

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΕ ΓΡΑΜΜΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ LOGO!



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΜΕΛΙΣΣΟΥΡΓΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ
ΚΕΛΑΪΔΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΧΑΝΙΑ 2002

Πρόλογος



Το θέμα της πτυχιακής αυτής εργασίας είναι οι αυτοματισμοί σε γραμμή παραγωγής. Συγκεκριμένα αναλάβαμε να σχεδιάσουμε και να υλοποιήσουμε ένα αυτοματοποιημένο εμφιαλωτήριο υγρών και ρευστών υλικών.

Το έργο υλοποιήθηκε με την συνεργασία του κ. Μπενιουδάκη Εμμανουήλ, ο οποίος ανέλαβε την κατασκευή του μηχανολογικού μέρους.

Πετύχαμε, πάντα με την καθοδήγηση του εισηγητή και επιβλέπων καθηγητή κ. Φραγκιαδάκη Νικολάου, να δημιουργήσουμε ένα ολοκληρωμένο έργο, ικανό να ανταγωνιστεί τα μηχανήματα βιομηχανικής παραγωγής αυτού του είδους.

Το παρόν βιβλίο είναι χωρισμένο σε δύο μέρη. Στο πρώτο δίνεται η θεωρητική βάση για τα Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου και στο δεύτερο περιγράφεται η κατασκευή του εμφιαλωτηρίου.

Αισθανόμαστε την υποχρέωση να ευχαριστήσουμε όλους όσους συμβάλλανε στην ολοκλήρωση της εργασίας, είτε με τις εύστοχες παρατηρήσεις και συμβουλές τους, είτε με τα εφόδια που μας προμήθευσαν όλα αυτά τα χρόνια όντας σπουδαστές του τμήματος Ηλεκτρονικής.

Μελισσουργάκης Εμμανουήλ
Κελαϊδής Ελευθέριος

Χανιά - Σεπτέμβριος 2002

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Συστήματα Αυτοματισμών

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μια απλή παρατήρηση των συσκευών που βρίσκονται γύρω μας θα μας πείσει ότι όλες λειτουργούν εν μέρει ή ολικά αυτόματα, δηλαδή χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου. Τέτοιες συσκευές είναι το ηλεκτρικό ψυγείο, το πλυντήριο ρούχων, το θερμοσίφωνο, κ.ά. Ο αυτοματισμός στην καθημερινή ζωή έχει σκοπό να κάνει την ζωή των ανθρώπων πιο εύκολη.

Αυτοματισμούς μπορεί να συναντήσουμε τόσο στην καθημερινή μας ζωή, όσο και στη βιομηχανική παραγωγή, στις επιστημονικές δραστηριότητες και αλλού.

Τα συστήματα αυτοματισμού ή συστήματα αυτομάτου ελέγχου λειτουργούν χωρίς να χρειάζονται ανθρώπινη επιτήρηση ή παρέμβαση και δρουν κατά προκαθορισμένο τρόπο, ώστε να επιτευχθεί κάποιο επιθυμητό αποτέλεσμα με προκαθορισμένη ακρίβεια.

Για παράδειγμα, το σύστημα ελέγχου του κλιματιστικού μας είναι σε θέση, μετά την αρχική του ρύθμιση, να ελέγχει τη λειτουργία του κλιματιστικού μας, ώστε το άμεσο περιβάλλον να έχει σταθερή θερμοκρασία, ανεξάρτητα από τις μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας, τον αριθμό των ατόμων κ.ο.κ. και χωρίς να απαιτείται να αναρρυθμίσουμε το σύστημα, αν δεν αλλάξει η επιθυμητή τιμή της θερμοκρασίας του άμεσου περιβάλλοντος.

Ιδιαίτερη σημασία έχουν οι αυτοματισμοί στην βιομηχανική παραγωγή. Με την αυτοματοποίηση της παραγωγής, οι επιχειρήσεις πετυχαίνουν να βελτιώσουν την παραγωγικότητά τους μειώνοντας ταυτόχρονα το κόστος παραγωγής.

Αυτό επιτυγχάνεται μέσω:

- Εξοικονόμησης ενέργειας
- Καλύτερης διαχείρισης των πρώτων υλών
- Βελτίωσης της ποιότητας των προϊόντων

- Μείωση του κόστους εργασίας

Η ιδέα εφαρμογής συστημάτων αυτοματισμού απορρέει από την ανάγκη να απαλλαγεί ο άνθρωπος από εργασίες επικίνδυνες ή ιδιαίτερα κοπιαστικές. Με τον καιρό όμως επεκτάθηκε σε όλες σχεδόν τις δραστηριότητες της παραγωγικής διαδικασίας, αφού με τα συστήματα αυτοματισμού επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ακρίβεια, λιγότερα σφάλματα και μικρότερο κόστος παραγωγής. Έτσι, τα συστήματα αυτοματισμού υποκατέστησαν τον άνθρωπο σε μεγάλο βαθμό στην παραγωγική διαδικασία. Σήμερα λειτουργούν βιομηχανίες, όπου στην παραγωγική διαδικασία η αυτοματοποίηση ξεπερνά το 95%.

Στις διάφορες επιστημονικές και ερευνητικές δραστηριότητες (διαστημικά ταξίδια, έρευνα σε μεγάλα θαλάσσια βάθη) απαιτείται ιδιαίτερα μεγάλη ακρίβεια ενεργειών και αποφυγή σφαλμάτων, κάτι που ο άνθρωπος δύσκολα μπορεί να επιτύχει. Και εδώ οι διαδικασίες αυτοματισμού έδωσαν λύσεις προωθώντας σημαντικά την επιστήμη και την τεχνολογία.



1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Συστήματα και διαδικασίες αυτοματισμού φαίνεται ότι είχαν επινοηθεί από την αρχαιότητα. Σαν πρώτη συσκευή αυτοματισμού μπορεί να θεωρηθεί ο ρυθμιστής του Ήρωνος του Αλεξανδρέως (περί το 130 π.Χ.). Ο ρυθμιστής αυτός είχε κατασκευαστεί κατά τέτοιο

τρόπο, ώστε με το άναμμα φωτιάς στο βωμό που βρισκόταν μπροστά από ένα ναό, άνοιγε η πύλη του. Η λειτουργία του βασιζόταν σε ένα πρωτόλειο πνευματικό σύστημα (δηλαδή ένα σύστημα που δούλευε με την δύναμη του ατμού), που βρισκόταν στο έδαφος και με το οποίο κινιόταν η πύλη του ναού, με την βοήθεια ζεστού αέρα.

Αλλά, ενώ κατά την αρχαιότητα φαίνεται να έχουν κατασκευαστεί αρκετές "αυτόματες" μηχανές, στα επόμενα χρόνια δεν έχουμε σημαντική πρόοδο στον τομέα αυτό. Από το 18^ο αιώνα αρχίζει ξανά η έρευνα πάνω σε θέματα αυτοματισμών, με κυριότερη ανακάλυψη τον πρώτο φυγοκεντρικό ρυθμιστή ταχύτητας, που εφαρμόστηκε στον έλεγχο της ταχύτητας των ατμομηχανών.

Όλες αυτές οι κατασκευές βασίστηκαν στο ταλέντο και στην εμπειρία των εφευρετών και στερούνταν θεωρητικής μαθηματικής βάσης. Το κενό αυτό το καλύπτουν οι Maxwell (1868) και Vyshnegradski (1876), που δημιούργησαν μαθηματικά μοντέλα, κυρίως για το ρυθμιστή του Watt. Από την εποχή αυτή και μετά τα συστήματα αυτομάτου ελέγχου που κατασκευάζονται βασίζονται στην αναγκαία θεωρητική μελέτη. Το 1934 εμφανίζεται η έννοια της ανατροφοδότησης (feedback), της τροφοδοσίας δηλαδή της εισόδου ενός συστήματος με ένα σήμα που εξαρτάται από την έξοδο του συστήματος, το οποίο «προστίθεται» στο σήμα εισόδου. Η δυνατότητα αυτορύθμισης, που προκύπτει με τον τρόπο αυτό, έδωσε σημαντική ώθηση στην ανάπτυξη συστημάτων αυτοματισμού.

Έτσι, από το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο και μετά έχουμε ραγδαία εξέλιξη τόσο στη θεωρία, όσο και στην κατασκευή των συστημάτων αυτοματισμού. Εισάγεται η θεωρία των Συστημάτων Αυτομάτου Ελέγχου (ΣΑΕ) και αναπτύσσονται διάφορες μέθοδοι θεωρητικής σχεδίασης ελεγκτών. Η ανάπτυξη της μικροηλεκτρονικής έδωσε νέα ώθηση στον τομέα του αυτοματισμού, αφού κατασκευάστηκαν σύνθετα συστήματα μετρήσεων και ελέγχου, με ιδιαίτερα μικρό όγκο. Τέλος η ανάπτυξη τεχνικών για την επεξεργασία της πληροφορίας και την λήψη αποφάσεων, όπως τα νευρωνικά δίκτυα, η τεχνητή νοημοσύνη και τα έμπειρα συστήματα, έδωσαν την δυνατότητα δημιουργίας αυτοματισμών με υψηλό βαθμό ευφυΐας.





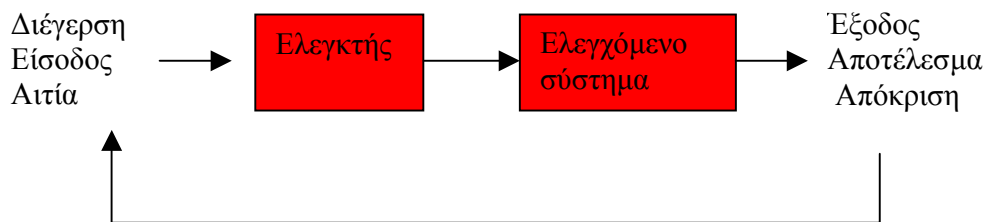
1.2 ΔΟΜΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Στο Σχήμα 1.2.1 διακρίνουμε ένα σύστημα, το οποίο συμβολίζεται με ένα πλαίσιο. Το σύστημα αυτό αντιστοιχεί στο πρότυπο (μοντέλο) μιας διαδικασίας (ή ελεγχόμενο σύστημα - plant) και εμφανίζεται να δέχεται μια ή περισσότερες διεγέρσεις (εισόδους) και να δίνει μια ή περισσότερες αποκρίσεις (εξόδους).



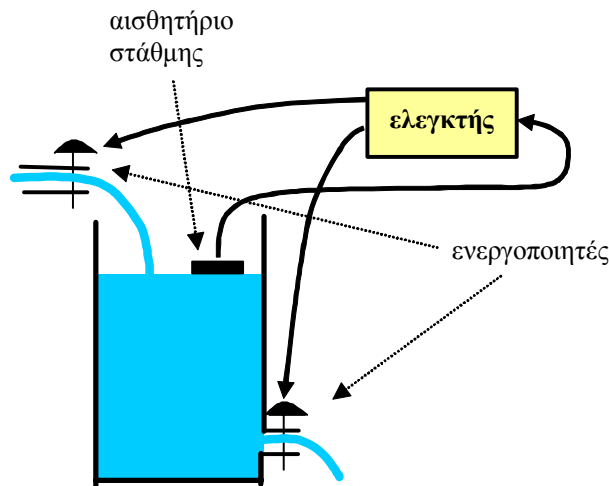
Σχήμα 1.2.1 Απεικόνιση συστήματος

Το βασικό πρόβλημα του αυτοματισμού είναι η σχεδίαση κατάλληλης διάταξης, η οποία, όταν επιδρά στο σύστημα, να δίνει για συγκεκριμένη (γνωστή) είσοδο μια προκαθορισμένη έξοδο. Η διάταξη αυτή ονομάζεται ελεγκτής (controller). Έτσι το Σχήμα 1.2.1 τροποποιείται όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.2.2.



Σχήμα 1.2.2 Απεικόνιση συστήματος αυτοματισμού

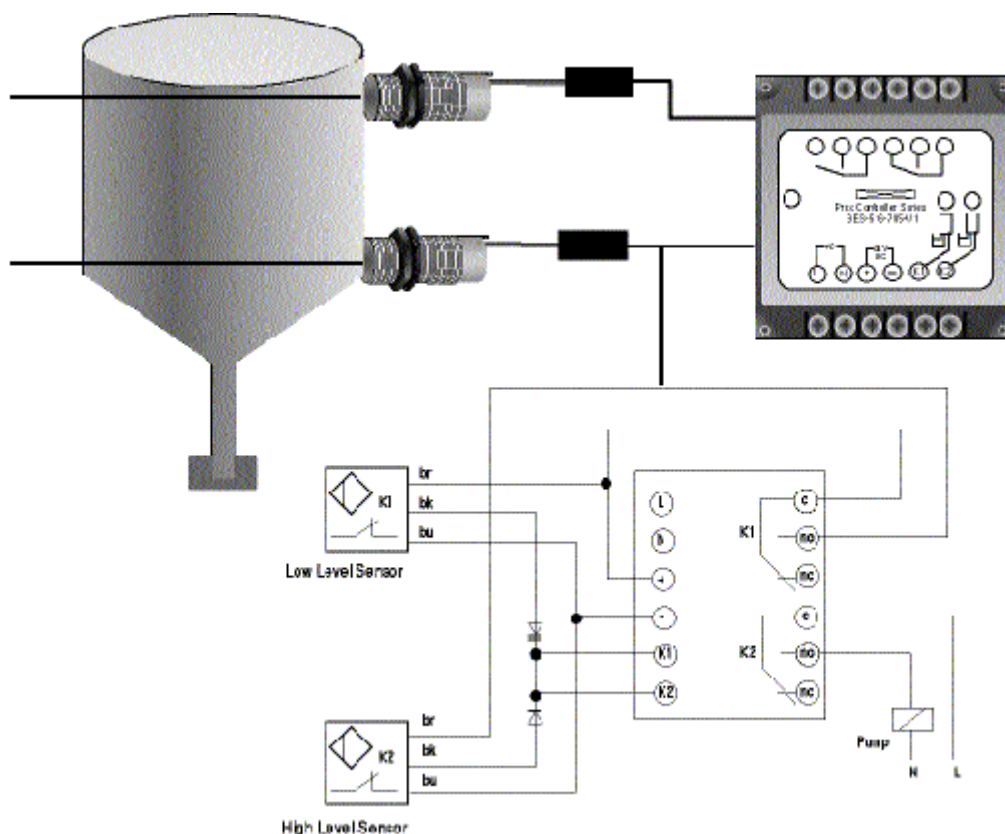
Έτσι, μία μονάδα αυτοματισμού αποτελείται (συνολικά) από την είσοδο, τον ελεγκτή και το ελεγχόμενο σύστημα, προκειμένου να δημιουργηθεί η επιθυμητή έξοδος-αποτέλεσμα. Να σημειώσουμε ότι ο ελεγκτής προϋποθέτει την ύπαρξη κάποιων στοιχείων, στα οποία θα επιδράσει και τα οποία ρυθμίζουν τις λειτουργίες εκείνες του ελεγχόμενου συστήματος που εξασφαλίζουν την επιθυμητή έξοδο. Τα στοιχεία αυτά ονομάζονται ενεργοποιητές (actuators). Επίσης στο σύστημα είναι απαραίτητα κάποια στοιχεία μέτρησης που ονομάζονται αισθητήρια (sensors), και θα δίνουν την κατάσταση των μεγεθών, από τα οποία εξαρτάται το σύστημα. Έτσι, εάν π.χ. επιδιώκουμε να ελέγξουμε τη στάθμη σε μια δεξαμενή, εκτός από τη δεξαμενή και τον ελεγκτή θα υπάρχουν και τα αισθητήρια που μετρούν την στάθμη του νερού, καθώς και ηλεκτροβάνες (ενεργοποιητές) στις οποίες επιδρά ο ελεγκτής και ρυθμίζουν την ποσότητα νερού, που εισέρχεται ή εξέρχεται από τη δεξαμενή.



Σχήμα 1.2.3 Έλεγχος στάθμης δεξαμενής

Το σήμα εισόδου του κυκλώματος προέρχεται από ένα ή περισσότερα αισθητήρια, δηλαδή διατάξεις που είναι ευαίσθητες σε μεταβολές διαφόρων φυσικών μεγεθών (σήματα) και αντιδρούν σε αυτές παράγοντας ηλεκτρικό, κατά κανόνα, σήμα. Μια σημαντική περίπτωση είναι όταν κάποιο από τα αισθητήρια βρίσκεται στο χώρο εξόδου και επηρεάζεται από το αποτέλεσμα. Τότε έχουμε μία λειτουργία που ονομάζεται ανατροφοδότηση - AT (feedback), όπου η έξοδος του συστήματος επηρεάζει την λειτουργία του ελεγκτή (στο Σχήμα 1.2.3 η γραμμή A/T φαίνεται με διακεκομμένη γραμμή) και το σύστημα ονομάζεται κλειστό ή σύστημα κλειστού βρόχου (closed loop system).

Στο Σχήμα 1.2.4 απεικονίζεται ένα πρότυπο σύστημα ελέγχου στάθμης υγρού στο οποίο προφανώς γίνεται χρήση συγκεκριμένου είδους αισθητηρίων. Αν αντίθετα δεν υπάρχει η λειτουργία αυτή και η λειτουργία του ελεγκτή είναι ανεξάρτητη της εξόδου του συστήματος, τότε το σύστημα ονομάζεται ανοικτό σύστημα ή σύστημα ανοικτού βρόχου (open loop system).

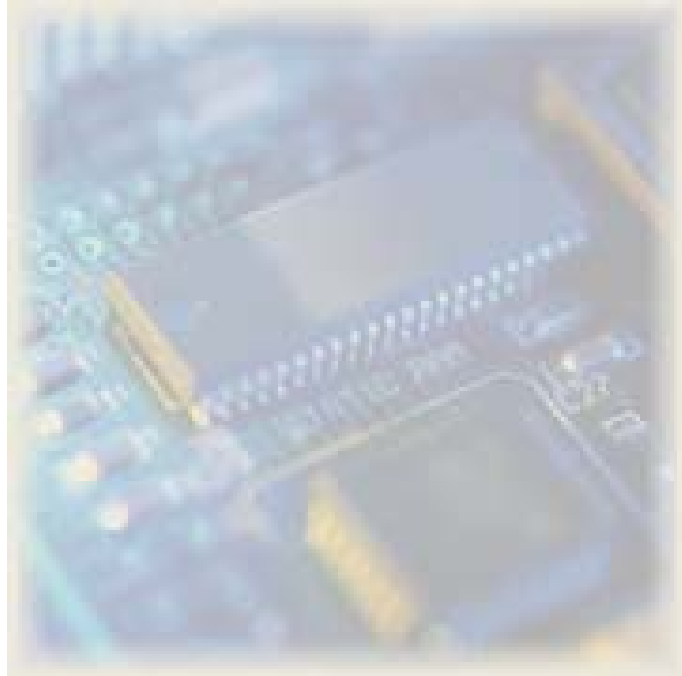


Σχήμα 1.2-4

Ένα παράδειγμα κλειστού συστήματος αποτελεί το θερμοσίφωνο. Σαν ελεγχόμενο σύστημα θεωρείται το τμήμα της συσκευής που ζεσταίνει το νερό και σαν ελεγκτής ο θερμοστάτης. Είσοδος του συστήματος είναι το ηλεκτρικό ρεύμα και έξοδος η θερμοκρασία του νερού. Ο θερμοστάτης παρακολουθεί την θερμοκρασία του νερού (έξοδος) και όταν αυτή γίνει μικρότερη από μια επιθυμητή τιμή επιτρέπει το ηλεκτρικό ρεύμα (είσοδος) να φτάσει στην αντίσταση που θερμαίνει το νερό. Όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει κάποια δεδομένη τιμή, ο θερμοστάτης αποκόπτει την τροφοδοσία της αντίστασης. Βλέπουμε λοιπόν ότι η είσοδος του συστήματος επηρεάζεται από την έξοδό του.

Παράδειγμα ανοικτού συστήματος αποτελεί το ηλεκτρικό πλυντήριο. Εδώ ελεγχόμενο σύστημα είναι το πλυντήριο και ελεγκτής ο "εγκέφαλός" του. Είσοδοι του συστήματος είναι η ποσότητα του απορρυπαντικού, η ποσότητα του νερού που θα χρησιμοποιηθεί και το ηλεκτρικό ρεύμα ενώ έξοδος είναι η καθαρότητα των ρούχων. Η μονάδα που ονομάζουμε "εγκέφαλο" οδηγεί το πλυντήριο σε μια

σειρά από λειτουργίες (πλύσιμο, στύψιμο, κ.λ.π.) σε χρονική σειρά, χωρίς όμως να εξετάζει τα αποτελέσματά τους. Αν δηλαδή τα ρούχα δεν πλύθηκαν καλά, δεν πρόκειται να αλλάξει κάτι στην σειρά των λειτουργιών που εκτελεί. Δηλαδή η έξοδος δεν επηρεάζει την είσοδο του συστήματος.



1.3 ΑΠΛΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Ένας αυτοματισμός, σχεδόν πάντα, μπορεί να πραγματοποιηθεί με περισσότερους από έναν τρόπους. Κάθε τρόπος μεταφέρει κάποιο βαθμό "ευφυΐας". Έτσι έχουμε λιγότερο ή περισσότερο ευφυείς αυτοματισμούς.

Έστω ότι θέλουμε ένα κύκλωμα φωτισμού να ενεργοποιείται τη νύχτα και να σβήνει την ημέρα. Ένας απλός τρόπος είναι να χρησιμοποιήσουμε σαν κύκλωμα ελέγχου ένα χρονοδιακόπτη. Με τον τρόπο αυτό η λειτουργία των λαμπτήρων θα ελέγχεται για χρονική περίοδο μιας ημέρας και τελικά θα ανάβουν για κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Ένας δεύτερος τρόπος είναι να χρησιμοποιήσουμε έναν φωτοδιακόπτη. Στη περίπτωση αυτή το κύκλωμα ελέγχου ενεργοποιεί τους λαμπτήρες, όταν ο φωτισμός του χώρου πέσει κάτω

από μια επιθυμητή στάθμη. Είναι προφανές ότι με την πρώτη μέθοδο το αποτέλεσμα που θα έχουμε δεν θα είναι το καλύτερο δυνατό, αφού η χρονική διάρκεια της νύχτας δεν είναι ίδια όλες τις εποχές οι ίδιες. Αντίθετα με την δεύτερη μέθοδο το κύκλωμα αυτοματισμού "αντιλαμβάνεται" τότε νυχτώνει και "αντιδρά", ενεργοποιώντας το κύκλωμα φωτισμού.

Η ευφυΐα ενός αυτοματισμού εξαρτάται αφενός από τα αισθητήρια που χρησιμοποιούνται στην είσοδο, αφ' ετέρου από την επεξεργασία της πληροφορίας, που αυτά δίνουν, για τη λήψη της τελικής απόφασης. Οι σημερινοί αυτοματισμοί ξεκινούν από χαμηλό βαθμό ευφυΐας και φθάνουν σε ιδιαίτερα υψηλό βαθμό, με τη χρήση πολύπλοκων αισθητηρίων και σύνθετων τεχνικών επεξεργασίας και λήψης αποφάσεων, όπως είναι τα νευρωνικά δίκτυα και η τεχνητή νοημοσύνη. Ακριβώς η ύπαρξη τέτοιας διαδικασίας λήψης αποφάσεων, με βάση τα ερεθίσματα που μεταφέρουν τα αισθητήρια, διαφοροποιεί έναν απλό (συνήθως χρονικό) από έναν "έξυπνο" αυτοματισμό.

Σκοπός ενός αυτοματισμού είναι να αντιλαμβάνεται καταστάσεις όπως ο άνθρωπος και να αντιδρά όπως αυτός, εξαλείφοντας την περίπτωση σφάλματος.

1.4 ΕΥΦΥΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ

Με τον όρο "ευφύες αισθητήριο" προσδιορίζεται ένα αισθητήριο που έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ψηφιακή έξοδο, δηλαδή σήμα με διακριτές χρονικά τιμές και με προκαθορισμένες στάθμες τάσης, το οποίο είναι, συνήθως, κατάλληλο να τροφοδοτήσει τις εισόδους ψηφιακού ηλεκτρονικού υπολογιστή.
- Αμφίδρομη επικοινωνία, δηλαδή έχει τη δυνατότητα να δίνει σήματα πληροφορίας (ανάλογα με τις τιμές των μετρούμενων φυσικών μεγεθών) και να δέχεται εντολές που σχετίζονται με τη λειτουργία του.
- Δυνατότητα προσπέλασης σε συγκεκριμένη θέση μνήμης του ψηφιακού συστήματος, με το οποίο είναι συνδεδεμένο.

- Δυνατότητα εκτέλεσης εντολών και λογικών ενεργειών, οι οποίες διαβιβάζονται σε αυτό από το ψηφιακό σύστημα (κάποιου είδους ηλεκτρονικό υπολογιστή), με το οποίο είναι συνδεδεμένο.

Επιπλέον, είναι επιθυμητό να περιλαμβάνει εξελεγμένες λειτουργίες, όπως:

- Αντιστάθμιση δευτερευουσών παραμέτρων (όπως θερμοκρασία), δηλαδή τρόπους εξουδετέρωσης των επιπτώσεων των μεταβολών αυτών των παραμέτρων στην ομαλή λειτουργία του.
- Ανίχνευση λάθους, δηλαδή δυνατότητα αντίληψης περί της ορθής λειτουργίας και διάγνωσης μιας πιθανής απόκλισης από αυτήν.
- Αυτοέλεγχο, δηλαδή δυνατότητα αυτοκαθορισμού των τιμών των διαφόρων ιδιοτήτων του, με βάση πληροφορίες ή επιδράσεις του περιβάλλοντος.

Οι λειτουργίες αυτές επιτυγχάνονται είτε με την ενσωμάτωση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων στο πακέτο του αισθητηρίου, είτε με την κατασκευή του αισθητηρίου και του αναγκαίου ηλεκτρονικού κυκλώματος στο ίδιο κομμάτι ημιαγωγού.

Τα αισθητήρια εξελίχθηκαν μέσα από διαδοχικές γενεές. Η πρώτη γενεά δεν είχε ηλεκτρονικό κύκλωμα. Η δεύτερη είχε ηλεκτρονικά κυκλώματα, χωριστά όμως από το υπόλοιπο αισθητήριο. Στην τρίτη γενεά, που αφορά τα σημερινά αισθητήρια, στην κατασκευή του αισθητηρίου συνυπάρχει και ηλεκτρονικό κύκλωμα (τουλάχιστον για ενίσχυση του σήματος). Η έξοδος των αισθητηρίων αυτών είναι αναλογικό ηλεκτρικό σήμα και η πληροφορία που μεταφέρουν βρίσκεται είτε στην τάση, είτε στην ένταση, είτε στη συχνότητα του σήματος. Το σήμα αυτό μετατρέπεται σε ψηφιακό στη μονάδα επεξεργασίας.

Τα αισθητήρια τέταρτης γενεάς, που κατασκευάζονται σήμερα, περιλαμβάνουν τα ηλεκτρονικά και τα ψηφιακά ηλεκτρονικά συστήματα στο ίδιο κομμάτι ημιαγωγού με το αισθητήριο, δίνοντας στο αισθητήριο τη δυνατότητα αμφίπλευρης επικοινωνίας με τον υπολογιστή. Τέλος στα αισθητήρια πέμπτης γενεάς, που ήδη σχεδιάζονται, η μετατροπή των δεδομένων γίνεται στο αισθητήριο, οπότε η αμφίπλευρη επικοινωνία αισθητηρίου και υπολογιστή είναι ψηφιακή.

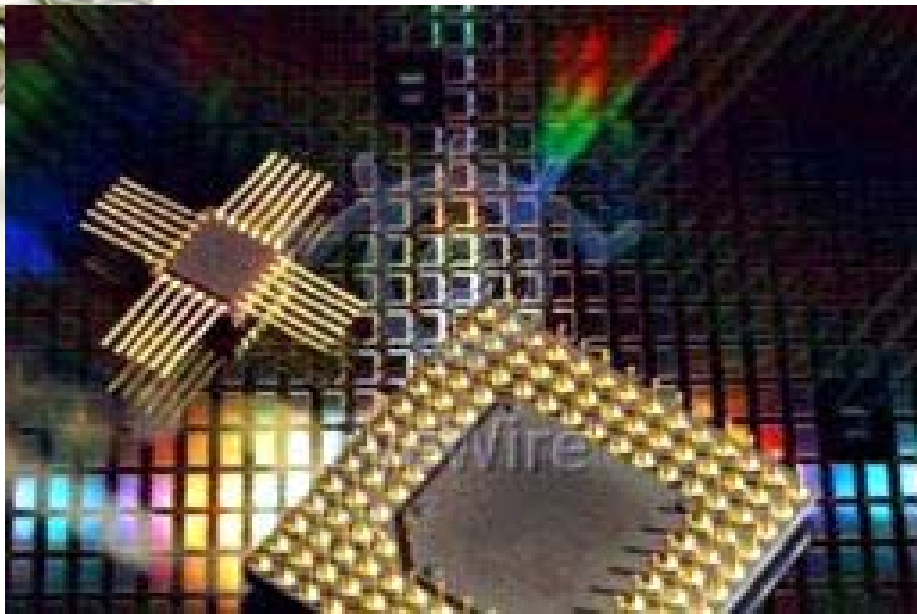


Τα αισθητήρια αυτά περιέχουν τρία βασικά κυκλώματα :

α) κύκλωμα επεξεργασίας του σήματος (ενίσχυση, φιλτράρισμα, πολυπλεξία)

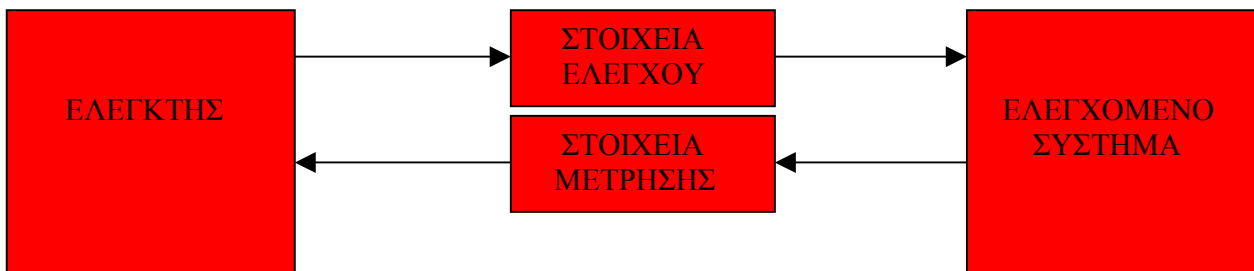
β) κύκλωμα ψηφιοποίησης του σήματος

γ) κύκλωμα προσαρμογής, ώστε τα αισθητήρια να επικοινωνούν με έναν ελεγκτή χωρίς τη μεσολάβηση άλλου κυκλώματος (interface)

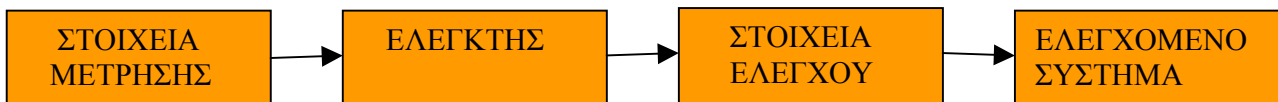


1.5 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Ένα διάγραμμα αυτοματισμού έχει την μορφή του σχήματος 1.5.1



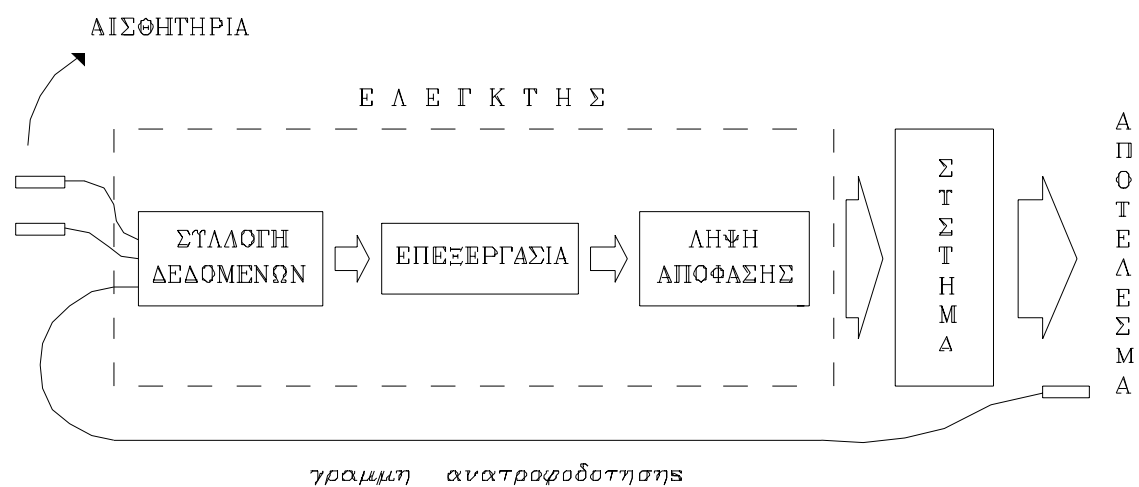
(α)



(β)

Σχήμα 1.5.1 Διάγραμμα (α) κλειστού και (β) ανοικτού συστήματος αυτομάτου ελέγχου

Στο Σχήμα 1.5.2 φαίνεται ένα περισσότερο αναλυτικό διάγραμμα, κυρίως σε ότι αφορά τις μονάδες, από τις οποίες αποτελείται ο ελεγκτής. Σαν είσοδοι στο κύκλωμα χρησιμοποιούνται διάφορα αισθητήρια (sensors). Σκοπός των αισθητηρίων είναι να μετατρέπουν (πιθανόν με την βοήθεια ηλεκτρονικού κυκλώματος) κάποιο γεγονός ή φυσικό φαινόμενο σε κατάλληλο ηλεκτρικό σήμα. Η σύγκριση αυτού του σήματος με κάποιο άλλο που θεωρούμε αυθαίρετα σαν μονάδα, ονομάζεται ηλεκτρονική μέτρηση.



Σχήμα 1.5.2 Αναλυτικό διάγραμμα ελεγκτή

Το επόμενο βήμα είναι η συλλογή της πληροφορίας από τα διάφορα αισθητήρια. Η μεταφορά αυτή γίνεται είτε μέσω απλού καλωδίου, είτε μέσω ομάδας καλωδίων που σχηματίζουν ένα δίαυλο (bus). Το μήκος των καλωδίων περιορίζεται από την μορφή του σήματος των αισθητηρίων. Μεγάλο μήκος καλωδίου μεταφοράς πιθανόν να αλλοιώνει το σήμα. Η διαδικασία σύνδεσης των αισθητηρίων και συλλογής των δεδομένων τους, που σε απλούς αυτοματισμούς φαίνεται ασήμαντη, είναι ιδιαίτερα σημαντική σε πιο σύνθετους αυτοματισμούς. Και αυτό γιατί σε αρκετές περιπτώσεις είναι δυνατόν να έχουμε μεγάλο όγκο δεδομένων, με ταχύτητα μεταφοράς μεγαλύτερη από την ταχύτητα επεξεργασίας του ελεγκτή. Στην περίπτωση αυτή, κάποια δεδομένα χάνονται και το σύστημα μπορεί να οδηγηθεί σε λάθος απόφαση. Έτσι, στους σύνθετους αυτοματισμούς υπάρχει πρόβλεψη προσωρινής αποθήκευσης των

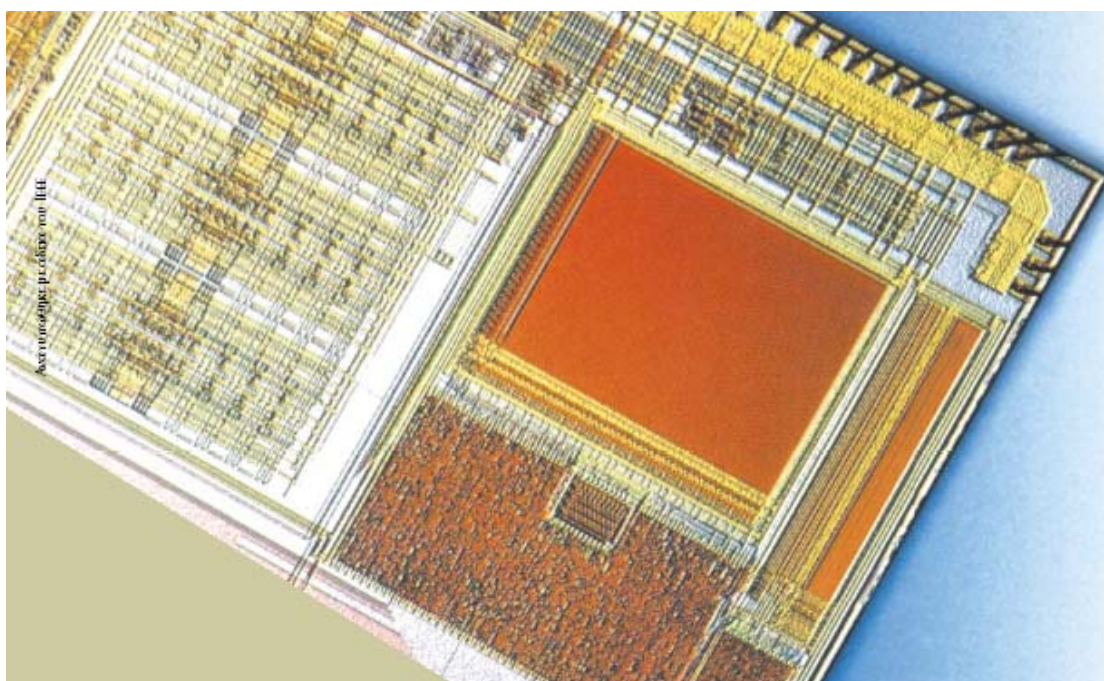
δεδομένων, στην περίπτωση που υπάρχει αδυναμία άμεσης επεξεργασίας τους.

Επόμενο στάδιο είναι η επεξεργασία των δεδομένων. Στο στάδιο αυτό περιλαμβάνονται μια σειρά από μετατροπές, που πρέπει να υποστεί το σήμα που έρχεται από ένα αισθητήριο (ενίσχυση, γραμμικοποίηση, φιλτράρισμα) προκειμένου να γίνει εκμεταλλεύσιμο.

Αφού το σήμα πάρει την κατάλληλη μορφή, εισέρχεται στη μονάδα λήψης απόφασης. Η μονάδα αυτή μπορεί να είναι ένα απλό κύκλωμα ανίχνευσης του σήματος του αισθητηρίου (συγκεκριμένης στάθμης), οπότε δίνεται στο σύστημα η εντολή να εκτελέσει μια λειτουργία, μπορεί όμως να είναι και ένα σύνθετο κύκλωμα ή πρόγραμμα (software), που με μια σειρά σύνθετες λειτουργίες επιλέγει την καλύτερη από ένα σύνολο δυνατών ενεργειών.

Μία σημαντική ενέργεια είναι να ελεγχθεί εάν η λειτουργία που εξετέλεσε το σύστημα ήταν η σωστή (στην περίπτωση π.χ. που το ελεγχόμενο σύστημα είναι ένας κινητήρας, όταν δοθεί από τον ελεγκτή σήμα να ξεκινήσει, θα πρέπει να ελεγχθεί αν πράγματι ξεκίνησε). Για το λόγο αυτό απαιτείται ένα ή περισσότερα αισθητήρια να παρακολουθούν την έξοδο του συστήματος και να ρυθμίζουν ανάλογα τη λειτουργία του ελεγκτή. Αν τελικά η σωστή λειτουργία δεν εκτελείται, θα πρέπει να ενεργοποιηθεί ένα κύκλωμα σήμανσης. Η δράση των αισθητηρίων αυτών αποτελεί μέρος της ανατροφοδότησης του κυκλώματος.

Με βάση τα ανωτέρω καταλήγουμε ότι ένα κύκλωμα αυτοματισμού αποτελείται από τις βαθμίδες που επιτελούν τις λειτουργίες: μέτρηση, συλλογή δεδομένων, επεξεργασία και έλεγχος.



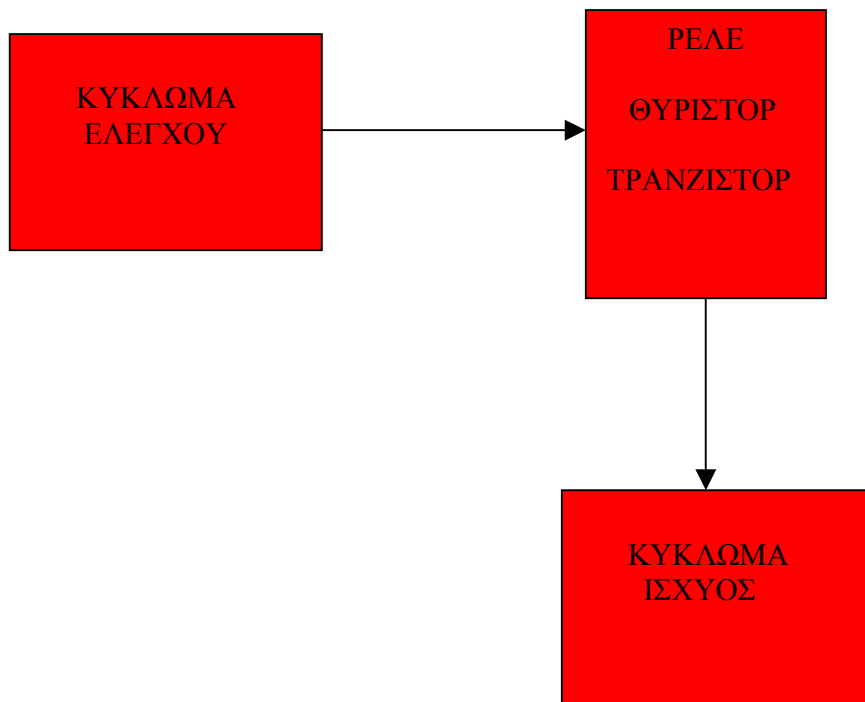
1.6 ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ – ΚΥΚΛΩΜΑ ΙΣΧΥΟΣ

Ένα κύκλωμα αυτοματισμού ενεργοποιεί στοιχεία (ενεργοποιητές) που για την λειτουργία τους απαιτούν ισχυρά ρεύματα (ηλεκτροβάνες, αντιστάσεις θέρμανσης, κινητήρες, κ.α.). Σε ένα κύκλωμα ελέγχου όμως τα ρεύματα που διαρρέουν τους αγωγούς έχουν μικρή τιμή. Είναι λοιπόν αδύνατο με το κύκλωμα ελέγχου να ρυθμίζουμε απ' ευθείας την λειτουργία ενός ενεργοποιητή. Για να ξεπεραστεί το πρόβλημα αυτό το κύκλωμα αυτοματισμού διαιρείται σε δύο τμήματα: το κύκλωμα ισχύος και το κύκλωμα ελέγχου.

