροφορικής όσο και από την άποψη προσομοίωσης.

Πάντα πρέπει να υπάρχει ένας συμβιβασμός μεταξύ του επιπέδου λεπτομέρειας των προσομοιώσεων, τον αριθμό των προσομοιώσεων που μπορούν να πραγματοποιηθούν και το κόστος του έργου.

Το υπολογιστικό κόστος οδηγεί σε ένα πρακτικό πρόβλημα που προκύπτει όταν οι συνθήκες ή τα χαρακτηριστικά ροής σε απομακρυσμένες περιοχές μακριά από την περιοχή του ενδιαφέροντος πρέπει να υπολογιστούν στο μοντέλο CFD. Αυτή είναι η περίπτωση των πυλών της σήραγγας, οι σταθμοί εξαερισμού ή οι ανεμιστήρες που βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις από την πυρκαγιά. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ακόμα και αν μόνο μια περιορισμένη περιοχή της σήραγγας πρέπει να διερευνηθεί για φωτιά μια ακριβή πρόβλεψη της συμπεριφοράς της ροής απαιτεί εκείνο το αριθμητικό μοντέλο που περιλαμβάνει τις συσκευές εξαερισμού και επομένως ολόκληρη την σήραγγα. Για ορισμένες σήραγγες αυτό θα μπορούσε να σημαίνει ότι ο υπολογιστικός τομέας είναι μερικά χιλιόμετρα μακριά.

Η ΜΟΝΑΔΑ ΠΥΡΟΣ

Μια ακριβής εκτίμηση κινδύνου πυρκαγιών σε μια σήραγγα συνήθως απαιτεί τον υπολογισμό θερμοκρασίας και πεδία ταχύτητας. Στην περίπτωση αυτή, μια μονάδα πυρός παρέχει μία λεπτομερή πρόβλεψη της θερμοκρασίας και του πεδίου ταχύτητας. Το μοντέλο που προκύπτει είναι πιο ευέλικτο και ευπροσάρμοστο και μπορεί να υιοθετηθεί για την μελέτη των παραμέτρων και την ανάλυση του συστήματος εξαερισμού κάτω από πιθανούς κινδύνους φωτιάς.

Υπάρχουν τρεις βασικές προϋποθέσεις για τον περιορισμό της θερμοκρασίας, την συγκέντρωση μονοξειδίου του άνθρακα και της ορατότητας. Προηγούμενες έρευνες έχουν δείξει ότι ο περιορισμός της ορατότητας είναι ο πιο κρίσιμος παράγοντας μεταξύ των όλων. Η ορατότητα πρέπει να διατηρείται πάνω από 8 έως 10 μέτρα κάτω από όλες τις συνθήκες για την απόδραση. Επιπλέον, η θερμοκρασία θα πρέπει να διατηρηθεί κάτω από τους 80 ° C η οποία μπορεί να γίνει ανεκτή για 15 περίπου λεπτά καθιστώντας δυνατή την εκκένωση της σήραγγας. Στο μήκος του συστήματος εξαερισμού της σήραγγας, ο έλεγχος της κατεύθυνση του καπνού συνήθως παρέχει ένα μονοπάτι καθαρό για την εκκένωση των επιβατών. Η ελάχιστη ταχύτητα του αέρα που απαιτείται για τον έλεγχο του καπνού είναι γνωστή ως κρίσιμη ταχύτητα.



ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ

Η σημαντική αντίθεση μεταξύ του φωτός της ημέρας και της φωτεινότητας της σήραγγας αναγκάζει τους οδηγούς των οχημάτων να επιβραδύνουν καθώς πλησιάζουν την είσοδο της σήραγγας. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να ελαχιστοποιηθεί παρέχοντας αρκετό φως στην άμεση είσοδο της σήραγγας. Ο στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα σύστημα φωτισμού που διευκολύνει σταθερό όγκο κυκλοφορίας και η ταχύτητα σε ολόκληρο το δρόμο και στην είσοδο της σήραγγας κατά τη διάρκεια των ωρών της ημέρας.

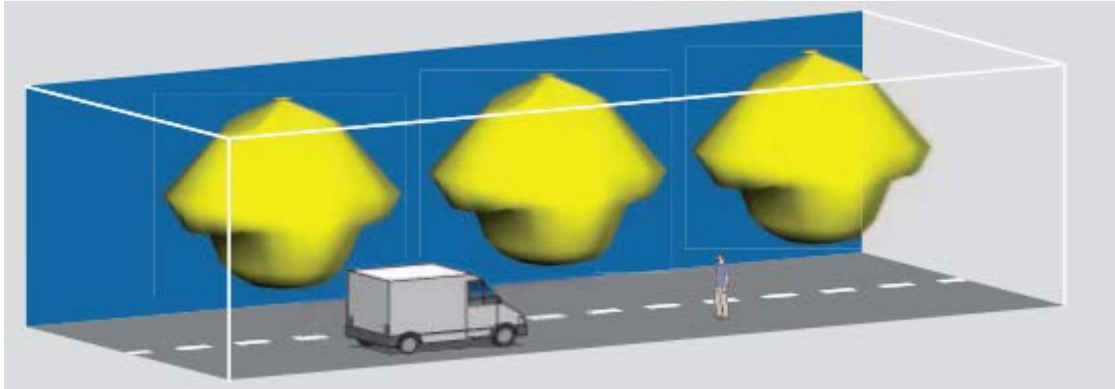
Υπάρχουν οφέλη στην χρήση ταυτοχρόνως ασύμμετρων και συμμετρικών συστημάτων φωτισμού ανάλογα τους εκάστοτε παράγοντες που περιλαμβάνουν την κατανομή της φωτεινότητας του περιβάλλοντος, την γεωγραφική θέση, την δομή της σήραγγας και την ταχύτητα και όγκο της κυκλοφορίας. Όλοι αυτοί οι παράγοντες θα πρέπει να αναλυθούν για να αναπτυχθούν τα κατάλληλα επίπεδα φωτεινότητας στην σήραγγα.

Στην πρακτική σχεδίαση οι σήραγγες χωρίζονται σε τρεις ζώνες: κατωφλίου, μετάβασης και στο εσωτερικό.

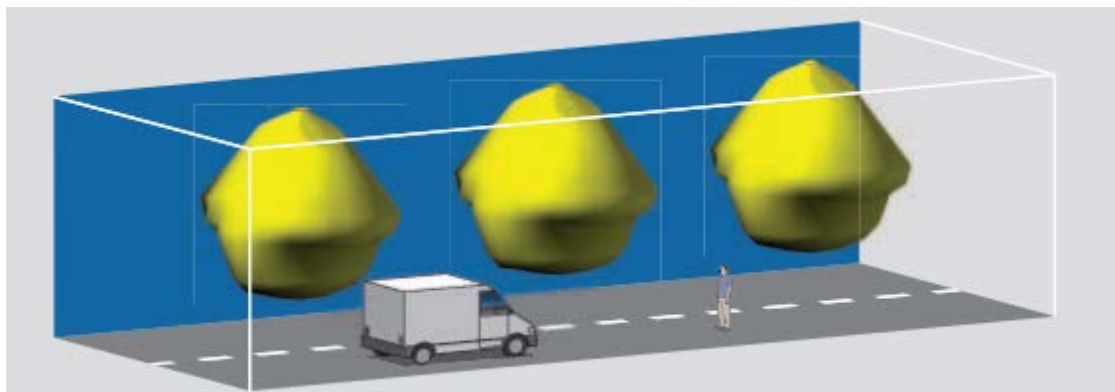


ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

- Ο γραμμικός συμμετρικός φωτισμός που χρησιμοποιεί φωτιστικά σώματα φθορισμού διανέμει περίπου ίσα το φωτισμό σε όλες τις κατευθύνσεις δημιουργώντας έτσι ομοιόμορφο φωτισμό στην σήραγγα.

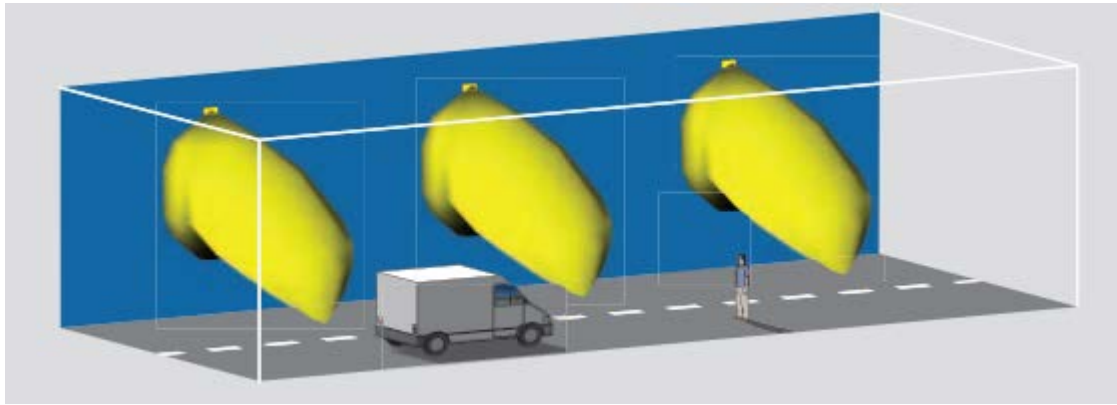


Φωτισμός συμμετρικός

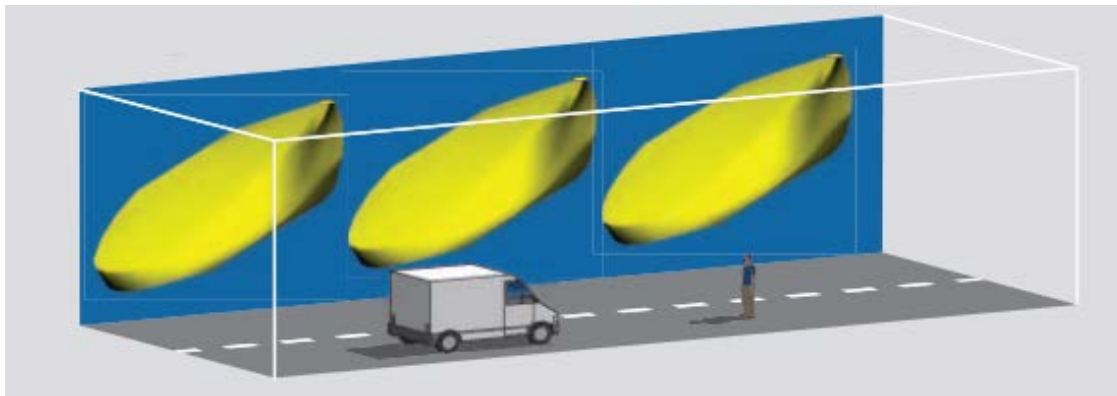


Φωτισμός συμμετρικός με χρήση φωτιστικών φθορισμού

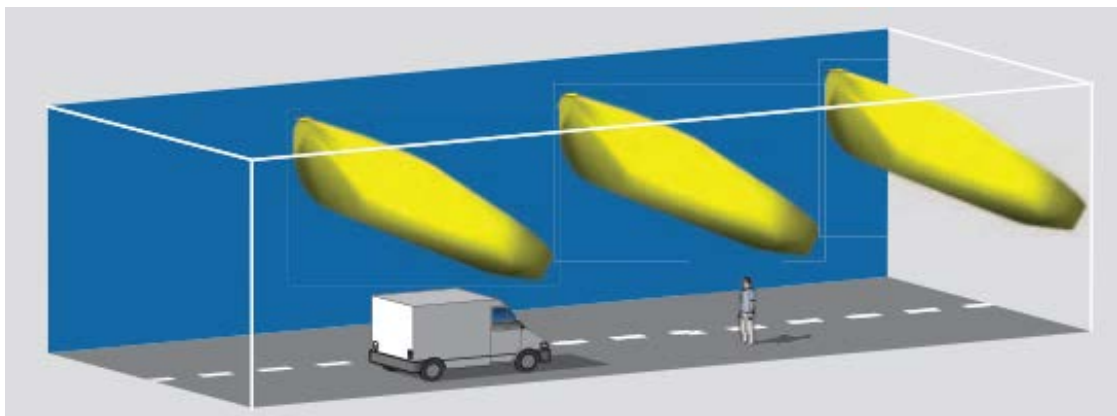
- Ασύμμετρος (κατεύθυνσης) φωτισμός όπως φωτισμός counter beam ή pro beam που διανέμει τον φωτισμό μόνο σε μία κατεύθυνση είτε ενάντια στην κατεύθυνση κυκλοφορίας είτε προς την ίδια.
Ο φωτισμός counterbeam κατευθύνει την μεγαλύτερη ένταση ενάντια στην κυκλοφορία και προς την γραμμή του οδηγού δημιουργώντας μια υψηλή αρνητική αντίθεση. Με την ελαχιστοποίηση της αντανάκλασης, οι οδηγοί μπορούν να δουν το περίγραμμα του μπροστινού οχήματος πιο καθαρά.
Ο probeam φωτισμός κατευθύνει την μέγιστη ένταση με την κίνηση μακριά από τον οδηγό παρέχοντας του έτσι υψηλής φωτεινότητας αντικείμενο και χαμηλή φωτεινότητα στο δρόμο, δημιουργώντας έτσι θετική αντίθεση. Αυτό το σύστημα λειτουργεί με ελαχιστοποίηση της αντανάκλασης του φωτισμού και την αύξηση της ορατότητας σε απόσταση.



Asύμμετρος φωτισμός



Asύμμετρος φωτισμός counter beam



Asύμμετρος φωτισμός pro beam

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ ΦΩΤΟΣ

Οι λαμπτήρες φθορισμού παράγουν μία πιο ομοιόμορφη κατανομή φωτισμού από την πηγή φωτισμού και τα πλεονεκτήματά τους είναι η γρήγορη εκκίνηση και η υψηλή χρωματική απόδοση. Ωστόσο είναι μεγάλοι σε μέγεθος και είναι δύσκολο να στηριχθούν οι λάμπες αυτές και έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και οι λάμπες με μεγάλη διάρκεια ζωής απαιτούν ειδική και ακριβή κατασκευή. Ακόμα, γνωρίζουμε ότι οι λαμπτήρες φθορισμού

έχουν χαμηλή αποτελεσματικότητα και χρειάζονται περισσότερα φωτιστικά για να δημιουργήσουν τα ίδια επίπεδα φωτεινότητας με άλλες πηγές φωτισμού. Επιπλέον το μεγάλο μέγεθος τους και η ευπάθεια τους κάνουν την συντήρησή τους δύσκολη και δαπανηρή.

Ο φωτισμός μιας πηγής μπορεί εύκολα να ελεγχθεί και να κατευθυνθεί και υπάρχουν περισσότερο αποτελεσματικοί λαμπτήρες. Οι κοινοί τύποι πηγής φωτισμού είναι οι υψηλής πίεσης νατρίου και οι λαμπτήρες αλογόνου.

Οι υψηλής πίεσης λαμπτήρες νατρίου έχουν πολλά πλεονεκτήματα όπως μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του λαμπτήρα, ελάχιστη πτώση μονάδας φωτισμού και το μικρό μέγεθος του λαμπτήρα. Η χρήση τους όμως περιορίζεται λόγω ανακύκλωσης και την κακή απόδοση των χρωμάτων. Οι λαμπτήρες αλογόνου παρέχουν λευκό φως με καλή απόδοση χρώματος και καλή εμφάνιση, υψηλή αποτελεσματικότητα και μεγάλη διάρκεια ζωής. Αυτοί οι λαμπτήρες είναι κατάλληλοι για να τοποθετούνται «χωνευτά» και σε χαμηλά ύψη.

Μολονότι η σημειακές πηγές είναι προτιμώμενες για τον φωτισμό μια σήραγγας, η ασυνέχεια της δημιουργεί το τρεμόπαιγμα με αποτέλεσμα να προκαλούνται περιοδικές αλλαγές της φωτεινότητας και την απόσταση μεταξύ των φωτιστικών. Αυτό μπορεί να μειωθεί ρυθμίζοντας την απόσταση του φωτιστικού έξω από αυτήν την περιοχή ενόχλησης.



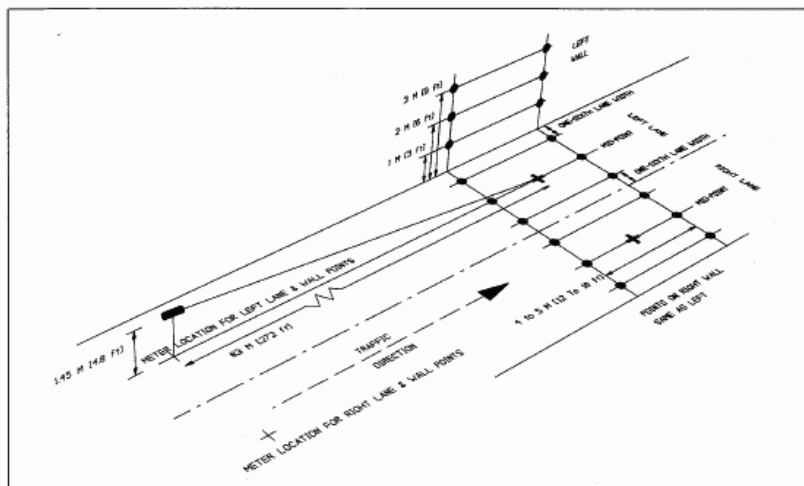
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Ο σχεδιασμός της φωτεινότητας είναι βασισμένος στο μήκος του χρόνου για το μάτι του οδηγού για να προσαρμόζεται από το φως του εξωτερικού περιβάλλοντος στην ζώνη κατωφλίου στην είσοδο της σήραγγας. Επαρκής φωτισμός πρέπει να παρέχεται για το περιορισμό του φαινομένου της μαύρης τρύπας που αποτέλεσμα έχει να εμποδίζει την θέα ενός οδηγού στο κατώφλι κατά την διάρκεια της ημέρας. Έτσι οι παράγοντες που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό ενός ιδανικού συστήματος φωτισμού είναι τα διαφορετικά οδοστρώματα και η ταχύτητα της κυκλοφορίας που επηρεάζουν τα επίπεδα της φωτεινότητας. Το ύψος και η γωνία κατά την οποία το φως του ήλιου εισέρχεται στην σήραγγα και πέφτει στο οδόστρωμα θα πρέπει επίσης να εξετάζονται. Η ποιότητα ,το είδος,

οι απαιτήσεις συντήρησης και ο μέσος ημερήσιος όγκος κυκλοφορίας κάθε έτους είναι κρίσιμοι παράγοντες για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος φωτισμού.

ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΗΡΑΓΓΑΣ

Συνήθως χρησιμοποιούνται 3-D πακέτα λογισμικού όπως το AGI32, όπου γίνεται η εκτέλεση υπολογισμών και αναλύσεων για τις τιμές των φωτιστικών. Οι τύποι που χρησιμοποιούνται είναι οι Major Threshold Lighting Calculation και Lseq Method. Η φωτεινότητα σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία υπολογίζεται από το ποσό των εισφορών όλων των φωτιστικών σωμάτων και τα σημεία ελέγχου που βρίσκονται επάνω στο οδόστρωμα.



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ, ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΩΤΟΣ ΗΜΕΡΑΣ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

Τα Led και οι λάμπες ηλεκτροδίων είναι οι νεότερες τεχνολογίες για πιθανή χρήση στο μέλλον σε συστήματα φωτισμού σε σήραγγες. Τα Led είναι ημιαγωγοί που μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε ορατό φως και μπορούν να παράγουν πολλά χρώματα χωρίς την χρήση φίλτρων χρωμάτων.

Λειτουργούν με χαμηλή τάση, έχουν υψηλή αποτελεσματικότητα και ενεργοποιούνται αμέσως. Ωστόσο τα led δεν είναι ακόμα κατάλληλα για φωτισμό σε σήραγγα, λόγω των πολύπλοκων ρυθμίσεων τους και στην ασυνέπεια στο χρώμα τους.

Οι λάμπες ηλεκτροδίων λειτουργούν με ένα συνδυασμό επαγωγής και εκκένωση αερίου. Έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής λόγω της έλλειψης ινών και την χρήση μαγνητικής επαγωγής. Υπάρχουν δύο τύποι λαμπτήρων με ηλεκτρόδια στις Ηνωμένες Πολιτείες είναι οι Icetron™ και QL™ λαμπτήρων επαγωγής. Σε σήραγγες, για φωτισμό θα μπορούσε να μειωθεί το άνοιγμα της οροφής της σήραγγας για να επιτρέψει το φως του ήλιου μέσα. Τα ζητήματα που εμπλέκονται με τη χρήση του ηλιακού φωτός θα είναι σκιές, ανεπαρκής φωτισμός και δυσκολία στην καθοδήγηση το φως του ήλιου.

PLC

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Περίπου στις δεκαετίες '60-'70 είχαν ξεκινήσει να παρουσιάζονται οι πρώτες ανάγκες για βελτίωση της ποιότητας, την αύξηση της παραγωγικότητας στις βιομηχανίες καθώς και η ανάγκη για μεγαλύτερη ευελιξία.

Στις δεκαετίες εκείνες υπήρχαν τεράστιοι ηλεκτρικοί πίνακες για τον έλεγχο των συστημάτων οι οποίοι καταλάμβαναν μεγάλους χώρους. Οι πίνακες αυτοί είχαν εσωτερικά μεγάλο αριθμό ρελέ και καλωδίων που έκαναν τις συνδέσεις μεταξύ των ρελέ. Για να δημιουργηθούν αυτοί οι πίνακες απαιτούσαν μηχανικό που θα δημιουργούσε το σχέδιο (την σχηματική σκάλα) καθώς και ηλεκτρολόγο για να κάνει όλες αυτές τις συνδέσεις.

