

ΗΛΕΚΤΡΟ-ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Μαθησιακοί Στόχοι

Με την ολοκλήρωση αυτού του κεφαλαίου, ο Φοιτητής θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- Εξηγήσει τα διάφορα βήματα που εμπλέκονται στα ηλεκτρο-πνευματικά
- Καταγράψει επτά βασικές ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρο-πνευματικά
- Περιγράψει τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες των βαλβίδων σωληνοειδούς
- Εξηγήσει τη λειτουργία των συσκευών ελέγχου όπως οι οριακοί διακόπτες, οι αισθητήρες, οι χρονοδιακόπτες, οι μετρητές και οι διακόπτες πίεσης
- Διαφοροποιήσει τους χωρητικούς και τους επαγωγικούς αισθητήρες εγγύτητας
- Διαφοροποιήσει τα κυκλώματα ασφάλισης (latching circuits) με κυρίαρχο ON (dominant on) και κυρίαρχο OFF (dominant off)
- Σχεδιάσει ηλεκτρο-πνευματικά κυκλώματα με έναν ενεργοποιητή (actuator)
- Σχεδιάσει κυκλώματα ακολουθίας χρησιμοποιώντας δύο και τρεις κυλίνδρους

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ηλεκτρο-πνευματικά χρησιμοποιούνται πλέον συνήθως σε πολλούς τομείς του Βιομηχανικού αυτοματισμού χαμηλού κόστους. Χρησιμοποιούνται επίσης εκτενώς σε συστήματα παραγωγής, συναρμολόγησης, φαρμακευτικά, χημικά και συσκευασίας. Παρατηρείται μια σημαντική αλλαγή στα συστήματα ελέγχου. Τα ρελέ έχουν αντικατασταθεί ολοένα και περισσότερο από τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLC) προκειμένου να ανταποκριθούν στην αυξανόμενη ζήτηση για πιο ευέλικτο αυτοματισμό.

Ο ηλεκτρο-πνευματικός έλεγχος αποτελείται από ηλεκτρικά συστήματα ελέγχου που λειτουργούν πνευματικά συστήματα ισχύος. Σε αυτά, οι βαλβίδες σωληνοειδούς χρησιμοποιούνται ως διεπαφή μεταξύ των ηλεκτρικών και πνευματικών συστημάτων. Συσκευές όπως οι οριακοί διακόπτες και οι αισθητήρες εγγύτητας χρησιμοποιούνται ως στοιχεία ανάδρασης.

Ο Ηλεκτρο-Πνευματικός έλεγχος ενσωματώνει πνευματικές και ηλεκτρικές τεχνολογίες, και χρησιμοποιείται ευρύτερα για μεγάλες εφαρμογές. Στα Ηλεκτρο-Πνευματικά, το μέσο σήματος είναι το ηλεκτρικό σήμα, είτε πηγή εναλλασσόμενου (AC) είτε συνεχούς ρεύματος (DC). Το μέσο εργασίας είναι ο πεπιεσμένος αέρας. Χρησιμοποιούνται συχνά τάσεις λειτουργίας από περίπου 12 V έως 220 Volts. Η τελική βαλβίδα ελέγχου ενεργοποιείται με ενεργοποίηση σωληνοειδούς.

Η επαναφορά της βαλβίδας επιτυγχάνεται είτε με ελατήριο [μονό σωληνοειδές] είτε με τη χρήση άλλου σωληνοειδούς [Διπλή βαλβίδα σωληνοειδούς]. Πιο συχνά, η ενεργοποίηση/επαναφορά

της βαλβίδας επιτυγχάνεται με ενεργοποίηση σωληνοειδούς υποβοηθούμενη από πιλότο (pilot assisted solenoid actuation) για τη μείωση του μεγέθους και του κόστους της βαλβίδας. Ο έλεγχος του Ηλεκτρο-Πνευματικού συστήματος πραγματοποιείται είτε χρησιμοποιώντας συνδυασμό Ρελέ και Επαφών (Contactors) είτε με τη βοήθεια Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών [PLC]. Ένα Ρελέ χρησιμοποιείται συχνά για να μετατρέψει την είσοδο σήματος από αισθητήρες και διακόπτες σε έναν αριθμό σημάτων εξόδου [είτε κανονικά κλειστά (NC) είτε κανονικά ανοικτά (NO)]. Η επεξεργασία σήματος μπορεί να επιτευχθεί εύκολα χρησιμοποιώντας συνδυασμούς ρελέ και επαφών.

Ένας Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα για την απόκτηση των εξόδων σύμφωνα με την απαιτούμενη λογική, χρονική καθυστέρηση και λειτουργία ακολουθίας. Τέλος, τα σήματα εξόδου παρέχονται στα σωληνοειδή, ενεργοποιώντας τις τελικές βαλβίδες ελέγχου που ελέγχουν την κίνηση διαφόρων κυλίνδρων. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των ηλεκτρο-πνευματικών είναι η ενσωμάτωση διαφόρων τύπων αισθητήρων εγγύτητας [ηλεκτρικών] και PLC για πολύ αποτελεσματικό έλεγχο. Καθώς η ταχύτητα σήματος με το ηλεκτρικό σήμα μπορεί να είναι πολύ υψηλότερη, ο χρόνος κύκλου μπορεί να μειωθεί και το σήμα μπορεί να μεταδοθεί σε μεγάλες αποστάσεις.

Στους Ηλεκτρο-πνευματικούς ελέγχους, εμπλέκονται κυρίως τρία σημαντικά βήματα:

- **Συσκευές εισόδου σήματος** - Δημιουργία σήματος, όπως διακόπτες και επαφές, διάφοροι τύποι επαφών και αισθητήρες εγγύτητας
- **Επεξεργασία Σήματος**
 - Χρήση συνδυασμού Επαφών Ρελέ ή με τη χρήση Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών
- **Εξόδους Σήματος** - Οι έξοδοι που λαμβάνονται μετά την επεξεργασία χρησιμοποιούνται για την ενεργοποίηση σωληνοειδών, ενδείξεων ή ακουστικών συναγερμών

1.2 ΕΠΤΑ ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Επτά βασικές ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιούνται συνήθως στον έλεγχο των συστημάτων ρευστής ισχύος είναι:

1. Χειροκίνητα ενεργοποιούμενοι διακόπτες με μπουτόν (push button switches)
2. Οριακοί διακόπτες (Limit switches)
3. Διακόπτες πίεσης (Pressure switches)
4. Σωληνοειδή (Solenoids)
5. Ρελέ (Relays)
6. Χρονοδιακόπτες (Timers)
7. Διακόπτες θερμοκρασίας (Temperature switches)

Άλλες συσκευές που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρο-πνευματικά είναι:

1. Αισθητήρες εγγύτητας (Proximity sensors)
2. Ηλεκτρικοί μετρητές (Electric counters)

1.2.1 Διακόπτες με μπουτόν

Ένα μπουτόν είναι ένας διακόπτης που χρησιμοποιείται για το κλείσιμο ή το άνοιγμα ενός ηλεκτρικού κυκλώματος ελέγχου. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την εκκίνηση και τη διακοπή της λειτουργίας των μηχανημάτων. Παρέχουν επίσης χειροκίνητη παράκαμψη (manual override) όταν προκύπτει έκτακτη ανάγκη. Οι διακόπτες με μπουτόν ενεργοποιούνται πιέζοντας τον ενεργοποιητή μέσα στο περίβλημα. Αυτό προκαλεί το άνοιγμα ή το κλείσιμο ενός σετ επαφών.

Τα μπουτόν είναι δύο τύπων:

- i) Στιγμιαίο μπουτόν (Momentary push button)
- ii) Μπουτόν με διατηρούμενη επαφή ή μανδάλωση (Maintained contact or detent push button)

Τα στιγμιαία μπουτόν επιστρέφουν στην ανενεργή τους θέση όταν απελευθερώνονται. Τα μπουτόν με διατηρούμενη (ή μηχανικά ασφαλισμένη) επαφή διαθέτουν μηχανισμό ασφάλισης για να το κρατήσουν στην επιλεγμένη θέση.

Οι επαφές των μπουτόν διακρίνονται ανάλογα με τις λειτουργίες τους:

- i) Τύπου Κανονικά Ανοικτής (NO)
- ii) Τύπου Κανονικά Κλειστής (NC)
- iii) Τύπου Αλλαγής (CO)

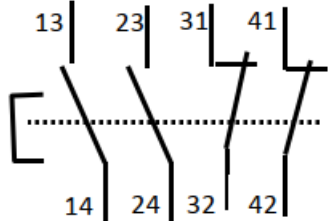
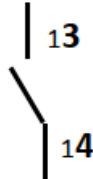
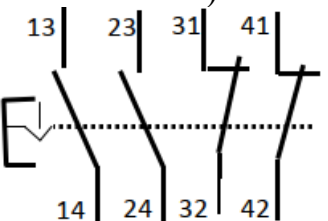
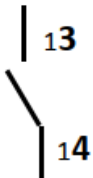
Η διατομή διαφόρων τύπων μπουτόν στις κανονικές και ενεργοποιημένες θέσεις και τα σύμβολά τους δίνονται στο Σχήμα 1.1. Στον τύπο NO, οι επαφές είναι ανοικτές στην κανονική θέση, εμποδίζοντας τη ροή ενέργειας μέσω αυτών. Αλλά στην ενεργοποιημένη θέση, οι επαφές είναι κλειστές, επιτρέποντας τη ροή ενέργειας μέσω αυτών. Στον τύπο NC, οι επαφές είναι κλειστές στην κανονική θέση, επιτρέποντας τη ροή ενέργειας μέσω αυτών. Και, οι επαφές είναι ανοικτές στην ενεργοποιημένη θέση, εμποδίζοντας τη ροή ενέργειας μέσω αυτών. Μια επαφή αλλαγής είναι ένας συνδυασμός επαφών NO και NC.

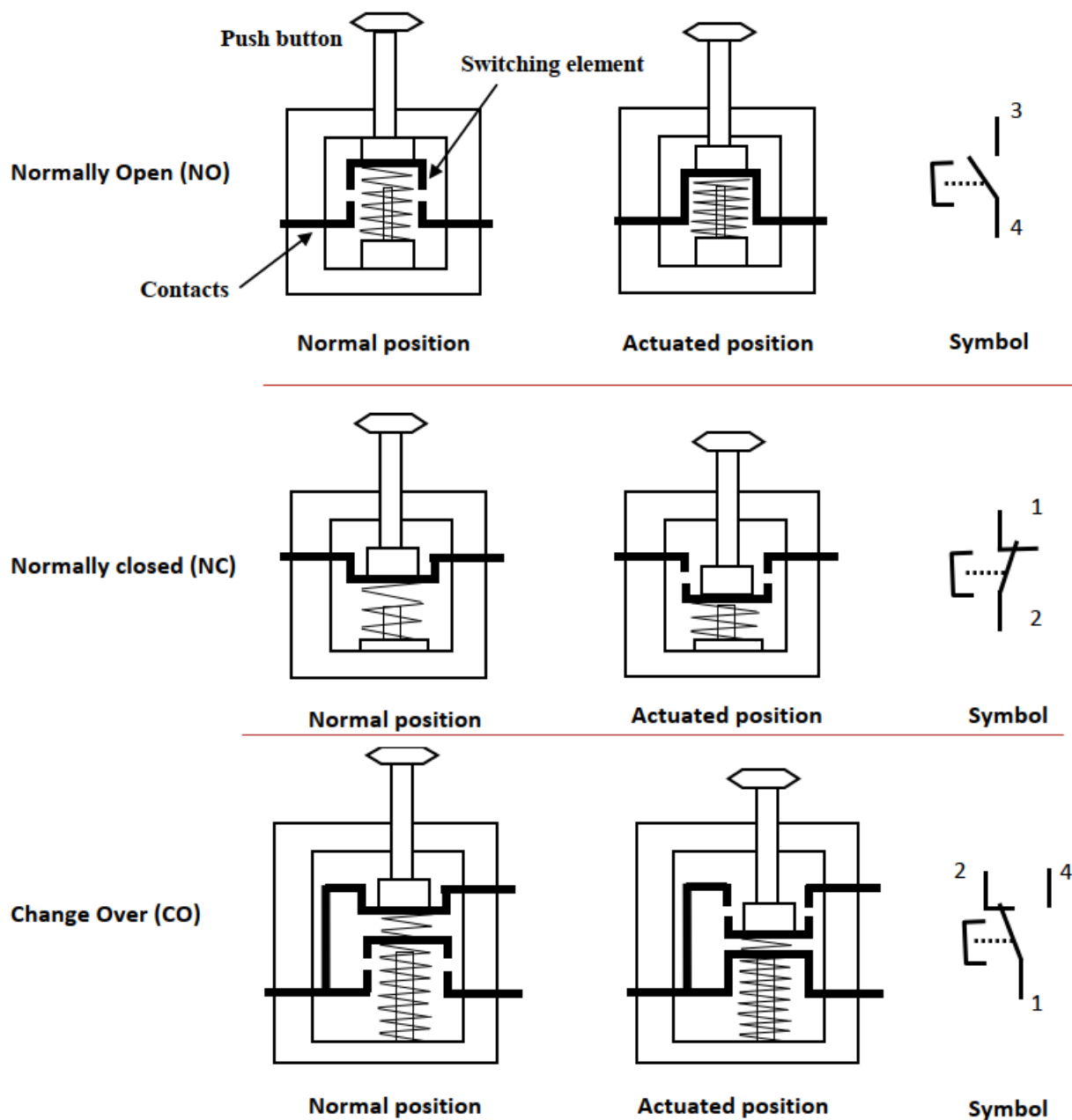
Ο ακόλουθος πίνακας:

Τύπος συσκευών	Αριθμοί Ακροδεκτών	
	Κανονικά κλειστές επαφές	Κανονικά ανοικτές επαφές
Μπουτόν και Ρελέ	1 και 2	3 και 4
Χρονοδιακόπτες και Μετρητές	5 και 6	7 και 8

Ονομασία των μπουτόν

Ο ακόλουθος πίνακας:

Τύπος επαφής	Ονομασία
Στιγμιαίου τύπου επαφής PB σταθμός (2 NO + 2 NC) 	Το πρώτο ψηφίο υποδεικνύει τη λειτουργία της επαφής. Το δεύτερο ψηφίο αντιπροσωπεύει μια σειριακή σειρά. Τα 3 και 4 αντιπροσωπεύουν ΟΧΙ επαφές και το 1 είναι ο σειριακός αριθμός 
Διατηρούμενου Τύπου επαφής PB σταθμός (2 NO + 2 NC) 	Το πρώτο ψηφίο υποδεικνύει τη λειτουργία της επαφής. Το δεύτερο ψηφίο αντιπροσωπεύει μια σειριακή σειρά. Το 3 και το 4 αντιπροσωπεύουν ΚΑΜΙΑ επαφή και το 1 είναι ο σειριακός αριθμός. 



Εικόνα 1.1: Μπουτόν και τα σύμβολά τους

- Σχέδια διατομής και σύμβολα για:
 - Κανονικά Ανοικτό (NO)
 - Κανονικά Κλειστό (NC)
 - Αλλαγής (CO)

1.2.2 Οριακοί διακόπτες

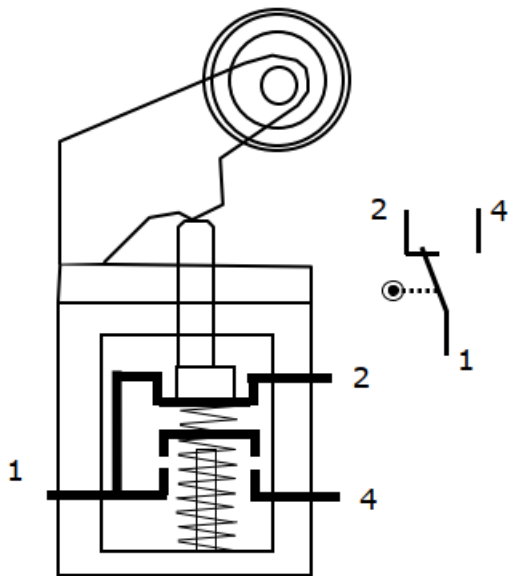
Οποιοσδήποτε διακόπτης ενεργοποιείται λόγω της θέσης ενός εξαρτήματος ρευστής ισχύος (συνήθως μιας ράβδου εμβόλου ή ενός άξονα υδραυλικού κινητήρα ή της θέσης του φορτίου) ονομάζεται οριακός διακόπτης. Η ενεργοποίηση ενός οριακού διακόπτη παρέχει ένα ηλεκτρικό

σήμα που προκαλεί την κατάλληλη απόκριση του συστήματος. Οι οριακοί διακόπτες εκτελούν την ίδια λειτουργία με τους διακόπτες μπουτόν. Τα μπουτόν ενεργοποιούνται χειροκίνητα, ενώ οι οριακοί διακόπτες ενεργοποιούνται μηχανικά.

Υπάρχουν δύο τύποι ταξινόμησης Οριακών διακοπών ανάλογα με τη μέθοδο ενεργοποίησης των επαφών:

- a) Επαφές που ενεργοποιούνται με μοχλό (Lever actuated contacts)
- b) Επαφές με ελατήριο (Spring loaded contacts)

Στους οριακούς διακόπτες τύπου μοχλού, οι επαφές λειτουργούν αργά. Στους οριακούς διακόπτες τύπου ελατηρίου, οι επαφές λειτουργούν γρήγορα.

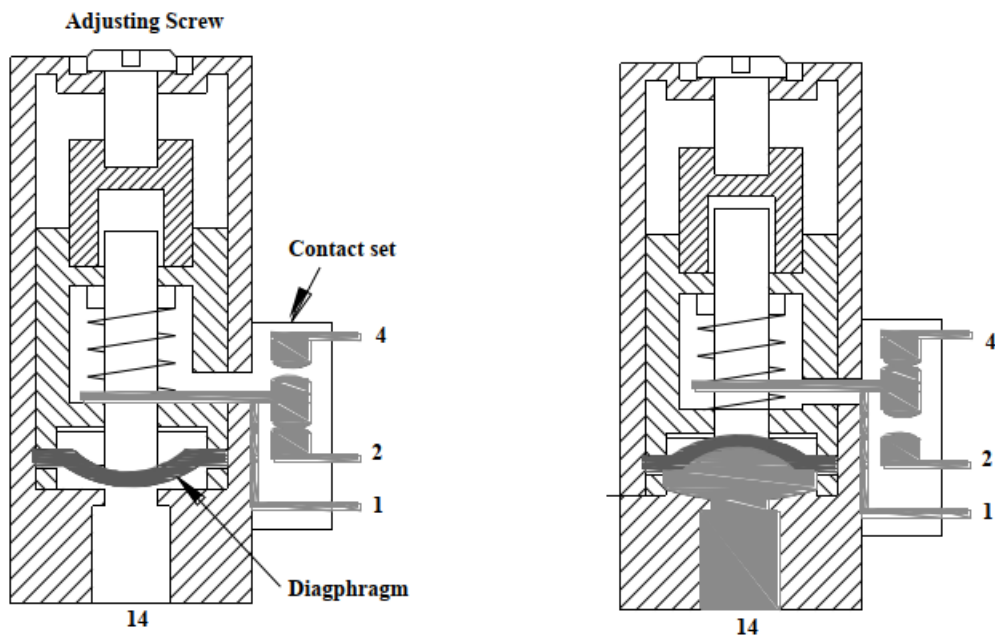


Το Σχήμα 1.2 δείχνει μια απλοποιημένη διατομή ενός οριακού διακόπτη και το σύμβολό του.

Εικόνα 1.2: Διατομή ενός οριακού διακόπτη

1.2.3 Διακόπτες πίεσης

Ένας διακόπτης πίεσης είναι ένας μετατροπέας πνευματικού-ηλεκτρικού σήματος. Οι διακόπτες πίεσης χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση αλλαγής στην πίεση και ανοίγουν ή κλείνουν έναν ηλεκτρικό διακόπτη όταν επιτευχθεί μια προκαθορισμένη πίεση. Για την ανίχνευση της αλλαγής της πίεσης χρησιμοποιούνται φυσούνες (Bellow) ή διάφραγμα (diaphragm). Οι φυσούνες ή το Διάφραγμα χρησιμοποιούνται για να διαστέλλονται ή να συστέλλονται ως απόκριση στην αύξηση ή μείωση της πίεσης. Το Σχήμα 1.3 δείχνει έναν διακόπτη πίεσης τύπου διαφράγματος. Όταν εφαρμόζεται πίεση στην είσοδο και όταν επιτευχθεί η προκαθορισμένη πίεση, το διάφραγμα διαστέλλεται και σπρώχνει τον εμβολέα με ελατήριο για να κάνει/διακόψει την επαφή.



Εικόνα 1.3: Διατομή ενός διακόπτη πίεσης

1.2.4 Σωληνοειδή

Οι ηλεκτρικά ενεργοποιούμενες βαλβίδες κατεύθυνσης ελέγχου (DCVs) αποτελούν τη διεπαφή μεταξύ των δύο μερών ενός ηλεκτρο-πνευματικού ελέγχου. Τα πιο σημαντικά καθήκοντα των ηλεκτρικά ενεργοποιούμενων DCVs περιλαμβάνουν:

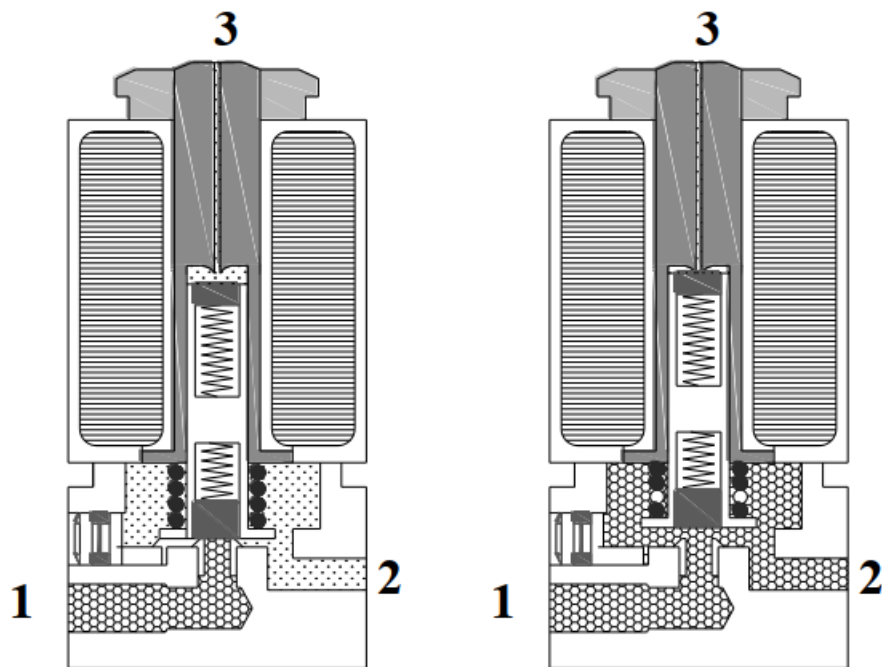
- i) Ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση του αέρα τροφοδοσίας
- ii) Προέκταση και ανάσυρση των κινήσεων των κυλίνδρων

Οι ηλεκτρικά ενεργοποιούμενες βαλβίδες κατεύθυνσης ελέγχου μετατοπίζονται με τη βοήθεια σωληνοειδών. Μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες:

- i) Οι βαλβίδες επιστροφής με ελατήριο παραμένουν στην ενεργοποιημένη θέση μόνο όσο ρέει ρεύμα μέσω του σωληνοειδούς
- ii) Οι βαλβίδες διπλού σωληνοειδούς διατηρούν την τελευταία μετατοπισμένη θέση ακόμη και όταν δεν ρέει ρεύμα μέσω του σωληνοειδούς

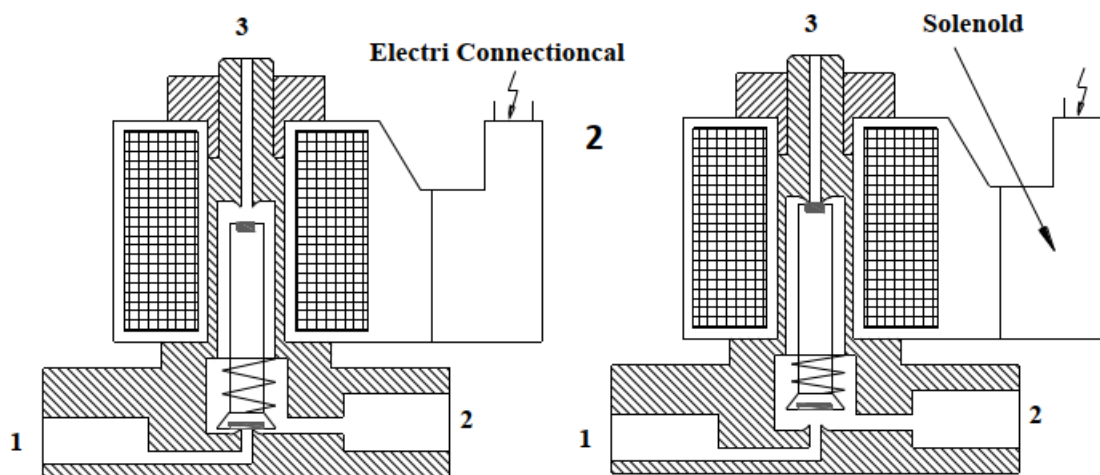
Στην αρχική θέση, όλα τα σωληνοειδή μιας ηλεκτρικά ενεργοποιούμενης DCV είναι απενεργοποιημένα και τα σωληνοειδή είναι ανενεργά. Μια διπλή βαλβίδα δεν έχει σαφή αρχική θέση, καθώς δεν διαθέτει ελατήριο επιστροφής. Τα πιθανά επίπεδα τάσης για τα σωληνοειδή είναι 12 V DC, 12 V AC, 12 V 50/60 Hz, 24 V 50/60 Hz, 110/120 V 50/60 Hz, 220/230 V 50/60 Hz.

a) 3/2 Δίοδη βαλβίδα μονού σωληνοειδούς, επιστροφή με ελατήριο.



