

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

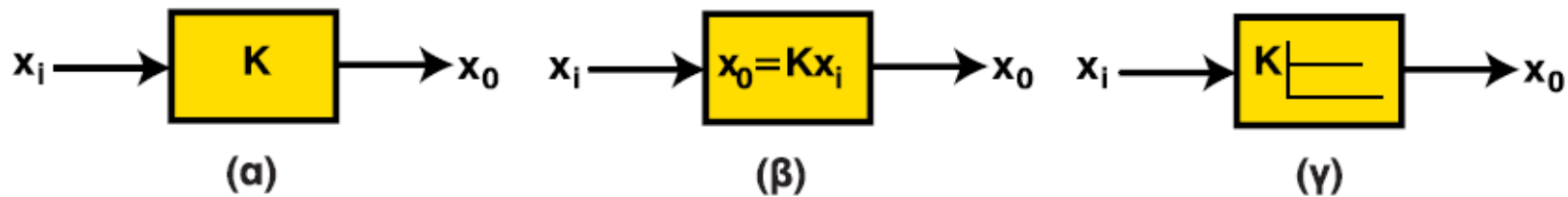
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)

Βασικές έννοιες



Σχήμα 2.1: Συμβολισμοί βαθμίδων.

Η βαθμίδα παριστάνεται με ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο και η ροή σημάτων:

α) με ένα βέλος (x_i) με φορά προς τη βαθμίδα και φανερώνει το σήμα εισόδου (input signal)

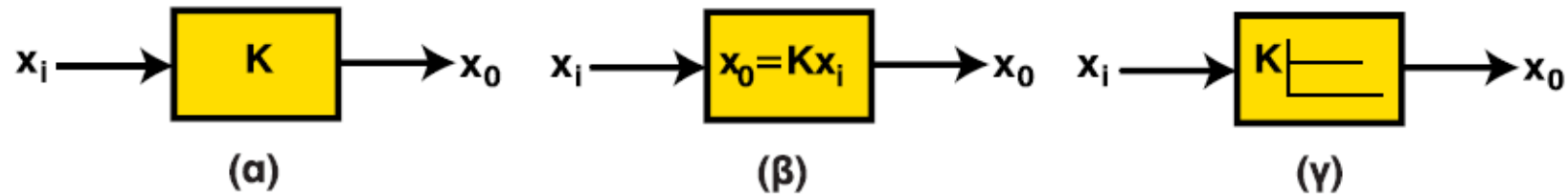
β) με ένα βέλος x_o με φορά από τη βαθμίδα προς τα έξω και φανερώνει το σήμα εξόδου (output signal).

Το σήμα εξόδου κάθε βαθμίδας εξαρτάται από το σήμα εισόδου και την εσωτερική δομή της βαθμίδας.

Κατά την παράσταση (συμβολισμό) μιας βαθμίδας γράφουμε στο εσωτερικό της βαθμίδας τη σχέση μεταξύ του σήματος εξόδου και του σήματος εισόδου.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)



Σχήμα 2.1: Συμβολισμοί βαθμίδων.

Ο συμβολισμός αυτός γίνεται με τρεις τρόπους:

- α) διαιρούμε το σήμα εξόδου x_o με το σήμα εισόδου x_i και το πηλίκο το γράφουμε στο εσωτερικό της βαθμίδας (σχήμα 2.1α)

$$\boxed{G = \frac{x_o}{x_i}} \quad \text{ή} \quad (2.1)$$

- β) γράφουμε την εξίσωση του σήματος εξόδου $x_o = f(x_i)$ (σχήμα 2.1β)

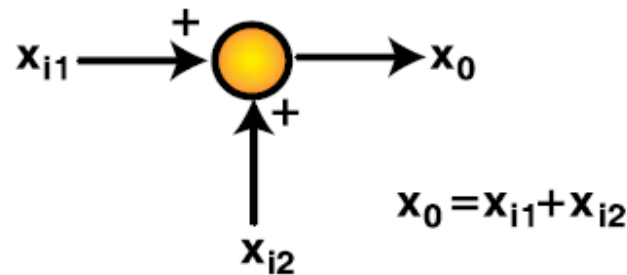
- γ) σχεδιάζουμε τη μορφή του σήματος εξόδου (σχήμα 2.1γ)

