Λογικός Έλεγχος

Γ.1 Εισαγωγή

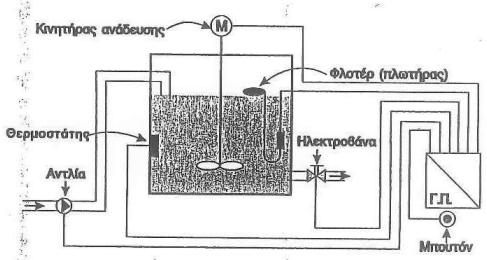
Ενώ στο παράρτημα Α παρουσιάσαμε βασικά στοιχεία της άλγεβρας Boole και των πυλών, στις σελίδες που θα ακολουθήσουν θα αναπτύξουμε, με συνοπτικό τρόπο και μέσω ενός συγκεκριμένου παραδείγματος, τη διαδικασία που ακολουθούμε για να σχεδιάσουμε ένα πραγματικό σύστημα αυτοματισμού.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι ο σχεδιασμός ενός αυτοματισμού με τη χρήση λογικών κυκλωμάτων απαιτεί διεξοδική μελέτη και κατά συνέπεια, η παρουσίαση που θα ακολουθήσει έχει ως σκοπό να δείξει την πρακτική αξία των λογικών κυκλωμάτων, για την δημιουργία ενός πραγματικού συστήματος και όχι να εξηγήσει με κάθε λεπτομέρεια την τεχνική που ακολουθούμε.

Ο αναγνώστης που ενδιαφέρεται να γνωρίσει σε βάθος τη διαδικασία αυτή, θα πρέπει να μελετήσει βιβλιογραφία σχετική με τη χρήση των λογικών κυκλωμάτων και ελπίζουμε μέσα από το παράδειγμα αυτό, να αποκτήσει εκείνα τα κίνητρα που θα τον οδηγήσουν σε μία ολοκληρωμένη μελέτη για τον σχεδιασμό ενός πραγματικού συστήματος.

Γ.2 Περιγραφή - απαιτήσεις του προβλήματος

Το σχήμα Γ.1 παρουσιάζει το υπό μελέτη σύστημα, το οποίο αποτελείται από μία δεξαμενή, η οποία γεμίζει από μία αντλία, ενώ αυτή αδειάζει όταν ανοίξει μία απομονωτική ηλεκτροβάνα, που υπάρχει στην έξοδο της δεξαμενής. Μέσα στη δεξαμενή υπάρχει ένας αναδευτήρας που ελέγχεται από έναν κινητήρα, που σκοπό έχει, μέσω της ανάδευσης, να κατεβάζει την θερμοκρασία του υγρού. Η θερμοκρασία του υγρού παρακολουθείται από έναν θερμοστάτη, ενώ το ύψος της στάθμης του νερού ελέγχεται από ένα φλοτέρ. Το σύστημα διαθέτει ένα μπουτόν, το οποίο χρησιμοποιείται για το άδειασμα της δεξαμενής και φυσικά έναν πίνακα (Γ.Π.), από τον οποίο αναχωρούν όλες οι γραμμές, που τροφοδοτούν τα στοιχεία που αναφέρθηκαν.



Σχήμα Γ.1. Σχηματική παράσταση του αυτοματισμου.

Το παραπάνω σύστημα αποτελείται από τρεις εισόδους (Μπουτόν, Θερμοστάτης και Φλοτέρ) και από τρεις εξόδους (Αντλία, Αναδευτήρας και Ηλεκτροβάνα). Οι τρεις έξοδοι, σε σχέση με την κατάσταση των τριών εισόδων, θέλουμε να λειτουργούν με τον εξής τρόπο:

- **Αντλία.**
  - Η λειτουργία της είναι ανεξάρτητη από τον θερμοστάτη.
  - Η αντλία πρέπει να λειτουργεί κάθε φορά που η δεξαμενή αδειάζει και με την προϋπόθεση ότι το μπουτόν παραμένει σε κατάσταση ηρεμίας.
  - Στην περίπτωση όπου το μπουτόν είναι πατημένο, η αντλία δεν πρέπει να λειτουργεί, ακόμη και αν η δεξαμενή είναι άδεια.
- **Αναδευτήρας.**
  - Ο αναδευτήρας πρέπει να δουλεύει μόνο όταν η θερμοκρασία του υγρού είναι πάνω από κάποια τιμή (π.χ. >50°C), η στάθμη του υγρού είναι στο ανώτερο σημείο και το μπουτόν παραμένει σε κατάσταση ηρεμίας.
  - Σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση, ο αναδευτήρας δεν πρέπει να λειτουργεί.
- **Ηλεκτροβάνα.**
  - Κάθε φορά που η δεξαμενή είναι γεμάτη, το υγρό έχει θερμοκρασία κάτω από κάποια τιμή (π.χ. <50°C) και το μπουτόν παραμένει σε κατάσταση ηρεμίας, η ηλεκτροβάνα ανοίγει.
  - Κάθε φορά που η δεξαμενή είναι γεμάτη, το υγρό έχει θερμοκρασία πάνω από κάποια τιμή (π.χ. >50°C) και το μπουτόν έχει πατηθεί, η ηλεκτροβάνα ανοίγει.
  - Κάθε φορά που η δεξαμενή είναι γεμάτη, το υγρό έχει θερμοκρασία κάτω από κάποια τιμή (π.χ. <50°C) και το μπουτόν έχει πατηθεί, η ηλεκτροβάνα ανοίγει.