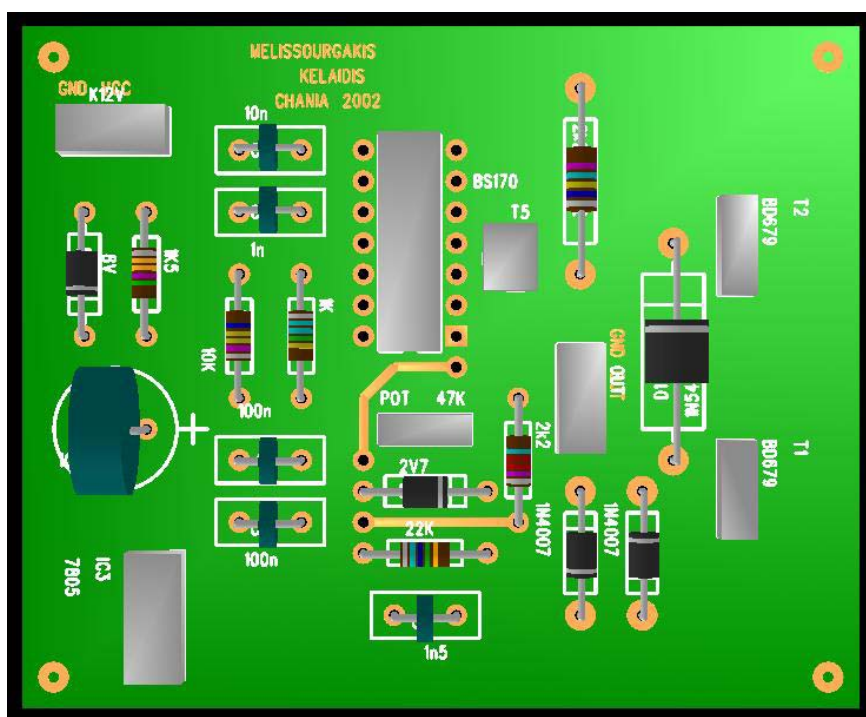
Το κύκλωμα ισχύος ενεργοποιεί τις μονάδες που απαιτούν υψηλά ρεύματα για τη λειτουργία τους, ενώ το κύκλωμα ελέγχου (ή βοηθητικό κύκλωμα) ελέγχει τη λειτουργία του κυκλώματος ισχύος. Το συνδετικό στοιχείο των δύο κυκλωμάτων πρέπει να μπορεί να διαρρέεται από υψηλά ρεύματα και ταυτόχρονα η λειτουργία του να ελέγχεται από ρεύμα χαμηλής τιμής. Τέτοια στοιχεία είναι οι ηλεκτρονόμοι, τα θυρίστορ και τα τρανζίστορ ισχύος σε σύνδεση διακόπτη, τα οποία στο κύκλωμα του αυτοματισμού αποτελούν μέρος των ενεργοποιητών. Το μεν κύκλωμα ισχύος ενεργοποιείται μέσω του στοιχείου αυτού, το δε κύκλωμα ελέγχου ρυθμίζει την λειτουργία του στοιχείου.

Στο σχήμα 1.6.1 βλέπουμε σχηματικά την συνδεσμολογία ενός συστήματος αυτοματισμού.

Να σημειώσουμε εδώ ότι σε μερικές περιπτώσεις οι απαιτήσεις για την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα ισχύος είναι ιδιαίτερα υψηλές (π.χ. στην περίπτωση λειτουργίας κινητήρα). Στην περίπτωση αυτή μεταξύ του ενεργοποιητή και του στοιχείου διέγερσής του μεσολαβεί ένα ακόμη στοιχείο, το ρελέ ισχύος.



Σχήμα 1.6.1 Συνδεσμολογία συστήματος αυτοματισμού.



1.7 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ- ΕΙΔΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ

1.7.1 Ορισμοί

Αισθητήρια (sensors) είναι κυκλώματα που δέχονται ένα σήμα ή μια διέγερση από το περιβάλλον και απαντούν με ένα ηλεκτρικό σήμα.

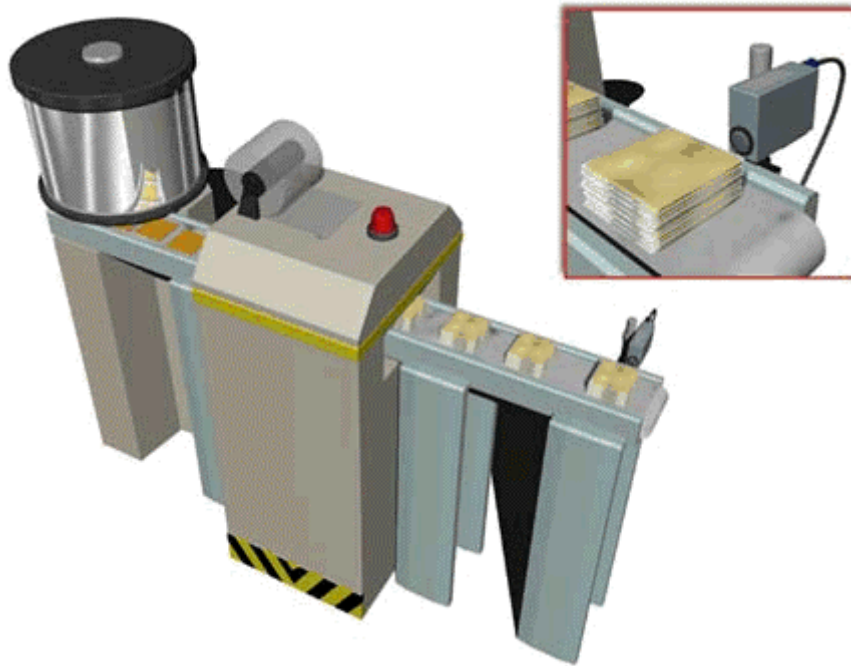
Μπορούμε να πούμε δηλαδή ότι τα αισθητήρια είναι ένα είδος "μετατροπέων" μη ηλεκτρικών μεγεθών σε ηλεκτρικά. Όταν μιλάμε για ηλεκτρικό σήμα, εννοούμε ένα σήμα που μπορεί να συλλεχθεί, να ενισχυθεί και να διαμορφωθεί από ηλεκτρονικά κυκλώματα. Η μορφή ενός τέτοιου σήματος μπορεί να είναι τάση, ρεύμα ή φορτίο. Τα χαρακτηριστικά μεγέθη του είναι πλάτος, συχνότητα και φάση. Έτσι, ένα αισθητήριο έχει χαρακτηριστικά εισόδου που οφείλονται στο φυσικό μέγεθος ή γεγονός που τον επηρεάζει και χαρακτηριστικά εξόδου, που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του ηλεκτρικού σήματος εξόδου.

Ο όρος *αισθητήριο (sensor)* πρέπει να διακρίνεται από το όρο μετατροπέας (transducer). Ο πρώτος χαρακτηρίζει συσκευές που μετατρέπουν μια μορφή ενέργειας σε ηλεκτρική, ενώ ο δεύτερος χαρακτηρίζει συσκευές που μετατρέπουν μια μορφή ενέργειας σε άλλη μορφή, όχι απαραίτητα ηλεκτρική. Παράδειγμα αισθητηρίου είναι το μικρόφωνο, ενώ μετατροπέα το μεγάφωνο.

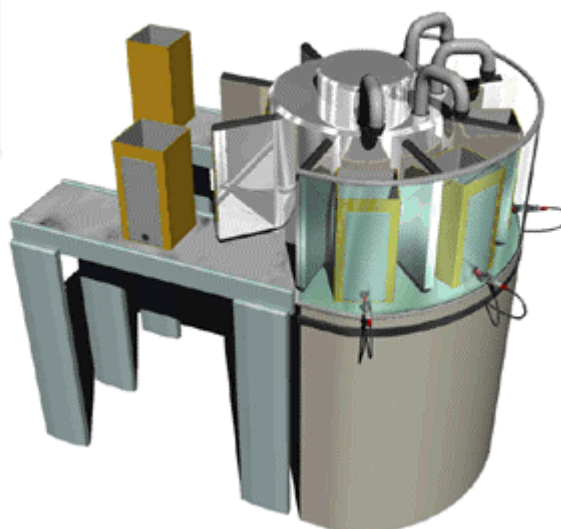
Τα αισθητήρια είναι πάντα μονάδες ενός γενικότερου συστήματος συλλογής δεδομένων (data acquisition system). Κατά την επιλογή ενός αισθητηρίου βασικός παράγων είναι η λειτουργία του να μην επηρεάζει την λειτουργία του υπολοίπου συστήματος.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες αισθητηρίων: τα παθητικά και τα ενεργά. Τα παθητικά αισθητήρια δημιουργούν απ' ευθείας ένα ηλεκτρικό σήμα, αποκρινόμενα στην εξωτερική διέγερση. Δεν έχουν δηλαδή ανάγκη εξωτερικής τροφοδοσίας. Αντίθετα τα ενεργά για να λειτουργήσουν χρειάζονται εξωτερική τροφοδοσία. Παράδειγμα παθητικού αισθητηρίου είναι το θερμοζεύγος και ενεργού το θερμίστορ. Και τα δύο έχουν είσοδο τη φωτεινή ακτινοβολία. Το πρώτο όμως έχει έξοδο μεταβαλλόμενη ηλεκτρική τάση, ενώ το δεύτερο έχει σαν έξοδο μεταβαλλόμενη αντίσταση. Δεν δημιουργεί δηλαδή μόνο του ηλεκτρικό σήμα, αλλά χρειάζεται εξωτερική τροφοδοσία.

Μια κατηγορία ενεργού αισθητηρίου είναι οι ανιχνευτές (detectors). Τα αισθητήρια αυτά έχουν συνήθως έξοδο μορφής διακόπτη, που αλλάζει κατάσταση, όταν αντιλαμβάνεται κάποιο συγκεκριμένο γεγονός. Με σύνδεση εξωτερικής τάσης, έχει τη δυνατότητα να εμφανίζει στην έξοδό του ηλεκτρικό σήμα. Ακολουθούν μερικές εφαρμογές αυτοματισμών που περιλαμβάνουν διάφορα είδη αισθητηρίων.



Εφαρμογή 1.



Εφαρμογή 2.

1.7.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ

Από την είσοδο μέχρι την έξοδο, ένα αισθητήριο μπορεί να πραγματοποιήσει αρκετές μετατροπές, πριν παράγει το ηλεκτρικό σήμα. Θα παρατηρήσουμε λοιπόν τα χαρακτηριστικά μεγέθη των αισθητηρίων, αδιαφορώντας για τη φυσική τους λειτουργία ή για τα στάδια των μετατροπών που απαιτούνται, μέχρι να παραχθεί το ηλεκτρικό σήμα. Θα εξετάσουμε δηλαδή το αισθητήριο σαν ένα "μαύρο κουτί", όπου ενδιαφερόμαστε μόνο για τη σχέση μεταξύ των σημάτων εισόδου και εξόδου.

1. Συνάρτηση μεταφοράς (transfer function)

Σαν συνάρτηση μεταφοράς ορίζεται η ιδανική σχέση (θεωρητική), μεταξύ του σήματος εισόδου (διέγερση) και του σήματος εξόδου του αισθητηρίου. Αν R είναι το σήμα εξόδου, που αντιστοιχεί στην διέγερση r τότε :

$$R = f(r) \quad (1)$$

Η εξίσωση αυτή μπορεί να είναι γραμμική, λογαριθμική, εκθετική ή πολυωνυμική. Στα περισσότερα αισθητήρια επιδιώκεται να είναι γραμμική. Επιδιώκεται δηλαδή να είναι της μορφής:

$$R = br \quad (2)$$

Ο συντελεστής b ονομάζεται και ευαισθησία (sensitivity) του αισθητηρίου.

2. Εύρος εισόδου (input full scale-FS)

Εύρος εισόδου ονομάζεται η δυναμική στάθμη της διέγερσης, που μπορεί να υποστεί μετατροπή από ένα αισθητήριο. Αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη δυνατή τιμή της εισόδου που μπορεί να εφαρμοστεί στο αισθητήριο, χωρίς να προκαλέσει ανεπιθύμητη ανακρίβεια. Οι μονάδες της είναι αυτές της διέγερσης. Αν το σήμα εισόδου είναι μη γραμμικό, τότε για να αποφύγουμε μεγάλες τιμές του εύρους, το εκφράζουμε σε dB.

3. Εύρος εξόδου (full scale output-FSO)

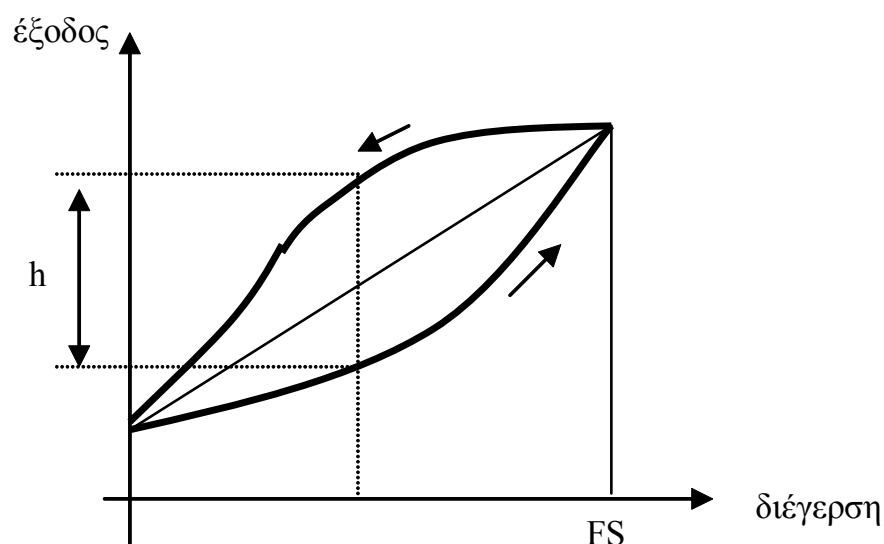
Εύρος εξόδου ονομάζεται η διαφορά των τιμών που δίνει η έξοδος του αισθητηρίου, όταν σ' αυτό εφαρμοστεί η μεγαλύτερη και η χαμηλότερη διέγερση.

4. Ακρίβεια (accuracy-a)

Ακρίβεια ονομάζεται η μεγαλύτερη απόκλιση της τιμής της εξόδου του αισθητηρίου για μια συγκεκριμένη διέγερση, από την ιδανική. Ιδανική απόκριση θεωρείται αυτή που θεωρητικά υπολογίζεται από την ιδανική συνάρτηση μεταφοράς του.

5. Σφάλμα υστέρησης

Το σφάλμα υστέρησης είναι η απόκλιση που παρουσιάζει το σήμα εξόδου του αισθητηρίου για την ίδια τιμή της διέγερσης, όταν η είσοδος είναι σε αύξουσα κατάσταση και όταν είναι σε φθίνουσα κατάσταση.



Σχήμα 1.7.1 Χαρακτηριστική υστέρησης

6. Σφάλμα ρύθμισης (calibration error)

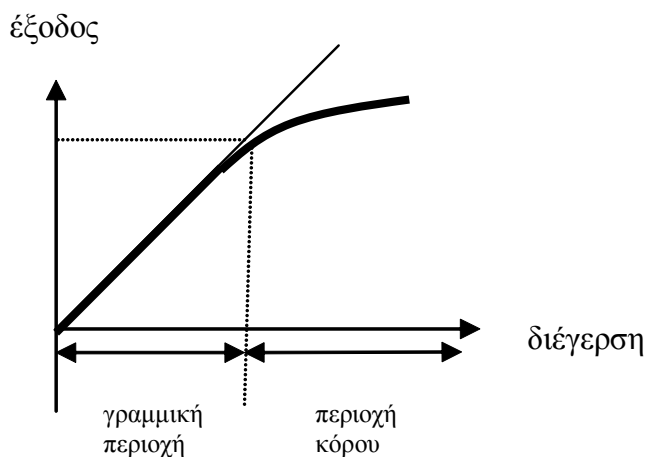
Οφείλεται στην τριβή και σε ανισοτροπίες που παρουσιάζουν τα υλικά.

7. Μη γραμμικότητα (nonlinearity-L)

Αναφέρεται στα αισθητήρια, που η συνάρτηση μεταφοράς τους μπορεί να προσεγγιστεί από μια ευθεία γραμμή. Σφάλμα μη γραμμικότητας είναι η μέγιστη απόκλιση της πραγματικής συνάρτησης μεταφοράς από την προσεγγιστική γραμμική απεικόνιση. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι προσέγγισης της πραγματικής συνάρτησης μεταφοράς από μια ευθεία γραμμή. Οι πιο γνωστές είναι η μέθοδος των οριακών σημείων, η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων και η μέθοδος της ανεξάρτητης γραμμικότητας.

8. Κορεσμός (Saturation)

Σχεδόν κάθε αισθητήριο έχει όρια λειτουργίας. Έτσι, για ένα αισθητήριο που έχει γραμμική συμπεριφορά, υπάρχει κάποια τιμή της διέγερσης πέρα από την οποία το αισθητήριο δεν αποκρίνεται με τον ίδιο τρόπο. Στο Σχήμα 1.7.2 φαίνεται η συμπεριφορά ενός τέτοιου αισθητηρίου.



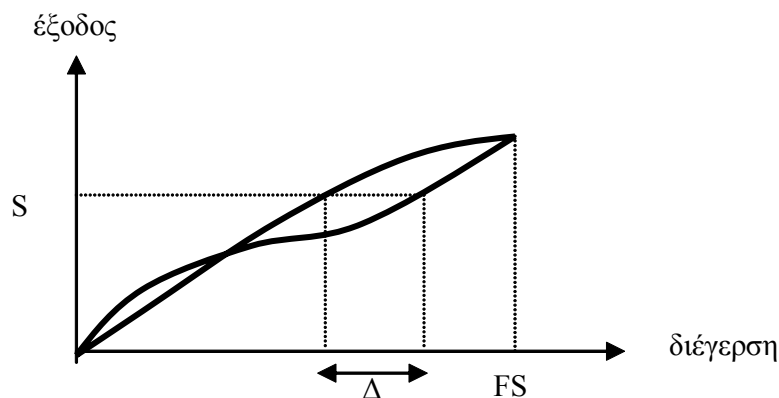
Σχήμα 1.7.2 Χαρακτηριστική κόρου

Στην περιοχή κορεσμού (ή κόρου), περαιτέρω αύξηση της διέγερσης δεν ισοδυναμεί με ανάλογη αύξηση του σήματος εξόδου. Η αύξηση θα είναι μικρότερη και τελικά μηδενική.

9. Επαναληψιμότητα (repeatability)

Η απόκριση του αισθητηρίου, για την ίδια διέγερση, δεν είναι πάντα η ίδια. Έτσι, για κάποια τιμή της εξόδου του αισθητηρίου, η

διέγερση δεν είναι καθορισμένη. Ορίζεται το σφάλμα επαναληψιμότητας σαν η μέγιστη διαφορά μεταξύ δύο τιμών διέγερσης, που δίνουν την ίδια έξοδο. Στο Σχήμα 1.7.3 βλέπουμε την γραφική απεικόνιση του σφάλματος αυτού.



Σχήμα 1.7.3 Σφάλμα επαναληψιμότητας

Η μαθηματική διατύπωση του σφάλματος αυτού είναι

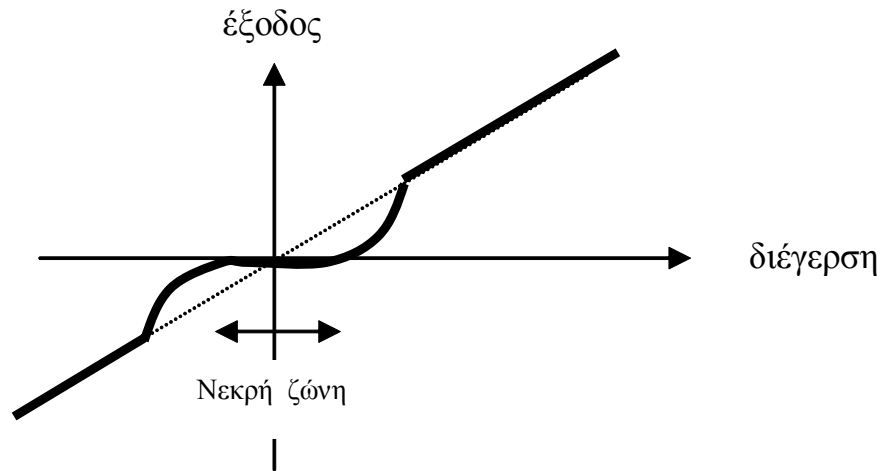
$$\delta_r = \frac{\Delta}{FS} 100\% \quad (3)$$

Πιθανές πηγές δημιουργίας του σφάλματος είναι ο θερμικός θόρυβος, η πλαστικότητα των υλικών κ.λ.π.

10. Νεκρή ζώνη (dead band)

Νεκρή ζώνη ονομάζεται μια περιοχή αναισθησίας του αισθητηρίου. Στο Σχήμα 1.7.4 φαίνεται η σχηματική παράσταση της χαρακτηριστικής καμπύλης λειτουργίας ενός αισθητηρίου με νεκρή ζώνη.

Στην περιοχή αυτή, ενώ η διέγερση μεταβάλλεται, η έξοδος έχει μια σχεδόν σταθερή τιμή, συνήθως μηδέν.



Σχήμα 1.7.4 Χαρακτηριστική με νεκρή ζώνη

11. Ευκρίνεια-διακριτική ικανότητα (Resolution)

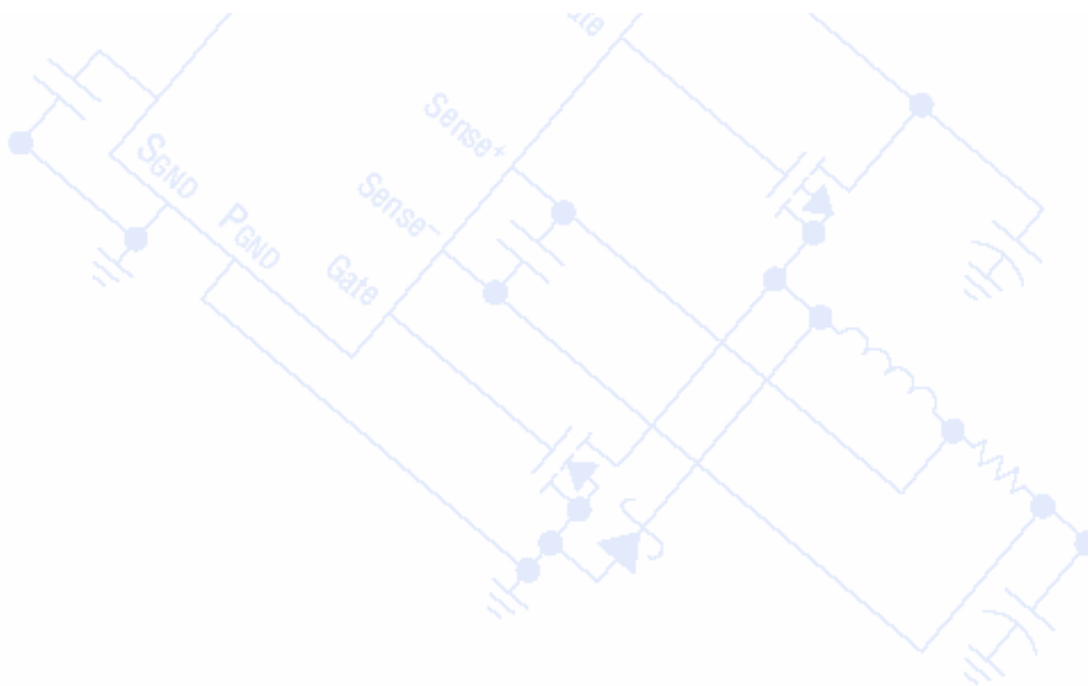
Σαν ευκρίνεια ορίζεται η μικρότερη μεταβολή στη διέγερση, που μπορεί να γίνει αντιληπτή από το αισθητήριο (δηλαδή να μεταβάλει την έξοδό του). Παρατηρώντας την έξοδο του αισθητηρίου, διαπιστώνεται ότι δεν είναι ακριβώς συνεχής, αλλά αυξάνει με μικρά βήματα. Η μεταβολή της εισόδου, που θα έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της εξόδου κατά ένα τέτοιο βήμα, ονομάζεται ακρίβεια σε καθορισμένες συνθήκες.

12. Αξιοπιστία (Reliability)

Αξιοπιστία είναι η ικανότητα ενός αισθητηρίου να υλοποιεί τη συνάρτηση μεταφοράς του, κάτω από καθορισμένες συνθήκες, για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Εκφράζεται δε σαν η (στατιστική) πιθανότητα που έχει το αισθητήριο να λειτουργήσει χωρίς σφάλμα, για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα, ή για έναν αριθμό χρήσεων.

13. Αβεβαιότητα (Uncertainty)

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η τιμή που δίνει στην έξοδο ένα αισθητήριο απέχει από την πραγματική τιμή. Επομένως, η μέτρηση περιέχει μια *αβεβαιότητα*, που οφείλεται στην ύπαρξη διαφόρων σφαλμάτων. Να σημειώσουμε εδώ ότι πρέπει να γίνεται διάκριση μεταξύ της έννοιας σφάλμα και της έννοιας αβεβαιότητα. Το σφάλμα μπορεί να μειωθεί, βελτιώνοντας τους παράγοντες που το δημιουργούν. Παρόλα αυτά, η αβεβαιότητα μιας μέτρησης μπορεί να εξακολουθεί να είναι μεγάλη. Έτσι, σφάλμα είναι το λάθος που κάνουμε κατά τη μέτρηση χωρίς επίγνωση, ενώ αβεβαιότητα είναι η εκτίμηση του σφάλματος αυτού.



1.7.3 ΕΙΔΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ

Εκτός από τα χαρακτηριστικά που αναφέραμε στην προηγούμενη ενότητα, κάθε αισθητήριο έχει και μερικά ακόμη χαρακτηριστικά, που σχετίζονται με την κατάσταση του αισθητηρίου και την κατάσταση του περιβάλλοντος, στο οποίο λειτουργεί.

Ορίζονται σαν συνθήκες αποθήκευσης (*storage conditions*) τα όρια παραμέτρων του περιβάλλοντος, στα οποία το αισθητήριο πρέπει να βρίσκεται κατά την λειτουργία του, ώστε να μην επηρεάζεται η συμπεριφορά του. Τέτοιες συνθήκες είναι η υψηλότερη και η

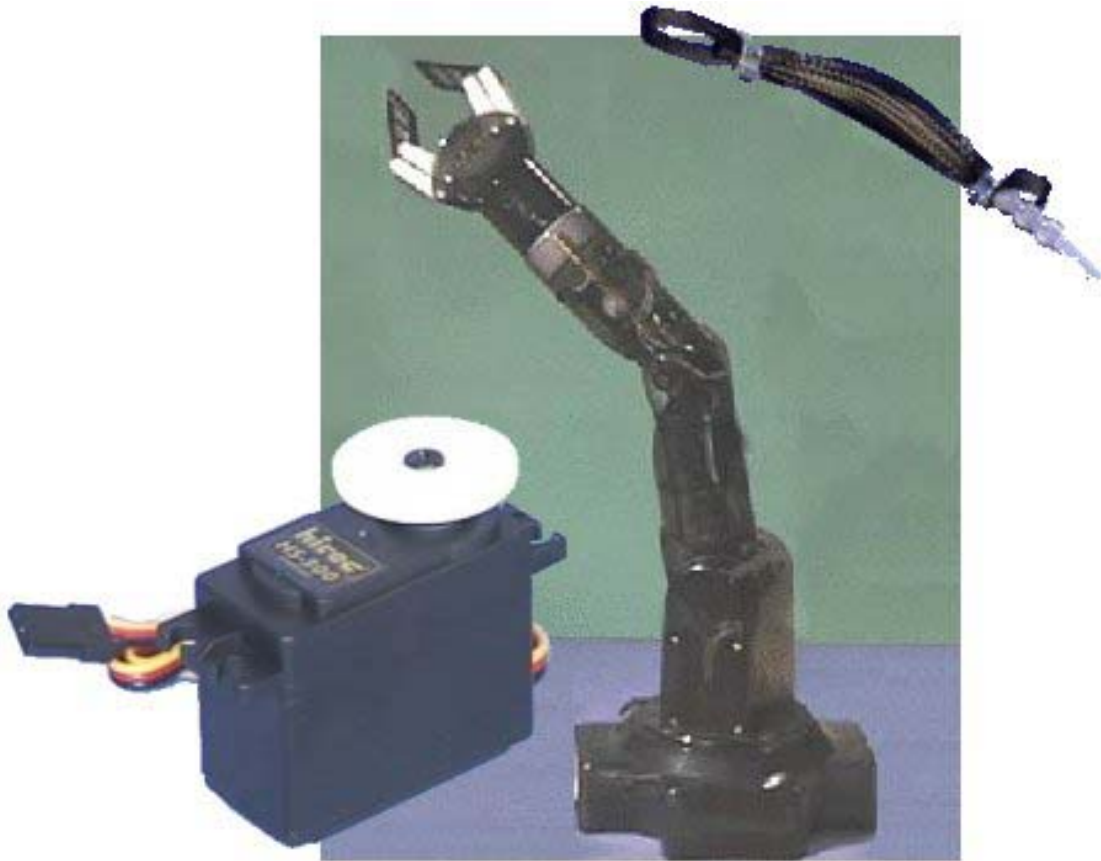
χαμηλότερη θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, τα υπάρχοντα ηλεκτρομαγνητικά πεδία κ.ά. Επίσης ορισμένες συνθήκες που εξαρτώνται από την φύση του υλικού του αισθητηρίου (π.χ. μέγιστη ασκούμενη πίεση).

Ο πλέον σημαντικός παράγοντας του περιβάλλοντος που επηρεάζει την καλή λειτουργία του αισθητηρίου είναι η θερμοκρασία. Συνήθως ο κατασκευαστής δίνει την ανώτερη και κατώτερη θερμοκρασία λειτουργίας του αισθητηρίου. Είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί ότι στην ανώτερη θερμοκρασία λειτουργίας περιλαμβάνεται και η θέρμανση του αισθητηρίου, λόγω φαινομένου Joule (εφόσον βέβαια διαρρέεται από ρεύμα).

Άλλος παράγοντας που επηρεάζει την λειτουργία αλλά και το "χρόνο ζωής" του αισθητηρίου, είναι η μεταβολή του ρεύματος που το διαρρέει. Μείωση του ρεύματος τροφοδοσίας οδηγεί σε εσφαλμένη λειτουργία (παροδική βλάβη), ενώ αύξηση του ρεύματος τροφοδοσίας του αισθητηρίου πιθανόν να αλλοιώσει τις ιδιότητες του υλικού κατασκευής, με αποτέλεσμα την εσφαλμένη λειτουργία του και τελικά την καταστροφή του (μόνιμη βλάβη).

Η βραχύχρονη και μακρόχρονη σταθερότητα (*short and long term stabilities*) είναι μέρη του καθορισμού της ακρίβειας. Η βραχύχρονη σταθερότητα σχετίζεται με την αλλαγή της συμπεριφοράς του αισθητηρίου, καθώς αυτό λειτουργεί για λεπτά, ώρες ή ακόμη και ημέρες. Οφείλεται συνήθως σε κακή συναρμολόγηση των μερών του αισθητηρίου ή κακή χρήση του. Η μακρόχρονη σταθερότητα σχετίζεται με την αλλαγή της συμπεριφοράς του μετά από μήνες ή χρόνια λειτουργίας, λόγω "γήρανσης", και οφείλεται στην αλλαγή των ηλεκτρικών, μηχανικών, χημικών, ή θερμικών ιδιοτήτων του υλικού, από το οποίο είναι κατασκευασμένο το αισθητήριο.

Η σταθερότητα της λειτουργίας του αισθητηρίου, ανεξάρτητα από τις συνθήκες του περιβάλλοντος, μπορεί να βελτιωθεί, αν το αισθητήριο τοποθετηθεί σε προστατευτικό κουτί και χρησιμοποιηθεί ηλεκτρική και θερμοκρασιακή προστασία.



1.7.4 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΦΩΤΟΣ

Οι φωτοανιχνευτές (light detectors) διαιρούνται σε δύο κατηγορίες: τους κβαντικούς (*quantum*) και τους θερμικούς (*thermal*), ανάλογα αν ενεργοποιούνται με την ποσότητα της φωτεινής ακτινοβολίας ή με το θερμικό αποτέλεσμα της. Οι ποσοτικοί ανιχνευτές ενεργοποιούνται στην περιοχή του φάσματος από την υπεριώδη έως το μέσον της υπέρυθρης ακτινοβολίας του φωτός, ενώ οι θερμικοί ανιχνευτές ενεργοποιούνται κυρίως στο μέσον και στην ανώτερη περιοχή της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι φωτοδιοδοί, τα φωτοτρανζίστορς και οι φωτοαντιστάσεις, ενώ στη δεύτερη τα θερμοστοιχεία, τα πυροηλεκτρικά αισθητήρια και τα AFIR αισθητήρια.

Οι παράμετροι που εξετάζονται κατά την σύγκριση διαφόρων φωτοανιχνευτών είναι:

- **Ισοδύναμη ισχύς θορύβου (noise equivalent power-NEP)**

Είναι η ποσότητα του φωτός, που είναι ισοδύναμη με τον θόρυβο που δημιουργεί ο ανιχνευτής. Δηλαδή η ποσότητα της ακτινοβολίας για την οποία ο λόγος σήμα προς θόρυβο ισούται με ένα. Συμβολίζεται με NEP και μετράται σε $\text{Watt}/\sqrt{\text{Hz}}$.

- **Ικανότητα ανίχνευσης (detectivity-D*)**

Είναι η ικανότητα ανίχνευσης που έχει αισθητήριο περιοχής 1 cm^2 για θόρυβο 1 Hz .

$$D^* = \frac{\sqrt{\text{περιοχή}(\text{cm}^2)}}{NEP}$$

Η ικανότητα ανίχνευσης είναι ένας άλλος τρόπος μέτρησης του λόγου σήμα-προς-θόρυβο (S/N). Εκφράζεται σε $\text{cm}\sqrt{\text{Hz}}/\text{W}$ και, όσο μεγαλύτερη είναι, τόσο καλύτερο είναι το αισθητήριο.

- **Μήκος κύματος αποκοπής (cutoff wavelength- λ_c)**

Είναι το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που πέφτει στο αισθητήριο, για την οποία η ικανότητα ανίχνευσης πέφτει στο 10% της μέγιστης τιμής της.

- **Μέγιστο ρεύμα (maximum current)**

Είναι η μέγιστη τιμή του ρεύματος, στην οποία μπορεί να δουλέψει το αισθητήριο.

- **Μέγιστη ανάστροφη τάση (maximum reverse voltage).**
Υπέρβαση της τάσης αυτής μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή του αισθητηρίου.

- **Ευαισθησία ακτινοβολίας (radiant responsivity)**

Είναι ο λόγος της εξόδου του αισθητηρίου προς την ισχύ της ακτινοβολίας ενός τυχαίου μήκους κύματος. Εκφράζεται σε A/W ή V/W .

- **Πεδίο ακτινοβολίας (field of view-FOV)**

Είναι η γωνία που καλύπτει το χώρο ακτινοβολίας, που μπορεί να ενεργοποιήσει το αισθητήριο.

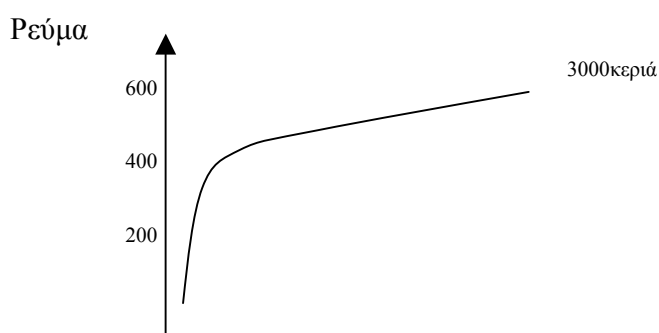
- **Χωρητικότητα επαφής (junction capacitance- C_j).**

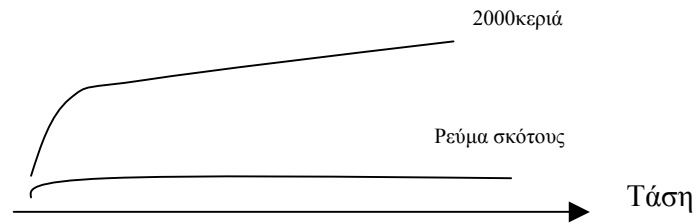
Είναι η ισοδύναμη χωρητικότητα της επαφής των ημιαγωγών, που σχηματίζουν το αισθητήριο. Σχετίζεται με την ταχύτητα απόκρισης του ανιχνευτή.

Τα κυριότερα είδη φωτοανιχνευτών είναι τα παρακάτω.

1. Φωτοδίοδος (photodiode)

Η λειτουργία των φωτοδιόδων βασίζεται στη δημιουργία ζευγαριών ηλεκτρονίων-οπών από φωτόνια που προσπίπτουν σε μία επαφή pn. Όταν η δίοδος πολώνεται ορθά, τότε λειτουργεί σαν απλή δίοδος και η μεταβολή του φωτισμού ελάχιστα μεταβάλλει την λειτουργία της. Όταν όμως πολώνεται ανάστροφα, η δίοδος διαρρέεται από ρεύμα, που αυξάνει ανάλογα με την αύξηση του φωτισμού που δέχεται η δίοδος. Για τάση πόλωσης μηδέν και απόλυτο σκοτάδι, περνά ένα ελάχιστο ρεύμα, που ονομάζεται ρεύμα σκότους και οφείλεται στη θερμική δημιουργία ηλεκτρονίων και οπών. Στο σχήμα 1.7.5 φαίνονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες ρεύματος - τάσης μιας φωτοδιόδου για διάφορες φωτεινές ροές





Σχήμα 1.7.5 Χαρακτηριστικές καμπύλες I - V μιας φωτοδιόδου για διάφορες τιμές της φωτεινής ροής

2. Φωτοτρανζίστορ (phototransistor)

Τα φωτοτρανζίστορ βασίζονται στην ίδια αρχή λειτουργίας με την φωτοδίοδο και επιπλέον, προχωρούν σε ενίσχυση του ρεύματος που εμφανίζεται, αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό την ευαισθησία. Η επαφή βάσης-συλλέκτη είναι μία δίοδος ανάστροφα πολωμένη, που λειτουργεί όπως περιγράφηκε προηγούμενα. Με κατάλληλη πόλωση η επαφή βάσης-εκπομπού πολώνεται ορθά και ενισχύει το ρεύμα του συλλέκτη.

3. Φωτοαντίσταση (photoresistor)

Η λειτουργία της φωτοαντίστασης βασίζεται στη μεταβολή της τιμής της, ανάλογα με την ένταση του φωτός που πέφτει πάνω της. Σε απόλυτο σκοτάδι η αντίσταση είναι μέγιστη. Εφαρμόζοντας όμως τάση στα άκρα της, εμφανίζεται ένα ρεύμα που οφείλεται κυρίως σε θερμική λειτουργία (ρεύμα σκότους). Με την αύξηση της έντασης του φωτός, η αντίσταση του υλικού μικραίνει και επιτρέπει τη δημιουργία μεγάλων ρευμάτων.

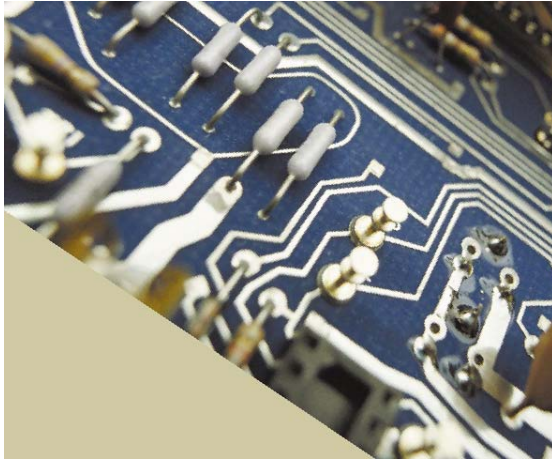
4. Φωτο-μετατροπέας (light to light converter)

Αποτελείται από ένα φωτοτρανζίστορ και μία δίοδο Laser (LD). Ο μετατροπέας αυτός απαιτεί μικρή τάση πόλωσης (4V) και πραγματοποιεί μεγάλη ενίσχυση (πάνω από $6 \cdot 10^5$), μπορεί μάλιστα να ανιχνεύσει ακτινοβολία με πολύ χαμηλή ισχύ (π.χ.7nW).

5. Ψυχόμενοι ανιχνευτές (cooled detectors)

Ένας σημαντικός παράγοντας για την καλή λειτουργία ενός ανιχνευτή είναι ο λόγος σήμα προς θόρυβο (signal to noise - S/N). Σε πολλές εφαρμογές (ιδίως όταν η θερμοκρασία λειτουργίας

μεγαλώνει) ο θόρυβος αυξάνει, οπότε, στην περίπτωση μεγάλου μήκους κύματος (άρα μικρής συχνότητας και ενέργειας) η ακρίβεια και η ευαισθησία του αισθητηρίου ελαττώνεται κατά πολύ. Αντίθετα, στους ψυχόμενους ανιχνευτές το επίπεδο του θορύβου είναι ιδιαίτερα χαμηλό (αφού μειώνεται ο θερμικός θόρυβος¹), επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανίχνευση ακτινοβολιών με μεγάλο μήκος κύματος. Οι ανιχνευτές αυτοί έχουν μεγάλη ευαισθησία, έχουν όμως πιο αργή απόκριση, αφού η χωρητικότητα επαφής αυξάνει.



6. Θερμοηλεκτρικά αισθητήρια (thermopile sensors)

Η λειτουργία του αισθητηρίου αυτού βασίζεται στο θερμοηλεκτρικό φαινόμενο, στο οποίο βασίζεται και η λειτουργία του θερμοζεύγους. Το αισθητήριο περιλαμβάνει μια περιοχή μεγάλης θερμικής μάζας, που αποτελεί τη ψυχρή επαφή, και μια δεύτερη περιοχή, που αποτελεί τη θερμή επαφή. Η περιοχή αυτή καλύπτεται από διαφανή μεμβράνη, που επιτρέπει στην ακτινοβολία να φτάσει στη θερμή περιοχή, αυξάνοντας τη θερμοκρασία της. Η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στις δύο περιοχές δημιουργεί μια ηλεκτρική τάση. Το αισθητήριο αυτό χαρακτηρίζεται από υψηλή ευαισθησία και χαμηλό θόρυβο. Ο θερμοηλεκτρικός συντελεστής είναι $230\mu\text{V}/^\circ\text{C}$.

7. Πυροηλεκτρικά αισθητήρια (pyroelectric sensors)

Η λειτουργία τους βασίζεται στην ιδιότητα κάποιων υλικών να δημιουργούν ηλεκτρική τάση, ανάλογα με τη θερμική ακτινοβολία που δέχονται. Έχουν σχετικά καλή συμπεριφορά στο θόρυβο, αλλά παρουσιάζουν σχετικά μεγάλη καθυστέρηση στην απόκρισή τους.

¹



1.8 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

1.8.1 Ορισμοί

Ο **Βιομηχανικός Έλεγχος** αποσκοπεί στην αξιοποίηση μηχανικών, ηλεκτρικών, ηλεκτρονικών και υπολογιστικών συστημάτων στη βιομηχανική παραγωγή. Η σχετική τεχνολογία αναφέρεται σε μηχανές επεξεργασίας και συναρμολόγησης, ρομποτικά συστήματα, συστήματα χειρισμού και αποθήκευσης, συστήματα ελέγχου ποιότητας, συστήματα συλλογής δεδομένων και ελέγχου της παραγωγικής διαδικασίας.

