

Μέρος 4<sup>d\*</sup>

# ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

## ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ON-OFF

(\*) Η παρουσίαση αυτή βασίζεται στις σημειώσεις της αντίστοιχης εργαστηριακής άσκησης «Άσκηση 22 - Έλεγχος θερμοκρασίας ON-OFF»

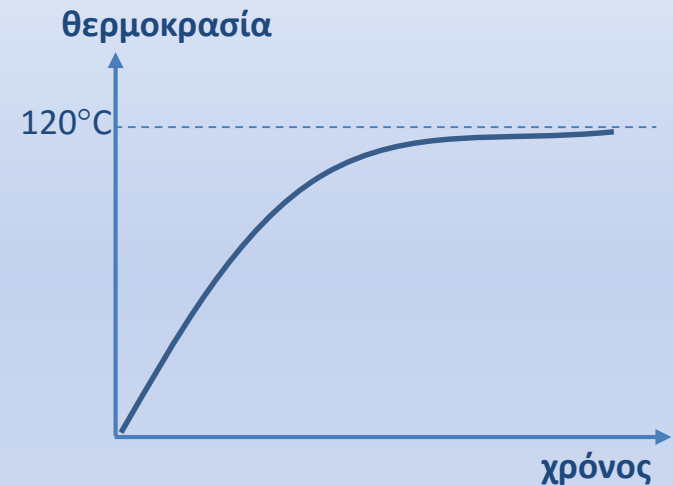
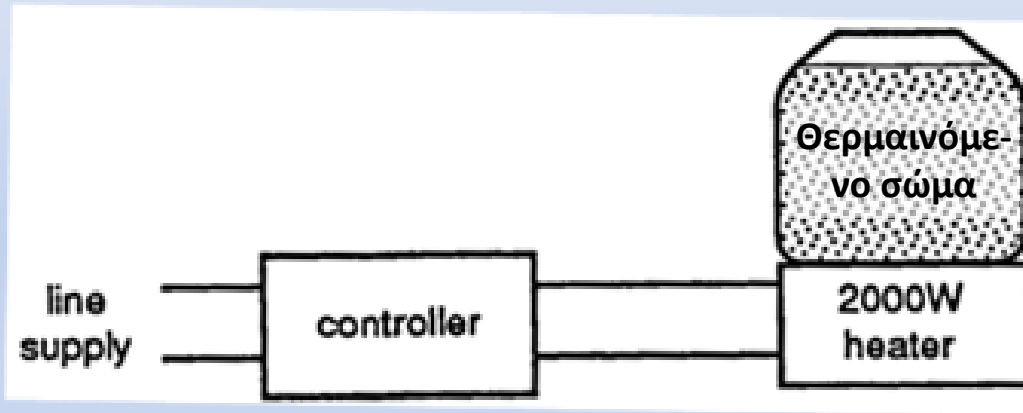
[www.eclas.teiwm.gr](http://www.eclas.teiwm.gr)

Συστήματα Μετρήσεων >> Έγγραφα >> ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ >> Μέρος 2<sup>ο</sup> Μέτρηση Θερμοκρασίας 2012-13

# Ένα παράδειγμα διάταξης θέρμανσης

Τα μέρη:

- Το θερμαντικό σώμα (heater) ισχύος 2000 W
- Η τροφοδοσία ηλεκτρικής ισχύος (line supply), π.χ., 230V ή 24 V
- Ένας ελεγκτής τροφοδοσίας (controller) του θερμαντικού σώματος
- Το θερμαινόμενο σώμα



Λειτουργία:

Έστω ότι σε συνεχή τροφοδοσία ηλεκτρικής ισχύος (ο controller ή έχει αφαιρεθεί ή παραμένει συνεχώς ON), το θερμαντικό σώμα μπορεί να φέρει το θερμαινόμενο σώμα σε θερμοκρασία 120°C.