Πέραν του ότι οι πίνακες αυτοί είχαν μεγάλο όγκο είχαν και άλλα μειονεκτήματα που τους καθιστούσαν όχι και τόσο εύχρηστους. Ένα άλλο μειονέκτημα τους λοιπόν ήταν ότι επειδή τα ρελέ ήταν μηχανικά και είχαν κινητά μέρη πάθαιναν φθορές με αποτέλεσμα όταν είχαμε βλάβες λόγω του μεγάλου αριθμού ρελέ ο ηλεκτρολόγος να μην μπορεί να εντοπίσει εύκολα την βλάβη. Έτσι όταν υπήρχε η βλάβη θα έπρεπε όλο το σύστημα παραγωγής να βγει εκτός λειτουργίας και να εξεταστεί.

Τέλος ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας ήταν ότι οι πίνακες αυτοί δεν είχαν καθόλου ευελιξία δηλαδή ακόμα και για μια πολύ μικρή αλλαγή απαιτούνταν μεγάλες δαπάνες σε χρόνο και χρήμα.

Η GeneralMotors ήταν από τις πρώτες εταιρίες που διαπίστωσε τις ανάγκες αυτές και δημιούργησε τους πρώτους πίνακες με μικροελεγκτές των οκτώ μπιτ. Με την καινοτομία αυτήν ο πίνακας απέκτησε μεγάλη ευελιξία (διότι τώρα πλέον άλλαζαν τον κώδικα όταν χρειαζόταν κάποια αλλαγή και όχι τις συνδέσεις στα ρελέ) και ο όγκος μειώθηκε σε πολύ μεγάλο βαθμό. Με μόνο μειονέκτημα πια ότι οι μηχανικοί θα έπρεπε να γνωρίζουν πολύπλοκες γλώσσες προγραμματισμού.

Το πρόβλημα αυτό το έλυσε η εταιρία Gould Modicon που δημιούργησε την γλώσσα προγραμματισμού γνωστή πλέον ladder diagram που ήταν πολύ εύκολη στην κατανόηση και χρήση από τους μηχανικούς.

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ (PLC)

Οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές πλέον χρησιμοποιούνται ευρέως στις βιομηχανικές διαδικασίες και ουσιαστικά είναι ένα είδος υπολογιστή που προγραμματίζονται για να εκτελούν κάποιες λειτουργίες ελέγχου.

Οι ελεγκτές αυτοί λοιπόν είναι σχεδιασμένοι για πολλαπλές εισόδους και εξόδους, μεγάλο εύρος θερμοκρασιών, να μην επηρεάζονται από κάποιο ηλεκτρικό θόρυβο και να έχουν αντοχή στις δονήσεις και στις καταπονήσεις.

Τα προγράμματα για τον έλεγχο και την λειτουργία της εκάστοτε βιομηχανικού εξοπλισμού αποθηκεύονται στους προγραμματιζόμενους ελεγκτές με την βοήθεια μπαταρίας ή σε μη πτητικές μνήμες (όπως θα εξηγηθεί πιο κάτω).

Έτσι η λειτουργία των ελεγκτών είναι ουσιαστικά ένα σύστημα πραγματικού χρόνου όπου οι εξοδοί εξαρτώνται άμεσα από τις εισόδους.

Συνοψίζοντας λοιπόν οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές είναι ψηφιακοί υπολογιστές που έχουν σχεδιαστεί για λειτουργίες ελέγχου σε βιομηχανικό περιβάλλον και είναι εξοπλισμένοι με ειδικές επαφές εισόδων-εξόδων και με γλώσσα προγραμματισμού για την υλοποίηση των προγραμμάτων. Έτσι επειδή η αρχή λειτουργίας των ελεγκτών είναι ίδια με αυτή των υπολογιστών έχουν την ικανότητα όχι μόνο να επιτελούν έλεγχο με την μεταγωγή των ρελέ αλλά να διενεργούν και άλλες εργασίες όπως χρονοδιαγράμματα, καταμετρήσεις, υπολογισμούς, συγκρίσεις λογικές και αριθμητικές καθώς και επεξεργασία αναλογικών σημάτων που δέχονται στις εισόδους.



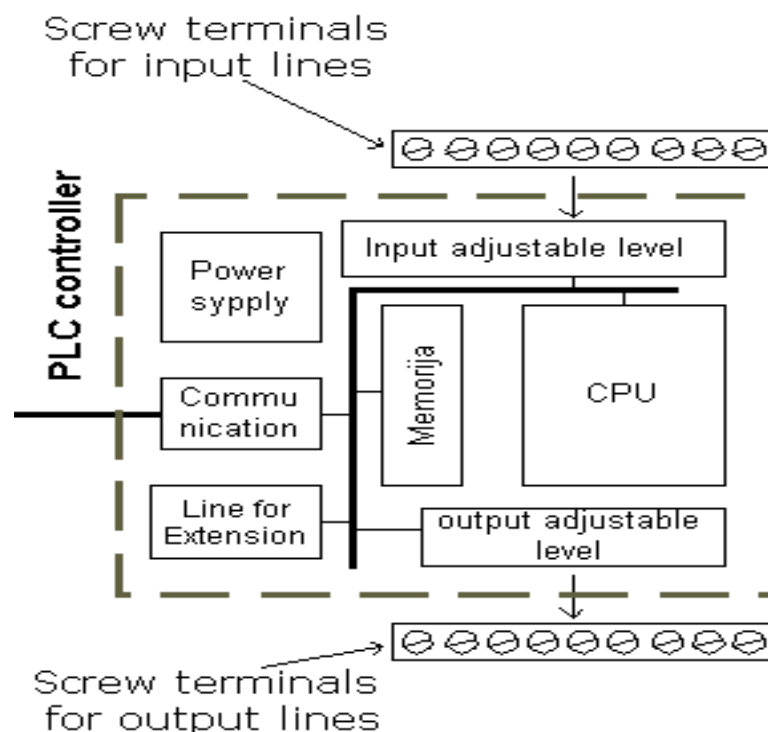
ΜΕΡΗ ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ Ο ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗΣ (PLC)

Το PLC είναι ένας μικροελεγκτής που τον προγραμματίζουμε μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή με την βοήθεια του κατάλληλου λογισμικού και υλοποιούμε διάφορες λειτουργίες κυρίως σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Είναι δηλαδή ψηφιακό υπολογιστικό σύστημα που διαχειρίζεται και αποθηκεύει πληροφορία με την μορφή δύο λογικών καταστάσεων on και off. Οπότε όπως καταλαβαίνουμε όλες οι λειτουργίες αναπαρίστανται δυαδικά (0,1) ή σε συνδυασμούς των δύο αυτών καταστάσεων.

Έτσι μια μονάδα plc μπορεί να αντιληφθεί πληροφορίες είτε σε ψηφιακή μορφή (δηλαδή δυαδική), είτε σε αναλογική μορφή (μετρήσεις από διάφορα αισθητήρια) ωστόσο ο εγκέφαλος του plc αντιλαμβάνεται και στις δύο περιπτώσεις δυαδικές αλλαγές on και off.

Τα μέρη από τα οποία αποτελείται η κεντρική μονάδα ενός plc είναι τα παρακάτω:

- Οι μονάδες εισόδων-εξόδων (inputs/outputs)
- Την κεντρική μονάδα επεξεργασίας (Central Processing Unit, CPU)
- Την μονάδα μνήμης
- Την μονάδα επικοινωνίας
- Την γραμμή για επέκταση
- Την μονάδα τροφοδοσίας



Σχήμα.1

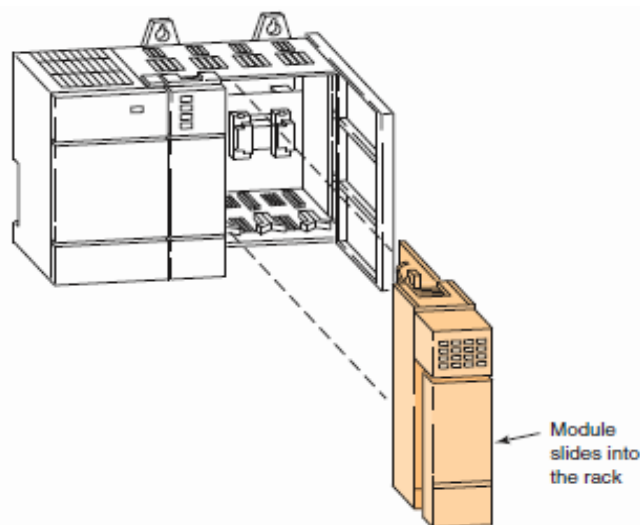
Πιο αναλυτικά:

Οι μονάδες εισόδων-εξόδων: υπάρχουν στον ελεγκτή είτε σταθερές είτε ενσωματωμένες. Τις σταθερές συνήθως τις συναντάμε στα μικρά plc που τα όταν τα αγοράζουμε δεν έχουν αφαιρούμενες μονάδες. Ο επεξεργαστής και οι μονάδες εισόδων-εξόδων συσκευάζονται μαζί και τα τερματικά εισόδων-εξόδων έχουν σταθερό αριθμό συνδέσεων. Το κύριο πλεονέκτημα αυτού του τύπου συσκευασίας είναι το χαμηλό κόστος. Ο αριθμός των διαθέσιμων εισόδων και εξόδων ποικίλει και συνήθως μπορεί να επεκταθεί με την αγορά επιπλέον μονάδων. Το μειονέκτημα όμως σε αυτές τις περιπτώσεις είναι ότι δεν έχουμε ευελιξία και έχουμε περιορισμούς στους τύπους και τις ποσότητες που υπαγορεύονται από τις συσκευασίες καθώς επίσης αν σε κάποιο σημείο έχουμε πρόβλημα θα πρέπει να αντικατασταθεί όλη η μονάδα εισόδων ή εξόδων.

Οι αποσπώμενες μονάδες εισόδων-εξόδων είναι διαιρεμένες σε υπο-διαμερίσματα κάτι που αυξάνει τις επιλογές μας και την ευελιξία της μονάδας. Μπορούμε να επιλέξουμε από τις μονάδες που μας διαθέτει ο κατασκευαστής και να τις συνδυάσουμε όπως εμείς επιθυμούμε.

Οι μονάδες εισόδου του plc μπορούν να είναι είτε ψηφιακές όπου έχουμε τις δύο διακριτές καταστάσεις on και off και την διέλευση ρεύματος ή όχι (συνδέονται σε αυτές μπουτόν, τερματοδιακόπτες, επαφές ρελέ κ.α.), είτε αναλογικές όπου ανιχνεύονται διάφορες τιμές καταστάσεων ανάλογα την εφαρμογή μας (4-20mA). Στις εισόδους αυτές μπορούν να συνδέονται από απλούς διακόπτες μέχρι αισθητήρια υψηλής ακρίβειας (πχ αισθητήρας πίεσης, κίνησης κ.α.) και το plc αντιλαμβάνεται τις διάφορες μεταβολές.

Οι μονάδες εξόδου που διαχωρίζονται επίσης σε ψηφιακές και αναλογικές. Οι ψηφιακές έξοδοι μπορούν να έχουν κατάσταση on και off και σε αυτές συνδέονται τα εκάστοτε φορτία. Οι αναλογικές έξοδοι παίρνουν διάφορες τιμές π.χ. θα μπορούσαν να είναι διάφορες τιμές τάσης για την οδήγηση ενός οργάνου μέτρησης.



Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας: που είναι ουσιαστικά ο «εγκέφαλος» του plc και είναι συνήθως 16 ή 32bit μικροελεγκτές. Ο εγκέφαλος χρησιμοποιείται για την εφαρμογή της λογικής και τον έλεγχο επικοινωνίας ανάμεσα στις μονάδες. Για να λειτουργήσει ο επεξεργαστής χρειάζεται μνήμη για την αποθήκευση των αποτελεσμάτων των λογικών πράξεων που εκτελούνται στον μικροεπεξεργαστή. Η cpu είναι έτσι σχεδιασμένη έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να εισάγει μέσω προγραμματισμού το επιθυμητό πρόγραμμα. Το πρόγραμμα του plc εκτελείται ως μια επαναλαμβανόμενη διαδικασία δηλαδή σάρωση. Πιο αναλυτικά τα στάδια λειτουργίας του plc έχουν ως εξής: αρχικά ξεκινά το plc την σάρωση των εισόδων, κατόπιν εκτελείται το πρόγραμμα και γίνεται η διάγνωση και τέλος ενημερώνονται όλοι οι έξοδοι. Η διαδικασία αυτή γίνεται ξανά και ξανά όσο το plc είναι σε κατάσταση λειτουργίας. Οι επεξεργαστές διαφέρουν ως προς την ταχύτητα επεξεργασίας και της επιλογές μνήμης.

Η μονάδα της μνήμης: μία μνήμη μπορεί να τοποθετηθεί σε δύο γενικές κατηγορίες πτητικές και μη πτητικές. Οι πτητικές μνήμες χάνει τις πληροφορίες της όταν διακοπεί η τροφοδοσία της. Είναι εύκολο να μεταβληθούν και κατάλληλο για αρκετές εφαρμογές όταν αυτές υποστηρίζονται από μπαταρίες. Αντίθετα οι μη πτητικές μνήμες έχουν την δυνατότητα να διατηρούν τις πληροφορίες που έχουν αποθηκεύσει και κατόπιν διακοπής της τροφοδοσίας της.

Οι μνήμες RAM : που χρησιμοποιεί ο χρήστης για να γράφει δεδομένα και να διαβάζονται. Αυτές οι μνήμες είναι περιοχές προσωρινής αποθήκευσης και είναι ασταθής δηλαδή τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα θα χαθούν αν διακοπεί η τροφοδοσία κάνοντας απαραίτητη την παρουσία εφεδρικής μπαταρίας. Συνήθως χρησιμοποιούνται CMOSRAM που έχουν χαμηλή κατανάλωση και διατηρούν τα δεδομένα τους για μεγάλο διάστημα (2-5 έτη περίπου) με μια μπαταρία λιθίου. Αξίζει να αναφερθεί ακόμα ότι μερικά plc με την χρήση ενός πυκνωτή παρέχουν 30λεπτά ακόμα ρεύμα όταν έχει αποσυνδεθεί και η μπαταρία και η τροφοδοσία.

Τα plc έχουν την ROM η οποία αποθηκεύει τα προγράμματα και τα δεδομένα και δεν μπορεί να αλλάξει. Συνήθως χρησιμοποιούνται για τα δεδομένα που καθορίζουν τις ικανότητες του plc, δηλαδή το λειτουργικό σύστημα εγγράφεται στην ROM από τον κατασκευαστή και ελέγχει το λογισμικό που χρησιμοποιεί ο χρήστης για να προγραμματίσει πρόγραμμα του plc.

Μνήμες ROM που χρησιμοποιούνται είναι οι EPROM, διαγραφόμενες και προγραμματιζόμενες μνήμες που παρέχουν κάποιου βαθμού προστασία από μη εξουσιοδοτημένες αλλαγές στο πρόγραμμα. Οι μνήμες αυτές είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε τα δεδομένα που αποθηκεύονται να διαβάζονται αλλά όχι να μεταβάλλονται εύκολα χωρίς ειδικό εξοπλισμό. Για παράδειγμα οι UV EPROM που μπορούν να διαγραφούν από υπεριώδες φως μόνο και χρησιμοποιούνται για την δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας, αποθήκευση, μεταφορά η προγράμματα.

Ηλεκτρικά διαγραφόμενες προγραμματιζόμενες μνήμες ROM (EEPROM). Είναι μη πτητικές μνήμες που προσφέρουν ίδια ευελιξία προγραμματισμού όπως η RAM. Επειδή είναι μη πτητικές μνήμες δεν απαιτούν εφεδρικές μπαταρίες καθώς προσφέρουν μόνιμη

αποθήκευση και μπορούν να μεταβληθούν εύκολα με την χρήση τυπικών συσκευών προγραμματισμού. Τέτοιες μνήμες χρησιμοποιούνται για αποθήκευση, αντίγραφο ασφαλείας ή μεταφορά προγραμμάτων. Flash EEPROMS που χρησιμοποιούνται για αντίγραφο ασφαλείας. Η διαφορά τους με τις EEPROM είναι η μεγάλη ταχύτητα που αποθηκεύουν και ανακτούν αρχεία. Επιπλέον δεν χρειάζεται να αφαιρεθούν από τον επεξεργαστή για να αναπρογραμματισθούν διότι αυτό γίνεται με ένα κύκλωμα εντός του επεξεργαστή εκεί όπου συνδέονται. Οι flash μνήμες μερικές φορές είναι ενσωματωμένες στον επεξεργαστή και κάνουν αυτόματα αντίγραφο ασφαλείας από την μνήμη RAM. Τέλος αν διακοπεί η τροφοδοσία στο plc καθώς λειτουργεί με την μνήμη flash τότε όταν επανέλθει το ρεύμα συνεχίζουν οι εργασίες εκεί που σταμάτησαν.

Η γραμμή για επέκταση που χρησιμοποιείται για να αυξήσουμε με επιπλέον μονάδες τον αριθμό των εισόδων ή εξόδων(modules) ή για να συνδέσουμε οθόνες, modems κ.α. όπως θα δούμε παρακάτω.

Η μονάδα τροφοδοσίας είναι η μονάδα στην οποία παρέχουμε την ηλεκτρική ενέργεια στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας .Συνήθως η τροφοδοσία των plc γίνεται με 24Vdc ή 220Vac. Οι μικροί και μεσαίοι ελεγκτές έχουν ενσωματωμένη την μονάδα τροφοδοσίας ενώ στους μεγάλους είναι εξωτερική για να μην επηρεάζονται άμεσα από τις διάφορες παρεμβολές του βιομηχανικού περιβάλλοντος.



Όλες οι ηλεκτρονικές συσκευές μπορεί να είναι είτε ανοιχτής αρχιτεκτονικής είτε κλειστής όσον αφορά το λογισμικό, το υλικό της συσκευής ή και τα δύο . Πιο αναλυτικά η σχεδίαση ανοιχτής αρχιτεκτονικής επιτρέπει στο σύστημα να συνδεθεί εύκολα με άλλες συσκευές και προγράμματα που έχουν φτιαχτεί από άλλους κατασκευαστές. Στην ανοιχτή αρχιτεκτονική χρησιμοποιούνται υλικά που συμμορφώνονται σε εγκεκριμένα πρότυπα.

Αντιθέτως ένα σύστημα με κλειστή αρχιτεκτονική είναι μια ιδιόκτητη σχεδίαση που είναι πολύ δύσκολο να μπορέσει να συνδεθεί με άλλα συστήματα.

Τα περισσότερα plc στην πραγματικότητα είναι ιδιόκτητα και θα πρέπει να είμαστε σίγουροι ότι οποιοδήποτε άλλο υλικό ή λογισμικό θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να είναι συμβατό με το plc μας.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ PLC

Πιο πάνω αναλύσαμε σύντομα τι είναι ένας προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής και από ποια μέρη αποτελείται η κεντρική του μονάδα. Γιατί όμως κατάληξαν στην χρησιμοποίηση ενός τέτοιου ελεγκτή όλες οι βιομηχανίες σήμερα και ποια είναι τα πλεονεκτήματα του συνοπτικά:

- Αυξημένη αξιοπιστία: όταν ένα πρόγραμμα έχει γραφτεί και δοκιμαστεί μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί σε πολλούς ελεγκτές και έτσι αποφεύγονται τα λογικά λάθη.
- Το κόστος υλοποίησης του αυτοματισμού είναι χαμηλότερο σε σχέση με τους απλούς παλιούς πίνακες γιατί δεν έχουμε τώρα τόσα πολλά καλώδια, ρελέ και δεν απαιτούνται τόσα άτομα προσωπικό (μηχανικοί-ηλεκτρολόγοι).
- Η συντήρηση του plc δεν κοστίζει γιατί πολύ σπάνια παθαίνουν βλάβες.
- Μπορούν πλέον πολύ πολύπλοκες διεργασίες να γίνουν εύκολα μέσω του προγραμματισμού.
- Δεν δεσμεύει μεγάλο χώρο στην βιομηχανία
- Πολύ εύκολη η ανίχνευση βλαβών (διότι συνδέουμε ένα φορητό υπολογιστή και μπορούμε να δούμε κάθε στιγμή τι γίνεται στις λειτουργίες).
- Υπάρχει η δυνατότητα επεκτάσεων του βιομηχανικού εξοπλισμού με απλές ενημερώσεις στο πρόγραμμα των ελεγκτών
- Μπορεί να υπάρξει ασφάλεια του προγράμματος με την ύπαρξη του κλειδώματος στον ελεγκτή με κωδικό.
- Ικανότητα επικοινωνίας: ένας λογικός ελεγκτής μπορεί να επικοινωνήσει με άλλους ελεγκτές ή ηλεκτρονικούς υπολογιστές προκειμένου να κάνουν εποπτικό έλεγχο, συλλογή δεδομένων , να απεικονίσουν παραμέτρους της διαδικασίας και να ανεβάσουν και να κατεβάσουν προγράμματα.
- Γρηγορότερους χρόνους απόκρισης: οι ελεγκτές αυτοί έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν με μεγάλες ταχύτητες και να επιτελούν εφαρμογές πραγματικού χρόνου κάτι που σημαίνει ότι κάτι που συμβαίνει στην εφαρμογή έχει ως αποτέλεσμα κάποια άλλη λειτουργία ή έξοδο.
 - (Για παράδειγμα ηλεκτρικές μηχανές που επεξεργάζονται χιλιάδες προϊόντα το δευτερόλεπτο και αντικείμενα που περνάνε μόνο για κλάσματα του δευτερολέπτου από οπτικούς ανιχνευτές απαιτούν την γρήγορη απόκριση των λογικών ελεγκτών,plc).