Εικόνα 1.4: Διατομή μιας 3/2 βαλβίδας μονού σωληνοειδούς

Η διατομή της 3/2 δίοδης βαλβίδας μονού σωληνοειδούς στις κανονικές και ενεργοποιημένες θέσεις φαίνεται στο Σχήμα 1.4. Στην κανονική θέση, η θύρα 1 είναι μπλοκαρισμένη και η θύρα 2 συνδέεται με τη θύρα 3 μέσω της πίσω σχισμής (λεπτομέρειες φαίνονται στον κύκλο). Όταν εφαρμόζεται η ονομαστική τάση στο πηνίο, ο οπλισμός έλκεται προς το κέντρο του πηνίου και κατά τη διαδικασία ο οπλισμός ανυψώνεται μακριά από την έδρα της βαλβίδας. Ο πεπιεσμένος αέρας ρέει τώρα από τη θύρα 1 στη θύρα 2 και η θύρα 3 είναι μπλοκαρισμένη. Όταν αφαιρείται η τάση από το πηνίο, η βαλβίδα επιστρέφει στην κανονική θέση. Το Σχήμα 1.5 δείχνει τη 2/2 βαλβίδα που λειτουργεί με σωληνοειδές.

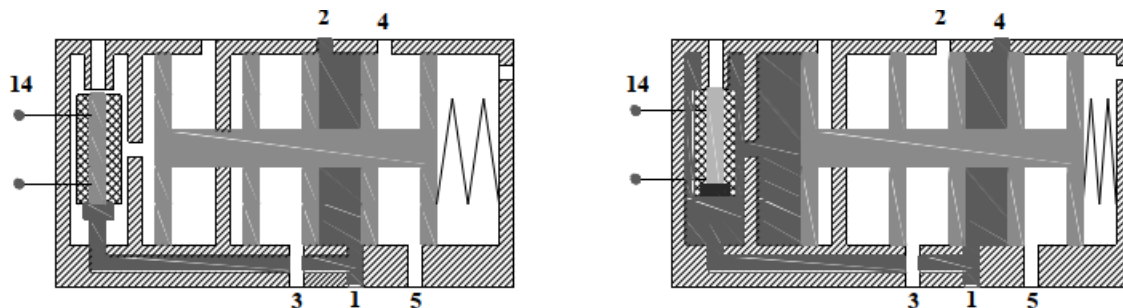


Εικόνα 1.5: Διατομή μιας 2/2 δίοδης βαλβίδας που λειτουργεί με σωληνοειδές

β) 5/2 Δίοδη βαλβίδα μονού σωληνοειδούς, επιστροφή με ελατήριο.

Η διατομή της 5/2 δίοδης βαλβίδας μονού σωληνοειδούς στις κανονικές και ενεργοποιημένες θέσεις φαίνεται στο Σχήμα 1.6. Στην κανονική θέση, η θύρα 1 συνδέεται με τη θύρα 2, η θύρα 4

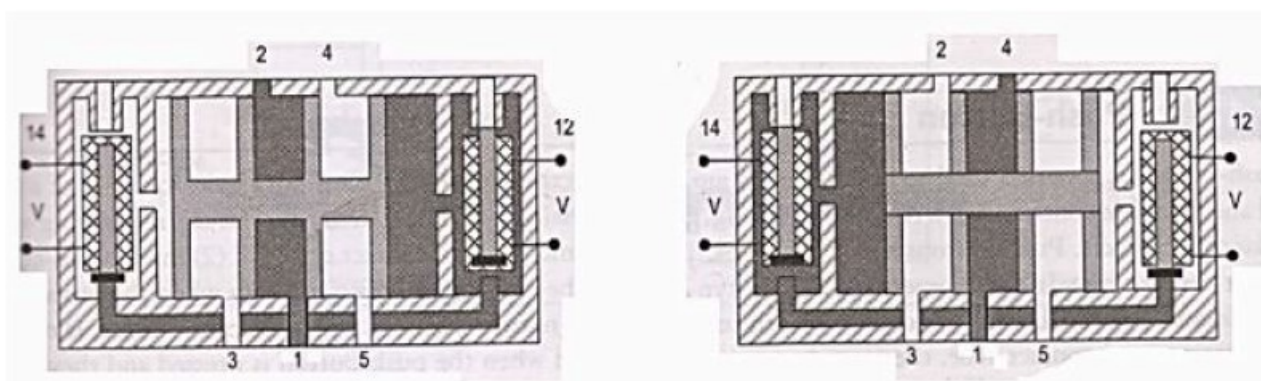
συνδέεται με τη θύρα 5 και η θύρα 3 είναι μπλοκαρισμένη. Όταν εφαρμόζεται η ονομαστική τάση στο πηνίο 14, η βαλβίδα ενεργοποιείται μέσω μιας εσωτερικής πιλοτικής βαλβίδας. Στην ενεργοποιημένη θέση, η θύρα 1 συνδέεται με τη θύρα 4, η θύρα 2 συνδέεται με τη θύρα 3 και η θύρα 5 είναι μπλοκαρισμένη. Η βαλβίδα επιστρέφει στην κανονική θέση όταν αφαιρεθεί η τάση από το πηνίο οπλισμού. Αυτός ο τύπος βαλβίδων χρησιμοποιείται συνήθως ως τελική βαλβίδα για τον έλεγχο κυλίνδρων διπλής ενέργειας.



Εικόνα 1.6: Διατομή μιας 5/2 δίοδης βαλβίδας που λειτουργεί με σωληνοειδές

ε) 5/2 Δίοδη βαλβίδα διπλού σωληνοειδούς.

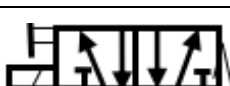
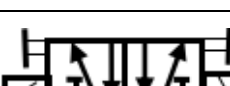
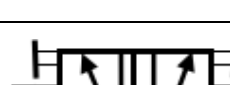
Η διατομή της 5/2 δίοδης βαλβίδας διπλού σωληνοειδούς στις κανονικές και ενεργοποιημένες θέσεις φαίνεται στο Σχήμα 1.7. Όταν εφαρμόζεται η ονομαστική τάση στο πηνίο 14, η βαλβίδα ενεργοποιείται σε μια θέση μεταγωγής με τη θύρα 1 συνδεδεμένη στη θύρα 4, τη θύρα 2 συνδεδεμένη στη θύρα 3 και τη θύρα 5 μπλοκαρισμένη. Όταν εφαρμόζεται η ονομαστική τάση στο πηνίο 12, η βαλβίδα ενεργοποιείται στην άλλη θέση μεταγωγής με τη θύρα 1 συνδεδεμένη στη θύρα 2, τη θύρα 4 συνδεδεμένη στη θύρα 5 και τη θύρα 3 μπλοκαρισμένη.



Εικόνα 1.7: Διατομή μιας 5/2 δίοδης βαλβίδας διπλού σωληνοειδούς

Ο Πίνακας 1.1 παρουσιάζει τα σύμβολα για τις διάφορες βαλβίδες που ενεργοποιούνται με σωληνοειδές/πiloto.

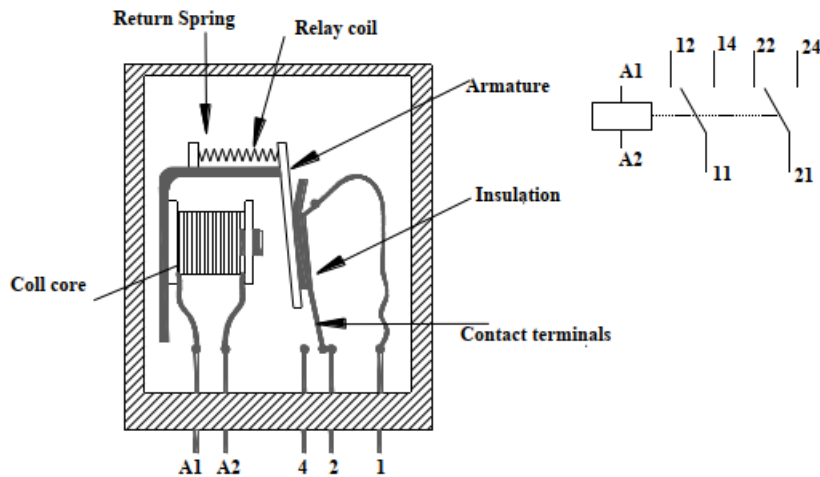
Πίνακας 1.1 Διάφορα σύμβολα για DCVs

Σύμβολο	Λεπτομέρειες
	3/2 δίοδη βαλβίδα μονού σωληνοειδούς (επιστροφή με ελατήριο)
	3/2 δίοδη βαλβίδα μονού σωληνοειδούς με πιλότο (επιστροφή με ελατήριο)
	5/2 δίοδη βαλβίδα μονού σωληνοειδούς (επιστροφή με ελατήριο)
	5/2 δίοδη βαλβίδα διπλού σωληνοειδούς
	5/2 δίοδη βαλβίδα διπλού σωληνοειδούς με πιλότο

1.2.5 Ρελέ

Ένα ρελέ είναι ένας ηλεκτρομαγνητικά ενεργοποιούμενος διακόπτης. Είναι μια απλή ηλεκτρική συσκευή που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία σήματος. Τα ρελέ είναι σχεδιασμένα να αντέχουν σε ισχυρές υπερτάσεις ισχύος και σε δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες. Όταν εφαρμόζεται τάση στο πηνίο του σωληνοειδούς, προκύπτει ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Αυτό προκαλεί την έλξη του οπλισμού στον πυρήνα του πηνίου. Ο οπλισμός ενεργοποιεί τις επαφές του ρελέ, είτε τις κλείνει είτε τις ανοίγει, ανάλογα με τον σχεδιασμό. Ένα ελατήριο επιστροφής επαναφέρει τον οπλισμό στην αρχική του θέση όταν διακοπεί το ρεύμα στο πηνίο.

Η διατομή ενός ρελέ φαίνεται στο Σχήμα 1.8. Ένας μεγάλος αριθμός επαφών ελέγχου μπορεί να ενσωματωθεί στα ρελέ σε αντίθεση με την περίπτωση ενός σταθμού μπουτόν. Τα ρελέ συνήθως ορίζονται ως K1, K2, και K3 κ.λπ.. Τα ρελέ διαθέτουν επίσης δυνατότητα ενδοασφάλισης (interlocking) που είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό ασφαλείας στα κυκλώματα ελέγχου. Η ενδοασφάλιση αποφεύγει την ταυτόχρονη μεταγωγή ορισμένων πηνίων.



Εικόνα 1.8: Διατομή ενός ρελέ

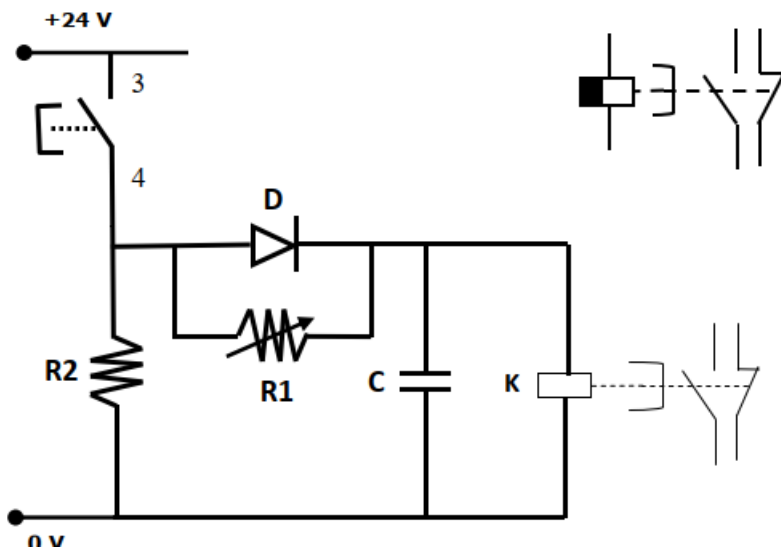
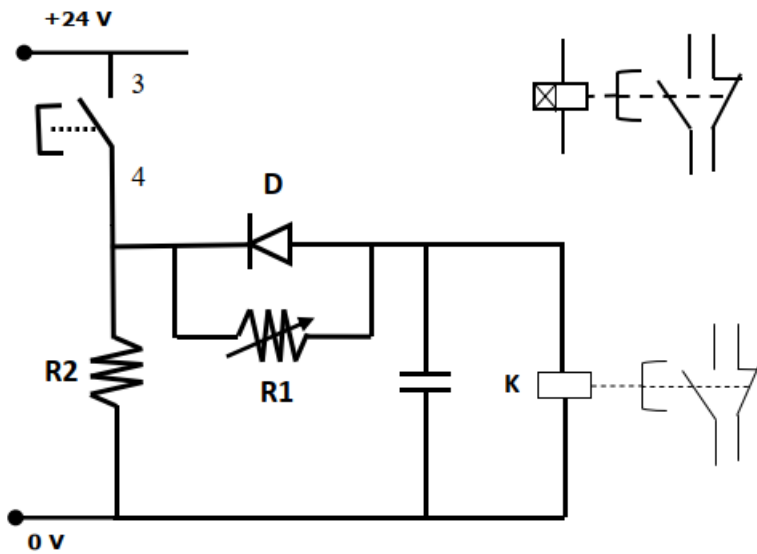
1.2.6 Χρονοδιακόπτης ή Ρελέ χρονικής καθυστέρησης

Οι χρονοδιακόπτες απαιτούνται στα συστήματα ελέγχου για την επίτευξη χρονικής καθυστέρησης μεταξύ των εργασιών. Αυτό είναι δυνατό καθυστερώντας τη λειτουργία του σχετικού στοιχείου ελέγχου μέσω ενός χρονοδιακόπτη. Οι περισσότεροι από τους χρονοδιακόπτες που χρησιμοποιούμε είναι Ηλεκτρονικοί χρονοδιακόπτες. Υπάρχουν δύο τύποι χρονοδιακοπτών ρελέ:

- i) Καθυστέρηση έλξης (Pull in delay - on-delay timer)
- ii) Καθυστέρηση απόθεσης (Drop-out delay - off delay timer)

Στον χρονοδιακόπτη καθυστέρησης ενεργοποίησης (on-delay timer), που φαίνεται στο Σχήμα cc, όταν το μπουτόν PB πιέζεται (ON), ο πυκνωτής C φορτίζεται μέσω του ποτενσιόμετρου R1 καθώς η δίοδος D είναι ανάστροφα πολωμένη. Ο χρόνος που απαιτείται για τη φόρτιση του πυκνωτή εξαρτάται από την αντίσταση του ποτενσιόμετρου (R1) και τη χωρητικότητα (C) του πυκνωτή. Με τη ρύθμιση της αντίστασης του ποτενσιόμετρου, μπορεί να ρυθμιστεί η απαιτούμενη χρονική καθυστέρηση. Όταν ο πυκνωτής φορτιστεί επαρκώς, το πηνίο K ενεργοποιείται και οι επαφές του λειτουργούν μετά τη ρυθμισμένη χρονική καθυστέρηση. Όταν το μπουτόν απελευθερωθεί (OFF), ο πυκνωτής εκφορτίζεται γρήγορα μέσω μιας μικρής αντίστασης (R2) καθώς η δίοδος παρακάμπει την αντίσταση R1, και οι επαφές του ρελέ (K) επιστρέφουν στην κανονική τους θέση χωρίς καμία καθυστέρηση.

Στον χρονοδιακόπτη καθυστέρησης απενεργοποίησης (off-delay timer), οι επαφές λειτουργούν χωρίς καμία καθυστέρηση όταν το μπουτόν πιέζεται (ON). Οι επαφές επιστρέφουν στην κανονική θέση μετά τη ρυθμισμένη καθυστέρηση όταν το μπουτόν απελευθερωθεί (OFF). Η κατασκευή και τα σύμβολα των χρονοδιακοπτών καθυστέρησης ενεργοποίησης και καθυστέρησης απενεργοποίησης δίνονται στο Σχήμα 1.9. Το διάγραμμα χρονισμού φαίνεται στον Πίνακα 1.2.



Εικόνα 1.9: Χαρακτηριστικά κατασκευής του χρονοδιακόπτη και τα σύμβολά του

Πίνακας 1.2: Διάγραμμα χρονισμού για χρονοδιακόπτη καθυστέρησης ενεργοποίησης και απενεργοποίησης

Διάγραμμα χρονισμού	Σύμβολο
Διάγραμμα τάσης στο πηνίο ρελέ και επαφής με καθυστέρηση στο κλείσιμο Contact Open Closed t	Κύκλωμα χρονοδιακόπτη καθυστέρησης ενεργοποίησης
Διάγραμμα τάσης στο πηνίο ρελέ και επαφής με καθυστέρηση στο άνοιγμα Voltage at relay coil Contact Closed Open t	Κύκλωμα χρονοδιακόπτη καθυστέρησης απενεργοποίησης

1.2.7 Διακόπτης Θερμοκρασίας

Οι διακόπτες θερμοκρασίας ανιχνεύουν αυτόματα μια αλλαγή στη θερμοκρασία και ανοίγουν ή κλείνουν έναν ηλεκτρικό διακόπτη όταν επιτευχθεί μια προκαθορισμένη θερμοκρασία. Αυτός ο διακόπτης μπορεί να συνδεθεί είτε ως κανονικά ανοικτός είτε ως κανονικά κλειστός. Οι διακόπτες θερμοκρασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προστασία ενός συστήματος ρευστής ισχύος από σοβαρή ζημιά όταν ένα εξάρτημα όπως μια αντλία ή φίλτρο ή ψύκτης αρχίσει να δυσλειτουργεί.

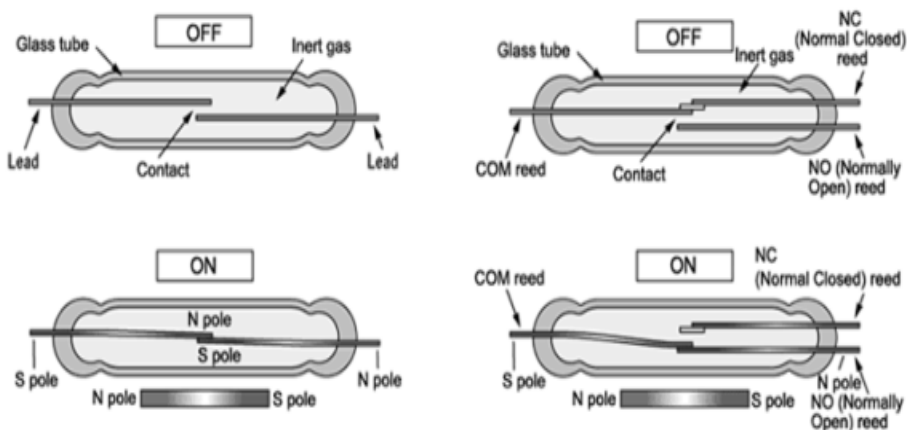
1.2.8 Διακόπτες Εγγύτητας Reed

Οι διακόπτες Reed είναι μαγνητικά ενεργοποιούμενοι διακόπτες εγγύτητας. Οι διακόπτες Reed είναι παρόμοιοι με τα ρελέ, εκτός από το ότι χρησιμοποιείται ένας μόνιμος μαγνήτης αντί για ένα πηνίο σύρματος. Το σχηματικό διάγραμμα του διακόπτη reed φαίνεται στο Σχήμα 1.1. Οι διακόπτες reed αποτελούνται από δύο φερομαγνητικούς καλαμίσκους (reeds) τοποθετημένους με ένα κενό μεταξύ τους και ερμητικά σφραγισμένους σε έναν γυάλινο σωλήνα. Ο γυάλινος σωλήνας είναι γεμάτος με αδρανές αέριο για να αποτραπεί η ενεργοποίηση των επαφών. Οι επιφάνειες των επαφών reed είναι επιχρυσωμένες με ρόδιο ή ιρίδιο. Όλη η μονάδα είναι ενθυλακωμένη σε εποξειδική ρητίνη για την αποφυγή μηχανικής ζημιάς στον διακόπτη.

Παρέχονται επίσης με ένδειξη LED για να δείχνουν την κατάσταση μεταγωγής τους.

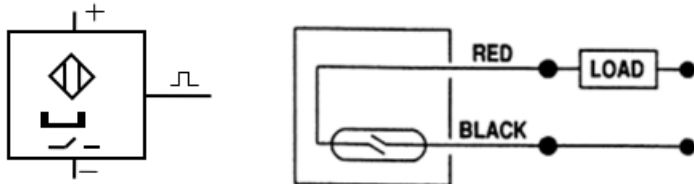
Όταν ο μαγνήτης είναι μακριά, ο διακόπτης είναι ανοικτός, αλλά όταν ο μαγνήτης πλησιάσει, ο διακόπτης κλείνει. Ο διακόπτης reed λειτουργεί από το μαγνητικό πεδίο ενός ενεργοποιημένου πηνίου ή ενός μόνιμου μαγνήτη

το οποίο επάγει βόρειους (N) και νότιους (S) πόλους στους καλαμίσκους. Οι επαφές reed κλείνουν από αυτή τη μαγνητική ελκτική δύναμη. Όταν αφαιρείται το μαγνητικό πεδίο, η ελαστικότητα του καλαμίσκου προκαλεί το άνοιγμα του κυκλώματος των επαφών. Ο διακόπτης reed τύπου μεταφοράς είναι κανονικά ON, λόγω μηχανικής προέντασης του κοινού (COM) αγωγού, ο οποίος βρίσκεται μεταξύ της κανονικά κλειστής (N.C) επαφής reed και της κανονικά ανοικτής (N.O) επαφής reed. Όταν επάγεται ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο, η λεπίδα N.C δεν επηρεάζεται επειδή είναι μη μαγνητική, αλλά ο αγωγός COM έλκεται από τον αγωγό N.O και κινείται. Όταν αφαιρείται το μαγνητικό πεδίο, ο αγωγός COM επιστρέφει ξανά στον αγωγό N.C με μηχανικό τρόπο.



Εικόνα 1.10: Χαρακτηριστικά κατασκευής του διακόπτη reed

Ο δίχαλκος διακόπτης reed αποτελείται από δύο καλαμίσκους. Ο ένας καλαμίσκος συνδέεται με τον θετικό ακροδέκτη της ηλεκτρικής τροφοδοσίας και ο άλλος συνδέεται με την έξοδο σήματος. Ο τρίχαλκος διακόπτης reed αποτελείται από τρεις επαφές reed. Ο ένας συνδέεται με τον θετικό ακροδέκτη της ηλεκτρικής τροφοδοσίας. Ο δεύτερος συνδέεται με τον αρνητικό ακροδέκτη της ηλεκτρικής τροφοδοσίας και ο τρίτος συνδέεται με την έξοδο σήματος. Το σύμβολο του τρίχαλκου διακόπτη reed και του δίχαλκου διακόπτη reed φαίνεται στο Σχήμα 1.11.



Εικόνα 1.11: Σύμβολο διακόπτη reed 3 συρμάτων και 2 συρμάτων

Τα πλεονεκτήματα των διακοπών reed είναι:

1. Οι διακόπτες Reed είναι φθηνοί.
2. Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής.
3. Έχουν μικρότερο χρόνο μεταγωγής (της τάξης των 0,2 έως 0,3 χιλιοστών του δευτερολέπτου).
4. Είναι συμπαγείς και χωρίς συντήρηση.

Τα μειονεκτήματα των διακοπών reed είναι:

1. Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιβάλλοντα που υπόκεινται σε μαγνητικά πεδία (όπως μηχανές συγκόλλησης με αντίσταση).
2. Το κλείσιμο των επαφών στον διακόπτη reed δεν είναι χωρίς αναπήδηση (bounce free).

1.2.9 Ηλεκτρονικοί αισθητήρες

Οι επαγωγικοί, οπτικοί και χωρητικοί διακόπτες εγγύτητας είναι ηλεκτρονικοί αισθητήρες. Συνήθως έχουν τρεις ηλεκτρικές επαφές. Μια επαφή για την τάση τροφοδοσίας, μια άλλη για τη γείωση και μια τρίτη για το σήμα εξόδου. Σε αυτούς τους αισθητήρες, δεν μετατοπίζεται καμία κινούμενη επαφή. Αντίθετα, η έξοδος είναι είτε ηλεκτρικά συνδεδεμένη στην τάση τροφοδοσίας είτε στη γείωση.

