

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

Θα κατασκευαστεί ένα σύστημα ελέγχου θερμοκρασίας με λειτουργία on-off και θα μελετηθεί η λειτουργία του.

**ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

| Περιγραφή                                                             | Ποσότητα |
|-----------------------------------------------------------------------|----------|
| Μονάδα οργάνων TK2941M                                                | 1        |
| Ράβδος θερμότητας                                                     | 1        |
| Μετατροπέας – αντίσταση πλατίνας με ελεύθερους αγωγούς. Κίτρινη θήκη. | 1        |
| Δοχείο βαθμονόμησης θερμοκρασίας                                      | 1        |
| Θερμικό ρελέ                                                          | 1        |
| Διμεταλλικός θερμοστάτης                                              | 1        |
| Βάση μετατροπέα                                                       | 1        |
| Τροφοδοτικό, $\pm 15V$ dc                                             | 1        |
| Ψηφιακό πολύμετρο ( DMM)                                              | 1        |

**ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ**

22.1 Θερμικός Μαγνητικός Διακόπτης

22.2 Διμεταλλικός Διακόπτης

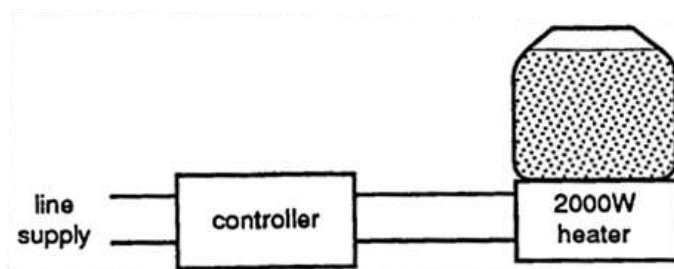
**ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

- Να κατανοήσουμε τη λειτουργία ενός συστήματος ελέγχου κλειστού βρόγχου on-off.
- Να κατανοήσουμε τους όρους «ποσοστό λειτουργίας» (duty ratio), «υστέρηση» (hysteresis), «διακριτική ικανότητα» και «διάρκεια κύκλου» (cycle time).

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε αυτήν την άσκηση θα κατασκευάσουμε ένα απλό σύστημα ελέγχου θερμοκρασίας. Προηγουμένως, ας δούμε με μία σύντομη ματιά τους διάφορους τρόπους ελέγχου που μπορούν να εφαρμοστούν.

Υποθέστε ότι έχουμε ένα δοχείο με υγρό, το οποίο επιθυμούμε να θερμανθεί στους 60°C και το θερμαντικό στοιχείο που θερμαίνει το δοχείο είναι ηλεκτρικό, έχει τη δυνατότητα να θερμάνει γεμάτο δοχείο μέχρι τους 120°C και έχει ηλεκτρική ισχύ 2000watts.



Εικόνα 5.22.1

Σε περίπτωση που το θερμαντικό στοιχείο τεθεί σε λειτουργία και έχει επάνω του το δοχείο, τότε αυτό περιμένουμε να φτάσει την θερμοκρασία των 120°C.

Πως μπορεί να ελεγχθεί η ηλεκτρική ισχύς που εφαρμόζεται στο θερμαντικό στοιχείο ώστε να θερμανθεί το δοχείο στους 60°C; Περιληπτικά, οι πιθανές λύσεις, με σειρά δυσκολίας, είναι οι παρακάτω.

### Χειροκίνητος έλεγχος on-off ανοικτού-βρόχου

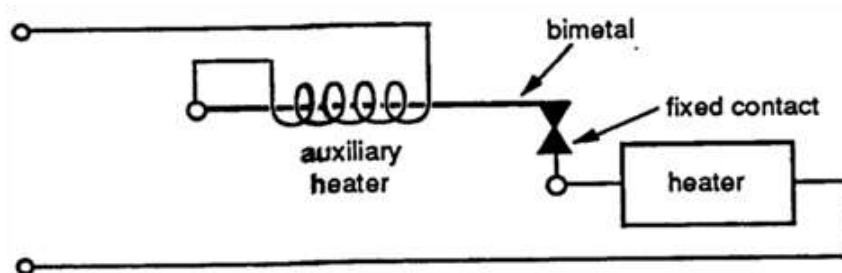
Επειδή η ηλεκτρική ισχύς που απαιτείται για να φτάσει το δοχείο στους 60°C, είναι περίπου η μισή από την ισχύ του θερμαντικού στοιχείου, θα μπορούσαμε να ανάβουμε και να σβήνουμε χειροκίνητα τον διακόπτη για ίσα χρονικά διαστήματα. Με αυτόν τον τρόπο η μέση θερμαντική ισχύς που χρειάζεται θα είναι περίπου ίση με τη μισή από την μέγιστη διαθέσιμη.

Αυτός ο τρόπος ελέγχου είναι κουραστικός και ανακριβής και επηρεάζεται από τις αλλαγές της θερμοκρασίας του χώρου αλλά και της μάζας του περιεχομένου του δοχείου.

### Αυτόματος έλεγχος on-off ανοικτού-βρόχου

Θα μπορούσαμε να αντικαταστήσουμε τον χειροκίνητο διακόπτη με έναν αυτόματο που αναβοσβήνει σε ίσα χρονικά διαστήματα. Ακόμη, μεταβάλλοντας τη σχέση των χρονικών διαστημάτων που είναι ανοικτό και κλειστό, μπορούν να επιτευχθούν και άλλες θερμοκρασίες.

Αυτή η αρχή λειτουργίας εφαρμόζεται σε πολλές οικιακές κουζίνες, στις οποίες το θερμαντικό στοιχείο τροφοδοτείται μέσω ενός διμεταλλικού ελάσματος (αγωγού), ο οποίος περνάει μέσω ενός μικρού θερμαντικού πηνίου. Όταν το διμεταλλικό έλασμα θερμαίνεται, κάμπτεται (παραμορφώνεται κατά τη μία πλευρά) και ανοίγει μία επαφή, όπως αυτή φαίνεται στην εικόνα 5.22.2. Πλησιάζοντας ή απομακρύνοντας την σταθερή επαφή από το διμεταλλικό έλασμα, αλλάζει ο λόγος της σχέσεως