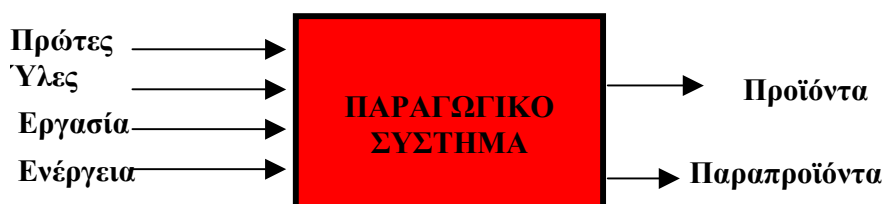
Ο τύπος του αυτοματισμού που εφαρμόζεται σε κάθε παραγωγική εγκατάσταση εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται και τον τρόπο που σχεδιάζεται η παραγωγή. Όταν η ακολουθία των επεξεργασιών είναι προκαθορισμένη και δεν προβλέπεται οποιαδήποτε μεταβολή της κατά την παραγωγική διαδικασία αναφερόμαστε σε **προκαθορισμένο αυτοματισμό**. Αυτό σημαίνει ότι η γραμμή παραγωγής έχει σχεδιασθεί για το συγκεκριμένο σκοπό και τα μηχανήματα έχουν συναρμωσθεί με

σταθερό τρόπο, ώστε να επιτυγχάνονται μεγάλοι ρυθμοί παραγωγής. Στην περίπτωση αυτή το παραγωγικό σύστημα δεν προσφέρει ευελιξία, ακόμη και σε αλλαγές του τύπου του παραγόμενου προϊόντος. Ο τύπος αυτός του αυτοματισμού είναι κατάλληλος για προϊόντα με μεγάλη και σταθερή ζήτηση.

Στον **προγραμματιζόμενο αυτοματισμό** το παραγωγικό σύστημα σχεδιάζεται με δυνατότητα ν' αλλάξει η ακολουθία των διαδικασιών, ώστε να μπορεί να γίνει παραγωγή περισσότερων του ενός προϊόντων από το ίδιο παραγωγικό σύστημα. Η ακολουθία των διαδικασιών ελέγχεται από ένα πρόγραμμα παραγωγής και υλοποιείται από ένα σύστημα με μηχανήματα γενικού σκοπού, τα οποία συναρμολογούνται κατάλληλα, ώστε να επιτευχθεί η παραγωγή του εκάστοτε επιθυμητού προϊόντος. Ο τύπος αυτός είναι κατάλληλος για την παραγωγή προϊόντων με μεσαία και χαμηλή ζήτηση, οπότε γίνεται παραγωγή μιας ποικιλίας προϊόντων κατά παρτίδες. Η χρήση νέας τεχνολογίας στον τύπο αυτό του αυτοματισμού προσφέρει μεγάλη ευελιξία στο παραγωγικό σύστημα και δίνει τη δυνατότητα να παρασκευάζονται προϊόντα με ενδιάμεσους ρυθμούς παραγωγής και οικονομικούς όρους που πλησιάζουν προς τους όρους του προκαθορισμένου αυτοματισμού, ενώ παράλληλα υπάρχει η δυνατότητα μεγάλης διαφοροποίησης των παραγόμενων προϊόντων.

1.8.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Σε ένα παραγωγικό σύστημα προσφέρονται στην είσοδο του πρώτες ύλες, εργασία, ενέργεια, μηχανήματα και εγκαταστάσεις και αναμένουμε απ' αυτό προϊόντα. Κατά κανόνα στην έξοδο του συστήματος εμφανίζονται παραπροϊόντα (σχήμα 1.8.1). Παραδοσιακά στόχος του αυτοματισμού ήταν η καλύτερη αξιοποίηση των εισόδων του συστήματος με την έννοια της αύξησης της απόδοσης του συστήματος. Αυτό σημαίνει περισσότερα προϊόντα ανά μονάδα εισόδου και με σύγχρονη μείωση του απαιτούμενου χρόνου. Παράλληλα επιδιώκεται ο περιορισμός των παραπροϊόντων, τα οποία επιβαρύνουν το περιβάλλον και των οποίων η διαχείριση, στις περισσότερες περιπτώσεις, συνεπάγεται πρόσθετο κόστος.

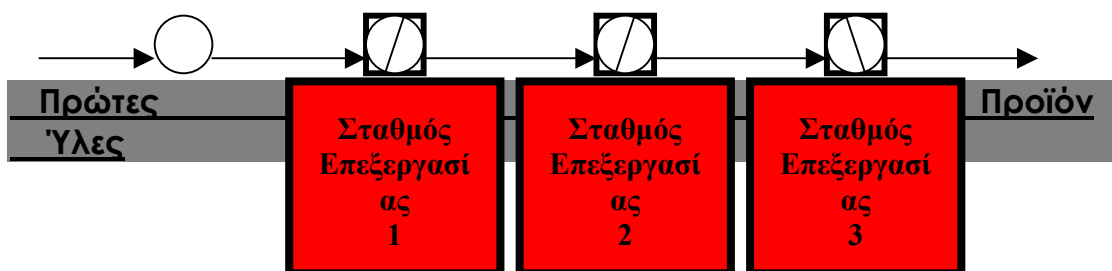


Σχ. 1.8.1 Μοντέλο παραγωγικού συστήματος

Σε ότι αφορά τον όγκο παραγωγής διακρίνουμε τα συστήματα από τον ρυθμό και το είδος της παραγωγής σε διάφορες κατηγορίες. Η παραγωγή των περισσότερων καταναλωτικών προϊόντων γίνεται με τη **διαδικασία παραγωγής κατά παρτίδες** (batch production). Όταν το μέγεθος της παρτίδας αυξάνει μεταβαίνουμε στην **μαζική**

παραγωγή των αγαθών (mass production). Όταν αυτή αναφέρεται σε παραγωγή διακριτών προϊόντων αναφέρεται σαν **επαναληπτική παραγωγή** (repetitive), ενώ αν αναφέρεται σε συνεχή επεξεργασία ρευστών κυρίως πρώτων υλών ονομάζεται **παραγωγή συνεχούς ροής** (continuous flow). Ο αυτοματισμός που εφαρμόζεται στις διάφορες περιπτώσεις διαφοροποιείται ανάλογα με τις ανάγκες. Αναφερόμενοι στην παραγωγή διακριτών προϊόντων θα διακρίναμε τις λειτουργίες της επεξεργασίας, συναρμολόγησης, χειρισμού και αποθήκευσης, επιθεώρησης και ελέγχου. Ο αυτοματισμός έρχεται να υπηρετήσει όλες τις επιμέρους λειτουργίες και να τις εναρμονίσει, ώστε να προκύψει το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα. Για τη μαζική παραγωγή των αγαθών επιλέγεται συνήθως ο **προκαθορισμένος αυτοματισμός**, ενώ για την παραγωγή κατά παρτίδες επιλέγεται σήμερα ο **ευέλικτος αυτοματισμός**, ώστε να είναι δυνατή η παραγωγή αγαθών σύμφωνα με τις διαφοροποιούμενες ανάγκες της αγοράς.

Η παραδοσιακή έννοια του αυτοματισμού είναι συνδεδεμένη με την αυτοματοποιημένη γραμμή παραγωγής (σχήμα 1.8.2), όπου οι διαδικασίες ελέγχονταν με τη βοήθεια ηλεκτρομηχανικών συστημάτων. Σε κάθε γραμμή, όπου μεταφέρονται αντικείμενα προς επεξεργασία, διακρίνουμε διάφορους σταθμούς επεξεργασίας, οι οποίοι δραστηριοποιούνται διαδοχικά στο ίδιο αντικείμενο, καθώς αυτό

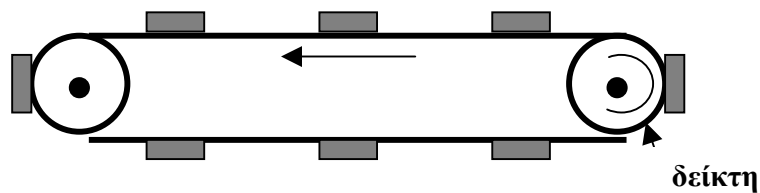


Σχ. 1.8.2 Αυτοματοποιημένη Γραμμή Παραγωγής

διέρχεται από αυτούς, ώστε να προκύψει το τελικό προϊόν. Οι γραμμές παραγωγής μπορούν να έχουν διάφορα σχήματα (ευθύγραμμες, κυκλικές, κ.λ.π.), ώστε να εξυπηρετήσουν τις αναγκαίες επεξεργασίες μειώνοντας το εργατικό κόστος, αυξάνοντας το ρυθμό παραγωγής, ελαχιστοποιώντας τους χρόνους μεταξύ διαδοχικών επεξεργασιών και προσαρμοζόμενες προς τις φυσικές διαστάσεις της εγκατάστασης. Η μεταφορά των αντικειμένων μπορεί

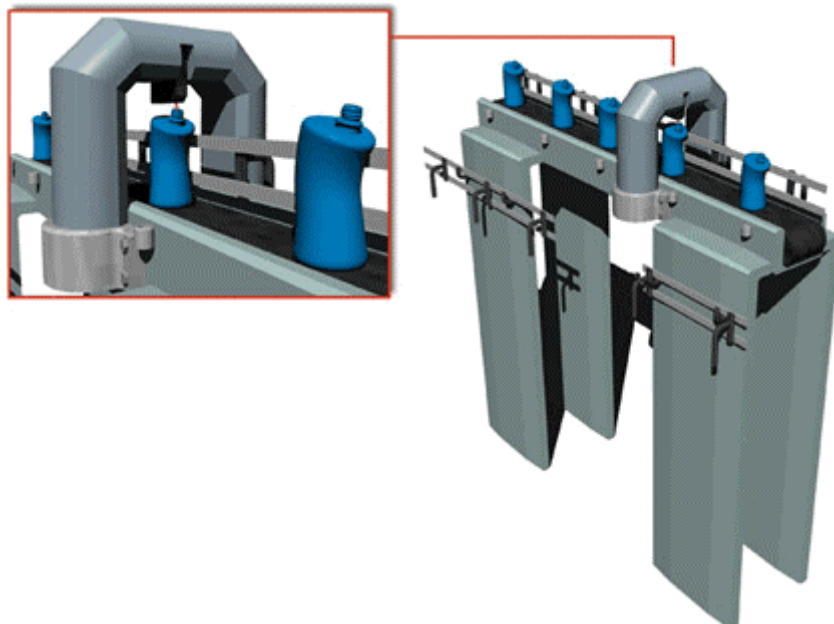
να είναι συνεχής, σύγχρονη ή ασύγχρονη. Στη **συνεχή μεταφορά** τα αντικείμενα έχουν σταθερή ταχύτητα, στη σύγχρονη μεταφορά τα αντικείμενα μεταφέρονται με διακριτά βήματα, στα διαλείμματα των οποίων υφίστανται επεξεργασία, ενώ στην **ασυνεχή μεταφορά** η κίνηση του κάθε αντικειμένου είναι ανεξάρτητη από την κίνηση των άλλων, με την έννοια ότι το αντικείμενο μεταφέρεται εφόσον έχει τελειώσει η επεξεργασία του στον τρέχοντα σταθμό επεξεργασίας.

Οι γραμμές μεταφοράς των αντικειμένων μπορεί να είναι γραμμικές (ράβδοι, ιμάντες κ.λπ.) ή μηχανισμοί με περιστροφή και μπορεί να διακόπτονται από συστήματα προσωρινής αποθήκευσης (buffers), ώστε να εξομαλύνεται η ροή των αντικειμένων μεταξύ των



Σχ. 1.8.3 Ιμάντας Μεταφοράς

διαφόρων σταθμών επεξεργασίας. Στο σχήμα 1.8.3 φαίνεται σχηματικά ένας ιμάντας μεταφοράς. Ο έλεγχος της ακολουθίας των διαφόρων γεγονότων (sequence control) κατά τη λειτουργία της γραμμής γίνεται με συστήματα τα οποία εξασφαλίζουν τον κατάλληλο χρονισμό και την απαραίτητη ακρίβεια των λειτουργιών, ενώ επιτρέπουν το έλεγχο ασφάλειας και ποιότητας της παραγωγής. Μια εφαρμογή του παραπάνω ιμάντα μεταφοράς φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



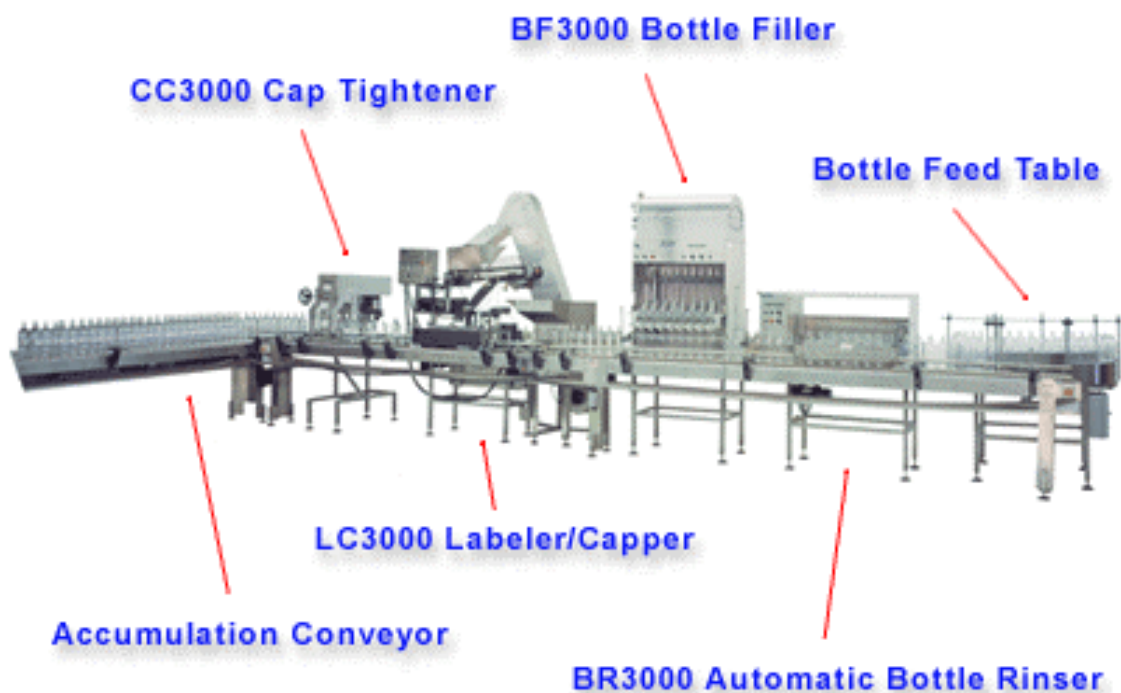
1.8.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Ο χειρισμός και η αποθήκευση των αντικειμένων είναι ένα σπουδαίο μέρος της παραγωγικής διαδικασίας, καθόσον συμβάλλει στη διαμόρφωση του κόστους των προϊόντων σε πολύ μεγάλο βαθμό, ο οποίος σε αρκετές περιπτώσεις υπερβαίνει και το 50%. Ο χειρισμός των αντικειμένων γίνεται με συστήματα μεταφοράς (μεταφορικές ταινίες και οχήματα), με μηχανές, συσκευές και συστήματα επεξεργασίας, όπως αυτά στη συναρμολόγηση των προϊόντων, με παλέτες και ρομπότ. Στόχος των συστημάτων χειρισμού είναι η μεταφορά των διαφόρων αντικειμένων από ένα σημείο σε άλλο, με τρόπο ασφαλή, αποδοτικό, ακριβή και έγκαιρο. Η ποικιλία των συστημάτων χειρισμού είναι μεγάλη και εξαρτάται από τις συγκεκριμένες ανάγκες σε κάθε παραγωγή. Ένα από τα πιο εξελιγμένα συστήματα είναι το αυτοκαθοδηγούμενο όχημα (Automated Guided Vehicle – AGV), το οποίο εμφανίζεται σε διάφορες μορφές.

Ο σχεδιασμός ενός συστήματος χειρισμού βασίζεται σε στοιχεία, τα οποία προκύπτουν από την ανάλυση της παραγωγικής διαδικασίας. Μεταξύ των στοιχείων αυτών περιλαμβάνονται οι θέσεις φόρτωσης των υλικών, οι θέσεις εκφόρτωσης, οι δυνατές διαδρομές, οι αποστάσεις, η ροή των υλικών, οι χρόνοι επεξεργασίας κάθε υλικού σε κάθε σταθμό, η φύση του παραγωγικού συστήματος και η τοπογραφική κατανομή των συστημάτων. Σε κάθε περίπτωση επιδιώκεται η τυποποίηση των φορέων στο μέγιστο μέγεθος, ακολουθείται η ελάχιστη δυνατή διαδρομή, η οποία επιδιώκεται να είναι ευθεία (κατά το δυνατόν), ελαχιστοποιείται ο χρόνος που απαιτείται για τη φορτοεκφόρτωση των υλικών, αξιοποιείται το σύστημα μεταφοράς και στην οπισθοπορεία του (παραγωγικός χρόνος και το πήγαινε και το έλα), μηχανοποιείται και αυτοματοποιείται πλήρως το σύστημα, αναπτύσσεται παράλληλα σύστημα πληροφόρησης για την ομαλή λειτουργία του συστήματος χειρισμού (συστήματα συλλογής και απεικόνισης δεδομένων) και επιδιώκεται η ολοκλήρωση του συστήματος στα πλαίσια του

παραγωγικού συστήματος, με βάση τις αρχές της ολοκληρωμένης αυτοματοποίησης της βιομηχανικής παραγωγής. Ο έλεγχος του συστήματος χειρισμού γίνεται κατά κανόνα με τη χρήση υπολογιστή και μπορεί να ανατίθεται εξ' ολοκλήρου σε ένα κεντρικό υπολογιστή ή να υπάρχουν κατανομημένες μονάδες, οι οποίες συνεργάζονται στα πλαίσια ενός τοπικού δικτύου ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Η αποθήκευση των προϊόντων και των υλικών γίνεται με διάφορες μεθόδους, οι οποίες σχετίζονται με τη φύση, το είδος, τον τύπο και τα ειδικά χαρακτηριστικά κάθε προϊόντος ή υλικού. Το σύστημα αποθήκευσης σχεδιάζεται με βάση ορισμένα κριτήρια, τα οποία αναφέρονται στη χωρητικότητα, την απόδοση, τη χρησιμότητα και την αξιοπιστία του συστήματος αποθήκευσης. Η τάση σήμερα είναι προς αυτοματοποίηση όλων των λειτουργιών της αποθήκευσης με τη σχεδίαση και ανάπτυξη κατάλληλων αποθηκευτικών μονάδων και διατάξεων, οι οποίες διευκολύνουν την επιλογή συγκεκριμένων αντικειμένων από ένα συγκεκριμένο αποθηκευτικό χώρο, για τη συμπλήρωση συγκεκριμένης παραγγελίας. Τυπικοί εκπρόσωποι σύγχρονων συστημάτων αποθήκευσης είναι τα συστήματα Carousel και τα αυτόματα αποθηκευτικά συστήματα AS/RS (Automated Storage / Retrieval System).



1.8.4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

Παραδοσιακά η σχεδίαση των βιομηχανικών προϊόντων είναι μια διαδικασία ξεχωριστή από τη βιομηχανική παραγωγή, η οποία μπορεί να γίνεται από ξεχωριστούς σχεδιαστές που παραδίδουν τα αποτελέσματα της εργασίας τους στους παραγωγούς. Η διαδικασία της σχεδίασης εκκινεί από την αναγνώριση της ανάγκης για ένα νέο προϊόν το οποίο θα καλύψει μια ανάγκη ή θα καλύψει καλύτερα μια ανάγκη, η οποία ήδη καλύπτεται από άλλα προϊόντα. Μελετώνται οι παράμετροι του προβλήματος της σχεδίασης και με βάση τα δεδομένα της μελέτης συντίθεται το σχέδιο του νέου προϊόντος. Το αποτέλεσμα της σχεδίασης αναλύεται διεξοδικά και αριστοποιείται. Αφού αξιολογηθεί από του υπεύθυνους παρουσιάζεται και παραδίδεται για την παραγωγή.

Για να παραχθεί το προϊόν απαιτείται ένα στάδιο προετοιμασίας, το οποίο αναφέρεται ως προγραμματισμός της παραγωγής. Αυτός αναφέρεται σε χρονικό προγραμματισμό της παραγωγής, προϋπολογισμό κόστους, προγραμματισμό προμηθειών υλικών και μηχανημάτων, προσδιορισμό των διεργασιών και προγραμματισμό τους, προετοιμασία του παραγωγικού περιβάλλοντος, προσδιορισμό των πιθανών αποκλίσεων, προγραμματισμό των μηχανών και προετοιμασία του συστήματος ελέγχου της διεργασίας και της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων, προγραμματισμό της αποθήκευσης, προώθησης και διανομής των προϊόντων και προγραμματισμό των επενδύσεων. Με το τέλος της προετοιμασίας γίνεται η εκκίνηση του συστήματος και ρυθμίζεται η λειτουργία του, ώστε να καλύπτει τις προδιαγραφές που έχουν τεθεί.

Η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών σ' όλη αυτή τη διαδικασία έχει επιφέρει δραστικές αλλαγές σ' όλα σχεδόν τα στάδια της διαδικασίας. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής με το κατάλληλο λογισμικό και περιφερειακά αναδεικνύεται σε ένα πολυδύναμο εργαλείο, προσφέροντας στο σχεδιαστή-μελετητή πολύ μεγάλες δυνατότητες ως προς την ταχύτητα, ακρίβεια, ποιότητα και τεκμηρίωση της σχεδίασης. Με την ανάπτυξη τοπικού δικτύου είναι δυνατή η συνεργασία πολλών επιστημόνων, οι οποίοι εργάζονται

ταυτόχρονα στο ίδιο αντικείμενο, ενώ η συνεργασία αυτή μπορεί με τη χρήση ευρύτερων δικτύων, όπως το διαδίκτυο, να έχει παγκόσμιο χαρακτήρα. Η σπουδαιότητα που έχει αποκτήσει η νέα τεχνολογία της μελέτης και σχεδίασης με τη χρήση υπολογιστή οδήγησε στην καθιέρωση δύο νέων τεχνολογικών πεδίων με τίτλο Computer-Aided Engineering (CAE) και Computer-Aided Design (CAD). Τ' αποτελέσματα της μελέτης και σχεδίασης τροφοδοτούν τη βάση του συστήματος ελέγχου της παραγωγικής διαδικασίας με όλα τα απαραίτητα δεδομένα για την ολοκλήρωση της παραγωγικής διαδικασίας.

Η χρήση του υπολογιστή στην παραγωγική διαδικασία (Computer-Aided Manufacturing – CAM) μπορεί να περιορίζεται σε υποβοήθηση (λειτουργία off-line) της παραγωγικής διαδικασίας, όταν το παραγωγικό σύστημα είναι συμβατικό. Στα σύγχρονα συστήματα η εμπλοκή των υπολογιστών είναι άμεση, καθόσον κάποιας μορφής υπολογιστές έχουν τον άμεσο έλεγχο των μηχανών. Οι υπολογιστές αυτοί, κατά κανόνα, διασυνδέονται με την έννοια τοπικού δικτύου μεταξύ τους και προς άλλους, ανώτερους στην ιεραρχία, υπολογιστές, οι οποίοι έχουν το χαρακτήρα ελεγκτή περιοχής ή ελεγκτή όλου του παραγωγικού συστήματος. Διαμορφώνεται έτσι μια ιεραρχία υπολογιστών με κατανομή ευθύνης κατά υπολογιστικό σύστημα και μεγάλες δυνατότητες αναπλήρωσης. Το σύστημα μπορεί να συμπληρωθεί με την ανάπτυξη του συστήματος συλλογής και επεξεργασίας, το οποίο παρέχει στο σύστημα ελέγχου την απαραίτητη ανατροφοδότηση για την ευσταθή λειτουργία του. Η ανάπτυξη σύγχρονων στρατηγικών ελέγχου και η χρήση των ευκολιών που παρέχει ο τομέας της τεχνητής νοημοσύνης δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας ενός αυτόματου παραγωγικού συστήματος με μεγάλο βαθμό αυτονομίας.

Η ολοκλήρωση των διαδικασιών του συστήματος κάνει δυνατή την ολοκληρωμένη αυτοματοποίηση της βιομηχανικής παραγωγής με τη χρήση υπολογιστή (Computer-Integrated Manufacturing – CIM). Η ανάπτυξη των επικοινωνιών των υπολογιστών προσφέρει τη δυνατότητα ο πραγματικός χειριστής του παραγωγικού συστήματος να απέχει γεωγραφικά από το χώρο της παραγωγής. Με τον τρόπο αυτό οργανώνονται παραγωγικοί χώροι σε περιοχές που μπορούν να εγκατασταθούν, ενώ ο έλεγχος της λειτουργίας τους γίνεται από απόσταση. Στο χώρο της παραγωγής μπορεί να παραμένει ελάχιστο αναγκαίο προσωπικό για την επίβλεψη του συστήματος και την εκπλήρωση όλων των βοηθητικών λειτουργιών. Το γεγονός αυτό διαφοροποιεί σημαντικά τον τρόπο παραγωγής, καθόσον μειώνεται δραστικότητα ο αριθμός των ανειδίκευτων κυρίως, βιομηχανικών

εργατών, το πλήθος των οποίων χαρακτήριζε παλαιότερα τη μεγάλη βιομηχανία. Παράλληλα κάνει δυνατή την απομάκρυνση των χώρων παραγωγής από τα μεγάλα αστικά κέντρα και συντείνει στη μείωση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος των μεγάλων πόλεων. Η επιτυγχανόμενη μείωση του κόστους ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος προσφέρει στους παραγωγούς μεγάλο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, ώστε η τάση εκσυγχρονισμού του τρόπου παραγωγής και των εγκαταστάσεων να ανάγεται σε όρο επιβίωσης των παραγωγικών εγκαταστάσεων.



1.9 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΛΟΓΙΚΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ

1.9.1 Ορισμοί

Ένας προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής (Programmable Logical Controller) είναι ένας υπολογιστής που έχει σχεδιαστεί για να χρησιμοποιηθεί σε μηχανήματα. Αντίθετα με ότι συμβαίνει με τον προσωπικό υπολογιστή, έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί σε βιομηχανικό περιβάλλον και είναι εφοδιασμένος με ειδικές εισόδους/εξόδους και με γλώσσα προγραμματισμού ελέγχων. Οι κατασκευαστές ονομάζουν τις μονάδες τους PLC, που είναι η σύντμηση του **προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή** (programmable logic counter).

Αρχικά το PLC χρησιμοποιήθηκε για αντικατάσταση της λογικής των ηλεκτρονόμενων, αλλά η διαρκώς αυξανόμενη περιοχή λειτουργιών του σημαίνει ότι την βρίσκουμε σε πολλές και περισσότερο πολύπλοκες εφαρμογές. Το PLC, επειδή η δομή του βασίζεται στην ίδια αρχή λειτουργίας με τις αρχές που χρησιμοποιούνται στην αρχιτεκτονική των υπολογιστών, έχει την ικανότητα να εκτελεί όχι μόνο εργασίας μεταγωγής ηλεκτρονόμενων, αλλά και άλλες εφαρμογές όπως η καταμέτρηση, οι υπολογισμοί, οι συγκρίσεις και η επεξεργασία αναλογικών σημάτων.

Οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές έχουν αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τον συμβατικό τρόπο ελέγχου με ηλεκτρονόμους. Οι ηλεκτρονόμοι πρέπει να είναι καλωδιωμένοι για να εκτελέσουν μια συγκεκριμένη λειτουργία.



Αυτό σημαίνει ότι όταν οι απαιτήσεις του συστήματος μεταβάλλονται, πρέπει να αλλάξουν ή να τροποποιηθούν οι καλωδιώσεις του ηλεκτρονόμου, πράγμα που χρειάζεται χρόνο. Υπήρχαν και οι ακραίες περιπτώσεις όπως για παράδειγμα στην βιομηχανία κατασκευής αυτοκινήτων όπου έπρεπε να γίνει αντικατάσταση ολόκληρων πινάκων ελέγχου, επειδή δεν ήταν

οικονομική η επανακαλωδίωση των παλιών πινάκων με κάθε αλλαγή μοντέλου αυτοκινήτου.

Ο προγραμματιζόμενος ελεγκτής έχει εξαφανίσει τις περισσότερες από τις καλωδιώσεις που γίνονταν με το χέρι και είχαν σχέση με τα συμβατικά κυκλώματα ελέγχου ηλεκτρονόμων. Είναι μικρός σε μέγεθος και φτηνός σε σύγκριση με ισοδύναμα συστήματα ελέγχου διεργασιών που βασίζονται σε ηλεκτρονόμους. Οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές προσφέρουν ακόμα ηλεκτρονική αξιοπιστία, λιγότερη κατανάλωση ενέργειας και ευκολία στην επέκτασή τους.

Ένας προσωπικός υπολογιστής μπορεί να γίνει προγραμματιζόμενος ελεγκτής αν βρούμε κάποιο τρόπο να δέχεται πληροφορίες από συσκευές όπως είναι τα πλήκτρα ή οι διακόπτες. Χρειαζόμαστε ακόμη ένα πρόγραμμα που θα επεξεργάζεται τις εισόδους και θα αποφασίζει τους τρόπους λειτουργίας και διακοπής λειτουργίας των συσκευών φορτίου.

Η τεχνική του λογικού ελέγχου βασιζόταν μέχρι πρόσφατα κυρίως στα συστήματα ενσύρματης λογικής. Η λειτουργία δηλαδή του αυτοματισμού γινόταν με την συρμάτωση ανάμεσα στα διάφορα στοιχεία (π.χ. επαφές, ρελέ, χρονικά, πύλες κ.λ.π.). Επομένως για να κατασκευαστεί ένας πίνακας αυτοματισμού έπρεπε να έχει ολοκληρωθεί η μελέτη. Επιπλέον κάθε τροποποίηση στην συνέχεια συνεπάγετο αλλαγή στην συρμάτωση (δηλ. τροποποίηση του πίνακα), με αποτέλεσμα να δημιουργούνται πολλά προβλήματα, όπως αν φθάνουν ή όχι οι επαφές, αν υπάρχει χώρος για προσθήκη νέου υλικού κ.λ.π.

Για να ξεπεράσουμε όλα αυτά τα προβλήματα, που να σημειώσουμε ότι εντεινόταν συνεχώς αφού οι απαιτούμενοι αυτοματισμοί ήταν όλο και πιο σύνθετοι, προχωρήσαμε σε αυτοματισμούς με εντελώς διαφορετική λογική. Περνώντας πρώτα από αυτοματισμούς με ηλεκτρονικά κυκλώματα με χρήση τρανζίστορς, διόδων, πυλών, κ.λ.π (που έλυσαν βέβαια κάποια προβλήματα), και με δεδομένη την συνεχώς αυξανόμενη χρήση των Η/Υ (άρα και την ελάττωση του κόστους τους που αρχικά ήταν εξαιρετικά υψηλό), φθάσαμε στους αυτοματισμούς με βάση την προγραμματιζόμενη λογική.

Οι αυτοματισμοί αυτοί υλοποιούνταν με την χρήση κυρίως μικροεπεξεργαστή, μνημών ROM - RAM και I/O CHIPS. Το κύριο πρόβλημα που δημιουργήθηκε ήταν ότι τόσο η κατασκευή του

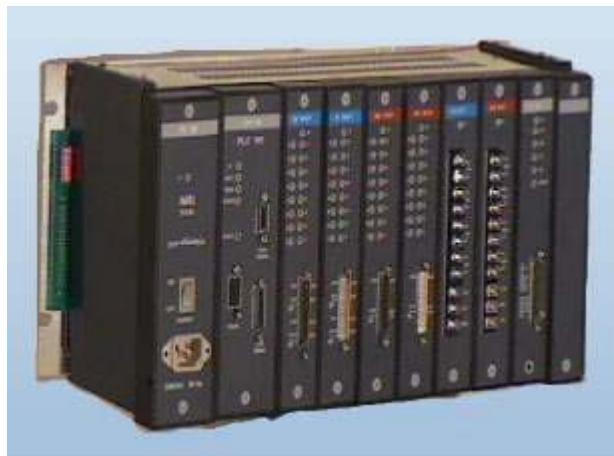
κυκλώματος, όσο και ο προγραμματισμός του μικροεπεξεργαστή απαιτεί πολύ υψηλή τεχνογνωσία. Επιπλέον οι κάρτες των μικροεπεξεργαστών παρουσιάζουν προβλήματα όταν δουλεύουν σε περιβάλλον με μεγάλο βιομηχανικό θόρυβο, υγρασία, κ.λ.π.

Η λύση τελικά που γεφύρωσε το χάσμα ανάμεσα στα δύο συστήματα υλοποίησης αυτοματισμών ήταν ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής - PLC. Πρόκειται για μια συσκευή, που δέχεται εισόδους και οδηγεί εξόδους με βάση ένα πρόγραμμα που γράφεται σε μια ιδιαίτερα απλή γλώσσα και αποθηκεύεται στην συσκευή.

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης αυτού του τύπου αυτοματισμού είναι συνοπτικά τα εξής:

- Στο στάδιο της μελέτης δεν υπάρχει το πρόβλημα για το αν φθάνουν οι επαφές των ρελέ, των χρονικών ή των εξωτερικών τερματικών.
- Η λειτουργία του αυτοματισμού μπορεί να αλλάξει πολύ εύκολα σε οποιοδήποτε στάδιο (μελέτη, κατασκευή, λειτουργία).
- Ο εντοπισμός των βλαβών διευκολύνεται, γιατί για κάθε έξοδο υπάρχει το αντίστοιχο ενδεικτικό LED (όχι σε όλες τις εταιρείες). Επίσης η ροή του αυτοματισμού μπορεί εύκολα να παρακολουθηθεί, με την βοήθεια μιας συσκευής προγραμματισμού.
- Ο αυτοματισμός ολοκληρώνεται συντομότερα, γιατί η μελέτη (προγραμματισμός) μπορεί να γίνει παράλληλα με την τοποθέτηση και συρμάτωση του PLC.
- Δεν υπάρχει το πρόβλημα των "μη ενημερωμένων" σχεδίων του πίνακα αυτοματισμού μετά από λίγο καιρό. Το PLC έχει πάντα αποθηκευμένο το τελευταίο πρόγραμμα, που μπορεί να διαβαστεί με μια συσκευή προγραμματισμού ή να τυπωθεί σε χαρτί.
- Υπάρχει σημαντική οικονομία στον χώρο, την συντήρηση και την κατανάλωση ενέργειας. Η οικονομία στο ανά επαφή κόστος δεν είναι ιδιαίτερα χαμηλή, όμως συνεχώς βελτιώνεται.
- Η τοποθέτηση μπορεί να γίνει χωρίς κίνδυνο και μέσα σε πεδία ισχύος.

- Ένα PLC μπορεί να συνδεθεί με περιφερειακές μονάδες για έλεγχο-επιτήρηση της εγκατάστασης (οθόνη, εκτυπωτής, πληκτρολόγιο, modem), καταργώντας τον κλασικό πίνακα χειρισμών. Μπορεί επίσης να συνδεθεί με Η/Υ για ανταλλαγή στοιχείων, στατιστικές αναλύσεις, κ.λ.π.
- Η γλώσσα προγραμματισμού είναι προσαρμοσμένη στον βιομηχανικό αυτοματισμό και επομένως είναι προσιπή στο προσωπικό που μέχρι σήμερα συντηρούσε τους κλασικούς πίνακες.
- Υπάρχει δυνατότητα αντιγραφής. Όταν ο ίδιος αυτοματισμός χρησιμοποιείται σε πολλές μηχανές, "κατασκευάζεται" (δηλ. γράφεται το αντίστοιχο πρόγραμμα) μόνο μία φορά και κατόπιν μπορεί να αντιγραφεί όσες φορές θέλουμε με μία μόνο εντολή (copy).



1.9.2 ΔΟΜΗ ΤΟΥ PLC

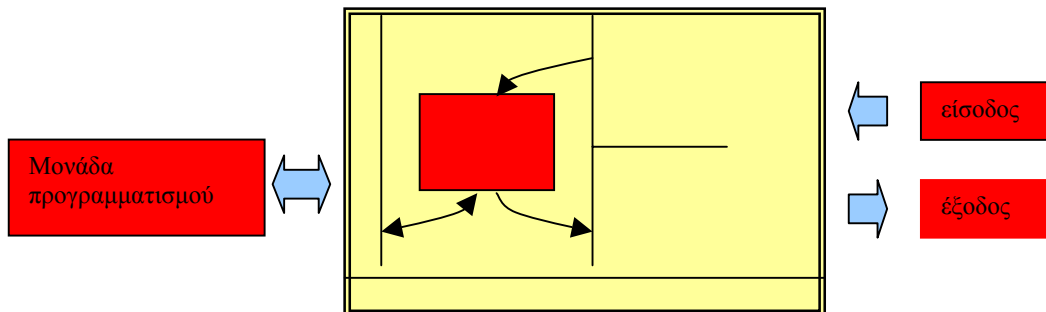
Ας εξετάσουμε τώρα τις μονάδες από τις οποίες αποτελείται ένα PLC.

Ένα PLC είναι ένας μικροϋπολογιστής ειδικού τύπου. Επομένως το hardware του θα μοιάζει με το αντίστοιχο των Η/Υ. Μπορούμε να πούμε ότι ένα PLC αποτελείται από

- Μονάδα εισόδων - εξόδων (I/O μονάδα)
- Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU)

- Μνήμες (RAM – ROM – EPROM - EEPROM)
- Τροφοδοτικό
- Πλαίσια τοποθέτησης – επέκτασης
- Διάφορες άλλες βοηθητικές μονάδες
- Θύρα επικοινωνίας

Στο σχήμα 1.9.1 εικονίζεται η δομή ενός προγραμματιζόμενου ελεγκτή



Σχήμα 1.9.1 Δομή προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή

Ας δούμε αναλυτικά τις μονάδες από τις οποίες αποτελείται ένα PLC.

A1) Μονάδα εισόδων

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι τέτοιων μονάδων.

Ψηφιακές, (ON-OFF), στις οποίες η είσοδος μπορεί να έχει δύο μόνο τιμές τάσης (υψηλή, έστω X - χαμηλή, σχεδόν 0). Ένα PLC αντιλαμβάνεται ότι ένα μπουτόν START πατήθηκε, όταν στην αντίστοιχη θέση εισόδου, εμφανίζεται η τάση X. Η τάση αυτή μπορεί να δημιουργείται είτε από το τροφοδοτικό του PLC, είτε από δικό μας εξωτερικό τροφοδοτικό. Η τιμή της στα περισσότερα PLC είναι 24 VDC.

Αναλογικές, στις οποίες το σήμα εισόδου μπορεί να είναι ένα αναλογικό σήμα. Συνήθως τα σήματα αυτά είναι έχουν τάση 0...10V ή -10V...10V, ή ένταση ρεύματος 0...20mA ή 4...20mA. Στην αναλογική μονάδα εισόδων συνδεσμολογούνται όλα τα αναλογικά σήματα που προέρχονται από αισθητήρια (sensors) (π.χ. θερμοστοιχεία που ελέγχουν συνεχώς την θερμοκρασία ενός κλιβάνου, υπερηχητικό σταθμόμετρο που ελέγχει το ύψος της στάθμης μιας δεξαμενής, δυναμοκυψέλη που μετρά βάρος μιας πλατφόρμας).

Μια μονάδα εισόδου μπορεί να περιλαμβάνει 4, 8, 16 ή 32 ψηφιακές εισόδους, ανάλογα με τον τύπο του PLC, ο οποίος μπορεί να περιλαμβάνει πολλές τέτοιες μονάδες. Ο μέγιστος αριθμός των αναλογικών εισόδων που μπορεί να διαθέτει ο ελεγκτής δίνεται από τον κατασκευαστή και διαφέρει από εταιρεία σε εταιρεία, αλλά ακόμη και σε μοντέλα της ίδιας εταιρείας.

A2) Μονάδα εξόδων

Και οι μονάδες εξόδου διακρίνονται σε ψηφιακές και αναλογικές. Τυπικές τιμές τάσης εξόδου ψηφιακών εξόδων είναι 24 VDC, 115 VAC, 220 VAC. Τα τυποποιημένα ηλεκτρικά σήματα που παίρνουμε από μία μονάδα αναλογικών εξόδων έχουν συνήθως τάση -10 V...+10V, 0...10V ή ένταση ρεύματος 0...20 mA, 4...20mA. Μια μονάδα ψηφιακών εξόδων περιλαμβάνει 4, 8, 16, ή 32 εξόδους.

Ένα PLC περιλαμβάνει έναν καθορισμένο μέγιστο αριθμό μονάδων εισόδων και εξόδων που εξαρτάται από τις δυνατότητες της CPU. Τον αριθμό αυτό τον καθορίζει ο εκάστοτε κατασκευαστής.

B) Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU)

Στην μονάδα αυτή γίνεται η επεξεργασία του προγράμματος και η εκτέλεση των εντολών με βάση τις καταστάσεις των σημάτων εισόδου - εξόδου. Ανάλογα με τα σήματα που δέχεται από το περιβάλλον και τα δεδομένα που παίρνει από την μνήμη, παράγει διάφορα σήματα εξόδου.

Μία CPU αποτελείται από

- Αριθμητική λογική μονάδα (ALU). Εκτελεί όλες τις αριθμητικές, αλλά και τις λογικές (AND, OR, NOT) πράξεις.

- Καταχωρητές (Registers). Χρησιμοποιούνται για να αποθηκεύουν τα δεδομένα που οδηγούνται από την ALU για να χρησιμοποιηθούν αργότερα. Εκτός από τα δεδομένα στους καταχωρητές αποθηκεύονται και οι κώδικες των εντολών που θα δράσουν πάνω στα δεδομένα.

- Αποκωδικοποιητή εντολών ελέγχου. Ενεργοποιεί τα σήματα ελέγχου (control signals) που χρησιμοποιούνται για να έχει η CPU άμεση επαφή με το περιβάλλον. Έτσι αναγνωρίζονται από τις εξωτερικές μονάδες οι προθέσεις της CPU. Αν π.χ. θέλει να γράψει στην μνήμη ή να διαβάσει, αν έγινε επιτυχημένη ανταλλαγή δεδομένων ή ανάν για κάποιο λόγο θέλει να σταματήσει η διαδικασία που εκτελείται με σήμα προς την CPU.

- Ακροδέκτες τροφοδοσίας και ρολόι. Συνήθως η τροφοδοσία στους επεξεργαστές του εμπορίου είναι +5 V, -5 V και GND, αλλά μπορεί να υπάρχουν και άλλες. Όταν ο επεξεργαστής έχει ενσωματωμένο ρολόι, τότε χρειάζεται ένας ακροδέκτης συγχρονισμού με τις άλλες μονάδες (SYNC). Αν δεν υπάρχει ενσωματωμένο ρολόι, τότε χρειάζονται ακροδέκτες σύνδεσης με αυτό.