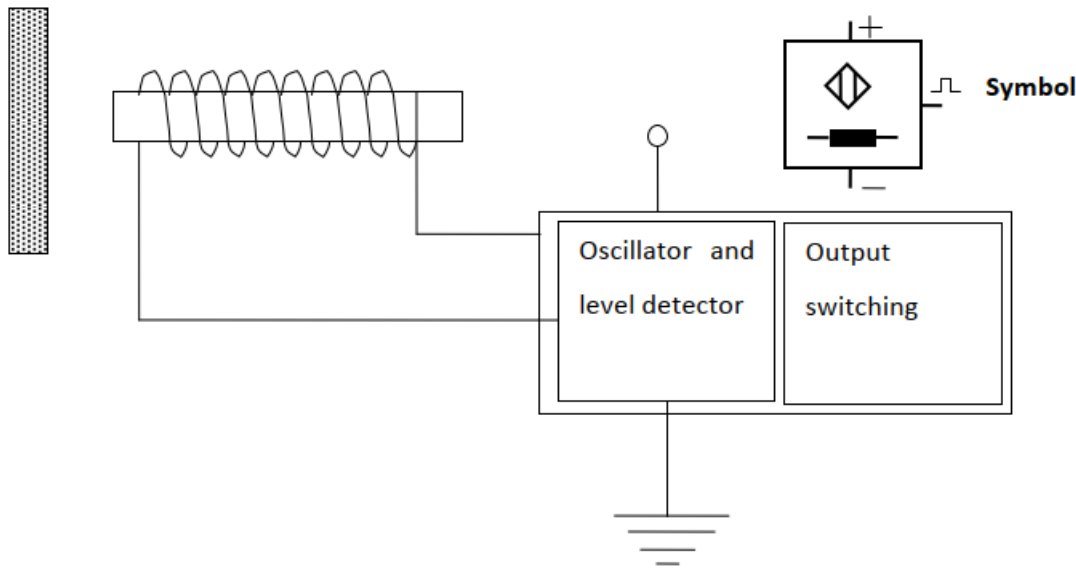
Υπάρχουν δύο τύποι ηλεκτρονικών αισθητήρων όσον αφορά την πολικότητα της τάσης εξόδου:

- **Αισθητήρες θετικής μεταγωγής (Positive switching sensors):** Σε αυτούς η τάση εξόδου είναι μηδέν εάν δεν ανιχνευθεί κανένα μέρος στην εγγύτητα. Η προσέγγιση ενός τεμαχίου εργασίας ή μηχανικού μέρους οδηγεί σε μεταγωγή της εξόδου, εφαρμόζοντας την τάση τροφοδοσίας.
- **Αισθητήρες αρνητικής μεταγωγής (Negative switching sensors):** Σε αυτούς η τάση τροφοδοσίας εφαρμόζεται στην έξοδο εάν δεν ανιχνευθεί κανένα μέρος στην εγγύτητα. Η προσέγγιση ενός τεμαχίου εργασίας ή μηχανικού μέρους οδηγεί σε μεταγωγή της εξόδου, μετατρέποντας την τάση εξόδου σε 0 Volts.

a) Επαγωγικοί αισθητήρες (Inductive sensors)

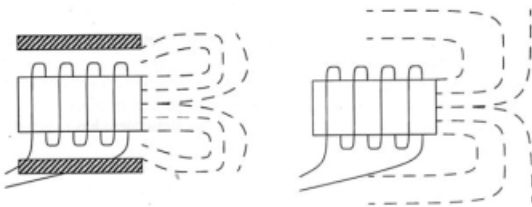
Οι επαγωγικοί αισθητήρες χρησιμοποιούν ρεύματα που επάγονται από μαγνητικό πεδίο για την ανίχνευση κοντινών μεταλλικών αντικειμένων. Ο επαγωγικός αισθητήρας χρησιμοποιεί ένα πηνίο ή επαγωγέα για τη δημιουργία ενός μαγνητικού πεδίου υψηλής συχνότητας όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.12. Εάν υπάρχει ένα μεταλλικό αντικείμενο κοντά στο μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο, θα ρέει ρεύμα στο αντικείμενο. Αυτή η προκύπτουσα ροή ρεύματος δημιουργεί ένα νέο μαγνητικό πεδίο που αντιτίθεται στο αρχικό μαγνητικό πεδίο. Το καθαρό αποτέλεσμα είναι ότι αλλάζει την επαγωγή του πηνίου στον επαγωγικό αισθητήρα. Μετρώντας την επαγωγή, ο αισθητήρας μπορεί να καθορίσει πότε έχει πλησιάσει ένα μέταλλο. Αυτοί οι αισθητήρες θα ανιχνεύσουν οποιαδήποτε μέταλλα, ενώ χρησιμοποιούνται πολλαπλοί αισθητήρες όταν ανιχνεύονται πολλαπλοί τύποι μετάλλων. Εκτός από τα μέταλλα, μπορεί να ανιχνευθεί και ο γραφίτης. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτοί λειτουργούν δημιουργώντας ένα πεδίο υψηλής

συχνότητας. Εάν ένας στόχος πλησιάσει, το πεδίο θα επάγει ρεύματα Eddy. Αυτά τα ρεύματα καταναλώνουν ισχύ λόγω αντίστασης, οπότε χάνεται ενέργεια στο πεδίο και το πλάτος του σήματος μειώνεται. Ο ανιχνευτής εξετάζει το μέγεθος του πεδίου για να καθορίσει πότε έχει μειωθεί αρκετά για να γίνει μεταγωγή.



Εικόνα 1.12: Επαγωγικός αισθητήρας

Οι αισθητήρες μπορούν να ανιχνεύσουν αντικείμενα λίγα εκατοστά μακριά από το άκρο. Αλλά, η κατεύθυνση προς το αντικείμενο μπορεί να είναι αυθαίρετη όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.13. Το μαγνητικό πεδίο των αθωράκιστων αισθητήρων καλύπτει έναν μεγάλο όγκο γύρω από την κεφαλή του πηνίου. Με την προσθήκη ασπίδας (μια μεταλλική επένδυση γύρω από τις πλευρές του πηνίου), το μαγνητικό πεδίο γίνεται μικρότερο, αλλά και πιο κατευθυνόμενο. Οι ασπίδες θα είναι συχνά διαθέσιμες για επαγωγικούς αισθητήρες για τη βελτίωση της κατευθυντικότητας και της ακρίβειάς τους.



Εικόνα 1.13: Θωρακισμένοι έναντι αθωράκιστων επαγωγικών αισθητήρων

Τα πλεονεκτήματα των αισθητήρων εγγύτητας είναι:

1. Είναι αυτόνομα, στιβαρά και εξαιρετικά αξιόπιστα.
2. Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής.
3. Έχουν μικρότερο χρόνο μεταγωγής.
4. Είναι συμπαγή και χωρίς συντήρηση.

Τα μειονεκτήματα των αισθητήρων εγγύτητας είναι:

1. Όπως οι διακόπτες reed, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιβάλλοντα που υπόκεινται σε μαγνητικά πεδία (όπως μηχανές συγκόλλησης με αντίσταση).

Εφαρμογές των αισθητήρων εγγύτητας

Οι αισθητήρες εγγύτητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορες εφαρμογές, οι οποίες περιλαμβάνουν:

- Ανίχνευση της τελικής θέσης των γραμμικών ενεργοποιητών όπως οι κύλινδροι και των ημι-περιστροφικών ενεργοποιητών.
- Χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση μεταλλικών τεμαχίων σε μεταφορέα. Δηλαδή, παρουσία ή απουσία τεμαχίου εργασίας στον μεταφορέα.
- Χρησιμοποιούνται σε πρέσες για την ανίχνευση της τελικής θέσης.
- Χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση του σπασίματος τρυπανιού κατά τη διάτρηση.
- Χρησιμοποιούνται επίσης ως συσκευές ανάδρασης σε συσκευές μέτρησης ταχύτητας.

Παράγοντες που επηρεάζουν την απόσταση ανίχνευσης

Η απόσταση μεταγωγής των επαγωγικών αισθητήρων εξαρτάται από την αγωγιμότητα και τη διαπερατότητα του μεταλλικού μέρους του οποίου η παρουσία ή απουσία πρέπει να ανιχνευθεί. Αυτή η απόσταση ποικίλλει ανάλογα με τη σύνθεση του υλικού του αντικειμένου-στόχου, με τον μαλακό χάλυβα να λαμβάνεται ως υλικό για τυπική αναφορά (Πίνακας 1.3.). Αυτό περιγράφεται από τον συντελεστή μείωσης. Ο συντελεστής μείωσης είναι ο παράγοντας με τον οποίο μειώνεται το εύρος ανίχνευσης του επαγωγικού αισθητήρα με βάση τη σύνθεση του υλικού του αντικειμένου που πρόκειται να ανιχνευθεί σε σύγκριση με τον χάλυβα [FE 360] ως τυπική αναφορά.

Πίνακας 1.3 Συντελεστές μείωσης για διάφορα υλικά

Υλικό	Συντελεστής μείωσης
Ανοξείδωτος χάλυβας	0,80 έως 0,85
Χάλυβας νικελίου	0,70 έως 0,90
Αλουμίνιο και ορείχαλκος	0,35-0,50
Χαλκός	0,25 -0,40

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει το εύρος ανίχνευσης των επαγωγικών αισθητήρων είναι η διάμετρος του πηνίου ανίχνευσης. Ένας μικρός αισθητήρας με διάμετρο πηνίου 18 mm έχει τυπικό εύρος 1 mm, ενώ ένας μεγάλος αισθητήρας με διάμετρο πυρήνα 75 mm έχει εύρος ανίχνευσης έως 50 mm ή και περισσότερο.

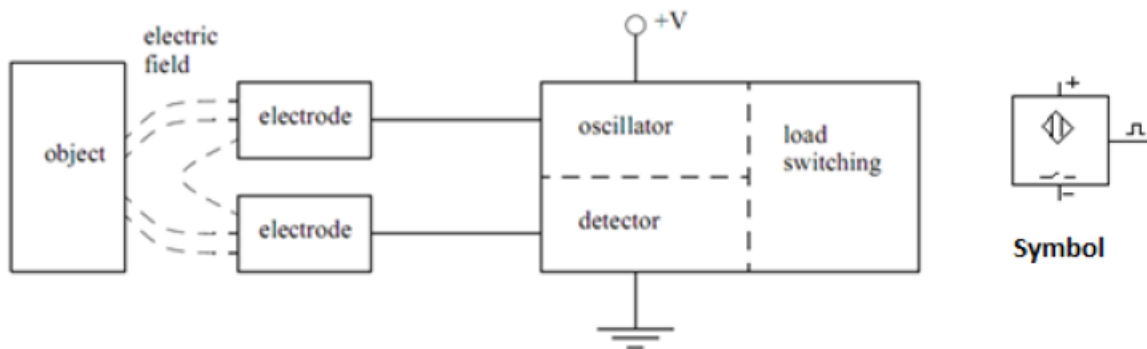
b) Χωρητικοί αισθητήρες (Capacitive sensors)

Οι χωρητικοί αισθητήρες είναι ικανοί να ανιχνεύουν τα περισσότερα υλικά σε αποστάσεις έως λίγα εκατοστά. Γνωρίζουμε ότι:

Περιοχή πλακών * διηλεκτρική σταθερά

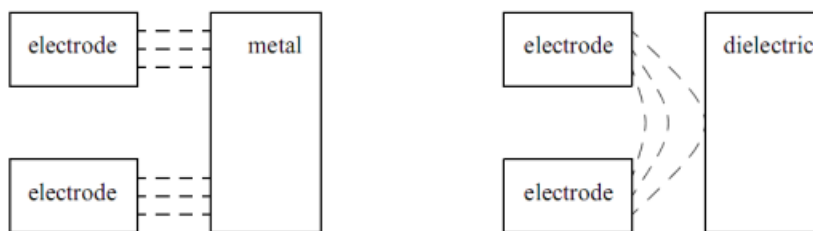
$$\text{Χωρητικότητα} = \frac{\text{Περιοχή πλακών} \cdot \text{διηλεκτρική σταθερά}}{\text{απόσταση μεταξύ πλακών (ηλεκτροδίων)}}$$

Στον αισθητήρα, η περιοχή των πλακών και η απόσταση μεταξύ τους είναι σταθερές. Όμως, η διηλεκτρική σταθερά του χώρου γύρω τους θα ποικίλλει καθώς διαφορετικό υλικό πλησιάζει τον αισθητήρα. Μια απεικόνιση ενός χωρητικού αισθητήρα φαίνεται στο Σχήμα 1.14. Ένα ταλαντούμενο πεδίο χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της χωρητικότητας των πλακών. Όταν αυτή αλλάξει πέρα από την επιλεγμένη ευαισθησία, η έξοδος του αισθητήρα ενεργοποιείται.



Εικόνα 1.14: Χωρητικοί αισθητήρες

Για τον χωρητικό αισθητήρα, η εγγύτητα οποιουδήποτε υλικού κοντά στα ηλεκτρόδια θα αυξήσει τη χωρητικότητα. Αυτό θα μεταβάλει το μέγεθος του ταλαντούμενου σήματος και ο ανιχνευτής θα αποφασίσει πότε αυτό είναι αρκετά μεγάλο για να καθορίσει την εγγύτητα. Αυτοί οι αισθητήρες λειτουργούν καλά για μονωτές (όπως τα πλαστικά) που τείνουν να έχουν υψηλούς διηλεκτρικούς συντελεστές, αυξάνοντας έτσι τη χωρητικότητα. Αλλά, λειτουργούν επίσης καλά για μέταλλα επειδή τα αγώγιμα υλικά στον στόχο εμφανίζονται ως μεγαλύτερα ηλεκτρόδια, αυξάνοντας έτσι τη χωρητικότητα όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.15. Συνολικά, οι αλλαγές χωρητικότητας είναι συνήθως της τάξης των pF.



Dielectrics and Metals Increase the Capacitance

Εικόνα 1.15: Χωρητικοί αισθητήρες για μέταλλα και διηλεκτρικά

Τα πλεονεκτήματα των χωρητικών αισθητήρων εγγύτητας είναι:

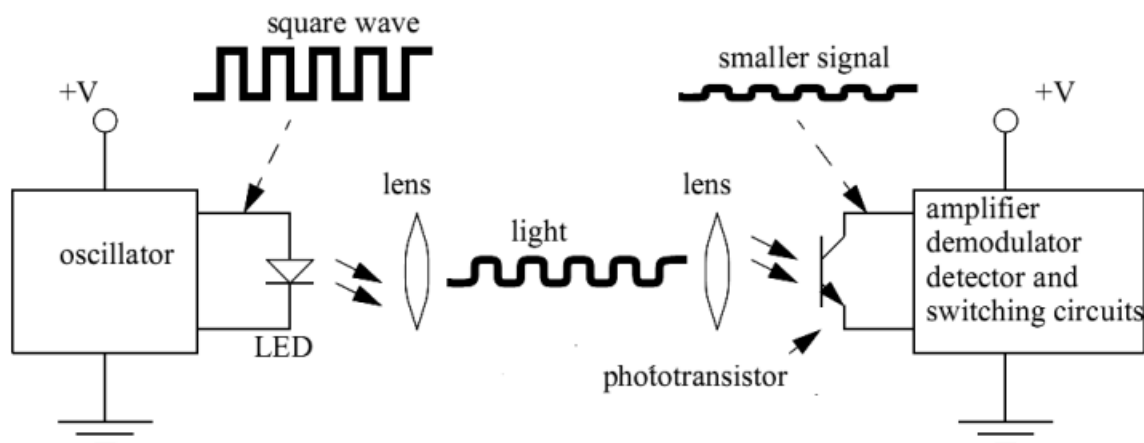
1. Χρησιμοποιούνται ευρέως λόγω της ικανότητάς τους να αντιδρούν με ευρύ φάσμα υλικών.
2. Είναι κατάλληλοι για την ανίχνευση μη μεταλλικών αντικειμένων.
3. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση και παρακολούθηση του επιπέδου σε δοχεία αποθήκευσης.

Τα μειονεκτήματα των χωρητικών αισθητήρων εγγύτητας είναι:

1. Είναι ευαίσθητοι, ειδικά σε υγρά περιβάλλοντα.
2. Χωρίς τον δακτύλιο αντιστάθμισης, ο αισθητήρας θα ήταν πολύ ευαίσθητος στη βρωμιά, το λάδι και άλλους ρύπους που μπορεί να κολλήσουν στον αισθητήρα.

γ) Οπτικοί αισθητήρες εγγύτητας (Optical proximity sensors)

Οι αισθητήρες φωτός χρησιμοποιούνται εδώ και σχεδόν έναν αιώνα - αρχικά χρησιμοποιήθηκαν φωτοκύτταρα για εφαρμογές όπως η ανάγνωση ηχητικών κομματιών σε κινούμενες εικόνες. Αλλά οι σύγχρονοι οπτικοί αισθητήρες είναι πολύ πιο εξελιγμένοι. Οι οπτικοί αισθητήρες απαιτούν τόσο μια πηγή φωτός (πομπό) όσο και έναν ανιχνευτή. Οι πομποί θα παράγουν δέσμες φωτός στο ορατό και αόρατο φάσμα χρησιμοποιώντας LED και διόδους λέιζερ. Οι ανιχνευτές είναι συνήθως κατασκευασμένοι με φωτοδιόδους ή φωτοτρανζίστορ. Ο πομπός και ο ανιχνευτής είναι τοποθετημένοι έτσι ώστε ένα αντικείμενο να μπλοκάρει ή να ανακλά μια δέσμη όταν είναι παρόν. Ένας βασικός οπτικός αισθητήρας φαίνεται στο Σχήμα 1.16.

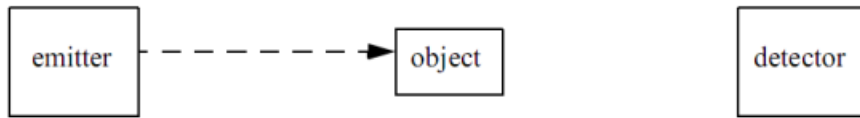


Εικόνα 1.16: Ένας Βασικός Οπτικός αισθητήρας

Στο σχήμα, η δέσμη φωτός παράγεται στα αριστερά, εστιάζεται μέσω ενός φακού. Στην πλευρά του ανιχνευτή, η δέσμη εστιάζεται στον ανιχνευτή με έναν δεύτερο φακό. Εάν η δέσμη διακοπεί, ο ανιχνευτής θα υποδείξει ότι υπάρχει ένα αντικείμενο. Το ταλαντούμενο κύμα φωτός χρησιμοποιείται έτσι ώστε ο αισθητήρας να μπορεί να φιλτράρει το κανονικό φως στο δωμάτιο. Το φως από τον πομπό ανάβει και σβήνει σε μια καθορισμένη συχνότητα. Όταν ο ανιχνευτής λαμβάνει το φως, ελέγχει για να βεβαιωθεί ότι είναι στην ίδια συχνότητα. Εάν λαμβάνεται φως στη σωστή συχνότητα, τότε η δέσμη δεν έχει διακοπεί. Η συχνότητα ταλάντωσης είναι στην περιοχή των KHz και πολύ γρήγορη για να γίνει αντιληπτή. Μια παράπλευρη επίδραση της

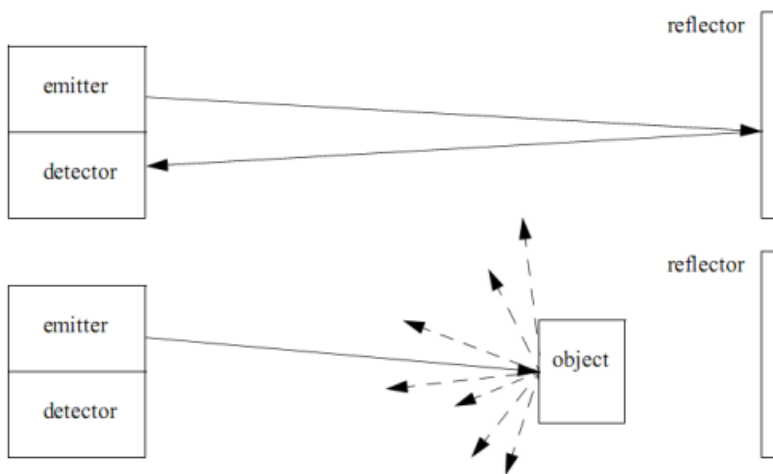
μεθόδου συχνότητας είναι ότι οι αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν με χαμηλότερη ισχύ σε μεγαλύτερες αποστάσεις.

Ένας πομπός μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να δείχνει απευθείας σε έναν ανιχνευτή, αυτό είναι γνωστό ως λειτουργία αντίθεσης (opposed mode). Όταν η δέσμη διακοπεί, το εξάρτημα θα ανιχνευθεί. Αυτός ο αισθητήρας χρειάζεται δύο ξεχωριστά εξαρτήματα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.17. Αυτή η διάταξη λειτουργεί καλά με αδιαφανή και ανακλαστικά αντικείμενα με τον πομπό και τον ανιχνευτή να διαχωρίζονται από αποστάσεις έως και εκατοντάδες πόδια.



Εικόνα 1.17: Οπτικός αισθητήρας λειτουργίας αντίθεσης

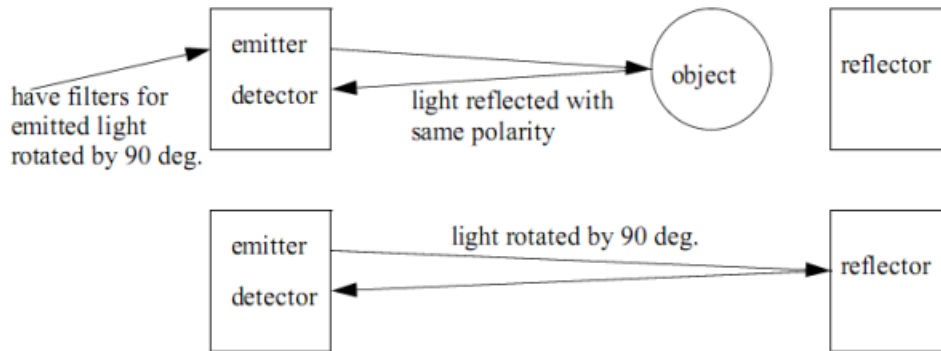
Το να είναι ο πομπός και ο ανιχνευτής χωριστά αυξάνει τα προβλήματα συντήρησης και απαιτείται ευθυγράμμιση. Μια προτιμώμενη λύση είναι η στέγαση του πομπού και του ανιχνευτή σε μία μονάδα. Αλλά, αυτό απαιτεί το φως να ανακλάται πίσω όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.18. Αυτοί οι αισθητήρες είναι κατάλληλοι για μεγαλύτερα αντικείμενα σε απόσταση έως λίγα πόδια.



Εικόνα 1.18: Πομπός και ανιχνευτής σε μία μονάδα

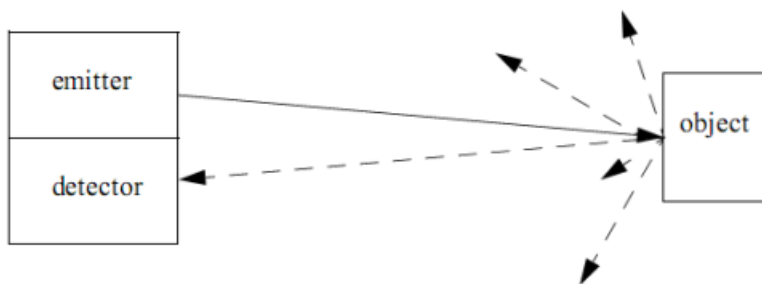
Ο ανακλαστήρας είναι κατασκευασμένος με οθόνες πόλωσης προσανατολισμένες σε γωνίες 90 μοιρών. Εάν το φως ανακλάται απευθείας, το φως δεν περνά μέσα από την οθόνη μπροστά από τον ανιχνευτή. Ο ανακλαστήρας είναι σχεδιασμένος να περιστρέφει τη φάση του φωτός κατά 90 μοίρες, οπότε θα περάσει τώρα μέσα από την οθόνη μπροστά από τον ανιχνευτή. Στο σχήμα, ο πομπός στέλνει μια δέσμη φωτός. Εάν το φως επιστραφεί από τον ανακλαστήρα, το μεγαλύτερο μέρος της δέσμης φωτός επιστρέφεται στον ανιχνευτή. Όταν ένα αντικείμενο διακόπτει τη δέσμη μεταξύ του πομπού και του ανακλαστήρα, η δέσμη δεν ανακλάται πλέον πίσω στον ανιχνευτή και ο αισθητήρας γίνεται ενεργός. Ένα πιθανό πρόβλημα με αυτόν τον αισθητήρα είναι ότι τα ανακλαστικά αντικείμενα θα μπορούσαν να επιστρέψουν μια καλή δέσμη. Αυτό το πρόβλημα ξεπερνιέται με την πόλωση του φωτός στον πομπό (με ένα φίλτρο) και στη συνέχεια με τη χρήση ενός πολωμένου φίλτρου στον ανιχνευτή. Ο ανακλαστήρας χρησιμοποιεί μικρούς κυβικούς ανακλαστήρες και όταν το φως ανακλάται, η πολικότητα περιστρέφεται κατά 90 μοίρες. Εάν το

φως ανακλάται από το αντικείμενο, το φως δεν θα περιστραφεί κατά 90 μοίρες. Έτσι, τα φίλτρα πόλωσης στον πομπό και τον ανιχνευτή περιστρέφονται κατά 90 μοίρες, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.19. Ο ανακλαστήρας είναι πολύ παρόμοιος με τους ανακλαστήρες που χρησιμοποιούνται στα ποδήλατα.



Εικόνα 1.19: Πολωμένο φως σε ανακλαστικούς αισθητήρες

Για τους ανακλαστήρες (retro reflectors), οι ανακλαστήρες είναι αρκετά εύκολο να ευθυγραμμιστούν, αλλά αυτή η μέθοδος εξακολουθεί να απαιτεί δύο τοποθετημένα εξαρτήματα. Ένας διάχυτος αισθητήρας (diffuse sensors) είναι μια ενιαία μονάδα που δεν χρησιμοποιεί ανακλαστήρα, αλλά χρησιμοποιεί εστιασμένο φως όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.20.



Εικόνα 1.20: Διάχυτος αισθητήρας

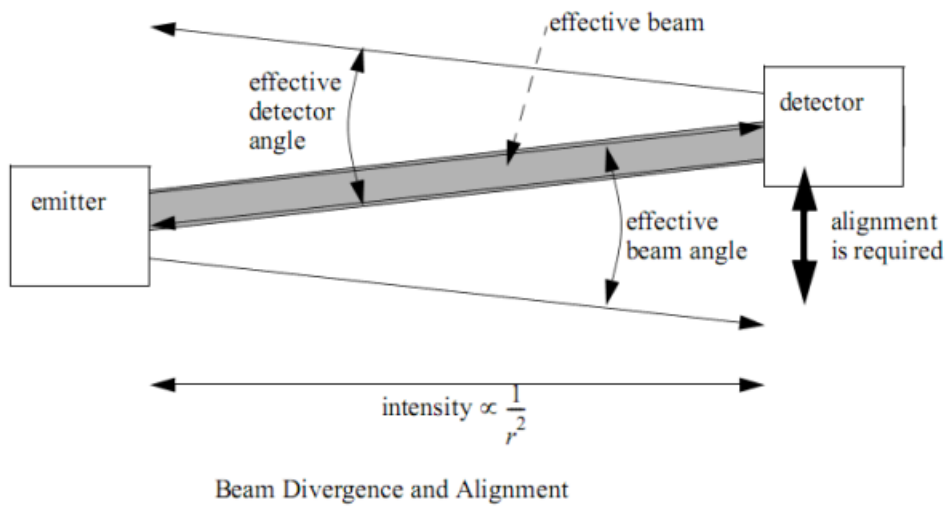
Με τη διάχυτη ανάκλαση, το φως διασκορπίζεται. Αυτό μειώνει την ποσότητα του φωτός που επιστρέφεται. Ως αποτέλεσμα, το φως πρέπει να ενισχυθεί χρησιμοποιώντας φακούς.