ΕΙΔΗ PLC

Ανάλογα από τις ανάγκες της εφαρμογής που θέλουμε να πραγματοποιήσουμε μπορούμε να επιλέξουμε το ανάλογο plc με τις προδιαγραφές που επιθυμούμε (εισόδους, εξόδους ,συχνότητα, μνήμη κτλ). Έτσι οι κατηγορίες των plc φαίνονται γραφικά παρακάτω:



Feature	CPU 221	CPU 222	CPU 224 CPU 224XP CPU 224XPsi	CPU 226
Independent hardware counters	4	4	6	6
Independent alarm inputs	4	4	4	4
Pulse outputs	2	2	2	2
Time interrupts	1 to 250 ms	1 to 250 ms	1 to 250 ms	1 to 250 ms
Real-time clock	optional	optional	integrated	integrated
Binary processing speed	0.22 μs	0.22 μs	0.22 μs	0.22 μs

ΕΙΔΗ ΕΠΕΚΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΝΗΜΗΣ,ΡΟΛΟΓΙΟΥ,ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ

Στις εξωτερικές μονάδες μνήμης μπορούμε να αποθηκεύσουμε το πρόγραμμα του plc μας και να το φυλάξουμε ή ακόμα και να το μεταφέρουμε σε άλλες συσκευές plc. Επίσης έχουμε και την εξωτερική μονάδα μπαταρίας που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για να διατηρήσουμε για μεγαλύτερο χρόνο τα δεδομένα στην μνήμη σε περίπτωση διακοπής τάσης. Και τέλος για τα μικρά μοντέλα plc παρέχεται εξωτερικά η δυνατότητα να έχουμε μονάδα real-time clock.



ΕΙΣΟΔΩΝ-ΕΞΟΔΩΝ

Σε περίπτωση που σε κάποια εγκατάσταση δεν επαρκούν οι υπάρχουσες εισοδοί ή έξοδοι ή επιθυμούμε να κάνουμε κάποια επέκταση τότε υπάρχει η δυνατότητα να τις αυξήσουμε μέσω επεκτάσεων(expansion modules).



ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Όταν χρειαζόμαστε να μετράμε μεταβολές θερμοκρασίας ή βάρους μέσω αισθητήρων χρησιμοποιώντας το plc θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε κάποιες από τις παρακάτω επεκτάσεις.



RTD temperature measurement



TC temperature measurement



SIWAREX MS weighing module

ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Οι μονάδες επικοινωνίας μας είναι πολύ χρήσιμες όταν θέλουμε να επικοινωνήσουν δύο ή περισσότερες κεντρικές μονάδες plc μεταξύ τους ή για να έχουμε απομακρυσμένη πρόσβαση στο plc μας μέσω ασύρματης συσκευής.



AS-Interface master
CP 243-2
max. 2 modules



PROFIBUS DP slave
EM 277



Ethernet module
CP 243-1
max. 1 module

Μονάδες επικοινωνίας



Internet Technology module
CP 243-1 IT
max. 1 module



Modem module
EM 241



GSM/GPRS modem
SINAUT MD720-3

Μόντεμ

ΘΘΟΝΕΣ

Οι οθόνες υγρών κρυστάλλων τοποθετούνται εξωτερικά στους πίνακες και μας δίνουν την δυνατότητα να ελέγχουμε και να επιτηρούμε την μηχανή από την πρόσοψη της συσκευής.



TD 100C



TD 200 / TD 200C

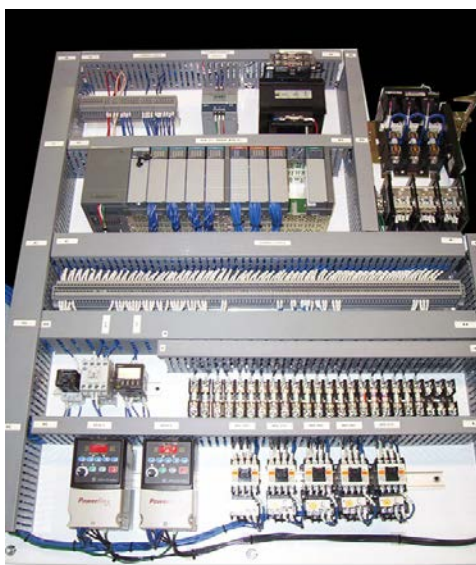


TD 400C

Οι ελεγκτές Simatic WinAc που χρησιμοποιούν κανονικό υπολογιστή με την βοήθεια ειδικού προγράμματος ή με ειδική κάρτα (Slot plc). Μας παρέχουν την διασύνδεση με τις εφαρμογές στον υπολογιστή και έτσι μπορούμε να έχουμε online διαχείριση των δεδομένων.



Όλες οι μονάδες που αναφέραμε παραπάνω συνδέονται με την κεντρική μονάδα plc και τοποθετούνται σε μεταλλικούς πίνακες σε ράγες με ανεμιστήρες για να διατηρούνται σε κανονικές θερμοκρασίες λειτουργίας.



ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Οι επικοινωνίες δεδομένων αναφέρονται στους διαφορετικούς τρόπους που τα plc επικοινωνούν μεταξύ τους καθώς και με άλλες συσκευές. Οι δύο γενικοί τύποι που μπορεί το plc να επικοινωνήσει με τις άλλες συσκευές είναι συνδέσεις σημείο προς σημείο ή συνδέσεις δικτύου.

Στις συνδέσεις σημείο προς σημείο δηλαδή με την σειριακή θύρα συνήθως συνδέουμε στο plc συσκευές όπως εκτυπωτές, drives κινητήρων, αναγνώστες barcode, υπολογιστές κ.α. Η σειριακή επικοινωνία είτε είναι ενσωματωμένη στον επεξεργαστή του plc είτε την αγοράζουμε σαν ξεχωριστή μονάδα. Μια σειριακή μονάδα είναι ουσιαστικά το μόνο εξάρτημα που χρειαζόμαστε για να συνδέσουμε δύο plc του ίδιου κατασκευαστή.

Όσο όμως τα συστήματα ελέγχου γίνονται όλο και περισσότερο πολύπλοκα τότε απαιτούν πιο αποτελεσματικές επικοινωνίες μεταξύ στα δύο plc. Ένα τοπικό δίκτυο ή LAN είναι ένα σύστημα που διασυνδέει σε επίπεδο δεδομένων τις διάφορες μονάδες με ένα

συγκεκριμένο όριο απόστασης που δεν ξεπερνάει τα ένα με δύο μίλια. Άρα ένα τοπικό δίκτυο δίνει τις εξής δυνατότητες στο plc μας:

- Ανταλλαγή πληροφοριών όσον αφορά την τρέχουσα κατάσταση των bits ανάμεσα σε δύο plc όπου το ένα θα καθορίζει την λειτουργία του άλλου.
- Γραφική απεικόνιση και παρακολούθηση των πληροφοριών από μία κεντρική τοποθεσία.
- Τα προγράμματα φορτώνονται στα plc από μία κεντρική τοποθεσία
- Δυνατότητα χρήσης πολλών μονάδων plc που λειτουργούν σε αρμονία για να επιτελέσουν ένα κοινό στόχο.

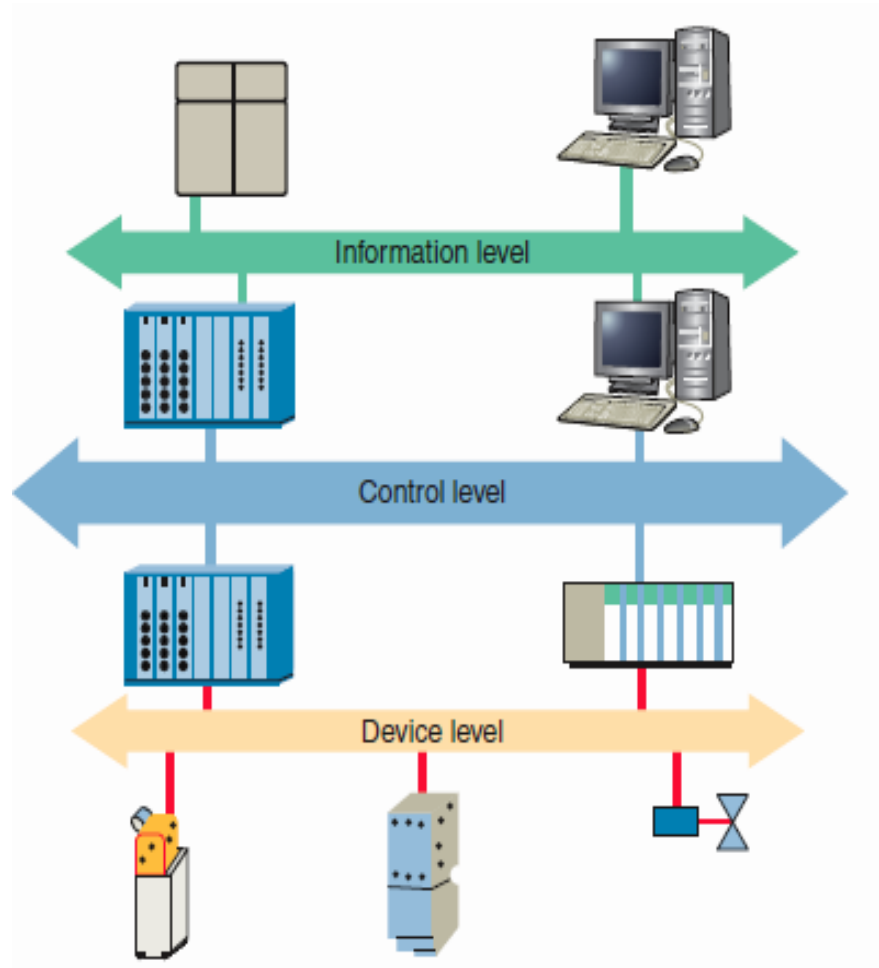
Όσον αφορά τα μέσα μετάδοσης είναι τα καλώδια μέσω των οποίων τα σήματα ελέγχου δεδομένων ρέουν στο δίκτυο. Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι ομοαξονικό, συνεστραμμένου ζεύγους ή οπτικές ίνες. Κάθε καλώδιο από τα προαναφερόμενα έχει διαφορετική ηλεκτρική χωρητικότητα και μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο κατάλληλο για το εκάστοτε περιβάλλον δικτύου που θέλουμε να το τοποθετήσουμε. Αξίζει να σημειωθεί πάντως ότι δεν μεταφέρουν όλα τα μέσα πληροφορία. Για παράδειγμα το ασύρματο δίκτυο WI-FI όπου η πληροφορία εκπέμπεται σε κύματα μέσω του αέρα.

Στις βιομηχανικές εφαρμογές τα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιούνται συνήθως σαν συστήματα επικοινωνίας για κατανεμημένο έλεγχο. Ένα τέτοιο σύστημα χρησιμοποιεί μεμονωμένους ελεγκτές για να ελέγχει τα υποσυστήματα μια μηχανής ή μιας διαδικασίας. Η προσέγγιση αυτή είναι εντελώς αντίθετη με τον κεντρικό έλεγχο στον οποίο ένας μόνο ελεγκτής επιτελεί το σύνολο της εφαρμογής.

Μία άλλη χρήση όμως που μπορούμε να συναντήσουμε τα τοπικά δίκτυα είναι η εποπτεία ελέγχου και απόκτησης δεδομένων. Σε αυτήν την περίπτωση το τοπικό δίκτυο επιτρέπει την συλλογή και την επεξεργασία δεδομένων για μια ομάδα ελεγκτών χρησιμοποιώντας έναν υπολογιστή υποδοχής σαν κεντρικό σημείο για την συλλογή δεδομένων.

Έτσι ανάλογα την λειτουργία των βιομηχανικών δικτύων έχουμε ξεχωρίσει τρία γενικά επίπεδα:

- Επίπεδο συσκευής: αυτό το επίπεδο περιλαμβάνει διάφορους αισθητήρες και συσκευές ενεργοποίησης των μηχανών και διαδικασιών
- Επίπεδο ελέγχου: το επίπεδο του ελέγχου θα είναι τα δίκτυα που συνδέονται οι βιομηχανικοί αισθητήρες. Οι επικοινωνίες στο επίπεδο ελέγχου περιλαμβάνουν την ανταλλαγή εισόδων και εξόδων και δεδομένων μεταξύ των plc.
- Επίπεδο πληροφοριών: το επίπεδο αυτό αποτελείται από τα επαγγελματικά δίκτυα της εταιρίας και τους υπολογιστές. Αυτό το επίπεδο μπορεί επίσης να περιλαμβάνει χρονοδιάγραμμα, πωλήσεις ή διαχείριση.



ΓΛΩΣΣΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ PLC

Για να προγραμματίσουμε τους μικροελεγκτές μπορούμε να επιλέξουμε μέσα από τρεις γλώσσες προγραμματισμού ανάλογα ποια γλώσσα μας είναι πιο οικεία. Οι τρεις γλώσσες αυτές είναι οι: STL, FBD και LADDER.

- Η γλώσσα LADDER είναι μια γραφική απεικόνιση με διαδικασία σκαλοπατιών της λογικής.
- Η γλώσσα FBD είναι γραφική απεικόνιση της ροής των διαδικασιών με την χρήση απλών και σύνθετων διασυνδεμένων μπλοκ.
- Η γλώσσα STL αποτελείται από εντολές της assembly, από εντολές που αφορούν λογικές πύλες καθώς και εντολές για διάφορα χρονικές λειτουργίες που χρειαζόμαστε ανάλογα την περίπτωση. (Την γλώσσα αυτήν εφαρμόσαμε στην εργασία μας)

Η γλώσσα LADDER είναι η πιο χρησιμοποιούμενη γλώσσα plc λόγω του ότι δεν χρειάζονται ειδικές γνώσεις από τους μηχανικούς για να προγραμματίσουν σε αυτήν (καθώς

το μόνο υπόβαθρο που χρειάζεται να έχουν είναι η λογική λειτουργία των λογικών πυλών (AND, OR, NOT) και έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να μιμείται την λογική των ρελέ. Πρέπει λοιπόν να τονιστεί ο μεγάλος βαθμός που συνδέεται η γλώσσα αυτή με το ενσύρματο κύκλωμα ρελέ. Η μόνη ίσως διαφορά που συναντάμε ανάμεσα στα διάφορα plc του κάθε κατασκευαστή είναι ο τρόπος ονομασίας των εισόδων και εξόδων.

Η γλώσσα FBD χρησιμοποιεί οδηγίες που είναι προγραμματισμένες και αποθηκευμένες στο λογισμικό σαν μπλοκ που διασυνδέονται μεταξύ τους για να επιτελέσουν μια λειτουργία. Οι πιο χαρακτηριστικοί τύποι μπλοκ που συναντάμε στην γλώσσα αυτή είναι: λογικές πύλες, χρονομετρητές, και απαριθμητές. Η πρωταρχική ιδέα χρησιμοποιώντας τα διαγράμματα block είναι η ροή δεδομένων. Έτσι λοιπόν τα μπλοκ συνδέονται μεταξύ τους για να ολοκληρώσουν ένα κύκλωμα που ικανοποιεί την διαδικασία ελέγχου που θέλουμε να πραγματοποιήσουμε ακολουθώντας την διαδρομή: τα δεδομένα ρέουν από τις εισόδους στα διαγράμματα των μπλοκ και από εκεί στις εξόδους όπως υπαγορεύει το πρόγραμμα.

Η γλώσσα STL είναι υψηλού επιπέδου που χρησιμοποιείται για πολύ πολύπλοκες διαδικασίες που δεν μπορούν εύκολα να εκφραστούν με γραφική απεικόνιση. Για να προγραμματίσει κάποιος μηχανικός σε αυτήν την γλώσσα θα πρέπει να γνωρίζει καλά τις εντολές όσον αφορά την σύνταξή τους καθώς και την λειτουργία τους.

Προγραμματισμός PLC της οικογένειας S7

Συσχέτιση προγράμματος με εισόδους – εξόδους

Η χρησιμοποίηση μιας S7 CPU είναι αρκετά απλή :

1. Η CPU διαβάζει την κατάσταση των εισόδων.
2. Το πρόγραμμα που είναι αποθηκευμένο στην CPU χρησιμοποιεί αυτές τις εισόδους για να δώσουν τιμές στο control logic. Καθώς το πρόγραμμα τρέχει η CPU ανανεώνει τα δεδομένα.
3. Η CPU γράφει τα δεδομένα στις εξόδους.

Γλώσσες προγραμματισμού και editors σε ένα S7

Το S7 έχει πολλούς τύπους από εντολές που μας βοηθάει να χρησιμοποιούμε μεγάλη ποικιλία από αυτοματισμούς. Υπάρχουν 2 βασικά σετ εντολών διαθέσιμα σε μια S7 CPU : Simatic και IEC. Επίσης από το λογισμικό του υπολογιστή (STEP 7-Micro/Win 32) μας παρέχονται Editors ώστε να μπορούμε να δημιουργήσουμε προγράμματα ελέγχου με τις εντολές τους. Έχουμε τη δυνατότητα να δημιουργήσουμε προγράμματα σε περιβάλλον με

σχήματα (LAD-FBD) είτε προγράμματα σε μορφή κειμένου (STL). Έχουμε δηλαδή 2 βασικές επιλογές για δημιουργία προγραμμάτων :

1. Το σετ εντολών που θα χρησιμοποιήσουμε (Simatic ή IEC).
2. Τον τύπο του editor που θα χρησιμοποιήσουμε (STL, LAD ή FBD).

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται και οι συνδιασμοί ανάμεσα σε editors και σετ εντολών :

SIMATIC Instruction set	IEC 1131-3 Instruction set
Statement List (STL) Editor	STL (δεν είναι διαθέσιμη)
Ladder Logic (LAD) Editor	Ladder Logic (LAD) Editor
Function Block (FBD) Editor	Function Block (FBD) Editor

Statement List Editor (STL)

Ο STL Editor μας επιτρέπει να δημιουργούμε προγράμματα ελέγχου με την είσοδο του στις εντολές μνήμης. Γενικά είναι ο προσητός στους προγραμματιστές που είναι εξοικειωμένοι με τα PLC και τον λογικό προγραμματισμό. Επιπλέον ο STL Editor μας επιτρέπει να δημιουργήσουμε προγράμματα που δεν θα μπορούμε να τα δημιουργήσουμε με την LAD και το FBD λόγω της δυνατότητας της STL να προγραμματίζει την CPU στην θεμέλια γλώσσα της ενώ οι άλλοι editorsόσουν τα σχήματα τους έτσι ώστε να γίνουν τα διαγράμματα τους σωστά.. Με το STL η CPU εκτελεί κάθε εντολή με την σειρά που υπαγορεύεται στο πρόγραμμα μας από την αρχή προς το τέλος και ξαναρχίζει από την αρχή. Η STL μοιάζει πολύ με την Assembly διότι και οι δυο χρησιμοποιούν ένα λογικό Stack (Σωρός) για να αναλύσουν την λογική ελέγχου. Οι Editors LAD και FBD αυτόματα εισχωρούν τις εντολές που είναι απαραίτητες για να καθοδηγήσουν την λειτουργία του σωρού.

Οργάνωση των Προγραμμάτων

Προγράμματα για μια S7 CPU απαρτίζονται από τρία βασικά στοιχεία , το βασικό πρόγραμμα , τις υπορουτίνες και τις Interrupt ρουτίνες. Οι δομές που απαρτίζεται ένα πρόγραμμα είναι οι ακόλουθες:

1. Το κυρίως πρόγραμμα. Το κυρίως σώμα του προγράμματος είναι εκεί που τοποθετούμε τις εντολές που ελέγχουν την εφαρμογή μας. Οι εντολές εκτελούνται διαδοχικά μια φορά σε κάθε σάρωση της CPU.
2. Interrupt ρουτίνες. Αυτά τα προαιρετικά στοιχεία του προγράμματος μας εκτελούνται σε κάθε εμφάνιση ενός περιστατικού διακοπής.

3. Υπορουτίνες. Αυτά τα προαιρετικά σετ εντολών εκτελούνται μόνο όταν καλούνται απο το κυρίως πρόγραμμα ή μια Interrupt ρουτίνα.