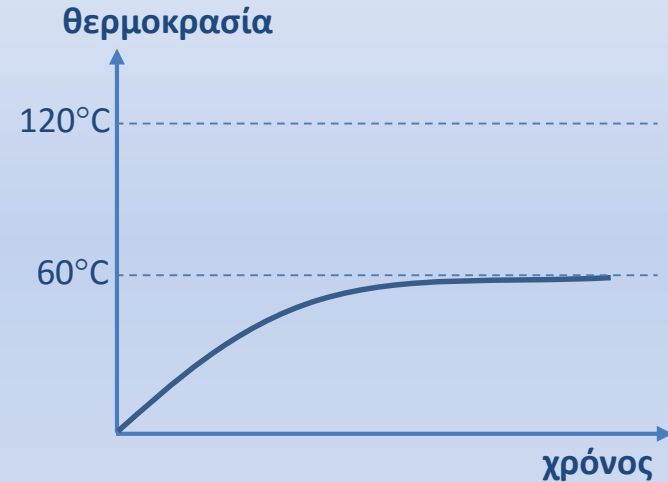
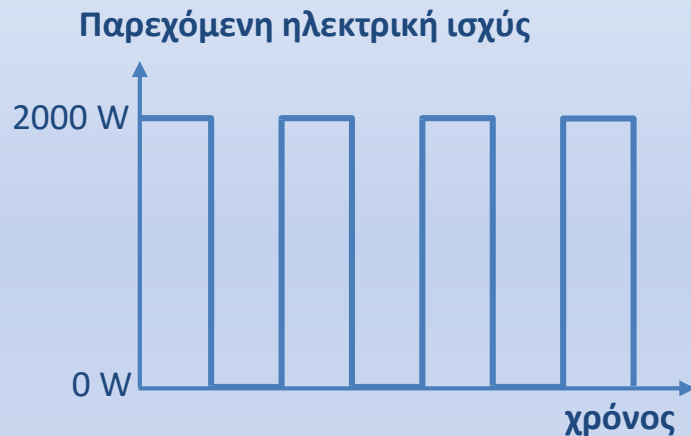
Το πρόβλημα:

Πως μπορεί να ελεγχθεί η παροχή της ηλεκτρικής ισχύος, που εφαρμόζεται στο θερμαντικό σώμα, ώστε να φέρει το σώμα σε μια επιθυμητή θερμοκρασία, π.χ., στους 60°C;

# Λύση 1<sup>η</sup>: Χειροκίνητος έλεγχος ON-OFF ανοικτού βρόχου

Θα μπορούσαμε να ανάβουμε και να σβήνουμε χειροκίνητα τον διακόπτη για ίσα χρονικά διαστήματα.

Με αυτόν τον τρόπο η μέση θερμαντική ισχύς που παρέχουμε θα είναι περίπου ίση με τη μισή από τη μέγιστη διαθέσιμη και το σώμα θα φτάσει περίπου στους 60°C.



## Μειονεκτήματα:

Τρόπος ελέγχου κουραστικός και ανακριβής

Η τελική θερμοκρασία εξαρτάται από τις αλλαγές της θερμοκρασίας του χώρου αλλά και της μάζας του θερμαινόμενου σώματος.

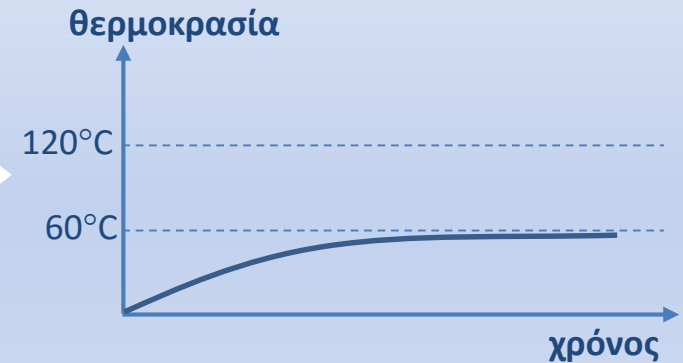
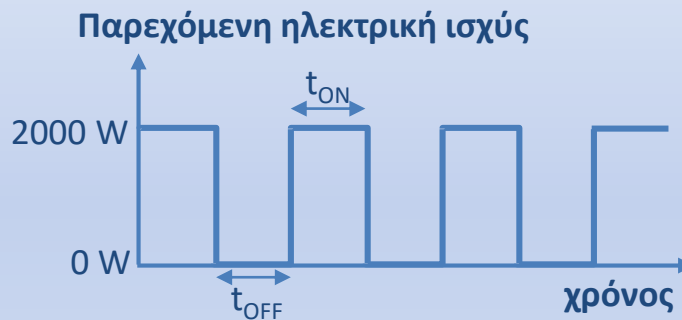
# Λύση 2<sup>η</sup>: Αυτόματος έλεγχος ON-OFF ανοικτού βρόχου