Διάχυτοι αισθητήρες

Οι διάχυτοι αισθητήρες χρησιμοποιούν φως εστιασμένο σε ένα δεδομένο εύρος, και χρησιμοποιείται μια ρύθμιση ευαισθησίας για την επιλογή μιας απόστασης. Αυτοί οι αισθητήρες είναι οι ευκολότεροι στη ρύθμιση, αλλά απαιτούν καλά ελεγχόμενες συνθήκες. Για παράδειγμα, εάν πρόκειται να ανιχνεύσει ανοιχτόχρωμα και σκούρα αντικείμενα, θα προέκυπταν προβλήματα.

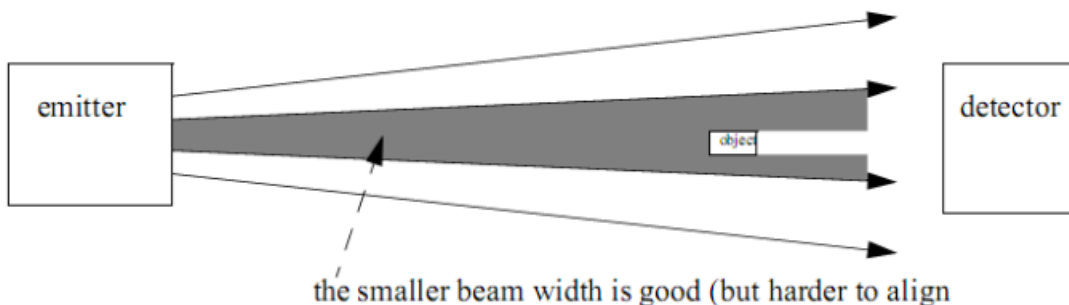
Όταν χρησιμοποιούνται αισθητήρες λειτουργίας αντίθεσης (opposed mode sensors), ο πομπός και ο ανιχνευτής πρέπει να ευθυγραμμιστούν έτσι ώστε η δέσμη του πομπού και το παράθυρο του ανιχνευτή να επικαλύπτονται, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.21. Οι δέσμες πομπού έχουν συνήθως κωνικό σχήμα με μικρή γωνία απόκλισης (μερικές μοίρες ή λιγότερο). Οι ανιχνευτές έχουν επίσης έναν κωνικό όγκο ανίχνευσης. Επομένως, κατά την ευθυγράμμιση αισθητήρων

λειτουργίας αντίθεσης απαιτείται προσοχή όχι μόνο να δείχνει ο πομπός στον ανιχνευτή, αλλά και ο ανιχνευτής στον πομπό. Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη με αυτόν και άλλους αισθητήρες είναι ότι η ένταση του φωτός μειώνεται με την απόσταση, οπότε οι αισθητήρες θα έχουν όριο στην απόσταση διαχωρισμού.



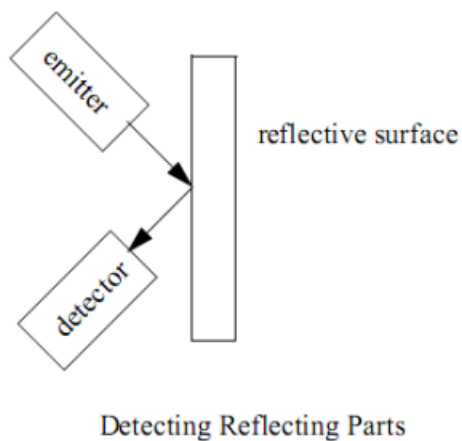
Εικόνα 1.21: Απόκλιση δέσμης και ευθυγράμμιση

Εάν ένα αντικείμενο είναι μικρότερο από το πλάτος της δέσμης φωτός, δεν θα μπορεί να μπλοκάρει πλήρως τη δέσμη όταν βρίσκεται μπροστά, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.22. Αυτό θα δημιουργήσει δυσκολίες στην ανίχνευση, ή ενδεχομένως να σταματήσει εντελώς την ανίχνευση. Οι λύσεις σε αυτό το πρόβλημα είναι η χρήση στενότερων δεσμών ή φαρδύτερων αντικειμένων. Τα καλώδια οπτικών ινών μπορούν να χρησιμοποιηθούν με έναν οπτικό αισθητήρα λειτουργίας αντίθεσης για την επίλυση αυτού του προβλήματος, ωστόσο η μέγιστη αποτελεσματική απόσταση μειώνεται σε μερικά πόδια.



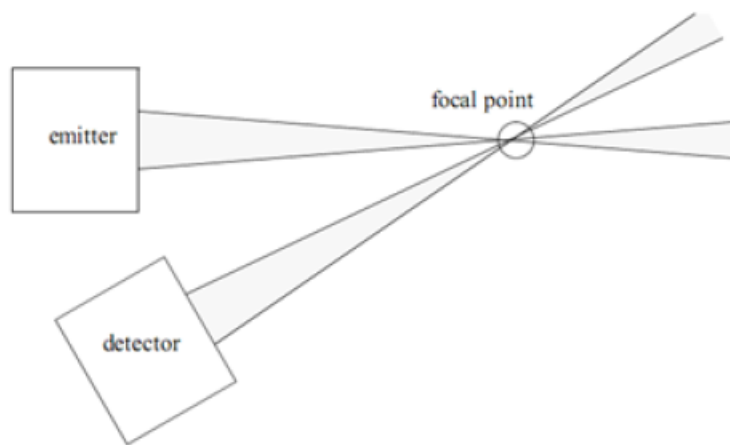
Εικόνα 1.22: Η σχέση μεταξύ πλάτους δέσμης και μεγέθους αντικειμένου

Οι διαχωρισμένοι αισθητήρες μπορούν να ανιχνεύσουν ανακλαστικά μέρη χρησιμοποιώντας ανάκλαση όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.23. Ο πομπός και ο ανιχνευτής είναι τοποθετημένοι έτσι ώστε όταν μια ανακλαστική επιφάνεια είναι στη θέση της, το φως επιστρέφεται στον ανιχνευτή. Όταν η επιφάνεια δεν είναι παρούσα, το φως δεν επιστρέφει.

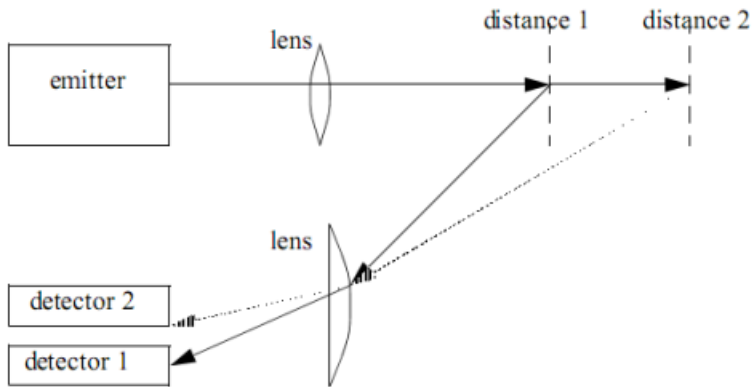


Εικόνα 1.23: Διαχωρισμένοι αισθητήρες

Άλλοι τύποι οπτικών αισθητήρων μπορούν επίσης να εστιάσουν σε ένα μόνο σημείο χρησιμοποιώντας δέσμες που συγκλίνουν αντί να αποκλίνουν. (Σχήμα 1.24) Η δέσμη του πομπού εστιάζεται σε μια απόσταση έτσι ώστε η ένταση του φωτός να είναι μεγαλύτερη στην εστιακή απόσταση. Ο ανιχνευτής μπορεί να κοιτάξει το σημείο από άλλη γωνία, έτσι ώστε οι δύο κεντρικές γραμμές του πομπού και του ανιχνευτή να τέμνονται στο σημείο ενδιαφέροντος. Εάν ένα αντικείμενο είναι παρόν πριν ή μετά το εστιακό σημείο, ο ανιχνευτής δεν θα δει το ανακλώμενο φως. Αυτή η τεχνική μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση πολλαπλών σημείων και εμβέλειας, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.25, όπου η καθαρή γωνία διάθλασης από τον φακό καθορίζει ποιος ανιχνευτής χρησιμοποιείται. Αυτός ο τύπος προσέγγισης, με πολύ περισσότερους ανιχνευτές, χρησιμοποιείται για συστήματα ανίχνευσης εμβέλειας.



Εικόνα 1.24: Ανίχνευση σημείου χρησιμοποιώντας εστιασμένα οπτικά



Εικόνα 1.25: Ανίχνευση πολλαπλών σημείων χρησιμοποιώντας οπτικά

Ορισμένες εφαρμογές δεν επιτρέπουν τη χρήση οπτικών αισθητήρων πλήρους μεγέθους. Οι οπτικές ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον διαχωρισμό των πομπών και των ανιχνευτών από την εφαρμογή. Ορισμένοι προμηθευτές πωλούν επίσης φωτοαισθητήρες που έχουν τα φωτοτρανζίστορ και τα LED διαχωρισμένα από τα ηλεκτρονικά.

1.2.10 Ηλεκτρικοί μετρητές

Ένας ηλεκτρικός μετρητής αποτελείται από ένα πηνίο, σχετικά κυκλώματα και επαφές, ένα πηνίο επαναφοράς, χειροκίνητη επαναφορά, κουμπί απελευθέρωσης και ένα παράθυρο οθόνης. Η ρύθμιση του προκαθορισμένου μετρητή γίνεται πατώντας το κουμπί απελευθέρωσης του μετρητή και εισάγοντας την επιθυμητή τιμή μέτρησης. Η προκαθορισμένη τιμή μέτρησης εμφανίζεται στο παράθυρο. Υπάρχουν δύο τύποι μετρητών:

1. Μετρητής ανόδου (Up counter)
2. Μετρητής καθόδου (Down counter)

Μετρητής ανόδου: Ένας μετρητής ανόδου μετρά τα ηλεκτρικά σήματα προς τα πάνω από το μηδέν. Για κάθε παλμό ηλεκτρικής μέτρησης που εισέρχεται σε ένα πηνίο μετρητή ανόδου, η τιμή του μετρητή αυξάνεται κατά 1. Όταν επιτευχθεί η προκαθορισμένη τιμή, το ρελέ ενεργοποιείται και το σετ επαφών ενεργοποιείται.

Μετρητής καθόδου: Ένας μετρητής καθόδου μετρά τα ηλεκτρικά σήματα προς τα κάτω από την προκαθορισμένη τιμή. Εάν επιτευχθεί η τιμή μέτρησης μηδέν, το ρελέ ενεργοποιείται και το σετ επαφών ενεργοποιείται. Ο μετρητής μπορεί να επαναφερθεί χειροκίνητα πατώντας το κουμπί επαναφοράς ή ηλεκτρικά εφαρμόζοντας έναν παλμό επαναφοράς στο πηνίο επαναφοράς. Η προκαθορισμένη τιμή διατηρείται όταν ο μετρητής επαναφερθεί. Τα σύμβολα του μετρητή ανόδου και του μετρητή καθόδου φαίνονται στο Σχήμα 1.26(a) και στο Σχήμα 1.26(b).

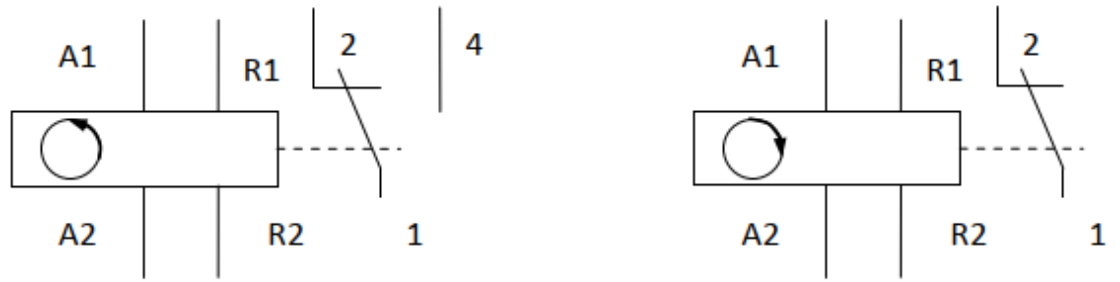


Figure 1.26: a) up counter b) down counter

Εικόνα 1.26: a) μετρητής ανόδου b) μετρητής καθόδου

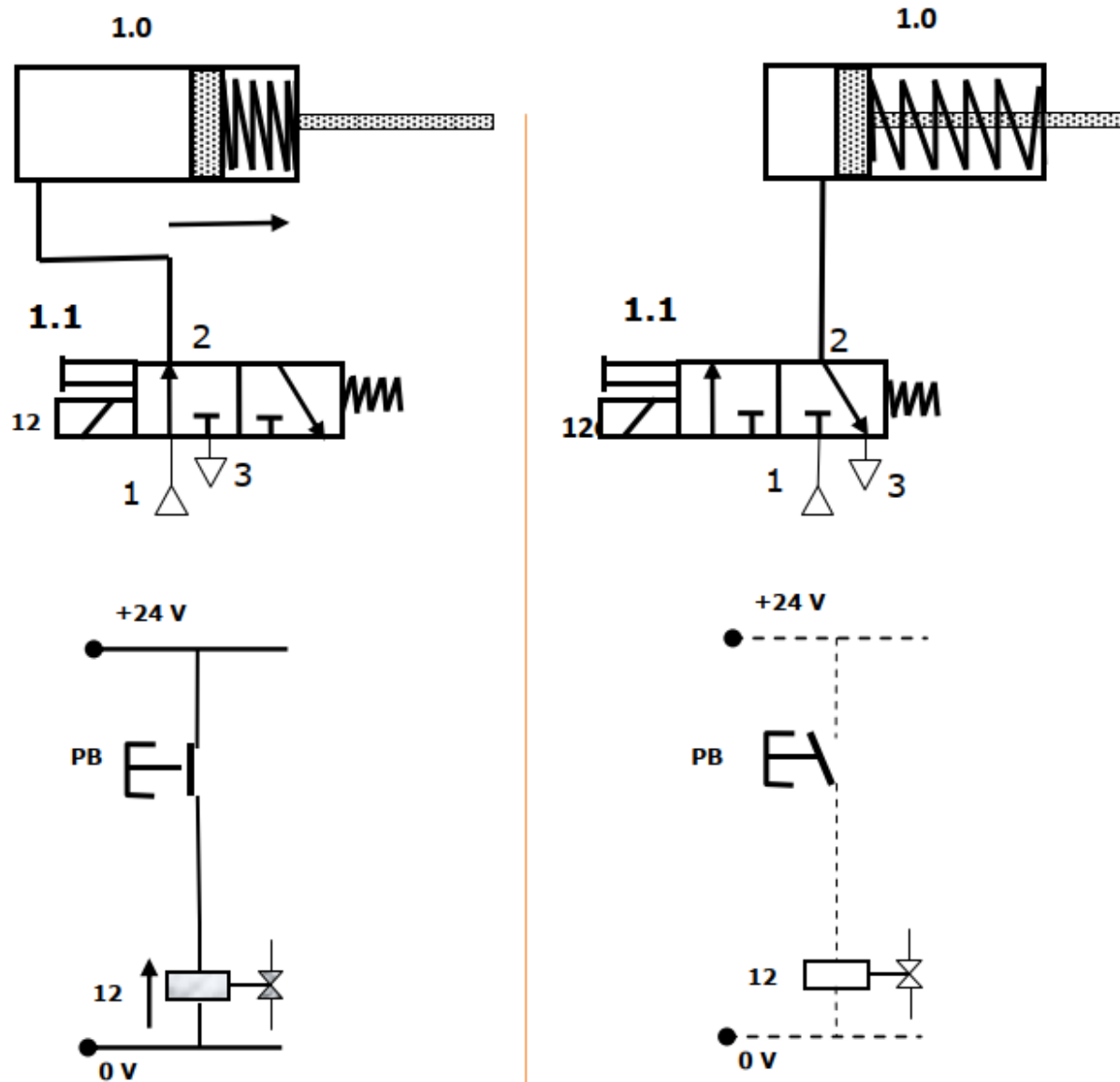
1.3 Ηλεκτρο-πνευματικά κυκλώματα για έναν ενεργοποιητή

Έλεγχος απλών κυλίνδρων χρησιμοποιώντας ηλεκτρο-πνευματικά

Μπροστινή διαδρομή (Forward stroke): Το κύκλωμα κλείνει όταν κλείσει το μπουτόν PB. Παράγεται ένα μαγνητικό πεδίο στο πηνίο Y. Ο οπλισμός στο πηνίο ανοίγει το πέρασμα για τον πεπιεσμένο αέρα. Ο πεπιεσμένος αέρας ρέει από το 1 στο 2 της 3/2 DCV στον κύλινδρο, ο οποίος κινείται στην τελική μπροστινή θέση.

Διαδρομή επιστροφής (Return stroke): Όταν το μπουτόν PB απελευθερωθεί, το κύκλωμα διακόπτεται. Το μαγνητικό πεδίο στο πηνίο Y καταρρέει, η 3/2 δίοδη βαλβίδα επιστρέφει στην αρχική της θέση όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.27. Ο πεπιεσμένος αέρας στον κύλινδρο εκτονώνεται μέσω της θύρας 3 της DCV και ο κύλινδρος κινείται στην τελική πίσω θέση.

10.3.1 Άμεσος Έλεγχος κυλίνδρου μονής ενέργειας (Σχήμα 1.27)

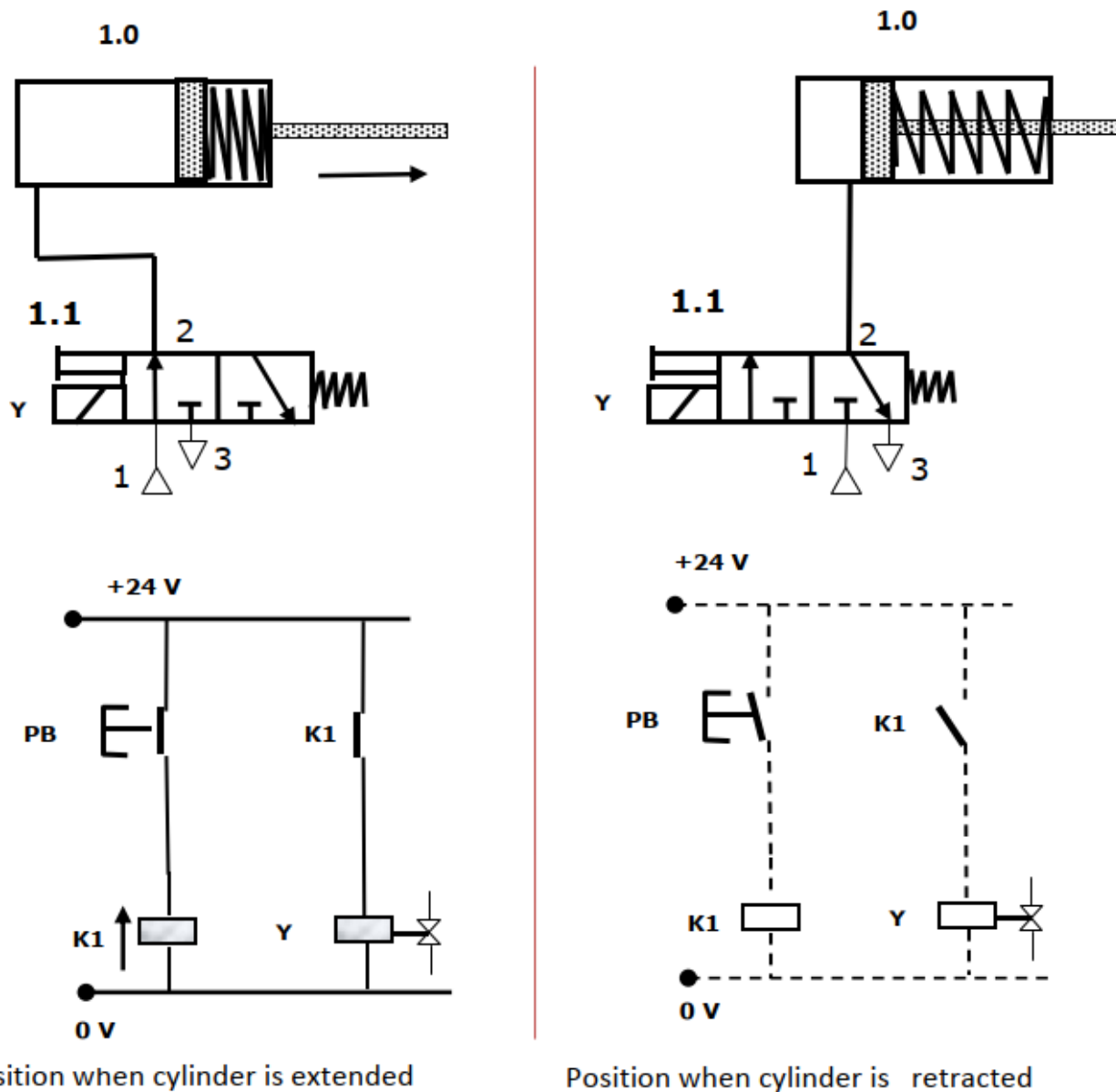


Position when cylinder is extended

Position when cylinder is retracted

Εικόνα 1.27: Άμεσος έλεγχος κυλίνδρου μονής ενέργειας

1.3.2. Έμμεσος Έλεγχος κυλίνδρου μονής ενέργειας (Σχήμα 1.28)

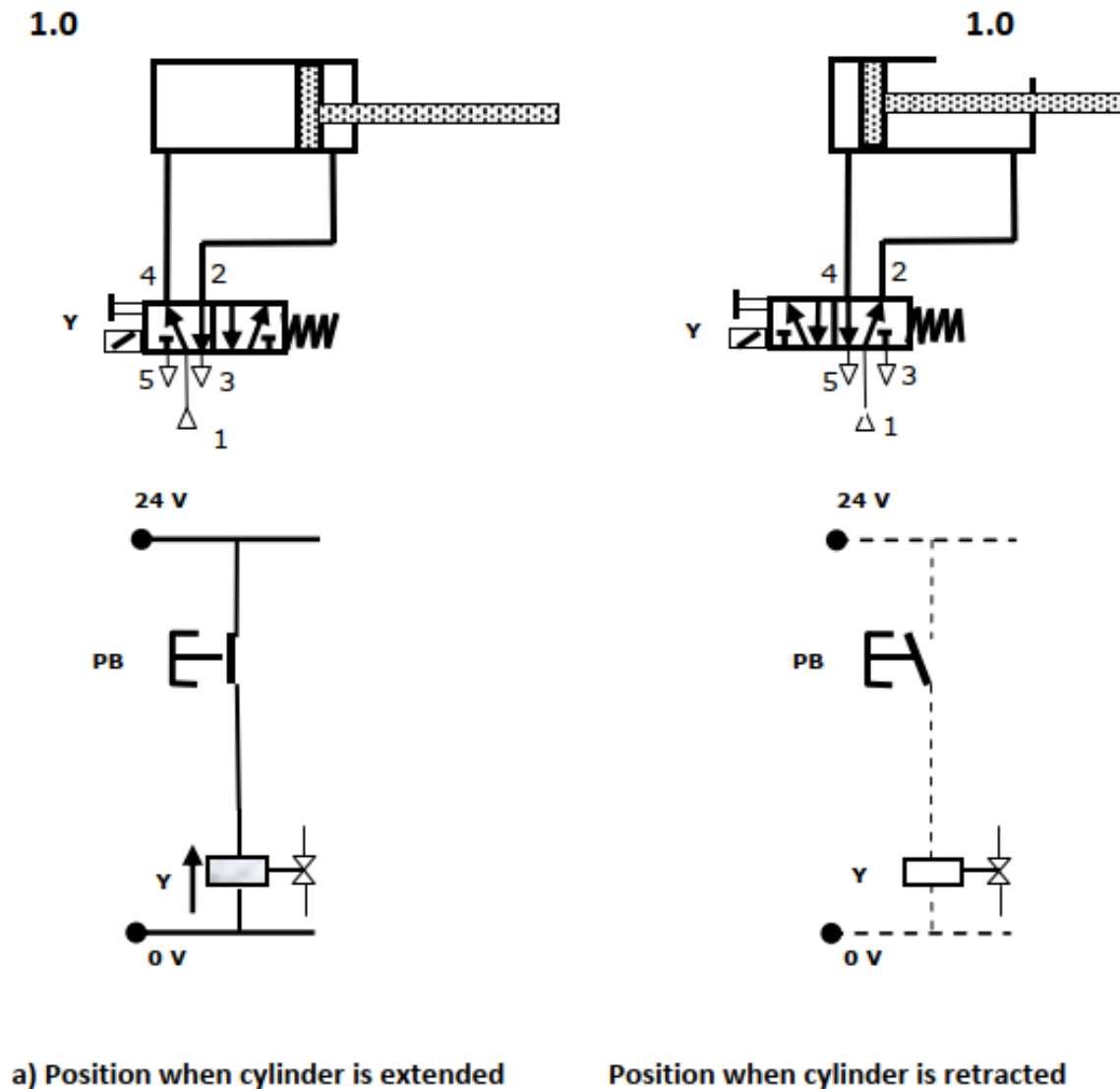


Εικόνα 1.28: Έμμεσος έλεγχος κυλίνδρου μονής ενέργειας

Μπροστινή διαδρομή: Το κύκλωμα κλείνει όταν κλείσει το μπουτόν PB. Το κλείσιμο του μπουτόν PB ενεργοποιεί ένα ρελέ K1. Το πηνίο Y ενεργοποιείται μέσω της κανονικά ανοικτής επαφής K1 (έμμεση ενεργοποίηση). Παράγεται ένα μαγνητικό πεδίο στον οπλισμό του πηνίου Y, το οποίο ανοίγει το πέρασμα για τον πεπιεσμένο αέρα. Ο πεπιεσμένος αέρας ρέει από το 1 στο 2 της 3/2 DCV στον κύλινδρο, ο οποίος κινείται στην τελική μπροστινή θέση.

Διαδρομή επιστροφής: Όταν το μπουτόν PB απελευθερωθεί, το κύκλωμα διακόπτεται. Το άνοιγμα του μπουτόν PB απενεργοποιεί ένα ρελέ K1. Το μαγνητικό πεδίο στο πηνίο Y καταρρέει λόγω του ανοίγματος της επαφής K1, η 3/2 δίοδη βαλβίδα επιστρέφει στην αρχική της θέση όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.28. Ο πεπιεσμένος αέρας στον κύλινδρο εκτονώνεται μέσω της θύρας 3 της DCV και ο κύλινδρος κινείται στην τελική πίσω θέση.