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

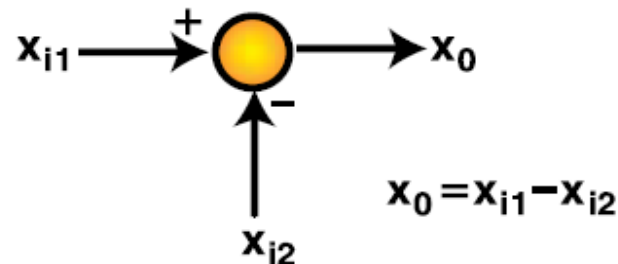
Σημείο άθροισης, αφαίρεσης, αλληλαγής πολικότητας και σημείο διακλάδωσης

Το σύμβολο του αθροιστή μας φανερώνει ότι το σήμα εξόδου x_0 είναι το άθροισμα δύο ή περισσότερων σημάτων εισόδου. Π.χ. στο σχήμα 2.2 το σήμα x_0 είναι το άθροισμα των σημάτων εισόδου x_{i1} και x_{i2} .



Σχήμα 2.2: Σύμβολο αθροιστή.

Με τον ίδιο τρόπο παριστάνουμε το σύμβολο της αφαίρεσης.



Σχήμα 2.3: Σύμβολο αφαιρέτη.

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Το σύμβολο αλλαγής πολικότητας φαίνεται παρακάτω και συμβολίζει το κύκλωμα με το οποίο επιτυγχάνεται αλλαγή της πολικότητας ενός σήματος.




 $x_i = x_{01} = x_{02} = x_{03}$

Σχήμα 2.5: Σύμβολο σημείου διακλάδωσης και μέτρησης.

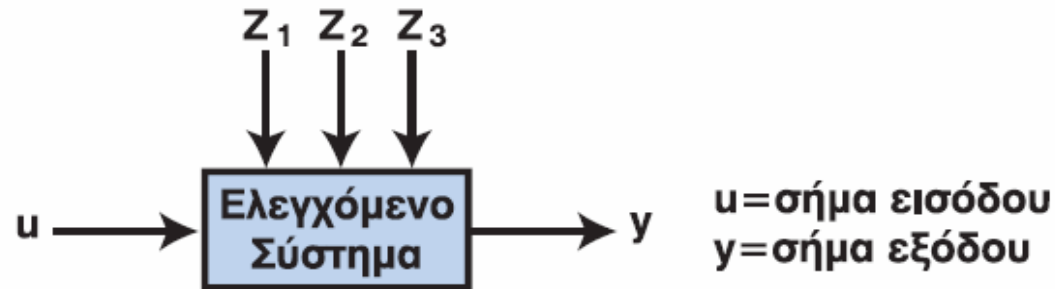
ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Οι σπουδαιότερες έννοιες των ΣΑΕ

α) Ελεγχόμενο σύστημα: Το ελεγχόμενο σύστημα είναι το τμήμα της εγκατάστασης, στην έξοδο του οποίου μετρούμε την ελεγχόμενη μεταβλητή, ενώ στην είσοδό του τοποθετείται το τελικό στοιχείο ελέγχου. Το ελεγχόμενο σύστημα βρίσκεται μεταξύ της μετρητικής διάταξης και του τελικού στοιχείου ελέγχου.



Σχήμα 2.6: Γενικό σύμβολο ελεγχόμενου συστήματος.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

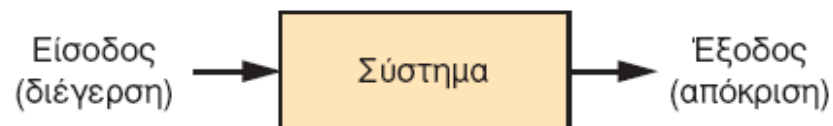
- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Συστήματα ελέγχου

Σύστημα είναι μία διάταξη, ή συσκευή, ή ένα πλήθος συσκευών και διατάξεων συνδεδεμένων μεταξύ τους έτσι ώστε να αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο. Ο έλεγχος έχει την έννοια της ρύθμισης, της κατεύθυνσης ή της εντολοδότησης ώστε το σύστημα να εκτελεί μία καθορισμένη λειτουργία.