- Αρτηρίες δεδομένων και διευθύνσεων (Data και Address bus). Όταν η CPU θέλει να διαβάσει δεδομένα από την μηχανή, τότε πρέπει μετά τα σήματα ελέγχου να στείλει μια διεύθυνση (address) στην μνήμη. Αυτή η διεύθυνση θα σταλεί μέσω του address bus. Η μνήμη, αφού αναγνωρίσει την διεύθυνση, θα στείλει τα δεδομένα (data) που χρειάζεται η CPU μέσω του data bus. Στους συνηθισμένους επεξεργαστές των 8 bits έχουμε address bus των 16 bits και data bus των 8 bits. Ο αριθμός των bits που χρησιμοποιούν τα δύο buses αυξάνει στους πιο σύγχρονους επεξεργαστές των 16 ή των 32 bits. Να σημειώσουμε εδώ ότι επειδή τα δύο buses δεν χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα, πολυπλέκονται ώστε να μειωθεί ο αριθμός των αγωγών.

Γ) Μνήμες

- Μνήμη προγράμματος (τύπου RAM). Εδώ αποθηκεύεται το πρόγραμμα που αναπτύσσουμε. Το ότι είναι μια μνήμη RAM, επιτρέπει γρήγορες αλλαγές στο πρόγραμμα. Συνδέεται με μπαταρία (διάρκειας περίπου 1 χρόνο), ώστε να διατηρεί το περιεχόμενό της ακόμη και όταν το PLC αποσυνδεθεί από την τροφοδοσία.

- Μνήμη συστήματος (συνήθως τύπου ROM ή PROM). Είναι η μνήμη στην οποία βρίσκεται αποθηκευμένο (από τον κατασκευαστή) το λογισμικό ανάπτυξης (κώλυφος) του PLC.

- Μνήμη δεδομένων (τύπου RAM). Στην μνήμη αυτή μεταφέρονται τα σήματα εισόδου και γίνονται οι λειτουργίες που καθορίζει το πρόγραμμα.
- Προαιρετική μνήμη EPROM (ή στα τελευταία μοντέλα φλας EEPROM). Σε αυτή μπορεί να αποθηκευτεί το πρόγραμμα αφού πάρει την τελική του μορφή απελευθερώνοντας έτσι την μνήμη RAM.

Δ) Τροφοδοτικό

Δημιουργεί τις απαραίτητες τάσεις για την λειτουργία των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων του PLC, καθώς επίσης και για να διατηρήσει το περιεχόμενο της μνήμης RAM.

Ε) Πλαίσια τοποθέτησης-επέκτασης

Τα PLC χωρίζονται σε δύο κατηγορίες (ανεξάρτητα εταιρειών). Τα compact και τα modular.

Τα πρώτα είναι μία συμπαγής συσκευή με CPU, τροφοδοτικό και συγκεκριμένο αριθμό I/O (που ποικίλει ανάλογα με την εταιρεία). Τα δεύτερα αποτελούνται από μία βάση, στην οποία "κουμπώνουν" βαθμίδες επεξεργασίας, τροφοδοσίας, εισόδων, εξόδων. Μια μονάδα PLC μπορεί να διαθέτει περισσότερες από μια βαθμίδες εισόδου και εξόδου, ανάλογα με τον επιθυμητό αριθμό εισόδων ή εξόδων. Επομένως αν σε κάποιο αυτοματισμό, προκειμένου να τον επεκτείνουμε, χρειαστούμε κι άλλες εισόδους ή εξόδους, που δεν υπάρχουν στην αρχική κατασκευή, έχουμε την δυνατότητα να προσθέσουμε μία ή περισσότερες βαθμίδες εισόδων ή εξόδων, διατηρώντας την ίδια CPU και το ίδιο τροφοδοτικό.

ΣΤ) Βοηθητικές μονάδες

Πρόκειται για συσκευές που δεν είναι απαραίτητες για την λειτουργία του PLC, σίγουρα όμως δίνουν καλύτερη εποπτεία και έλεγχο του αυτοματισμού. Οι κυριότερες είναι

- Εξομοιωτής. Είναι μία σειρά από διακόπτες με τους οποίους μπορούμε να κάνουμε εργαστηριακό έλεγχο του αυτοματισμού.
- Μονάδες απαλοιφής (σβησίματος) του περιεχομένου μνημών.

- Modem. Είναι συσκευές με τις οποίες μπορούμε να διαβιβάσουμε πληροφορίες μέσω τηλεφωνικής γραμμής.
- Μονάδες απεικόνισης (monitors) για έγχρωμες απεικονίσεις μιμικών διαγραμμάτων υψηλής ακρίβειας.
- Εκτυπωτές όλων των τύπων.

Ζ) Θύρα επικοινωνίας

Η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ χρήστη και συσκευής μπορεί να γίνει είτε παράλληλα είτε σειριακά.

- Παράλληλα. Το μήνυμά μας στέλνεται κατά ομάδες των 8bits - byte (ένα bit σε κάθε γραμμή μεταφοράς) στην συσκευή, η οποία και το επεξεργάζεται. Σ' αυτήν την περίπτωση η επικοινωνία είναι ταχύτερη.
- Σειριακά. Σ' αυτήν την περίπτωση τα bits μεταδίδονται ένα-ένα οπότε μειώνεται η ταχύτητα επικοινωνίας. Η σημαντικότερη σειριακή θύρα είναι η RS 232C.

Τα PLC χρησιμοποιούν σειριακή ανταλλαγή πληροφοριών με θύρα RS 232C. Στις φωτογραφίες που ακολουθούν φαίνονται μερικά είδη προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών.





1.10 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Οι εφαρμογές των συστημάτων αυτομάτου ελέγχου στην καθημερινή ζωή είναι ποικίλες. Οι εφευρέσεις των αρχαίων λαών και ιδιαίτερα των αρχαίων Ελλήνων έδωσαν πολλές απλές λύσεις σε καθημερινά προβλήματα. Σταθμός στην ανάπτυξη των συστημάτων αυτομάτου ελέγχου υπήρξε ο ρυθμιστής του Watt, ο οποίος σηματοδοτεί την είσοδο στη βιομηχανική εποχή. Στα νεότερα χρόνια η χρησιμοποίηση ηλεκτρομηχανικών και ηλεκτρονικών διατάξεων έδωσε τη δυνατότητα επίλυσης ουσιαστικών προβλημάτων, όπως ο έλεγχος θέρμανσης- ψύξης συγκεκριμένου χώρου (ψυγείο, οικία, κτίριο, κλίβανος κ. α.), ο έλεγχος της κυκλοφορίας οχημάτων σε αστικά κυρίως κέντρα, ο έλεγχος των τηλεπικοινωνιακών διατάξεων (τηλεφωνία, τηλεγραφία κ. α.), ο έλεγχος της εναέριας κυκλοφορίας, ο έλεγχος των συστημάτων παροχής ενέργειας, των συστημάτων ύδρευσης και των συστημάτων παροχής φυσικού αερίου, ο έλεγχος των μηχανών και της βιομηχανικής παραγωγής κ. α. Μεγάλη ανάπτυξη αποκτούν σε εφαρμογές αυτομάτου ελέγχου με την εμφάνιση των μικροεπεξεργαστών, οι οποίοι αναδείχθηκαν σε πολύτιμα εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών. Από τους παραγόμενους μικροεπεξεργαστές μόνο ποσοστό 10% περίπου χρησιμοποιείται στην

κατασκευή ηλεκτρονικών υπολογιστών. Το μεγαλύτερο ποσοστό χρησιμοποιείται για τον έλεγχο καταναλωτικών προϊόντων και συσκευών. Η χρήση υπολογιστικών συστημάτων για τη σχεδίαση και τον έλεγχο συστημάτων έχει αλλάξει ριζικά το πεδίο των εφαρμογών αυτομάτου ελέγχου, εφοδιάζοντας τους επιστήμονες με πανίσχυρα εργαλεία μελέτης και ανάπτυξης των συστημάτων.

Οι περισσότερες εφαρμογές απαιτούν από το σύστημα έλεγχου άμεση απόκριση σε συνθήκες πραγματικού χρόνου. Για τη λειτουργία τέτοιων πρακτικών συστημάτων απαιτούνται λειτουργικά συστήματα πραγματικού χρόνου (Real-Time Operating Systems-RTOS), τα οποία παρέχουν αποτελέσματα της επεξεργασίας στον ίδιο πάντα προκαθορισμένο χρόνο, ανεξάρτητα από τις επικρατούσες συνθήκες περιβάλλοντος, παρέχουν τη δυνατότητα ελέγχου της λειτουργίας τους από το χρήστη του συστήματος, διαθέτουν αυξημένη αξιοπιστία και δυνατότητα αντιμετώπισης εξαιρετικών καταστάσεων, μη οδηγώντας το σύστημα έλεγχου σε διακοπή της λειτουργίας, αλλά συνεχίζοντας τη λειτουργία (πιθανόν με λιγότερες δυνατότητες) και ειδοποιώντας τον χρήστη για τις απαραίτητες ενέργειες που πρέπει να αναληφθούν.

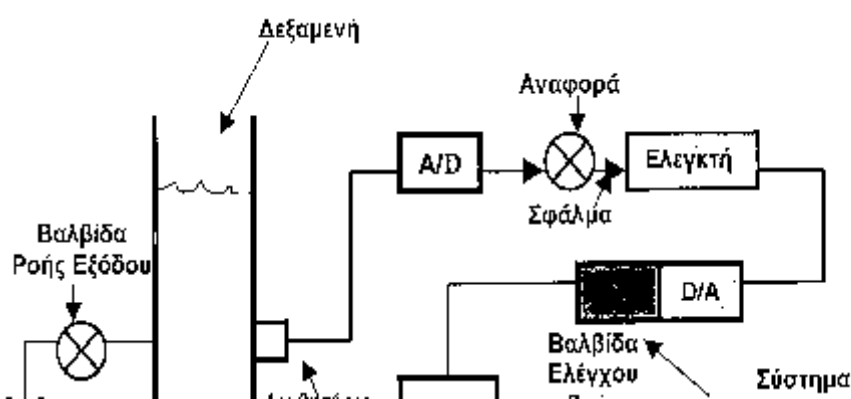
Ο έλεγχος του οικιακού περιβάλλοντος αναφέρεται στον έλεγχο των διαφόρων παραμέτρων, συσκευών και συστημάτων, με τα οποία ο ένοικος αλληλεπιδρά. Για τη διευκόλυνση της συλλογιστικής θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε το άνθρωπο ως ένα σύστημα αυτομάτου ελέγχου, το οποίο δέχεται σήματα από το περιβάλλον μέσω των αισθητηρίων του, τα επεξεργάζεται με τη βοήθεια του κεντρικού νευρικού συστήματος και αντιδρά προς αυτά. Οι αντιδράσεις υλοποιούνται κατά κανόνα με κινήσεις ανθρωπίνων μελών και με την ομιλία. Μέσω των αντιδράσεων αυτών μπορεί ο άνθρωπος να ενεργοποιήσει διάφορα συστήματα προς επίτευξη διάφορων λειτουργιών. Τέτοια συστήματα είναι τα συστήματα κλιματισμού, ασφάλειας κ.α. Ιδιαίτερη σημασία αποκτούν οι διαδικασίες σε περιπτώσεις ανθρώπων με προβλήματα, όπως είναι τα άτομα με κινητικά προβλήματα (παραπληγικά). Η τεχνολογία σήμερα προσφέρει τη δυνατότητα πλήρους αυτοματοποίησης των οικιακών λειτουργιών, καθόσον οι περισσότερες συσκευές ήδη ελέγχονται από εξελιγμένους επεξεργαστές συμβατικής λογικής και τεχνητής νοημοσύνης (ψυγεία, πλυντήρια, κουζίνες, κλιματιστικά κ.λπ.). Η διασύνδεση των ελεγκτών αυτών σε ένα σύστημα καταμεμημένου ελέγχου, όπου ως κεντρικός υπολογιστής μπορεί να λειτουργήσει ένας προσωπικός υπολογιστής ή ένας προγραμματιζόμενος ελεγκτής είναι λύση, η οποία είχε προταθεί και

παλαιότερα, είναι δε πιο ενδιαφέρουσα στα πλαίσια της λειτουργίας του διαδικτύου. Ο προγραμματισμός των συστημάτων αυτών είναι εύκολος ακόμα και από μη ειδικούς χρήστες, καθόσον έχουν αναπτυχθεί συστήματα γραφικού προγραμματισμού, τα οποία εξασφαλίζουν ένα συμπαγές, εύχρηστο και φιλικό περιβάλλον προγραμματισμού και λειτουργίας.

1.10.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΓΡΟΥ

Το πρόβλημα του ελέγχου στάθμης υγρού είναι σημαντικό και συχνό στην πράξη, ιδιαίτερα στη χημική βιομηχανία, όπου τα αντιδρώντα υγρά αποθηκεύονται συχνά σε ενδιάμεσες δεξαμενές και από εκεί διοχετεύονται με ελεγχόμενο τρόπο στο κύριο δοχείο της διεργασίας. Κάτι ανάλογο παρατηρείται στους σταθμούς παραγωγής ενέργειας, όπου η στάθμη του ψυκτικού υγρού πρέπει να διοχετεύεται από ενδιάμεσες επιπρόσθετες δεξαμενές.

Στο Σχ.1.10.1 εικονίζεται ένα τυπικό σύστημα ελέγχου στάθμης υγρού σε δεξαμενή. Το σύστημα ελέγχου περιλαμβάνει αισθητήριο στάθμης, μετατροπείς από αναλογικό σε ψηφιακό σήμα και το αντίστροφο, ψηφιακό ελεγκτή, κύκλωμα διευθέτησης της εξόδου και βαλβίδα ελέγχου ροής. Ο ελεγκτής φροντίζει να ελέγχει τη ροή εισόδου του συστήματος, ώστε η στάθμη του υγρού στη δεξαμενή να παραμένει σταθερή. Το αισθητήριο της στάθμης μπορεί να είναι αισθητήριο με ηλεκτρική χωρητικότητα, αισθητήριο υπερήχων (SONAR) πλωτήρας ή οπτική διάταξη. Στην πρώτη περίπτωση η μεταβολή της χωρητικότητας αντιστοιχεί στο ύψος της στάθμης του υγρού. Το αισθητήριο υπερήχων εκπέμπει παλμούς προς την επιφάνεια του υγρού και δέχεται του υπερήχους από ανάκλαση, γεγονός το οποίο μεταφράζεται σε απόσταση.



Ο πλωτήρας συνδέεται προς ποτενσιομετρική διάταξη και με την επίπλευση του παρέχει τις μεταβολές της στάθμης στην διάταξη, όπου οι μεταβολές ύψους μεταφράζονται σε ηλεκτρικά σήματα . Η οπτική διάταξη (camera) δέχεται την εικόνα της δεξαμενής , την ψηφιοποιεί και την παραδίδει σε ηλεκτρονικό υπολογιστή για επεξεργασία. Η στρατηγική ελέγχου που εφαρμόζεται συχνά είναι αυτή του ελεγκτή δυο ή τριών όρων (PI / PID) και ο ψηφιακός ελεγκτής μπορεί να είναι σύστημα μικροελεγκτή , προγραμματιζόμενος ελεγκτής ή ηλεκτρονικός υπολογιστής κατάλληλα διαμορφωμένος.

Στις χημικές βιομηχανίες, βιομηχανίες τροφίμων , στην παραγωγή χάρτου και σε άλλες παρεμφερείς εγκαταστάσεις ο ατμός χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο ως μέσο μεταφοράς θερμότητας από ένα κεντρικό λέβητα προς επιμέρους διεργασίες μέσα από δίκτυο μονωμένων σωληνώσεων.

Για την μέτρηση της θερμοκρασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν θερμοστάτες (ένδειξη ON-OFF) , θερμομέτρα αντιστάσεως λευκόχρυσου, θερμοζεύγη ή θερμίστορες. Η μέτρηση της πίεσης μπορεί να γίνει με πιεζοστάτη (ένδειξη ON-OFF) ή ηλεκτρονικά μανόμετρα. Η μέτρηση στάθμης γίνεται με ποτενσιομετρικές διατάξεις και οι μετρήσεις συστάσεως καυσαερίων με ηλεκτρονικά αισθητήρια. Η επιτήρηση της φλόγας γίνεται με αισθητήρια ακτινοβολίας (υπέρυθρου για υγρά καύσιμα , υπεριώδους για αέρια που δεν έχουν φωτεινή φλόγα) ή έμμεσα με την μέτρηση της θερμοκρασίας.

Για την ορθή λειτουργία των λέβητων υπάρχουν αυτοματισμοί ασφαλείας, συνεργασίας με καταναλωτές και δίκτυα, εξοικονόμηση ενέργειας και εκκίνησης καυστήρα. Οι αυτοματισμοί ασφαλείας στοχεύουν στην ασφαλή λειτουργία του λέβητα και αποφυγή εκρήξεως. Η λειτουργία τους βασίζεται στη διακοπή της παροχής καυσίμου, όταν η πίεση του ατμού υπερβεί κάποιο όριο, όταν η στάθμη του νερού κατέλθει ώστε να κινδυνεύουν να αποκαλυφθούν οι αυλοί και ο φλογοθάλαμος, καθώς και όταν διαπιστωθεί σβήσιμο της φλόγας. Στους λέβητες στερεών καυσίμων με εσχάρα η διακοπή τροφοδοσίας καυσίμου δεν είναι αρκετή. Για το λόγο αυτό κλείνονται ταυτόχρονα και δίκτυα, συγκαταλέγεται ο έλεγχος παροχής καυσίμου και ο έλεγχος της στάθμης στο λέβητα, ώστε όταν υπάρχει αυξημένη ζήτηση να ρυθμίζεται και η παροχή νερού προς τον λέβητα.

Οι αυτοματισμοί εξοικονόμησης ενέργειας αναφέρονται στη ρύθμιση της περιόσσειας αέρα για οικονομική λειτουργία του ατμολέβητα, με μέτρηση του διοξειδίου του άνθρακα ή του οξυγόνου στα καυσαέρια. Οι αυτοματισμοί εκκίνησης καυστήρα εξασφαλίζουν την ορθή ακολουθία ενεργειών για την αυτόματη ανάφλεξη του καυστήρα. Σε μικρούς καυστήρες με ενσωματωμένο ανεμιστήρα (όπως και στους οικιακούς λέβητες ζεστού νερού) οι διατάξεις αυτές είναι ενσωματωμένες στον καυστήρα. Στους μεγάλους λέβητες με καύσιμο αέριο ή πετρέλαιο diesel οι αυτοματισμοί καύσεως εξασφαλίζουν ότι πρώτα θα ενεργοποιηθεί ο ανεμιστήρας και θα καθαρίσει τον λέβητα από τα υπολείμματα καυσίμου, κατόπιν θα αρχίσει η τροφοδοσία υγρού ή αερίου καυσίμου με ταυτόχρονη λειτουργία του ηλεκτρικού συστήματος σπινθήρα εκκίνησης. Σε περίπτωση αποτυχίας εκκίνησης η διαδικασία επαναλαμβάνεται αυτόματα, αφού σταματήσει η ροή καυσίμου και αφεθεί σε λειτουργία ο ανεμιστήρας για κάποιο χρόνο. Οι λέβητες με καύσιμο μαζούτ έχουν αρκετές δυσκολίες στην εκκίνησης τους και συχνά υπάρχουν διατάξεις προθέρμανσης με πετρέλαιο diesel καθώς και φλόγες πιλότοι. Η υλοποίηση των αυτοματισμών αυτών μπορεί να γίνει με προγραμματιζόμενους ελεγκτές ή άλλα υπολογιστικά συστήματα εφοδιασμένα με κατάλληλα στοιχεία υλικού λογισμικού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

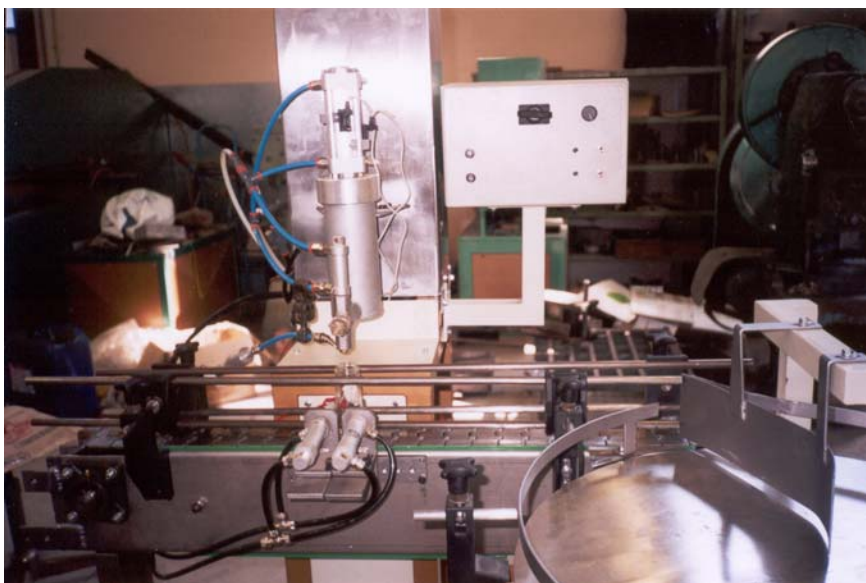
Εμφιαλωτήριο ρευστών υλικών

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το μηχάνημα που θα αναλυθεί σε αυτό το κεφάλαιο είναι ένα πλήρως αυτοματοποιημένο εμφιαλωτήριο υγρών και ρευστών υλικών. Κατασκευάστηκε με την προοπτική να μπορεί να αποτελέσει μέρος του εξοπλισμού μιας οικοτεχνίας ή μιας βιοτεχνίας, αλλά και να παίξει το ρόλο μηχανήματος επίδειξης. Επίσης πρέπει να τονιστεί ότι έγινε προσπάθεια να κρατηθεί το συνολικό κόστος χαμηλά, χωρίς όμως αυτό να έχει αντίκτυπο στην αξιοπιστία και στην λειτουργικότητα της κατασκευής.

Η ευφυΐα του όλου συστήματος είναι συγκεντρωμένη σε ένα προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή (PLC). Επιλέχθηκε ο ελεγκτής LOGO! της εταιρίας SIEMENS και συγκεκριμένα το μοντέλο "LOGO!12/24RC". Ο προγραμματισμός του έγινε με την βοήθεια του λογισμικού "LOGO! Soft Comfort V2.0" της εταιρίας SIEMENS.

Τα μηχανικά μέρη είναι στην πλειοψηφία τους πνευματικά μοντέλα της εταιρίας "AIR BLOCK PNEUMATIC SYSTEMS".



2.1 Παρουσίαση μονάδων

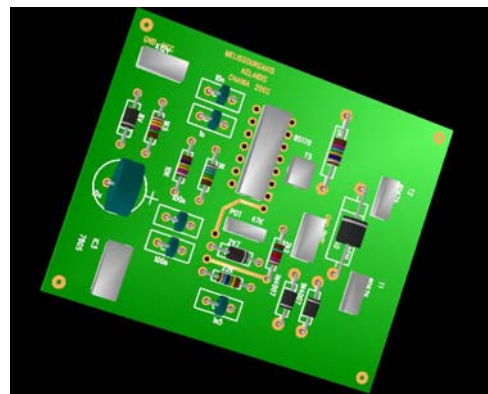
Το μηχάνημα αποτελείται από της εξής μονάδες:

- Προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής
- Ιμάντας μεταφοράς
- Περιστρεφόμενος δίσκος παροχής
- Τραπέζι συλλογής
- Κινητήρες συνεχούς ρεύματος
- Κυκλώματα ελέγχου ταχύτητας DC κινητήρων
- Έμβολα συγκράτησης
- Αισθητήριο θέσης δοχείου
- Σύριγγα υγρού
- Πνευματικός κύλινδρος κίνησης σύριγγας
- Προσεγγιστικούς διακόπτες ακίδων
- Ηλεκτροβαλβίδες
- Δεξαμενή αποθήκευσης υγρού
- Συμπιεστής αέρα

Τα προς εμφιάλωση δοχεία βρίσκονται πάνω στον δίσκο παροχής. Η περιστροφική κίνηση του τα οδηγεί πάνω στον ιμάντα μεταφοράς. Την κίνηση σε αυτά τα μηχανήματα δίνουν κινητήρες συνεχούς ρεύματος μέσω γραναζιών. Η ταχύτητα των κινητήρων ελέγχεται από ηλεκτρονικό κύκλωμα διαμόρφωσης εύρους παλμών (PWM), το οποίο αναλύεται σε άλλη παράγραφο. Η ταχύτητα του δίσκου παροχής πρέπει να είναι μεγαλύτερη από αυτήν της ταινίας μεταφοράς, έτσι ώστε το μηχάνημα να τροφοδοτείται συνεχώς με άδεια δοχεία.

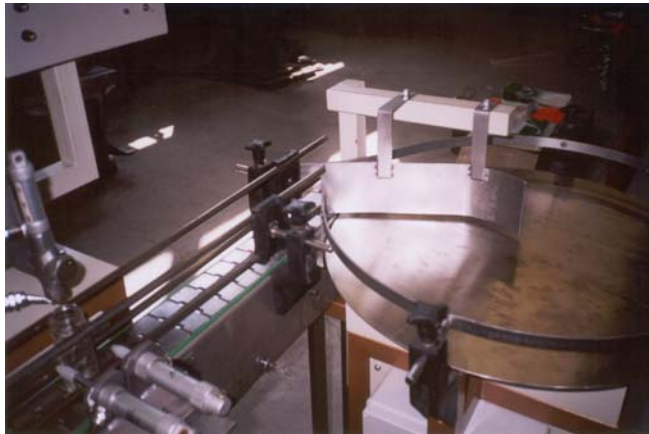


DC Κινητήρας



Κύκλωμα Ελέγχου Ταχύτητας

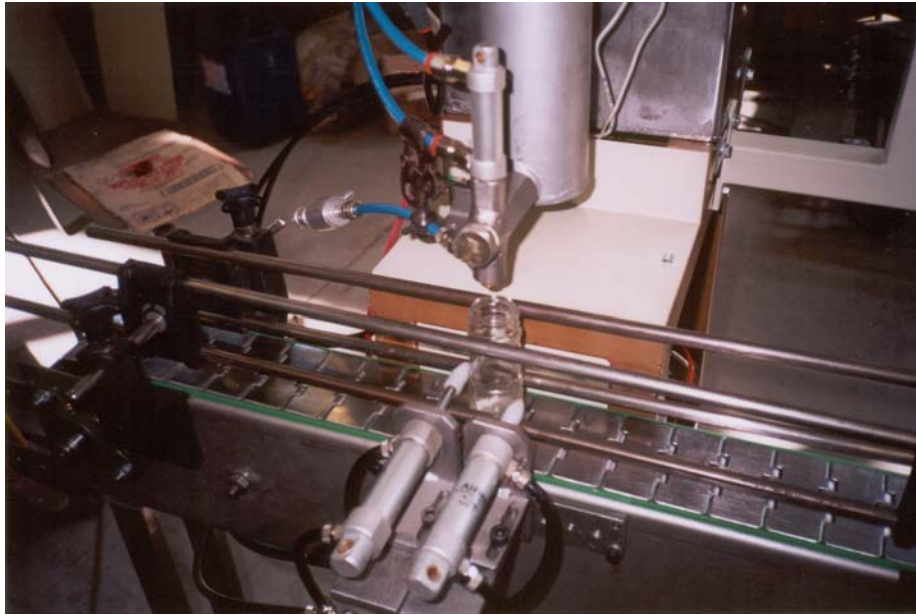
Κατά την λειτουργία του μηχανήματος, η κίνηση είναι συνεχής. Η ταινία μεταφοράς είναι κατασκευασμένη από υλικό με μικρό συντελεστή τριβής, ώστε να γλιστράει εύκολα κάτω από τα δοχεία, όταν αυτά είναι ακινητοποιημένα από τα έμβολα συγκράτησης.



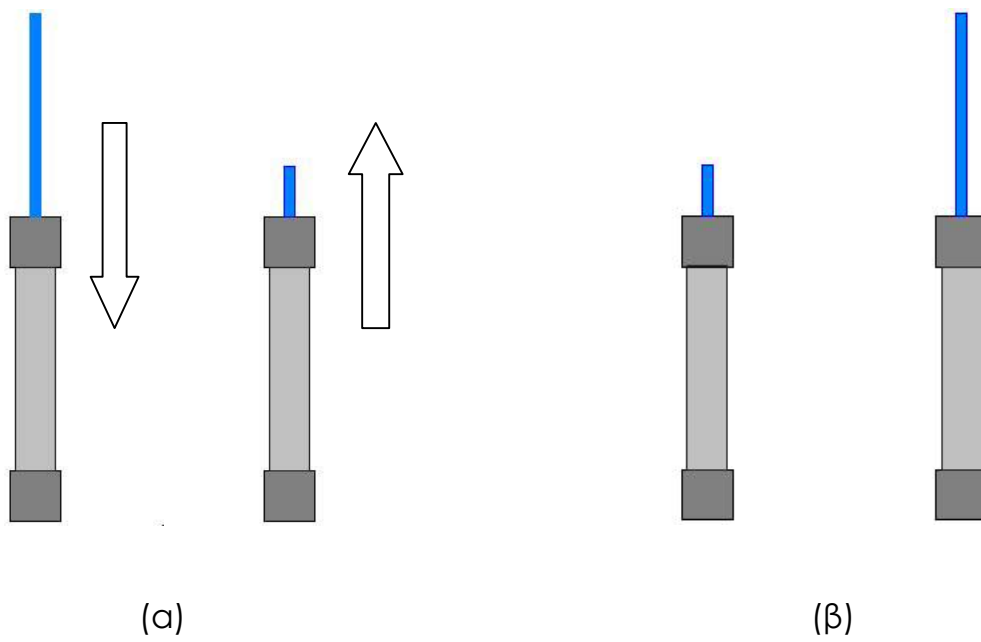
Τα δύο έμβολα συγκράτησης είναι συνδεδεμένα με τέτοιο τρόπο ώστε όταν το ένα βρίσκεται στην αρχική θέση το άλλο να είναι στην τελική και η αλλαγή και στα δύο γίνεται ταυτόχρονα. Την κίνηση σε αυτά δίνει μια αντλία αέρα. Την διεύθυνση της ροής αέρα, οπότε ουσιαστικά και την κίνηση των εμβόλων ελέγχει μια ηλεκτροβαλβίδα. Όταν υπάρχει στην εισοδο της βαλβίδας αυτό ηλεκτρικό σήμα τότε επιτρέπει την ροή αέρα προς την μια κατεύθυνση, ενώ όταν δεν υπάρχει τότε επιτρέπει την ροή αέρα προς την άλλη κατεύθυνση.

Ο πνευματικός κύλινδρος που χρησιμοποιήθηκε είναι της εταιρίας "AIR BLOCK PNEUMATIC SYSTEMS" και είναι ο παρακάτω.





Τα έμβολα έχουν τις δύο θέσεις που δείχνει το Σχήμα 2.1.1



Σχήμα 2.1.1

Οι ηλεκτροβαλβίδες που χρησιμοποιήθηκαν είναι της εταιρίας "METAL WORK" και απαιτούν ως σήμα σκανδαλισμού μια συνεχή τάση 24V. Χαρακτηριστικό τους στοιχείο είναι η μικρή κατανάλωση ισχύος (μόλις 5 Watt). Το ηλεκτρικό σήμα εφαρμόζεται μέσω ενός βύσματος όπως αυτό που εμφανίζεται παρακάτω.

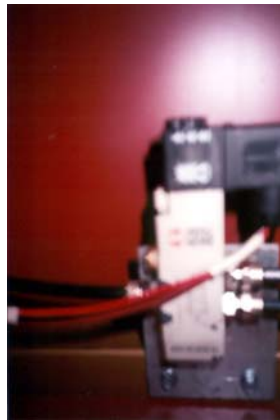


Βύσμα τροφοδότησης

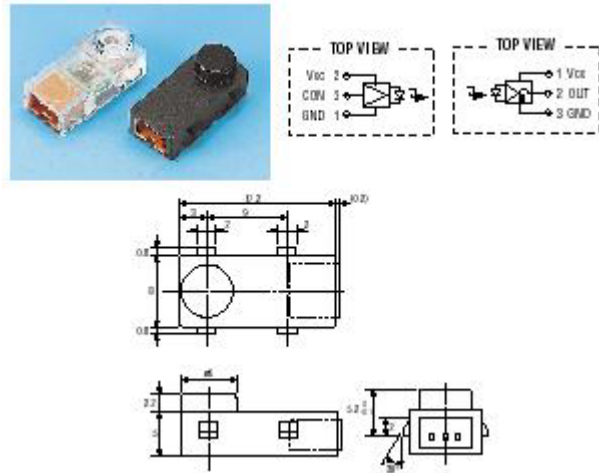


Ηλεκτροβαλβίδες

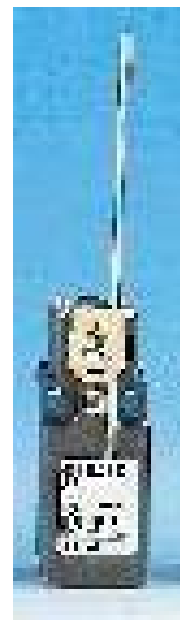
Σε αυτήν την φωτογραφία απεικονίζεται μία από τις ηλεκτροβαλβίδες που βρίσκονται τοποθετημένες στην βάση του συστήματος εμφιάλωσης.



Το αισθητήριο θέσης βρίσκεται σε τέτοιο σημείο ώστε να γίνεται αντιληπτό ότι υπάρχει δοχείο ακριβώς κάτω από την έξοδο της σύριγγας. Αρχικός σκοπός ήταν να χρησιμοποιηθεί ένας οπτικός διακόπτης, αλλά ο περιορισμένος προϋπολογισμός επέβαλε την χρήση ενός μηχανικού διακόπτη θέσης. Το αισθητήριο αυτό επιλέχθηκε να είναι "Normal Open". Πάντως η αντικατάσταση του μηχανικού διακόπτη με ένα οπτικό είναι αρκετά απλή διαδικασία, αρκεί το optical switch που θα χρησιμοποιηθεί να είναι τύπου "Normal Open" και να μπορεί να δουλέψει στα 12V.

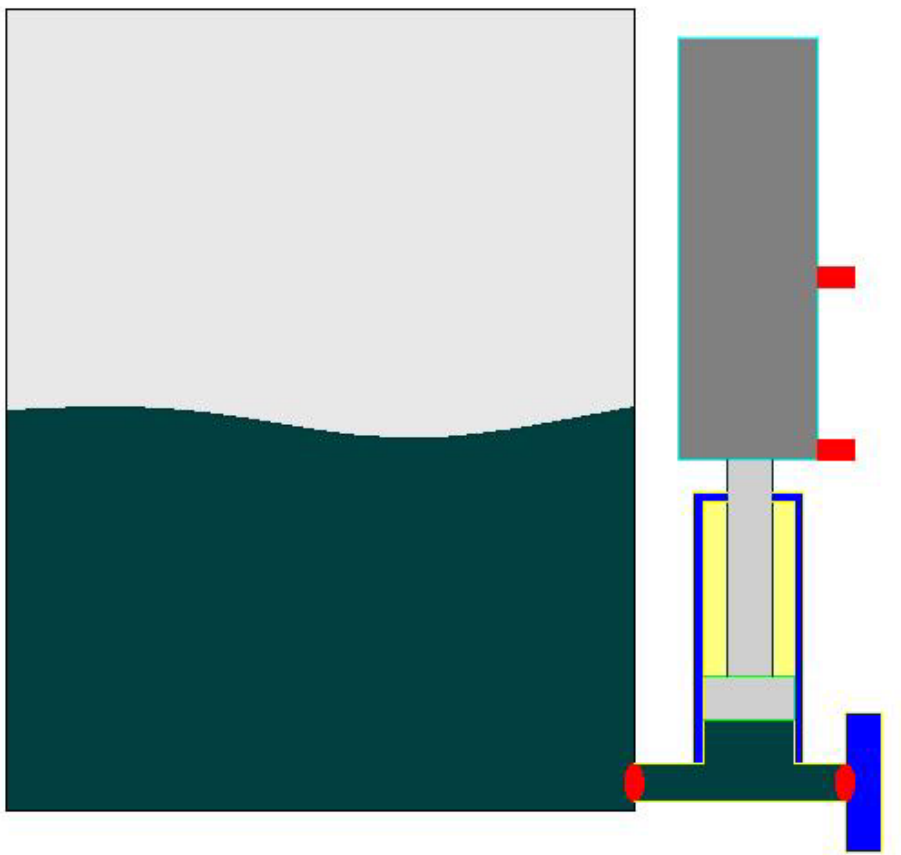


Οπτικοί Διακόπτες



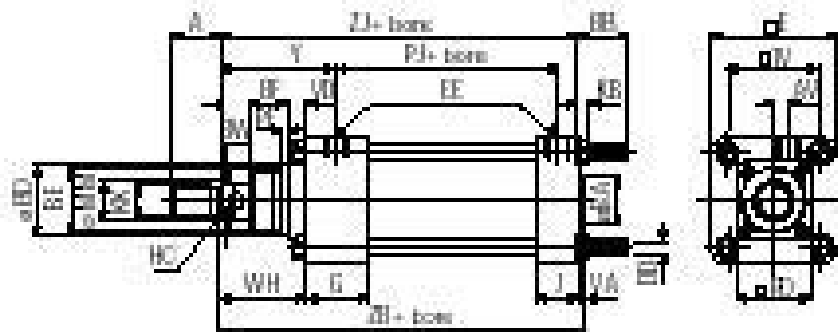
Μηχανικοί Διακόπτες

Η σύριγγα είναι αυτή που αναλαμβάνει να βγάλει μια ποσότητα υγρού από τη δεξαμενή και να την προωθήσει στο άδειο δοχείο. Χρησιμοποιήθηκαν δύο βαλβίδες μονοκατευθυντικής ροής. Η μία τοποθετήθηκε ανάμεσα στην δεξαμενή και στην σύριγγα και η άλλη στο στόμιο εξόδου. Έτσι η πρώτη επιτρέπει την ροή του υγρού μόνο από την δεξαμενή προς την σύριγγα και εμποδίζει την επιστροφή του υγρού στην δεξαμενή και η δεύτερη εμποδίζει την αθέλητη ρίψη υγρού. Στην απόληξη του στομίου έχει τοποθετηθεί ένα σύστημα αναρρόφησης ώστε να αποτρέπεται το στάξιμο του υγρού όταν αυτό είναι μεγάλης ρευστότητας.



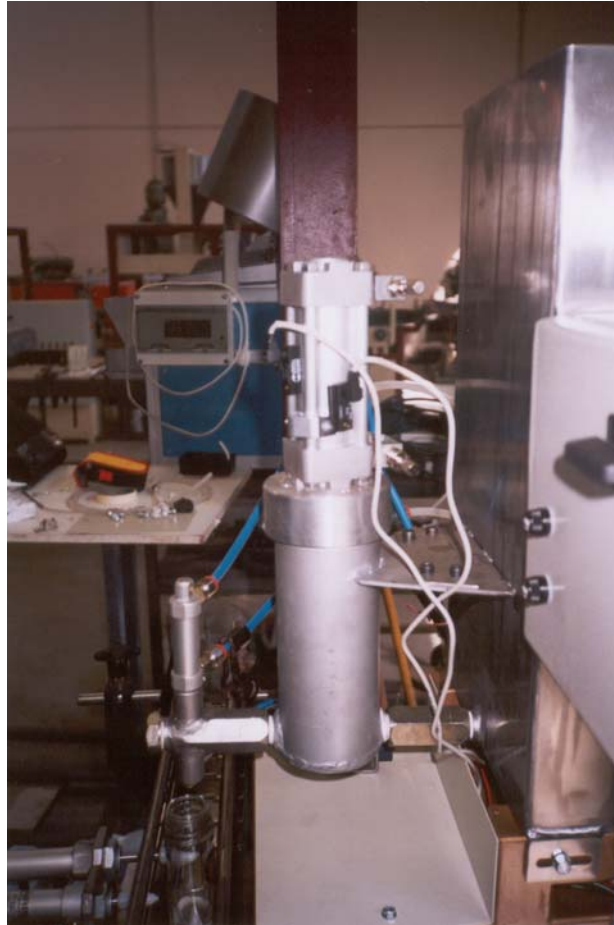
Σχήμα 2.1.2

Ο πνευματικός κύλινδρος είναι και αυτός της εταιρίας "AIR BLOCK PNEUMATIC SYSTEMS". Η αρχή του έμβολου του είναι μόνιμα μαγνητισμένη και συνεργάζεται με τα αισθητήρια που παρουσιάζονται παρακάτω. Η απόληξη του εμβόλου είναι ενωμένη με το έμβολο της σύριγγας και την κινεί είτε προς την μία φορά είτε προς την άλλη. Τέτοιου είδους κύλινδροι φαίνονται παρακάτω.



Πάνω στην εξωτερική επιφάνεια του κύλινδρου μπορούν να τοποθετηθούν αισθητήρια σε διάφορες θέσεις ώστε να εντοπίζεται το έμβολο όταν, κατά την κίνησή του, διέρχεται από αυτές. Υπάρχουν διάφοροι τύποι τέτοιων αισθητηρίων. Σε αυτή την εργασία

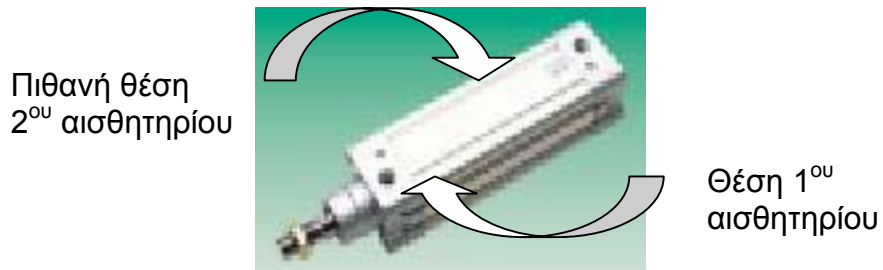
χρησιμοποιήθηκαν δύο προσεγγιστικοί διακόπτες ακίδων (reed proximity switches). Η λειτουργία τους βασίζεται στην αύξηση του μαγνητικού πεδίου που συμβαίνει γύρω τους όταν το μαγνητισμένο κινητό σώμα τους προσεγγίζει, οπότε αλλάζει κατάσταση ο διακόπτης ακίδων. Το μοντέλο τους είναι το "mPm SM2C". Ο συγκεκριμένος τύπος είναι "Normal Open" και λειτουργεί σε ένα εύρος τάσεων 3V-250V. Το data sheet του αισθητηρίου βρίσκεται στο παράρτημα.



Το πρώτο αισθητήριο τοποθετήθηκε στην άκρη του κυλίνδρου ώστε να εντοπίζεται η θέση πλήρους ανάπτυξης του εμβόλου. Η θέση του μένει πάντα σταθερή.

Το δεύτερο αισθητήριο τοποθετείται σε κάποια απόσταση από το πρώτο ανάλογα με τον όγκο του υγρού που επιθυμεί κανείς να αδειάσει στο δοχείο. Ως γνωστόν το γινόμενο του εμβαδού του κυλίνδρου με το ύψος του, δηλαδή με την απόσταση των δύο αισθητηρίων, θα δώσει τον απαιτούμενο όγκο – ποσότητα υγρού.