Εικόνα 5.22.2

$$\frac{ON\ Time}{OFF\ Time} = Duty\ Ratio\ (\text{ποσοστό λειτουργίας})$$

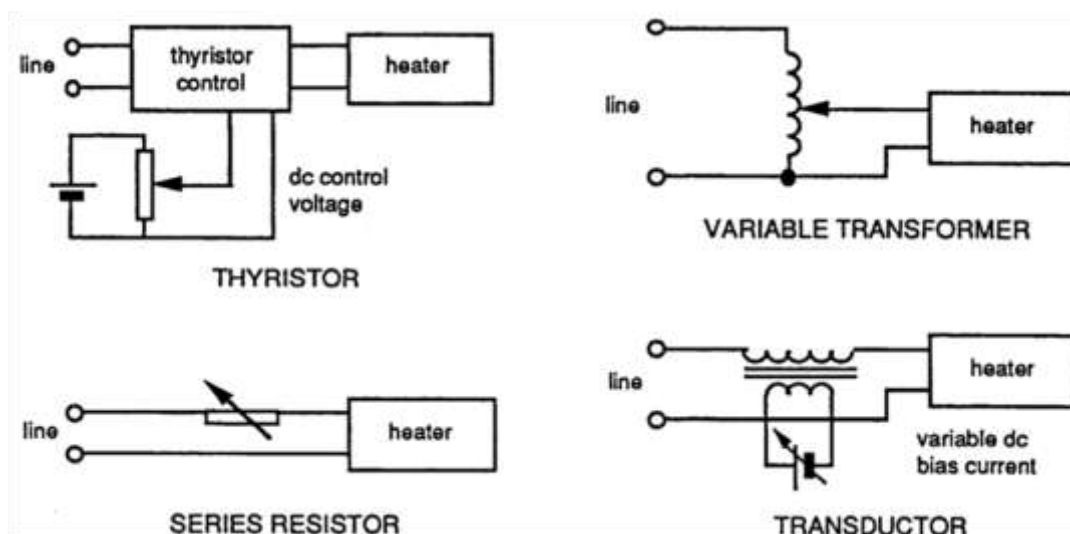
**Ερώτηση 22.1** Αν η σταθερή επαφή πλησιάσει το διμεταλλικό έλασμα, το ποσοστό λειτουργίας (duty ratio) αυξάνει ή μειώνεται;

Αυτή η μεθοδολογία έχει τα ίδια μειονεκτήματα και ανακρίβειες με την προηγούμενη μέθοδο αλλά είναι μία φτηνή και πρακτική λύση σε πολλές εφαρμογές.

### Συνεχής λειτουργία ανοικτού-βρόχου

Αντί να ανοιγοκλείνουμε συνεχώς το θερμαντικό στοιχείο (μεταξύ μέγιστης και ελάχιστης τιμής ισχύος), αν μπορούσαμε να έχουμε μόνιμα σε λειτουργία το θερμαντικό στοιχείο σε ένα ποσοστό της μέγιστης ισχύος του, τότε θα είχαμε τα ίδια αποτελέσματα.

Στα σημερινά κυκλώματα αυτό μπορεί να επιτευχθεί με κυκλώματα ελέγχου με θυρίστορ, τα οποία επιτρέπουν το ρεύμα να περνάει μόνο κατά ένα ποσοστό της κάθε περιόδου (κύκλου) της ac τάσης τροφοδοσίας, με αποτέλεσμα να μειώνεται η μέση τιμή της εφαρμοζόμενης ισχύος. Πριν την χρήση των θυρίστορ, η ισχύς μπορούσε να μειωθεί με μεταβλητούς μετασχηματιστές που μειώνουν την τάση εξόδου ή

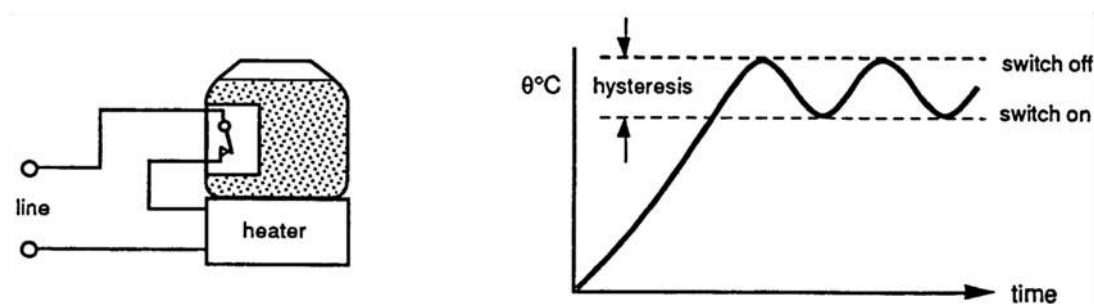


Εικόνα 5.22.3

εφαρμόζοντας αντιστάσεις σε σειρά, που καταναλώνουν άσκοπα αρκετή ενέργεια, ή transductors, οι οποίοι είναι ένα είδος πηνίου με μεταβλητή αυτεπαγωγή, και συνδέονται σε σειρά για να μειώνουν το ρεύμα, χωρίς να υπάρχει μεγάλη απώλεια ενέργειας.

### Λειτουργία on-off κλειστού-βρόχου (ανάδραση)

Σε καμία από τα προηγούμενες μεθόδους δεν μετρίεται η πραγματική θερμοκρασία του δοχείου. Αν χρησιμοποιήσουμε ένα διακόπτη που είναι ευαίσθητος στη θερμοκρασία (θερμοστάτης) και τον τοποθετήσουμε μέσα ή κοντά στο θερμαινόμενο δοχείο, τότε αυτός ο διακόπτης μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να αποκόπτει την παρεχόμενη ισχύ όταν επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία. Έτσι, η θερμοκρασία θα αρχίσει να πέφτει αλλά τώρα θα πρέπει σε κάποια χαμηλή τιμή ο θερμοστάτης να ανάβει ξανά και να παρέχει ξανά ηλεκτρική ισχύ ώστε να θερμανθεί το δοχείο. Επομένως, το θερμαντικό στοιχείο πραγματοποιεί συνεχώς κυκλικά την λειτουργία on-off ώστε να κρατήσει την θερμοκρασία του δοχείου γύρω από την επιθυμητή τιμή. Παράλληλα, για να αποφευχθεί η πολύ συχνή αλλαγή κατάστασης του θερμοστάτη, οι θερμοκρασίες στις οποίες ανάβει και σβήνει διαφέρουν κατά κάποιους βαθμούς. Αυτή η διαφορά-απόσταση βαθμών ονομάζεται «υστέρηση» (hysteresis). Στην εικόνα 5.22.4 φαίνεται η υλοποίηση αυτής της μεθόδου και η υστέρηση. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτή η μέθοδος δεν επηρεάζεται από τυχόν διαφορετική θερμαινόμενη ποσότητα υγρού ή διαφορετικές θερμοκρασίες περιβάλλοντος.



Εικόνα 5.22.4

Οι θερμοστάτες συνήθως επιτρέπουν στο χρήστη να ρυθμίσει την θερμοκρασία. Στην παρούσα άσκηση θα χρησιμοποιηθούν δύο τύποι θερμοστάτη, σταθερής και ρυθμιζόμενης θερμοκρασίας.