Εάν συνδυάσουμε τις δύο παραπάνω έννοιες προκύπτει η έννοια του *συστήματος ελέγχου*. Ένα *σύστημα ελέγχου* αποτελείται από ένα πλήθος υλικών, διατάξεων και μηχανισμών που έχουν ως στόχο την επίτευξη της επιθυμητής λειτουργίας (Σχήμα 1.5). Κάθε *σύστημα ελέγχου* έχει μία είσοδο (ή διέγερση) και μία έξοδο (ή απόκριση).

Το ψυγείο, ο θερμοσίφωνας, το πλυντήριο ρούχων, ο κλιματισμός και πολλά άλλα, μπορούν να θεωρηθούν ως συστήματα. Ένα παράδειγμα διάταξης ελέγχου είναι ο επιλογέας της θερμοκρασίας σε ψυγείο, ή σε τοστιέρα, ή σε θερμοσίφωνα κτλ.



Σχήμα 1.5. Σχηματικό διάγραμμα ενός συστήματος ελέγχου

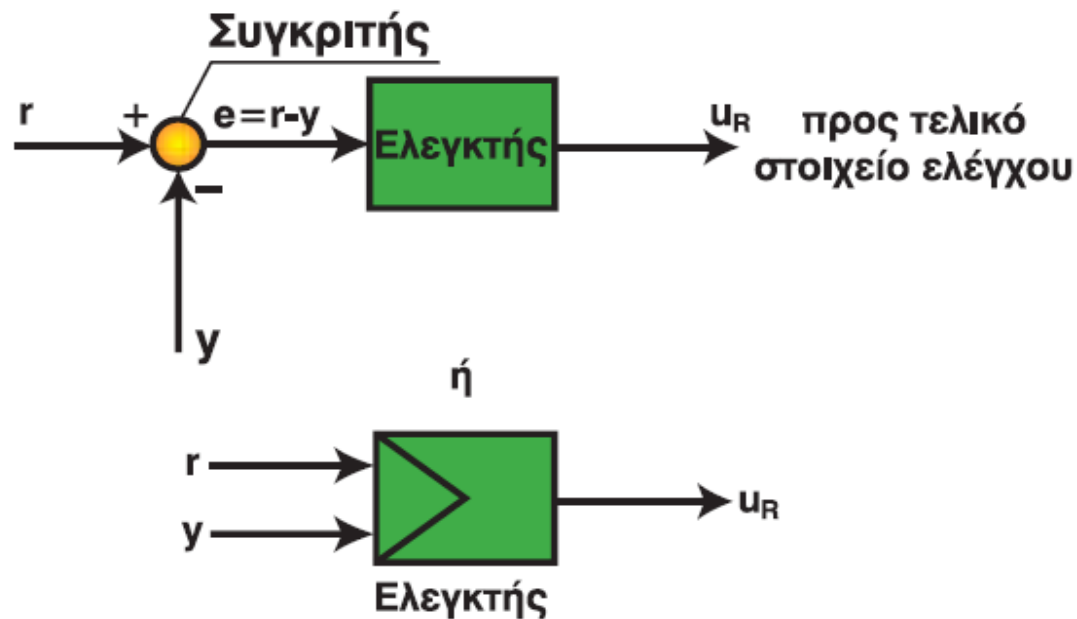
ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)

Οι σπουδαιότερες έννοιες των ΣΑΕ

β) Ελεγκτής: Ο ελεγκτής είναι μια διάταξη ή συσκευή, η οποία δέχεται στην είσοδό της το σήμα της ελεγχόμενης μεταβλητής (y) και την επιθυμητή τιμή (r). Από τις δύο αυτές τιμές υπολογίζει τη διαφορά και κατόπιν ενεργοποιεί το τελικό στοιχείο ελέγχου (σχήμα 2.6).