1.3.3 Άμεσος Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας (Σχήμα 1.29)

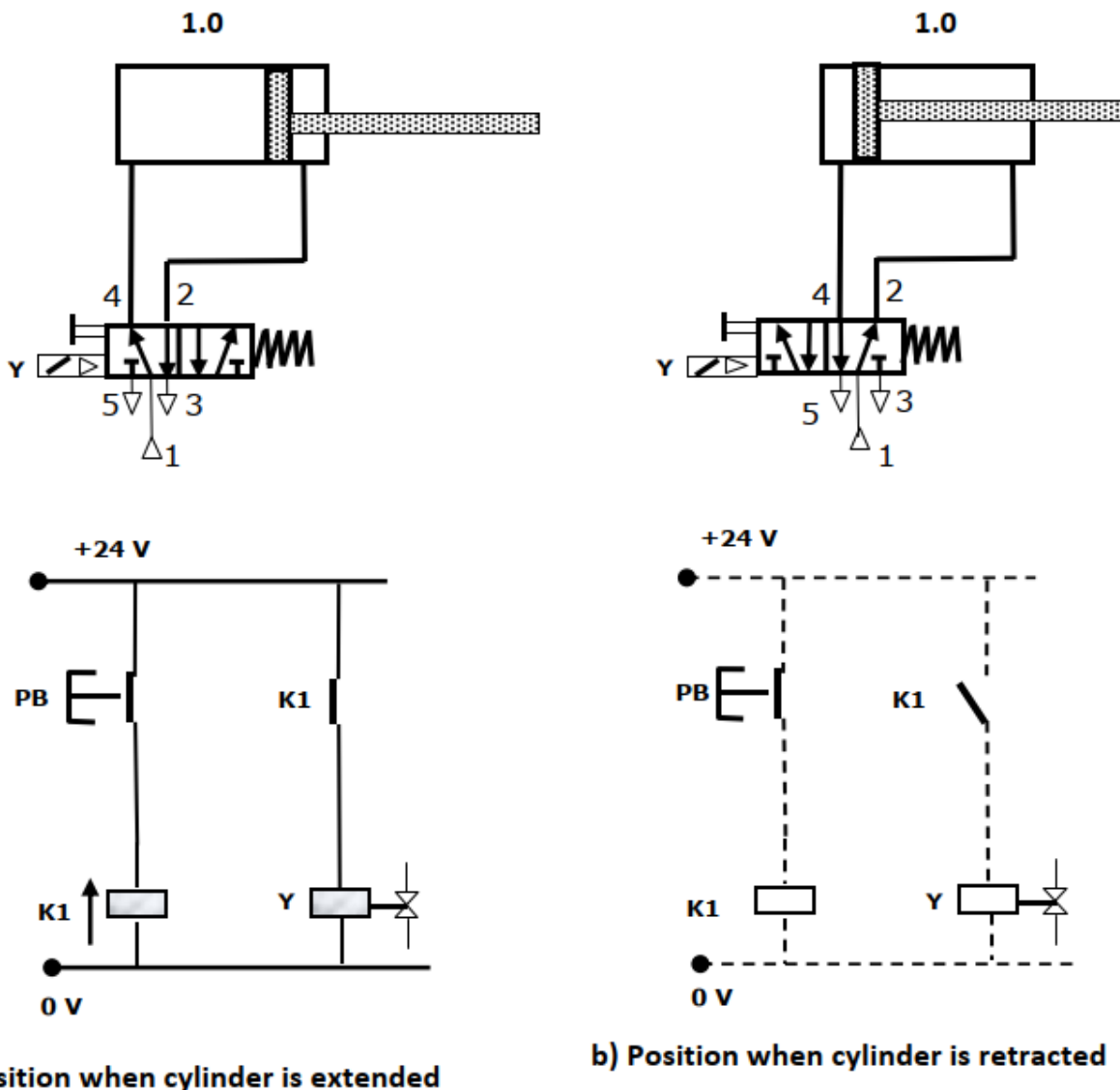


Εικόνα 1.29: Άμεσος έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας

Μπροστινή διαδρομή: Ο κύλινδρος διπλής ενέργειας ελέγχεται από 5/2 δίοδη βαλβίδα. Όταν πατηθεί το μπουτόν PB, το πηνίο Y ενεργοποιείται και η βαλβίδα κατεύθυνσης ελέγχου ενεργοποιείται από πεπιεσμένο αέρα μέσω πιλοτικού ελέγχου. Το έμβολο κινείται στην τελική μπροστινή θέση.

Διαδρομή επιστροφής: Όταν το μπουτόν PB απελευθερωθεί, το κύκλωμα διακόπτεται. Το μαγνητικό πεδίο στο πηνίο Y καταρρέει, το ελατήριο επιστροφής της 5/2 ενεργοποιείται και η 5/2 δίοδη βαλβίδα επιστρέφει στην αρχική της θέση όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.29. Ο πεπιεσμένος αέρας στον κύλινδρο εκτονώνεται μέσω της θύρας 5 της 5/2 DCV και ο κύλινδρος κινείται στην τελική πίσω θέση.

1.3.4 Έμμεσος Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας (χρησιμοποιώντας 5/2 δίοδη, μονού σωληνοειδούς)

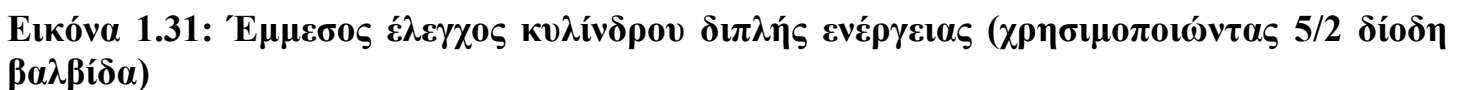


Εικόνα 1.30: Έμμεσος έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας

Μπροστινή διαδρομή: Το κύκλωμα κλείνει όταν κλείσει το μπουτόν PB. Το κλείσιμο του μπουτόν PB ενεργοποιεί ένα ρελέ K1. Το πηνίο Y ενεργοποιείται μέσω της κανονικά ανοικτής επαφής K1 (έμμεση ενεργοποίηση). Παράγεται ένα μαγνητικό πεδίο στον οπλισμό του πηνίου Y, το οποίο ανοίγει το πέρασμα για τον πεπιεσμένο αέρα μέσω εσωτερικού πιλότου. Ο πεπιεσμένος αέρας ρέει από το 1 στο 4 της 5/2 DCV στον κύλινδρο, ο οποίος κινείται στην τελική μπροστινή θέση.

Διαδρομή επιστροφής: Όταν το μπουτόν PB απελευθερωθεί, το κύκλωμα διακόπτεται. Το άνοιγμα του μπουτόν PB απενεργοποιεί ένα ρελέ K1. Το μαγνητικό πεδίο στο πηνίο Y καταρρέει λόγω του ανοίγματος της επαφής K1, η 5/2 δίοδη βαλβίδα επιστρέφει στην αρχική της θέση όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.30. Ο πεπιεσμένος αέρας στον κύλινδρο εκτονώνεται μέσω της θύρας 5

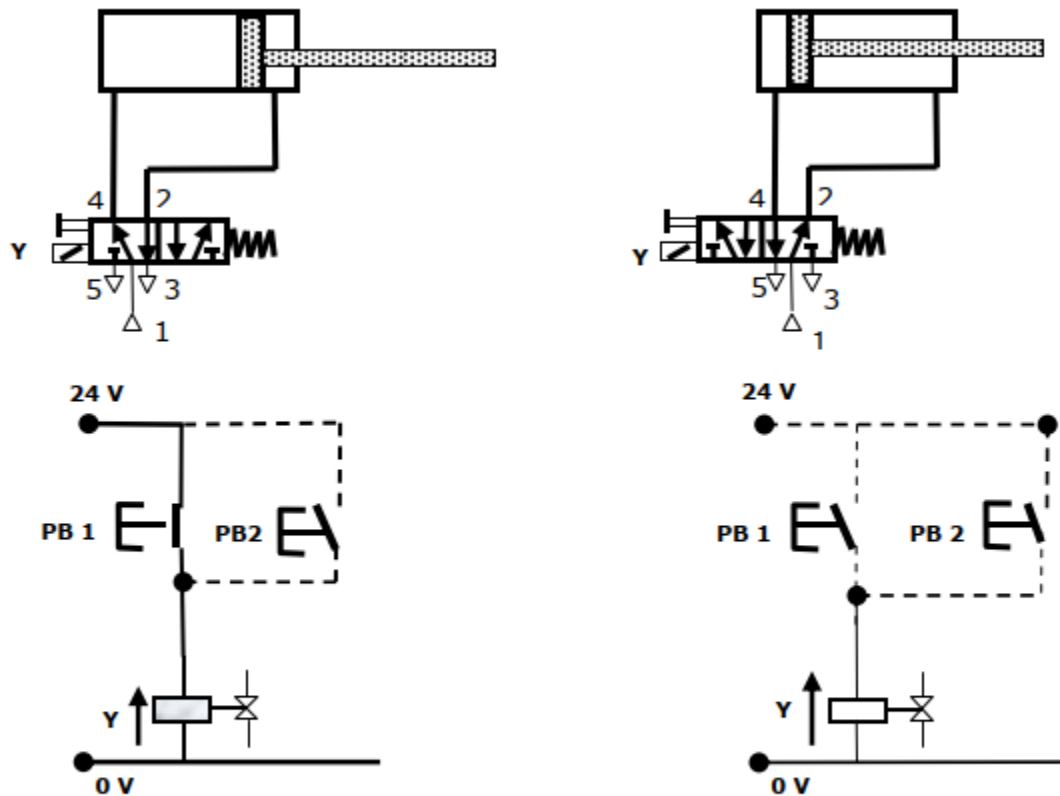
1.3.5 Έμμεσος Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας (χρησιμοποιώντας 5/2 δίοδη, διπλού σωληνοειδούς) (Σχήμα 1.31)



Διαδρομή επιστροφής: Όταν το μπουτόν PB1 απελευθερωθεί και το PB2 πατηθεί. Το άνοιγμα του μπουτόν PB1 απενεργοποιεί ένα ρελέ K1. Το μαγνητικό πεδίο στο πηνίο Y1 καταρρέει λόγω του ανοίγματος της επαφής K1. Το κλείσιμο του PB2 ενεργοποιεί το Y2 και το έμβολο επιστρέφει στην αρχική του θέση ως αποτέλεσμα της αλλαγής θέσης της 5/2 δίοδης βαλβίδας. Η 5/2 δίοδη βαλβίδα κατεύθυνσης δεν θα αλλάξει θέση εάν υπάρχει ενεργό αντίθετο σήμα. Για παράδειγμα,

εάν το Y1 είναι ενεργοποιημένο και δοθεί σήμα στο Y2, δεν θα υπάρξει αντίδραση καθώς θα υπήρχε ένα αντίθετο σήμα.

1.3.6 Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας Λογική πύλη OR (Παράλληλο κύκλωμα) (Σχήμα 1.32)



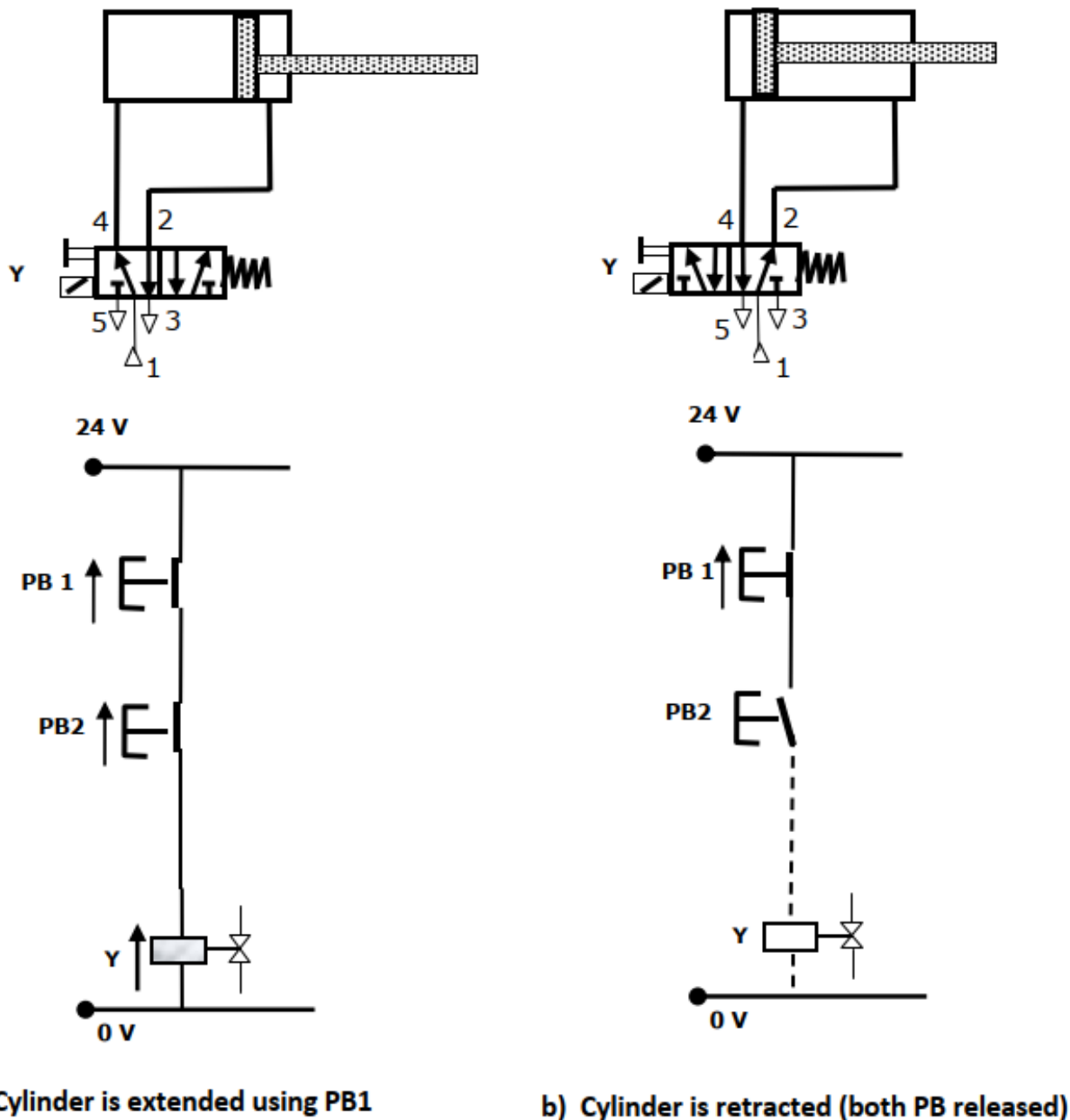
a) Cylinder is extended using PB1

b) Cylinder is retracted (both PB released)b)

Εικόνα 1.32: Λογική πύλη OR

Το έμβολο ενός κυλίνδρου διπλής ενέργειας πρέπει να κινείται προς τα έξω όταν πατηθεί οποιοσδήποτε από τους δύο διακόπτες μπουτόν. Πρέπει να επιστρέφει όταν και οι δύο απελευθερωθούν. Όταν πατηθεί το μπουτόν PB1 ή PB2, το πηνίο Y1 ενεργοποιείται. Η βαλβίδα κατεύθυνσης ελέγχου αλλάζει θέση και το έμβολο κινείται στην τελική μπροστινή θέση. Όταν και οι δύο διακόπτες μπουτόν απελευθερωθούν, το σήμα αφαιρείται από το Y1 και ο κύλινδρος επιστρέφει στην αρχική του θέση.

1.3.7 Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας Λογική πύλη AND (Σχήμα 1.33)



Εικόνα 1.33: Λογική πύλη AND

1.3.8 Κυκλώματα ασφάλισης (Latching circuits)

Ένας κύλινδρος διπλής ενέργειας πρόκειται να ελεγχθεί χρησιμοποιώντας 5/2 δίοδη βαλβίδα κατεύθυνσης ελέγχου, μονού σωληνοειδούς, επιστροφής με ελατήριο. Όταν πατηθεί το μπουτόν PB1, ο κύλινδρος πρέπει να εκτείνεται και να παραμένει σε αυτή τη θέση όταν το PB1 απελευθερωθεί. Ο κύλινδρος πρέπει να ανασυρθεί πλήρως όταν πατηθεί το PB2. Επιπλέον, ο κύλινδρος πρέπει να παραμένει στην ανασυρμένη θέση ακόμη και όταν το PB2 απελευθερωθεί.

Να αναπτυχθεί ένα Ηλεκτρο-πνευματικό κύκλωμα ελέγχου με ηλεκτρική ασφάλιση με: α) κυρίαρχο off b) κυρίαρχο On.

Λύση

Στο ακόλουθο πνευματικό κύκλωμα, ένας κύλινδρος διπλής ενέργειας ελέγχεται από 5/2 δίοδη βαλβίδα. Όταν το Y1 ενεργοποιείται, ο κύλινδρος κινείται προς τα εμπρός. Όταν το Y1 απενεργοποιείται, ο κύλινδρος ανασύρεται στην αρχική του θέση. Μπορούμε να κατασκευάσουμε το κύκλωμα ασφάλισης χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα ηλεκτρικά εξαρτήματα:

1. Χρησιμοποιήστε μπουτόν NO για τον έλεγχο ON ή Εκκίνησης.
2. Χρησιμοποιήστε μπουτόν NC για τον έλεγχο OFF ή Διακοπής.
3. Χρησιμοποιήστε ένα ρελέ.

Το κύκλωμα ασφάλισης μπορεί να είναι κυρίαρχο ON ή κυρίαρχο Off. Η κυρίαρχη θέση αναφέρεται στην κατάσταση του πηνίου του ρελέ (κυκλώματος) όταν εφαρμόζονται ταυτόχρονα τα σήματα εκκίνησης και διακοπής.

α) Κύκλωμα ασφάλισης με Κυρίαρχο OFF

Όταν το κουμπί Εκκίνησης (PB1) και το κουμπί Διακοπής (PB2) πατηθούν ταυτόχρονα, εάν το κύκλωμα περάσει στην κατάσταση OFF, τότε ένα τέτοιο κύκλωμα ονομάζεται κύκλωμα ασφάλισης Κυρίαρχου OFF.

Ανατρέξτε στο Σχήμα 1.34,

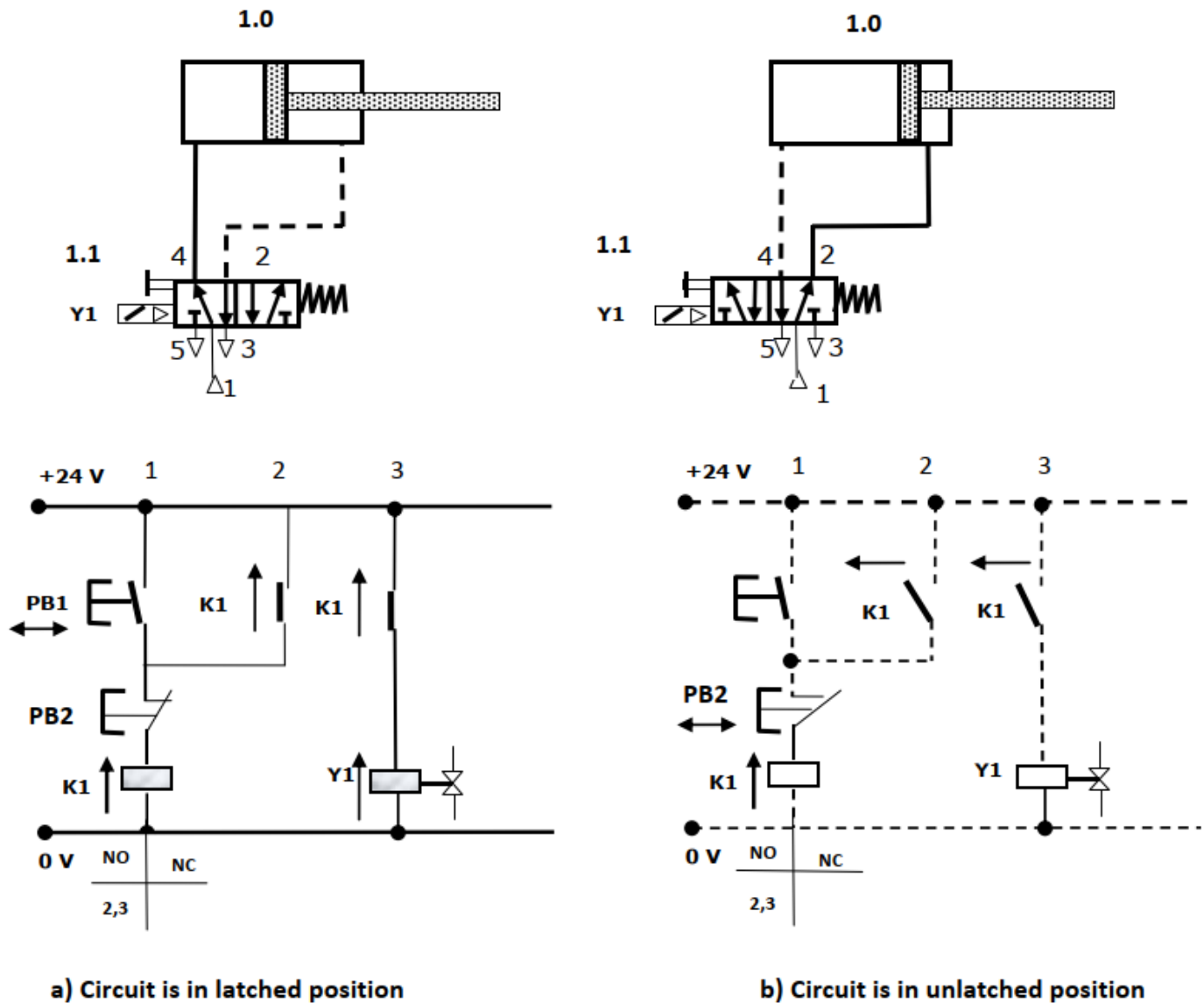
α) Όταν πατήσουμε και απελευθερώσουμε το μπουτόν START PB1, λαμβάνονται οι ακόλουθες λειτουργίες:

1. Το πηνίο ρελέ K1 στο κλάδο 1 (κάθετα) ενεργοποιείται. Όλες οι επαφές K1 κλείνουν.
2. Παρατηρήστε ότι υπάρχει μια επαφή NO του K1 στον κλάδο 2, η οποία συνδέεται παράλληλα με το PB1. Αυτή η επαφή NO του K1 ασφαλίζει το μπουτόν εκκίνησης. Επομένως, ακόμη και αν το PB1 απελευθερωθεί, η επαφή NO του K1 στον κλάδο 2 διατηρεί το πηνίο K1 ενεργοποιημένο.
3. Υπάρχει μια άλλη επαφή NO στον κλάδο 3, η οποία συνδέεται με το Y1. Όταν το μπουτόν PB1 πατηθεί, αυτή παραμένει επίσης κλειστή, με αποτέλεσμα ο κύλινδρος να κινείται προς τα εμπρός και να παραμένει εκεί μέχρι να πατηθεί το κουμπί διακοπής PB2.

β) Όταν πατήσουμε στιγμιαία και απελευθερώσουμε το μπουτόν STOP PB2, λαμβάνονται οι ακόλουθες λειτουργίες:

1. Το πηνίο ρελέ K1 στον κλάδο 1 (κάθετα) απενεργοποιείται. Όλες οι επαφές K1 ανοίγουν.
2. Η επαφή NO του K1 στον κλάδο 2, η οποία συνδέεται παράλληλα με το PB1, είναι τώρα ανοικτή. Αυτή η επαφή NO του K1 δεν ασφαλίζει πλέον το μπουτόν εκκίνησης.
3. Η επαφή NO στον κλάδο 3 είναι επίσης ανοικτή τώρα, η οποία απενεργοποιείται. Ως αποτέλεσμα, ο κύλινδρος κινείται πίσω στην αρχική του θέση και παραμένει εκεί μέχρι να πατηθεί ξανά το κουμπί εκκίνησης PB1.

Όταν το κουμπί Εκκίνησης (PB1) και το κουμπί Διακοπής (PB2) πατηθούν ταυτόχρονα, οι επαφές K1 είναι ανοικτές και το κύκλωμα περνά στην κατάσταση OFF. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο αυτό το κύκλωμα ονομάζεται κύκλωμα ασφάλισης Κυρίαρχου OFF.