Κύκλος Σάρωσης της CPU

Η S7 CPU είναι σχεδιασμένη για να εκτελεί μια σειρά απο ενέργειες συμπεριλαμβανόμενου και της επανάληψης του προγράμματος. Αυτή η κυκλική εκτέλεση των ενεργειών ονομάζεται κ'θκλος σάρωσης (Scan Cycle). Κατα την διάρκεια του κύκλου σάρωσης όπως φαίνετε και παρακάτω η CPU εκτελεί τις περισσότερες ή όλες τις ενέργειες :

1. Διαβάζει τις εισόδους : Κάθε κύκλος σάρωσης αρχίζει με το διάβασμα της τρέχουσας τιμής των ψηφιακών εισόδων και μετα γράφοντας τις τιμές στον καταχωριτή. Η CPU καταχωρεί στον καταχωριτή εισόδου αυξήσεις των 8 bit. Εάν η CPU δεν παρέχει ένα φυσικό σημείο εισόδου για κάθε bit του καταχωρημένου byte δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτα τα bits στο πρόγραμμα μας. Η CPU τοποθετεί αυτες τις αχρησιμοποίητες εισόδους στο 0 στον καταχωρητή εικόνας σε κάθε σάρωση. Η CPU δεν ανανεώνει τις αναλογικές εισόδους σε κάθε σάρωση εκτός αν είναι διαθέσιμο ψηφιακό φίλτρο ενώ αν δεν είναι διαθέσιμο η CPU διαβάζει την τιμή της αναλογικής εισόδου απο την υπομονάδα κάθε φορά που το πρόγραμμα μας εισχωρεί στην αναλογική είσοδο.
2. Εκτελεί το πρόγραμμα : Κατα την φάση εκτέλεσης ενός κύκλου σάρωσης η CPU εκτελεί το πρόγραμμα μας ξεκινώντας απο την πρώτη εντολή και καταλήγει στην τελευταία. Η άμεσες I/O εντολές μας δίνουν άμεση πρόσβαση στις εισόδους και στις εξόδους κατά την διάρκεια της εκτέλεσης είτε του προγράμματος είτε μιας Interrupt ρουτίνας. Αν χρησιμοποιήσουμε Interrupts στο πρόγραμμα μας οι Interrupt ρουτίνες που συνεργάζονται με τα Interrupt αποτελέσματα, αποθηκεύονται σαν μέρος του προγράμματος. Οι Interrupt ρουτίνες δεν εκτελούνται όταν ένα γεγονός Interrupt λάβει μέρος.
3. Επεξεργάζεται κάθε αίτημα για επικοινωνία : Κατα την διάρκεια της φάσης επεξεργασίας μηνύματος ενός κύκλου σάρωσης, η CPU επεξεργάζεται τα μηνύματα που έλαβε απο την θύρα επικοινωνίας.
4. Εκτελεί τα διαγνωστικά τεστ της CPU : Κατα την διάρκεια αυτής της φάσης του κύκλου σάρωσης , η CPU ελέγχει το λογισμικό της και την μνημη του προγραμματισμού (μόνο σε RUN mode).
5. Γράφει στις εξόδους : Στο τέλος κάθε κύκλου σάρωσης , η CPU γράφει τις τιμές που είναι αποθηκευμένες στο καταχωριτή επεξεργασίας εικόνας εξόδου , στις ψηφιακές εξόδους. Όταν η κατάσταση λειτουργίας της CPU αλλάξει απο RUN σε STOP οι ψηφιακές έξοδοι τοποθετούνται στις τιμές που καθορίστηκαν ή μένουν στην παρούσα κατάσταση τους.

Η σειρά που εκτελούνται οι εργασίες κατά την διάρκεια του κύκλου σάρωσης καθορίζεται από την κατάσταση λειτουργίας (Mode) της CPU. Η S7 CPU έχει δύο mode λειτουργίας το STOP mode και το RUN mode. Η κύρια διάφορα μεταξύ τους είναι ότι στο ένα το πρόγραμμα μας δεν εκτελείται ενώ στο άλλο εκτελείται.

Διακοπή κύκλου σάρωσης

Αν χρησιμοποιούμε Interrupts στο πρόγραμμα μας οι ρουτίνες που συνεργάζονται με το κάθε Interrupt αποθηκεύονται σαν μέρος του προγράμματος. Οι Interrupt ρουτίνες δεν εκτελούνται σαν μέρος του κανονικού κύκλου σάρωσης αλλά εκτελούνται όταν ένα γεγονός Interrupt συμβαίνει.

Άμεσες I/O

Οι άμεσες I/O εντολές επιτρέπουν άμεση πρόσβαση στο ακριβές σημείο εισόδου ή εξόδου ακόμα και όταν οι καταχωριτές εικόνας χρησιμοποιούνται κανονικά είτε σαν πηγή είτε σαν προορισμός για τις I/O προσβάσεις. Η ανταποκρινόμενη τοποθεσία του καταχωριτή επεξεργασίας εικόνας εισόδου δεν τροποποιείται όταν χρησιμοποιούμε μια άμεση εντολή για να έχουμε πρόσβαση σε ένα σημείο εισόδου. Η ανταποκρινόμενη τοποθεσία του καταχωριτή επεξεργασίας εικόνας εξόδου ανανεώνεται ταυτόχρονα όταν χρησιμοποιούμε μια άμεση εντολή για να έχουμε πρόσβαση σε ένα σημείο εξόδου.

Εντολές Λογικών Μανδαλώσεων

Εντολή AND (A)

Έστω ότι έχουμε 2 διακόπτες Δ1 και Δ2 (επαφές ανοιχτές) συνδεδεμένους σε σειρά και θέλουμε να ανάβει λυχνία Λ1 όταν είναι κλειστοί και οι 2 διακόπτες ταυτόχρονα (έχουν σήμα '1').

LD I0.0

LD I0.1

A I0.0

A I0.1

= Q0.0

END

Η ύπαρξη τάσης σε μια είσοδο-έξοδο του PLC μεταφράζεται σε σήμα '1'. Έτσι όταν ρωτάμε για την ύπαρξη σήματος '1' η εντολή στο πρόγραμμα είναι η A I0.0 (όπου

I0.0 είναι η πρώτη είσοδος του PLC). Για να φορτώσουμε την εντολή (A) στην είσοδο που έχουμε επιλέξει χρησιμοποιούμε την εντολή Load (LD I0.0). Έτσι στο παραπάνω παράδειγμα η εντολές LD I0.0 και LD I0.1 φορτώνουν τις εντολές (A) στις εισόδους I0.0 και I0.1. Η εντολή A I0.0 ρωτάει αν και στην είσοδο I0.0 έχουμε σήμα "1" και η εντολή A I0.1 ρωτάει αν και στην είσοδο I0.1 έχουμε σήμα "1". Αν ισχύουν οι 2 αυτές συνθήκες τότε ενεργοποιείται η έξοδος Q0.0 που έχουμε ορίσει με την εντολή = Q0.0 . Επομένως όταν οι δυο διακόπτες είναι ανοικτοί έχουμε κλειστή την λυχνία στην έξοδο. Όταν ο ένας διακόπτης είναι ανοικτός και ο άλλος είναι κλειστός έχουμε και πάλι κλειστή την λυχνία εξόδου. Τέλος στην περίπτωση που οι διακόπτες στην είσοδο είναι και οι δυο κλειστοί τότε ανάβει η λυχνία εξόδου.

Εντολή AND NOT (AN)

Έστω ότι έχουμε 2 διακόπτες Δ1 και Δ2 (επαφές ανοιχτές) συνδεδεμένους σε σειρά και θέλουμε να ανάβει η λυχνία Λ1 όταν και οι δυο διακόπτες είναι ανοιχτοί (δηλαδή να έχουν σήμα μηδέν).

```
LDN I0.0
LDN I0.1
AN I0.0
AN I0.1
= Q0.0
END
```

Σε αυτή την περίπτωση η ερώτηση για σήμα μηδέν σε μια είσοδο-έξοδο του PLC γίνεται με την εντολή AN. Για να φορτώσουμε την εντολή αυτή στην είσοδο που έχουμε επιλέξει χρησιμοποιούμε την εντολή LDN. Έτσι στο παραπάνω παράδειγμα οι εντολές LDN I0.0 και LDN I0.1 φορτώνουν τις εντολές AN I0.0 και AN I0.1 αντίστοιχα στους διακόπτες που έχουμε επιλέξει. Έτσι λοιπόν η εντολή AN I0.0 ρωτάει αν και στην είσοδο I0.0 έχουμε σήμα "0" και η εντολή AN I0.1 ρωτάει αν και στην είσοδο I0.1 έχουμε "0". Αν ισχύουν οι 2 συνθήκες τότε ενεργοποιείται η έξοδος :0.0 που έχουμε ορίσει με την εντολή =Q0.0. Άρα όταν οι δυο διακόπτες είναι ανοικτοί έχουμε ανοικτή την λυχνία στην έξοδο. Σε οποιονδήποτε άλλο συνδιασμό των διακοπών η λυχνία εξόδου θα παραμείνει κλειστή.

Εντολή OR(O)

Έστω ότι έχουμε δυο διακόπτες Δ1 και Δ2 (επαφές ανοιχτές) και θέλουμε να ανάβει η λυχνία Λ1 όταν πατηθεί τουλάχιστον ένας ή και οι δυο διακόπτες ταυτόχρονα.

```
LD I0.0
LD I0.1
O I0.0
O I0.1
= Q0.0
END
```

Εδώ η ερώτηση για σά "1" σε μια είσοδο-έξοδο το PLC γίνεται με την τολή O (OR). Για να φορτώσουμε την εντολή αυτή στην είσοδο που έχουμε επιλέξει χρησιμοποιούμε την εντολή LD. Έτσι στο παραπάνω παράδειγμα οι εντολές LD I0.0 και LD I0.1 φορτώνουν τις εντολές O I0.0 και O I0.1 αντιστοίχα στους διακόπτες που έχουμε επιλέξει. Έτσι λοιπόν η εντολή O I0.0 ρωτάει είτε στην είσοδο I0.0 έχουμε σήμα "1" και η εντολή O I0.1 ρωτάει είτε στην είσοδο I0.1 έχουμε "1" δηλαδή αν ένας από τους δυο διακόπτες είναι κλειστός ή και οι δύο είναι κλειστοί τότε ενεργοποιείται η έξοδος Q0.0 που έχουμε ορίσει με την εντολή = Q0.0. Δηλαδή όταν οι δυο διακόπτες είναι ανοιχτοί έχουμε κλειστή την λυχνία στην έξοδο. Σε οποιονδήποτε άλλο συνδυασμό των ακοπτών η λυχνία εξόδου θα παραμείνει ανοιχτή.

Εντολή OR NOT (ON)

Έστω ότι έχουμε δυο διακόπτες Δ1 και Δ2 (επαφές ανοιχτές) και θέλουμε να ανάβει η λυχνία Λ1 είτε όταν και οι δυο διακόπτες είναι ανοιχτοί (δηλαδή μηδέν), είτε όταν ένας από τους δυο είναι ανοιχτός.

```
LDN I0.0
LDN I0.1
ON I0.0
ON I0.1
= Q0.0
END
```

Εδώ η ερώτηση για σήμα μηδέν σε μια είσοδο-έξοδο του PLC γίνεται με την εντολή ON (OR NOT). Για να φορτώσουμε την εντολή αυτή στην είσοδο που έχουμε επιλέξει χρησιμοποιούμε την εντολή LDN. Έτσι στο παραπάνω παράδειγμα οι εντολές LDN I0.0 και LDN I0.1 φορτώνουν τις εντολές ON I0.0 και ON I0.1 αντίστοιχα στους διακόπτες που έχουμε επιλέξει. Έτσι λοιπόν η εντολή ON I0.0 ρωτάει είτε στην είσοδο I0.0 έχουμε σήμα "0" και η εντολή ON I0.1 ρωτάει είτε στην είσοδο I0.1 έχουμε "0". Αν ισχύουν οι δυο συνθήκες τότε ενεργοποιείται η έξοδος Q0.0 που έχουμε ορίσει με την εντολή = Q0.0. Οπότε όταν οι δυο διακόπτες είναι κλειστοί έχουμε κλειστή την λυχνία στην έξοδο. Σε κάθε άλλο συνδυασμό των διακοπτών η λυχνία εξόδου θα παραμείνει ανοιχτή.

Εντολή NOT

Η εντολή NOT κάνει αλλαγή στην κατάσταση των εισόδων ή των εξόδων. Δηλαδή αν το σήμα μιας ή παραπάνω εισόδων-εξόδων είναι "1" τότε το κάνει "0" και αντίστροφα. Έτσι λοιπόν στο παράδειγμα της εντολής A αν βάλουμε ένα NOT πριν την εντολή εξόδου τότε θα έχουμε τα αντίστροφα αποτελέσματα.

```
LD I0.0
LD I0.1
A I0.0
A I0.1
NOT
= Q0.0
END
```

Όταν οι δυο διακόπτες είναι ανοιχτοί έχουμε ανοιχτή την λυχνία στην έξοδο. Σε κάθε άλλο συνδυασμό των δυο διακοπτών η λυχνία στην έξοδο θα παραμένει κλειστή.

Εντολές Αυτοσυγκράτησης S-R (SET-RESET)

Αντίθετα με την εντολή (=) η εντολή SET (S) ενεργοποιεί μια έξοδο έστω και αν στιγμιαία το (αποτέλεσμα λογικής επεξεργασίας (RLO) δηλαδή το αποτέλεσμα που παράγει κάθε δυαδική λογική λειτουργία που μπορεί να είναι ή "1" ή "0" και ορίζει ροή ή διακοπή της ροής ρεύματος αντίστοιχα) γίνει "1" και κρατά αυτήν την κατάσταση συνεχώς. Για να υπάρξει απενεργοποίηση χρειάζεται μια άλλη εντολή αποδιέγερσης την εντολή RESET(R). Οι εντολές SET και RESET συντάσσονται ως εξής:

1. Θέλουμε να βάλουμε τιμή "1" σε μια έξοδο (δηλαδή να την ενεργοποιήσουμε) με το πάτημα ενός διακόπτη στην είσοδο.

```
LD I0.0
S Q0.0,1
END
```

Σύμφωνα με το παραπάνω πρόγραμμα όταν πατήσουμε τον διακόπτη I0.0 θα εκτελεστεί η εντολή S Q0.0,1 και θα ενεργοποιήσει την έξοδο Q0.0.

2. Θέλουμε να βάλουμε τιμή "0" σε μια έξοδο με το πάτημα ενός διακόπτη στην είσοδο.

```
LD I0.0
R Q0.0,1
END
```

Σύμφωνα με το παραπάνω πρόγραμμα όταν πατήσουμε τον διακόπτη I0.0 θα εκτελεστεί η εντολή R Q0.0,1 όπου θα απενεργοποιήσει την έξοδο Q0.0 αν βεβαίως αυτή είναι αρχικά ενεργοποιημένη αλλιώς αν όχι τότε θα παραμείνει όπως είναι και μετά την εκτέλεση του προγράμματος. Τι γίνεται όμως στην περίπτωση που ισχύουν και οι δυο συνθήκες SET-RESET ταυτόχρονα. Τότε ακολουθείται ο πρακτικός κανόνας ότι δηλαδή εκτελείται αυτό που είναι τελευταίο στην ακολουθία του προγράμματος.

```
LD I0.0
S Q0.0,1
LD I0.1
R Q0.0,1
END
```

Όταν πατηθεί ο διακόπτης I0.0 τότε θα ανάψει (θα πάρει τιμή '1') η έξοδος. Αν στην συνέχεια πατήσουμε τον διακόπτη I0.1 τότε από τιμή '1' θα έχουμε τιμή '0' δηλαδή κλείσιμο της εξόδου.

Χρονικά (Timers)

Τα χρονικά είναι προγραμματιστικές δομές που υλοποιούν και επιτηρούν χρονικά συνδεδεμένες διαδικασίες. Οι εντολές των χρονικών επιτρέπουν στο πρόγραμμα μας να εκτελεί τις παρακάτω λειτουργίες:

1. Χρόνος αναμονής
2. Χρόνος επιτήρησης
3. Δημιουργία παλμοσειρών για να αναβοσβήνουμε μια λυχνία
4. Μέτρηση χρόνου

On Delay Timer (TON)

Αυτό το χρονικό ενεργοποιείται εφόσον συμβεί μεταβολή από λογικό '0' σε λογικό '1'. Τα αποτελέσματα στην έξοδο θα φανούν όταν περάσει ο χρόνος με την προϋπόθεση ότι δεν έχει συμβεί άλλη μεταβολή. Όταν περάσει ο χρόνος το χρονικό δεν θα ξαναξεκινήσει έστω και αν το αποτέλεσμα της μανδάλωσης παραμείνει '1'. Για νέο ξεκίνημα πρέπει το αποτέλεσμα να γίνει '0' (έστω και στιγμιαία) όποτε και το χρονικό αποδιεγέρεται και κατόπιν πάλι '1'. Ο Timer TON συντάσσεται ως εξής: Txxx,

PT. Στον παρακάτω πίνακα βρίσκονται οι χρονικές τιμές που μπορεί να πάρει ο TON:

Τύπος Χρονικού	Τιμές σε ms	Max τιμή σε sec	Αριθμός Timer
TON	1 ms	32,767 sec	T32, T96
	10 ms	327,67 sec	T33-T36, T97-T100

	100 ms	3276,7 sec	T37-T63, T101-T255
--	--------	------------	--------------------

Παράδειγμα: Με το πάτημα του διακόπτη Δ1 θέλουμε να ανάβει η λυχνία εξόδου Λ1 και να παραμένει ανοιχτή για 2 sec.

```
LD I0.0
S Q0.0,1
TON T37,+20
LD T37
R Q0.0,1
END
```

Στο πρόγραμμα αυτο πατώντας τον διακόπτη I0.0 κάνουμε SET στην έξοδο Q0.0 με την εντολή S Q0.0,1 δηλαδή ανάβουμε την λυχνία. Ταυτόχρονα αρχίζει να μετράει ο timer με την εντολή TON T37,+20 για $20 \cdot 100\text{ms} = 2\text{sec}$ και όταν φθάσει την τιμή αυτή γίνεται RESET στην έξοδο με την εντολή R Q0.0,1.

Off Delay Timer (TOF)

Το χρονικό αυτο ενεργοποιείται όταν η είσοδος απενεργοποιηθεί δηλαδή όταν έχουμε μεταβολή της εισόδου απο "0" σε "1" και πάλι σε "0". Μόλις λοιπόν η είσοδος απενεργοποιηθεί τότε το χρονικό αυτό ξεκινάει την μέτρηση του για το χρονικό διάστημα που του έχουμε προσδώσει. Αν η είσοδος παραμείνει απενεργοποιημένη για περισσότερο χρονικό διάστημα απο την διάρκεια του χρονικού τότε αυτο θα σταματήσει την μέτρηση και θα παραμείνει σταθερό στην τελική του τιμή ώσπου να ενεργοποιήσουμε την είσοδο και πάλι όπου το χρονικό μηδενίζεται. Με την επόμενη ενεργοποίηση της εισόδου ξεκινάει η ίδια διαδικασία. Ο Timer TOF συντάσσεται ως εξής : Txxx, PT

.Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται οι χρονικές τιμές που μπορεί να πάρει ο TOF:

Τύπος Χρονικού	Τιμές σε ms	Max τιμή σε sec	Αριθμός Timer
TOF	1 ms	32,767 sec	T32, T96
	10 ms	327,67 sec	T33-T36, T97-T100
	100 ms	3276,7 sec	T37-T63, T101-T255

Παράδειγμα: Με το πάτημα του διακόπτη Δ1 θέλουμε να ανάβει η λυχνία εξόδου Λ1 και να παραμένει ανοιχτή. Όταν κλείσουμε τον διακόπτη θέλουμε η λυχνία να κλείσει μετα απο 5 sec.

```
LD I0.0
S Q0.0,1
TOF T33,+500
LD T33
R Q0.0,1
END
```

Στο πρόγραμμα αυτο πατώντας τον διακόπτη I0.0 κάνουμε Set στην έξοδο Q0.0 με την εντολή S Q0.0,1 δηλαδή ανάβουμε την λυχνία. Όταν ανοίξουμε το διακόπτη αρχίζει να μετράει ο timer μρ την εντολή TOF T33,+500 για $500 \cdot 10\text{ms} = 5\text{sec}$ και όταν φτάσει την τιμή αυτη γίνεται RESET στην έξοδο με την εντολή R Q0.0,1.