*Σχήμα 2.7: Σύμβολα ελεγκτή
(r = επιθυμητή τιμή, y = ελεγχόμενη μεταβλητή, e = σφάλμα και u_R = ρυθμιστικό σήμα).*

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)

Οι σπουδαιότερες έννοιες των ΣΑΕ

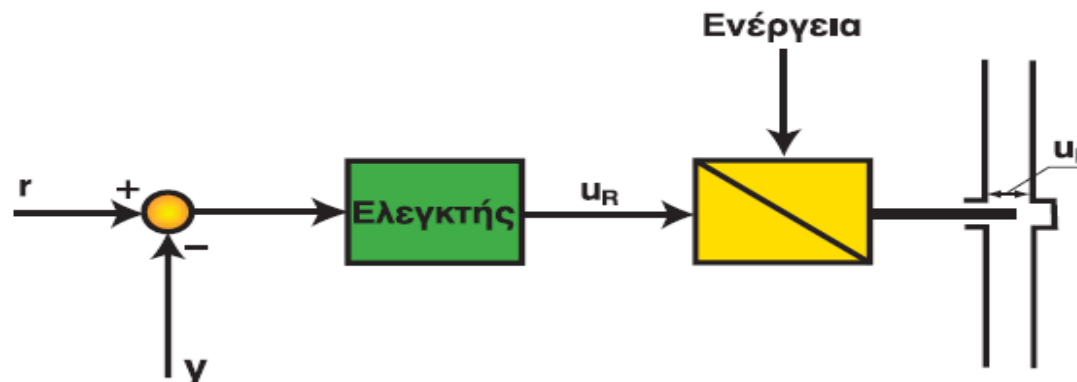
γ) Συγκριτής: Ο συγκριτής βρίσκεται στην είσοδο του ελεγκτή. Ο συγκριτής υπολογίζει τη διαφορά μεταξύ της επιθυμητής τιμής και της ελεγχόμενης μεταβλητής.

$$e = r - y, e \geq 0$$

Η διαφορά (e) ονομάζεται σφάλμα.

δ) Ελεγχόμενη μεταβλητή (y): Ελεγχόμενη μεταβλητή είναι ένα φυσικό μέγεθος το οποίο πρέπει να διατηρείται σε μια σταθερή τιμή. Η ελεγχόμενη μεταβλητή είναι το σήμα εξόδου του ελεγχόμενου συστήματος, (π.χ. στροφές, θερμοκρασία, στάθμη, θέση, ροπή, ταχύτητα, γωνία κ.λπ.).

ε) Ρυθμιστικό σήμα u_R (ή u_R^*): Το ρυθμιστικό σήμα είναι συνήθως το σήμα που λαμβάνουμε στη έξοδο του ελεγκτή. Πολλές φορές όμως για λόγους απλοποίησης των υπολογισμών λαμβάνεται ως ρυθμιστικό σήμα, το σήμα εξόδου του τελικού στοιχείου ελέγχου.



Σχήμα 2.8: Με το ρυθμιστικό σήμα επηρεάζουμε την ελεγχόμενη μεταβλητή.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Οι σπουδαιότερες έννοιες των ΣΑΕ

στ) Δότης επιθυμητής τιμής: Είναι μια διάταξη με την οποία ρυθμίζουμε την επιθυμητή τιμή (r), π.χ. στην απλή του μορφή ένα ποτενσιόμετρο.

ζ) Επιθυμητή τιμή ή οδηγό μέγεθος (r): Η επιθυμητή τιμή είναι συνήθως, μια συνεχής τάση ή συνεχές ρεύμα, η οποία ρυθμίζεται στο δότη επιθυμητής τιμής. Η επιθυμητή τιμή εισάγεται πάντα στη μη αναστρέφουσα είσοδο του συγκριτή (ελεγκτή) και, ανάλογα με το σφάλμα που προκύπτει από τη σύγκριση με την ελεγχόμενη μεταβλητή, παράγεται το ρυθμιστικό σήμα με σκοπό την εξίσωση της ελεγχόμενης μεταβλητής με την επιθυμητή τιμή.

Εάν η επιθυμητή τιμή είναι σταθερή, τότε λέμε ότι έχουμε ένα “Σύστημα Αυτομάτου Ελέγχου σταθερής τιμής”. Στην αντίθετη περίπτωση, εάν δηλαδή η επιθυμητή τιμή αλληλάζει συνεχώς μέσω ενός προγράμματος (CNC-μηχανές), τότε λέμε ότι έχουμε “Ακολουθιακό Έλεγχο”.