Εικόνα 1.33: Κύκλωμα Κυρίαρχου OFF

b) Κύκλωμα ασφάλισης με Κυρίαρχο ON

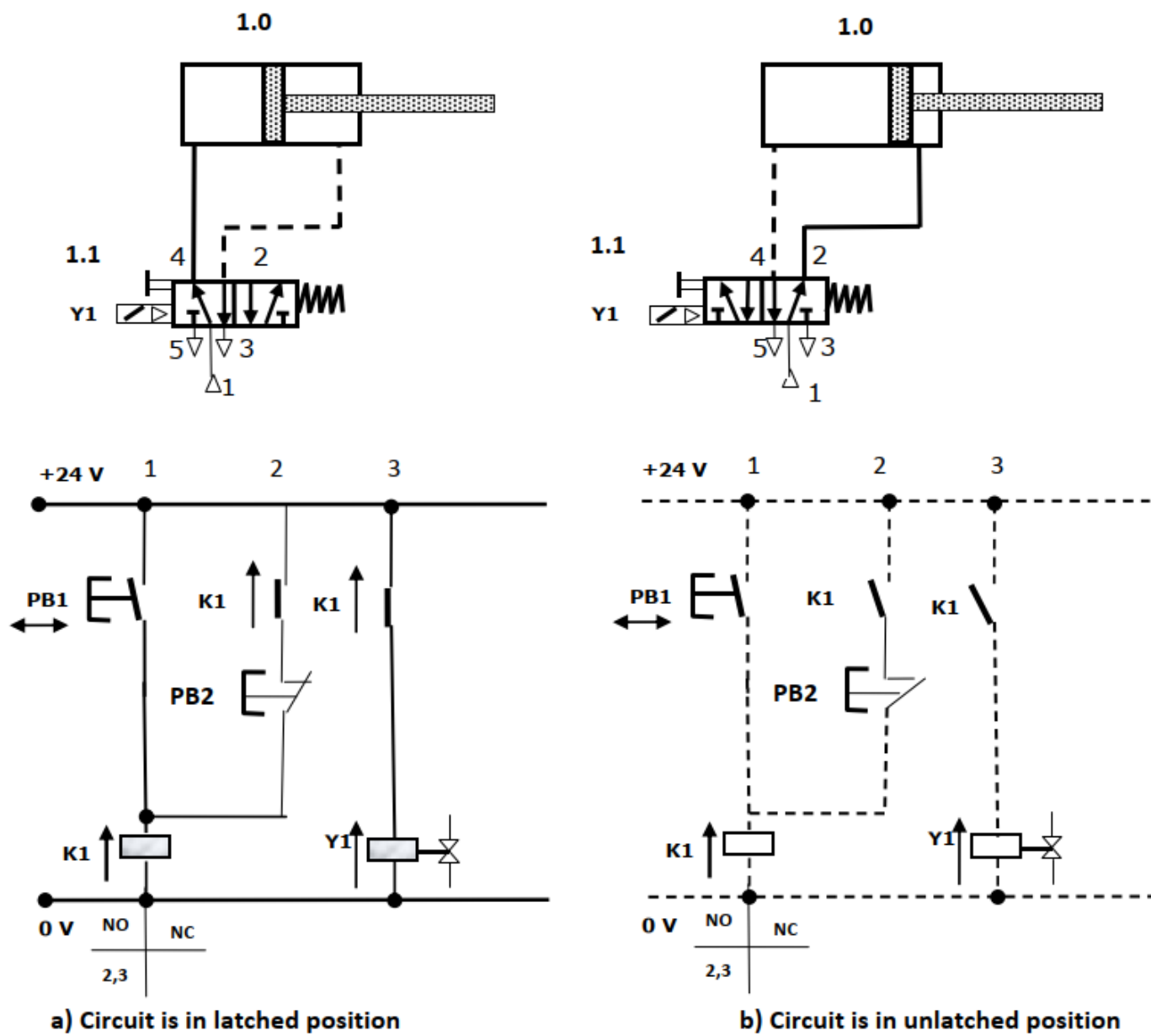
Όταν το κουμπί Εκκίνησης (PB1) και το κουμπί Διακοπής (PB2) πατηθούν ταυτόχρονα, εάν το κύκλωμα περάσει στην κατάσταση ON, τότε ένα τέτοιο κύκλωμα ονομάζεται κύκλωμα ασφάλισης Κυρίαρχου ON.

Ανατρέξτε στο Σχήμα 1.34,

a) Όταν πατήσουμε και απελευθερώσουμε το μπουτόν START PB1, λαμβάνονται οι ακόλουθες λειτουργίες:

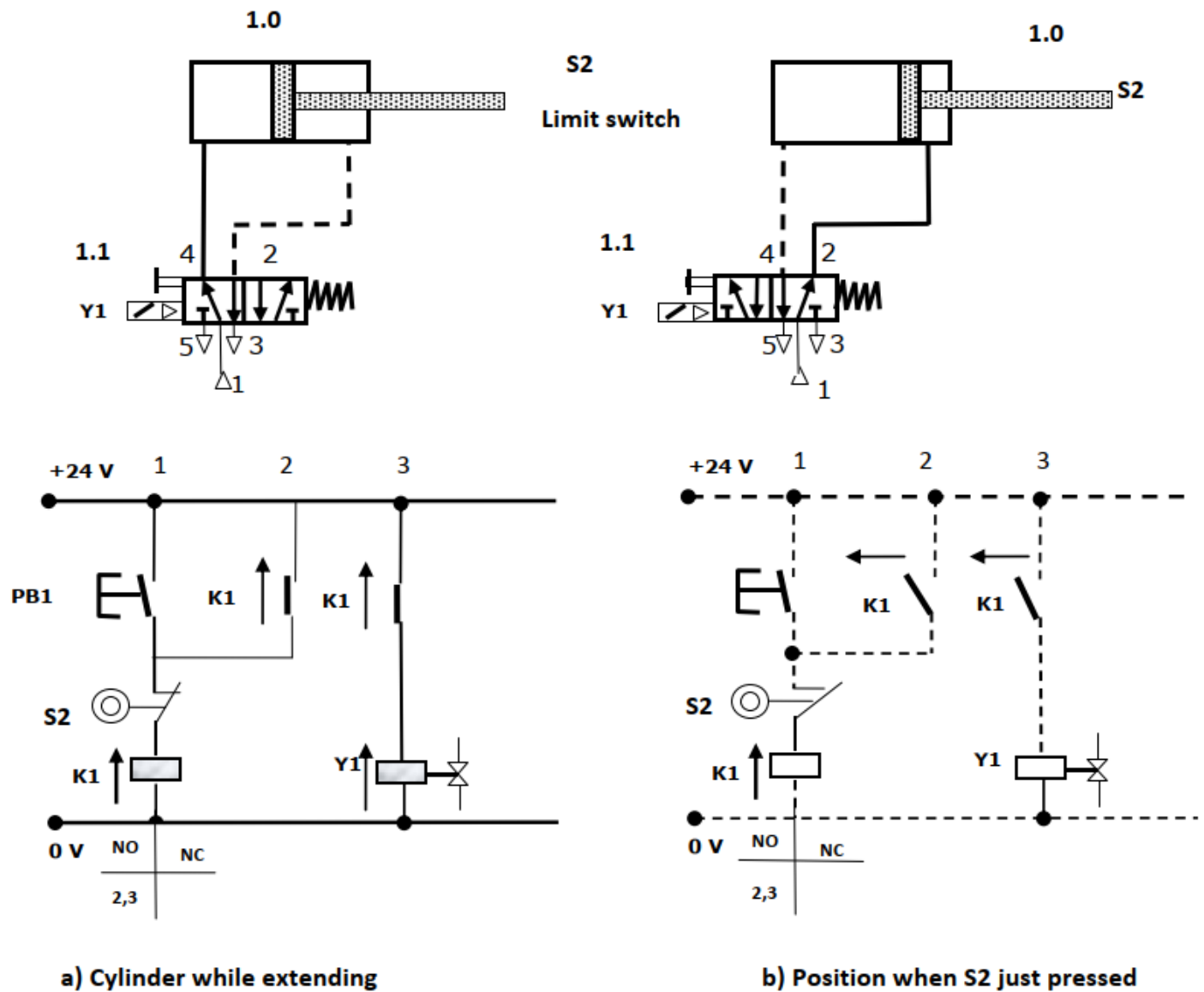
4. Το πηνίο ρελέ K1 στον κλάδο 1 (κάθετα) ενεργοποιείται. Όλες οι επαφές K1 κλείνουν.

5. Παρατηρήστε ότι υπάρχει μια επαφή NO του K1 στον κλάδο 2, η οποία συνδέεται παράλληλα με το PB1 και σε σειρά με το PB2. Αυτή η επαφή NO του K1 ασφαλίζει το μπουτόν εκκίνησης. Επομένως, ακόμη και αν το PB1 απελευθερωθεί, η επαφή NO του K1 στον κλάδο 2 διατηρεί το πηνίο K1 ενεργοποιημένο.
 6. Υπάρχει μια άλλη επαφή NO στον κλάδο 3, η οποία συνδέεται με το Y1. Όταν το μπουτόν PB1 πατηθεί, αυτή παραμένει επίσης κλειστή, με αποτέλεσμα ο κύλινδρος να κινείται προς τα εμπρός και να παραμένει εκεί μέχρι να πατηθεί το κουμπί διακοπής PB2.
- b) Όταν πατήσουμε στιγμιαία και απελευθερώσουμε το μπουτόν STOP PB2, λαμβάνονται οι ακόλουθες λειτουργίες:
1. Το πηνίο ρελέ K1 στον κλάδο 1 (κάθετα) απενεργοποιείται. Όλες οι επαφές K1 ανοίγουν.
 2. Η επαφή NO του K1 στον κλάδο 2, η οποία συνδέεται παράλληλα με το PB1, είναι τώρα ανοικτή. Αυτή η επαφή NO του K1 δεν ασφαλίζει πλέον το μπουτόν εκκίνησης.
 3. Η επαφή NO στον κλάδο 3 είναι επίσης ανοικτή τώρα, η οποία απενεργοποιείται. Ως αποτέλεσμα, ο κύλινδρος κινείται πίσω στην αρχική του θέση και παραμένει στην αρχική θέση μέχρι να πατηθεί ξανά το κουμπί εκκίνησης PB1.
- Όταν το κουμπί Εκκίνησης (PB1) και το κουμπί Διακοπής (PB2) πατηθούν ταυτόχρονα, οι επαφές K1 είναι ανοικτές και το κύκλωμα περνά στην κατάσταση OFF. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο αυτό το κύκλωμα ονομάζεται κύκλωμα ασφάλισης Κυρίαρχου OFF.



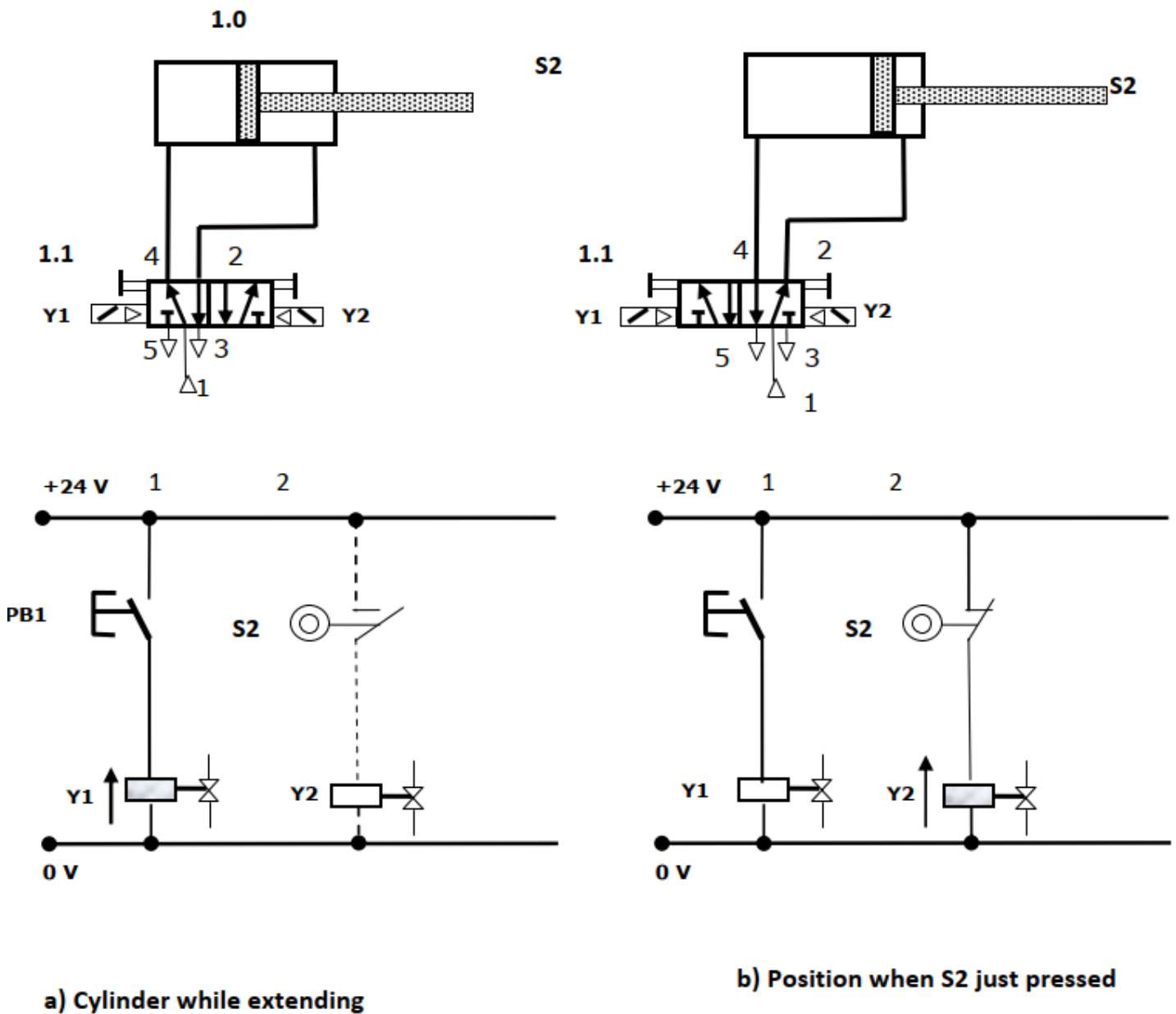
Εικόνα 1.34: Κύκλωμα Κυρίαρχου ON

1.3.9 Αυτόματη επιστροφή κυλίνδρου διπλής ενέργειας (επιστροφή με ελατήριο) (Σχήμα 1.35)



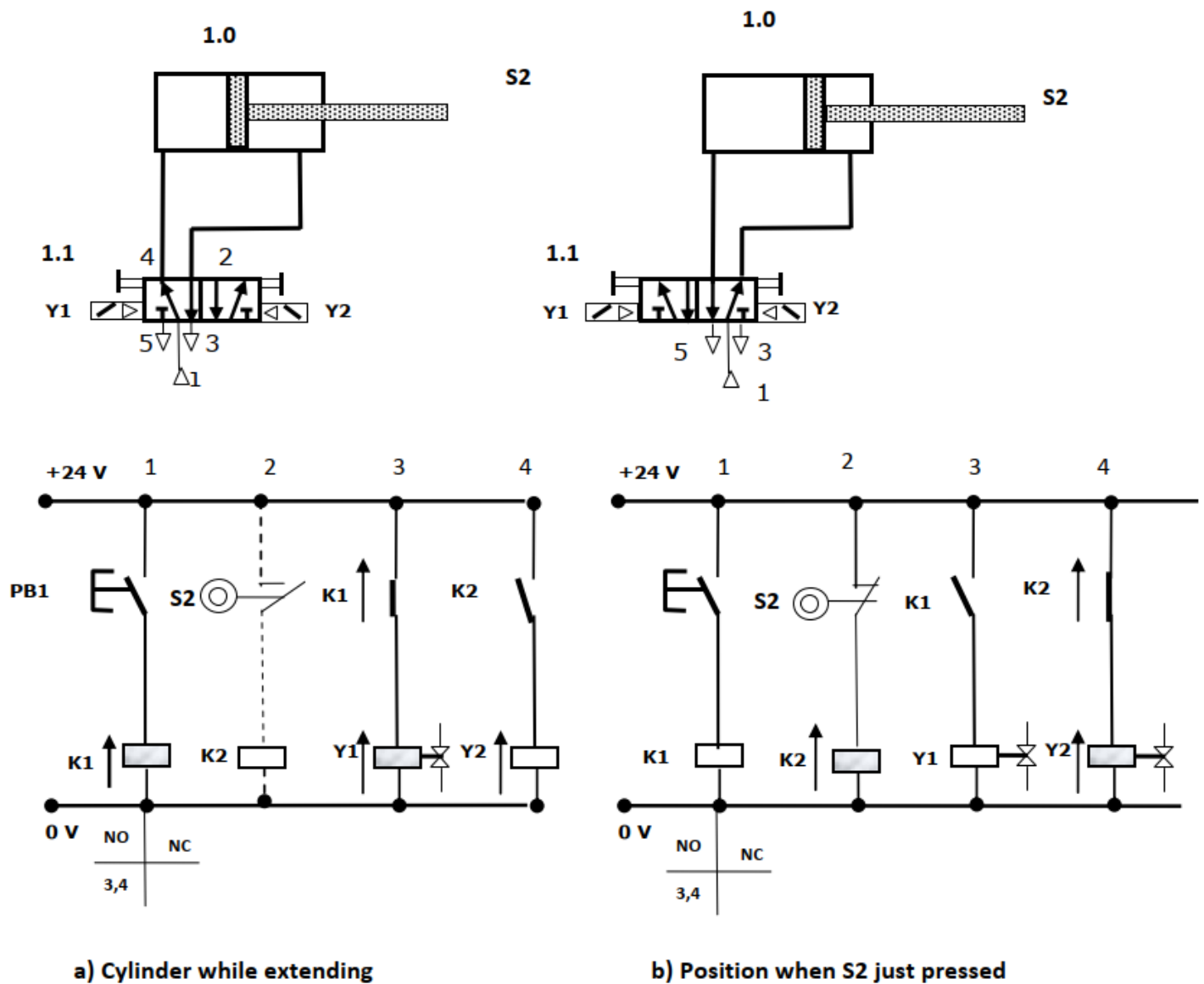
Εικόνα 1.35: Αυτόματη επιστροφή κυλίνδρων διπλής ενέργειας χρησιμοποιώντας μόνο σωληνοειδές

1.3.10 Άμεσος έλεγχος αυτόματης επιστροφής κυλίνδρου διπλής ενέργειας (διπλό σωληνοειδές) (Σχήμα 1.36)



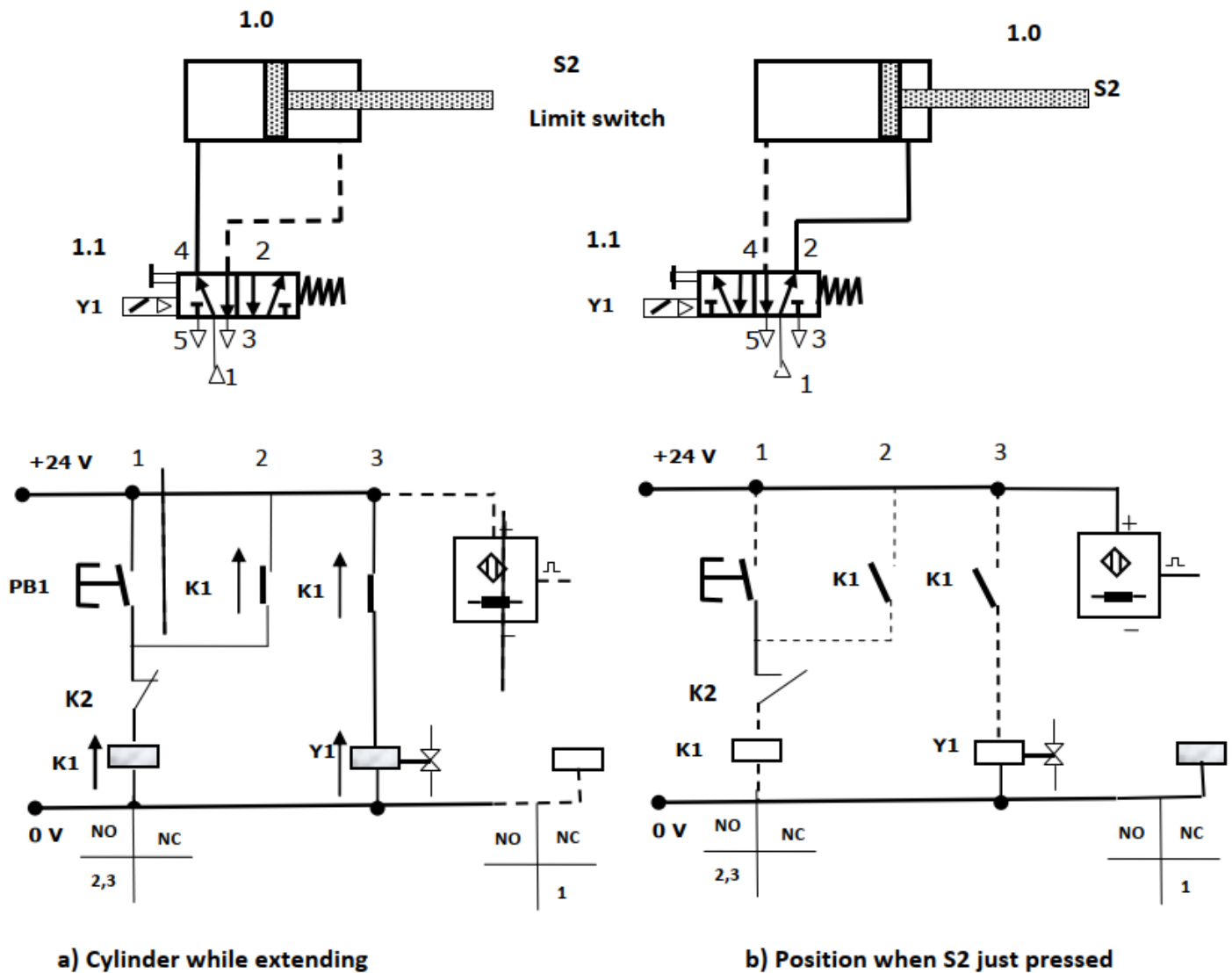
Εικόνα 1.36: Αυτόματη επιστροφή κυλίνδρου διπλής ενέργειας χρησιμοποιώντας διπλό σωληνοειδές

1.3.11 Έμμεσος έλεγχος αυτόματης επιστροφής κυλίνδρου διπλής ενέργειας (διπλό σωληνοειδές) (Σχήμα 1.37)



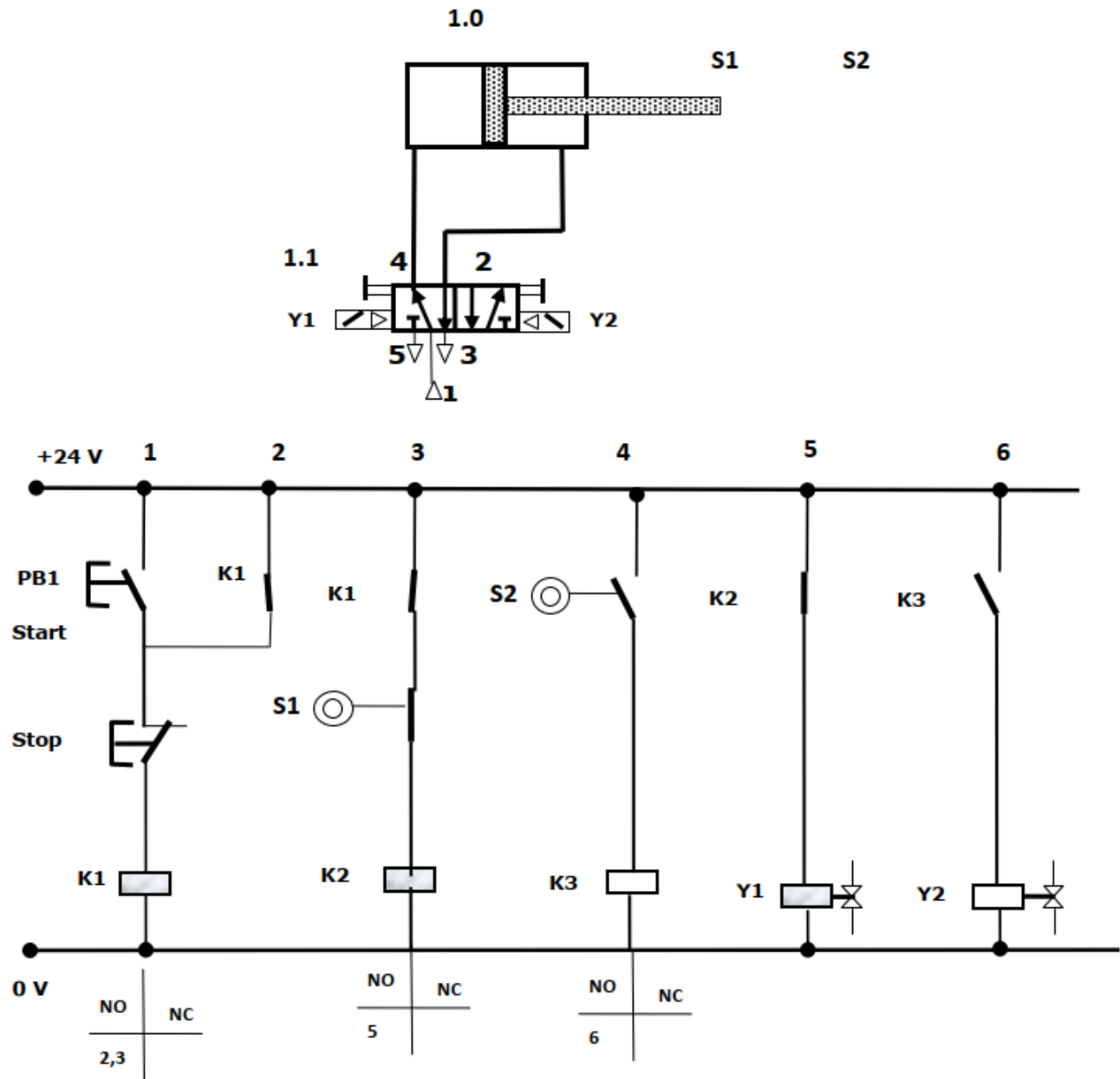
Εικόνα 1.37: Έμμεσος Αυτόματος έλεγχος επιστροφής κυλίνδρου διπλής ενέργειας χρησιμοποιώντας διπλό σωληνοειδές

1.3.12 Αυτόματη επιστροφή κυλίνδρου διπλής ενέργειας (χρησιμοποιώντας διακόπτη εγγύτητας) (Σχήμα 1.38)



Εικόνα 1.38: Αυτόματη επιστροφή κυλίνδρου διπλής ενέργειας χρησιμοποιώντας διακόπτη εγγύτητας