Τα δύο αισθητήρια συμβολίζονται με κόκκινα ορθογώνια στο Σχήμα 2.1.2



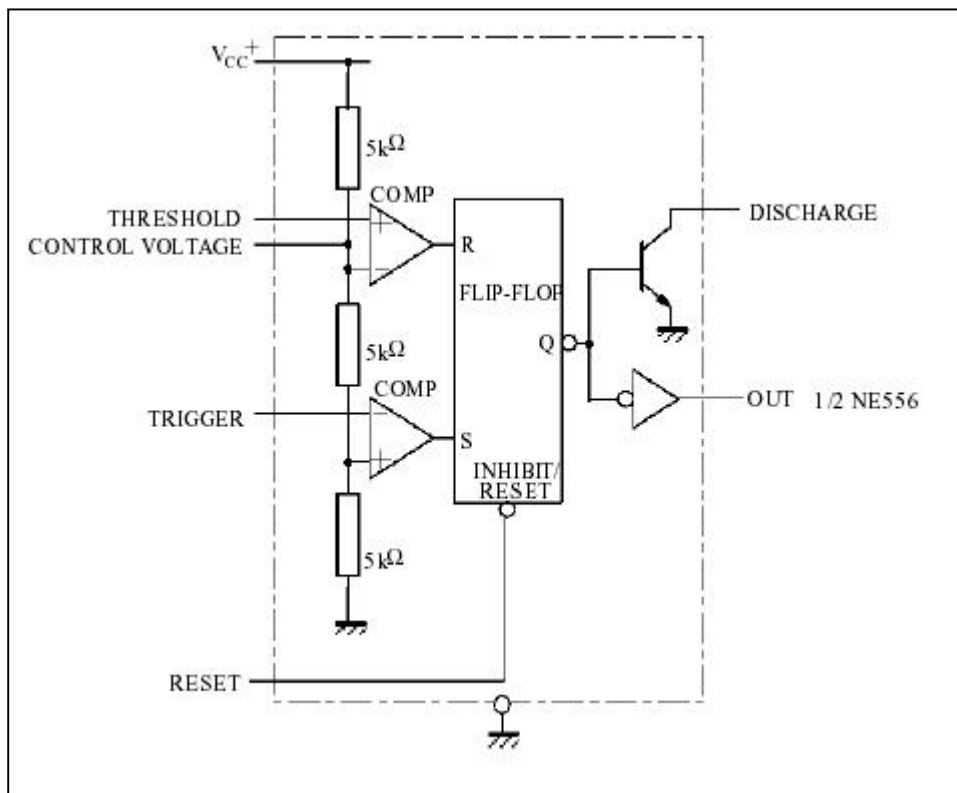
Σχήμα 2.1.3



2.2 Κύκλωμα ελέγχου ταχύτητας περιστροφής

Η κίνηση στον δίσκο παροχής και στη ταινία μεταφοράς δίνεται από δύο κινητήρες συνεχούς ρεύματος. Για να οδηγήσουμε τους κινητήρες αυτούς σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε ένα κύκλωμα

μεταβλητού εύρους παλμών (Pulse Width Modulation). Το κύκλωμα χτίστηκε γύρω από το ολοκληρωμένο κύκλωμα NE556. Το NE556 αποτελείται από δύο χρονιστές 555. Ακολουθεί το μπλοκ διάγραμμα του 555.



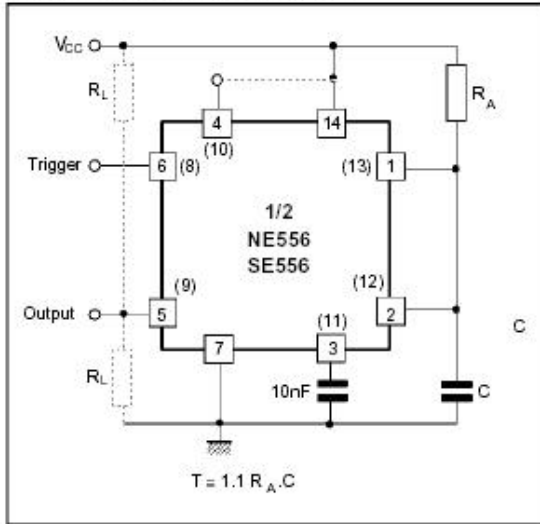
Block Diagram of 555

Ο πρώτος χρονιστής 555 χρησιμοποιείται ως ασταθής πολυδονητής και σκανδαλίζει τον δεύτερο 555 που είναι συνδεδεσμένος ως μονοσταθής πολυδονητής. Σε αυτόν υπάρχει μια μεταβλητή τάση ελέγχου με τη βοήθεια ενός ποτενσιομέτρου. Έτσι πετυχαίνουμε να έχουμε παλμούς σταθερής συχνότητας, αλλά μεταβλητού κύκλου αγωγής (Duty Cycle).

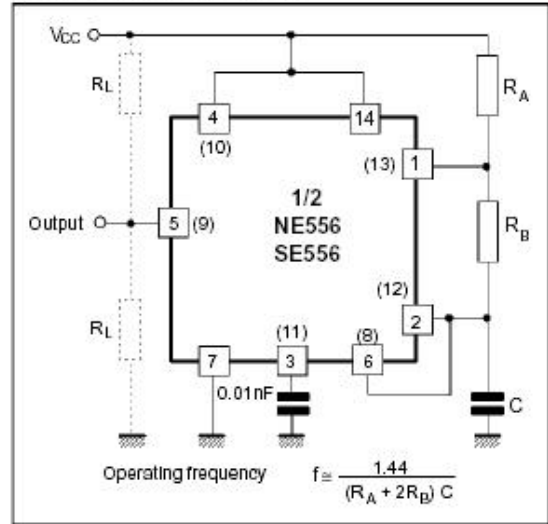
Στη συνέχεια οδηγήθηκαν οι παλμοί αυτοί σε ένα κύκλωμα ισχύος. Αυτό περιλαμβάνει τρανζίστορ σε συνδεσμολογία διακόπτη. Έτσι όταν στην έξοδο του χρονιστή υπάρχει υψηλή στάθμη, τότε ρέει ρεύμα μέσα από τον κινητήρα. Κατά την χαμηλή στάθμη το ρεύμα του κινητήρα τείνει να μηδενιστεί.

Ακολουθούν οι γενικές συνδεσμολογίες του 555 ως μονοσταθής και ως ασταθής πολυδονητής, καθώς και μια γενική συνδεσμολογία για PWM με τον 555.

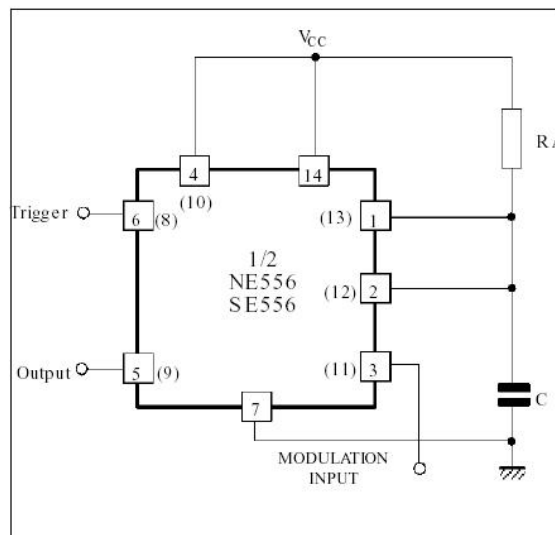
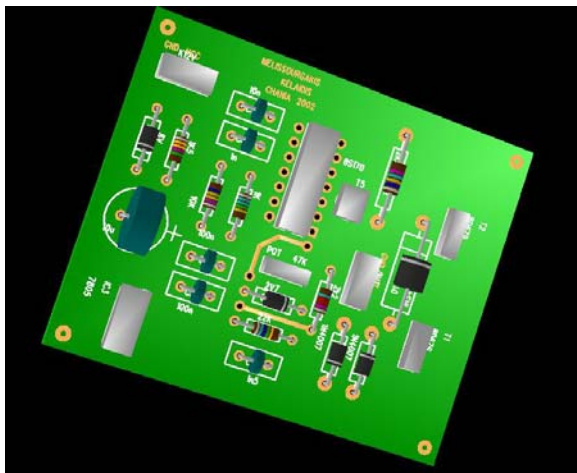
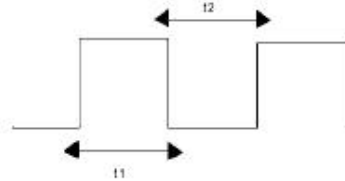
MONOSTABLE OPERATION



ASTABLE OPERATION



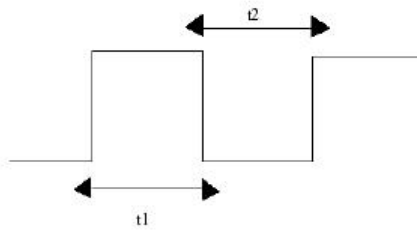
$t_1 = 0.693 (R_A + R_B) C$ Output High
 $t_2 = 0.693 R_B C$ Output low



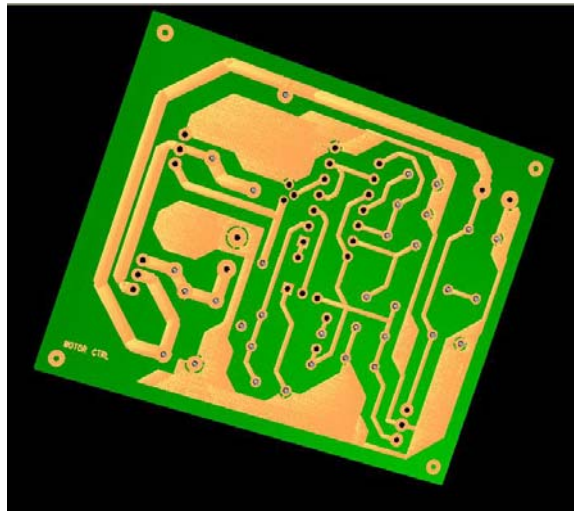
$$t_1 = 0.693 R_A C$$

$$t_2 = \left[\frac{R_A R_B}{R_A + R_B} \right] C \ln \left[\frac{R_B - 2R_A}{2R_B - R_A} \right]$$

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2} \quad R_B < \frac{1}{2} R_A t_1$$



Περισσότερα στοιχεία για τον NE556 μπορούν να βρεθούν από τα Data Sheets που υπάρχουν στο παράρτημα, καθώς και στο συνοδευτικό CD. Η σχεδίαση του σχηματικού καθώς και του PCB έγινε με το Design Explorer 99 SE.



2.3 Παρουσίαση του LOGO!

2.3.1 Γνωρίζοντας το LOGO!

Το LOGO! είναι μία μικρή λογική μονάδα από την Siemens. Το LOGO! παρέχει τα εξής :

- Ενσωματωμένα πλήκτρα χειρισμών και οθόνη
- Τροφοδοτικό
- Υποδοχή για εξωτερική μονάδα μνήμης και σύνδεση με Η/Υ
- Ενσωματωμένες λειτουργίες που απαιτούνται στη πράξη όπως για παράδειγμα χρονικά, επαφές αυτοσυγκράτησης, απαριθμητές
- Ρολόι πραγματικού χρόνου
- Βοηθητικά
- Εισόδους και εξόδους ανάλογα με τον τύπο της συσκευής

Το LOGO! μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πλήθος εφαρμογών όπως σε κτιριακές εγκαταστάσεις για έλεγχο φωτισμού εσωτερικών και εξωτερικών χώρων, για έλεγχο συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού, στην κατασκευή ηλεκτρολογικών πινάκων, στην κατασκευή μηχανών, στον έλεγχο αρδευτικών αντλιών, πυλών, θυρών καθώς και σε αυτοματισμούς σε μπάρες ασφάλειας κ.α.

Υπάρχουν κάποιοι βασικοί κανόνες κατά την τοποθέτηση και καλωδίωση του LOGO! που είναι απαραίτητο να ακολουθούνται τόσο για την ασφάλεια του χειριστή μας όσο και της συσκευής.

- Χρήση καλωδίων με την κατάλληλη διατομή ανάλογα με το ρεύμα
- Χρήση καλωδίων όσο το δυνατόν μικρού μήκους. Για μεγαλύτερα μήκη είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούμε καλώδια με μπλεντάζ.
- Απομόνωση των καλωδίων υψηλής τάσης (AC και DC) από τα καλώδια σημάτων χαμηλής τάσης.
- Μέτρα αντικεραυνικής προστασίας για τα καλώδια που αντιμετωπίζουν τέτοιο κίνδυνο.

- Να αποφεύγετε η σύνδεση παράλληλου εξωτερικού τροφοδοτικού σε φορτίο που συνδέεται σε έξοδο DC. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει ανάστροφο ρεύμα στην έξοδο εκτός και αν γίνει χρήση κάποιας διόδου ή αντίστοιχης διάταξης.



2.3.2 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΕΙΣΟΔΩΝ

Στις εισόδους του LOGO! συνδέονται επαφές από διακόπτες, μπουτόν, τερματοδιακόπτες, διάφορα αισθητήρια κλπ.

Στον πίνακα που ακολουθεί παραθέτονται τα χαρακτηριστικά εισόδων διαφόρων ειδών του LOGO!

	LOGO! 12/24 RC/RCo		LOGO! 24	
	I1 ... I6	I7, I8	I1 ... I6	I7, I8
Κατάσταση εισόδου 0	< 5 V DC	< 5 V DC	< 5 V DC	< 5 V DC
Ρεύμα εισόδου	< 1.0 mA	< 0.05 mA	< 1.0 mA	< 0.05 mA
Κατάσταση εισόδου 1	> 8 V DC	> 8 V DC	> 8 V DC	> 8 V DC
Ρεύμα εισόδου	> 1.5 mA	> 0.1 mA	> 1.5 mA	> 0.1 mA

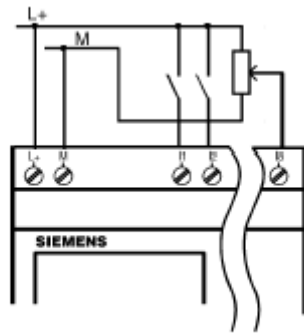
	LOGO! 24 RC/RCo (AC)	LOGO! 230 RC/RCo
Κατάσταση εισόδου 0	< 5 V AC	< 40 V AC
Ρεύμα εισόδου	< 1.0 mA	< 0.03 mA
Κατάσταση εισόδου 1	> 12 V AC	> 79 V AC
Ρεύμα εισόδου	> 2.5 mA	> 0.08 mA

	LOGO! 12 RCL	LOGO! 24 L	LOGO! 24 RCL...	LOGO! 230 RCL...
Κατάσταση εισόδου 0	< 4 V DC	< 5 V DC	< 5 V DC	< 40 V AC
Ρεύμα εισόδου	< 0.5 mA	< 1.5 mA	< 1.5 mA	< 0.03 mA
Κατάσταση εισόδου 1	> 8 V DC	> 12 V DC	> 12 V DC	> 79 V AC
Ρεύμα εισόδου	> 1.5 mA	> 4.5 mA	> 4.5 mA	> 0.08 mA

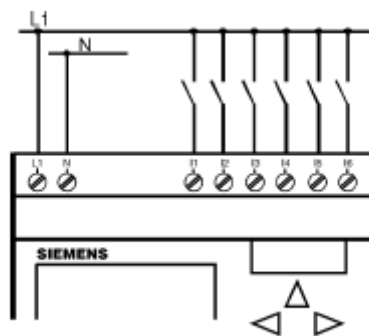
Στη περίπτωση του LOGO! 12/24RC που χρησιμοποιήθηκε στην πτυχιακή εργασία οι εισοδοί I7 και I8 μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν ψηφιακές ή σαν αναλογικές εισοδοί ανάλογα με το προγραμματισμό του LOGO! Εάν χρησιμοποιήσουμε τα σύμβολα I7 και I8 οι εισοδοί είναι ψηφιακές ενώ αν χρησιμοποιήσουμε AI1 και AI2 είναι αναλογικές.

Οι συνδέσεις των εισόδων του LOGO! φαίνονται στο σχήμα που ακολουθεί.

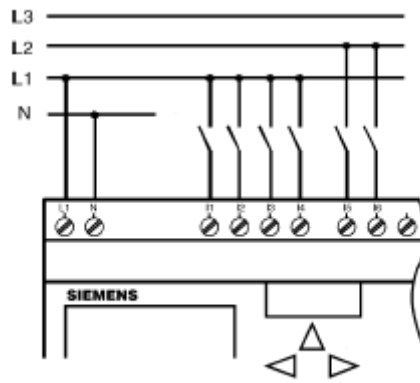
LOGO! 12/24:



LOGO! 230:



LOGO! 230..L...



2.3.3 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΕΞΟΔΩΝ

Οι έξοδοι των LOGO! ...R.... είναι ρελέ. Οι επαφές των ρελέ είναι απομονωμένες από την τροφοδοσία και τις εισόδους. Στις εξόδους του LOGO! μπορούν να συνδεθούν διαφόρων ειδών φορτία όπως λαμπτήρες πυρακτώσεως, λαμπτήρες φθορισμού, κινητήρες. Στα

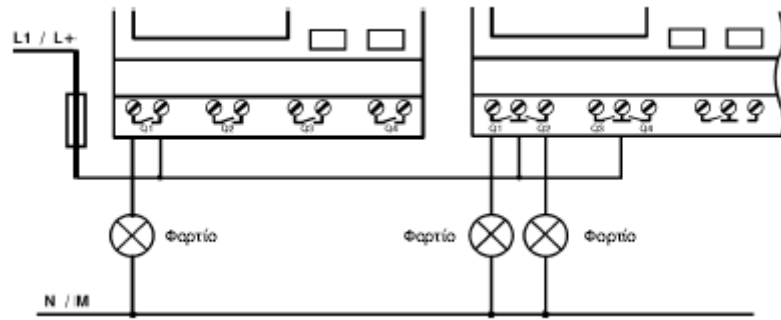
μοντέλα που διαθέτουν ρελέ στις εξόδους, θα πρέπει να δοθεί προσοχή στα εξής:

- το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να περάσει από επαφή του ρελέ στην έξοδο του LOGO! εξαρτάται από το φορτίο και από τον αριθμό μεταλλαγών που έχει κάνει η επαφή.
- όταν η έξοδος είναι ON (Q=1) το μέγιστο δυνατό ρεύμα είναι 10^A (8 A στα 230 V AC) για ωμικά φορτία και 3 A (2 A στα 12/24 AC/DC) για επαγωγικά φορτία

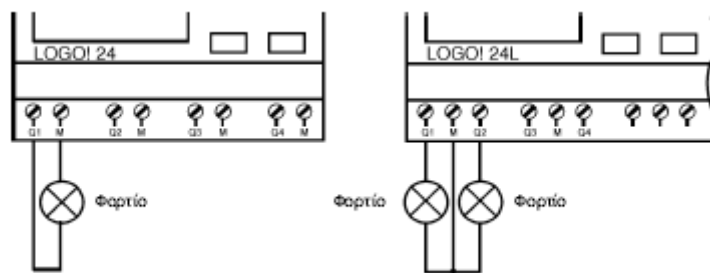


Οι συνδέσεις των εξόδων των LOGO! .. R.. φαίνονται στα σχήματα που ακολουθούν

LOGO! με εξόδους ρελέ



LOGO! με εξόδους τρανζίστορ

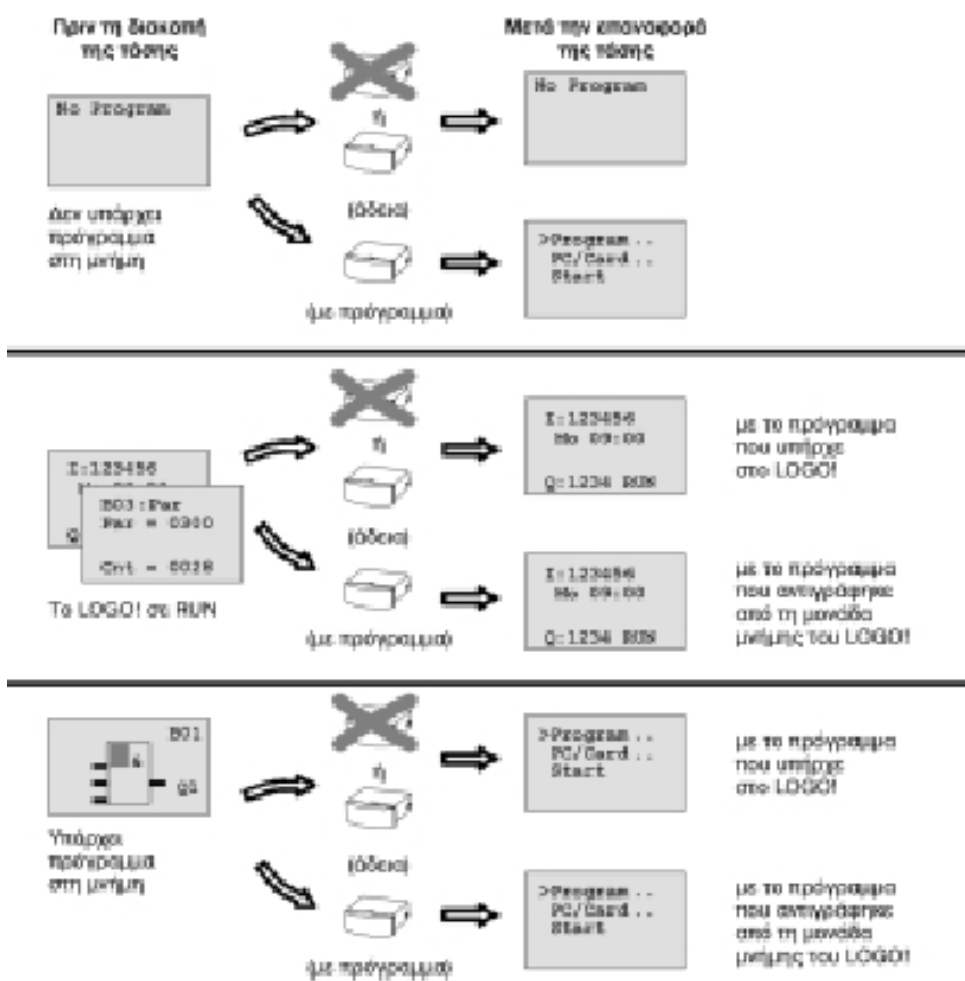


2.3.4 ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ ΤΟΥ LOGO!

Το LOGO! δεν έχει διακόπτη ON/OFF. Το πως συμπεριφέρεται όταν τροφοδοτηθεί με τάση εξαρτάται από τα εξής:

- αν υπάρχει φορτωμένο πρόγραμμα
- αν υπάρχει τοποθετημένη στο LOGO εξωτερική μονάδα μνήμης
- αν είναι μοντέλο χωρίς οθόνη (LOGO!...Rco)
- την κατάσταση στην οποία βρισκόταν η συσκευή πριν διακοπεί η τροφοδοσία.

Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται όλες οι πιθανές περιπτώσεις:



Ωστόσο θα πρέπει να θυμάται κανείς 4 βασικούς κανόνες:

- Αν δεν υπάρχει πρόγραμμα στο LOGO! ή στην εξωτερική μονάδα μνήμης τότε στα LOGO! με οθόνη εμφανίζεται το μήνυμα:

No Program

- Αν υπάρχει πρόγραμμα στη μονάδα μνήμης αυτό μεταφέρεται αυτόματα στο LOGO!. Αν υπήρχε πρόγραμμα στο LOGO! σβήνεται από το νέο πρόγραμμα.
- Αν υπήρχε πρόγραμμα στο LOGO! ή στη μονάδα μνήμης το LOGO! πηγαίνει στην κατάσταση λειτουργίας που είχε πριν τη διακοπή τάσης. Στα μοντέλα χωρίς οθόνη αλλάζει αυτόματα κατάσταση λειτουργίας από STOP σε RUN και το ενδεικτικό LED γίνεται από κόκκινο σε πράσινο.
- Αν έχει γίνει επιλογή διατήρησης τιμών τότε οι τρέχουσες τιμές διατηρούνται κατά τη διάρκεια διακοπής τάσης.

Όπως αναφέρθηκε πριν το LOGO! έχει 2 καταστάσεις λειτουργίας: **STOP** και **RUN**.

Το LOGO! σε STOP	Το LOGO! σε RUN
Το LOGO! είναι σε κατάσταση STOP όταν εμφανίζεται το μήνυμα No Program ή κατά τη διάρκεια εισαγωγής προγράμματος ή στα μοντέλα χωρίς οθόνη όταν το LED είναι κόκκινο.	Το LOGO! είναι σε κατάσταση RUN όταν μετά την επιλογή START το μήνυμα RUN εμφανίζεται στην οθόνη ή στη διάρκεια αλλαγής παραμέτρων ή στα μοντέλα χωρίς οθόνη όταν το LED είναι πράσινο.
<p>Τότε:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Δεν ανιχνεύεται η κατάσταση των εισόδων. • Το πρόγραμμα δεν εκτελείται. • Οι επαφές ρελέ των εξόδων είναι πάντα ανοιχτές ή οι έξοδοι τρανζίστορ είναι απενεργοποιημένες. 	<p>Τότε:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ανιχνεύεται η κατάσταση των εισόδων. • Υπολογίζεται βάσει του προγράμματος η κατάσταση των εξόδων. • Οι επαφές των εξόδων ανοίγουν ή κλείνουν.

2.3.5 ΟΙ ΕΠΑΦΕΣ ΤΟΥ LOGO!

Ο όρος connector αναφέρεται στις εισόδους και στις εξόδους του LOGO! και τις καταστάσεις που αυτές μπορεί να έχουν.

Οι είσοδοι και οι έξοδοι μπορούν να είναι στην κατάσταση “0” ή στη κατάσταση “1”.

Η κατάσταση “0” σε μια είσοδο σημαίνει ότι δεν υπάρχει τάση στην είσοδο αυτή και η κατάσταση “1” σημαίνει ότι υπάρχει τάση.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι Connectors του LOGO!

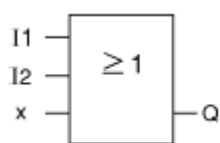
Connectors	LOGO!	LOGO!..L..	LOGO!..LB11..
Είσοδοι	I1 έως I6 I7 (AI1) I8 (AI2)	I1 έως I12	I1 έως I12 και Ia1 έως Ia4 (AS interface)
Έξοδοι	Q1 έως Q4	Q1 έως Q8	Q1 έως Q8 και Qa1 έως Qa4 (AS interface)
lo	Κατάσταση '0' (OFF)		
hi	Κατάσταση '1' (ON)		
x	Δεν υπάρχει σύνδεση		

Τα blocks στο LOGO! είναι οι λειτουργίες εκείνες που μεσολαβούν μεταξύ μιας εισόδου και μιας εξόδου.

Οι συνδέσεις των ηλεκτρικών κυκλωμάτων στο LOGO! μετατρέπονται σε συνδέσεις Connectors και Blocks.

Τα απλούστερα block είναι οι γνωστές λογικές λειτουργίες:

- AND
- OR

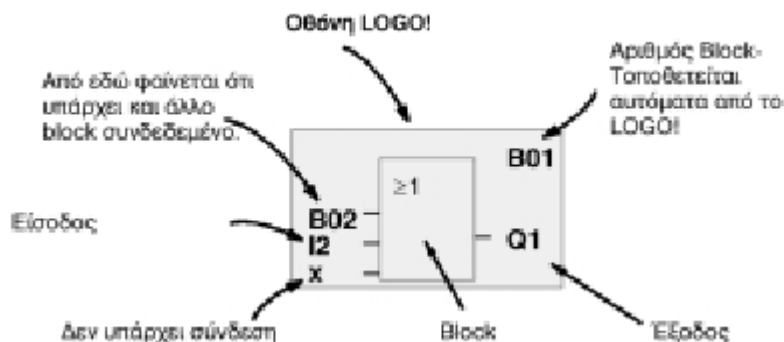


(Οι είσοδοι I1 και I2 συνδέονται στο block OR. Η τελευταία είσοδος δε χρησιμοποιείται και συμβολίζεται με x.)

Επίσης υπάρχουν και τα blocks των ειδικών λειτουργιών:

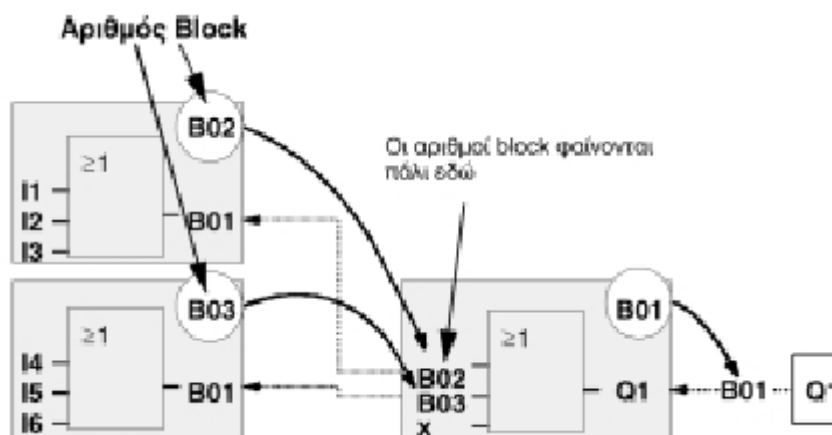
- Χρονικά
- Απαριθμητές

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται μια τυπική οθόνη του LOGO!. Ένα block μπορεί να εμφανίζεται κάθε φορά στην οθόνη του LOGO!. Για αυτό και χρησιμοποιούνται οι αριθμοί των block.



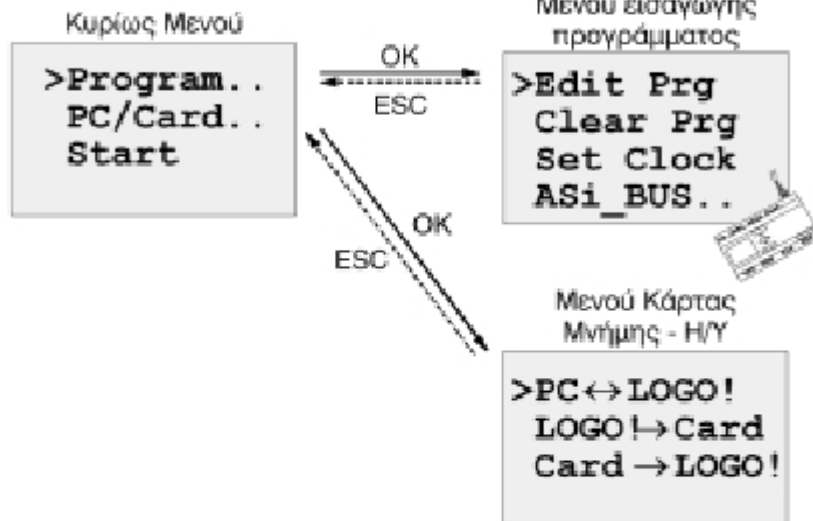
Κατά την εισαγωγή ενός block σε ένα πρόγραμμα το LOGO! δίνει στο block έναν αριθμό, τον αριθμό block.

Το LOGO! χρησιμοποιεί τους αριθμούς block για να δείξει πως ενώνονται τα block μεταξύ τους σε ένα πρόγραμμα:

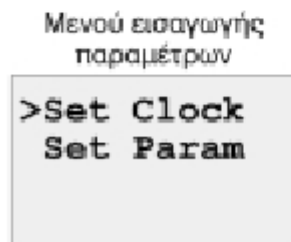
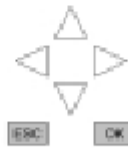


2.3.6 ΤΟ ΜΕΝΟΥ ΤΟΥ LOGO!

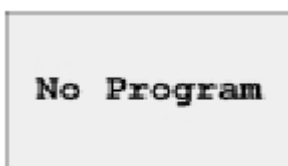
Κατάσταση εισαγωγής προγράμματος



Κατάσταση εισαγωγής παραμέτρων



Αρχικά λοιπόν τροφοδοτείται το LOGO! με τάση. Στην οθόνη εμφανίζεται το μήνυμα :

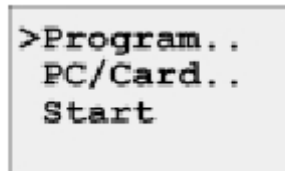


Επιλέγεται η κατάσταση εισαγωγής προγράμματος πιέζοντας τα πλήκτρα ◀▶ και **OK** ταυτόχρονα.

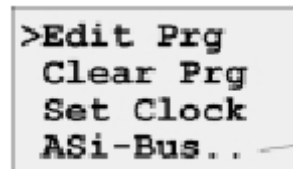
Το γεγονός ότι πρέπει 3 πλήκτρα να πιεστούν ταυτόχρονα για να επέλθει κάποιος στο πρόγραμμα του LOGO! προστατεύει την εφαρμογή από όσους δεν ξέρουν τη λειτουργία της συσκευής.



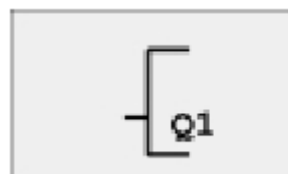
Στη συνέχεια στην οθόνη εμφανίζεται το εξής:



Με το ">" στη θέση "Program.." το LOGO! μπαίνει σε κατάσταση εισαγωγής προγράμματος :

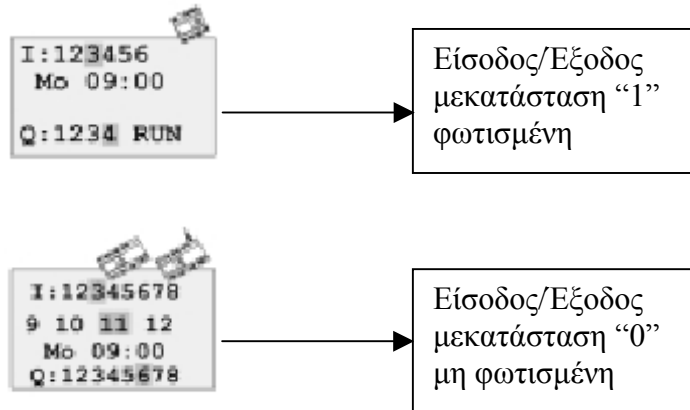


Εν συνεχεία με τα πλήκτρα ▼, ▲ μετακινούμε το ">". Στη θέση "Edit Prog" πιέζουμε OK οπότε εμφανίζεται η πρώτη έξοδος του LOGO!



Στην κατάσταση RUN το LOGO! εκτελεί το πρόγραμμα. Διαβάζει την κατάσταση των εισόδων και με βάση τη λογική του προγράμματος ενεργοποιεί τις εξόδους, μεταβάλλει δηλαδή την κατάσταση τους (on/off).

Στο LOGO! η κατάσταση των εισόδων και των εξόδων συμβολίζεται ως εξής :

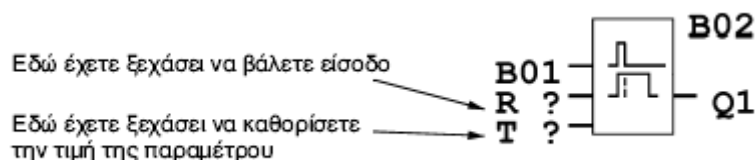


Σε περίπτωση λανθασμένης πληκτρολόγησης η διόρθωση στο LOGO! είναι πολύ εύκολη:

- Αν δεν έχουμε βάλει ήδη κάποια είσοδο χρησιμοποιούμε το **ESC** για να κάνουμε ένα βήμα προς τα πίσω.
- Αν έχουμε βάλει ήδη μια είσοδο ακολουθούμε τα εξής:
 1. Τοποθετούμε τον cursor στη θέση που έχει γίνει το λάθος
 2. Επιλέγουμε κατάσταση εισαγωγής πιέζοντας **OK**
 3. Κάνουμε τη διόρθωση

Επίσης μπορούμε να αντικαταστήσουμε ένα block με ένα άλλο ήδη υπάρχον block αλλά μόνο αν τα δύο block έχουν τον ίδιο αριθμό εισόδων. Και βέβαια σε κάθε περίπτωση μπορούμε να σβήσουμε ένα block και να βάλουμε ένα οποιοδήποτε άλλο στη θέση του.

Σε περίπτωση που έχει γίνει εισαγωγή ενός προγράμματος και θέλουμε να βγούμε από αυτή τη κατάσταση (Edit Prg) με το **ESC** το LOGO! ελέγχει αν έχουμε συνδέσει σωστά όλες τις εισόδους σε όλα τα block. Αν έχουμε ξεχάσει κάτι το LOGO! πηγαίνει στο σημείο όπου έχει γίνει το λάθος, το εμφανίζει στην οθόνη και το συμβολίζει με το ερωτηματικό(βλ. σχήμα)



Συνδέοντας λοιπόν την είσοδο και καθορίζοντας μια τιμή για την παράμετρο, μπορούμε να βρούμε από την κατάσταση εισαγωγής προγράμματος με το πλήκτρο **ESC**.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι ένα πρόγραμμα LOGO! έχει και τους εξής περιορισμούς:

- Τον αριθμό block που μπορούν να συνδεθούν σε σειρά
- Το χώρο που καταλαμβάνουν στη μνήμη

ΜΝΗΜΗ

Ο αριθμός των block που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο LOGO! είναι συγκεκριμένος. Επιπλέον ορισμένα block όπως αυτά των ειδικών λειτουργιών απαιτούν περαιτέρω μνήμη.

Η μνήμη που χρειάζεται για τις ειδικές λειτουργίες χωρίζεται σε 4 περιοχές:

- **Par**: Η περιοχή στην οποία το LOGO! αποθηκεύει τις επιθυμητές τιμές
- **RAM**: Η περιοχή όπου αποθηκεύονται οι τρέχουσες τιμές
- **Timer**: Η περιοχή που χρησιμοποιεί το LOGO! για λειτουργίες σχετικά με χρόνο
- **REM**: Η περιοχή στην οποία αποθηκεύονται οι τρέχουσες τιμές που πρέπει να διατηρηθούν σε περίπτωση διακοπής της τάσης.

ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ ΜΝΗΜΗ ΣΤΟ LOGO

Η διαθέσιμη μνήμη του LOGO! είναι :

Blocks	Par	RAM	Timer	REM	Markers
56	48	27	16	15	8

Το LOGO! ελέγχει συνεχώς την κατανάλωση της μνήμης και εμφανίζει μόνο εκείνες τις λειτουργίες για τις οποίες υπάρχει διαθέσιμη μνήμη.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΜΝΗΜΗΣ

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται πόσες θέσεις μνήμης καταναλώνει κάθε ειδική λειτουργία :

2.3.7

Λειτουργία	Par	RAM	Timer	REM
Αυτοσυγκράτηση*	0	(1)	0	(1)
Χρονικό παλμού *	0	(1)	0	(1)
Χρονικό έναρξης - παύσης	1	1	1	0
Χρονικό έναρξης - παύσης με αναγνώριση αλλαγής κατάστασης	1	1	1	0
Χρονικό καθυστέρησης έλξης	1	1	1	0
Χρονικό καθυστέρησης πτώσης	2	1	1	0
Χρονικό καθυστέρησης έλξης- πτώσης	2	1	1	0
Χρονικό καθυστέρησης έλξης με αυτοσυγκράτηση	2	1	1	0
Ρολόι πραγματικού χρόνου (εβδομαδιαίος χρονοδιακόπτης)	6	2	0	0
Ετήσιος χρονοδιακόπτης	2	0	0	0
Απαριθμητής δύο κατευθύνσεων *	2	(2)	0	(2)
Ωρομετρητής λειτουργίας	2	0	0	4
Γεννήτρια παλμοσειρών με ρύθμιση εύρους παλμού	1	1	1	0
Γεννήτρια παλμοσειρών με τυχαίο εύρος παλμού	3	1	1	0
Γεννήτρια παλμοσειρών	2	1	1	0
Διακόπτης συχνότητας	3	3	1	0
Αναλογικός μετρητής	4	2	0	0
Αναλογικός συγκριτής	3	4	0	0
Χρονοδιακόπτης κλιμακοστασίου	1	1	1	0
Χρονικό παλμού με διακόπτη	2	1	1	0
Μηνύματα	1	0	0	0

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ LOGO!

Το LOGO παρέχει κατά τον προγραμματισμό διάφορα στοιχεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, τα οποία χωρίζονται στις ακόλουθες λίστες :

- ↓ **Co** : λίστα των connectors
- ↓ **GF** : λίστα των βασικών λειτουργιών
- ↓ **SF** : λίστα των ειδικών λειτουργιών
- ↓ **BN** : λίστα των block που έχουν ήδη δημιουργηθεί στο πρόγραμμα

Οι επαφές είναι οι είσοδοι, οι έξοδοι, τα βοηθητικά καθώς και οι σταθερές τιμές.

Οι είσοδοι συμβολίζονται με το γράμμα I και ένα αριθμό που ξεχωρίζει τη μια είσοδο από την άλλη (π.χ. I1,I2 κ.λ.π.).

Στο μοντέλο 12/24 RC που χρησιμοποιείται στην εφαρμογή υπάρχουν δυο επιπλέον είσοδοι, οι I7 και I8. Αυτές οι είσοδοι αν ορισθούν στο πρόγραμμα σαν I7 και I8 τότε λειτουργούν σαν ψηφιακές είσοδοι όπως και οι υπόλοιπες, ενώ αν ορισθούν σαν AI7 και AI8 λειτουργούν σαν αναλογικές. Στις ειδικές λειτουργίες που επεξεργάζονται αναλογικά σήματα επιτρέπεται να συνδεθούν κατά τον προγραμματισμό μόνο οι AI7 και AI8.

Τις εξόδους τις συμβολίζουμε με το γράμμα Q και ένα αριθμό που ξεχωρίζει τη μια έξοδο από την άλλη.

Οι έξοδοι Qa1 έως Qa4 είναι διαθέσιμες για επικοινωνία σε δίκτυο Asί με τα μοντέλα LOGO!..B11.

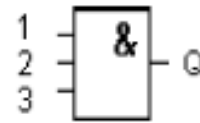
Κατά τον προγραμματισμό τα blocks των βασικών λειτουργιών βρίσκονται στο μενού GF και είναι τα εξής :

AND

Στο block AND για να έχει η έξοδος (Q) την κατάσταση 1 πρέπει η είσοδος I1 **και** η I2 **και** η I3 να έχουν την κατάσταση 1.

Πίνακας καταστάσεων του block AND και σύμβολο LOGO! :

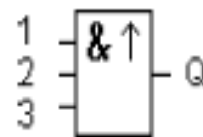
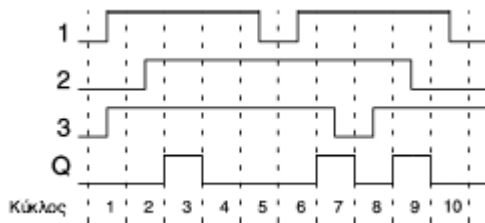
I1	I2	I3	Q
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1



AND με αναγνώριση αλλαγής κατάστασης(0 σε 1)

Η έξοδος της λειτουργίας αυτής παίρνει την κατάσταση 1 όταν όλες οι είσοδοι έχουν την κατάσταση 1 και τουλάχιστον 1 είχε 0 στον προηγούμενο κύκλο.