### Συνεχής λειτουργία κλειστού-βρόχου (ανάδραση)

Σε αυτή τη μέθοδο ένας αισθητήρας μετράει την θερμοκρασία του δοχείου και η έξοδος του χρησιμοποιείται ώστε να ελεγχθεί το ποσοστό της εφαρμοζόμενης ισχύος. Όπως και σε προηγούμενη μέθοδο, για μεγάλες τιμές ηλεκτρικής ισχύος πρέπει να χρησιμοποιηθούν θυρίστορ ή άλλα κυκλώματα ελέγχου. Η παρούσα μέθοδος, αν σχεδιαστεί προσεκτικά, μπορεί να επιτύχει πολύ καλό έλεγχο με πολύ μικρή απόκλιση της πραγματικής θερμοκρασίας από την επιθυμητή.

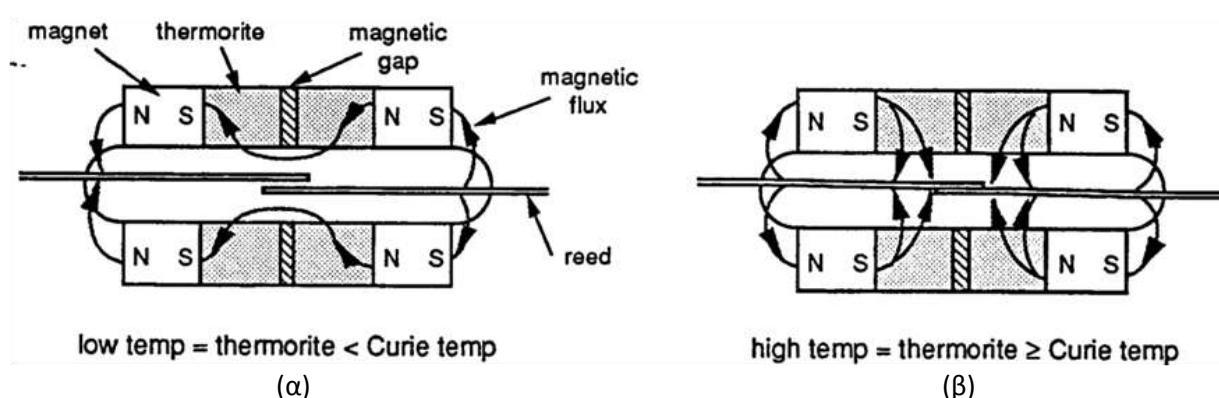
Στην παρούσα άσκηση θα χρησιμοποιηθούν δύο διαφορετικές διατάξεις ώστε να επιτευχθεί λειτουργία on-off κλειστού βρόχου, όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

## ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 22.1

## Θερμικός Μαγνητικός Διακόπτης

Ένας θερμικός μαγνητικός διακόπτης (θερμικό ρελέ reed) περιλαμβάνει μία επαφή η οποία είναι ανοικτή σε κανονική κατάσταση (normally open). Η επαφή βρίσκεται μέσα σε γυάλινο περίβλημα και αυτό περιβάλλεται από μόνιμους μαγνήτες και δακτυλίους από μαγνητικό υλικό που είναι ευαίσθητο στην θερμοκρασία (thermorite). Στον διακόπτη που θα χρησιμοποιηθεί η επαφή είναι ανοικτή σε κανονική κατάσταση, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.22.5 (α).

Όταν η θερμοκρασία του μαγνητικού υλικού φτάσει το σημείο Curie, τότε χάνει τις φερομαγνητικές του ιδιότητες, η μαγνητική αντίσταση αυξάνει και η μαγνητική ροή ακολουθεί την ευκολότερη διαδρομή, δηλαδή μέσα από τις μεταλλικές πλάκες της επαφής. Έτσι, οι μεταλλικές πλάκες έλκονται και η επαφή κλείνει, όπως δείχνεται στην εικόνα 5.22.5(b).

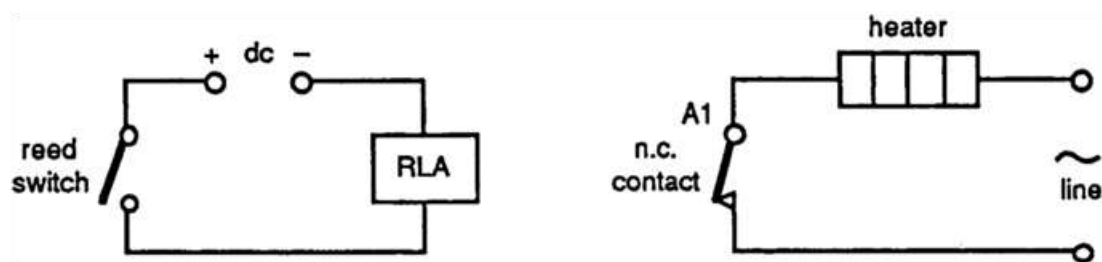


Εικόνα 5.22.5

Η θερμοκρασία στην οποία ο διακόπτης ανάβει μπορεί να αλλάξει μεταβάλλοντας την σύσταση του μαγνητικού υλικού ώστε να μετατοπιστεί το σημείο Curie. Η απώλεια των μαγνητικών ιδιοτήτων είναι αναστρέψιμη διαδικασία, οπότε με την πτώση της θερμοκρασίας το μαγνητικό πεδίο επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση και η επαφή ανοίγει ξανά.

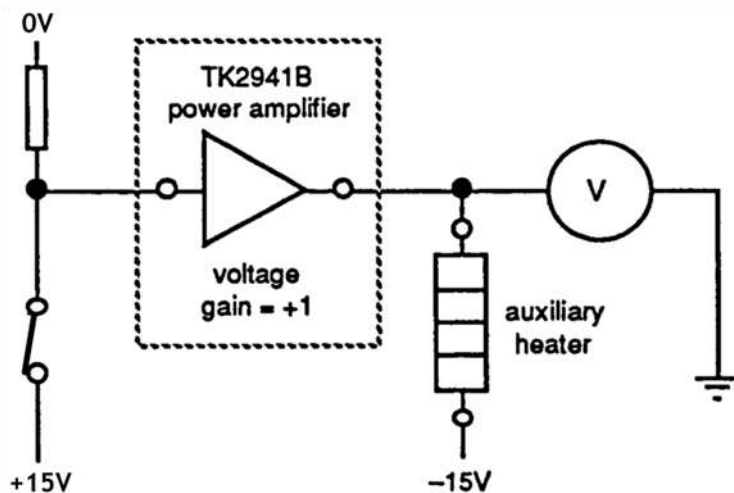
Για να ελέγξουμε τη θέρμανση της ράβδου θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε τον διακόπτη να ανάβει και να σβήνει την τροφοδοσία. Όμως, αυτό θα αποφευχθεί διότι οι επαφές δεν έχουν κατασκευαστεί κατάλληλα για τέτοιες μεγάλες τάσεις-ρεύματα και επιπρόσθετα είναι επικίνδυνο να χρησιμοποιήσουμε τάση δικτύου σε ακροδέκτες επάνω στη ράβδο θέρμανσης.