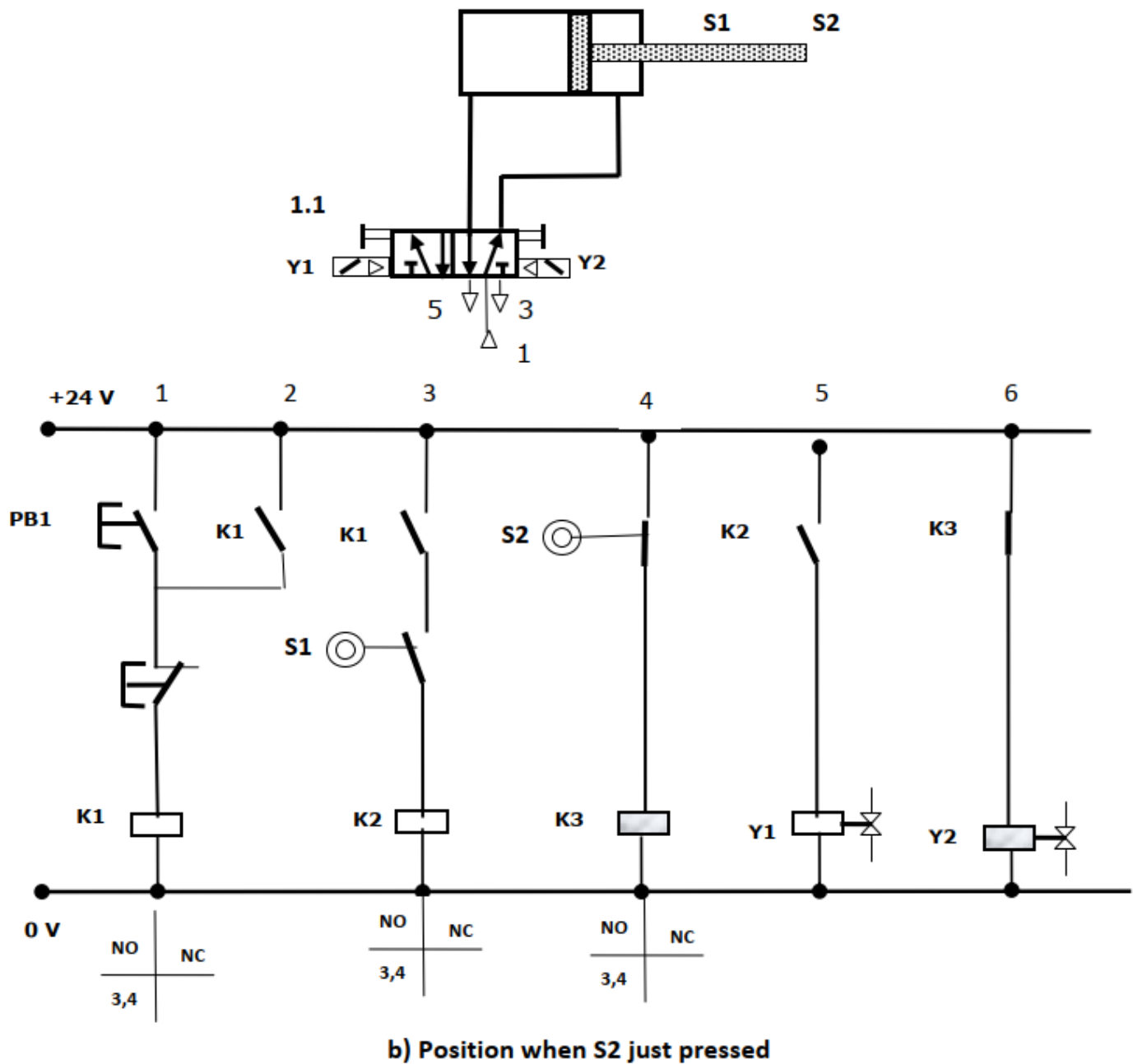
1.3.13 Παλινδρομική κίνηση κυλίνδρου διπλής ενέργειας (Εμπρός) (Σχήμα 1.39)



a) Cylinder while extending

Εικόνα 1.39: Παλινδρομική κίνηση κυλίνδρου διπλής ενέργειας (κίνηση προς τα εμπρός)

1.3.14 Παλινδρομική κίνηση κυλίνδρου διπλής ενέργειας (Επιστροφή) (Σχήμα 1.40)

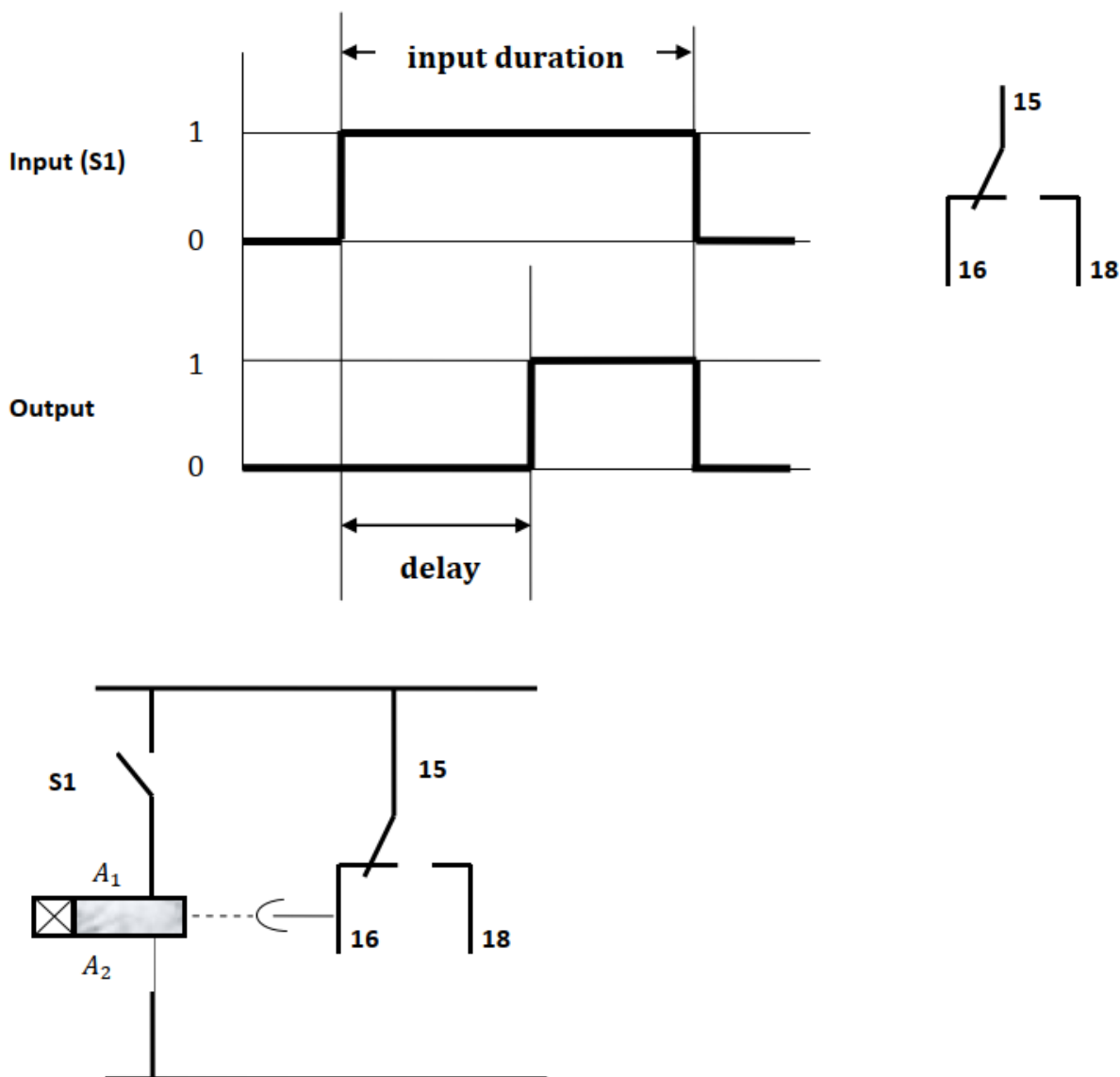


Εικόνα 1.40: Παλινδρομική κίνηση κυλίνδρου διπλής ενέργειας (κίνηση επιστροφής)

1.3.15 Έλεγχος συστήματος με χρονομετρημένη απόκριση

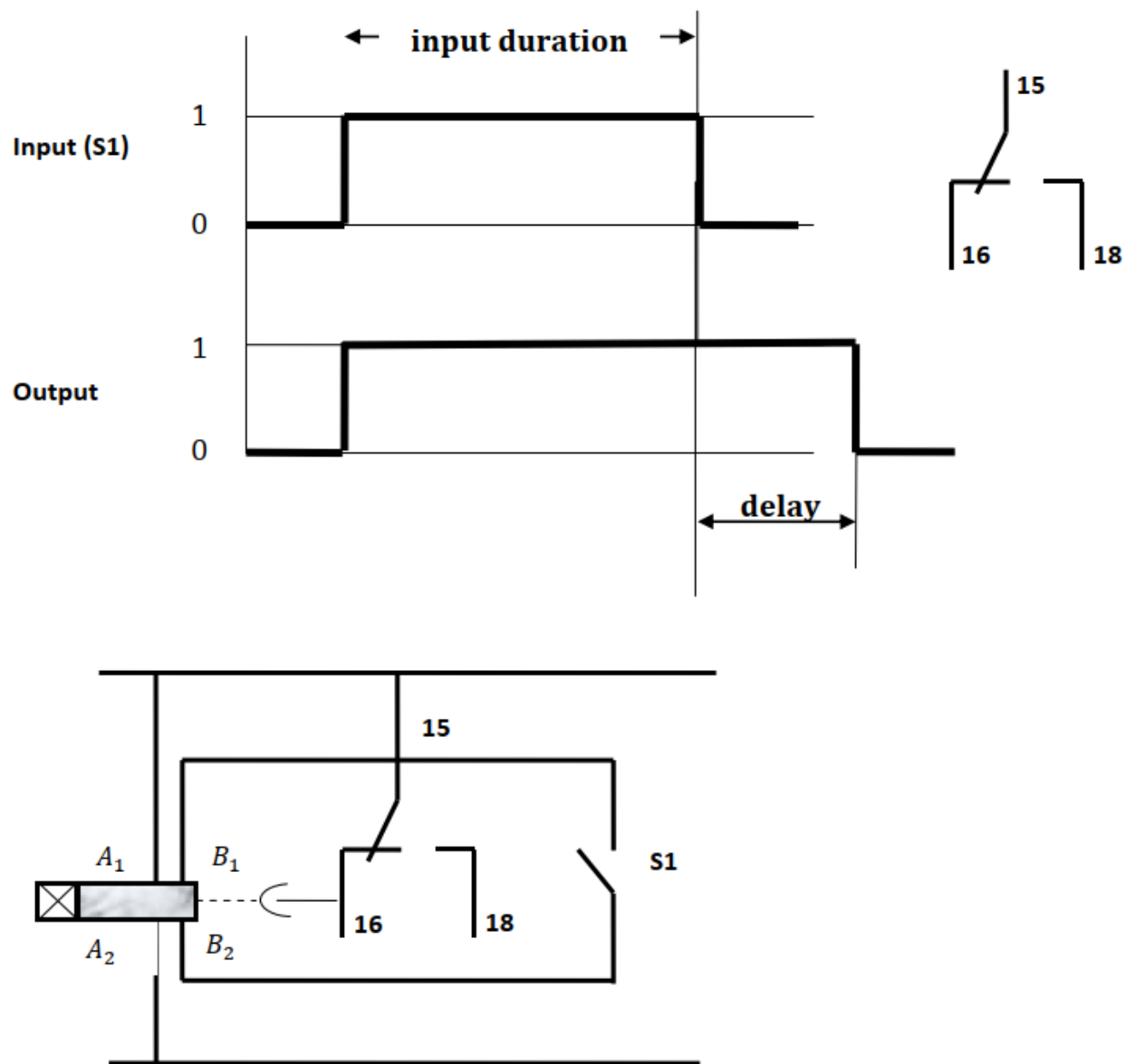
Τα συστήματα ελέγχου στα οποία έχει εκχωρηθεί μια συγκεκριμένη ακολουθία χρονισμού πρέπει να είναι εξοπλισμένα με ηλεκτρικά ρελέ χρονικής υστέρησης. Υπάρχουν συστήματα ελέγχου που επηρεάζονται καθαρά από τον χρόνο ή από συνδυασμό σάρωσης διαδρομής (path scanning) και χρόνου. Αυτά τα ρελέ χρονικής υστέρησης, τα οποία είναι συνήθως ηλεκτρονικά ρελέ χρονικής υστέρησης στις μέρες μας, έχουν δύο βασικούς τύπους χρονομετρημένης απόκρισης. Αναφέρονται ως ρελέ χρονικής υστέρησης με καθυστέρηση ενεργοποίησης (energising delay) και καθυστέρηση απενεργοποίησης (de-energising delay). Το ρελέ χρονικής υστέρησης με καθυστέρηση ενεργοποίησης και το ρελέ χρονικής υστέρησης με καθυστέρηση απενεργοποίησης φαίνονται στα Σχήματα 1.41 και 1.42.

α) Ρελέ χρονικής υστέρησης με καθυστέρηση ενεργοποίησης



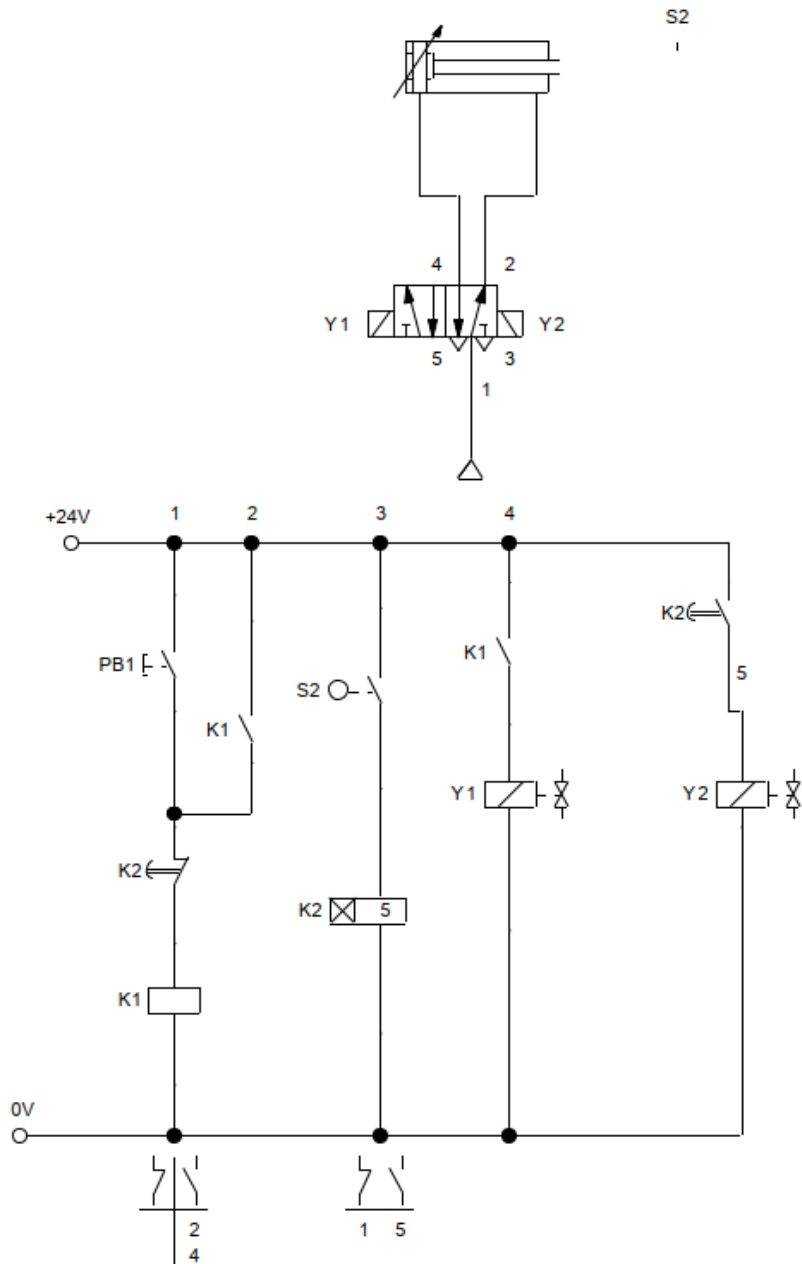
Εικόνα 1.41: Ρελέ χρονικής υστέρησης με καθυστέρηση ενεργοποίησης

b) Ρελέ χρονικής υστέρησης με καθυστέρηση απενεργοποίησης



Εικόνα 1.42: Ρελέ χρονικής υστέρησης με καθυστέρηση απενεργοποίησης

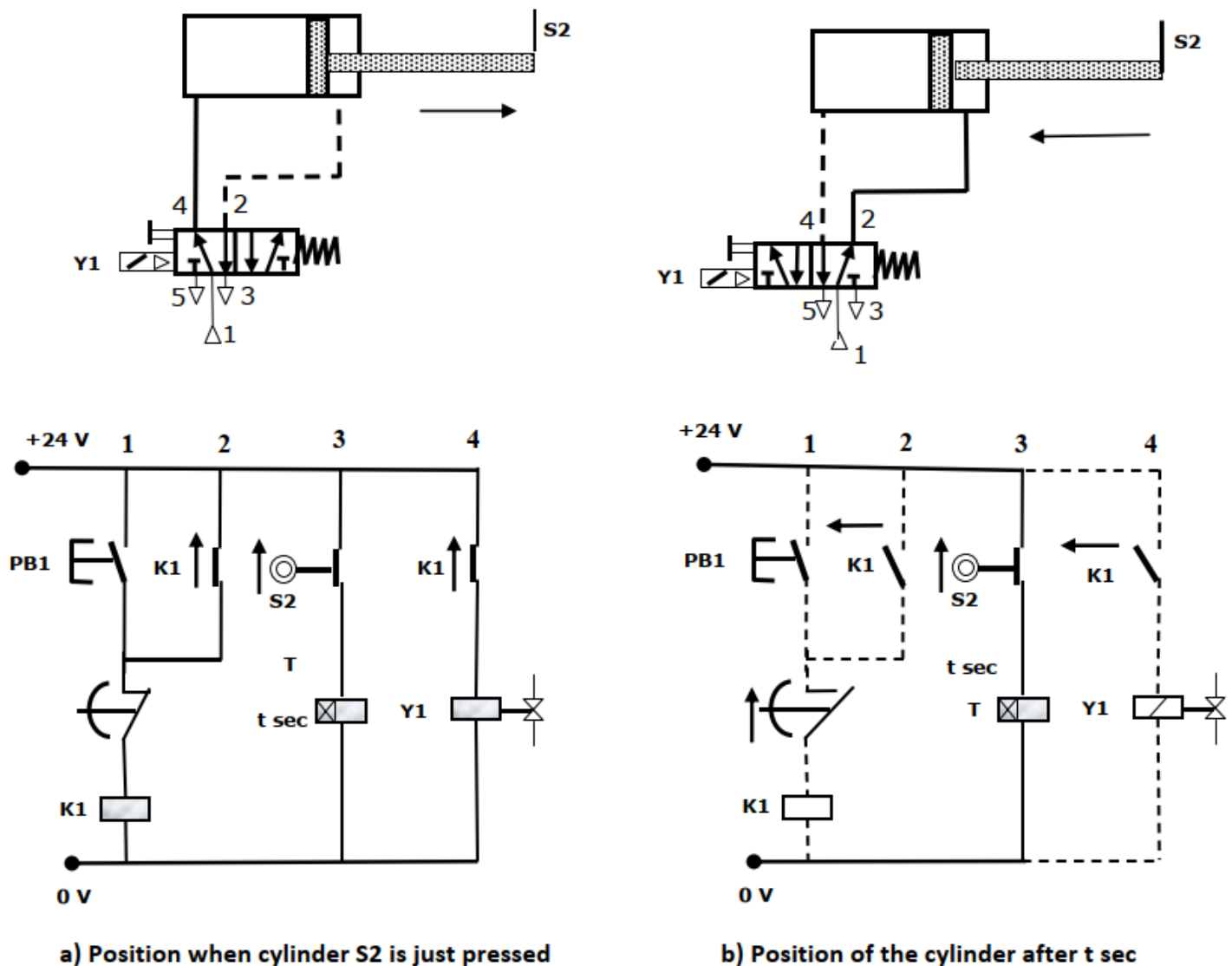
ε) Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας με χρονική καθυστέρηση (Διπλό σωληνοειδές) (Σχήμα 1.43)



Εικόνα 1.43: Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας με χρονική καθυστέρηση

Όταν πατηθεί το χειροκίνητο μπουτόν PB1, το ρελέ K1 αλλάζει κατάσταση και η κανονικά ανοικτή επαφή k1 του ρελέ συνδέεται με το πηνίο σωληνοειδούς Y1. Όταν η κανονικά ανοικτή επαφή κλείσει, η βαλβίδα σωληνοειδούς αλλάζει κατάσταση. Ο κύλινδρος κινείται στην τελική του μπροστινή θέση όπου ενεργοποιεί τον οριακό διακόπτη S2. Αυτός ο οριακός διακόπτης ξεκινά το ρελέ χρονικής υστέρησης K2 (με καθυστέρηση ενεργοποίησης). Μετά από 5 δευτερόλεπτα, η κανονικά ανοικτή επαφή του ρελέ χρονικής υστέρησης ενεργοποιεί το πηνίο σωληνοειδούς Y2 της βαλβίδας κατεύθυνσης ελέγχου. Η βαλβίδα αλλάζει θέση και αναγκάζει το έμβολο να κινηθεί στην τελική του πίσω θέση.

d) Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας χρησιμοποιώντας χρονοδιακόπτη (μονό σωληνοειδές) (Σχήμα 1.44)

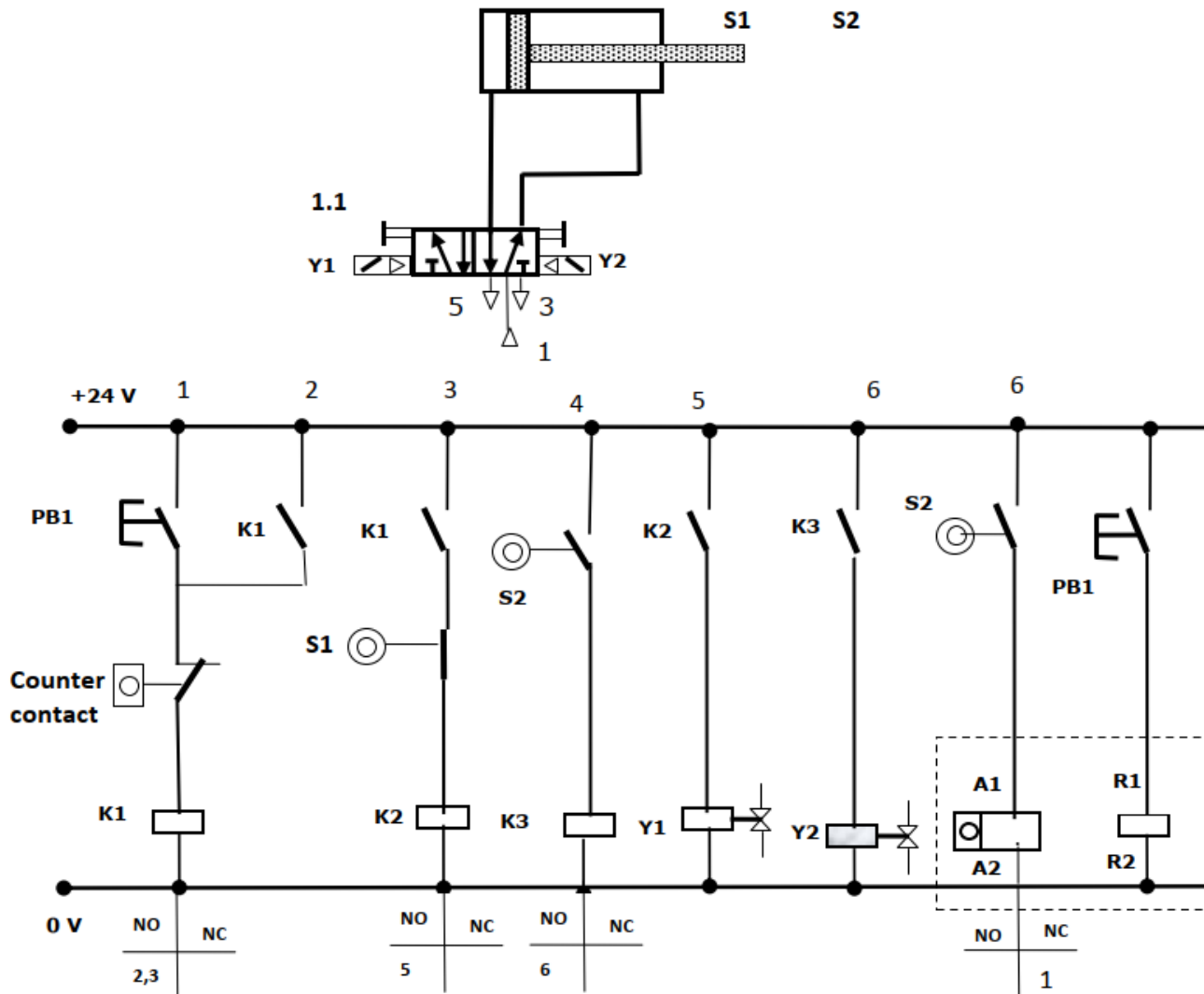


Εικόνα 1.44: Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας με χρονική καθυστέρηση

Χρησιμοποιείται ένα κύκλωμα ασφάλισης για την απόκτηση της απαραίτητης λειτουργίας μνήμης. Η θέση του κυκλώματος όταν το μπουτόν PB1 πατηθεί και στη συνέχεια απελευθερωθεί δίνεται στο Σχήμα xx. Ο κύλινδρος εκτείνεται στην μπροστινή του τελική θέση και ενεργοποιεί αυτόματα τον οριακό διακόπτη S2. Καθώς η κίνηση επιστροφής πρέπει να καθυστερήσει, χρησιμοποιείται χρονοδιακόπτης καθυστέρησης ενεργοποίησης (on-delay timer) για την επίτευξη της απαραίτητης χρονικής καθυστέρησης. Η απαιτούμενη χρονική καθυστέρηση πρέπει να ρυθμιστεί στον χρονοδιακόπτη. Ο οριακός διακόπτης S2 ελέγχει το πηνίο χρονοδιακόπτη T. Μετά τη ρυθμισμένη καθυστέρηση, η επαφή του χρονοδιακόπτη διακόπτει το κύκλωμα ασφάλισης, προκαλώντας έτσι την κίνηση επιστροφής του κυλίνδρου όπως φαίνεται στο Σχήμα...