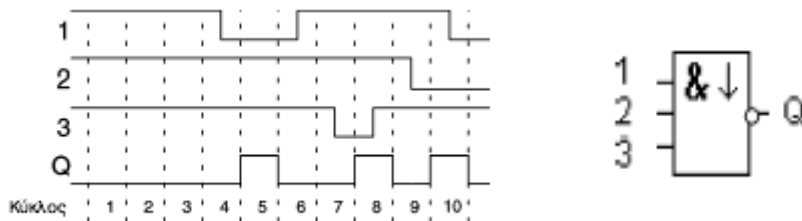
Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας και σύμβολο LOGO! :



NAND με αναγνώριση αλλαγής κατάστασης (1 σε 0)

Η έξοδος της λειτουργίας αυτής παίρνει την κατάσταση 1 όταν τουλάχιστον μια είσοδος έχει την κατάσταση 0 και όλες είχαν 1 στον προηγούμενο κύκλο.

Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας και σύμβολο LOGO! :

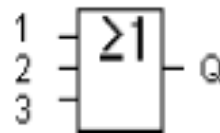


OR

Στο block OR για να έχει η έξοδος (Q) την κατάσταση 1 πρέπει οι είσοδοι I1 **ή** I2 **ή** I3 να έχουν την κατάσταση 1.

Πίνακας καταστάσεων του block OR και σύμβολο LOGO! :

I1	I2	I3	Q
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

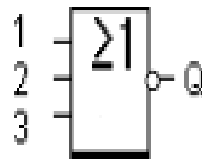


NOR

Στο block NOR η έξοδος έχει την κατάσταση 1 μόνο όταν **όλες** οι εισοδοί έχουν την κατάσταση 0.

Πίνακας καταστάσεων του block NOR και σύμβολο LOGO! :

I1	I2	I3	Q
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

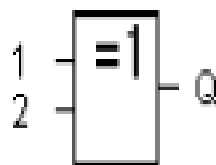


XOR

Στο block XOR η έξοδος έχει την κατάσταση 1 όταν οι εισοδοί έχουν **διαφορετική** κατάσταση.

Πίνακας Καταστάσεων του block XOR και σύμβολο LOGO! :

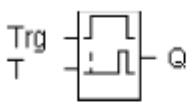
I1	I2	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



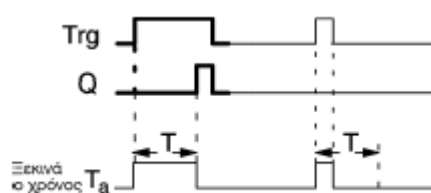
2.3.8 ΧΡΟΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ LOGO!

Χρονικό καθυστέρησης έλξης

Η έξοδος του χρονικού δεν ενεργοποιείται αν δεν περάσει ένας καθορισμένος χρόνος.

Σύμβολο LOGO!	Συνδέσεις	Περιγραφή
	Είσοδος Trg	Το χρονικό καθυστέρησης έλξης ξεκινά τη μέτρηση του χρόνου όταν η είσοδος Trg γίνει 1 (ON).
	Παράμετρος T	T είναι ο χρόνος μετά την πάροδο του οποίου η έξοδος γίνεται 1 (ON).
	Έξοδος Q	Η Q γίνεται ON όταν περάσει ο χρόνος T και αν η είσοδος Trg είναι ακόμα ON.

Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας



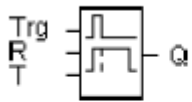
Όταν η κατάσταση λειτουργίας στην είσοδο Trg αλλάζει από 0 σε 1 αρχίζει να καταμετράται ο χρόνος T_a .

Αν η είσοδος Trg παραμείνει στην κατάσταση 1 τότε όταν περάσει ο καθορισμένος χρόνος T, η έξοδος γίνεται (ON). Υπάρχει δηλαδή μια καθυστέρηση από τη στιγμή που η είσοδος γίνεται ON μέχρι και η έξοδος να γίνει ON.

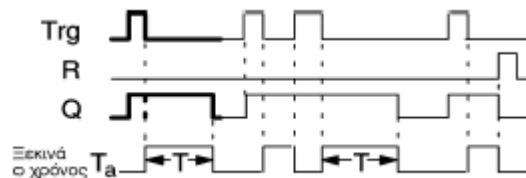
Αν η κατάσταση στην είσοδο Trg αλλάξει από 1 σε 0 πριν περάσει ο χρόνος T τότε ο χρόνος T_a μηδενίζεται. Σε περίπτωση διακοπής τάσης ο χρόνος που έχει καταμετρηθεί μηδενίζεται.

Χρονικό καθυστέρησης πτώσης

Η έξοδος του χρονικού δεν απενεργοποιείται αν δε περάσει ένας καθορισμένος χρόνος.

Σύμβολο LOGO!	Συνδέσεις	Περιγραφή
	Είσοδος Trg	Το χρονικό καθυστέρησης πτώσης ξεκινά τη μέτρηση του χρόνου όταν η είσοδος Trg γίνει 1 (ON).
	Είσοδος R	Ο χρόνος μηδενίζεται και η έξοδος γίνεται 0 όταν η είσοδος R (reset) γίνεται 1. Η είσοδος R έχει μεγαλύτερη ισχύ από την είσοδο Trg.
	Παράμετρος T	T είναι ο χρόνος μετά την πάροδο του οποίου η έξοδος αλλάζει κατάσταση από 1 σε 0 (OFF).
	Έξοδος Q	Η Q γίνεται ON όταν η είσοδος Trg γίνει ON, και παραμένει ON μέχρι να περάσει ο χρόνος T.

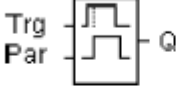
Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας



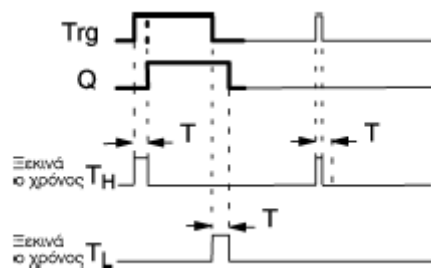
Όταν η κατάσταση στην είσοδο Trg γίνεται 1, η έξοδος (Q) γίνεται και αυτή 1 αμέσως. Αν η κατάσταση στην είσοδο Trg αλλάξει από 1 σε 0, ο χρόνος T_a αρχίζει να καταμετράται ενώ η έξοδος παραμένει 1 (ON). Όταν ο χρόνος T_a γίνει ίσος με τον προκαθορισμένο χρόνο T τότε η έξοδος γίνεται 0 (OFF).

Χρονικό καθυστέρησης έλξης-πτώσης

Η έξοδος του χρονικού ενεργοποιείται και απενεργοποιείται όταν περάσει καθορισμένος χρόνος.

Σύμβολο LOGO!	Συνδέσεις	Περιγραφή
	Είσοδος Trg	Με αλλαγή κατάστασης από 0 σε 1 στην είσοδο Trg (Trigger) ξεκινά η μέτρηση χρόνου T_H για την καθ. έλξης. Με αλλαγή από 1 σε 0 ξεκινά χρόνος T_L για καθ. πτώσης.
	Παράμετρος Par	T_H είναι ο χρόνος μετά την πάροδο του σπαίου η έξοδος αλλάζει κατάσταση από 0 σε 1). T_L είναι ο χρόνος μετά την πάροδο του οποίου η έξοδος αλλάζει κατάσταση από 1 σε 0.
	Έξοδος Q	Η Q γίνεται ON όταν περάσει ο χρόνος T_H και η είσοδος Trg είναι ακόμα ON, και γίνεται OFF όταν περάσει ο χρόνος T_L και η είσοδος Trg δεν έχει ξαναγίνει ON στο μεταξύ.

Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας

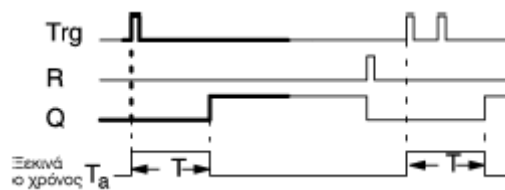


Χρονικό καθυστέρησης έλξης με αυτοσυγκράτηση

Μετά από ένα παλμό στην είσοδο ξεκινά η μέτρηση χρόνου που όταν περάσει ενεργοποιείται η έξοδος.

Σύμβολο LOGO!	Συνδέσεις	Περιγραφή
	Είσοδος Trg	Το χρονικό ξεκινά τη μέτρηση του χρόνου όταν η είσοδος Trg γίνει 1 (ON).
	Είσοδος R	Ο χρόνος μηδενίζεται και η έξοδος γίνεται 0 όταν η είσοδος R (reset) γίνεται 1. Η είσοδος R έχει μεγαλύτερη ισχύ από την είσοδο Trg.
	Παράμετρος T	T είναι ο χρόνος μετά την πάροδο του οποίου η έξοδος αλλάζει κατάσταση από 0 σε 1 (ON).
	Έξοδος Q	Η Q γίνεται ON όταν περάσει ο χρόνος T και OFF όταν γίνει ON η είσοδος R

Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας



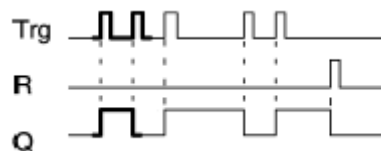
Αν η κατάσταση στην είσοδο Trg αλλάξει από 0 σε 1, ο χρόνος T_a αρχίζει να καταμετράται. Όταν ο χρόνος T_a γίνει ίσος με τον προκαθορισμένο χρόνο T ($T_a=T$) η έξοδος γίνεται 1 (ON).

Χρονικό παλμού

Η έξοδος γίνεται ON και OFF με ένα παλμό στην είσοδο.

Σύμβολο LOGO!	Συνδέσεις	Περιγραφή
	Είσοδος Trg	Όταν η κατάσταση στην είσοδο Trg αλλάζει από 0 σε 1 αλλάζει και η κατάσταση στην έξοδο.
	Είσοδος R	Όταν η είσοδος R (reset) γίνεται 1 η έξοδος γίνεται 0. Η είσοδος R έχει μεγαλύτερη ισχύ από την είσοδο Trg.
	Παράμετρος Par	Χρησιμοποιείται για να δηλώσουμε αν θέλουμε ή όχι διατήρηση για τις τρέχουσες τιμές. Rem: off = οι τιμές δε διατηρούνται on = οι τιμές διατηρούνται
	Έξοδος Q	Η Q αλλάζει κατάσταση κάθε φορά που αλλάζει κατάσταση η είσοδος Trg.

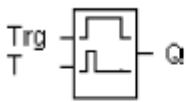
Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας



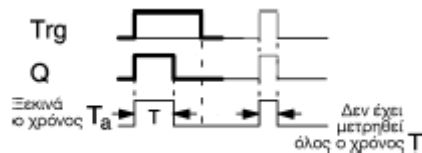
Κάθε φορά που η κατάσταση στην είσοδο Trg αλλάζει από 0 σε 1, η κατάσταση της εξόδου αλλάζει. Το χρονικό του παλμού επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση όταν η είσοδος R γίνει 1 ή μετά από διακοπή και επάνοδο της τάσεως εφ' όσον δεν έχει επιλεγθεί διατήρηση τιμών. Σε αυτές τις περιπτώσεις η είσοδος μηδενίζεται.

Χρονικό έναρξης-παύσης

Ένα σήμα στην είσοδο προκαλεί σήμα καθορισμένης διάρκειας στην έξοδο.

Σύμβολο LOGO!	Συνδέσεις	Περιγραφή
	Είσοδος Trg	Η μέτρηση του χρόνου ξεκινά όταν η είσοδος Trg γίνεται ON.
	Παράμετρος T	T είναι ο χρόνος μετά τον οποίο η έξοδος γίνεται OFF (αλλάζει κατάσταση από 1 σε 0).
	Έξοδος Q	Η έξοδος γίνεται ON όταν η είσοδος Trg γίνει ON και παραμένει ON μέχρι να περάσει ο χρόνος T.

Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας

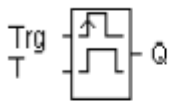


Όταν η είσοδος Trg γίνεται ON η έξοδος Q γίνεται αμέσως ON. Την ίδια στιγμή ξεκινά να καταμετράται ο χρόνος T_a ενώ η έξοδος παραμένει ON. Όταν ο T_a φθάσει την προκαθορισμένη τιμή του χρόνου T ($T_a = T$) η έξοδος γίνεται OFF.

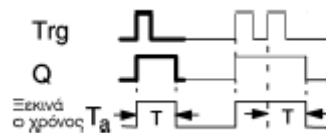
Αν η είσοδος Trg γίνει OFF πριν περάσει ο προκαθορισμένος χρόνος, τότε και η έξοδος γίνεται αμέσως OFF.

Χρονικό έναρξης - παύσης με αναγνώριση αλλαγής κατάστασης.

Ένα σήμα στην είσοδο προκαλεί σήμα καθορισμένης διάρκειας στην έξοδο (με δυνατότητα επανενεργοποίησης).

Σύμβολο LOGO!	Συνδέσεις	Περιγραφή
	Είσοδος Trg	Η μέτρηση του χρόνου ξεκινά όταν η είσοδος Trg γίνεται ON.
	Παράμετρος T	T είναι ο χρόνος μετά τον οποίο η έξοδος γίνεται OFF (αλλάζει κατάσταση από 1 σε 0).
	Έξοδος Q	Η έξοδος γίνεται ON όταν η είσοδος Trg γίνει ON και παραμένει ON μέχρι να περάσει ο χρόνος T.

Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας

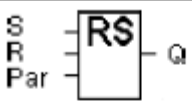


Όταν η είσοδος Trg γίνεται ON, η έξοδος Q γίνεται αμέσως ON. Την ίδια στιγμή αρχίζει να καταμετράται ο χρόνος T_a ενώ η έξοδος παραμένει ON. Όταν ο T_a φθάσει την προκαθορισμένη τιμή του χρόνου T ($T_a=T$) η έξοδος γίνεται OFF.

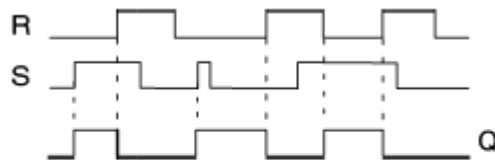
Αν η είσοδος Trg αλλάξει από ON σε OFF και ο καθορισμένος χρόνος δεν έχει περάσει, ο χρόνος T_a μηδενίζεται και η έξοδος παραμένει ON.

Αυτοσυγκράτηση

Η έξοδος γίνεται ON και <<αυτοσυγκρατείται>> όταν η είσοδος S γίνει ON. Η έξοδος γίνεται OFF με την είσοδο R.

Σύμβολο LOGO!	Συνδέσεις	Περιγραφή
	Είσοδος S	Όταν η είσοδος S γίνει 1 η έξοδος Q γίνεται 1.
	Είσοδος R	Η έξοδος γίνεται 0 όταν η είσοδος R (reset) γίνει 1. Αν οι είσοδοι S και R είναι και οι δύο 1 η έξοδος μηδενίζεται (η είσοδος R έχει μεγαλύτερη ισχύ έναντι της S).
	Παράμετρος Par	Χρησιμοποιείται για να δηλώσουμε αν θέλουμε ή όχι διατήρηση για τις τρέχουσες τιμές. Rem: off = οι τιμές δε διατηρούνται on = οι τιμές διατηρούνται
	Έξοδος Q	Η Q γίνεται ON όταν η είσοδος S γίνει ON και OFF όταν η είσοδος R γίνει ON.

Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας

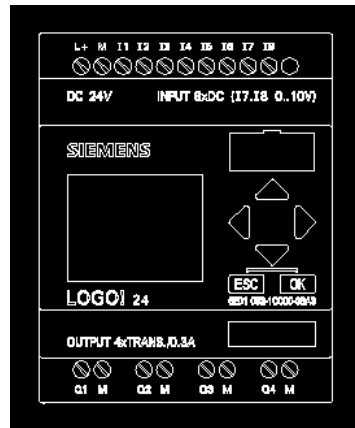


Πίνακας καταστάσεων του block αυτοσυγκράτησης

Σε ένα block αυτοσυγκράτησης η κατάσταση της εξόδου εξαρτάται από την κατάσταση των εισόδων και από την προηγούμενη κατάσταση της εξόδου όπως φαίνεται και στον πίνακα που ακολουθεί :

S	R	Q	Σημείωση
0	0	0	Η κατάσταση παραμένει η ίδια
0	1	1	Reset
1	0	1	Set
1	1	0	Reset (υπερισχύει)

Στην περίπτωση εκείνη κατά την οποία υπάρχει διακοπή τάσης και έχει επιλεχθεί η διατήρηση των τιμών, στην έξοδο παραμένει το ίδιο σήμα κατά την αποκατάσταση της τροφοδοσίας.



2.4 Λογικές διεργασίες

Για την πραγματοποίηση της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν οι τρεις εισοδοι και οι δύο έξοδοι του LOGO! από τις οκτώ και τέσσερις που έχει αντίστοιχα.

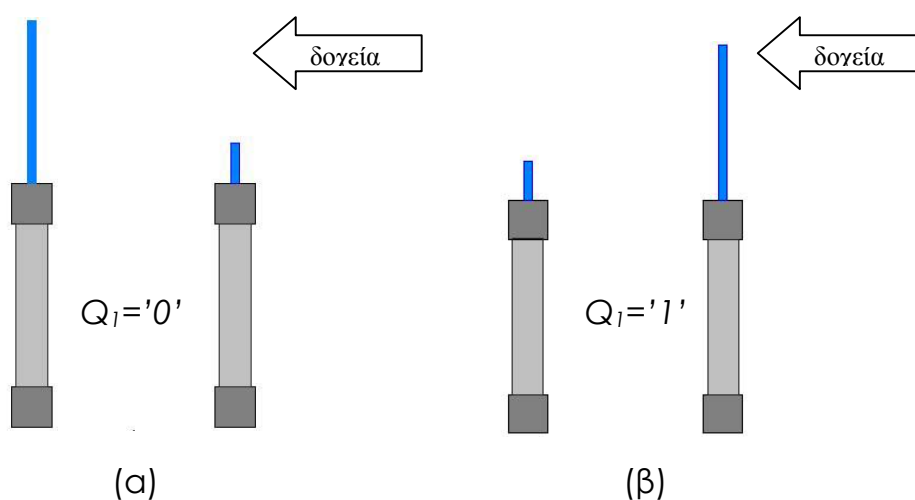
Στην είσοδο I_1 συνδέθηκε ο πρώτος προσεγγιστικός διακόπτης ακίδων. Ενεργοποιείται όταν το έμβολο βρίσκεται σε θέση πλήρους ανάπτυξης.

Στην είσοδο I_2 συνδέθηκε ο δεύτερος προσεγγιστικός διακόπτης ακίδων. Ενεργοποιείται όταν το έμβολο φτάσει στην επιθυμητή θέση που έχει οριστεί για απόδοση συγκεκριμένου όγκου υγρού.

Στην είσοδο I_3 συνδέθηκε ο διακόπτης θέσης δοχείου. Ενεργοποιείται όταν υπάρχει δοχείο ακριβώς κάτω από το στόμιο εξόδου της σύριγγας.

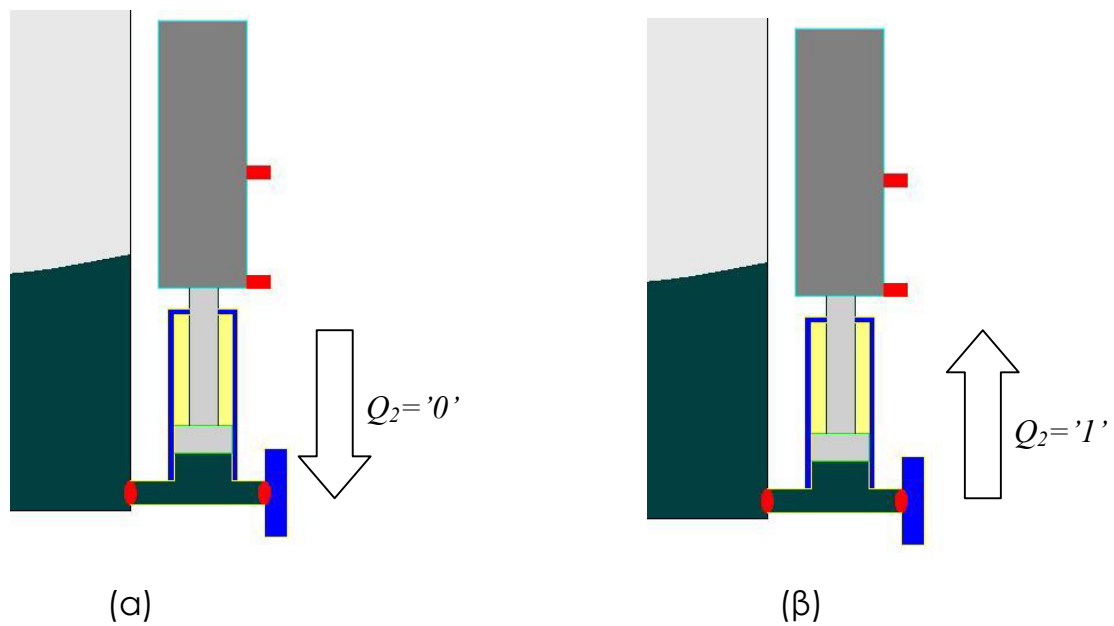
Και τα τρία αισθητήρια είναι διακόπτες κατάστασης "Normal Open" και λειτουργούν με τάση τροφοδότησης 12VDC. Αυτό δίνει την δυνατότητα άμεσης καλωδίωσης των αισθητηρίων στις εισόδους του LOGO!, αφού η τάση τροφοδοσίας του είναι και αυτή 12VDC.

Στην έξοδο Q_1 συνδέθηκε η ηλεκτροβαλβίδα που ελέγχει την κίνηση των εμβόλων συγκράτησης του δοχείου. Όταν βρίσκεται σε λογικά χαμηλή κατάσταση ή σε λογικά υψηλή κατάσταση τότε τα έμβολα βρίσκονται στην θέση που φαίνεται στο Σχήμα 2.3.1(α) ή (β) αντίστοιχα.

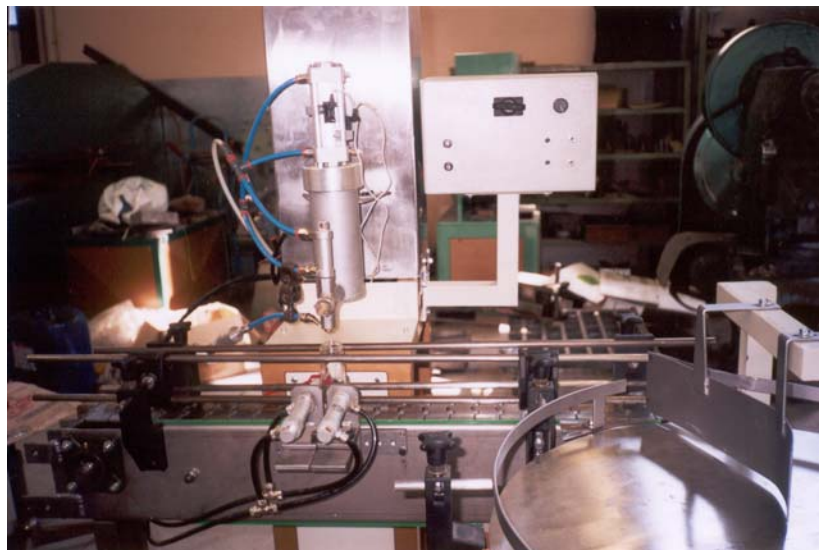


Σχήμα 2.3.1

Στην έξοδο Q_2 συνδέθηκε η ηλεκτροβαλβίδα που ελέγχει την κίνηση του πνευματικού κυλίνδρου που είναι ενωμένος με την σύριγγα. Όταν βρίσκεται σε λογικά χαμηλή κατάσταση τότε το έμβολο κινείται όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.3.2(α). Σε λογικά υψηλή κατάσταση το έμβολο κινείται όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.3.2(β).



Σχήμα 2.3.2



Ο αυτοματισμός λειτουργεί με τον παρακάτω τρόπο:

Οι δύο έξοδοι του LOGO! βρίσκονται σε λογικά χαμηλή στάθμη ($Q1=Q2='0'$), το αισθητήριο $I1$ είναι πιθανότατα ενεργοποιημένο ($I1='1'$) και τα $I2, I3$ είναι απενεργοποιημένα ($I2=I3='0'$).

Ο ιμάντας μεταφοράς και ο περιστρεφόμενος δίσκος παροχής κινούνται συνεχώς με την ταχύτητα που έχει επιλεγεί από τους δύο ηλεκτρονικούς ρυθμιστές στροφών.

Τα άδεια δοχεία κάνουν μια περιστροφική κίνηση πάνω στον δίσκο και προωθούνται στον ιμάντα μεταφοράς.

Το πρώτο δοχείο σταματά λόγω του εμβόλου συγκράτησης και ενεργοποιεί το I3 (I3='1').

Η έξοδος Q2 γίνεται '1' και το έμβολο της σύριγγας αρχίζει να ανεβαίνει, και γεμίζει με υγρό.

Όταν το έμβολο φτάσει στο ύψος του αισθητήρα I2 τότε αυτός δίνει λογικό άσο (I2=1) και η έξοδος Q2 γίνεται '0'.

Το έμβολο αρχίζει να κατεβαίνει, με προϋπόθεση να υπάρχει δοχείο στην θέση εμφιάλωσης (I3='1'). Το δοχείο γεμίζει με το επιθυμητό υγρό.

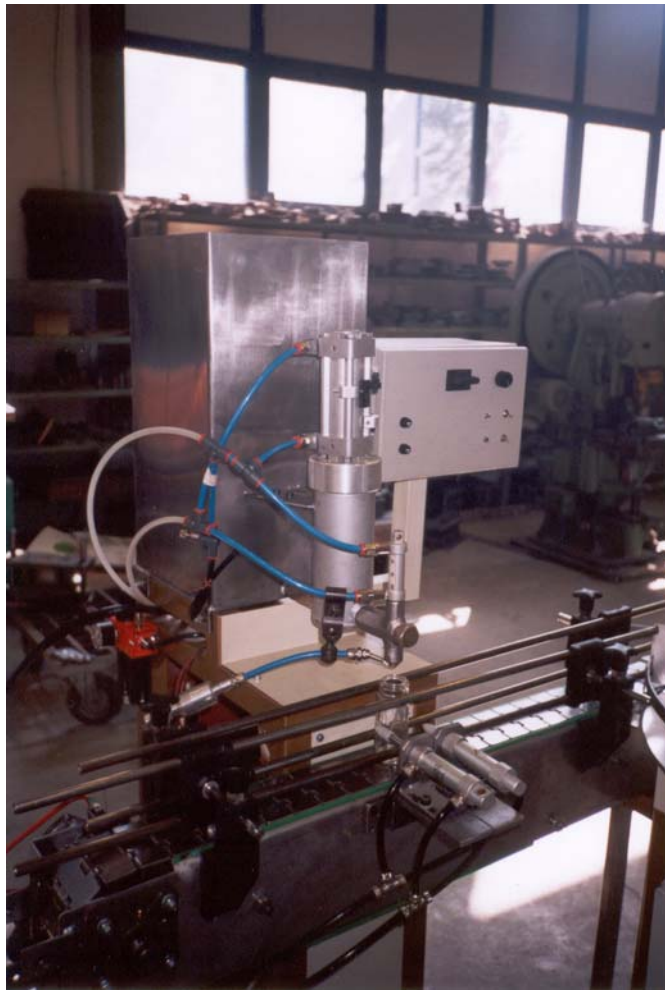
Το έμβολο φτάνει στην τελική θέση του και ενεργοποιεί τον αισθητήρα I1 (I1='1'). Το δοχείο έχει γεμίσει με την επιθυμητή ποσότητα.

Η έξοδος Q1 γίνεται '1'. Τα έμβολα συγκράτησης αλλάζουν θέση και ενεργοποιείται ένας χρονιστής.

Το δοχείο κατευθύνεται προς το τραπέζι συλλογής και μετά από τρία δευτερόλεπτα (ή ότι άλλο χρόνο επιλέξει κανείς στην παράμετρο "Off Time" του Block B05) τα έμβολα συγκράτησης αλλάζουν θέση και επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση.

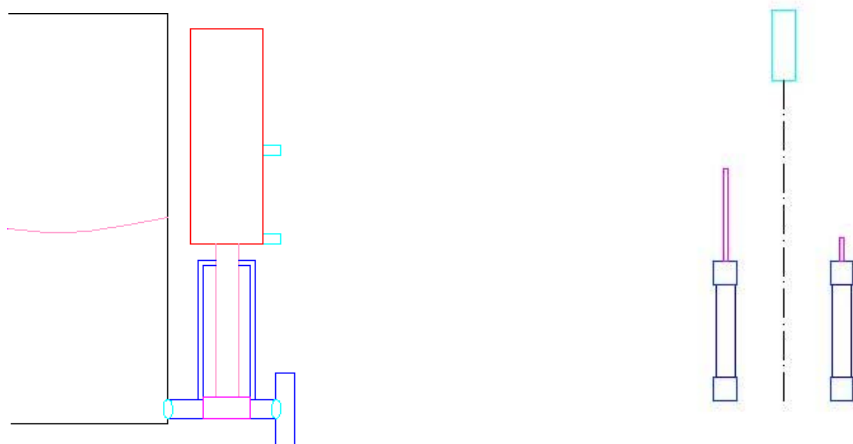
Το επόμενο δοχείο έρχεται στην θέση εμφιάλωσης και ο κύκλος επαναλαμβάνεται...

Επίσης υπάρχει η δυνατότητα να κάνει το έμβολο της σύριγγας περισσότερες από μία διαδρομές, ώστε να είναι δυνατή η εμφιάλωση δοχείων με μεγαλύτερη χωρητικότητα από αυτής της σύριγγας. Απλά αλλάζει η παράμετρος "Counter Limit" του Block B04. Έτσι μπορεί να γίνουν π.χ. τρεις διαδρομές του εμβόλου της σύριγγας πριν αλλάξουν κατάσταση τα έμβολα συγκράτησης.

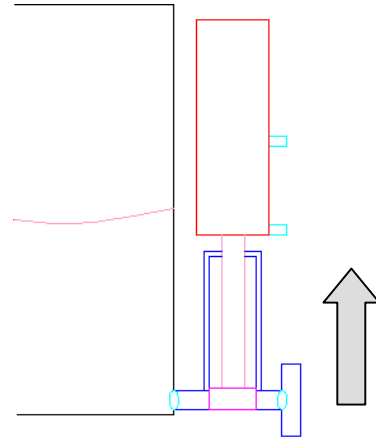
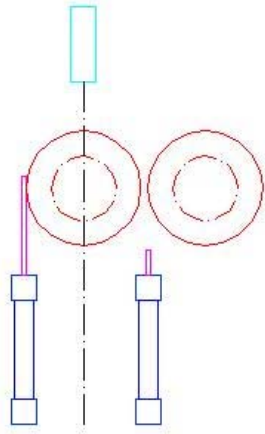


Στάδια λειτουργίας

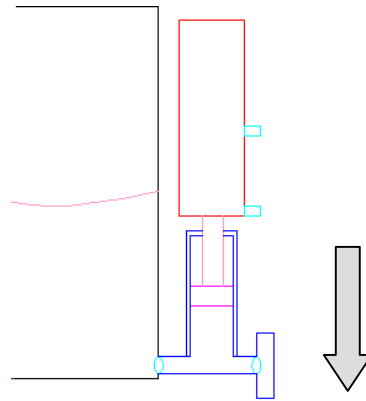
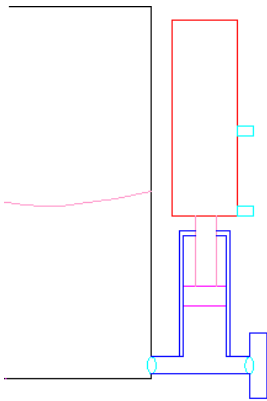
α)



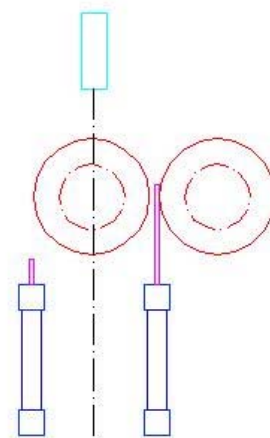
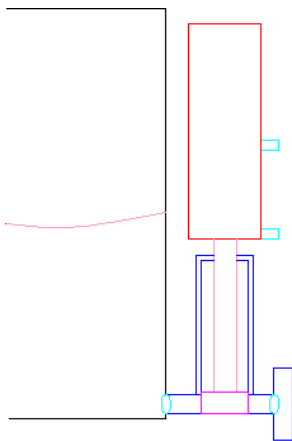
β)



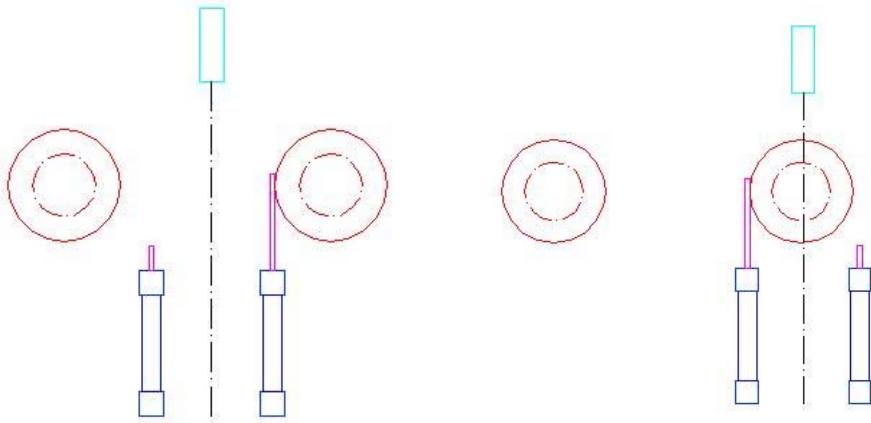
γ)



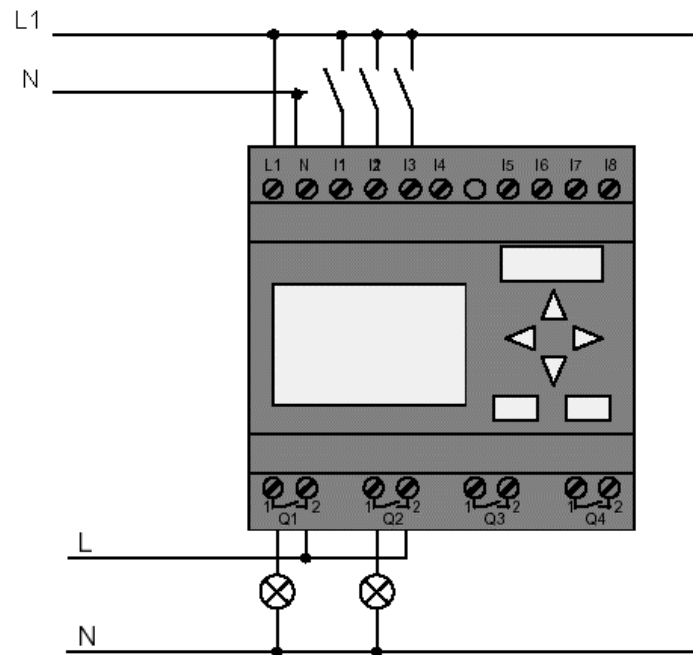
δ)



ε)



Ακολουθεί η καλωδίωση του LOGO!



Όπου

L1=12V DC
L=24V DC

2.5 Προγραμματισμός του LOGO!

Το πρόγραμμα γράφτηκε με τη βοήθεια του λογισμικού προγραμματισμού LOGO!Soft Comfort της εταιρίας SIEMENS. Στην αρχή χρησιμοποιήθηκε η έκδοση V2.0.29 για Microsoft Windows, ενώ στην πορεία έγινε αναβάθμιση στην V3.1.20. Επίσης δοκιμάστηκε η demo έκδοση V3.1 για Linux και συγκεκριμένα πάνω στην έκδοση RedHat 7.3. Όλες οι δοκιμαστικές εκδόσεις υπάρχουν στο CD που συνοδεύει την εργασία.

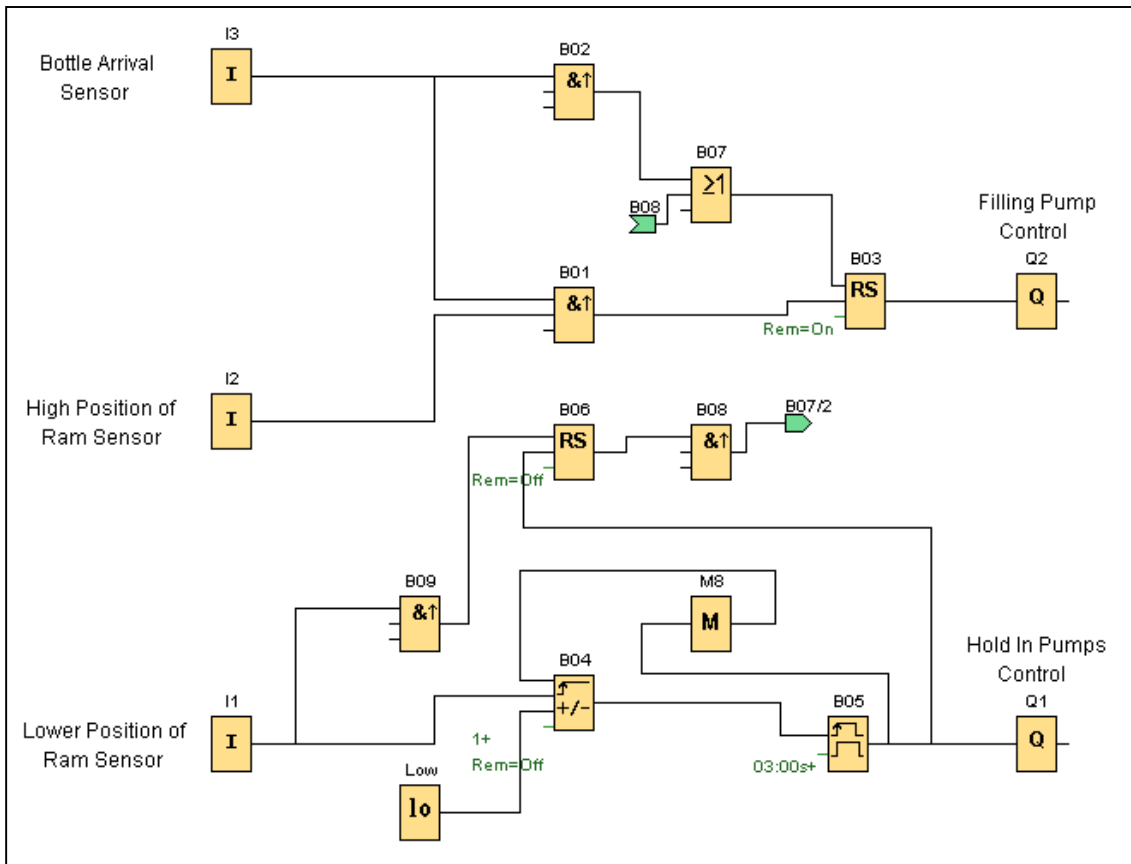
Έγιναν πολλές προσπάθειες και αλλαγές μέχρι να καταλήξουμε στο τελικό πρόγραμμα. Όμως το τελικό αποτέλεσμα αξίζει τον κόπο και τον χρόνο που δαπανήθηκε.

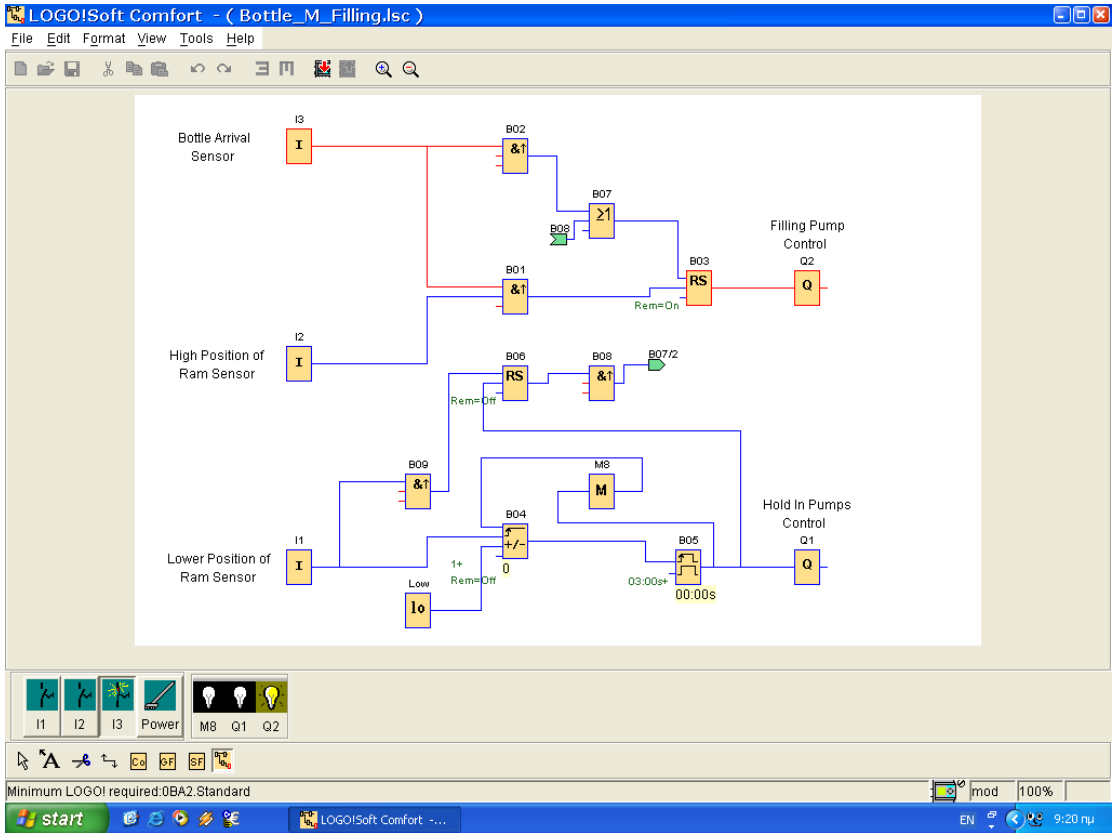
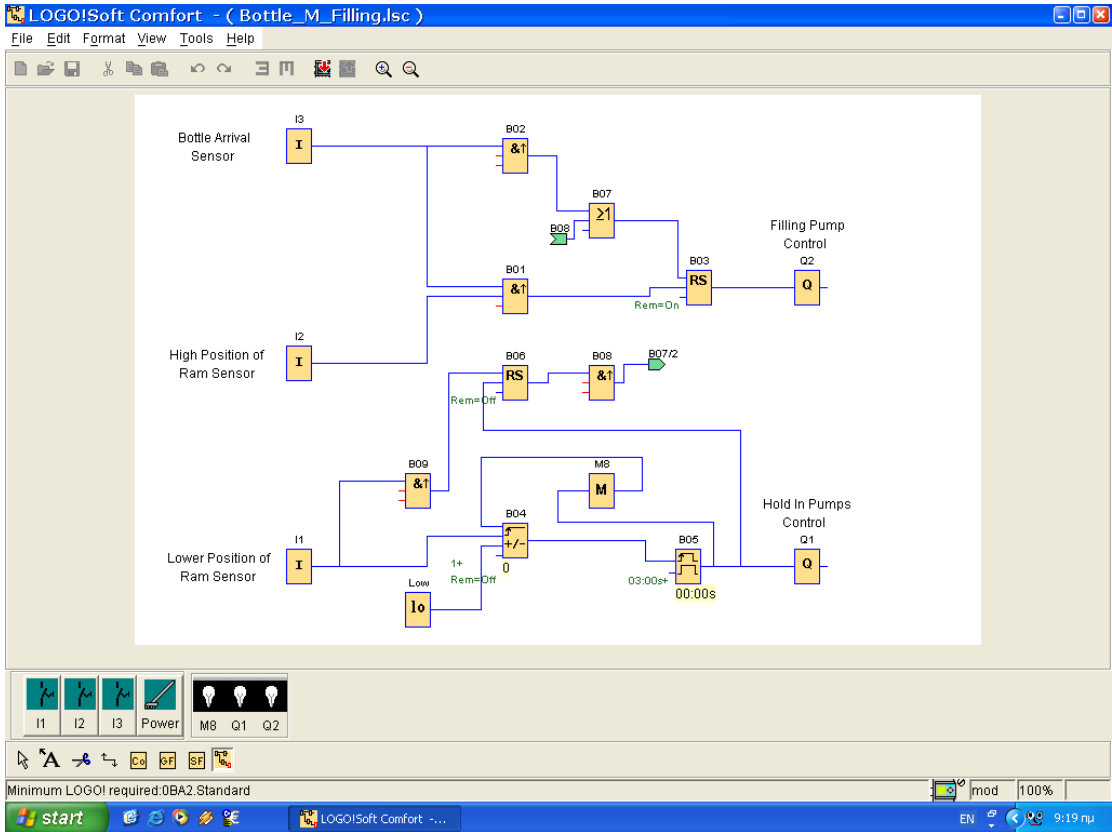
Δουλεύει άψογα και χωρίς να προβληματίζει σε κανένα σημείο, αλλά συνάμα είναι πολύ ευέλικτο και εύχρηστο.