Εναλλακτικά. Θα μπορούσαμε να συνδέσουμε τον μαγνητικό διακόπτη σε ένα κύκλωμα που λειτουργεί με χαμηλή τάση και αυτός να οδηγεί-ελέγχει έναν ηλεκτρονόμο ισχύος (ρελέ) που με τη σειρά του θα ελέγχει την τάση τροφοδοσίας, όπως φαίνεται στο σχήμα 5.22.6.



Εικόνα 5.22.6

Στην άσκηση θα αποφευχθεί ακόμη και αυτή η μικρή διαδικασία διότι θα χρησιμοποιηθεί το βοηθητικό θερμαντικό στοιχείο στη ράβδο θερμότητας που ελέγχεται από χαμηλή ισχύ, όπως αυτή που δίνει ο ενισχυτής ισχύος TK2941B, ενώ μπορεί να παρέχει ισχύ ικανή να ανεβάσει θερμοκρασία στην εγκοπή 4. Η εικόνα 5.22.7 δείχνει το κύκλωμα που θα χρησιμοποιηθεί.



Εικόνα 5.22.7

Για να παρατηρηθεί η μεταβολή της θερμοκρασίας της ράβδου θερμότητας θα υλοποιηθεί ένα κύκλωμα με το αισθητήριο θερμοκρασίας πλατίνας. Πραγματοποιήστε το κύκλωμα που φαίνεται στην εικόνα 5.22.8.

Μέρος αυτής της άσκησης είναι όμοιο με αυτό της άσκησης 21 και συγκεκριμένα με την πρακτική άσκηση 21.3. Ακολουθήστε την διαδικασία που περιγράφεται στην συγκεκριμένη άσκηση ώστε να έχετε ένα θερμόμετρο άμεσης ανάγνωσης που δείχνει τις τιμές θερμοκρασίας μεταξύ 0 και 100°C.

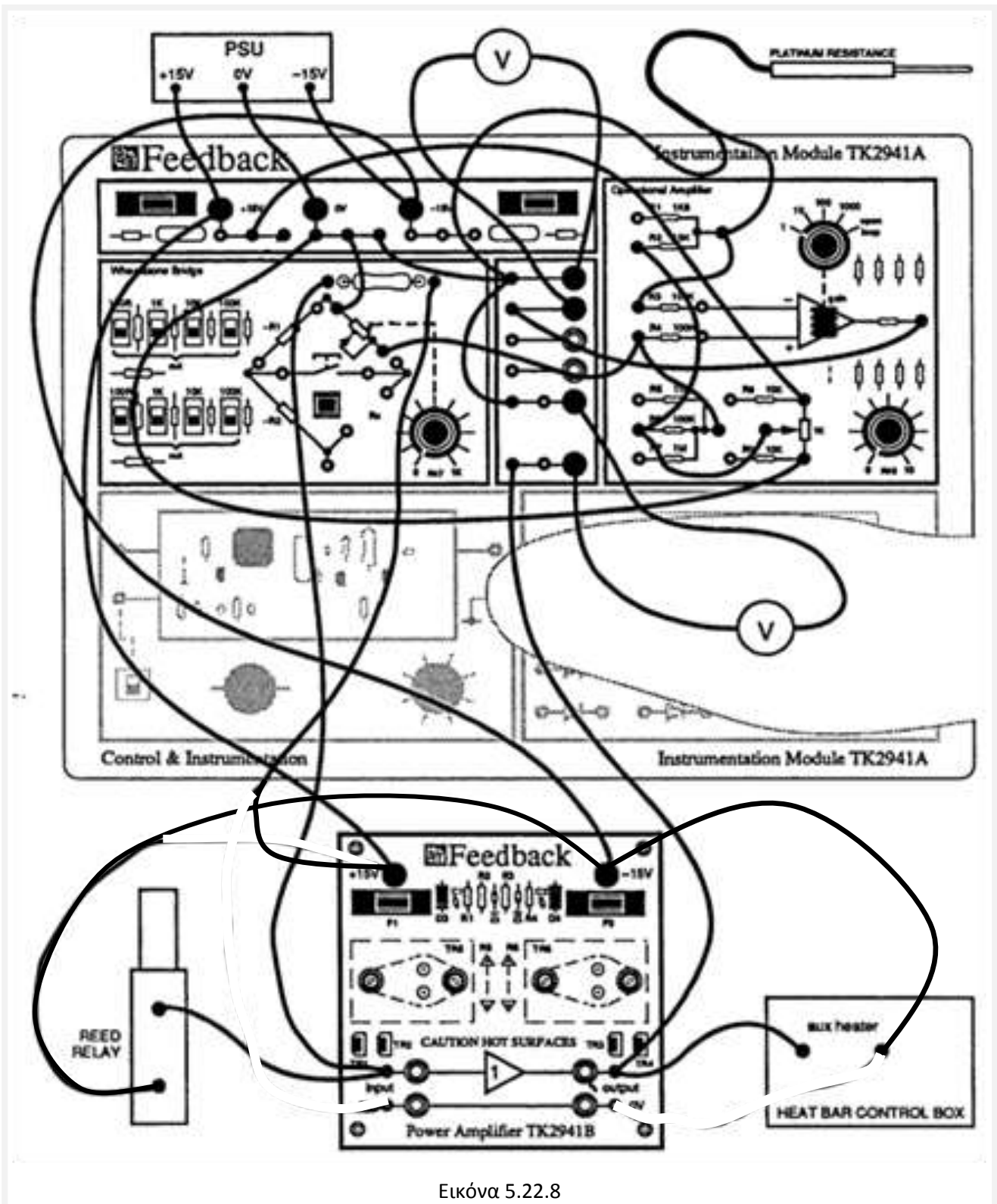
**Σημείωση** Μετά την ρύθμιση του ποτενσιόμετρου R47 (για την υλοποίηση του θερμομέτρου) μην μεταβάλλετε την τιμή του.

### Ερώτηση 22.2 Πως λειτουργεί το τμήμα του θερμαντικού στοιχείου της εικόνας 5.22.8;

Τοποθετήστε το μαγνητικό διακόπτη στην εγκοπή 1 της ράβδου θερμότητας. Επίσης τοποθετήστε το αισθητήριο πλατίνας στη θήκη του, ακριβώς δίπλα στο διακόπτη.