1.3.17 Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας χρησιμοποιώντας ηλεκτρικό μετρητή με δύο αισθητήρες άκρου (Σχήμα 1.45)

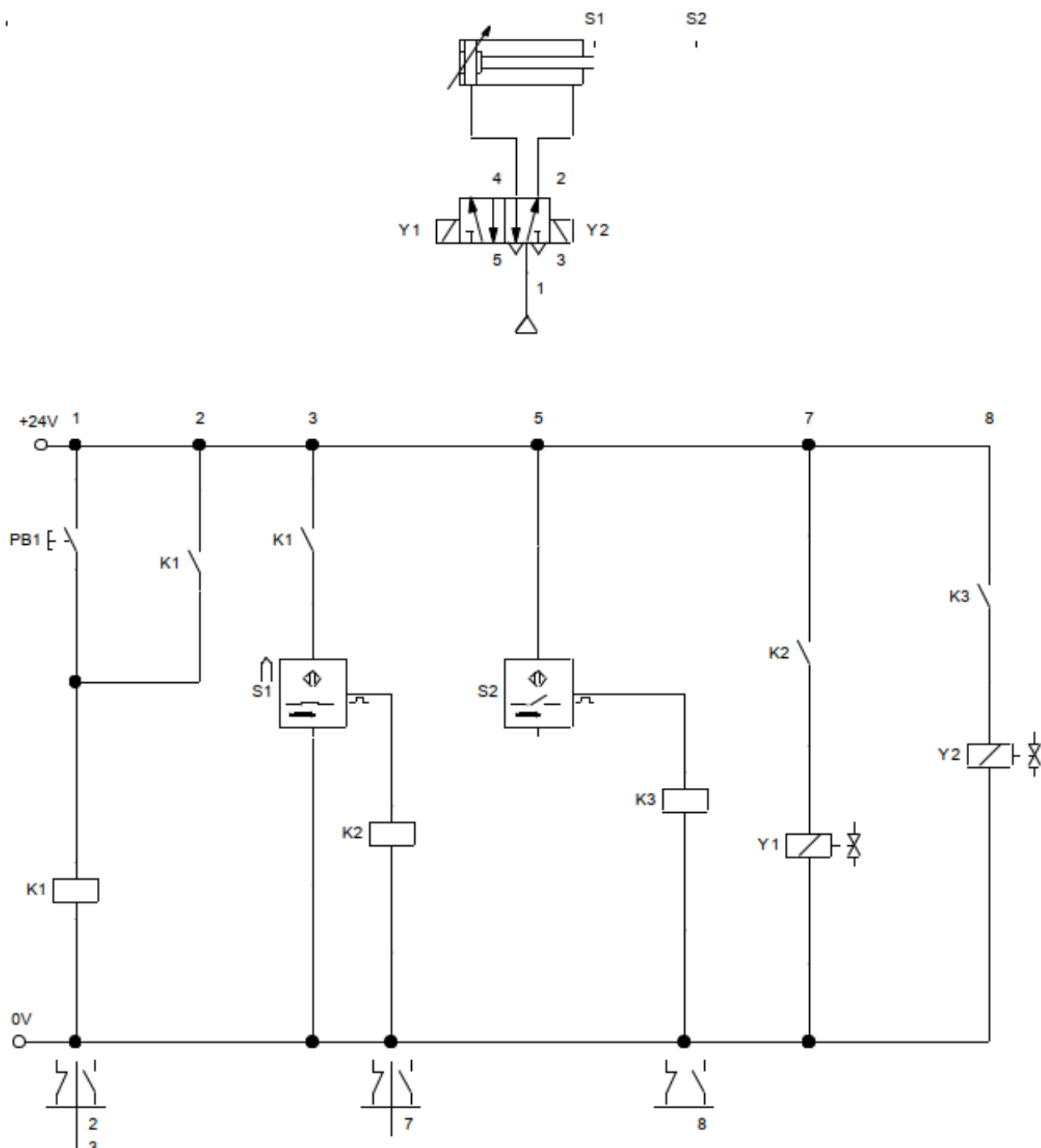
Να σχεδιαστεί ένα ηλεκτρο-πνευματικό κύκλωμα για έναν κύλινδρο διπλής ενέργειας ώστε να εκτελεί συνεχή παλινδρομική κίνηση. Ο κύλινδρος πρέπει να σταματά αυτόματα μετά την εκτέλεση 50 κύκλων λειτουργίας.



Εικόνα 1.45: Κύκλωμα ελέγχου χρησιμοποιώντας χρονοδιακόπτη

Όταν πατηθεί το μπουτόν PB1, ενεργοποιεί το πηνίο K1 στον κλάδο 2. Το K1 στον κλάδο 2 ασφαλίζεται με το PB1. Η επαφή K1 στον κλάδο 3 ενεργοποιεί το πηνίο K2 στον κλάδο 3, το οποίο με τη σειρά του κλείνει την επαφή K2 στον κλάδο 5, προκαλώντας την ενεργοποίηση του πηνίου σωληνοειδούς Y1 στον κλάδο 5 και την κίνηση της βαλβίδας κατεύθυνσης ελέγχου. Ο κύλινδρος κινείται προς τα εμπρός. Όταν ο κύλινδρος αγγίζει τον οριακό διακόπτη S2 στον κλάδο 7, στέλνει έναν παλμό σήματος στο πηνίο του μετρητή (A1 και A2) στον κλάδο 7. Αφού επιτευχθεί ο επιθυμητός αριθμός κύκλων (50 κύκλοι), τότε η επαφή του μετρητή C στον κλάδο 1 ανοίγει και απενεργοποιεί το K1 και ο κύλινδρος σταματά.

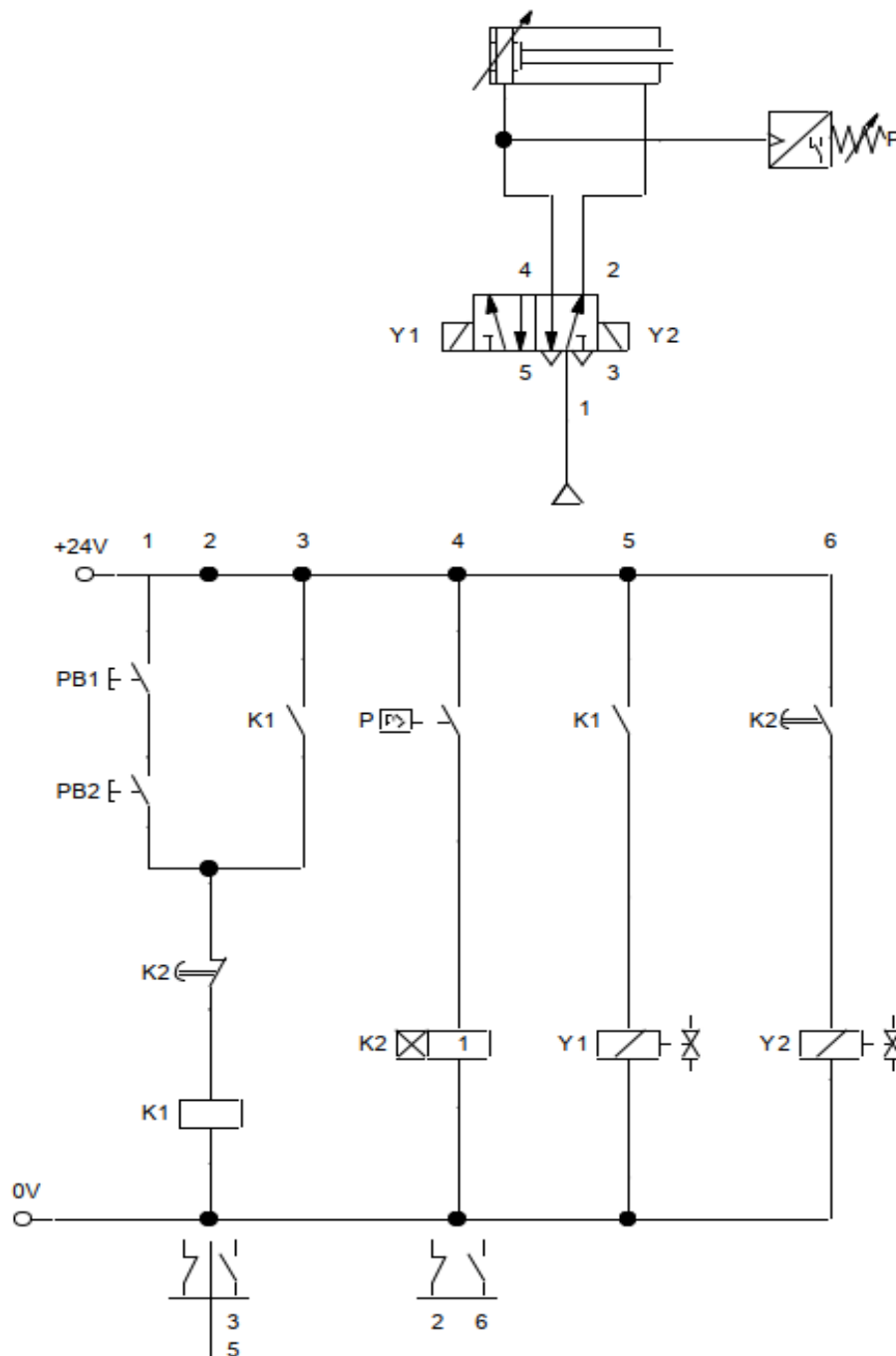
1.3.18 Παλινδρόμηση κυλίνδρου διπλής ενέργειας χρησιμοποιώντας εντοπισμό τελικής θέσης με αισθητήρες εγγύτητας



Εικόνα 1.46: Παλινδρόμηση διπλής ενέργειας χρησιμοποιώντας αισθητήρες εγγύτητας

1.3.19 Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας χρησιμοποιώντας διακόπτη πίεσης

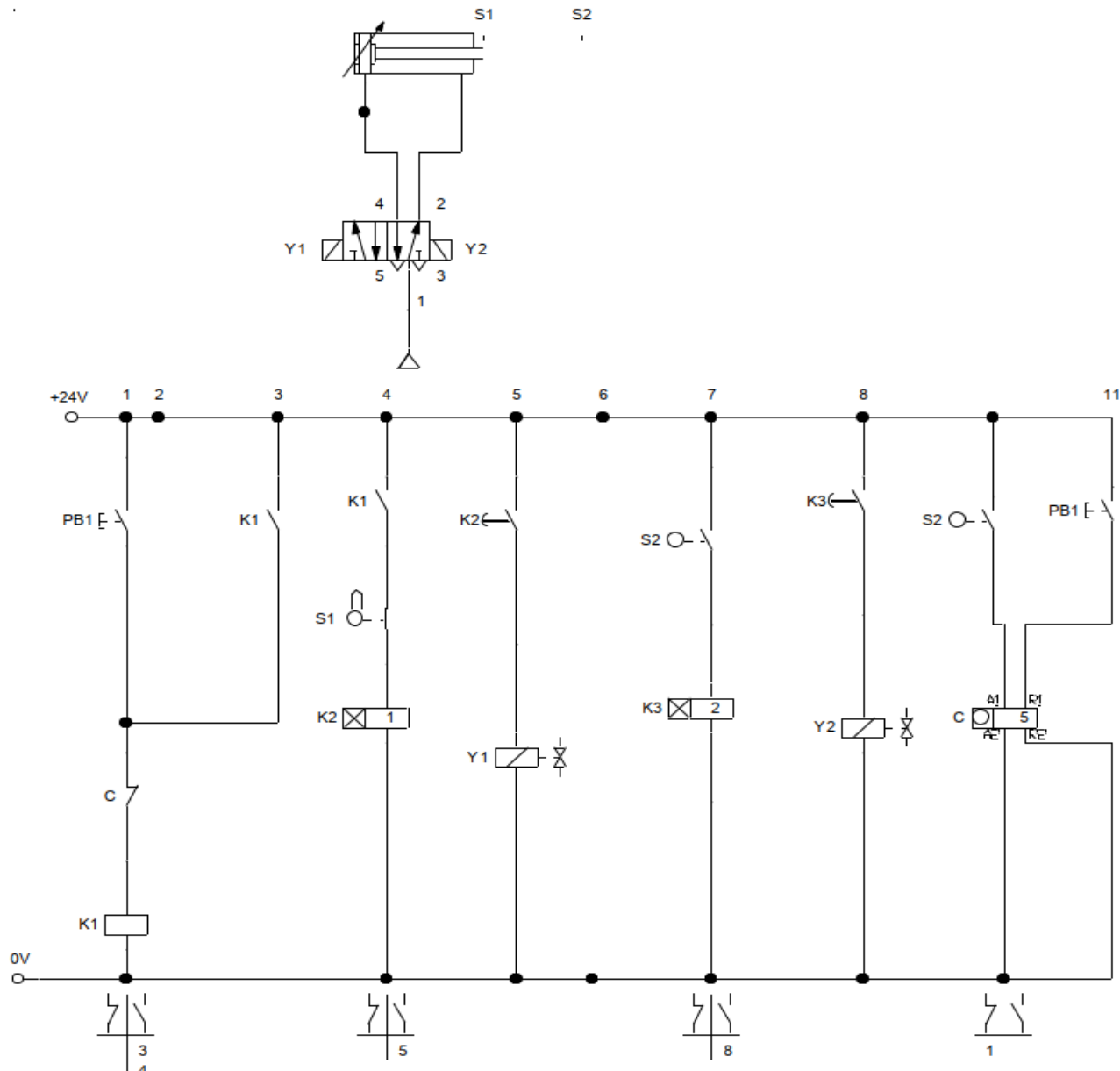
Τα εξαρτήματα πρόκειται να σφραγιστούν χρησιμοποιώντας μηχανή σφράγισης. Ένας κύλινδρος διπλής ενέργειας χρησιμοποιείται για να σπρώξει τη μήτρα που είναι προσαρτημένη προς τα κάτω σε ένα εξάρτημα όταν πατηθούν ταυτόχρονα δύο μπουτόν. Η μήτρα πρέπει να επιστρέψει στην αρχική θέση όταν επιτευχθεί επαρκής πίεση σφράγισης, όπως ανιχνεύεται από έναν διακόπτη πίεσης, και καθυστέρηση ενός δευτερολέπτου. Να αναπτυχθεί ένα ηλεκτρο-πνευματικό κύκλωμα ελέγχου για την υλοποίηση της εργασίας ελέγχου για τη λειτουργία σφράγισης. Η λύση φαίνεται στο Σχήμα 1.47, το οποίο είναι αυτονόητο.



Εικόνα 1.47: Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας χρησιμοποιώντας διακόπτη πίεσης

1.3.20 Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας χρησιμοποιώντας χρονοδιακόπτη καθυστέρησης ενεργοποίησης και απενεργοποίησης (delay on and off timer) και μετρητή

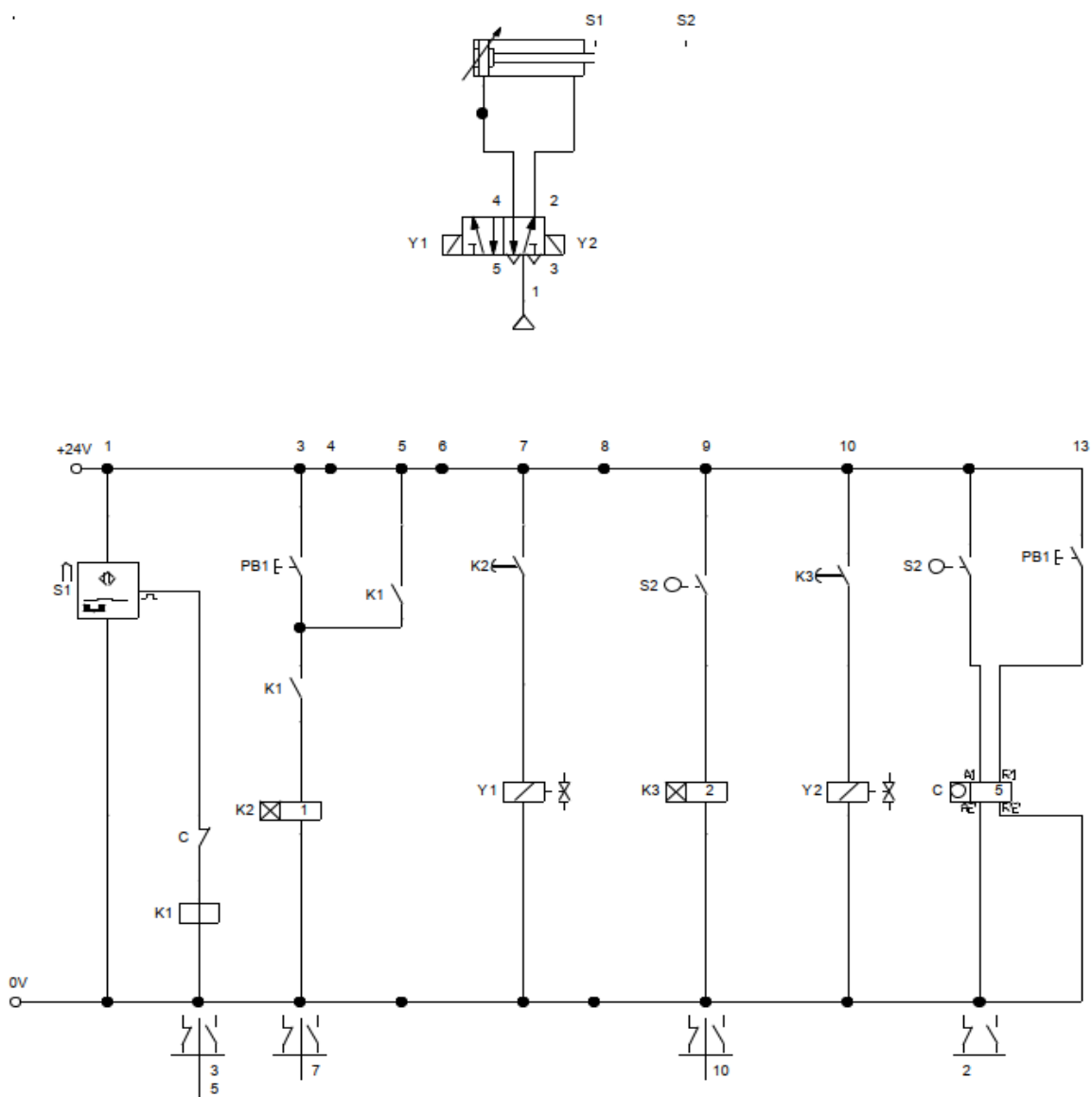
Τα εξαρτήματα πρόκειται να σφραγιστούν χρησιμοποιώντας μηχανή σφράγισης. Ένας κύλινδρος διπλής ενέργειας χρησιμοποιείται για να σπρώξει τη μήτρα που είναι προσαρτημένη προς τα κάτω σε ένα εξάρτημα ένα δευτερόλεπτο μετά το πάτημα του μπουτόν. Η μήτρα πρέπει να επιστρέψει στην αρχική θέση όταν επιτευχθεί επαρκής χρόνος σφράγισης δύο δευτερολέπτων. Αυτός ο αυτόματος κύκλος πρέπει να σταματήσει μετά από 5 κύκλους. Το κουμπί εκκίνησης πρέπει να επαναφέρει τον μετρητή. Να αναπτυχθεί ένα ηλεκτρο-πνευματικό κύκλωμα ελέγχου για την υλοποίηση της εργασίας ελέγχου για τη λειτουργία σφράγισης. Η λύση φαίνεται στο Σχήμα 1.48, το οποίο είναι αυτονόητο.



Εικόνα 1.48: Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας χρησιμοποιώντας μετρητή και καθυστέρηση

1.3.21 Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας χρησιμοποιώντας χρονοδιακόπτη καθυστέρησης ενεργοποίησης και απενεργοποίησης (delay on and off timer) και μετρητή

Τα εξαρτήματα πρόκειται να σφραγιστούν χρησιμοποιώντας μηχανή σφράγισης. Ένας κύλινδρος διπλής ενέργειας χρησιμοποιείται για να σπρώξει τη μήτρα που είναι προσαρτημένη προς τα κάτω σε ένα εξάρτημα ένα δευτερόλεπτο μετά το πάτημα του μπουτόν. Η μήτρα πρέπει να επιστρέψει στην αρχική θέση όταν επιτευχθεί επαρκής χρόνος σφράγισης δύο δευτερολέπτων. Αυτός ο αυτόματος κύκλος πρέπει να σταματήσει μετά από 5 κύκλους. Το κουμπί εκκίνησης πρέπει να επαναφέρει τον μετρητή. Η ανίχνευση αρχικής θέσης γίνεται μέσω μαγνητικού διακόπτη reed. Να αναπτυχθεί ένα ηλεκτρο-πνευματικό κύκλωμα ελέγχου για την υλοποίηση της εργασίας ελέγχου για τη λειτουργία σφράγισης. Η λύση φαίνεται στο Σχήμα 1.49, το οποίο είναι αυτονόητο.



Εικόνα 1.49: Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας χρησιμοποιώντας διακόπτη reed για αρχική ανίχνευση

Ερωτήσεις Αντικειμενικού Τύπου

1. Ένα ρελέ θεωρείται ένας ηλεκτρομαγνητικά ενεργοποιούμενος διακόπτης.
2. Όταν πατηθούν ταυτόχρονα και τα δύο κουμπιά εκκίνησης και διακοπής, το κύκλωμα περνά στην κατάσταση OFF σε κύκλωμα **κυρίαρχου off**.
3. Οι επαγωγικοί αισθητήρες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση **μη μεταλλικών** υλικών.
4. Τα μπουτόν λειτουργούν χειροκίνητα, ενώ οι οριακοί διακόπτες λειτουργούν **αυτόματα**.
5. Οι **διακόπτες reed** είναι μαγνητικά ενεργοποιούμενοι διακόπτες εγγύτητας.

Δηλώστε Σωστό ή Λάθος

1. Τα ηλεκτρο-πνευματικά κυκλώματα είναι λιγότερο αξιόπιστα από τα καθαρά πνευματικά κυκλώματα. **Λάθος**
2. Ένας διακόπτης πίεσης είναι ηλεκτρικός - πνευματικός μετατροπέας σήματος. **Λάθος**
3. Ένα ρελέ είναι ηλεκτρο-πνευματικά λειτουργούμενος διακόπτης που λειτουργεί υπό τον έλεγχο πρόσθετων ηλεκτρικών κυκλωμάτων. **Λάθος**
4. Ένα ηλεκτρικό κύκλωμα ρελέ ασφάλισης είναι παράδειγμα λειτουργίας μνήμης. **Σωστό**
5. Οι οριακοί διακόπτες λειτουργούν συνήθως χειροκίνητα. **Λάθος**

Ερωτήσεις Ανασκόπησης

1. Εξηγήστε εν συντομία την αρχή λειτουργίας ενός ηλεκτρομαγνητικού ρελέ.
2. Σχεδιάστε το σύμβολο για ένα ηλεκτρομαγνητικό ρελέ με 2 NO και 1 NC.
3. Ποιοι είναι οι διαφορετικοί τρόποι υλοποίησης της λειτουργίας μνήμης σε ηλεκτρο-πνευματικά κυκλώματα;
4. Εξηγήστε το διάγραμμα μετατόπισης βήματος (step displacement diagram) για την ακολουθία A+B+B-A.
5. Αναφέρετε μερικά μειονεκτήματα της χρήσης ηλεκτρο-πνευματικών κυκλωμάτων.
6. Εξηγήστε την αρχή της μεθόδου καταρράκτη (cascade method) χρησιμοποιώντας ηλεκτρο-πνευματικά με ένα κατάλληλο παράδειγμα ακολουθίας.
7. Ποιες είναι οι λειτουργίες των αισθητήρων;
8. Εξηγήστε την αρχή λειτουργίας ενός οριακού διακόπτη.
9. Εξηγήστε την αρχή λειτουργίας ενός διακόπτη reed.
10. Σχεδιάστε τα σύμβολα για τα ακόλουθα:
 - a) οριακός διακόπτης
 - b) αισθητήρας εγγύτητας επαγωγικού τύπου
 - c) αισθητήρας εγγύτητας χωρητικού τύπου
 - d) οπτικά λειτουργούμενος αισθητήρας.

11. Διαφοροποιήστε τους αισθητήρες μέσω δέσμης (through beam sensors) και τους διάχυτους αισθητήρες (diffuse sensors).
12. Συγκρίνετε τους επαγωγικούς, χωρητικούς και οπτικούς τύπους αισθητήρων.
13. Εξηγήστε τις λειτουργίες των χρονοδιακοπών καθυστέρησης ενεργοποίησης (on delay timers) με κατάλληλο κύκλωμα.
14. Εξηγήστε τις λειτουργίες των χρονοδιακοπών καθυστέρησης απενεργοποίησης (off delay timers) με κατάλληλο κύκλωμα.
15. Διαφοροποιήστε τη συμπεριφορά της καθυστέρησης χρονοδιακόπτη ενεργοποίησης και της καθυστέρησης χρονοδιακόπτη απενεργοποίησης με τη βοήθεια ενός διαγράμματος χρονισμού.
16. Εξηγήστε τη λειτουργία ενός διακόπτη πίεσης.
17. Εξηγήστε τη λειτουργία του μετρητή ανόδου (up counter) και του μετρητή καθόδου (down counter).
18. Σχεδιάστε ένα κύκλωμα καταρράκτη αλλαγής ομάδας (group changing cascade circuit) για δύο ομάδες, τρεις ομάδες και τέσσερις ομάδες.
19. Εξηγήστε με τη βοήθεια ενός καθαρού σκίτσου την κατασκευή και τη λειτουργία της βαλβίδας ακολουθίας πίεσης (pressure sequence valve).
20. Ποιοι είναι οι διαφορετικοί τρόποι ανίχνευσης της τελικής θέσης και της κίνησης των κυλίνδρων;

Απαντήσεις

Συμπληρώστε τα Κενά

1. μαγνητικά
2. off
3. μη μεταλλικών
4. αυτόματα
5. reed

Δηλώστε Σωστό ή Λάθος

1. Λάθος
2. Λάθος
3. Λάθος
4. Σωστό
5. Λάθος