On Delay Timer με Συγκράτηση (TONR)

Το χρονικό αυτο ενεργοποιείται εφόσον συμβεί μεταβολή απο το "0" σε "1". Για όση ώρα έχουμε κατάσταση "1" το χρονικό θα μετράει ωστόσο φθάσει την τελική του τιμή που εμείς του έχουμε δώσει μέσα στο πρόγραμμα μας. Αν υπάρχει κατάσταση "1" περισσότερη ώρα απο τον χρόνο που έχουμε ορίσει στο χρονικό να μετρήσει τότε αυτο αφού πάρει την τελική του τιμή θα παραμείνει σε αυτη μέχρι την αλλαγή κατάστασης. Αν έχουμε αλλαγή κατάστασης απο "1" σε "0" πριν το χρονικό φθάσει στην τελική του τιμή τότε κρατάει την τιμή που έχει εκείνη την χρονική στιγμή της αλλαγής της κατάστασης μέχρι την επόμενη αλλαγή δηλαδή απο "0" σε "1" όπου και συνεχίζει να μετράει απο την τιμή αυτη ως την τελική του τιμή. Το χρονικό αυτο δεν μηδενίζεται όσες αλλαγές καταστάσεων και αν γίνουν . Για να καταφέρουμε τον μηδενισμό του χρησιμοποιούμε την εντολή RESET και μόνο. Ο Timer TONR συντάσσεται ως εξής :

Txxx, PT ενώ ο πίνακας με τα χρονικά του είναι ο παρακάτω:

Τύπος Χρονικού	Τιμές σε ms	Max τιμή σε sec	Αριθμός Timer
TONR	1 ms	32,767 sec	T0, T64
	10 ms	327,67 sec	T1-T4, T65-T68
	100 ms	3276,7 sec	T5-T31, T169-T95

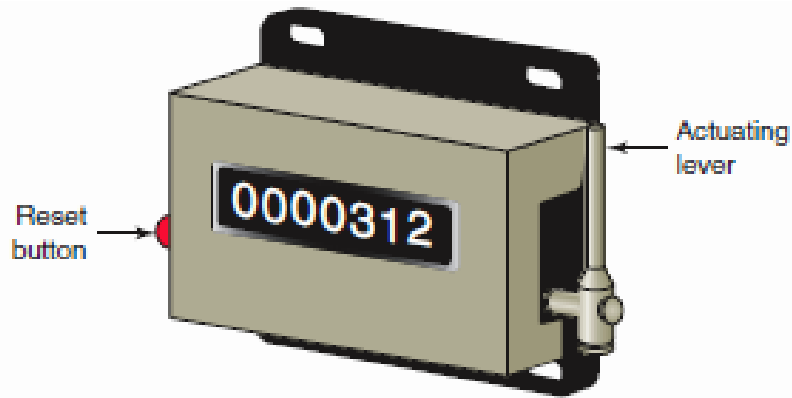
Παράδειγμα: Με το πάτημα του διακόπτη Δ1 θέλουμε να ανάβει η λυχνία εξόδου Λ1 και να παραμένει ανοιχτή. Θέλουμε η λυχνία να κλείσει όταν ο συνολικός χρόνος που ο διακόπτης είναι κλειστός (έχει σήμα ``1``) να είναι 5sec ανεξάρτητα αν ανοίξουμε (σήμα ``0``) τον διακόπτη για κάποια χρονικά διαστήματα πριν την συμπλήρωση του χρονικού αυτού. Ακόμα να δοθεί δυνατότητα επανάληψης του προγράμματος για όσες φορές επιθυμούμε.

```
LD          I0.0
S           Q0.0,1
TONR       T5,+50
LD          T5
R           Q0.0,1
LD          I0.1
R           T5,1
END
```

Στο πρόγραμμα αυτο πατώντας τον διακόπτη I0.0 κάνουμε SET στην έξοδο Q0.0 με την εντολή S Q0.0,1 δηλαδή ανάβουμε την λυχνία. Όταν ανοίξουμε το διακόπτη αρχίζει να μετράει ο timer με την εντολή TONR T5,+50 για $500 \cdot 10\text{ms} = 5\text{sec}$. Αν πριν την συμπλήρωση του χρόνου αυτού ο διακόπτης I0.0 ανοίξει τότε το T5 κρατάει την τιμή που έχει εκείνη την χρονική στιγμή μέχρι να ξανακλείσει ο I0.0 όπου και συνεχίζει την μέτρηση του απο αυτη την τιμη μέχρι τα 5sec. Για να επαναλάβουμε την μέτρηση πρέπει να κάνουμε RESET στον T5 με κάποιον διακόπτη που έχουμε ορίσει .Το RESET αυτο θα γίνει με την εντολή R T5,1.

Απαριθμητές (Counters):

Οι μετρητές αυτοί είναι προγραμματιζόμενοι και μπορούν να εξυπηρετήσουν την ίδια λειτουργία με τους μηχανικούς μετρητές. Οι μηχανικοί μετρητές όπως φαίνεται και παρακάτω στην εικόνα κάθε φορά που ο μοχλός χειρισμού έχει μετακινηθεί προς τα πάνω τότε ο μετρητής προσθέτει έναν αριθμό και κατόπιν ο μοχλός επιστρέφει αυτόματα στην αρχική θέση του. Η επαναφορά στο μηδέν γίνεται με το κουμπί που βρίσκεται στο αριστερό πλάι της μονάδας. Αντιθέτως οι ηλεκτρονικοί μετρητές μπορούν να μετρήσουν πάνω, κάτω ή ακόμα και να συνδυαστούν και να μετρούν και προς τα πάνω και προς τα κάτω.



Αν και στην πλειονότητα τους οι μετρητές που χρησιμοποιούνται στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι μετρητές που μετρούν προς τα πάνω ωστόσο πολλές φορές μας χρειάζονται και οι μετρητές που μετρούν προς τα κάτω ή και τα δύο. Όλοι οι κατασκευαστές plc προσφέρουν κάποια μορφή μετρητή ως μέρος του συνόλου των εντολών τους. Μία συνηθισμένη εφαρμογή των μετρητών είναι η παρακολούθηση του αριθμού αντικειμένων που περνάνε από ένα συγκεκριμένο σημείο. Οι μετρητές δηλαδή είναι παρόμοιοι με τα χρονόμετρα εκτός του ότι δεν λειτουργούν με ένα εσωτερικό ρολόι αλλά εξαρτώνται από εξωτερικό ή από τις πηγές του προγράμματος για την μέτρηση.

Κάπου εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι η συχνότητα με την οποία μπορούν να μετρήσουν οι απαριθμητές εξαρτάται από τον χρόνο σάρωσης του επεξεργαστή του plc και την ταχύτητα απόκρισης της κάρτας στην οποία συνδέεται το σήμα απαρίθμησης. όσο πιο μεγάλος είναι ο κύκλος σάρωσης του προγράμματος τόσο μικρότερη γίνεται και η συχνότητα με την οποία μπορούμε να μετρήσουμε παλμούς.

Αύξηση Περιεχομένου Απαριθμητή (CTU)

Η εντολή CTU μετράει προς τα πάνω ως την τιμή που έχουμε ορίσει στην είσοδο που χρησιμοποιούμε για τον απαριθμητή. Το περιεχόμενο του απαριθμητή αυξάνεται κατά ένα κάθε φορά που έχουμε μεταβολή της εισόδου αυτής από "0" σε "1". Όταν η τρέχουσα τιμή (Cxxx) του είναι ίση ή μεγαλύτερη από την πρωτοποθετημένη τιμή (PV) το bit του counter (Cxxx) ενεργοποιείται. Στον απαριθμητή γίνεται Preset όταν η είσοδος Preset ενεργοποιείται ενώ σταματάει την μέτρηση όταν φθάσει την τιμή PV. Ο απαριθμητής CTU συντάσσεται ως εξής: CTU Cxxx, PV

Παράδειγμα: Θέλουμε ανοίγοντας και κλείνοντας τον διακόπτη I0.0 τρεις φορές να ενεργοποιήσουμε την έξοδο Q0.0

```
LD          I0.0
LD          I0.1
CTU        C1,+3
LD          C1
=           Q0.0
END
```

Στο παραπάνω πρόγραμμα ορίζουμε την είσοδο I0.0 ως αυτήν που θα ματαβάλλει το περιεχόμενο του απαριθμητή και την είσοδο I0.1 ως αυτή που θα πρωτοποθετήσει την τιμή της αρεσκείας μας (εδώ είναι ``0``) στον απαριθμητή. Πρώτα πατάμε μια φορά τον διακόπτη I0.1 και στην συνέχεια ανοιγοκλείνουμε τον I0.0 για να αυξήσουμε το περιεχόμενο του απαριθμητή κατά 1 κάθε φορά. Η εντολή CTU C1,+3 μας δηλώνει ότι έχουμε έναν απαριθμητή προς τα πάνω που τον έχουμε ονομάσει C1 και η μέγιστη τιμή που μπορεί να φτάσει είναι το 3. Το φόρτωμα γίνεται με τη εντολή LD C1 και όταν αυτός γίνει ίσος με την μέγιστη τιμή θα ενεργοποιήσει την έξοδο Q0.0.

Μείωση Περιεχομένου Απαριθμητή (CTD)

Η εντολή CTD μετράει προς τα κάτω ως την πρωτοποθετημένη τιμή (PV) που έχουμε ορίσει στην είσοδο που χρησιμοποιούμε για τον απαριθμητή. Το περιεχόμενο του απαριθμητή μειώνεται κατά ένα κάθε φορά που έχουμε την μεταβολή της εισόδου αυτής από ``0`` σε ``1``. Όταν η τρέχουσα τιμή (Cxxx) του είναι ίση με μηδέν το bit του counter (Cxxx) ενεργοποιείται. Στον απαριθμητή γίνεται Preset όταν η είσοδος Preset ενεργοποιείται ενώ σταματάει την μέτρηση όταν φθάσει την τιμή μηδέν. Ο απαριθμητής CTU συντάσσεται ως εξής: CTD Cxxx, PV

Παράδειγμα: Θέλουμε ανοίγοντας και κλείνοντας τον διακόπτη I0.0 πέντε φορές να ενεργοποιήσουμε την έξοδο Q0.0

```
LD          I0.0
LD          I0.1
CTD        C34,+5
LD          C34
=           Q0.0
END
```

Στο παραπάνω πρόγραμμα ορίζουμε την είσοδο I0.0 ως αυτήν που θα μεταβάλει το περιεχόμενο του απαριθμητή και την είσοδο I0.1 ως αυτή που θα πρωτοποθετήσει την τιμή της αρεσκείας μας (εδώ είναι ``5``) στον απαριθμητή. Πρώτα πατάμε μια φορά τον διακόπτη I0.1 για να δώσουμε στον απαριθμητή την τιμή 5 και στη συνέχεια ανοιγοκλείνουμε τον I0.0 για να μειώσουμε το περιεχόμενο του απαριθμητή κατά 1 κάθε φορά. Η εντολή CTD C34,+5 μας δηλώνει ότι έχουμε έναν απαριθμητή προς τα κάτω που τον έχουμε ονομάσει C34 και η πρωτοποθετημένη τιμή από την οποία ξεκινά να μετράει είναι 5. Το φόρτωμα του γίνεται με την εντολή LD C34 και όταν αυτός γίνει ίσος με μηδέν τότε θα ενεργοποιηθεί η έξοδος Q0.0.

Αύξηση και Μείωση Περιεχομένου Απαριθμητή (CTUD)

Η εντολή CTUD είναι ένας συνδιασμός των δυο εντολών (CTU-CTD) και με αυτήν έχουμε την δυνατότητα να αυξήσουμε αλλά και να μειώσουμε ταυτόχρονα το περιεχόμενο ενός απαριθμητή. Κατά την εκτέλεση της εντολής αυτής χρησιμοποιούμε δυο εισόδους όπου η μια αυξάνει σε κάθε μετάβαση της από λογικό ``0`` σε λογικό ``1`` το περιεχόμενο ενός απαριθμητή κατά ένα, ενώ αντίστοιχα η άλλη μειώνει το περιεχόμενο του ίδιου απαριθμητή πάλι κατά ένα.

Παράδειγμα: Θέλουμε κατά την μετάβαση του διακόπτη I0.0 από λογικό ``0`` σε λογικό ``1`` πέντε φορές να ενεργοποιήσουμε την έξοδο Q0.0 έχοντας όμως την δυνατότητα ανάρτησης όσων μεταβάσεων έχουμε διαπράξει.

```
LD      I0.0
LD      I0.1
LD      I0.2
CTUD   C110,+5
LD      C110
=       Q0.0
END
```

Στο παραπάνω πρόγραμμα ορίζουμε την είσοδο I0.0 ως αυτήν που θα μεταβάλει το περιεχόμενο του απαριθμητή προς τα πάνω, την είσοδο I0.1 ως αυτήν που θα μεταβάλει το περιεχόμενο του απαριθμητή προς τα κάτω και την είσοδο I0.2 ως αυτή που θα πρωτοποθετήσει την τιμή της αρεσκείας μας (εδώ είναι 0) στον απαριθμητή. Πρώτα πατάμε μια φορά τον διακόπτη I0.2 για να δώσουμε στον απαριθμητή την τιμή ``0`` και στη συνέχεια ανοιγοκλείνουμε τον I0.0 ή τον I0.1 για να αυξήσουμε ή να μειώσουμε το περιεχόμενο του απαριθμητή κατά 1 κάθε φορά. Η εντολή CTUD C110,+5 μας δηλώνει ότι έχουμε έναν απαριθμητή πάνω-κάτω που τον έχουμε ονομάσει C110. Το φόρτωμα του γίνεται με την εντολή LD C110 και όταν αυτός γίνει ίσος με 5 τότε θα ενεργοποιηθεί

την έξοδο Q0.0. Αν έχει την τιμή 5 και πατήσουμε τον διακόπτη I0.1 μια ή ακι παραπάνω φορές η τιμή του απαριθμητή θα μειωθεί και η έξοδος Q0.0 θα απενεργοποιηθεί.

Συγκρίσεις (Compares)

Οι λειτουργίες σύγκρισης συγκρίνουν δυο ψηφιακές τιμές που βρίσκονται στον AC1 και η άλλη στον AC2. Το αποτέλεσμα της σύγκρισης επηρεάζει το RLO και με αυτο μπορούμε να πάρουμε κάποιες αποφάσεις , για παράδειγμα όταν η στάθμη μιας δεξαμενής φθάσει το 90% του μέγιστου επιτρεπτού να ανάβει μια λυχνία. Οι συγκρίσεις γίνονται στην CPU ανεξάρτητα απο την τιμή του RLO εκτελούνται δηλαδή άσχετα απο την ικανοποίηση η μη κάποιων συνθηκών ή λογικών μανδαλώσεων. Όταν εκτελεστεί μια σύγκριση δεν τροποποιείται και το περιεχόμενο των δυο Accumulators (AC1-AC2). Στην περίπτωση σύγκρισης δυο αιθμών τύπου INT (16 bit) η σύγκριση γίνεται μονο μεταξύ των δεκιών τμημάτων των δυο Accumulators. Στην περίπτωση σύγκρισης δυο αριθμών τύπου REAL (16 bit) γίνεται έλεγχος για το εάν το περιεχόμενο των δυο Accumulators είναι αριθμοί τύπου REAL ή όχι. Εάν δεν είναι το RLO γίνεται αυτόματα "0" άσχετα με το αποτέλεσμα της σύγκρισης.

Σύγκριση Ακεραίων (Integer)

Οι εντολές σύγκρισης integer χρησιμοποιούνται για την σύγκριση δυο ακέραιων τιμών INT1 και INT2. Οι εντολές σύγκρισης περιλαμβάνουν τις παρακάτω πράξεις:

1. Η εντολή ισότητας (INT1=INT2) και συντάσσεται ως εξής:

LDW = INT1,INT2

2. Η εντολή διαφορου απο (INT1<>INT2) και συντάσσεται ως εξής:

LDW <> INT1,INT2

3. Η εντολή μικρότερο απο (INT1<INT2) και συντάσσεται ως εξής:

LDW < INT1,INT2

4. Η εντολή μεγαλύτερο απο (INT1>INT2) και συντάσσεται ως εξής:

LDW > INT1,INT2

5. Η εντολή μεγαλύτερο ή ίσο (INT1>=INT2) και συντάσσεται ως εξής:

LDW > = INT1,INT2

6. Η εντολή μικρότερο ή ίσο (INT1<=INT2) και συντάσσεται ως εξής:

LDW < = INT1,INT2

Παράδειγμα: Να γίνει πρόγραμμα που να συγκρίνει δυο ακέραιους αριθμούς

```
LDW<= +6,+10  
=      Q0.0  
END
```

Σύγκριση Πραγματικών (REAL)

Οι εντολές σύγκρισης Real χρησιμοποιούνται για την σύγκριση δυο πραγματικών τιμών INT1 και INT2. Οι εντολές σύγκρισης περιλαμβάνουν τις παρακάτω πράξεις:

1. Η εντολή ισότητας (INT1=INT2) και συντάσσεται ως εξής:

```
LDR =      INT1,INT2
```

2. Η εντολή διάφορου απο (INT1<>INT2) και συντάσσεται ως εξής:

```
LDR <>     INT1,INT2
```

3. Η εντολή μικρότερο απο (INT1<INT2) και συντάσσεται ως εξής:

```
LDR<      INT1,INT2
```

4. Η εντολή μεγαλύτερο απο (INT1>INT2) και συντάσσεται ως εξής:

```
LDR>      INT1,INT2
```

5. Η εντολή μεγαλύτερο ή ίσο (INT1>=INT2) και συντάσσεται ως εξής:

```
LDR> =    INT1,INT2
```

6. Η εντολή μικρότερο ή ίσο (INT1<=INT2) και συντάσσεται ως εξής:

```
LDWR< =   INT1,INT2
```

Παράδειγμα: Να γίνει πρόγραμμα που να συγκρίνει δυο πραγματικούς αριθμούς.

```
LDR<> 15.0,11.8  
=     Q0.0  
END
```

Με την εκτέλεση του προγράμματος θα γίνει παραάνω σύγκριση στην CPU και αν αληθεύει θα ενεργοποιηθεί η έξοδος Q0.0.

Σύγκριση BYTE

Οι εντολές σύγκρισης Byte χρησιμοποιούνται για την σύγκριση δυο τιμών INT1 και INT2. Οι εντολές σύγκρισης περιλαμβάνουν τις παρακάτω πράξεις :

1. Η εντολή ισότητας (INT1=INT2) και συντάσσεται ως εξής:

LDB = INT1,INT2

2. Η εντολή διαφοράς (INT1<>INT2) και συντάσσεται ως εξής:

LDB <> INT1,INT2

3. Η εντολή μικρότερο (INT1<INT2) και συντάσσεται ως εξής:

LDB< INT1,INT2

4. Η εντολή μεγαλύτερο (INT1>INT2) και συντάσσεται ως εξής:

LDB> INT1,INT2

5. Η εντολή μεγαλύτερο ή ίσο (INT1>=INT2) και συντάσσεται ως εξής:

LDB> = INT1,INT2

6. Η εντολή μικρότερο ή ίσο (INT1<=INT2) και συντάσσεται ως εξής:

LDB< = INT1,INT2

Εντολές Move

Οι εντολές Move μεταφέρουν bits, words ή double words απο μια περιοχή της μνήμης σε μια άλλη. Η μεταφορά γίνεται πάντα έμμεσα περνώντας και αποθηκεύοντας την πληροφορία σε ενδιάμεσους σταθμούς που είναι οι συσσωρευτές (Accumulators-AC). Οι Accumulators είναι θέσεις μνήμης μήκους 32 bit και χαρακτηρίζονται ως AC0, AC1, AC2 και AC3.

Εντολή Move Byte

Η εντολή Move Byte μεταφέρει το byte εισόδου (IN) στο byte εξόδου (OUT) χωρίς να επηρεάζει το περιεχόμενο του byte εισόδου απο την μεταφορά του στην έξοδο. Η εντολή συντάσσεται ως εξής: `MOVB IN,OUT` .

Εντολή Move Word

Η εντολή Move Word μεταφέρει την λέξη εισόδου (IN) στην λέξη εξόδου (OUT) χωρίς να επηρεάζεται το περιεχόμενο της εισόδου από την μεταφορά του στην έξοδο. Η εντολή συντάσσεται ως εξής : `MOVW IN,OUT` .

Εντολή Move Double Word

Η εντολή Move Double Word μεταφέρει την DW εισόδου (IN) στην DW εξόδου (OUT) χωρίς να επηρεάζεται το περιεχόμενο της εισόδου από την μεταφορά του στην έξοδο. Η εντολή συντάσσεται ως εξής : `MOVD IN,OUT` .

Εντολή Move Real

Η εντολή Move Real μεταφέρει τον πραγματικό αριθμό εισόδου (IN) στην έξοδο (OUT) χωρίς να επηρεάζεται το περιεχόμενο της εισόδου από την μεταφορά του στην έξοδο. Η εντολή συντάσσεται ως εξής : `MOVP IN,OUT` .

Εντολές Αριθμητικών Πράξεων

Οι αριθμητικές πράξεις εφορμίζονται επάνω σε δυο ψηφιακές τιμές που βρίσκονται η μια στο Accumulator 1 και η άλλη στον Accumulator 2. Στην STL γλώσσα οι πράξεις αυτές εκτελούνται ανεξάρτητα από την τιμή RLO δηλαδή άσχετα από την ικανοποίηση ή μη ορισμένων συνθηκών ή λογικών μανδαλώσεων.

Πρόσθεση και Αφαίρεση Ακεραίων (Integer)

Στην περίπτωση πρόσθεσης ή αφαίρεσης ακεραίων αριθμών (16 bit) οι πράξεις αυτές θα γίνουν μόνο μεταξύ των δεξιών τμημάτων των δυο Accumulators διότι οι πράξεις αυτές γίνονται μόνο μεταξύ των περιεχομένων δυο Accumulator. Για να κάνουμε λοιπόν πρόσθεση ή αφαίρεση ακεραίων πρέπει να φορτώσουμε κάθε αριθμό σε κάποιο Accumulator. Η σύνταξη μιας εντολής πρόσθεσης δυο ακεραίων αριθμών έχει ως εξής:

`+I IN1,OUT` ενώ μιας αφαίρεσης γίνεται ως εξής: `-I IN1,OUT` . Τα IN1 και OUT συμβολίζουν δυο ακεραίους αριθμούς και τα +I , -I την πράξη της πρόσθεσης και της αφαίρεσης αντίστοιχα. Μετά την εκτέλεση κάποιας από τις δυο παραπάνω πράξεις ο IN1 παραμένει αμετάβλητος ενώ στον OUT θα αποθηκευτεί το αποτέλεσμα της αριθμητικής πράξης που εκτελέστηκε.

Πολλαπλασιασμός και Διαίρεση Ακεραίων (Integer)

Για να κάνουμε πολ/σμο και διαίρεση κατά όμοιο τρόπο με την πρόσθεση και αφαίρεση ακεραίων αριθμών πρέπει να φορτώσουμε κάθε αριθμό σε κάποιο Accumulator. Η σύνταξη μιας εντολής πολ/σμου δυο ακεραίων αριθμών έχει ως εξής: *I IN1,OUT ενώ μιας αφαίρεσης γίνεται ως εξής : /I IN1,OUT. Τα IN1 και OUT συμβολίζουν δυο ακέραιους αριθμούς και τα *I ,/I την πράξη του πολ/σμου και της διαίρεσης αντίστοιχα. Μετά την εκτέλεση κάποιας απο τις δυο παραπάνωπράξεις ο IN1 παραμένει αμετάβλητος ζνώ στον OUT θα αποθηκευτεί το αποτέλεσμα της αριθμητικής πράξης που εκτελέστηκε.