- Αντικαθιστούμε τον χειροκίνητο διακόπτη με έναν αυτόματο που αναβοσβήνει σε ίσα χρονικά διαστήματα. Πετυχαίνουμε την ίδια τελική θερμοκρασία 60°C.
- Μεταβάλλοντας τη σχέση των χρονικών διαστημάτων που είναι ανοικτό και σβηστό (duty ratio), μπορούν να επιτευχθούν και άλλες θερμοκρασίες.

$$duty\ ratio = \frac{t_{ON}}{t_{OFF}}$$

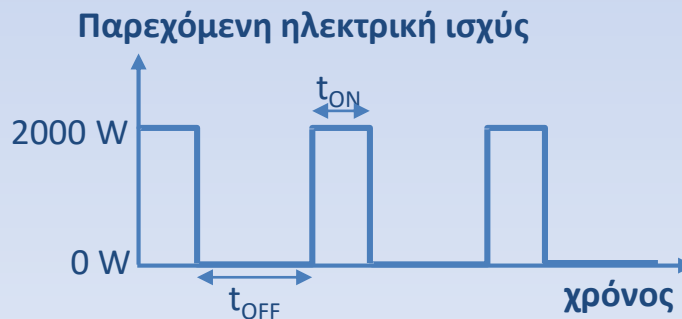
$$t_{ON} = t_{OFF}$$

Duty ratio = 1



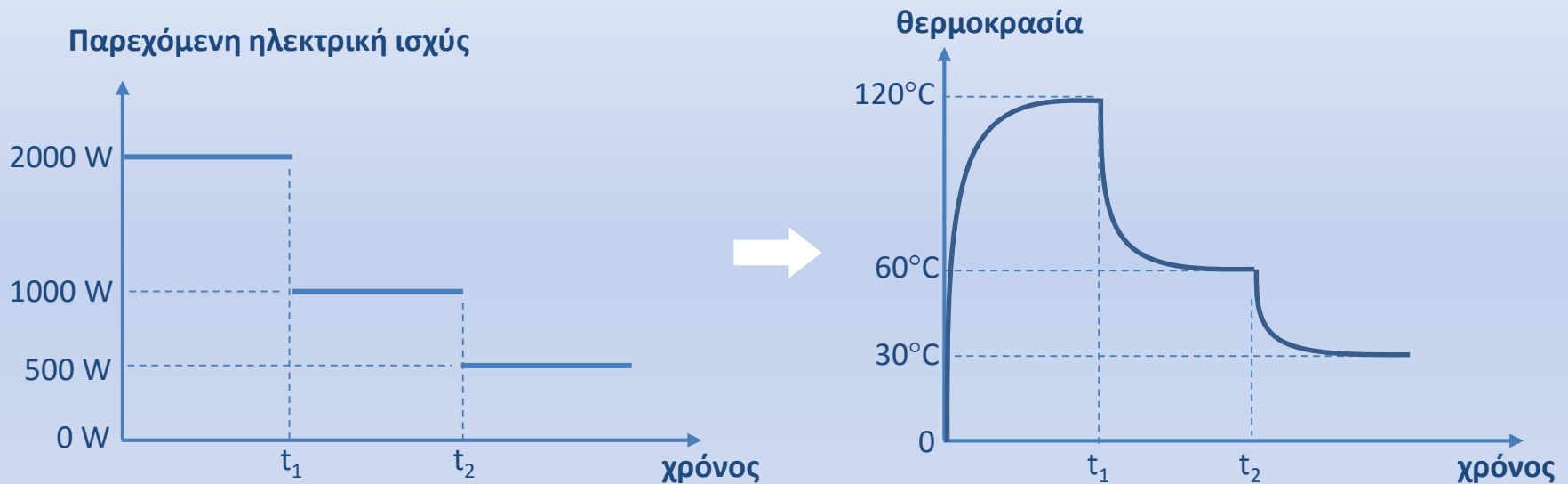
$$t_{ON} = \frac{t_{OFF}}{2}$$

Duty ratio = 0.5



# Λύση 3<sup>η</sup>: Συνεχής λειτουργία ανοικτού βρόχου

- Αντί για ON-OFF τροφοδοσία του θερμαντικού σώματος (μεταξύ μέγιστης και ελάχιστης τιμής ισχύος), μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε συνεχή (DC) τροφοδοσία σε ένα ποσοστό της μέγιστης ισχύος του.