Γ.3 Προσδιορισμός των λογικών καταστάσεων των εισόδων και των εξόδων.

Κάθε μία από τις εισόδους και τις εξόδους, διαθέτει δύο καταστάσεις ή με άλλα λόγια το κάθε ένα από τα στοιχεία αυτά έχει τη λογική κατάσταση '0' ή τη λογική κατάσταση '1'. Θα πρέπει, λοιπόν, να προσδιορίσουμε για κάθε ένα από τα έξι στοιχεία (τρεις είσοδοι και τρεις έξοδοι) τις δύο λογικές καταστάσεις που διαθέτει, σε σχέση με την πραγματική του λειτουργία. Αυτή η διαδικασία κρίνεται απαραίτητη, διότι μερικές φορές δεν είναι ξεκάθαρο πότε ένα στοιχείο έχει λογικό '0' και πότε '1'. Ο πίνακας Γ.1 περιγράφει τις δύο λογικές καταστάσεις των στοιχείων εισόδου και εξόδου.

Πίνακας Γ.1 Ερμηνεία του λογικού '0' & '1' για τα στοιχεία εισόδου / εξόδου

Στοιχείο εισόδου / εξόδου		Ερμηνεία του λογικού '0' και του λογικού '1'	
Είσοδοι	Μπουτόν ΝΟ	'0' Σε κατάσταση OFF	'1' Σε κατάστασηON
	Θερμοστάτης	'0' Θερμοκρασία >50°C	'1'Θερμοκρασία<50°C
	Φλοτέρ	'0' Δεξαμενή γεμάτη	'1' Δεξαμενή άδεια
Έξοδοι	Αντλία	'0' Εκτός λειτουργίας	'1' Σε λειτουργία
	Αναδευτήρας	'0' Εκτός λειτουργίας	'1' Σε λειτουργία
	Ηλεκτροβάνα	'0' Εκτός λειτουργίας	'1' Σε λειτουργία

Γ.4 Πίνακας αληθείας

Στο στάδιο αυτό, σχεδιάζουμε τον πίνακα αληθείας και για τις τρεις εξόδους, λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις του προβλήματος. Στο πίνακα Γ.2, για λόγους εκπαιδευτικούς, έχουμε τοποθετήσει και την πραγματική κατάσταση του κάθε στοιχείου, προκειμένου ο αναγνώστης να κατανοήσει καλύτερα την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

Πίνακας Γ.2 Πίνακας αληθείας του αυτοματισμού.

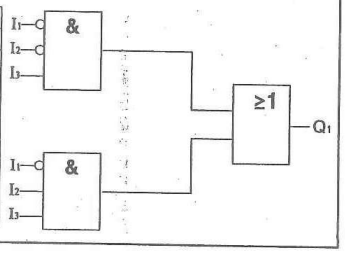
Είσοδοι			Έξοδοι			
Μπουτόν I_1	Θερμ/της I_2	Φλοτέρ I_3	Αντλία Q_1	Αναδ/ήρας Q_2	Ηλεκ/να Q_3	Παρατηρήσεις
OFF 0	>50° C 0	Άνω 0	OFF 0	ON 1	OFF 0	Αν η θερμοκρασία είναι>50°C, η δεξαμενή γεμάτη και μπουτόν OFF,τότε:Q2=1(λειτουργία αναδευτήρα).
OFF 0	>50° C 0	Κάτω 1	ON 1	OFF 0	OFF 0	Αν η θερμοκρασία είναι>50°C,η δεξαμενή άδεια και το μπουτόν OFF. τότε: Q1=1 (λειτουργία αντλίας).
OFF 0	<50° C 1	Άνω 0	OFF 0	OFF 0	ON 1	Αν η θερμοκρασία είναι <50°C,η δεξαμενή γεμάτη καιτο μπουτόν OFF. τότε:Q3=1(λειτουργία ηλεκτροβάνας)
OFF 0	<50° C 1	Κάτω 1	ON 1	OFF 0	OFF 0	Αν η θερμοκρασία είναι <50°C,η δεξαμενή άδεια και το μπουτόν OFF. τότε: Q1=1 (λειτουργία αντλίας).
ON 1	>50° C 0	Άνω 0	OFF 0	OFF 0	ON 1	Αν η θερμοκρασία είναι >50°C,η δεξαμενή γεμάτη και το μπουτόν ON. τότε:Q3=1(λειτουργίαηλεκτροβάνας).
ON 1	>50° C 0	Κάτω 1	OFF 0	OFF 0	OFF 0	Αν η θερμοκρασία είναι >50°C,η δεξαμενή άδεια και το μπουτόν ON, τότε: Q1= Q2= Q3=0(καμία λειτουργία).
ON 1	<50° C 1	Άνω 0	OFF 0	OFF 0	ON 1	Αν η θερμοκρασία είναι <50°C,η δεξαμενή γεμάτη και το μπουτόν ON. τότε:Q3=1(λειτουργία ηλεκτροβάνας).
ON 1	<50° C 1	Κάτω 1	OFF 0	OFF 0	OFF 0	Αν η θερμοκρασία είναι <50°C, η δεξαμενή άδεια και το μπουτόν ON,τότε: Q1= Q2= Q3=0 (καμία λειτουργία).