Ανάψτε την τάση τροφοδοσίας και μετρήστε την ένδειξη της θερμοκρασίας με το βολτόμετρο. Επαληθεύστε ότι το βολτόμετρο που μετράει την τάση στο βοηθητικό στοιχείο της ράβδου θερμότητας, δείχνει ένδειξη +12V, γεγονός που σημαίνει ότι το θερμαντικό στοιχείο είναι αναμμένο. Σημειώστε αυτήν την διαπίστωση στο φυλλάδιο των μετρήσεων σας.

Για συνολικά 40 λεπτά, κάθε 60 δευτερόλεπτα θα σημειώνετε την θερμοκρασία καθώς και πόσες φορές το θερμαντικό στοιχείο άναψε (ON = +12V) και έσβησε (OFF = -15V).



Εικόνα 5.22.8

Πίνακας τιμών της Πρακτικής Άσκησης 22.1

| Χρόνος (min) | Θερμοκρασία (°C) | On/Off | Χρόνος (min) | Θερμοκρασία (°C) | On/Off |
|--------------|------------------|--------|--------------|------------------|--------|
| 1            |                  |        | 21           |                  |        |
| 2            |                  |        | 22           |                  |        |
| 3            |                  |        | 23           |                  |        |
| 4            |                  |        | 24           |                  |        |
| 5            |                  |        | 25           |                  |        |
| 6            |                  |        | 26           |                  |        |
| 7            |                  |        | 27           |                  |        |
| 8            |                  |        | 28           |                  |        |
| 9            |                  |        | 29           |                  |        |
| 10           |                  |        | 30           |                  |        |
| 11           |                  |        | 31           |                  |        |
| 12           |                  |        | 32           |                  |        |
| 13           |                  |        | 33           |                  |        |
| 14           |                  |        | 34           |                  |        |
| 15           |                  |        | 35           |                  |        |
| 16           |                  |        | 36           |                  |        |
| 17           |                  |        | 37           |                  |        |
| 18           |                  |        | 38           |                  |        |
| 19           |                  |        | 39           |                  |        |
| 20           |                  |        | 40           |                  |        |

**Άσκηση 22.1** Τοποθετήστε τις μετρήσεις σας στην Εικόνα 5.22.9. Σε αυτό το διάγραμμα σχεδιάστε με κατακόρυφες γραμμές τις φορές που άλλαξε ο διακόπτης μεταξύ ON και OFF.

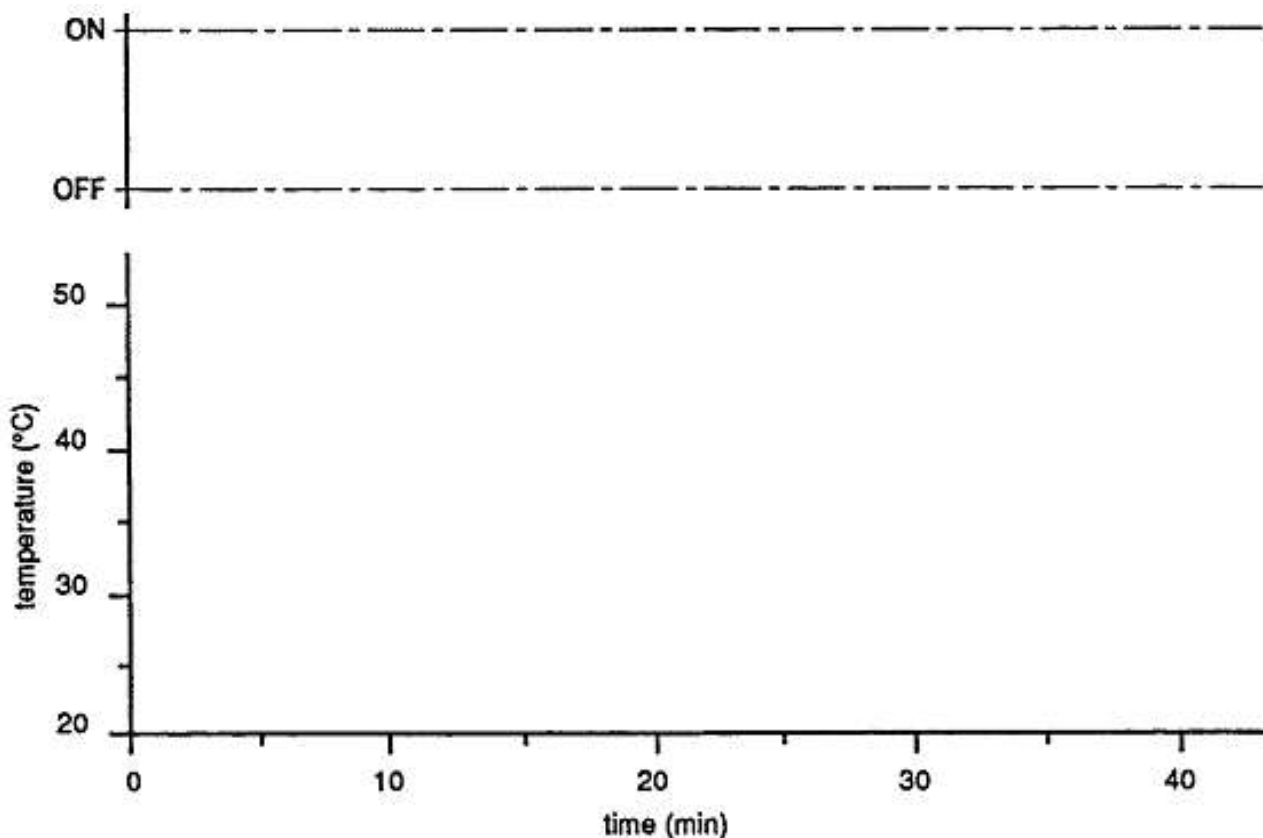
Το θερμαντικό στοιχείο παραμένει αναμμένο μέχρι να φτάσει την επιθυμητή θερμοκρασία και στην συνέχεια, εναλλάσσεται διαρκώς μεταξύ καταστάσεων On και Off. Μελετήστε την καμπύλη και απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις.