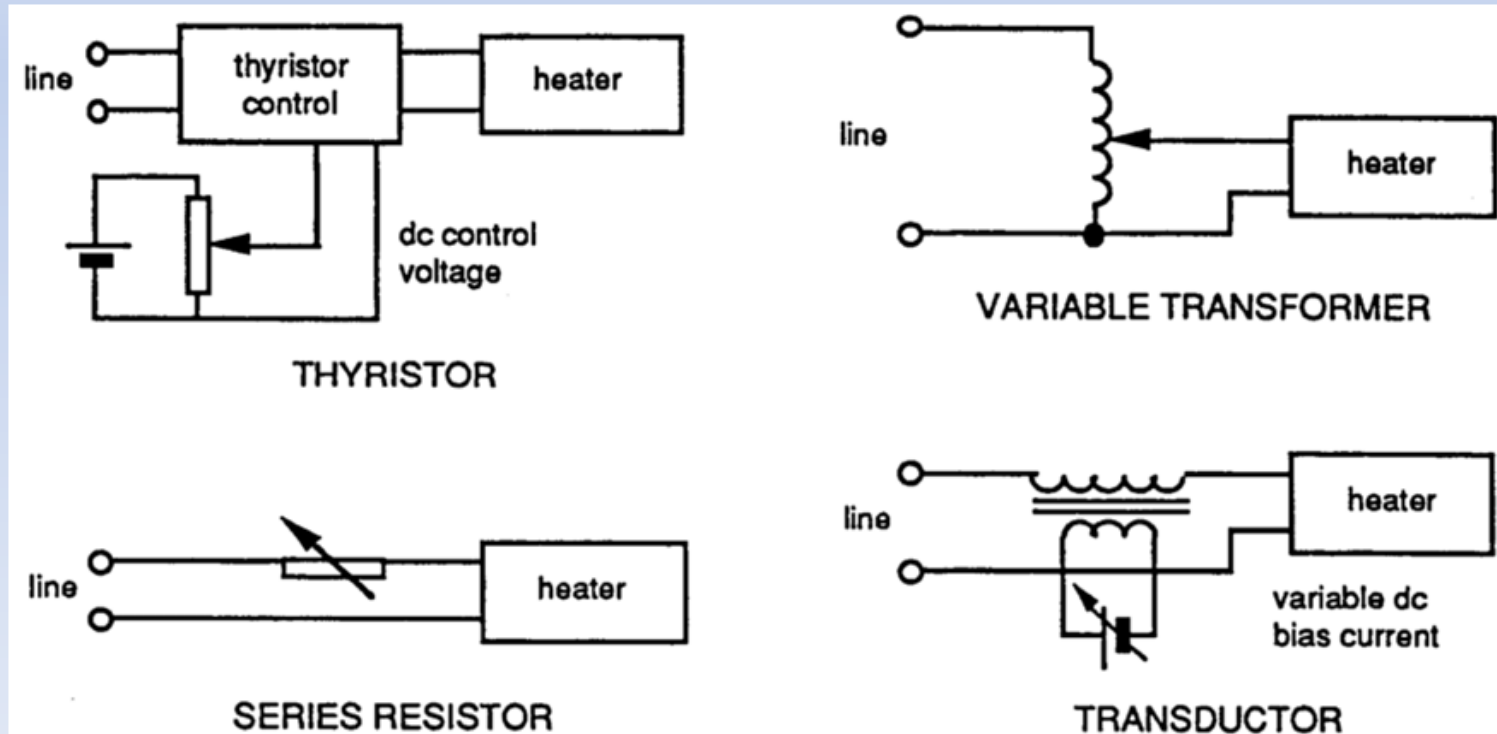


- Με συνεχή τροφοδοσία 1000W (το μισό της μέγιστης ισχύος) το θερμενόμενο σώμα θα φτάσει στους 60°C (στο μέσο της μέγιστης θερμοκρασίας)
- Αν συνεχίσουμε με συνεχή τροφοδοσία 500W (το τέταρτο της μέγιστης ισχύος) το θερμενόμενο σώμα θα φτάσει στους 30°C (στο  $\frac{1}{4}$  της μέγιστης θερμοκρασίας), κ.ο.κ.

## Λύση 3<sup>η</sup>: Συνεχής λειτουργία ανοικτού βρόχου (συνέχεια...)

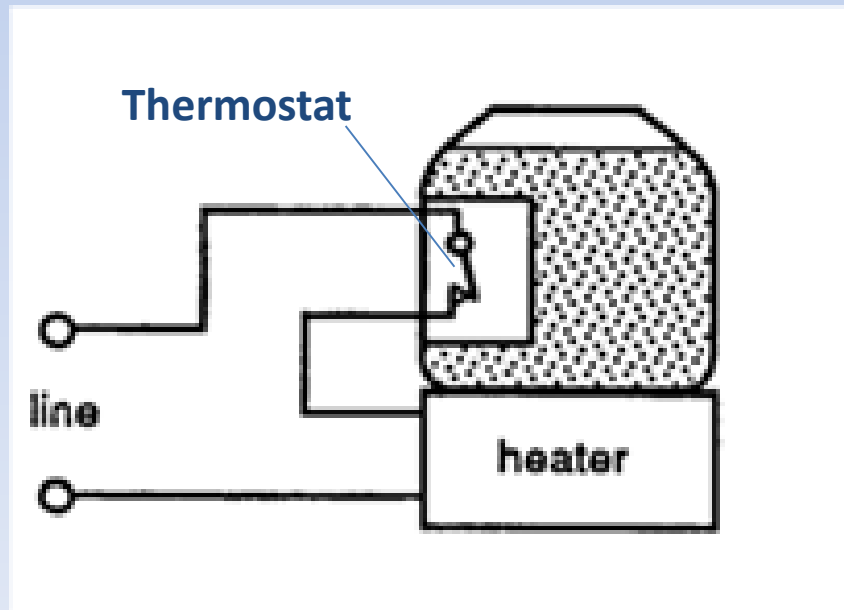
### Κυκλώματα για συνεχή λειτουργία ανοικτού βρόχου

- **Θυρίστωρ** (thyristor): επιτρέπουν το ρεύμα να περνάει μόνο κατά ένα ποσοστό της κάθε περιόδου της ac τάσης τροφοδοσίας.
- **Μεταβλητοί μετασχηματιστές** (variable transformers): μειώνουν την τάση εξόδου
- **Αντιστάσεις σε σειρά** (series resistors): καταναλώνουν άσκοπα αρκετή ενέργεια
- **Πηνία** (transducers): είδος πηνίου με μεταβλητή αυτεπαγωγή που συνδέονται σε σειρά για να μειώνουν το ρεύμα, χωρίς να υπάρχει μεγάλη απώλεια ενέργειας.