Γ.5 Σχεδιασμός λογικών κυκλωμάτων

Ο πίνακας Γ.2 περιέχει τα λογικά αποτελέσματα και για τις τρεις εξόδους. Για εκπαιδευτικούς λόγους, μπορούμε να τον χωρίσουμε σε τρεις πίνακες, όσες είναι και οι έξοδοι και ταυτόχρονα θα εξάγουμε το αντίστοιχο λογικό σχέδιο για κάθε πίνακα. Οι τρείς πίνακες περιέχονται στα σχήματα Γ.2, Γ.3 και Γ.4.

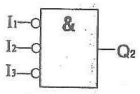
Σχήμα Γ2 Πίνακας αληθείας και αντίστοιχο λογικό κύκλωμα για την έξοδο Q_1 (Αντλία)

Είσοδοι			Έξοδος
I_1	I_2	I_3	Q_1
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0



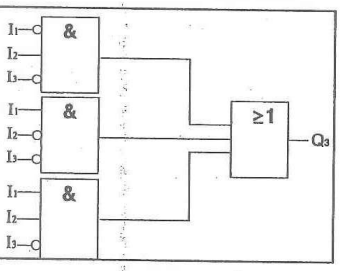
Σχήμα Γ3 Πίνακας αληθείας και αντίστοιχο λογικό κύκλωμα για την έξοδο Q_2 (Αναδευτήρας)

Είσοδοι			Έξοδος
I_1	I_2	I_3	Q_2
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



Σχήμα Γ4 Πίνακας αληθείας και αντίστοιχο λογικό κύκλωμα για την έξοδο Q_3 (Ηλεκτροβάνα)

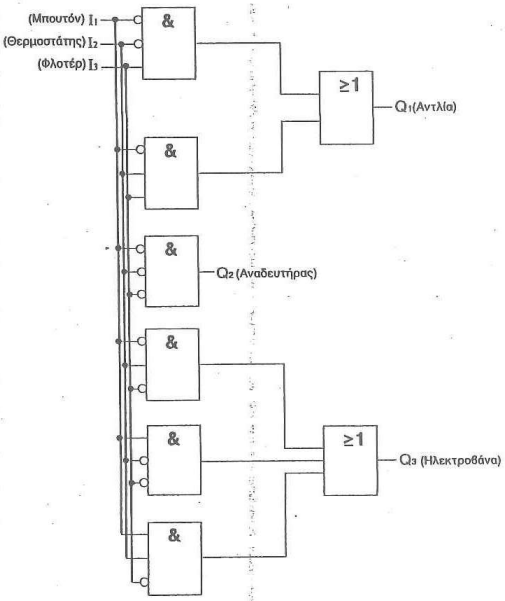
Είσοδοι			Έξοδος
I_1	I_2	I_3	Q_3
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0



Τα λογικά κυκλώματα των σχημάτων Γ2, Γ3 και Γ4, σχεδιάστηκαν με την εξής διαδικασία:

- Για κάθε γραμμή του πίνακα αληθείας, όπου το λογικό αποτέλεσμα είναι '1', χρησιμοποιούμε και μία πύλη AND που έχει τόσες εισόδους, όσες είναι και οι είσοδοι που χρησιμοποιήσαμε στον πίνακα αληθείας, δηλαδή τρεις.
- Οι γραμμές του κάθε πίνακα αληθείας όπου το λογικό αποτέλεσμα είναι '0', δεν λαμβάνονται υπόψη στον σχεδιασμό των λογικών κυκλωμάτων.
- Για κάθε είσοδο στον πίνακα αληθείας που έχει λογικό '0', τοποθετούμε στην αντίστοιχη είσοδο της πύλης το σύμβολο (O), που δηλώνει ότι έχουμε άρνηση, δηλαδή στην ουσία τοποθετούμε μία πύλη NOT.
- Εάν υπάρχουν περισσότερες από μία πύλες AND, τότε αυτές συνδέονται μεταξύ τους με μία πύλη OR, όπως συμβαίνει στα σχέδια Γ2 και Γ4.

Γ.6 Σχεδιασμός ενιαίου λογικού κυκλώματος



Σχήμα Γ.5. Ολοκληρωμένο λογικό κύκλωμα για τις εξόδους Q_1, Q_2 και Q_3.