**Ερώτηση 22.3** Πόσος είναι ο χρόνος ενός πλήρη κύκλου (από on σε on ή από off σε off);

**Ερώτηση 22.4** Το ποσοστό λειτουργίας (duty ratio) έχει τιμή 1;

**Ερώτηση 22.5** Ποιο είναι το διαφορικό της θερμοκρασίας (η διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ της μέγιστης και ελάχιστης τιμής σε ένα κύκλο);

**Ερώτηση 22.6** Ποια είναι η μέση τιμή της θερμοκρασίας;



Εικόνα 5.22.9

**Ερώτηση 22.7** Η θερμοκρασία που δείχνει το βολτόμετρο, συνεχίζει να αυξάνει ή να μειώνεται ελαφρά, μετά από πολλούς κύκλους on-off;

Αν ναι, μπορείτε να το εξηγήσετε;

**Ερώτηση 22.8** Ο μαγνητικός διακόπτης που χρησιμοποιείτε έχει ονομαστική τιμή θερμοκρασίας λειτουργίας 45°C και διαφορικό 3°C. Συγκρίνετε αυτές τις τιμές με τις απαντήσεις σας στις ερωτήσεις 22.5 και 22.6. Αν υπάρχουν διαφορές, μπορείτε να τις εξηγήσετε;

Η πρακτική άσκηση μπορεί να επεκταθεί σε διαφορετική εγκατάσταση. Μετακινήστε το διακόπτη και το θερμόμετρο πλατίνας στην εγκατάσταση 4, κρατώντας όμως τις σχετικές τους θέσεις ίδιες. Παρατηρήστε τη συμπεριφορά, με ιδιαίτερη προσοχή στα χρονικά διαστήματα On και Off και τις οριακές θερμοκρασίες.

**Ερώτηση 22.9** Το ποσοστό λειτουργίας έχει μεγαλύτερη ή μικρότερη τιμή;

**Ερώτηση 22.10** Η μέση τιμή της θερμοκρασίας έχει την ίδια τιμή;

## ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 22.2

## Διμεταλλικός Διακόπτης

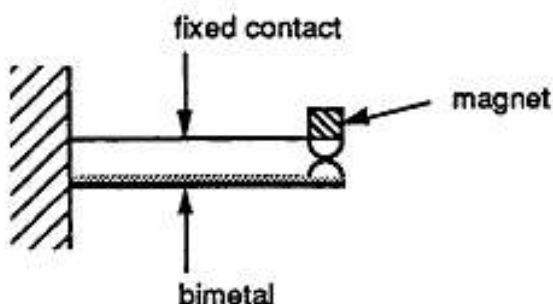
Ο διμεταλλικός θερμοστάτης πιθανότατα είναι η συχνότερα χρησιμοποιούμενη συσκευή ελέγχου θερμοκρασίας. Εξετάστε τον διακόπτη που θα χρησιμοποιήσουμε στην άσκηση. Μπορείτε να δείτε ότι έχει μία «κανονικά κλειστή» (normally closed) επαφή, η οποία ανοίγει ελάχιστα αν πιέσετε ελαφρά την άκρη του διμεταλλικού στοιχείου μακριά από την βάση του. Αυτή η κίνηση, συνδυασμένη με ποιοτικές επαφές, επιτρέπει στο διακόπτη να χρησιμοποιηθεί ώστε να ελέγχει την παροχή τάσης από το δίκτυο. Παρόλα αυτά, εμείς θα τον χρησιμοποιήσουμε να ελέγχει το βοηθητικό θερμαντικό στοιχείο, όπως στην προηγούμενη πρακτική άσκηση.

Το διμεταλλικό στοιχείο αποτελείται από δύο στρώματα διαφορετικών μετάλλων, δεμένα μεταξύ τους, οποία έχουν διαφορετικό συντελεστή διαστολής. Όταν θερμανθεί το έλασμα παίρνει κυρτή μορφή με το μέταλλο που έχει τον μεγαλύτερο συντελεστή διαστολή να βρίσκεται στην εξωτερική πλευρά (εικόνα 5.22.10).



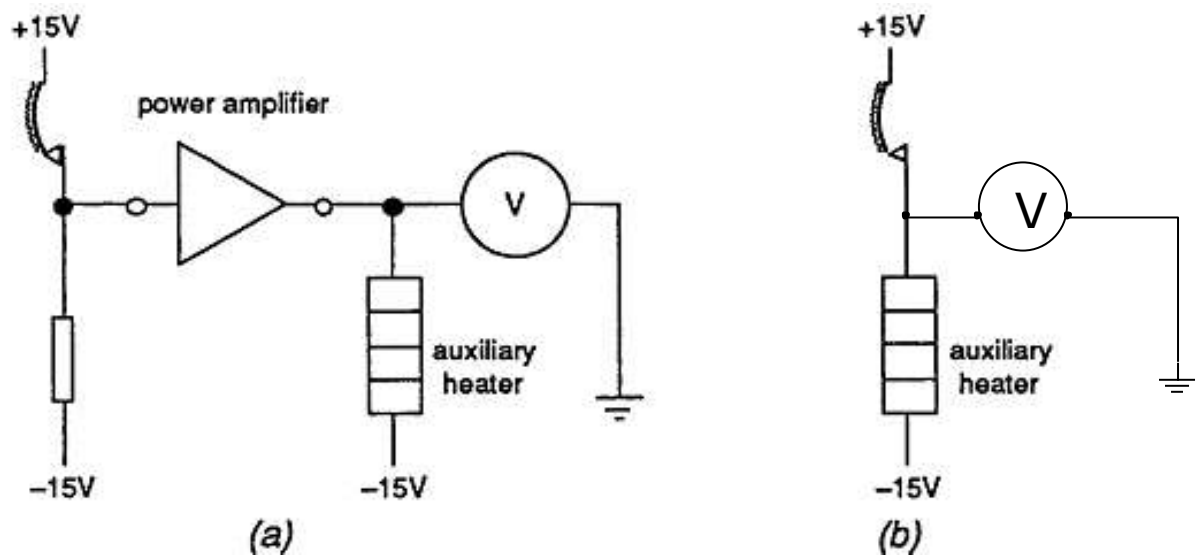
Εικόνα 5.22.10

Η διάταξη αυτή του διακόπτη δεν είναι η μοναδική. Συχνά, μία διακοπή-σύνδεση του κυκλώματος επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός μικρού μόνιμου μαγνήτη. Αυτός τοποθετείται σε τέτοια θέση ώστε να κρατάει την επαφή κλειστή. Όταν το διμεταλλικό έλασμα είναι αρκετά ζεστό, τότε προκαλείται μία δύναμη αποκόλλησης της επαφής, ίση με αυτήν που κρατάει την επαφή κλειστή. Η κίνηση απομάκρυνσης έχει ως αποτέλεσμα την γρήγορη μείωση της μαγνητικής έλξης (επειδή αυξάνεται η απόσταση), οπότε η κίνηση του ανοίγματος της επαφής επιταχύνεται (εικ. 5.22.11).



Εικόνα 5.22.11

Η διαδικασία για την άσκηση θα είναι ακριβώς η ίδια με αυτήν που ακολουθήθηκε με τον μαγνητικό διακόπτη, αλλά θα βάλουμε στη θέση του το διμεταλλικό διακόπτη. Επειδή το τελευταίο έχει επαφή «κανονικά- κλειστή» (normally closed) θα υλοποιηθεί ένα κύκλωμα ελάχιστα διαφορετικό. Δύο παραλλαγές του απαραίτητου κυκλώματος φαίνονται στην εικόνα 5.22.12.