# Λύση 4<sup>η</sup>: Λειτουργία ON-OFF κλειστού βρόχου

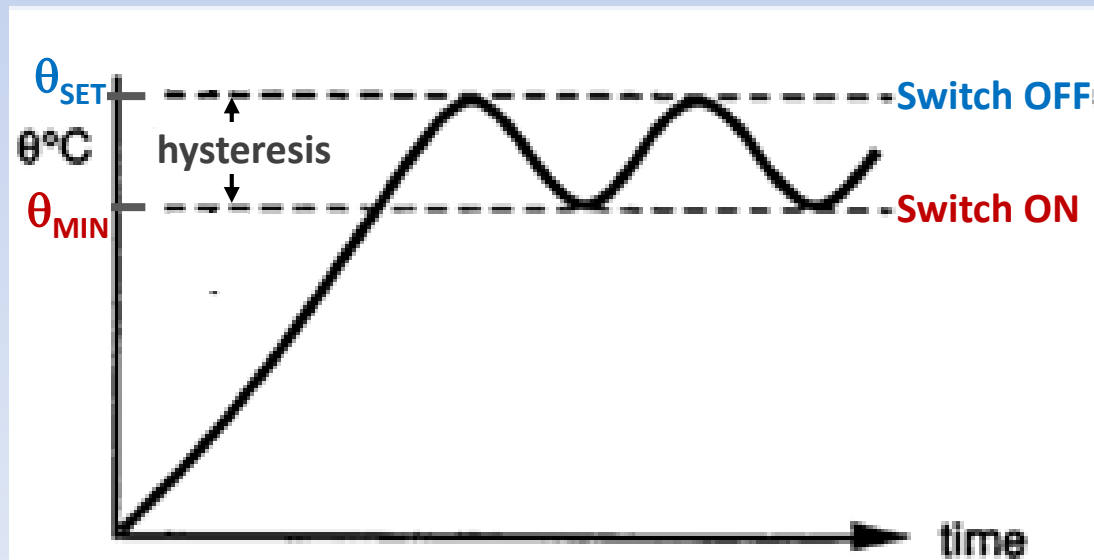
- Σε καμία από τα προηγούμενες μεθόδους δεν μετριέται η πραγματική θερμοκρασία του θερμαινόμενου σώματος.
- Αν χρησιμοποιήσουμε ένα **θερμοστάτη** σε επαφή με το θερμαινόμενο σώμα, τότε αυτός ο διακόπτης μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να αποκόπτει την παρεχόμενη ισχύ όταν επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία.
  - **Θερμοστάτης** (thermostat): διακόπτης ευαίσθητος στη θερμοκρασία (ανοίγει ή κλείνει σε ορισμένη θερμοκρασία).
  - Οι θερμοστάτες συνήθως επιτρέπουν στο χρήστη να ρυθμίσει την θερμοκρασία



## Λύση 4<sup>η</sup>: Λειτουργία ON-OFF κλειστού βρόχου (συνέχεια...)

- Ο θερμοστάτης ρυθμίζεται ώστε να **αποκόπτει (switch off)** την παρεχόμενη ισχύ όταν επιτευχθεί η **επιθυμητή θερμοκρασία ( $\theta_{SET}$ )**.
- Ο θερμοστάτης ρυθμίζεται να **ανάβει ξανά (switch on)** και να παρέχει ηλεκτρική ισχύ στο θερμαινόμενο σώμα όταν η θερμοκρασία του πέφτει σε κάποια **χαμηλή τιμή ( $\theta_{MIN}$ )**.
- Για να αποφευχθεί η πολύ συχνή αλλαγή κατάστασης του θερμοστάτη, οι θερμοκρασίες στις οποίες ανάβει,  $\theta_{SET}$ , και σβήνει,  $\theta_{MIN}$ , διαφέρουν κατά κάποιους βαθμούς.

$$\text{Υστέρηση (hysteresis)} = \theta_{SET} - \theta_{MIN}$$





# Λύση 5<sup>η</sup>: Συνεχής λειτουργία κλειστού βρόχου

- Ένας αισθητήρας (θερμόμετρο) μετράει συνεχώς τη θερμοκρασία του θερμαινόμενου σώματος.
- Η έξοδός του (**ανάδραση – feedback**) χρησιμοποιείται ώστε να ελεγχθεί το ποσοστό της εφαρμοζόμενης ισχύος.
- Αν σχεδιαστεί προσεκτικά, μπορεί να επιτύχει πολύ καλό έλεγχο με πολύ μικρή απόκλιση (υστέρηση) της πραγματικής θερμοκρασίας από την επιθυμητή