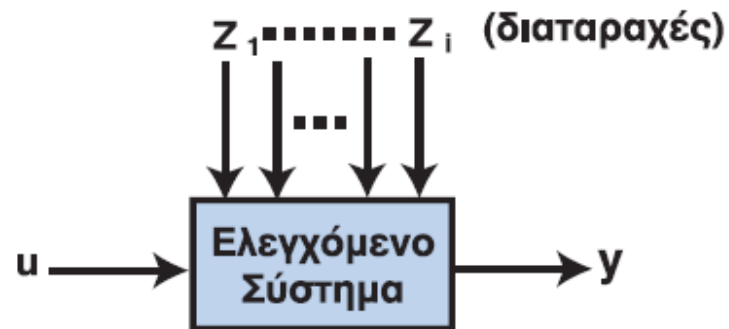
ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Οι σπουδαιότερες έννοιες των ΣΑΕ

η) Διαταραχές: Οι διαταραχές ($Z_1, Z_2, \dots, Z_i$) σχήμα 2.6 είναι φυσικά μεγέθη τα οποία δρουν πάνω στο οποιοδήποτε τμήμα του ελεγχόμενου συστήματος και το αποσταθεροποιούν. Διαταραχές μπορούν να εμφανισθούν σε όλο το ελεγχόμενο σύστημα. Θεωρούμε όμως, για λόγους απλοποίησης των υπολογισμών ότι δρουν συγκεντρωτικά στην είσοδο του ελεγχόμενου συστήματος. Παραδείγματος χάρη στη διάταξη του σχήματος 1.7 διαταραχές είναι: το άνοιγμα του παραθύρου ή της πόρτας, η λειτουργία της κουζίνας, οι μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας κ.λπ.



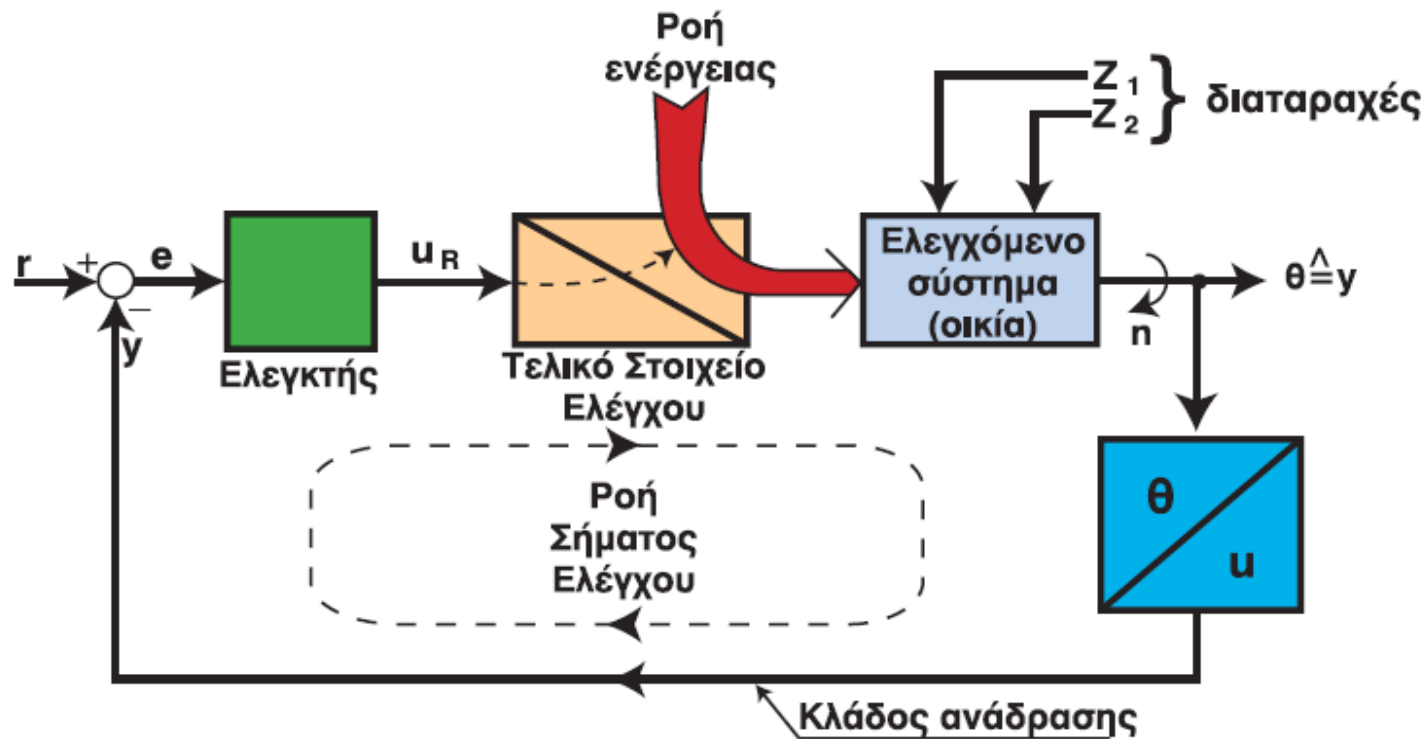
Σχήμα 2.9: Σύμβολο ελεγχόμενου συστήματος.