Εικόνα 5.22.12

Και τα δύο κυκλώματα της εικόνας 5.22.12 μπορούν να εκτελέσουν την λειτουργία που χρειάζεται αλλά το (b) είναι πιο εύκολο στην υλοποίηση και πιο απλό.

Σβήστε την τροφοδοσία και υλοποιήστε το κύκλωμα που φαίνεται στην εικόνα 5.22.13.

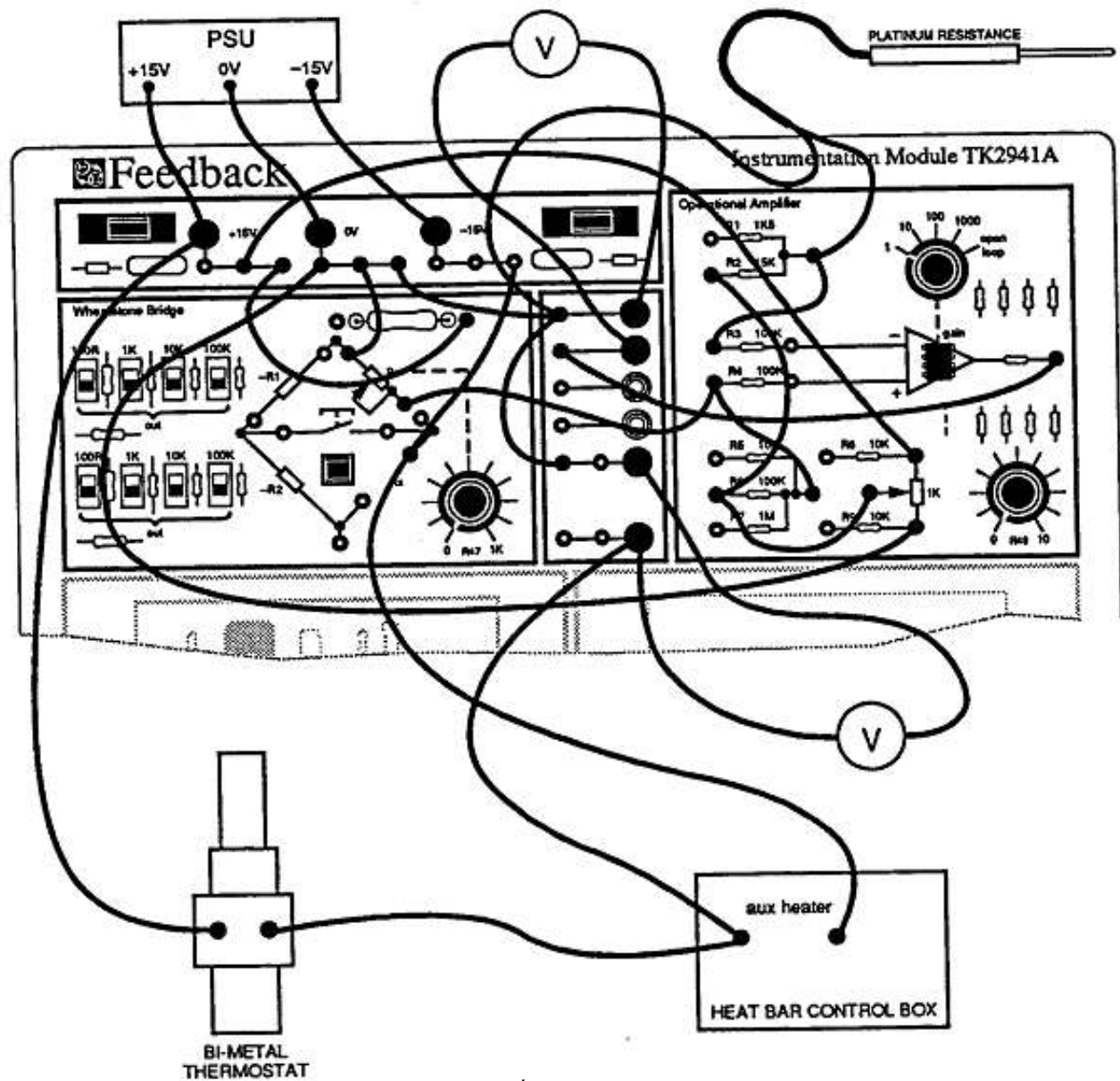
Ανάψτε το διακόπτη της τροφοδοσίας.

Τοποθετήστε ξανά το διμεταλλικό διακόπτη και το θερμόμετρο πλατίνας στην εγκοπή 1 και υλοποιήστε τις ίδιες μετρήσεις. Στην συνέχεια, μετακινήστε το διακόπτη και το θερμόμετρο στην εγκοπή 4 και παρατηρήστε τη συμπεριφορά του συστήματος, όπως προηγουμένως.

**Άσκηση 22.2** Τοποθετήστε τις μετρήσεις σε ένα διάγραμμα, όπως αυτό της πρακτικής άσκησης 22.1 (το διάγραμμα παρακάτω).

Αυτός ο διμεταλλικός διακόπτης έχει ονομαστική θερμοκρασία λειτουργίας  $45^{\circ}\text{C}$  και διαφορικό  $5^{\circ}\text{C}$ .