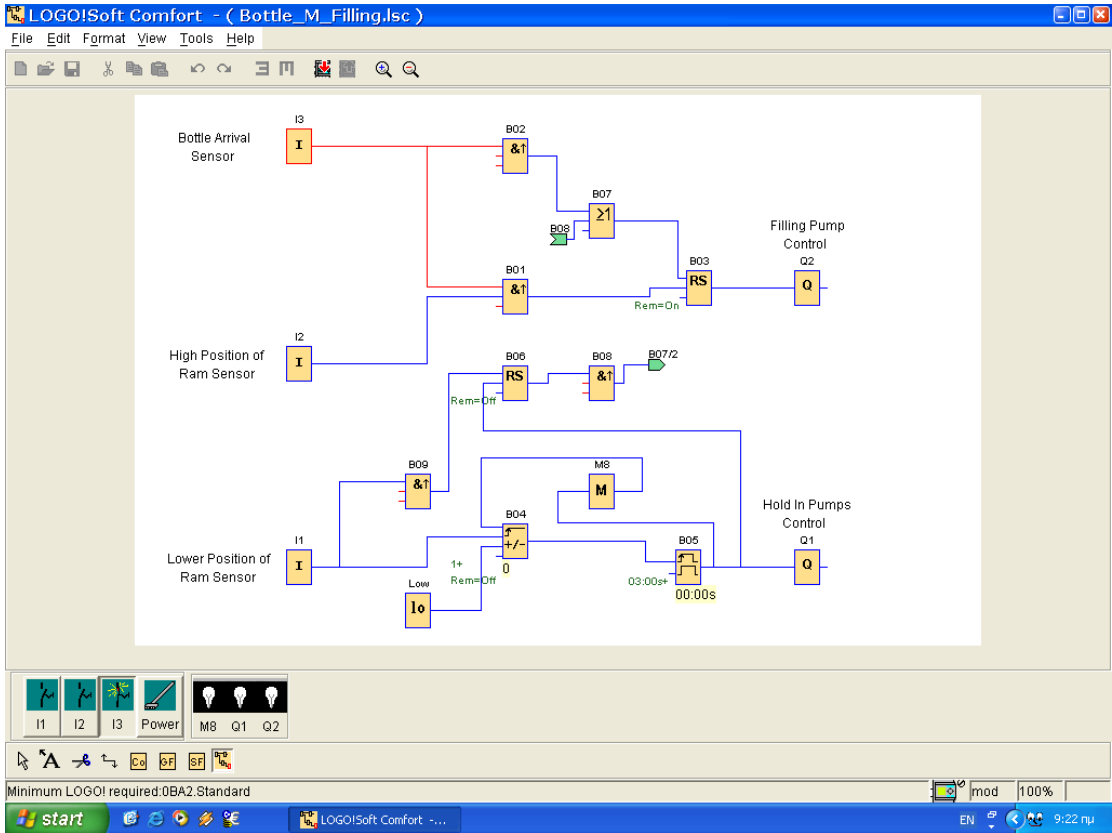
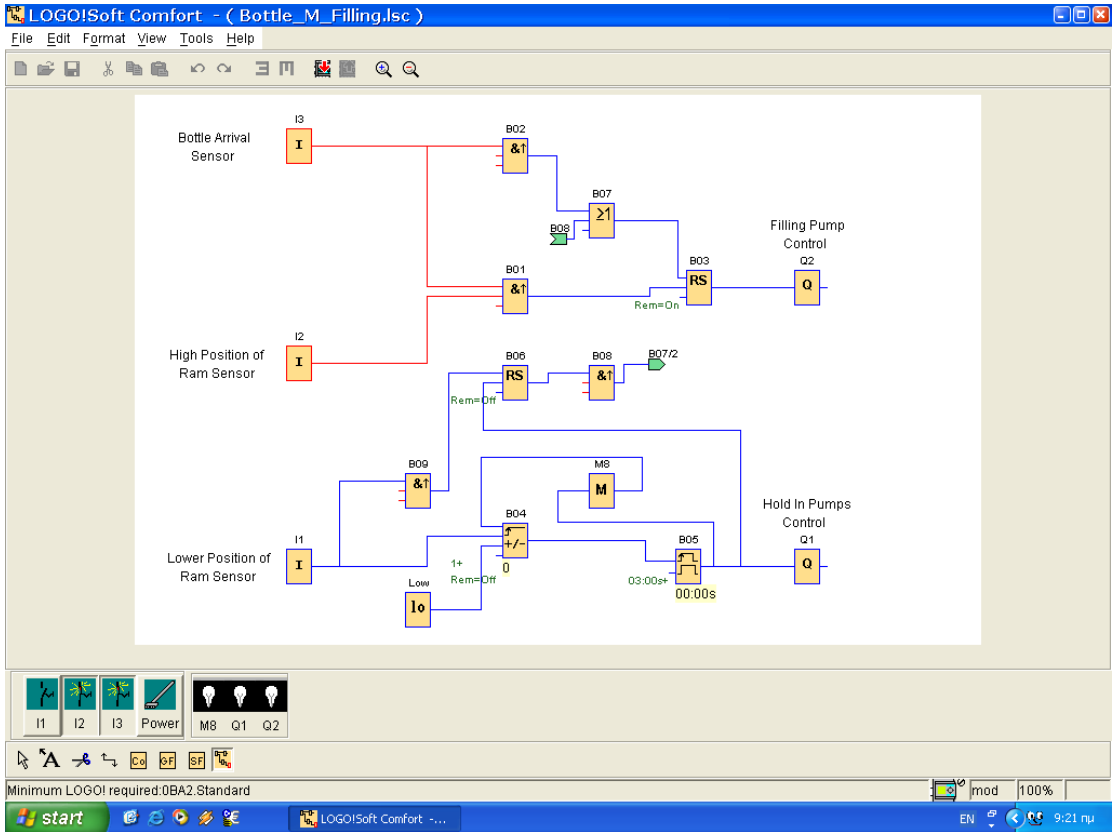
Ξεχωρίζει η δυνατότητα πολλαπλών διαδρομών του εμβόλου σύριγγας που παρέχει, η οποία επιτρέπει την εμφιάλωση δοχείων μεγαλύτερου όγκου από την ίδια του ίδιου του εμβόλου.

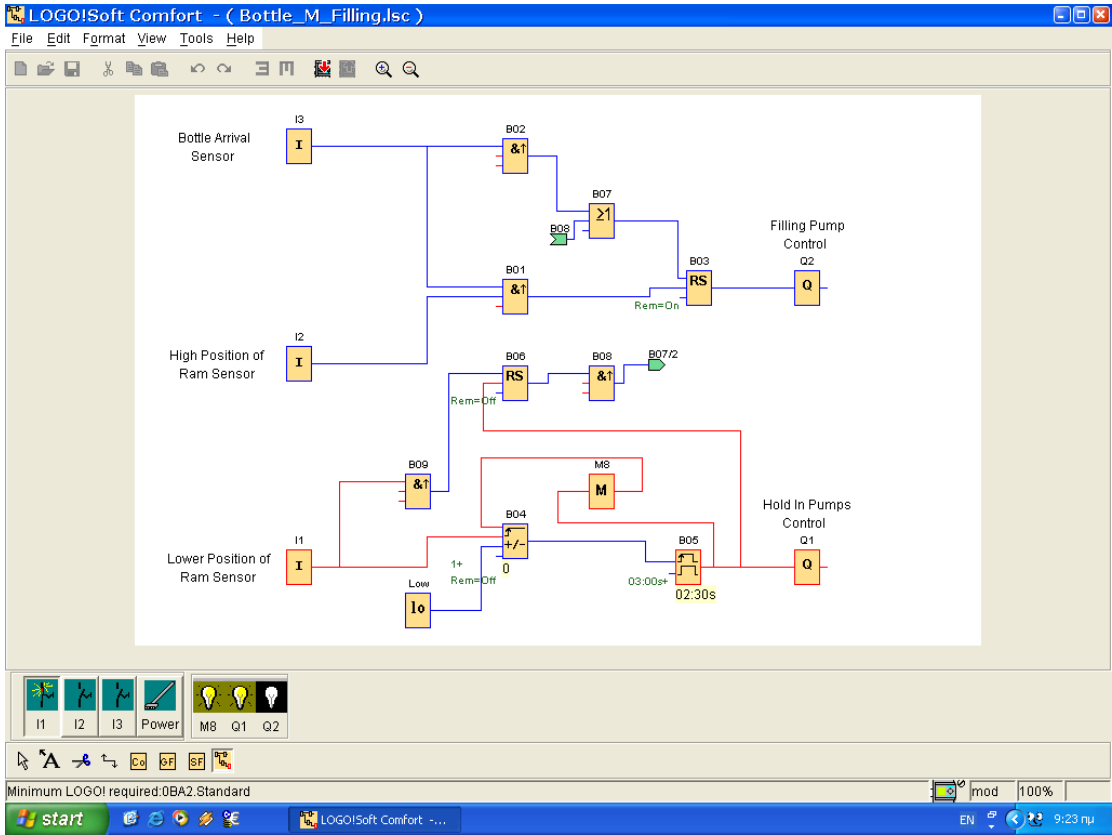
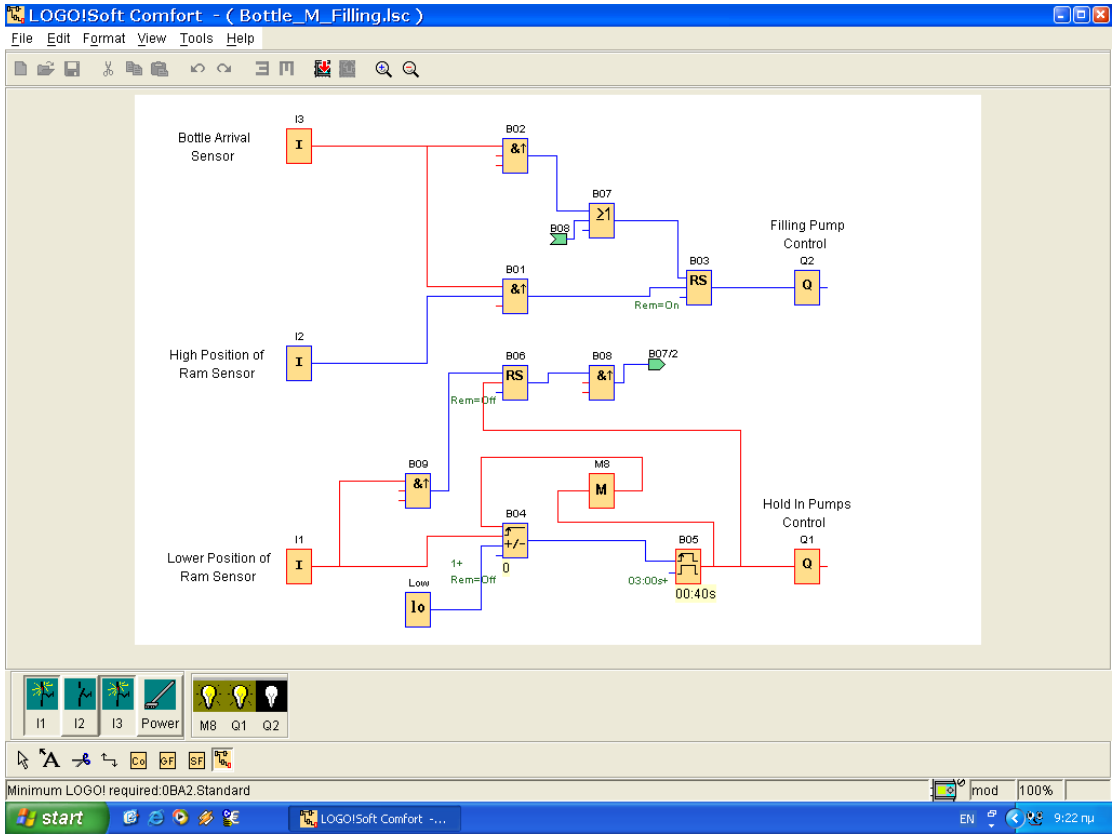
Στις επόμενες σελίδες παρουσιάζεται το πρόγραμμα και η εξομοίωση που έγινε μέσα από το LOGO!Soft Comfort.

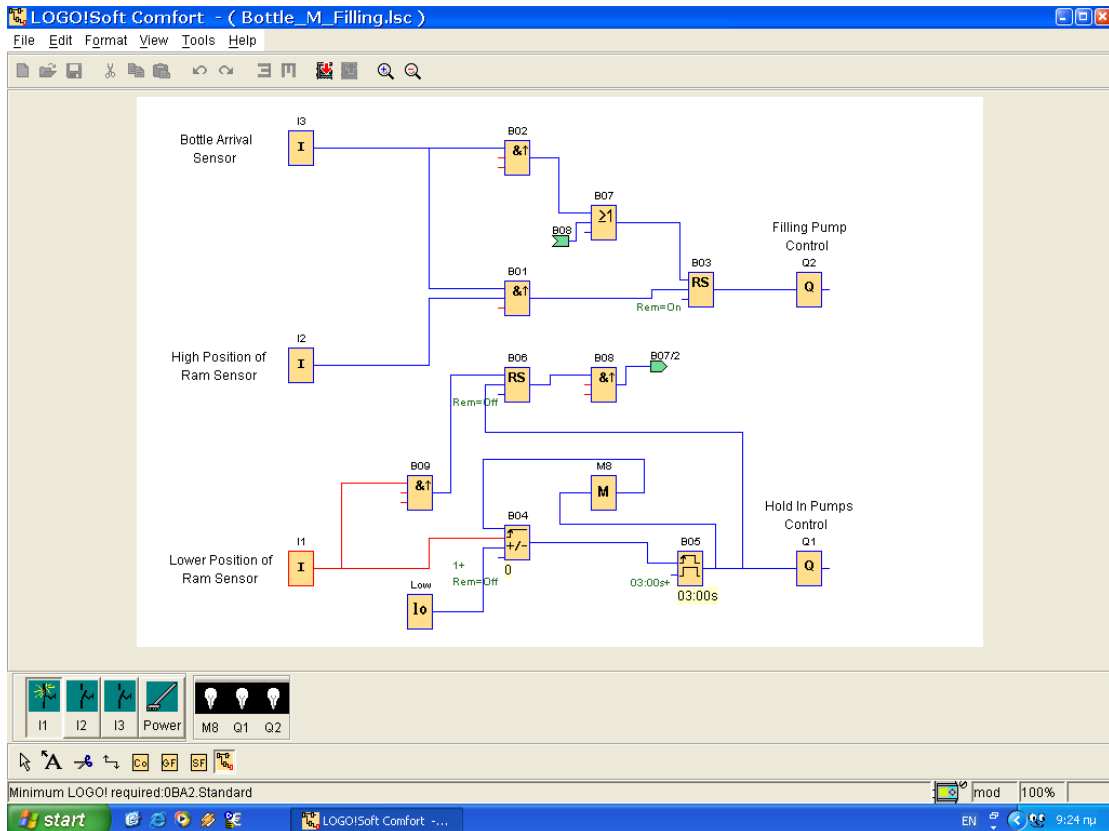
Τα στάδια περιγράφονται στην παράγραφο 2.4. Στην εξομοίωση η γραμμή χρώματος μπλε υποδηλώνει '0' και η κόκκινη '1'.







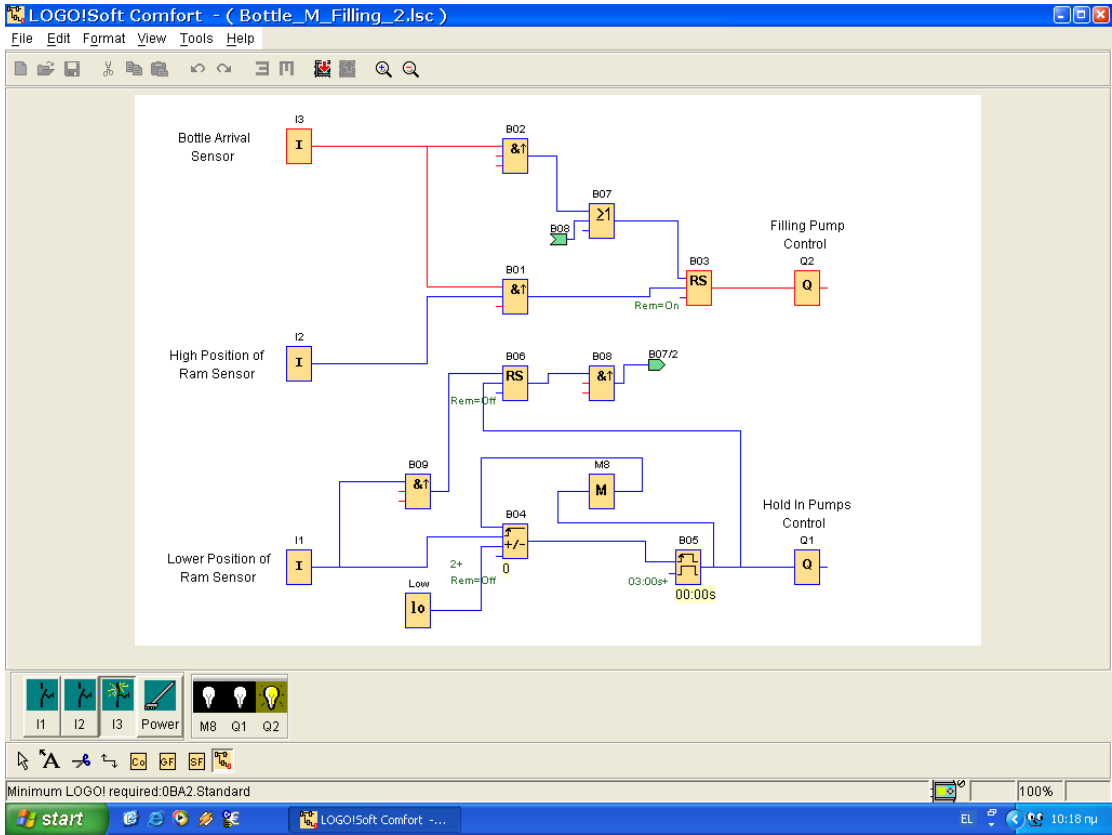
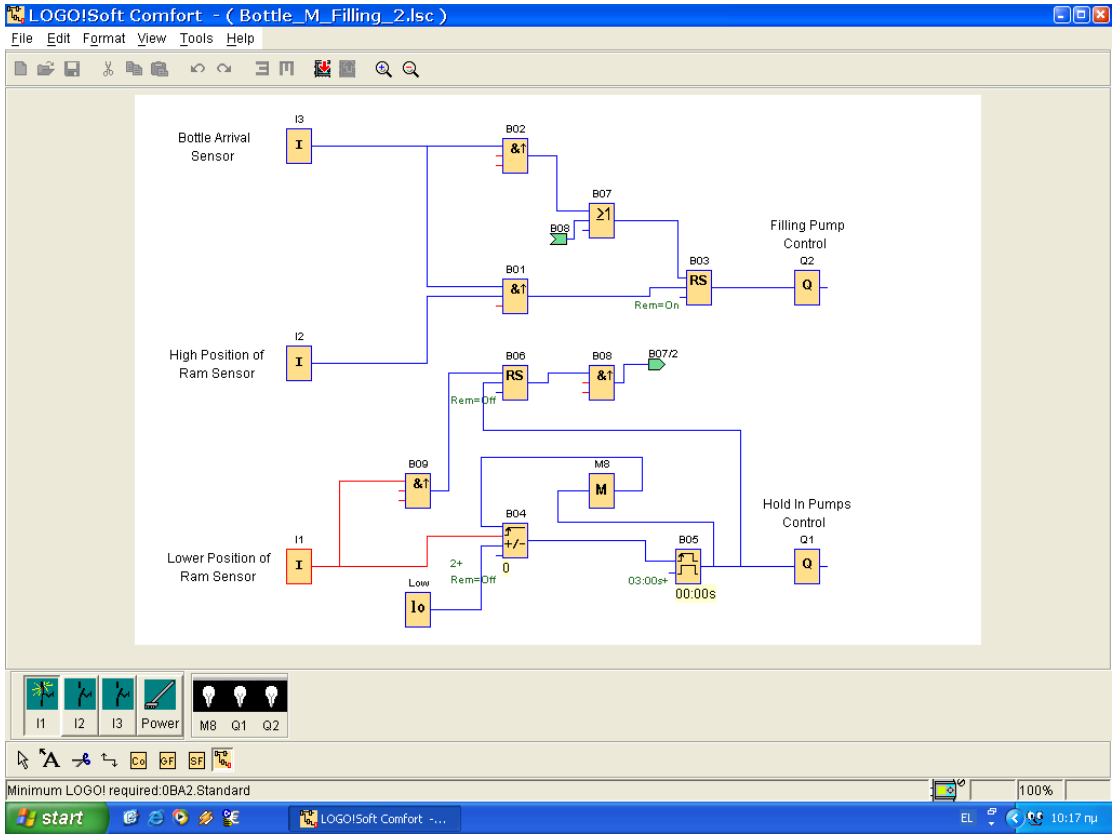


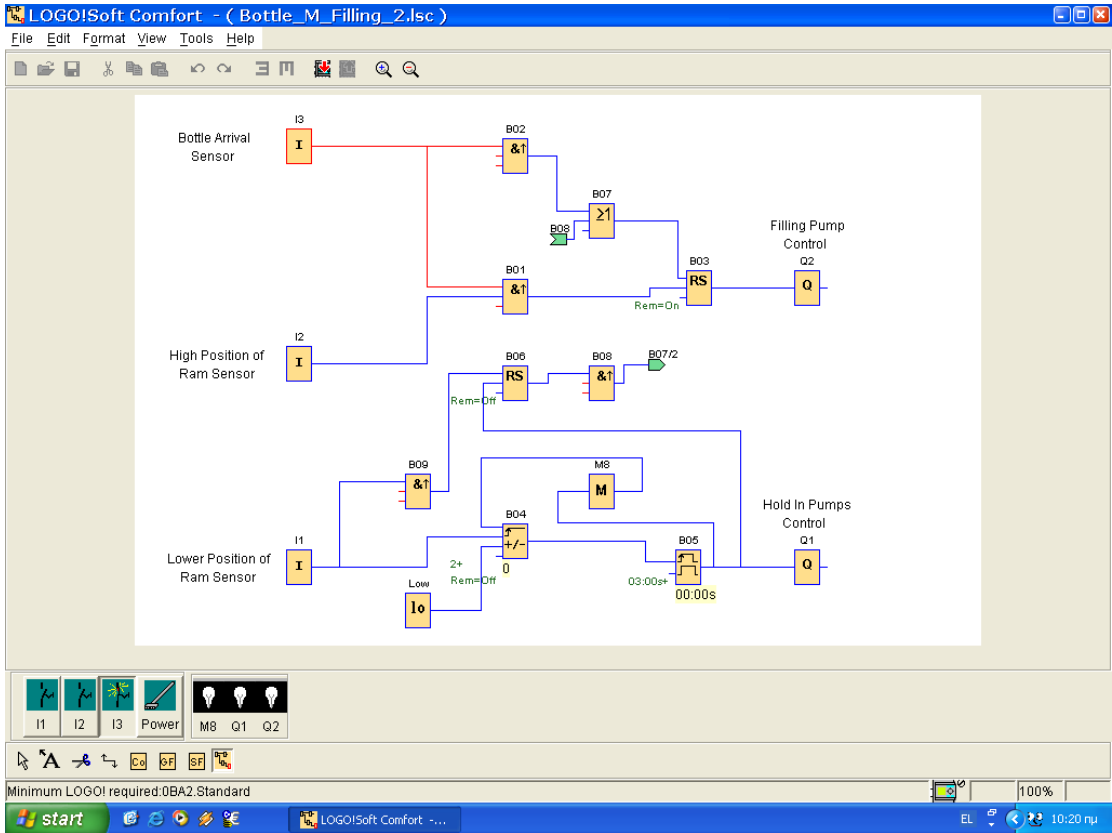
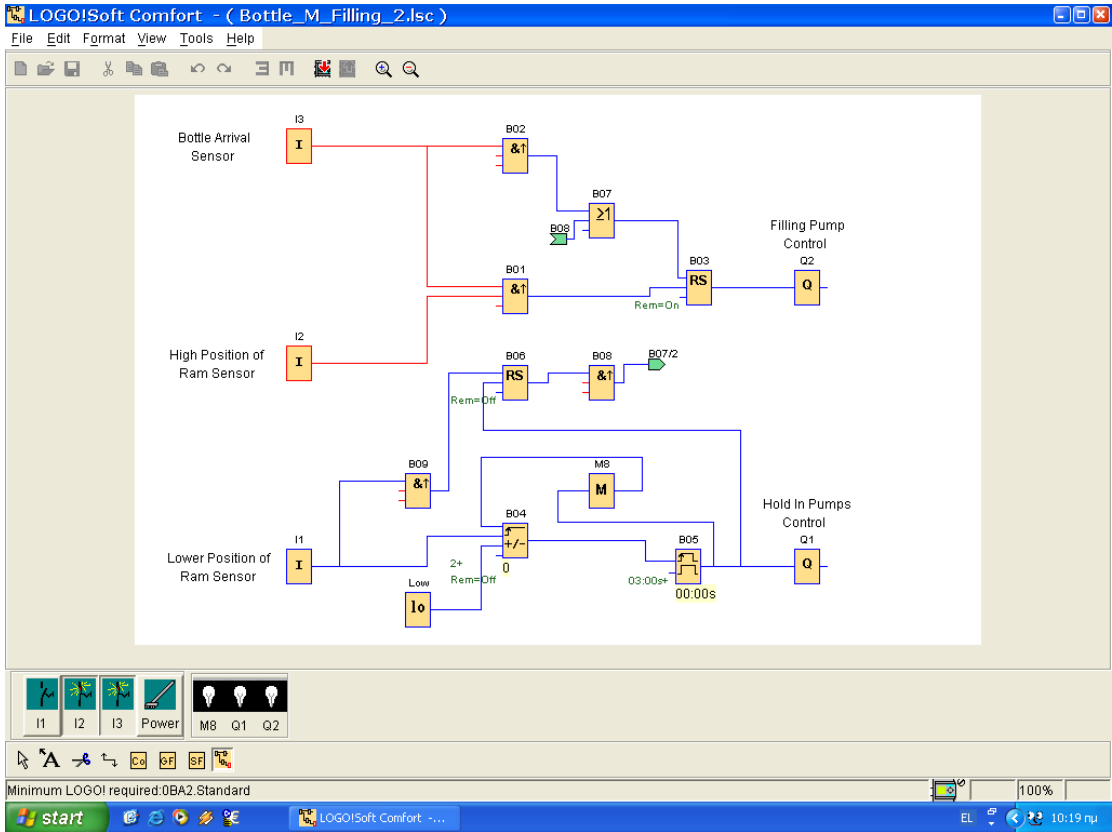


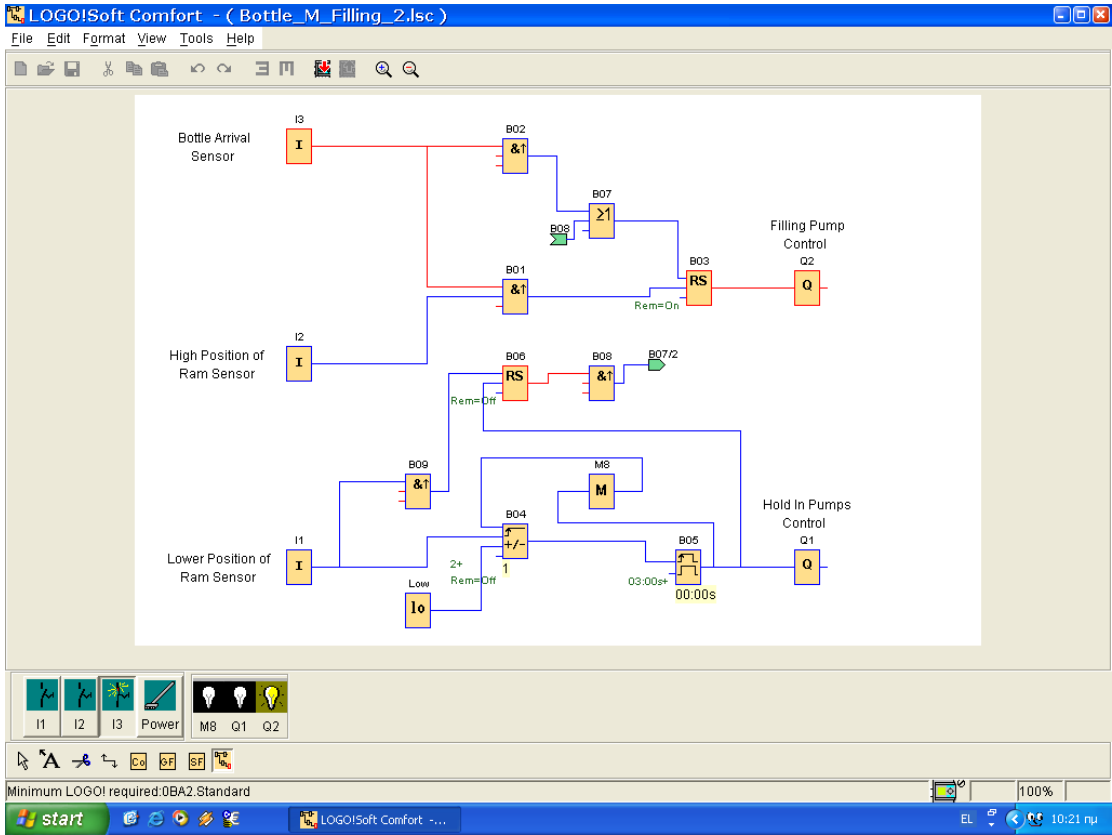
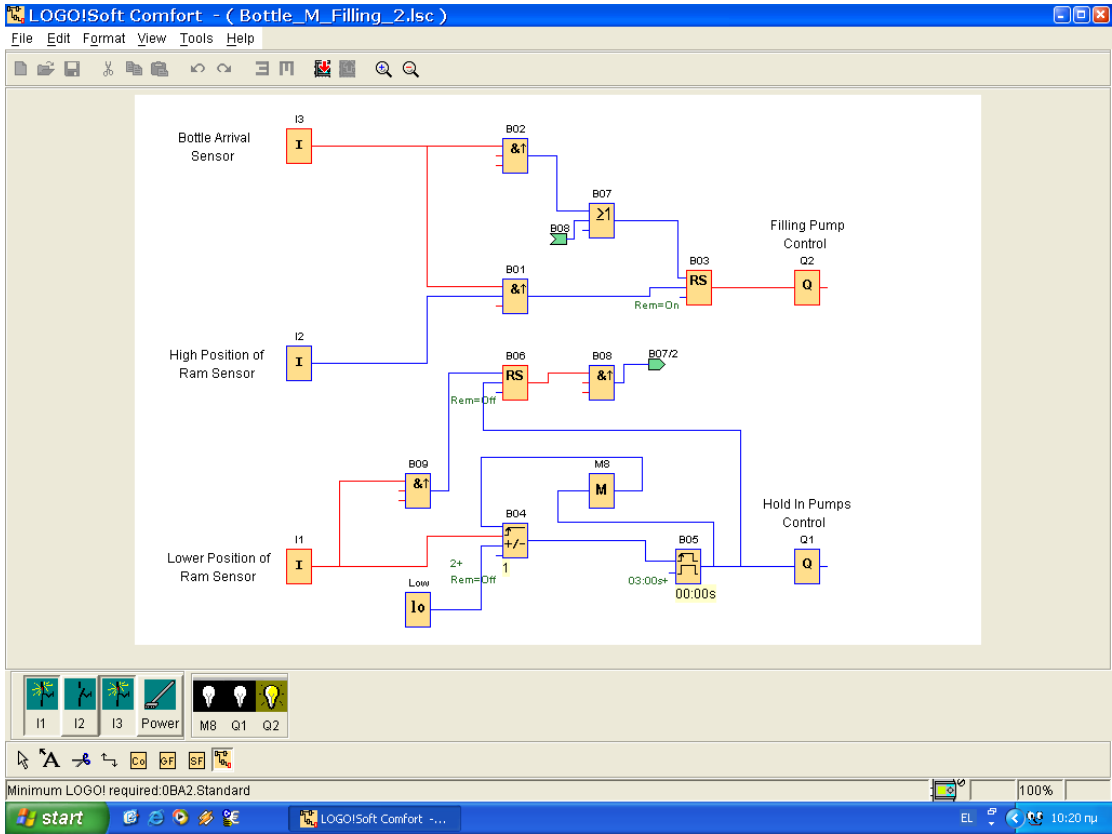
... και αναμένεται το επόμενο δοχείο.

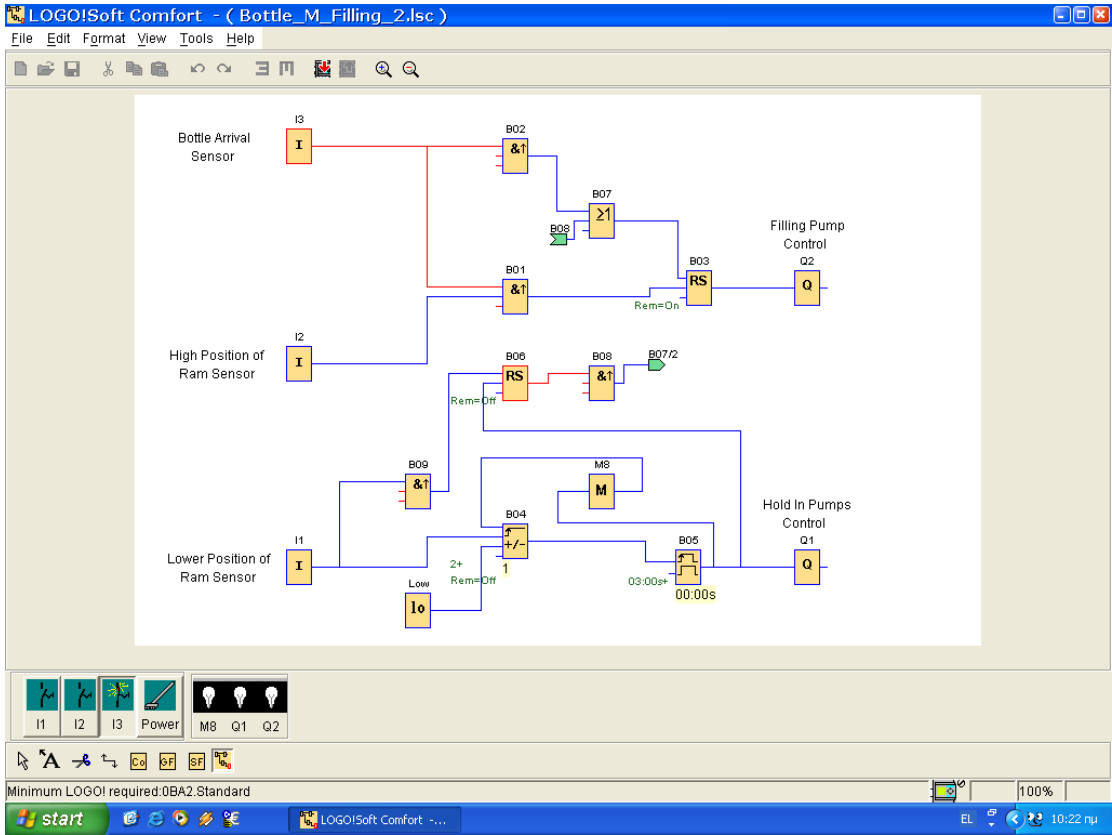
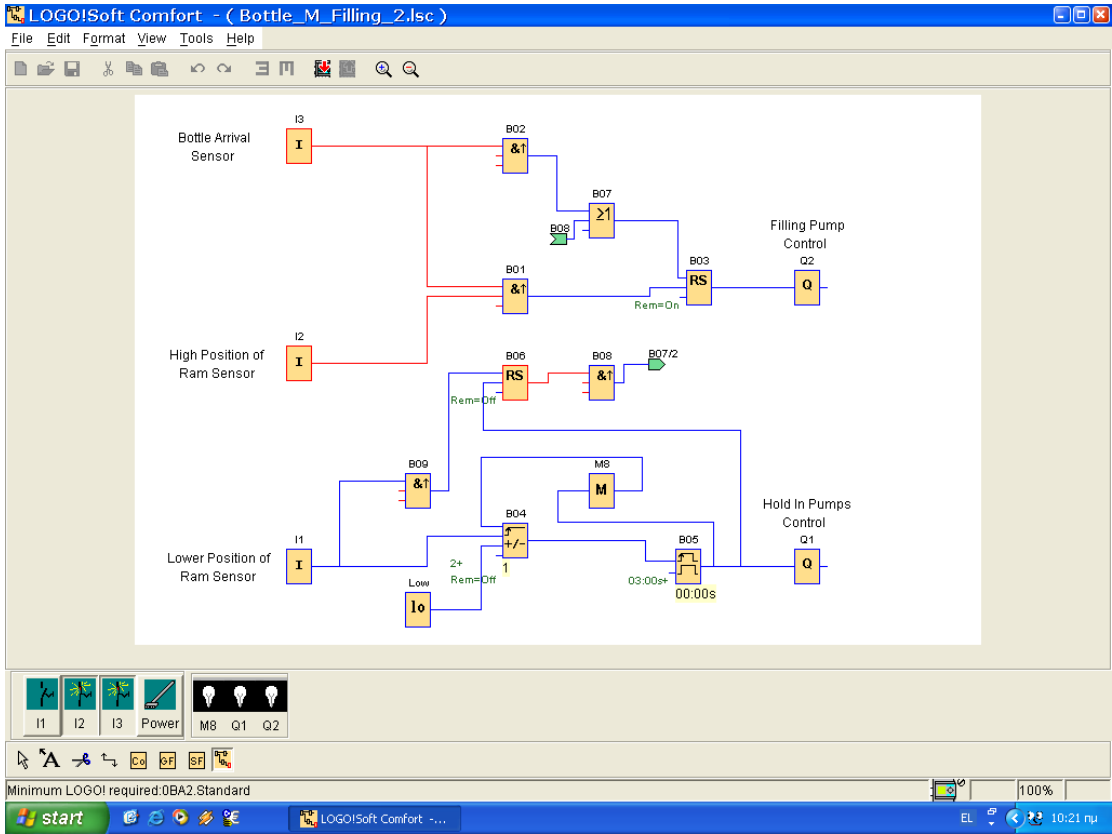
Αν επιθυμεί ο χρήστης της κατασκευής να κάνει το έμβολο πολλές διαδρομές (έστω δύο) θα πρέπει να αλλαχθεί η παράμετρος 'Counter Limit' του Block B04 σε '2'