Πρόσθεση και Αφαίρεση Πραγματικών (Real)

Στην περίπτωση πρόσθεσης ή αφαίρεσης πραγματικών αριθμών (16 bit) οι πράξεις αυτές θα γίνουν μόνο μεταξύ των δεξιών τμημάτων των δυο Accumulators διότι οι πράξεις αυτές γίνονται μόνο μεταξύ των περιεχομένων δυο Accumulator. Για να κάνουμε λοιπόν πρόσθεση ή αφαίρεση ακεραίων πρέπει να φορτώσουμε κάθε αριθμό σε κάποιο Accumulator. Η σύνταξη μιας εντολής πρόσθεσης δυο ακεραίων αριθμών έχει ως εξής: +R IN1,OUT ενώ μιας αφαίρεσης γίνεται ως εξής: -R IN1,OUT. Τα IN1 και OUT συμβολίζουν δυο ακέραιους αριθμούς και τα +R , -R την πράξη της πρόσθεσης και της αφαίρεσης αντίστοιχα. Μετά την εκτέλεση κάποιας απο τις δυο παραπάνωπράξεις ο IN1 παραμένει αμετάβλητος ζνώ στον OUT θα αποθηκευτεί το αποτέλεσμα της αριθμητικής πράξης που εκτελέστηκε.

Πολλαπλασιασμός και Διαίρεση Πραγματικών (Real)

Για να κάνουμε πολ/σμο και διαίρεση κατά όμοιο τρόπο με την πρόσθεση και αφαίρεση ακεραίων αριθμών πρέπει να φορτώσουμε κάθε αριθμό σε κάποιο Accumulator. Η σύνταξη μιας εντολής πολ/σμου δυο ακεραίων αριθμών έχει ως εξής: *R IN1,OUT ενώ μιας αφαίρεσης γίνεται ως εξής : /R IN1,OUT . Τα IN1 και OUT συμβολίζουν δυο ακέραιους αριθμούς και τα *R ,/R την πράξη του πολ/σμου και της διαίρεσης αντίστοιχα. Μετά την εκτέλεση κάποιας απο τις δυο παραπάνωπράξεις ο IN1 παραμένει αμετάβλητος ζνώ στον OUT θα αποθηκευτεί το αποτέλεσμα της αριθμητικής πράξης που εκτελέστηκε.

ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ

Η βασική λειτουργία ενός αισθητήρα είναι ο εντοπισμός μίας διαταραχής και η παραγωγή μίας μετρήσιμης εξόδου. Συνήθως μετατρέπει ένα φυσικό μέγεθος σε ηλεκτρικό σήμα. Τέτοια φυσικά μεγέθη μπορεί να είναι η θέση, η ταχύτητα, η επιτάχυνση, η πίεση κ.τ.λ. Επίσης υπάρχουν εξεζητημένοι αισθητήρες που καταγράφουν χημικές ποσότητες, πυρηνική ακτινοβολία, ήχο κ.τ.λ. Τους συναντάμε σε ένα κλειστό σύστημα που εκτελεί μια εργασία αυτομάτου ελέγχου και χρειάζεται να μετράτε αδιάκοπα η μεταβολή μιας μεταβλητής. Η αρχή λειτουργίας της μέτρησης του φυσικού μεγέθους βασίζεται πάντοτε σε κάποιο φυσικό νόμο ή αρχή. Η ένδειξη που έχουμε στην έξοδο τους την παίρνουμε σε κάποιο βαθμονομημένο κανόνα έχοντας έτσι την δυνατότητα να την διαβιβάσουμε. Η έξοδος που δίνει ο αισθητήρας, η πληροφορία, συνήθως είναι ηλεκτρικό σήμα, δηλαδή τάση. Έτσι η πληροφορία μπορεί να καταγραφεί με μεγαλύτερη ευκολία καθώς επίσης υπάρχει μεγαλύτερη ευκολία τα σήματα ανάδρασης από τα όργανα να δοθούν σε ένα σύστημα κλειστού βρόχου. Η καταγραφή αυτής της τάσης μπορεί να γίνει με βολτόμετρο ή με την χρήση παλμογράφου στην περίπτωση που ζητείται η παρατήρηση της μεταβολής σε σχέση με τον χρόνο. Άλλος ένας τρόπος καταγραφής είναι η χρήση της βαθμίδας του μετατροπέα της αναλογικής τάσης σε ψηφιακή (A/D converter) με σκοπό την αποθήκευση των μετρήσεων ή των πληροφοριών σε ένα Η/Υ για οποιαδήποτε επεξεργασία στο μέλλον. Η μορφή στην οποία μπορούμε να τους συναντήσουμε στο εμπόριο είναι είτε σαν ξεχωριστές συσκευές είτε σαν περίπλοκες κατασκευές.

Ανάλογα με την λειτουργία τους χωρίζονται στους διαμορφωμένους και τους αυτοδιεγυριόμενους.

Στους διαμορφωμένους για να λειτουργήσουν απαιτούν εξωτερική τροφοδοσία. Οι αισθητήρες αυτοί περιέχουν παθητικά στοιχεία, όπως αντιστάσεις (R), πυκνωτές (C), πηνία (L). Αυτά μας δίνουν ένα ηλεκτρικό σήμα όταν υπάρχει μεταβολή σε ένα από τα στοιχεία αυτά κατά την τροφοδότηση από την εξωτερική πηγή. Λόγω της φύσης των εξαρτημάτων έχουμε κατανάλωση ενέργειας. Η μορφή αυτής της ενέργειας θα είναι είτε η ανάπτυξη θερμότητας, ή αποθήκευσης της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας. Η συνάρτηση του μετρήσιμου μεγέθους με την μεταβολή των αντιστάσεων τους μπορεί να επηρεάσει τις παραμέτρους των διαστάσεων, ή τις ηλεκτρικές ιδιότητες των υλικών του αισθητήρα. Όταν επηρεάζονται οι παράμετροι των διαστάσεων έχουμε στον αισθητήρα κάποιο εξάρτημα το οποίο είναι κινητό όπου μπορούμε να μετρήσουμε την θέση, την επιτάχυνση, την πίεση κ.τ.λ. Στον επηρεασμό των ηλεκτρικών ιδιοτήτων διεξάγουμε μετρήσεις πάνω σε μεγέθη όπως η φωτεινότητα, η θερμοκρασία κ.τ.λ. Με βάση τις μεταβολές που γίνονται στις μεταβολές των στοιχείων του αισθητήρα μπορούμε να τους κατηγοριοποιήσουμε σε αυτούς που η λειτουργία τους βασίζεται είτε στις αλλαγές της ειδικής αντίστασης, ή της διηλεκτρικής σταθεράς, ή της διαπερατότητας.

Στους αυτοδιεγυριόμενους παίρνουμε στην έξοδο τους ένα ηλεκτρικό μέγεθος (τάση, ρεύμα, ηλεκτρικό φορτίο) χωρίς να χρειάζεται κάποια εξωτερική τροφοδοσία για να λειτουργήσουν, για παράδειγμα το θερμοζεύγος. Στην ουσία μετατρέπουν το φυσικό μέγεθος που μετράμε σε ηλεκτρική ενέργεια βασιζόμενη σε διάφορα φυσικά φαινόμενα. Το φυσικό μέγεθος που μετράμε μπορεί να έχει διάφορες μορφές ενέργειας όπως θερμική, μηχανική κ.τ.λ. Κατά συνέπεια έχουμε τα έξης φαινόμενα στα οποία βασίζεται η λειτουργία τους όπως το πιεζοηλεκτρικό, το Hall, της επαγωγής, το θερμοηλεκτρικό και το μαγνητουδρودυναμικό.

Η κατηγοριοποίηση που μπορεί να γίνει ανάλογα με την χρησιμοποίηση τους η οποία είναι η συλλογή πληροφοριών και ο έλεγχος συστημάτων. Στην συλλογή πληροφοριών οι αισθητήρες μας παρουσιάζουν συνέχεια τα δεδομένα που καταγράφουν ώστε να γνωρίζουμε την τιμή της παραμέτρου που καταγράφουμε π.χ. η τιμή της θερμοκρασία μέσα σε ένα ψυγείο. Στον έλεγχο συστημάτων δεν έχουμε διαφορά στους αισθητήρες που χρησιμοποιούμε, σε σύγκριση με την συλλογή δεδομένων, αλλά υπάρχει διαφορά στο πως θα χειριστούμε την πληροφορία που μας παρέχουν τα αισθητήρια στην έξοδο τους. Σε ένα κλειστό σύστημα ελέγχου ο ελεγκτής τροφοδοτείται από το σήμα του αισθητήρα ο οποίος είναι υπεύθυνος να παράγει μία έξοδο κατάλληλη στην ρύθμιση της τιμής της μετρούμενης παραμέτρου. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η πληροφορία ενός αισθητήρα που μετράει την ταχύτητα των τροχών στο ABS (σύστημα αντιολίσθησης στα αυτοκίνητα) και ελέγχει την δύναμη στα φρένα, ώστε οι τροχοί να μην ολισθαίνουν στο δρόμο αλλά να κινούνται σταδιακά κατά το φρενάρισμα. Συνήθως κατά τη μετατροπή του σήματος μας μπορεί να έχουμε εξωτερικές διαταραχές. Αυτές μπορούμε να τις χωρίσουμε στις παρακάτω κατηγορίες:

Χωρητικές: Ο πιο συνηθισμένος λόγος εμφάνισης αυτών είναι η ύπαρξη γραμμής εναλλασσόμενης τάσης κοντά. Για την καταπολέμηση του προβλήματος χρησιμοποιούμε καλή γείωση της μεταλλικής επένδυσης του καλωδίου.

Επαγωγικές: Όταν κοντά στο περιβάλλον εργασίας μας υπάρχουν μαγνητικά πεδία εμφανίζεται στη γραμμή μας ρεύμα επαγωγικό. Για να το αποφύγουμε αυτό το φαινόμενο χρησιμοποιούμε συστρεφόμενα καλώδια ή ομοαξονικό καλώδιο.

Γαλβανικές διαταραχές: Επειδή η γείωση του αισθητηρίου και της συσκευής μπορεί να έχουν διαφορετικό δυναμικό δημιουργείται αυτό το φαινόμενο. Για να το αποφύγουμε αυτό συνδέουμε αγώγιμα τις 2 γειώσεις.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ

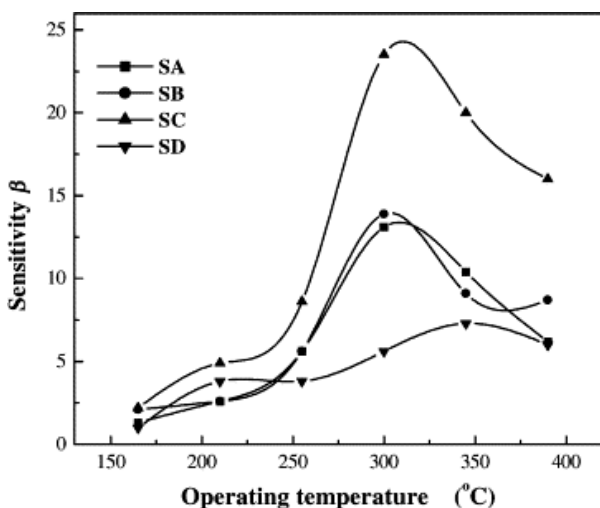
Στην υλοποίηση ενός κλειστού συστήματος ελέγχου η σωστή επιλογή του αισθητηρίου γίνεται έτσι ώστε όχι μόνο να καλύπτει τις ανάγκες της εφαρμογής μας αλλά και από άλλους παράγοντες. Τέτοιοι παράγοντες μπορεί να είναι το κόστος, η διαθεσιμότητα και η περιβαλλοντικές συνθήκες όπου θα γίνει η εγκατάσταση του αισθητηρίου. Επίσης δεν πρέπει να αμελήσουμε και τα ποιητικά του αισθητηρίου. Για παράδειγμα αν θέλουμε να μετρήσουμε την θερμοκρασία στον φούρνο μίας ηλεκτρικής κουζίνας και την θερμοκρασία σε ένα ηλεκτρικό καμίνι δεν θα εγκαταστήσουμε το ίδιο αισθητήριο μέτρησης της θερμότητας. Μπορεί να μετράτε η ίδια φυσική ποσότητα αλλά οι απαιτήσεις κάθε εφαρμογής είναι διαφορετικές π.χ. η μέγιστη τιμή της θερμοκρασίας. Χρειάζεται πριν εγκαταστήσουμε το αισθητήριο στην εφαρμογή μας, να εξετάσουμε τα γενικά χαρακτηριστικά του για να έχουμε την ομαλή και την επιθυμητή λειτουργία της εγκατάστασης. Τα χαρακτηριστικά τους μας προσδιορίζουν τις προδιαγραφές τους. Παρότι υπάρχουν πολύ αισθητήρες οι οποίοι βασίζονται σε διαφορετικές αρχές λειτουργίας έχουν κοινά βασικά χαρακτηριστικά.

Απόκριση(response):

Είναι ο μέγιστος χρόνος που χρειάζεται το αισθητήριο για να φτάσει στην τελική τιμή εξόδου για μία δεδομένη τιμή εισόδου. Εκφράζεται σε μονάδα χρόνου (δευτερόλεπτα), ή σε ποσοστιαία μονάδα επί της τελικής τιμής της εξόδου.

Ευαισθησία(sensitivity):

Είναι ο λόγος της μεταβολής της εξόδου προς την μεταβολή της εισόδου στην μόνιμη κατάσταση. Η ευαισθησία ενός αισθητήρα είναι ίση με την διαφορά των τιμών εξόδου προς την διαφορά των αντίστοιχων τιμών της εισόδου, δηλαδή της μετρούμενης ποσότητας. Σε περίπτωση που η ευαισθησία είναι γραμμική εκφράζεται στο σύνολο του εύρους ενώ αν δεν είναι διαφέρει από περιοχή σε περιοχή του εύρους. Όπως φαίνεται και παρακάτω στο σχήμα τα αισθητήρια διαφέρουν ως προς την ευαισθησία μεταξύ τους.



Διακριτική ικανότητα (resolution):

Είναι η ικανότητα του αισθητηρίου να ανιχνεύει πολύ μικρές μεταβολές της εισόδου του. Εκφράζεται ως το μικρότερο διάστημα μεταβολής που μπορεί να ανιχνεύσει. Όσο μεγαλύτερη διακριτική ικανότητα τόσο μικρότερο βήμα μπορεί να μετρήσει. Συνήθως αποτυπώνεται σε ποσοστιαίες μονάδες.

Ακρίβεια (accuracy):

Η ακρίβεια ισούται με το σφάλμα που παρουσιάζει η τιμή της μετρούμενης ποσότητας στην έξοδο του αισθητηρίου. Στην ουσία δηλώνει την αβεβαιότητα που υπάρχει στην τιμή της εξόδου και εκφράζεται ως το επί τοις εκατό σφάλμα ως προς το εύρος της μέτρησης. Κάθε συσκευή παράγει κάποιο σφάλμα και έχει κάποιο πεπερασμένο βαθμό ακρίβειας.

Βαθμονόμηση (calibration):

Είναι η διαδικασία στην οποία ο αισθητήρας συμμορφώνεται ως προς κάποιο γνωστό πρότυπο. Από τις τιμές βαθμονόμησης σχεδιάζεται μία καμπύλη η οποία μας προσδιορίζει τα χαρακτηριστικά σφάλματος του αισθητήρα. Με βάση την καμπύλη αυτή προσδιορίζονται τα χαρακτηριστικά του αισθητήρα (ευαισθησία, απόκριση, υστέρηση κτλ).

Νεκρή ζώνη (dead band):

Η νεκρή ζώνη δηλώνει το μέγιστο ποσό αλλαγής της μετρούμενης ποσότητας που δεν προκαλείται κάποια αλλαγή στην έξοδο. Τέτοιες ζώνες έχουμε λόγω στατικής τριβής ή υστέρησης. Δεν είναι απαραίτητο η νεκρή ζώνη να εμφανίζεται σε όλο το εύρος των μετρήσεων καθώς σε μερικές περιπτώσεις εμφανίζονται υπό ορισμένες συνθήκες.

Ολίσθηση (drift):

Έχουμε όταν τα χαρακτηριστικά του αισθητηρίου μεταβάλλονται λόγω περιβαλλοντικών μεταβολών και με το πέρασμα κάποιου χρονικού διαστήματος. Έχουμε μεταβολή στην έξοδο ενώ έχουμε ακόμα την ίδια αμετάβλητη είσοδο. Τα αίτια της ολίσθησης είναι η αλλαγή στην θερμοκρασία του περιβάλλοντος (που είναι και το πιο συνήθεις αίτιο), η μηχανική διάβρωση ή κάποια οξείδωση μεταλλικής επιφάνειας της συσκευής.

Γραμμικότητα (linearity):

Ένα αισθητήριο είναι γραμμικό αν σε κάποια περιοχή του εύρους λειτουργίας του η γραφική σχέση εισόδου-εξόδου του είναι ευθεία γραμμή. Εκφράζεται ως προς το μέγιστο βαθμό απόκρισης από την ευθεία γραμμή σε όλο το εύρος τιμών εισόδου. Αν δεν υπάρχει γραμμικότητα τότε η αντιστοίχιση των τιμών του μετρούμενου μεγέθους με τις τιμές εξόδου του αισθητήρα γίνεται με βάση την καμπύλη βαθμονόμησης. Σε ορισμένες περιπτώσεις η μη γραμμικότητα οφείλεται στις ιδιότητες των υλικών κατασκευής με συνέπεια να καθιστάτε αδύνατο η εξάλειψη της.

Σφάλμα (defect):

Είναι η διαφορά ανάμεσα στην πραγματική και την μετρούμενη τιμή και αποτυπώνεται σε ποσοστό.

Υστέρηση (hysteresis):

Φαινόμενο υστέρησης έχουμε όταν η αύξηση της εξόδου δεν είναι ίδια με την μείωση της εξόδου σύμφωνα με την γραμμική διαφορική εξίσωση.

Χρόνος λειτουργίας (operating time):

Ο χρόνος με τον οποίο το αισθητήριο λειτουργεί σωστά σύμφωνα με τις προδιαγραφές κατασκευής του. Εκφράζεται σε μονάδες χρόνου.

Επαναληψιμότητα (precision):

Είναι η ικανότητα της συσκευής να παράγει ίδια αποτελέσματα όταν έχει ίδια είσοδο σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.

Καθυστέρηση (delay):

Ορίζεται ως η μη αντιλαμβανόμενη μεταβολή της εισόδου προς την έξοδο του αισθητηρίου. Μετριέται σε χρόνο και μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την απόδοση.

Περιοχή λειτουργίας (operating range):

Καθορίζει τα όρια στα οποία η συσκευή λειτουργεί με αξιοπιστία. Εκφράζεται με την ελάχιστη και την μέγιστη τιμή που μπορεί να μετρήσει. Συνήθως στις προδιαγραφές της συσκευής μπορούμε να την βρούμε και ως θερμοκρασιακό εύρος ή εύρος τιμών.

Ονομαστική τιμή (rating):

Είναι το σύνολο των βέλτιστων συνθηκών που λειτουργεί η συσκευή με επιτυχία και ασφάλεια.

Αξιοπιστία (reliability):

Η ικανότητα της συσκευής να πραγματοποιεί τις λειτουργίες υπό καθορισμένες συνθήκες και χρονική περίοδο, δηλαδή η ικανότητα να παραμένει κοντά στις τεχνικές προδιαγραφές. Σαν έννοια ορίζεται ως η παραγωγή αποδεκτών σημάτων εξόδου σύμφωνα με την βαθμονόμηση της.

Σταθερότητα ή Ευστάθεια (stability):

Εκφράζεται ως το μέτρο της μεταβολής της εξόδου όταν οι συνθήκες εισόδου παραμένουν σταθερές για μεγάλη χρονική περίοδο.

Στατικό σφάλμα (static error):

Είναι το σταθερό σφάλμα που παραμένει σε όλο το εύρος τιμών εισόδου της συσκευής.

Ανοχή (tolerance):

Είναι το μέγιστο ποσοστό σφάλματος που μπορεί να εμφανιστεί κατά την διάρκεια της λειτουργίας του αισθητηρίου.

ΑΙΣΘΗΤΡΙΑ ΧΡΗΣΙΜΑ ΣΤΗΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΑΣ

ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Με τον όρο κίνηση εννοούμε την αλλαγή της θέσης του αντικειμένου ή του σώματος που εξετάζουμε σε σχέση με τον χώρο που βρίσκεται η είτε την αλλαγή στον χώρο που βρίσκεται σε σχέση με το αντικείμενο. Ο εντοπισμός αυτής της αλλαγής της θέσης, δηλαδή η ανίχνευση κίνησης, με μηχανικούς (διακόπτες) και με ηλεκτρικούς μεθόδους (κάμερα, υπέρυθρες κ.τ.λ.) μεθόδους. Η ανίχνευση κίνησης μπορεί είτε να πάρει διακριτές τιμές , δηλαδή εφόσον υπήρχε κίνηση ή όχι (1 η 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. Κίνηση μπορεί να ανιχνευθεί από: ήχο (ακουστική αισθητήρες), αδιαφάνεια (οπτικά και υπέρυθρους αισθητήρες και επεξεργαστές εικόνας βίντεο), γεωμαγνητισμό (μαγνητικούς αισθητήρες, μαγνητόμετρα), αντανάκλαση της μεταφερόμενης ενέργειας (υπέρυθρο λέιζερ ραντάρ, αισθητήρες υπερήχων και αισθητήρες ραντάρ μικροκυμάτων), ηλεκτρομαγνητική επαγωγή (ανιχνευτές επαγωγικού βρόχου), και τους κραδασμούς (triboelectric, σεισμικά).

ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Η ανθρώπινη φωνή έχει φάσμα, δηλαδή το εύρος συχνοτήτων που μπορεί να παράγει, 300 Hz (η ελάχιστη συχνότητα) με 3.400 Hz (η μεγαλύτερη συχνότητα). Το ανθρώπινο αυτί μπορεί να αντιληφτεί μεγαλύτερο εύρος συχνοτήτων, το οποίο είναι από τα 20 Hz έως τα 20.000 Hz. Ήχοι με συχνότητα άνω των 20.000 Hz δε μπορούν να γίνουν αντιληπτοί από το ανθρώπινο αυτί και ονομάζονται υπέρηχοι. Με την βοήθεια των υπερήχων μπορούμε να καταγράψουμε και να παρατηρήσουμε διάφορα φυσικά μεγέθη όπως την στάθμη ενός υγρού, την ταχύτητα κίνησης ενός αντικειμένου και την ανίχνευση αντικειμένων. Η καταγραφή των φυσικών μεγεθών γίνεται ως εξής : έχουμε την παραγωγή μίας υπερηχητικής ακτινοβολίας από ένα σημείο και στην συνέχεια έχουμε την ανάκλαση του από την επιφάνεια στην οποία έχει προσκρούσει καθώς και την λήψη του ανακλώμενου κύματος στο ίδιο ή κάποιο άλλο σημείο. Το κύμα εκπέμπεται σε μορφή παλμών και όχι σε συνεχή μορφή, ώστε να μπορεί να διαπιστωθεί το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα στην εκπομπή ενός παλμού και τη λήψη του, αφότου ο παλμός έχει υποστεί ανάκλαση . Για να δημιουργήσουμε την υπερηχητική ακτινοβολία καθώς και για τον εντοπισμό της ανακλώμενης υπερηχητικής ακτινοβολίας συνήθως χρησιμοποιούμε δύο πιεζοηλεκτρικούς κρυστάλλους. Ο ένας χρησιμοποιείται σαν πομπός ενώ ο δεύτερος κρύσταλλος χρησιμοποιείται σαν δέκτης. Ο πομπός με την κατάλληλη τροφοδότησης τάσης μας δίνει παραγόμενη υπερηχητική συχνότητα. Ο δέκτης μόλις αντιληφθεί το ανακλώμενο κύμα παρουσιάζει μία τάση ανάλογη της συχνότητας αυτού του κύματος η οποία είναι και η τάση εξόδου της συσκευής.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Για την μέτρηση υγρών δεν είναι αναγκαίο να έρχονται σε επαφή με το υγρό που θέλουμε να μετρήσουμε καθώς διαπερνούν τα μεταλλικά τοιχώματα των δοχείων και των σωληνώσεων. Αυτό βρίσκει εφαρμογή όταν τα υγρά που θέλουμε να μετρήσουμε είναι επικίνδυνα για τον άνθρωπο ή το περιβάλλον όπως για παραδείγματα τα εύφλεκτα, τα ραδιενεργά κ.τ.λ.

Υπάρχει διάδοση μέσα από τους ανθρώπινους ιστούς με αποτέλεσμα να είναι κατάλληλη για ιατρική παρακολούθηση ασθενών.

Δεν είναι αντιληπτά από το ανθρώπινο αυτί με αποτέλεσμα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορες στρατιωτικές εφαρμογές.

Με το μικρό μήκος κύματος που διαθέτουν μπορούν και είναι περισσότερο κατευθυντικοί.

Έχουν σχετικό μικρό κόστος.

Μπορούν να ανακλαστούν εύκολα σχεδόν από κάθε επιφάνεια, ακόμα και από το γυαλί.

ΜΕΙΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Μικρή εμβέλεια στην οποία μπορεί να αναγνωρίζει αντικείμενα.

Υπάρχουν κάποιες γωνίες του αντικειμένου με το αισθητήριο στις οποίες δεν έχουμε δεν θα υπάρχει ανάκλαση του υπερήχου.

Αν το μέγεθος του αντικείμενου ή του σώματος που μελετάμε είναι αρκετά μικρό τότε είναι αδύνατη η παραγωγή της ανάκλασης του υπερηχητικού κύματος.

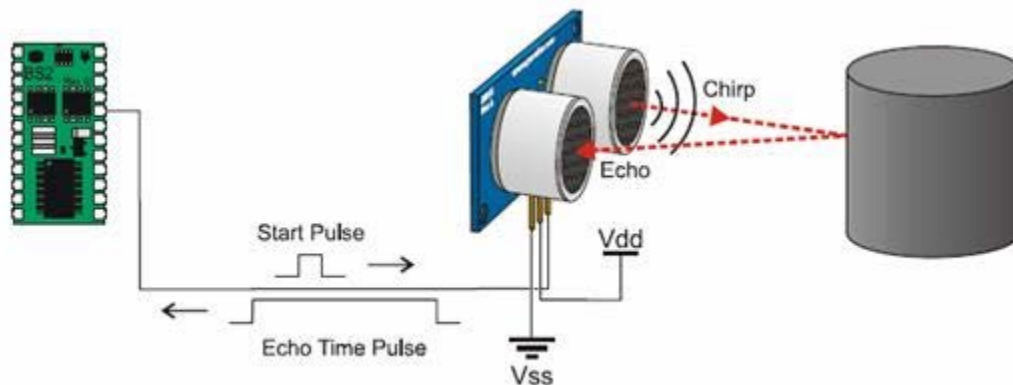
Αισθητήριο Υπερήχων PING



Σχήμα 1

Το αισθητήριο της Parallax, PING είναι ένα αισθητήριο υπερήχων που παρέχει ακριβείς μετρήσεις απόστασης χωρίς επαφή με τα εμπόδια. Έχει την ικανότητα να αναγνωρίσει εμπόδια σε αποστάσεις από 3 εκατοστά έως 3 μέτρα. Το αισθητήριο PING βρίσκει την απόσταση εκπέμποντας κύματα στο φάσμα των υπερήχων (που βρίσκονται πολύ υψηλότερα από την ανθρώπινη ακοή) και παράγει ένα παλμό προς το Pin Εισόδου/ Εξόδου του μικροελεγκτή σύμφωνα με τον χρόνο που κάνουν τα κύματα αυτά να επιστρέψουν πίσω στο αισθητήριο όργανο στην περίπτωση που θα βρουν κάποιο εμπόδιο. Αυτό που στέλνει

πίσω είναι ένας παλμός μεταβλητού χρονικού πλάτους. Υπολογίζοντας με κάποιες μαθηματικές πράξεις μπορούμε εύκολα να μετατρέψουμε το χρόνο διάρκειας του παλμού σε απόσταση. Στο σχήμα 1 φαίνεται η διασύνδεση και η λειτουργία, όσον αφορά τους παλμούς του αισθητηρίου υπερήχων PING.



Σχήμα 2

Το PING χρησιμοποιεί τεχνολογία TTL είτε των 5 Volts είτε των 3.3 Volts για την επικοινωνία με CMOS μικροελεγκτές. Η τάση που χρειάζεται ως παροχή για να λειτουργήσει είναι τα 5 Volt και το ρεύμα που καταναλώνει είναι από 30mA έως 35 mA το μέγιστο. Το αισθητήριο PING εκπέμπει ριπές από παλμούς στο φάσμα των υπερήχων και περιμένει την ηχώ αυτών. Το αισθητήριο μόλις λάβει τον παλμό αρχίζει να στέλνει ριπές παλμών στα 40KHz για 200 μ seconds. Αυτές ταξιδεύουν στον αέρα και μόλις βρουν κάποιο εμπόδιο επιστρέφουν στον αισθητήρα. Για να αποφευχθούν προβλήματα λανθασμένης λήψης από την μεριά του αισθητηρίου υπάρχει ένα χρονικό διάστημα 750 μ seconds που το αισθητήριο λήψης είναι αδρανές. Μόλις ο αισθητήρας αναγνωρίσει την ηχώ τον παλμών που ήδη είχε εκπέμψει παράγει έναν παλμό Εξόδου προς τον μικροελεγκτή. Το χρονικό πλάτος αυτού το παλμού θα είναι ανάλογο από την απόσταση που βρίσκεται το εξωτερικό εμπόδιο. Η ηχώ από το εμπόδιο πρέπει να επιστρέψει μέσα σε χρονικό διάστημα από 115 μ seconds έως 18.5 mseconds. Τέλος υπάρχει και μια χρονική καθυστέρηση μεταξύ των μετρήσεων που είναι 200 μ seconds. Οι παλμοί του αισθητηρίου δεν γίνονται σε καμία περίπτωση αισθητοί από την ανθρώπινη ακοή καθώς οι περισσότεροι άνθρωποι ακούν στις συχνότητες 20Hz-20KHz και οι υπέρηχοι βρίσκονται πάνω από τα 20KHz.

ΟΠΤΙΚΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

ΦΩΤΟΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ (LDR)

Όταν σε ένα φωτοαγώγιμο υλικό πέσει πάνω του φως τότε αντίσταση αυτού του υλικού μειώνεται. Αυτό γίνεται γιατί τα φωτόνια από το φως διεγείρουν ηλεκτρόνια που είναι δεσμευμένα και τα καθιστούν ελεύθερα με αποτέλεσμα την αύξηση της αγωγιμότητας

του υλικού στην ροή του ρεύματος. Η συνάρτηση που συνδέει την ισχύ του φως που πέφτει με την αντίσταση του φωτοαγωγίμου υλικού δεν είναι γραμμική αλλά λογαριθμική και είναι της μορφής:

$$\text{LogR} = a - b \log P$$

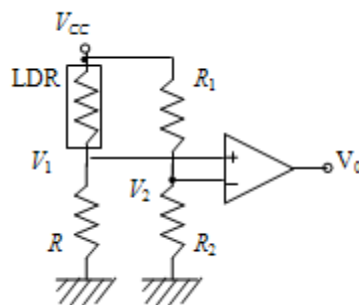
R: Η αντίσταση του φωτοαγωγίμου υλικού

P: Η ισχύς του προσπίπτουν φωτός

a, b : Χαρακτηριστικές του φωτοαγωγίμου υλικού

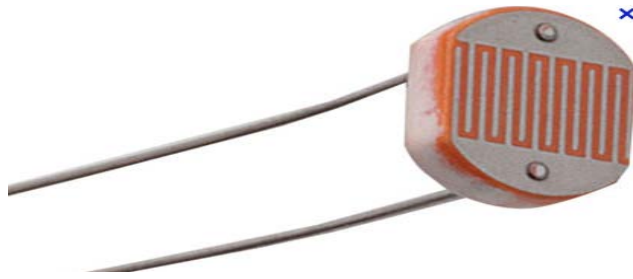
Η πλειοψηφία των φωτοαντιστάσεων είναι κατασκευασμένη από πολυκρυσταλλικά υμένα ή μονοκρύσταλλοι του ημιαγωγικού υλικού θείουχου καδμίου (CdS). Το πλεονέκτημα αυτού του υλικού είναι πως παρουσιάζει μέγιστη ευαισθησία σε μήκος κύματος 1 μm, δηλαδή κοντά στο υπέρυθρο. Η τάση που εμφανίζεται στη έξοδο είναι ανάλογη του φωτός που προσκρούει πάνω του. Παρουσιάζει το μεγαλύτερο εύρος λειτουργίας αλλά το μειονέκτημα είναι ότι δεν υπάρχει εξαιρετική γραμμικότητα. Στην απουσία φωτός η φωτοαντίσταση παρουσιάζει μια μεγάλη τιμή στην αντίσταση της. Όταν τροφοδοτηθεί τότε, δηλαδή στο απόλυτο σκοτάδι, παρουσιάζει μία μικρή τιμή στο ρεύμα της, το λεγόμενο και έως ρεύμα σκότους. Στην περίπτωση που πέσει πάνω της φως η τιμή της αντίστασης θα φτάσει στην τάξη των μερικών δεκάδων ή εκατοντάδων Ωm.

Η κυριότερη χρήση των φωτοαντιστάσεων για περιπτώσεις ενεργοποίησης ή απενεργοποίησης (ON/OFF) σε μια ηλεκτρονική διάταξη. Η συνδεσμολογία που χρησιμοποιείται σε αυτή την περίπτωση είναι σε διαιρέτη τάσης. Ο διαιρέτης μπορεί να κάνει σύγκριση με μία σταθερή τάση και με την χρησιμοποίηση ενός τελεστικού ενισχυτή ο οποίος θα βρίσκεται στην θετική ή στην αρνητική τάση κόρου. Στο σχήμα 2 δίνεται μία απλή εφαρμογή της φωτοαντίστασης.



Σχήμα 3

Αν στο κύκλωμα του σχήματος 3 επιλέξουμε ίσες αντιστάσεις R_1 και R_2 , το αποτέλεσμα θα είναι η σταθερή τάση αναφοράς V_2 να ισούται με το μισό της τάσης τροφοδοσίας V_{CC} , και η αντίσταση R είναι καλό να είναι μερικά kΩ. Η τάση εξόδου V_0 γίνεται θετική όταν υπάρχει φως και ο αισθητήρας λειτουργεί ως ανιχνευτής φωτός. Εάν αλλάξουμε τις θέσεις της φωτοαντίστασης με την αντίσταση R τότε ο αισθητήρας λειτουργεί ως ανιχνευτής σκότους.



ΦΩΤΟΔΙΟΔΟΙ

Οι κυριότεροι φωτοβολταϊκοί ανιχνευτές αποτελούνται από φωτοδιόδους και φωτοτρανζίστορ. Αυτά δημιουργούν ρεύμα, που ονομάζεται φωτόρευμα (photocurrent), ανάλογο της προσπίπτουσας φωτεινής έντασης. Στην ουσία τα φωτοτρανζίστορ όπως και οι φωτοδιόδοι με την διαφορά ότι επιτελούν μία ακόμα εργασία, την ενίσχυση του ρεύματος. Οι φωτοδιόδοι κατασκευάζονται από μία φωτοευαίσθητη δίοδο πυριτίου, η οποία αποτελείται από μία επαφή p-n όπου στο πάνω μέρος διαθέτει ένα φωτοαγωγίμο στρώμα. Όταν πέσει φως πάνω παράγεται ένα μικρό ρεύμα (φωτόρευμα) λόγω της δημιουργίας ζευγών ηλεκτρονίων και οπών. Το ρεύμα αυτό είναι μικρό σε σύγκριση με αυτά που διαρρέονται οι φωτοδιόδοι όταν βρίσκονται σε ορθοί πόλωση, άρα δουλεύουν σαν κανονικές διόδους. Στην ανάστροφη πόλωση είναι σημαντικό και έτσι μπορούμε να μετρήσουμε την φωτεινή ένταση της προσπίπτουσας. Όταν δουλεύεις στην περίπτωση της ανάστροφης πόλωσης η συνδεσμολογία αυτή ονομάζεται σύνδεση φωτοαγωγιμότητας.

ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ

Μία απλή μέθοδος για ανίχνευση της κίνησης βασιζόμενη στα οπτικά φαινόμενα είναι η διαπερατότητα. Σε αυτήν την μέθοδο υπάρχει μία πηγή φωτός και ένας ανιχνευτής φωτός όπου τοποθετούνται ο ένας απέναντι από τον άλλο. Όταν έχουμε ένα αντικείμενο το οποίο κινείται ανάμεσα στην πηγή και τον δέκτη η φωτεινή δέσμη, όπου εκπέμπεται από την πηγή, διακόπτεται με αποτέλεσμα να μπορούμε να διαπιστώσουμε αν είχα κίνηση του αντικειμένου που εξετάζουμε.

ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΑΝΑΚΛΩΜΕΝΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΔΕΣΜΗΣ

Άλλη μια οπτική μέθοδος είναι αυτή του αισθητήρα ανακλώμενης οπτικής δέσμης. Και σε αυτήν την μέθοδο υπάρχει μία πηγή φωτός και ένας ανιχνευτής φωτός αλλά η διαφορά είναι ότι τοποθετούνται ο ένας δίπλα στον άλλο. Όταν ένα αντικείμενο περάσει μπροστά από την φωτεινή πηγή τότε η εκπεμπόμενη φωτεινή δέσμη θα ανακλαστεί και στην συνέχεια θα ανιχνευτεί από το δέκτη. Η ελάχιστη απόσταση προσέγγισης στην οποία μπορεί να λειτουργήσει ο αισθητήρας εξαρτάται από την ισχύ της εκπεμπόμενης φωτεινής δέσμης δηλαδή την ισχύ του LED στην προκειμένη περίπτωση, την ευαισθησία του φωτοτρανζίστορ και την φύση του αντικειμένου που αντανακλά. Οι οπτικές ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εφαρμοστεί η τεχνική σε σημεία όπου είναι αδύνατη η προσέγγιση άλλων αισθητήρων και η εφαρμογή άλλων μεθόδων μέτρησης.

ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΚΑΠΝΟΥ

Οι αισθητήρες καπνού είναι συσκευές που λειτουργούν σαν ανιχνευτές καπνού και λειτουργούν κυρίως σαν ένδειξη ότι υπάρχει ανάπτυξη φωτιάς. Υπάρχουν δύο τύποι τεχνολογίας αισθητήρων καπνού. Αυτές είναι ο ιονισμός και ο φωτοηλεκτρισμός. Οι αισθητήρες καπνού με την τεχνολογία του ιονισμού μπορούν να ανιχνεύουν αόρατα σωματίδια φωτιάς (που σχετίζονται με τις πυρκαγιές που εξελίσσονται γρήγορα) νωρίτερα από ότι μπορούν οι αισθητήρες φωτοηλεκτρικής τεχνολογίας. Οι φωτοηλεκτρικοί αισθητήρες καπνού μπορούν να ανιχνεύσουν ορατά σωματίδια φωτιάς (που συνδέονται με αργή εξέλιξη της πυρκαγιάς) νωρίτερα από ό, τι οι ανιχνευτές καπνού με την τεχνολογία του ιονισμού. Επίσης υπάρχουν αισθητήρες καπνού όπου χρησιμοποιούν και τις δύο μεθόδους για τον εντοπισμό καπνού. Μερικοί τύποι αισθητήρων διαθέτουν τόσο μεγάλη ευαισθησία ώστε μπορούν να ανιχνεύσουν το καπνό ενός τσιγάρου. Αυτοί οι τύποι χρησιμοποιούνται όχι για πυρασφάλεια αλλά για να αποτρέψουν το κάπνισμα σε κλειστούς χώρους όπως για παράδειγμα στα σχολεία, στις τουαλέτες κ.τ.λ. Στις μεγάλες εμπορικές και βιομηχανίες εγκαταστάσεις τροφοδοτούνται από το κύριο σύστημα φωτιάς ενώ υπάρχει και εφεδρικό σύστημα τροφοδοτήσεως με μπαταρίας. Η εγκατάσταση του συστήματος πυρασφάλειας περιγράφεται από την νομοθεσία. Οι νόμοι και οι κανονισμοί των ανιχνευτών καπνού είναι διαφορετικοί από χώρα σε χώρα.

ΟΠΤΙΚΟΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΚΑΠΝΟΥ

Ένας οπτικός ανιχνευτής καπνού είναι στην ουσία ένας αισθητήρας φωτός. Ο αισθητήρας περιλαμβάνει μία πηγή φωτός (μια λάμπα πυρακτώσεως ή ένα LED), έναν φακό για τον παραλληλισμό του φωτός σε δέσμη και μια φωτοδιόδο ή κάποιον άλλο φωτοηλεκτρικό αισθητήρα σε γωνία σε σχέση με την δέσμη σαν ανιχνευτής φωτός. Στην έλλειψη καπνού, το φως περνά μπροστά από τον ανιχνευτή σε μια ευθεία γραμμή. Στην περίπτωση που ο καπνός φτάσει στην συσκευή και κατά πλάτος της διαδρομής της φωτεινής δέσμης, κάποιο φως σκεδάζεται από τα σωματίδια του καπνού, με αποτέλεσμα την κατεύθυνση προς το αισθητήριο και σήμανση του συναγερμού. Στους μεγάλους χώρους, για παράδειγμα στα θέατρα, υπάρχουν μονάδες όπου ανιχνεύουν μία προβαλλόμενη δέσμη. Μια εντοιχισόμενη μονάδα στέλνει μια δέσμη, η οποία είτε λαμβάνεται από μια ξεχωριστή συσκευή παρακολούθησης ή αντανακλάται πίσω μέσω ενός καθρέφτη. Όταν η δέσμη γίνεται λιγότερο ορατή στο "μάτι" του αισθητήρα, στέλνει ένα σήμα συναγερμού στο κεντρικό σύστημα πυρασφάλειας. Οι οπτικοί αισθητήρες καπνού αποδίδουν καλύτερα σε φωτιές που σιγοκαίνε. Δηλαδή ανταποκρίνονται περισσότερο στις πυρκαγιές που ξεκινούν με μια μακρά περίοδο εξέλιξης. Όλοι οι οπτικοί ή φωτοηλεκτρικοί μέθοδοι ανίχνευσης δεν είναι ίδιοι. Ο τύπος και η ευαισθησία της φωτοδιόδου ή του οπτικού αισθητήρα διαφέρουν μεταξύ των κατασκευαστών. Για αυτόν το λόγο θα πρέπει να είμαστε αρκετά προσεκτική στον τύπο του οπτικού αισθητήρα καπνού που θα επιλέξουμε.



ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΙΟΝΙΣΜΟΥ

Ένας ανιχνευτής καπνού ιονισμού χρησιμοποιεί ένα ραδιοϊσότοπο, όπως το αμερίκιο-241 για να προκαλέσει ιοντισμό του αέρα. Το ραδιοϊσότοπο αυτό εκπέμπει ιονίζουσα ακτινοβολία, με τη μορφή άλφα σωματιδίων σε ένα θάλαμο ιονισμού που είναι ανοικτός στον αέρα και σε ένα σφραγισμένο θάλαμο αναφοράς. Τα μόρια του αέρα ιονίζονται και αυτά τα ιόντα επιτρέπουν να περάσει ένα μικρό ρεύμα στα φορτισμένα ηλεκτρόδια που είναι τοποθετημένα μέσα στον θάλαμο. Εάν κάποια μόρια του καπνού περάσουν μέσα στον θάλαμο τα ιόντα θα προσκολληθούν στα μόρια αυτά και θα γίνουν λιγότερα ικανά να μεταφέρουν το ρεύμα. Ένα ηλεκτρικό κύκλωμα ανιχνεύει την πτώση του ρεύματος και τότε σημαίνεται συναγερμός. Ο θάλαμος αναφοράς ακυρώνει τις επιδράσεις που οφείλονται στην πίεση του αέρα, τη θερμοκρασία, ή την γήρανση της πηγής. Ένα άλλο κύκλωμα ελέγχει την μπαταρία και αν κοντεύει να τελειώσει τότε ακούγετε μία διακοπτόμενη προειδοποίηση. Διαθέτει και ένα κύκλωμα αυτοελέγχου όπου προσομοιώνει μια ανισορροπία στο θάλαμο ιονισμού και ελέγχει τη λειτουργία του τροφοδοτικού, των ηλεκτρονικών, και το σύστημα συναγερμού. Η πτώση ενέργειας στη κατάσταση αναμονής είναι τόσο μικρή ώστε μπορεί να τροφοδοτείται από μικρή μπαταρία για μήνες ή χρόνια, κάνοντας την μονάδα ανεξάρτητη από την παροχή ρεύματος AC ή από την εξωτερική καλωδίωση. Παρόλα αυτά οι μπαταρίες απαιτούν τακτική αντικατάσταση. Το ραδιοϊσότοπο αμερίκιο-241 έχει χρόνο ημιζωής τα 432 χρόνια. Μολονότι είναι ραδιενεργό μόνο το ένα τοις εκατό είναι η ακτινοβολία γάμμα από την εκπεμπόμενη ραδιενεργή ενέργεια του. Έτσι δεν καθίσταται επιβλαβές για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.



ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΟΠΤΙΚΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΚΑΠΝΟΥ ΜΕ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΙΟΝΙΣΜΟΥ

Οι αισθητήρες ιονισμού είναι φθηνή σε σχέση με την κατασκευή ενός οπτικού αισθητήρα. Μπορεί ο αισθητήρας ιονισμού είναι πιο επιρρεπείς σε ψευδείς συναγερμούς αλλά έχει την ικανότητα να ανιχνεύσει σωματίδια καπνού που είναι μικρά σε μέγεθος, τόσο ώστε να μην είναι ορατά με γυμνά μάτια. Οι ανιχνευτές ιονισμού είναι πιο ευαίσθητα στο φλεγόμενο στάδιο των πυρκαγιών σε συγκριτικά με τους οπτικούς ανιχνευτές, ενώ οι οπτικοί ανιχνευτές είναι πιο ευαίσθητοι στις πυρκαγιές, οι οποίες βρίσκονται στο πρώιμο στάδιο, δηλαδή την ώρα που σιγοκαίνε. Ο καλύτερη επιλογή για μεγαλύτερη προστασία σε περίπτωση φωτιάς είναι ο συνδυασμένη χρήση και των δύο τύπων αισθητηρίων. Η σωστή μέθοδος περιγράφεται από την υπάρχουσα νομοθεσία της κάθε χώρας.

ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ

Οι πυρανιχνευτές αυτοί διακρίνονται σε πυρανιχνευτές μέγιστης θερμοκρασίας, σε θερμοδιαφορικούς αλλά και σε συνδυασμό αυτών των δύο τύπων. Ο πυρανιχνευτής μέγιστης θερμοκρασίας είναι ευαίσθητος στην αύξηση της θερμοκρασίας. Προκαλεί συναγερμό, όταν η θερμοκρασία φτάσει την προκαθορισμένη τιμή κατωφλίου. Η τιμή αυτή είναι 54°C, ή 75°C, ανάλογα με το είδος του περιβάλλοντα χώρου. Η αρχή λειτουργίας του στηρίζεται στην θερμική διαστολή δύο μετάλλων (διμεταλλικό έλασμα). Ο θερμοδιαφορικός πυρανιχνευτής λειτουργεί διαφορετικά. Έχει δύο θερμικούς αισθητήρες με τα ίδια χαρακτηριστικά, αλλά με διαφορετική θερμική αδράνεια. Αν η θερμοκρασία του χώρου αυξάνεται βαθμιαία, τότε και οι δύο αισθητήρες ανταποκρίνονται με τον ίδιο τρόπο. Στην περίπτωση ξαφνικής αύξησης της θερμοκρασίας, το ηλεκτρονικό κύκλωμα του πυρανιχνευτή θα διακρίνει ανισορροπία και θα προκαλέσει συναγερμό. Ο θερμοδιαφορικός είναι ευαίσθητος στο ρυθμό της αύξησης της θερμοκρασίας. Μικρή αύξηση θερμοκρασίας, δεν προκαλεί συναγερμό, γιατί μπορεί να θεωρηθεί μια φυσιολογική αύξηση της θερμοκρασίας μέσα στο χώρο. Έτσι, οι πηγές θερμότητας όπως οι σόμπες και τα θερμαντικά σώματα δεν προκαλούν ψευδείς συναγερμούς. Η μέγιστη τιμή του ρυθμού αύξησης της θερμοκρασίας κυμαίνεται 3-4°C ανά λεπτό. Όταν η θερμοκρασία του χώρου αυξάνεται πάνω από 5-6°C ανά λεπτό, τότε μόνο ο πυρανιχνευτής ενεργοποιείται.



ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Στην υλοποίηση της πτυχιακής μας εργασίας αρχικά προσδιορίσαμε με ακρίβεια τις λειτουργίες που θέλαμε να επιτελεί η κατασκευή μας ως προσομοίωση σήραγγας. Στην συνέχεια ασχοληθήκαμε με τον προγραμματισμό του plc μας S7-200 224xp της Siemens χρησιμοποιώντας την γλώσσα προγραμματισμού STL για να υλοποιήσουμε τις επιθυμητές λειτουργίες. Στις εισόδους τους PLC συνδέσαμε τους διακόπτες που αντικαθιστούν τους ανάλογους αισθητήρες, ενώ στις εξόδους συνδέσαμε τα διάφορα μέλη της κατασκευή μας με βάση το πρόγραμμά μας.

Πιο αναλυτικά οι λειτουργίες που αφορούν στην προσομοίωση της σήραγγας είναι οι εξής:

- Εσωτερικός φωτισμός της σήραγγας
- Εξωτερικός φωτισμός της σήραγγας κατά την διάρκεια των νυκτερινών ωρών
- Εξαερισμός της σήραγγας με χρήση κατάλληλων ανεμιστήρων (ροή αέρα)
- Έλεγχος κίνησης με χρήση φωτεινών σηματοδοτών
- Προειδοποιητικοί σηματοδότες για την ύπαρξη σήραγγας
- Έκτακτη λειτουργία σε περίπτωση πυρκαγιάς
- Φωτεινές ενδείξεις που ενεργοποιούνται και μας ενημερώνουν στην περίπτωση βλάβης στο σύστημα εξαερισμού.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

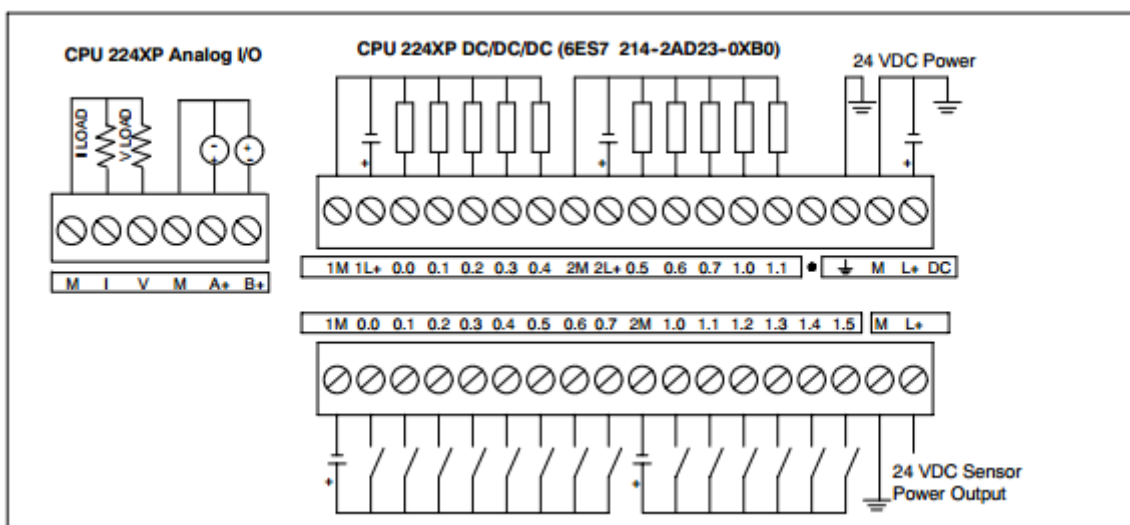
- Siemens Plc S7-200 cpu 224xp
- Χαρτόνια
- Γύψος
- Led διαφόρων χρωμάτων (που προσαρμόστηκαν με τις κατάλληλες αντιστάσεις)
- Καλώδια
- Ανεμιστηράκια
- Διακόπτες
- Διάφορα άλλα υλικά

ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ

Για την τροφοδοσία της κατασκευής χρειαζόμαστε ένα τροφοδοτικό στα 12Volt για την λειτουργία των διακοπών, για τα led χρησιμοποιήθηκαν αντιστάσεις για να ρίξουμε την τάση και την προστασία τους και τέλος για το plc χρησιμοποιούμε τροφοδοσία 220V απευθείας από το δίκτυο.

ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ PLC

Στο παρακάτω σχήμα αναλύεται ο τρόπος συνδεσμολογίας των εισόδων (σε μας των διακοπών) και εξόδων (τα ανάλογα μέρη της κατασκευής) του plc.



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΩΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

LD	I1.0	ΦΟΡΤΩΣΗ ΕΙΣΟΔΩΝ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ 1
LD	I1.1	~//~
CTU	C1, +0	ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗΣ 1
LD	I1.2	ΦΟΡΤΩΣΗ ΕΙΣΟΔΩΝ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ 2
LD	I1.3	~//~
CTU	C2, +0	ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗΣ 2
LD	I1.4	ΦΟΡΤΩΣΗ ΕΙΣΟΔΩΝ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ 3
LD	I1.5	~//~
CTU	C3, +0	ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗΣ 3
LD	I0.6	ΦΟΡΤΩΣΗ ΕΙΣΟΔΩΝ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ 4
LD	I0.7	~//~

CTU	C4, +0	ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗΣ 4
LDN	T37	
TON	T37, +150	ΔΗΛΩΣΗ ΧΡΟΝΙΚΟΥ T37 ΣΤΑ 15 SEC
LD	T37	ΦΟΡΤΩΣΗ ΧΡΟΝΙΚΟΥ T37
R	Q1.0, 1	ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΞΟΔΟΥ 1
R	Q1.1, 1	ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΞΟΔΟΥ 2
LD	T37	ΞΑΝΑΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΟΝΙΚΟΥ T37
AW<=	C1, C2	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΩΝ 1&2
S	Q1.1, 1	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΞΟΔΟΥ 2
R	Q1.0, 1	ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΞΟΔΟΥ 1
R	C2, 1	ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ 2
R	C1, 1	ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ 1
+I	1, C3	ΑΥΞΗΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ 3 ΚΑΤΑ 1
R	C4, 1	ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ 4
LD	T37	ΞΑΝΑΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΟΝΙΚΟΥ T37
AW>	C1, C2	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΩΝ 1&2
S	Q1.0, 1	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΞΟΔΟΥ 1
R	C1, 1	ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ 1
R	C2, 1	ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ 2
R	Q1.1, 1	ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΞΟΔΟΥ 2
+I	1, C4	ΑΥΞΗΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ 4 ΚΑΤΑ 1
R	C3, 1	ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ 3
TON	T38, +150	ΔΗΛΩΣΗ ΧΡΟΝΙΚΟΥ T37 ΣΤΑ 15 SEC
R	T37, 1	ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΙΚΟΥ T37
LD	T37	ΞΑΝΑΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΟΝΙΚΟΥ T37
AW>=	C3, +3	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ 3 ΜΕ ΤΟΝ ΑΚΕΡΑΙΟ 3
S	Q1.0, 1	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΞΟΔΟΥ 1
R	Q1.1, 1	ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΞΟΔΟΥ 2
R	C3, 1	ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ 3
LDN	T37	
AW>=	C4, +3	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ 4 ΜΕ ΤΟΝ ΑΚΕΡΑΙΟ 3
S	Q1.1, 1	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΞΟΔΟΥ 2
R	Q1.0, 1	ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΞΟΔΟΥ 1
R	C4, 1	ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗ 4
END		ΤΕΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

I1.0	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟΥ 1 ΑΠΟ ΔΙΕΛΕΥΣΗ ΟΧΗΜΑΤΟΣ
I1.2	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟΥ 2 ΑΠΟ ΔΙΕΛΕΥΣΗ ΟΧΗΜΑΤΟΣ
C1	ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΕΝΔΗΞΕΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟΥ 1
C2	ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΕΝΔΗΞΕΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟΥ 2
C3	ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΔΙΕΛΕΥΣΗ ΑΝΟΔΟΥ
C4	ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΗΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΔΙΕΛΕΥΣΗ ΚΑΘΟΔΟΥ
T37	ΧΡΟΝΙΚΟ ΓΙΑ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΦΑΝΑΡΙΟΥ
T38	ΧΡΟΝΙΚΟ ΓΙΑ ΜΗΔΕΝΙΣΜΟ ΤΟΥ T37 ΚΑΙ ΕΠΑΝΕΝΑΡΞΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Κάθε 15 δευτερόλεπτα γίνεται σύγκριση ανάμεσα στον C1 και C2 και ανάλογα ποιος είναι μεγαλύτερος παραχωρείται προτεραιότητα καταλλήλως και αυξάνεται ο απαριθμητής C3 ή C4 αναλόγως που δόθηκε η προτεραιότητα. Στην περίπτωση που ένας από τους 2 απαριθμητές φτάσει στην τιμή πρωτοποθέτησης (συνεχόμενη παραχώρηση μόνο στην άνοδο ή κάθοδο) μετά το πέρας των 15 δευτερολέπτων η προτεραιότητα θα δοθεί στην άλλη κατεύθυνση αυτομάτως και θα έχουμε μηδενισμό των απαριθμητών και επανέναρξη της διαδικασίας.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΩΝ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

```
LD    I0.2           ΦΟΡΤΩΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ
A     I0.2
AN    T40
TON   T39, 8        ΓΙΑ ΣΒΗΣΙΜΟ ΤΗΣ ΕΞΟΔΟΥ ΓΙΑ 0.8 SEC
LD    T39
=     Q0.0
A     T39
TON   T40, 8        ΓΙΑ ΑΝΑΜΑ ΤΗΣ ΕΞΟΔΟΥ ΓΙΑ 0.8 SEC
END
```

Ρουτίνα λειτουργίας σηματοδοτών κινδύνου τα οποία αναβοσβήνουν συνεχώς με την ενεργοποίηση της εισόδου.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ

```
LD    I0.4           ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ 4
S     Q0.5, 1        ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΟΣ Η ΔΥΟ ΑΝΕΜΗΣΤΗΡΩΝ
A     I0.3           ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΔΙΚΟΠΤΗ 3
=     Q0.1           ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ 1
=     Q0.2           ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ 2
LDN   I0.4
ON    I0.3
=     Q0.3           ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ
LD    I0.5           ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟΥ ΒΛΑΒΗΣ
TON   T41, +10      ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΧΡΟΝΙΚΟΥ ΓΙΑ 10 SEC
LD    T41           ΦΟΡΤΩΣΗ ΧΡΟΝΙΚΟΥ
R     Q0.1, 1        ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ 1
R     Q0.2, 1        ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ 2
R     Q0.3, 1        ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΔΕΙΞΗΣ ΜΗ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ
S     Q0.4, 1        ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΔΕΙΞΗΣ ΒΛΑΒΗΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ
LDN   I0.5
R     Q0.4, 1
END
```

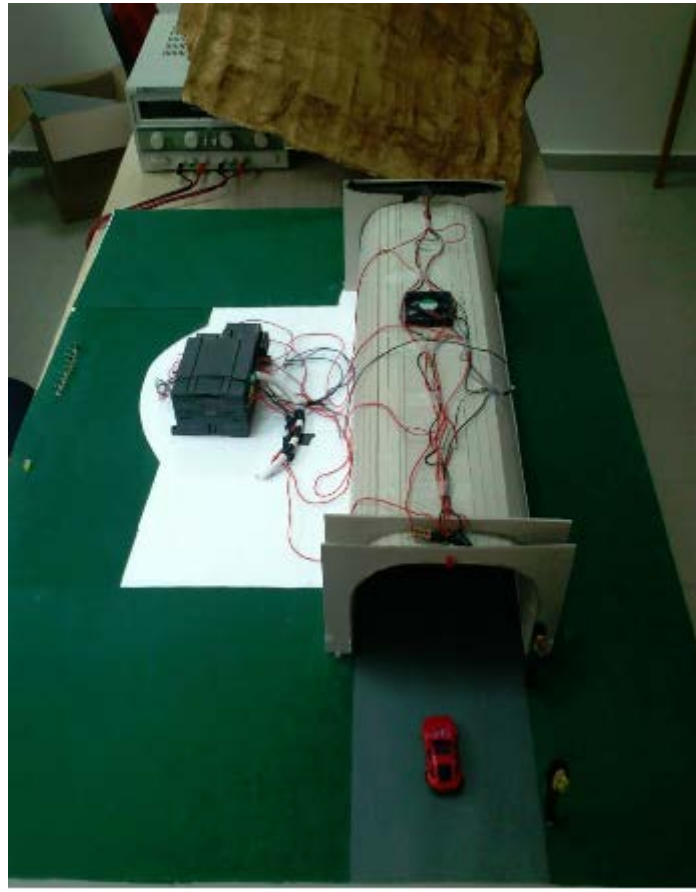
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

LD I0.0 *ΦΟΡΤΩΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ*
S Q0.6, 1 *ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΕΞΟΔΟΥ 6*
LDN I0.0 *ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΕΙΣΟΔΟΥ*
R Q0.6, 1 *ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΕΞΟΔΟΥ 6*
END

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΣΩΣΗ ΦΩΤΙΑΣ

LD I0.1 *ΕΝΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟΥ ΦΩΤΙΑΣ*
S Q0.7, 1 *ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΕΜΗΣΤΗΡΑ ΔΙΑΦΥΓΗΣ ΚΑΠΝΟΥ ΚΑΙ*
R Q1.0, 1 *ΚΟΚΚΙΝΗΣ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ*
R Q1.1, 1
R Q0.1, 1
R Q0.2, 1
R Q0.3, 1 *ΟΛΕΣ ΟΙ ΑΛΛΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΠΟ ΤΑ*
R Q0.4, 1 *ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΦΩΤΑ ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ*
LDN I0.1
R Q0.7, 1
END





ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αισθητήρια, μετατροπείς και εφαρμογές τους στα συστήματα αυτόματου ελέγχου. Σημειώσεις του μαθήματος Αισθητήρια & Βιομηχανικοί Αυτοματισμοί του Δρ. Νικολάου Φραγκιαδάκη.
- Συστήματα συλλογής πληροφοριών και μετρήσεων. Τεύχος δεύτερο. Δρ. Ιωάννης Α. Καλόμοιρος.
- Αισθητήρες μέτρησης και ελέγχου. Peter Elgar BSc (Hons), MISTS. Εκδόσεις Τζίολα.
- ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ομαδική εργασία του μαθήματος Τεχνικές Πληροφορικής στη Ναυτιλία, τις Μεταφορές και το Εμπόριο από τους Βασίλειος Ευαγγέλου Νίκος Κονίδης από τους διδάσκοντες Ν. Νικητάκος - Θ. Λίλας από το πανεπιστήμιο Αιγαίου από την σχολή επιστημών της διοίκησης.
- Programmable logic controllers Frank D. Petruzella
- **Tunnel Lighting Systems**
John J. Buraczynski, Thomas K. Li, Chris Kwong, and Paul J. Lutkevich
PB Americas, Inc. New York, USA
- How tunnels work by William Harris
- On the design and control of complex tunnel ventilation systems applying the HIL tunnel simulator
I. R. Riess and P. Altenburger
HBI Haerter Ltd Consulting Engineers, Switzerland
P. Sahlin
Equa Simulation AB, Sweden
- Tunnel ventilation effectiveness in fire scenarios
F. Colella, G. Rein, R. Carvel, J.L. Torero

Site που χρησιμοποιήθηκαν:

- www.microplanet.gr/
- www.fireblanket.gr
- www.wikipedia.org
- www.ecoalarms.com

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον Θεοδωρή Νικολουδάκη για την βοήθεια του στην υλοποίηση της μακέτας.