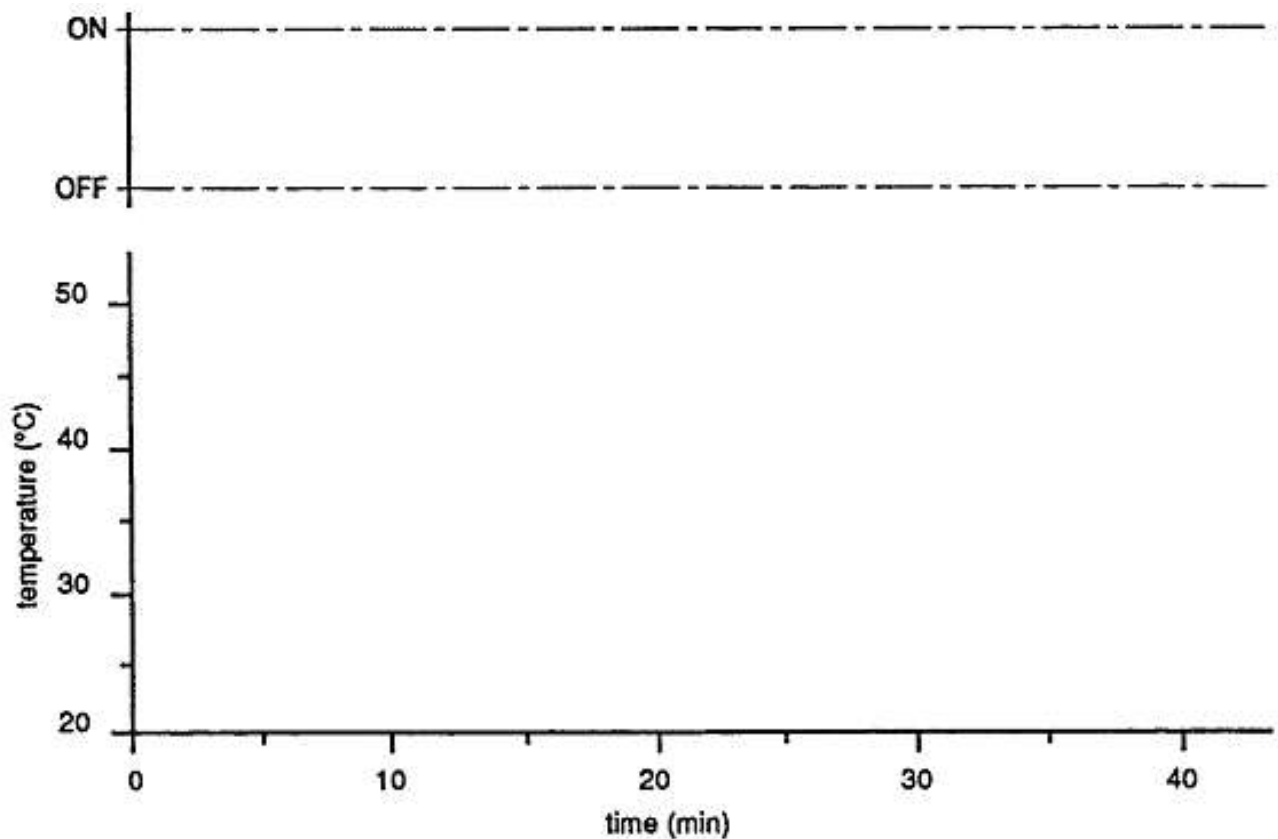
Συγκρίνετε τα διαγράμματα και τις παρατηρήσεις σας από τις δύο πρακτικές ασκήσεις.



Εικόνα 5.22.13

Πίνακας τιμών της Πρακτικής Άσκησης 22.2

| Χρόνος<br>(min) | Θερμοκρασία<br>(°C) | On/Off | Χρόνος<br>(min) | Θερμοκρασία<br>(°C) | On/Off |
|-----------------|---------------------|--------|-----------------|---------------------|--------|
| 1               |                     |        | 21              |                     |        |
| 2               |                     |        | 22              |                     |        |
| 3               |                     |        | 23              |                     |        |
| 4               |                     |        | 24              |                     |        |
| 5               |                     |        | 25              |                     |        |
| 6               |                     |        | 26              |                     |        |
| 7               |                     |        | 27              |                     |        |
| 8               |                     |        | 28              |                     |        |
| 9               |                     |        | 29              |                     |        |
| 10              |                     |        | 30              |                     |        |
| 11              |                     |        | 31              |                     |        |
| 12              |                     |        | 32              |                     |        |
| 13              |                     |        | 33              |                     |        |
| 14              |                     |        | 34              |                     |        |
| 15              |                     |        | 35              |                     |        |
| 16              |                     |        | 36              |                     |        |
| 17              |                     |        | 37              |                     |        |
| 18              |                     |        | 38              |                     |        |
| 19              |                     |        | 39              |                     |        |
| 20              |                     |        | 40              |                     |        |



Εικόνα 5.22.9

### ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ

Τα χαρακτηριστικά της αρχής λειτουργίας των θερμοστατικών διακοπών είναι τα παρακάτω:

- Σταθερότητα της θερμοκρασίας λειτουργίας
- Ρύθμιση της θερμοκρασίας λειτουργίας
- Δυνατότητα χειρισμού μεγάλης ισχύος
- Ζωή επαφών
- Αντίσταση σε θερμική και μηχανική καταπόνηση
- Προστασία από τις συνθήκες του περιβάλλοντος (πχ. υγρασία, διάβρωση κλπ.)
- Ευκολία μεταφοράς της θερμότητας στο θερμικό αισθητήριο

Από τους δύο τύπους διακοπών που μελετήσαμε, ο μαγνητικός διακόπτης δεν μπορεί να ρυθμιστεί σε διαφορετική θερμοκρασία λειτουργίας αλλά ο διμεταλλικός διακόπτης, παρότι δεν ρυθμίζεται άμεσα, έμμεσα μπορεί να γίνει εφαρμόζοντας διαφορετική πίεση στην κλειστή επαφή. Όσο η πίεση αυξάνει, τόσο μεγαλύτερη θερμοκρασία χρειάζεται για να ανοίξει η επαφή.

Γενικά, όσο πιο μικρός είναι ο αισθητήρας, τόσο πιο μικρός είναι και ο χρόνος αντίδρασης σε θερμοκρασιακές αλλαγές. Στις πρακτικές ασκήσεις, θα πρέπει να έχει διαπιστωθεί ότι το μετρούμενο διαφορικό είναι σημαντικά μεγαλύτερο από ότι το κανονικό σχήμα. Αυτό οφείλεται στη μεγάλη καθυστέρηση μεταξύ του αισθητηρίου πλατίνας και του αισθητηρίου του διακόπτη που παρουσιάζει το φαινόμενο της εξασθένησης της θερμοκρασιακής μεταβολής στη ράβδο θερμότητας. Για παράδειγμα, μεταβολή θερμοκρασίας  $12^{\circ}\text{C}$  στη ράβδο θερμότητας συνεπάγεται σε μεταβολή  $5^{\circ}\text{C}$  στο διμεταλλικό διακόπτη. Για την βέλτιστη ακρίβεια ελέγχου, το αισθητήριο του διακόπτη θα πρέπει να είναι σε καλή θερμική επαφή με το θερμαινόμενο αντικείμενο.

Οι εφαρμογές των θερμοστατών είναι γνωστές και πολυάριθμες. Οικιακοί θερμαντήρες νερού (boilers), πλυντήρια ρούχων, πλυντήρια πιάτων, ψυγεία και άλλες συσκευές χρησιμοποιούν θερμοστάτες. Με τον ίδιο τρόπο λειτουργίας χρησιμοποιούνται και σε πολλές βιομηχανικές εφαρμογές.

Ένα άλλο μεγάλο πεδίο εφαρμογής των θερμοστατών είναι και της προστασίας από υπερθέρμανση (θερμική ασφάλεια), όπου ο διακόπτης ενεργοποιείται σε μη φυσιολογικές συνθήκες θερμοκρασίας και αποκόπτει της αιτία της ανωμαλίας, πχ. κλείνοντας τη παροχή ισχύος, ή εναλλακτικά δίνει κάποιο ηχητικό ή οπτικό σήμα-συναγερμό.