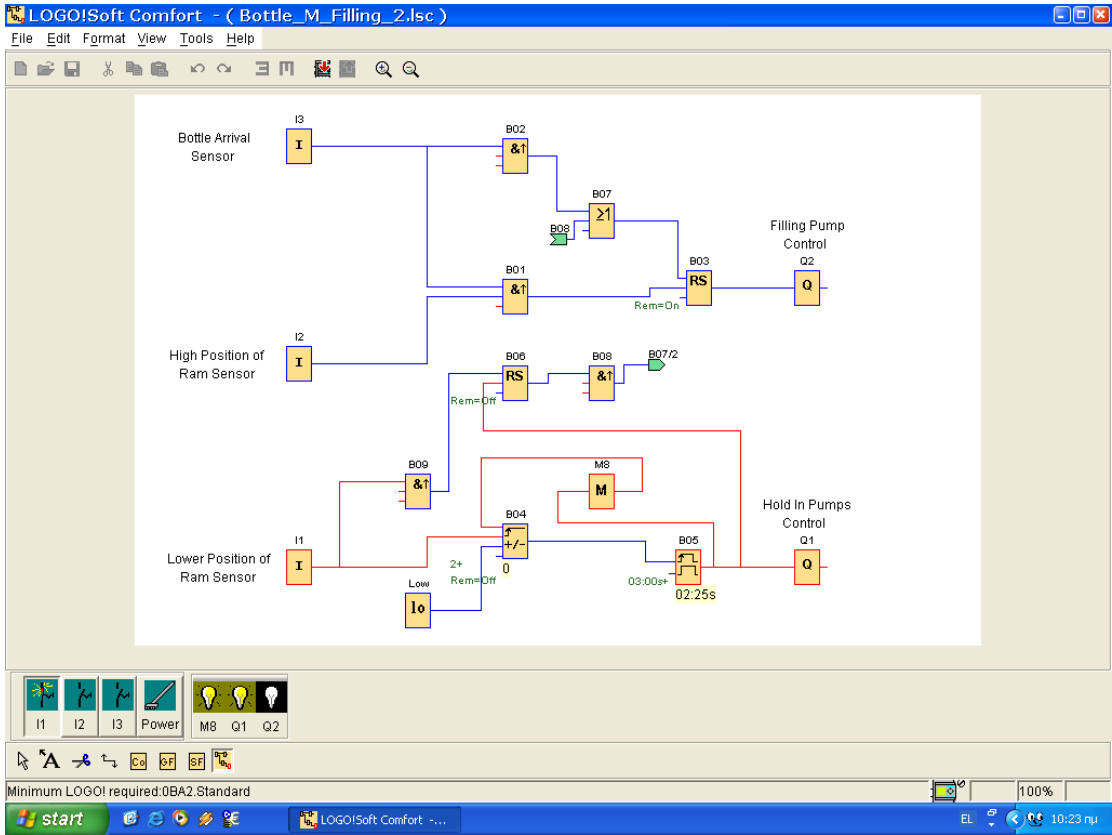
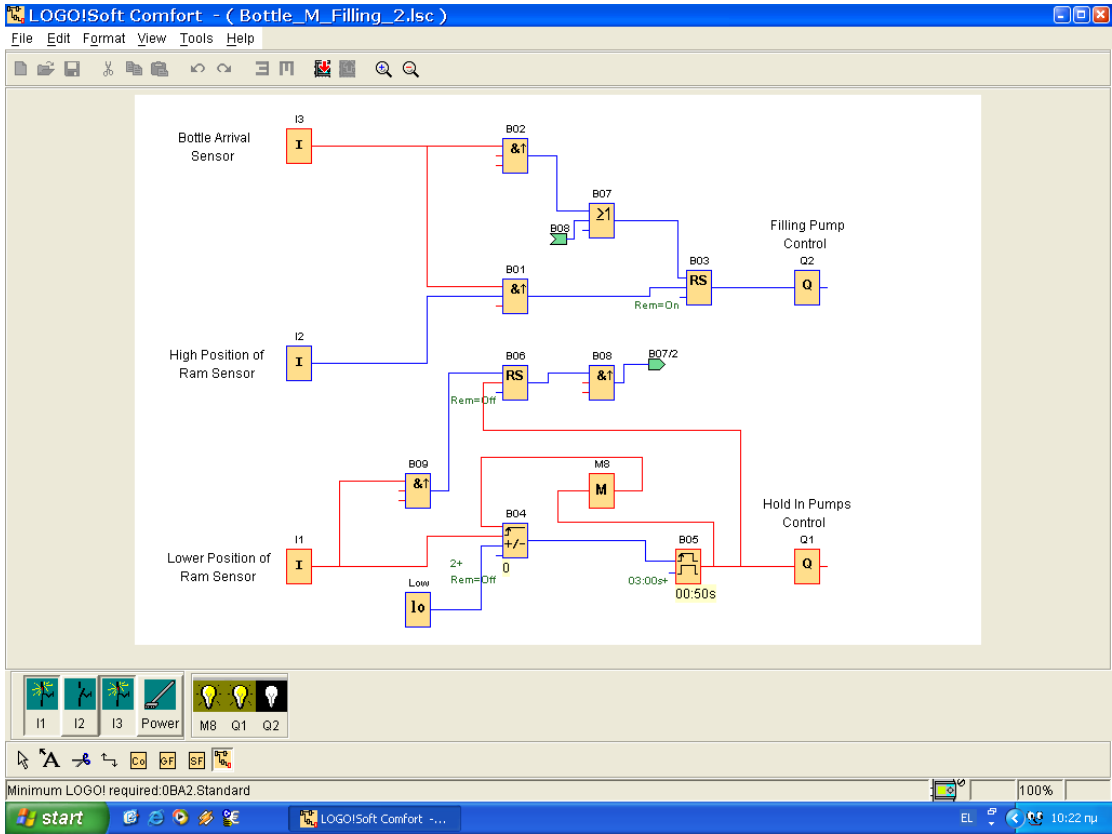
Η εξομοίωση για μια τέτοια περίπτωση είναι η εξής:

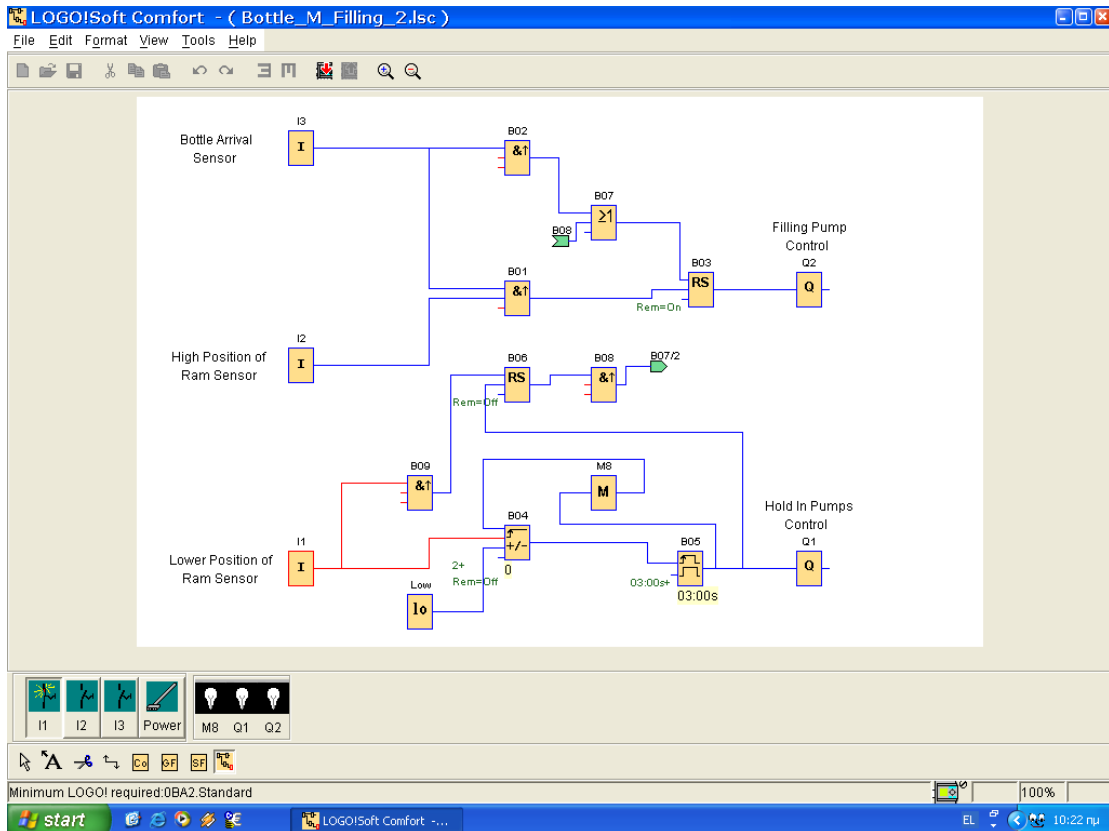










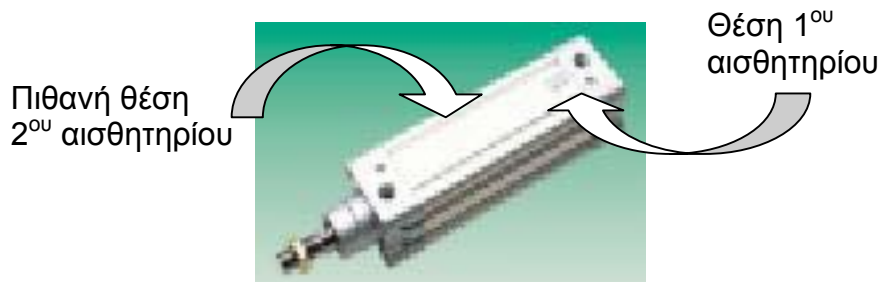


... και αναμένεται το επόμενο δοχείο.

Να υπενθυμιστεί ότι οι αλλαγές των παραμέτρων γίνονται και κατά την λειτουργία της συσκευής με την βοήθεια της οθόνης και των πλήκτρων του LOGO!.

Μία εναλλακτική λύση είναι η εξής:

Ορίζεται ως σταθερή θέση η άλλη άκρη του κυλίνδρου και η έξοδος Q_2 δίνει κίνηση προς τα κάτω σε λογικά υψηλή κατάσταση.



Σχήμα 2.3.3

Ο αυτοματισμός τότε λειτουργεί με τον παρακάτω τρόπο:

Οι δύο έξοδοι του LOGO! βρίσκονται σε λογικά χαμηλή στάθμη ($Q1=Q2='0'$), το αισθητήριο $I1$ είναι πιθανότατα ενεργοποιημένο ($I1='1'$) και τα $I2, I3$ είναι απενεργοποιημένα ($I2=I3='0'$). Η σύριγγα είναι γεμάτη με το υγρό.

Τα άδεια δοχεία κάνουν μια περιστροφική κίνηση πάνω στον δίσκο και προωθούνται στον ιμάντα μεταφοράς.

Το πρώτο δοχείο σταματά λόγω του εμβόλου συγκράτησης και ενεργοποιεί το $I3$ ($I3='1'$).

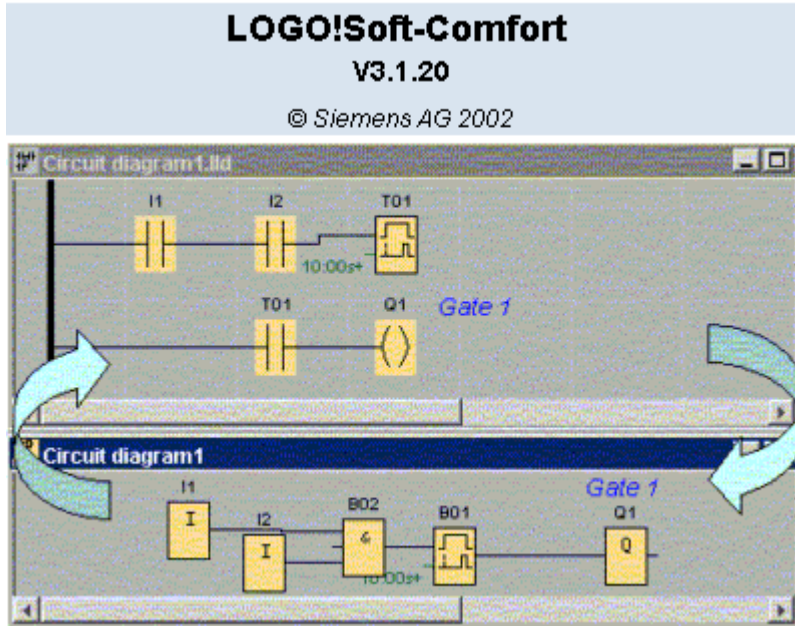
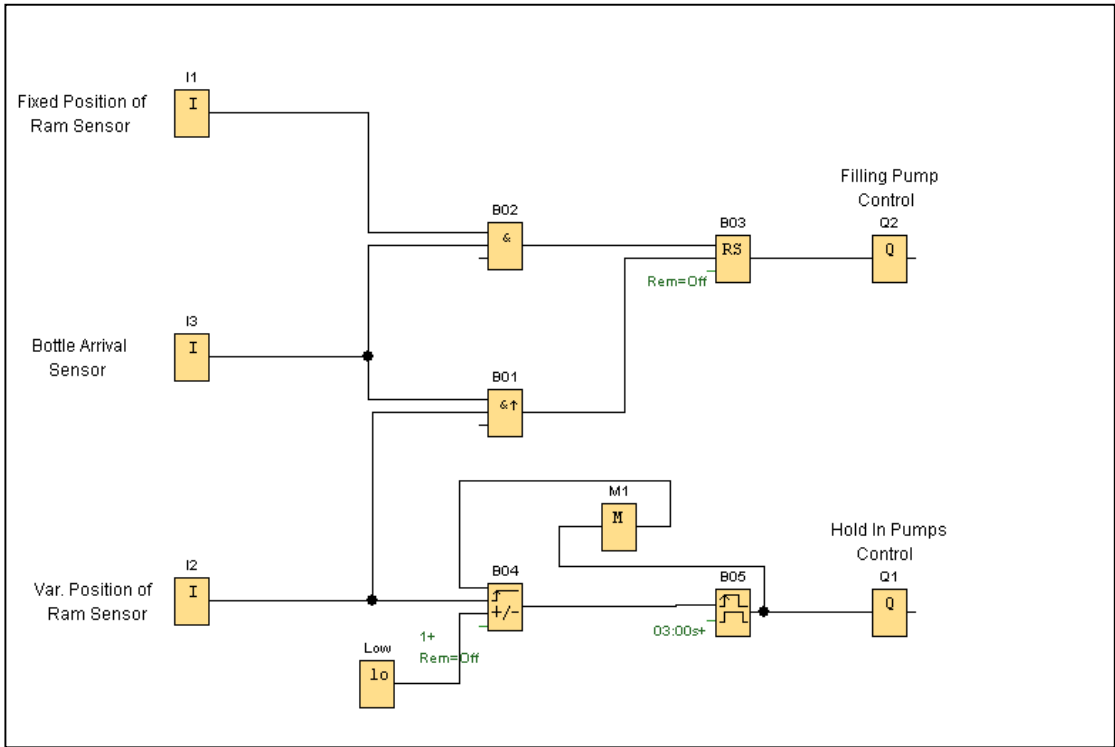
Η έξοδος $Q2$ γίνεται '1' και το έμβολο της σύριγγας αρχίζει να κατεβαίνει, γεμίζοντας το δοχείο με την επιθυμητή ποσότητα υγρού.

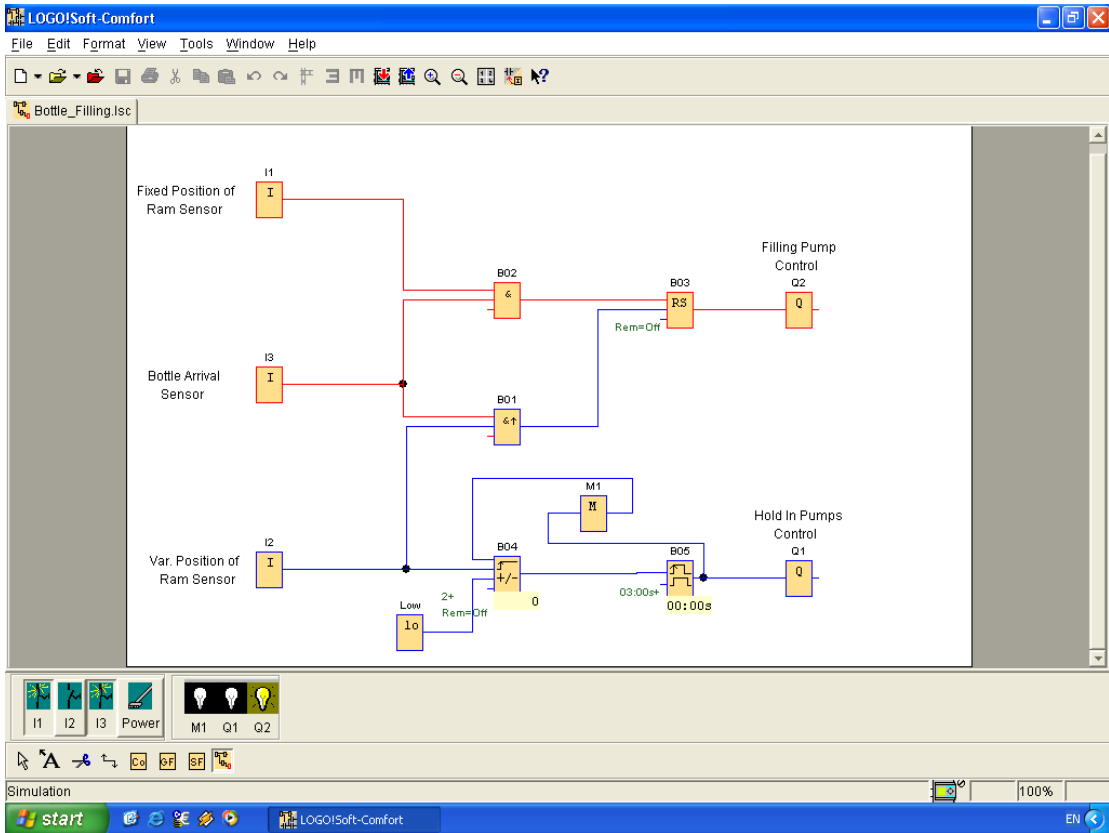
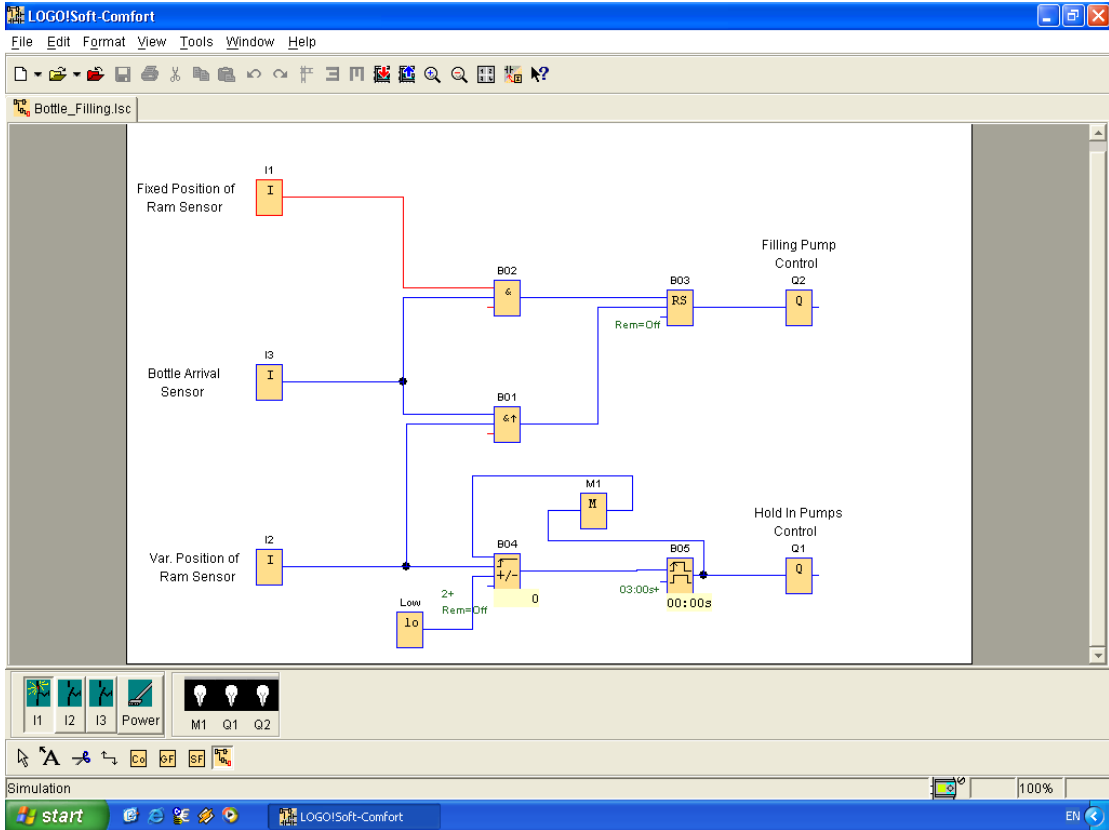
Όταν το έμβολο φτάσει στο ύψος του αισθητήρα $I2$ τότε αυτός δίνει λογικό άσο ($I2=1$) και η έξοδος $Q2$ γίνεται '0'.

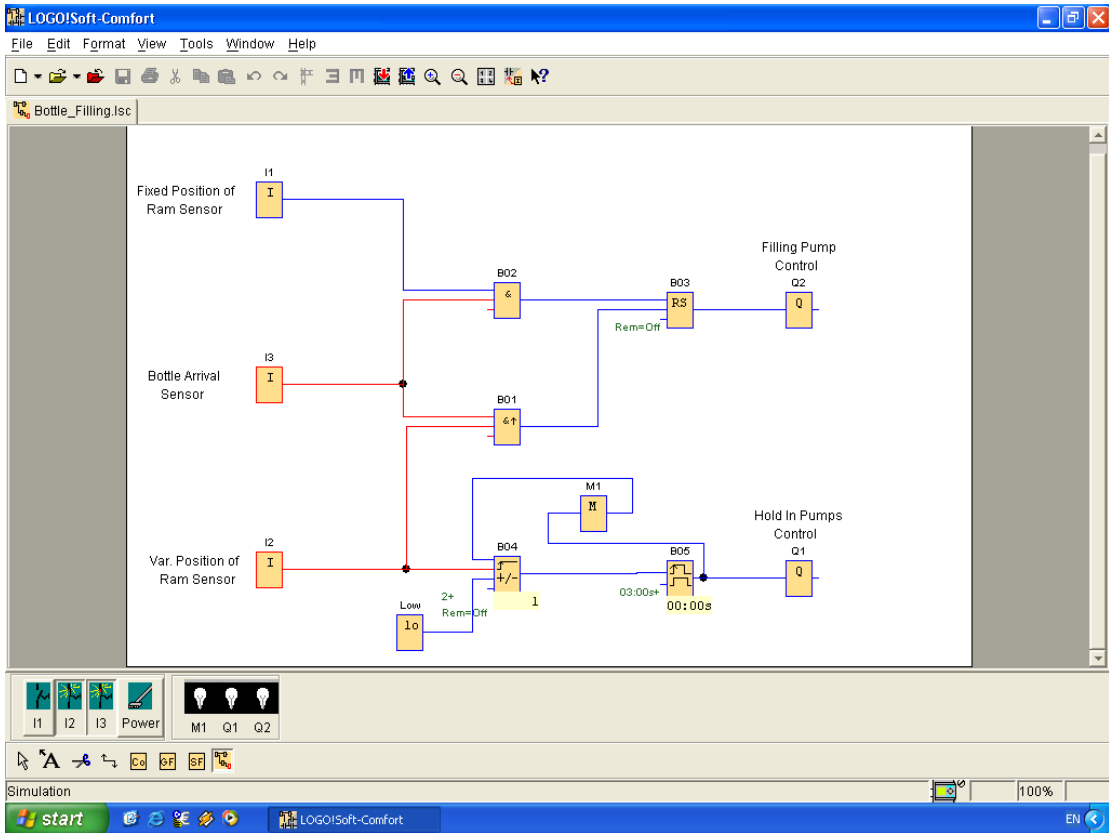
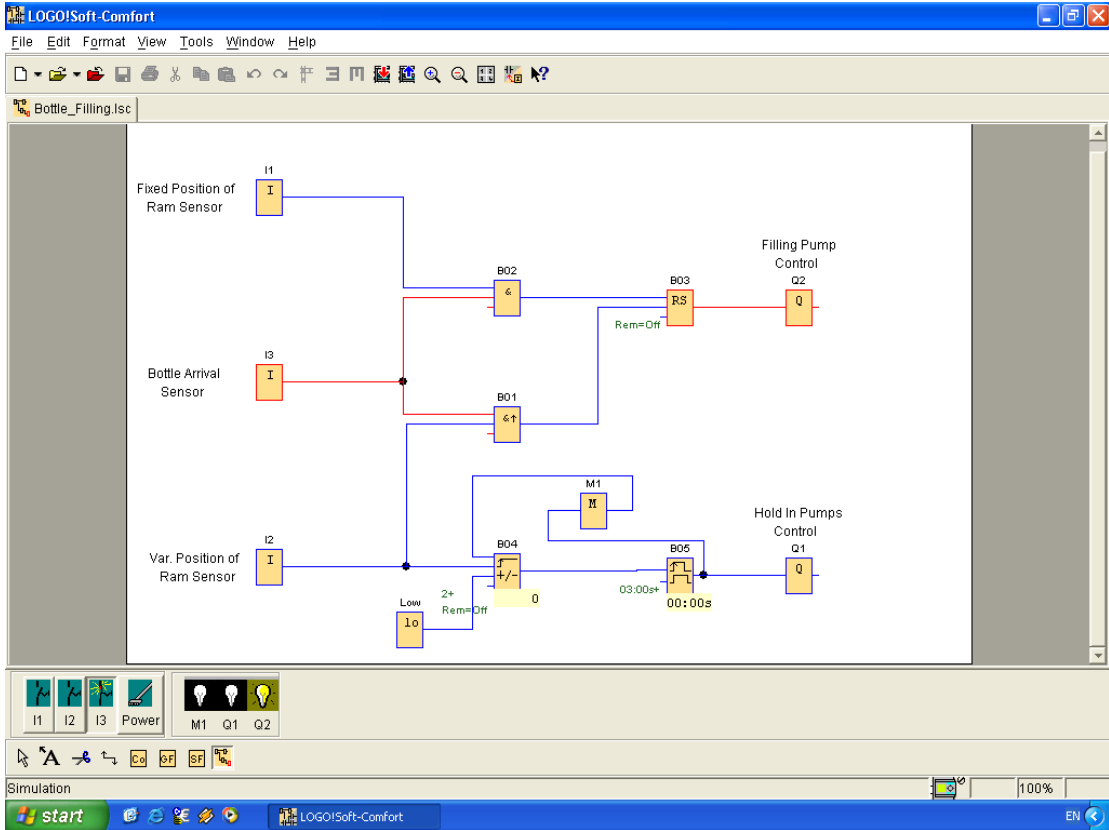
Το έμβολο αρχίζει να ανεβαίνει και όταν φτάσει στην αρχική του θέση ενεργοποιεί τον αισθητήρα $I1$ ($I1='1'$).

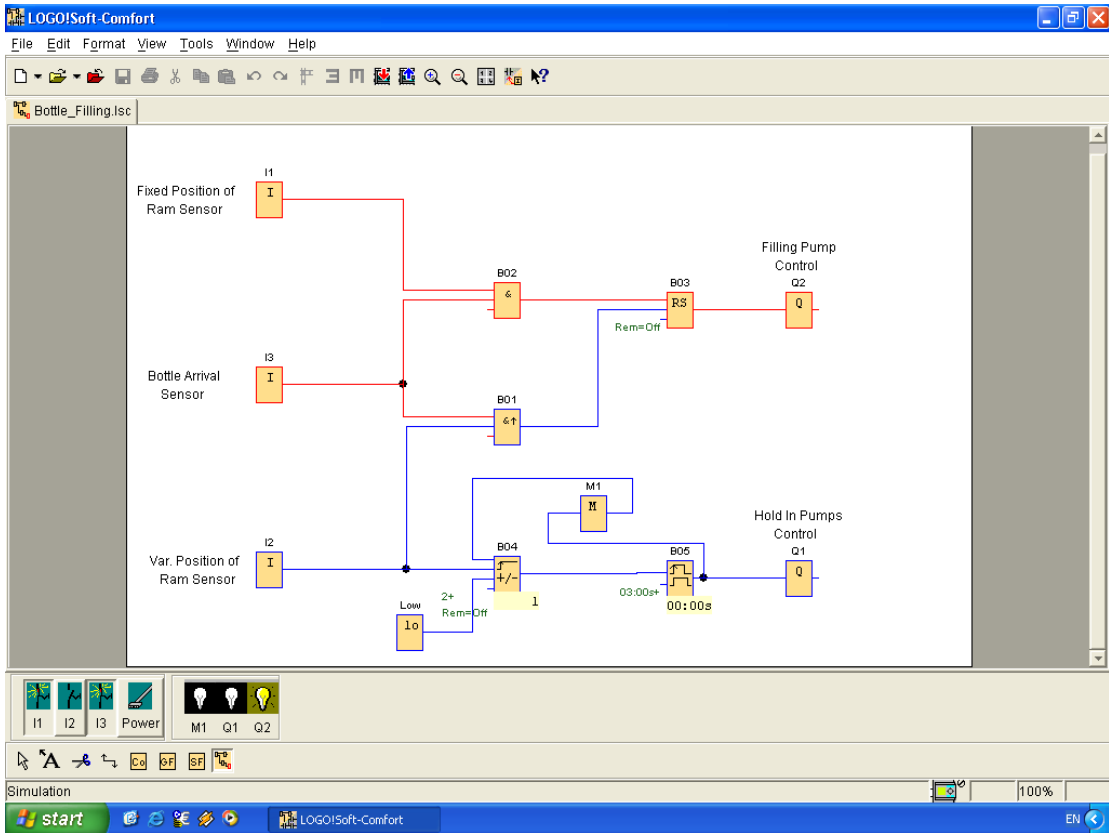
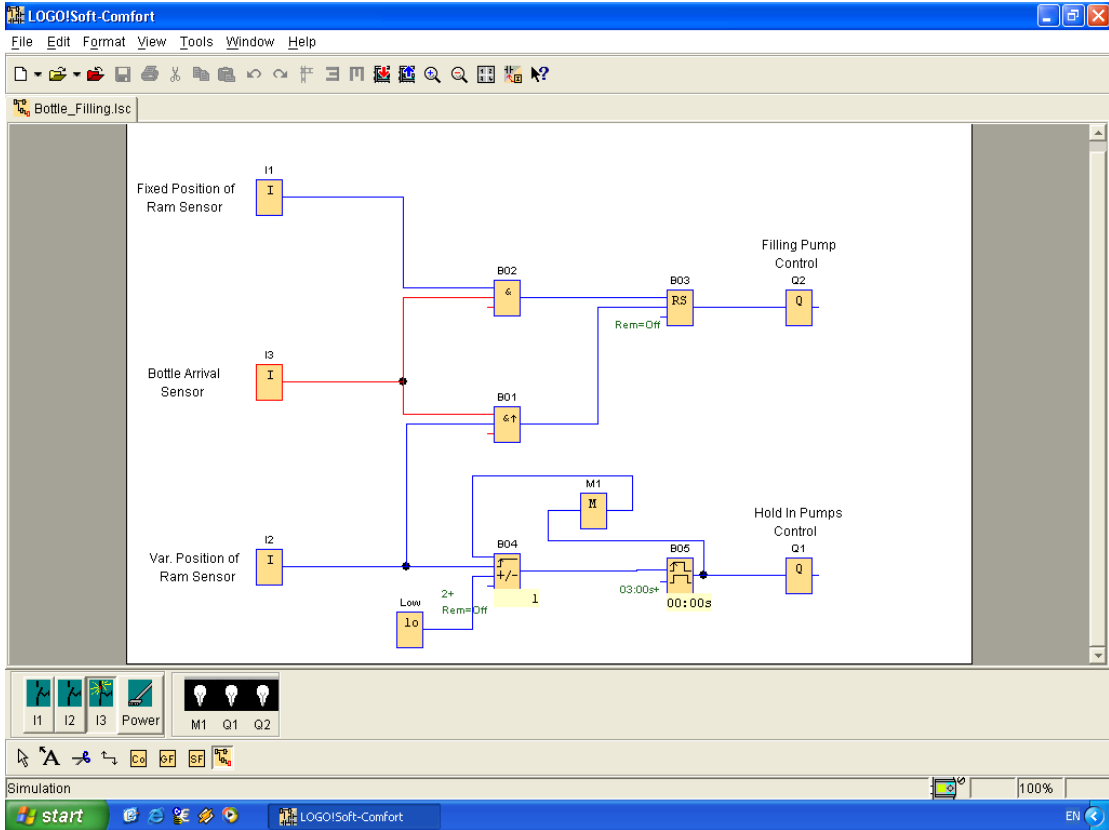
Αναμένεται το επόμενο δοχείο προς εμφιάλωση.

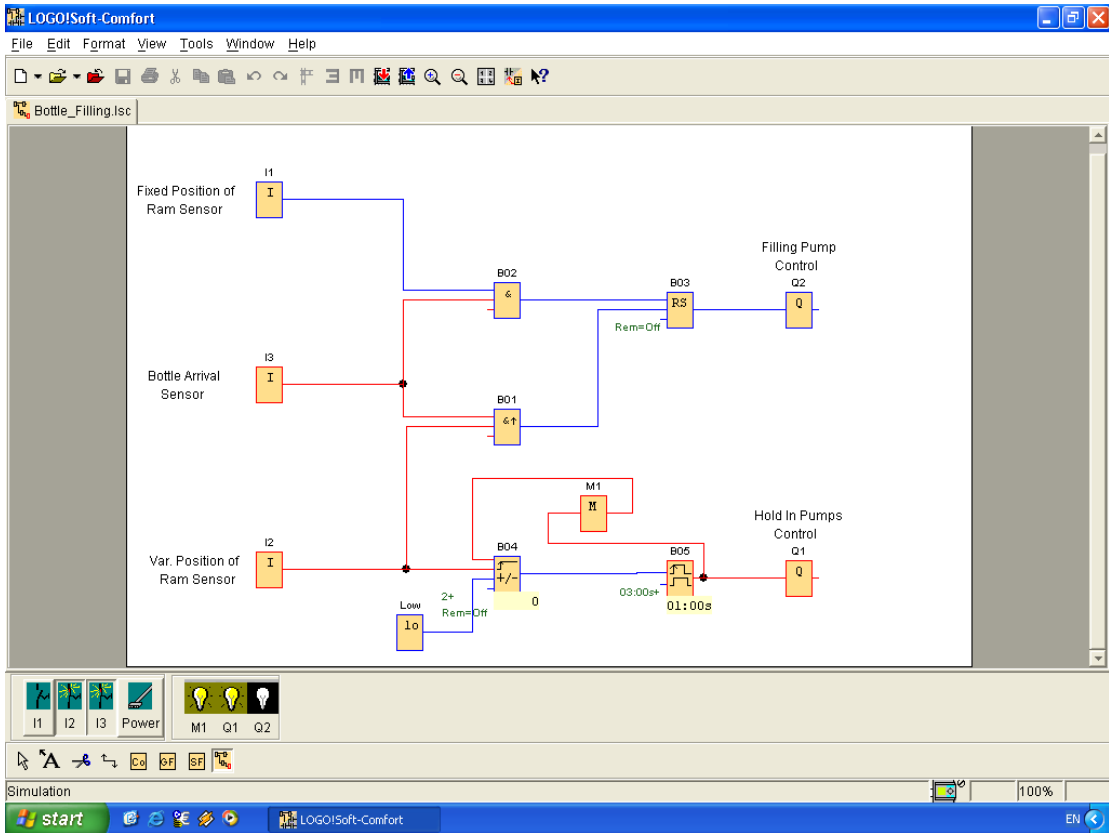
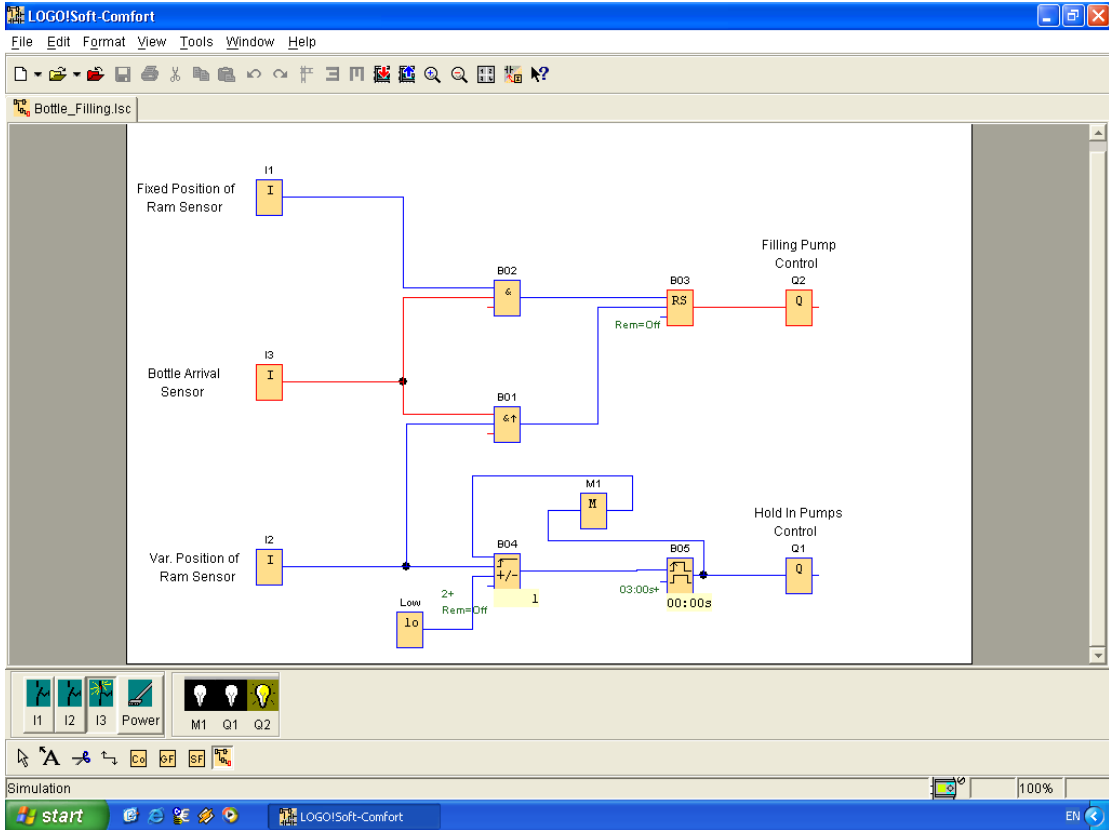
Ακολουθεί το πρόγραμμα και η εξομοίωση για 'Counter Limit' του Block B04 ίση με '2'.

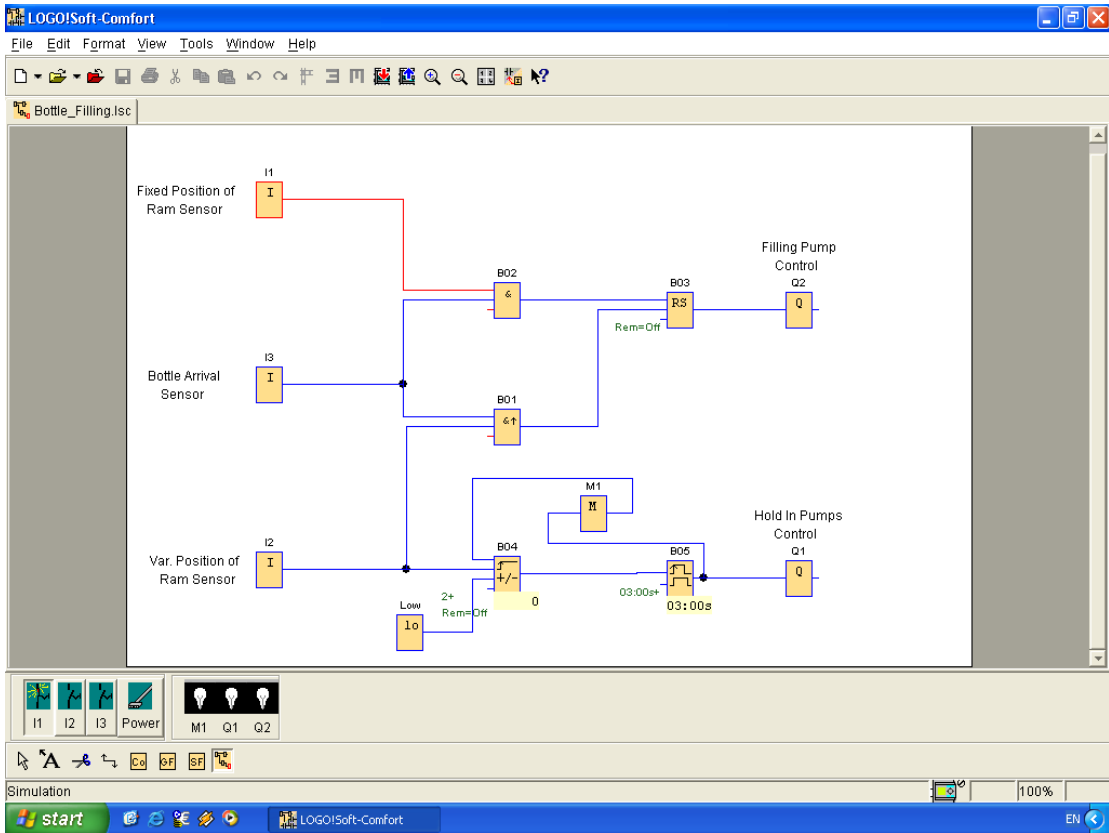
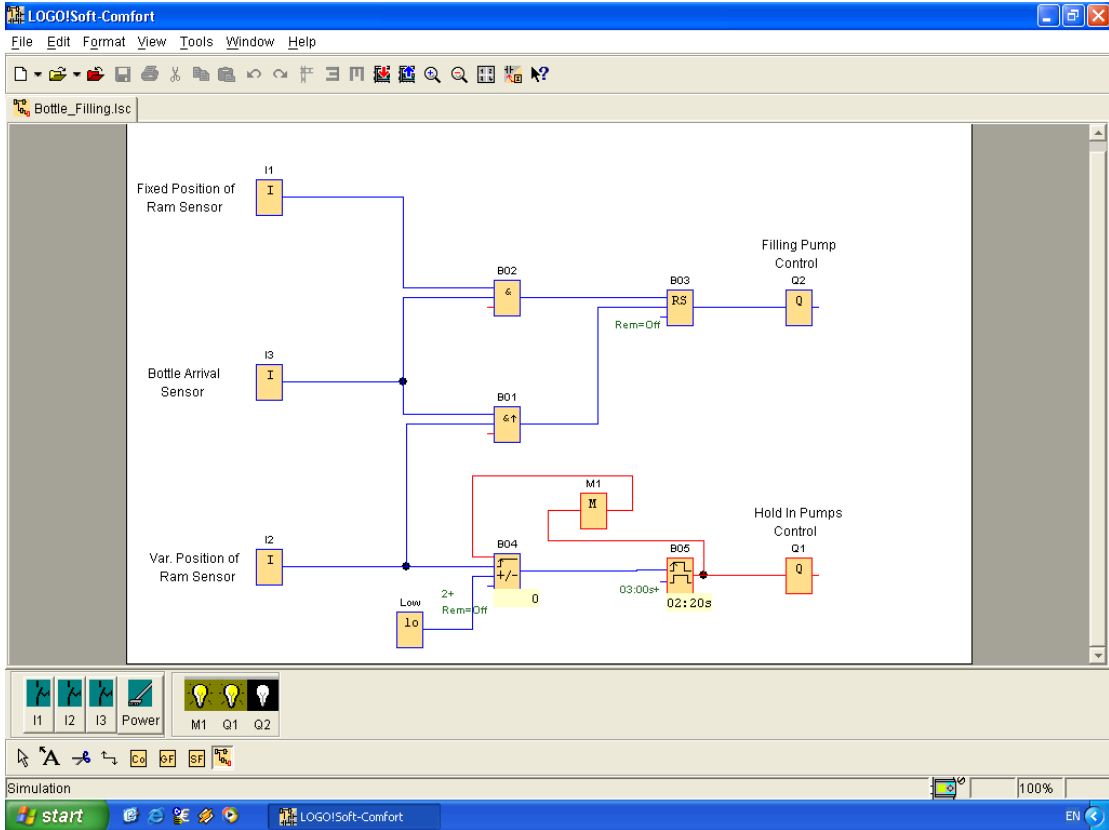












ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ	7
1.1	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ	9
1.2	ΔΟΜΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ	11
1.3	ΑΠΛΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ	15
1.4	ΕΥΦΥΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ	16
1.5	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ	19
1.6	ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ – ΚΥΚΛΩΜΑ ΙΣΧΥΟΣ	22
1.7	ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ – ΕΙΔΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ	24
1.8	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	40
1.9	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΛΟΓΙΚΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ	50
1.10	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	ΕΜΦΙΑΛΩΤΗΡΙΟ ΡΕΥΣΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	67
2.1	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ	68
2.2	ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ 77	
2.3	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΟ!	80
2.4	ΛΟΓΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ 108	
2.5	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΛΟΓΟ! 115	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ		129

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ
PETRUZELLA
2. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΙΣΧΥΟΣ
JAMES T. HUMPHRIES – LESLIE P. SHEETS
3. ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ
Επιμέλεια: ΠΑΤΗΣΤΟΣ ΓΙΩΡΓΟΣ
4. INDUSTRIAL ELECTRONICS
COLIN D. SIMPSON
5. INDUSTRIAL ELECTRONICS AND ROBOTICS
SCHULER McNAMMEE
6. MODERN POWER ELECTRONICS
B. K. BOSE
7. ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ
ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