Εάν το ελεγχόμενο σύστημα είναι πολύ μεγάλο, τότε μπορούμε να το χωρίσουμε σε μικρότερα τμήματα (βαθμίδες) με βάση τη χρονική τους συμπεριφορά, οπότε και οι διαταραχές κατανέμονται αναλόγως.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)

Οι σπουδαιότερες έννοιες των ΣΑΕ



Διάγραμμα βαθμίδων συστήματος αυτομάτου ελέγχου θερμοκρασίας χώρου.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Οι σπουδαιότερες έννοιες των ΣΑΕ

Από τα παραπάνω παραδείγματα διαπιστώνουμε τα εξής:

Το σύστημα αυτομάτου ελέγχου είναι μια ελεγχόμενη διεργασία με ανάδραση (κλάδος ανάδρασης). Γι' αυτό λέμε, ότι το ΣΑΕ είναι ένα κλειστό κύκλωμα αυτομάτου ελέγχου.

Σε κάθε ΣΑΕ υπάρχει ένας συγκριτής, ο οποίος υπολογίζει τη διαφορά της ελεγχόμενης μεταβλητής $y(t)$ από την επιθυμητή τιμή $r(t)$, δηλ. το σφάλμα $e(t)$. $e(t) = r(t) - y(t)$.

Ο κλάδος ανάδρασης συνδέεται πάντα στην αναστρέφουσα είσοδο του συγκριτή. Αυτό σημαίνει αναστροφή προσήμου της ελεγχόμενης μεταβλητής (αρνητική ανασύζευξη). Εάν η ελεγχόμενη μεταβλητή (y) ξεπεράσει την τιμή της επιθυμητής τιμής (r), τότε το τελικό στοιχείο ελέγχου πρέπει να σταματήσει τη ροή της ενέργειας προς το ελεγχόμενο σύστημα. Αυτό όμως θα γίνει, αν μηδενιστεί ή γίνει αρνητικό το ρυθμιστικό σήμα u_R . Το ρυθμιστικό σήμα u_R μπορεί να γίνει αρνητικό μόνον, αν το σφάλμα $e(t)$ είναι αρνητικό. Στην αντίθετη περίπτωση (θετικής ανασύζευξης) θα είχαμε όλο και μεγαλύτερη μετατόπιση του διαφράγματος (άνοιγμα) του τελικού στοιχείου ελέγχου και κατά συνέπεια συνεχόμενη αύξηση της ελεγχόμενης μεταβλητής. Σ' αυτή την περίπτωση το σύστημα δε θα ισορροπήσει ποτέ.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Οι σπουδαιότερες έννοιες των ΣΑΕ

Το ελεγχόμενο σήμα ελέγχου ξεκινά από την έξοδο του ελεγχόμενου συστήματος, εισέρχεται στο μετατροπέα (transducer) και μετατρέπεται σε ένα τυποποιημένο σήμα. Κατόπιν οδηγείται στην αναστρέφουσα είσοδο του ελεγκτή, όπου ενισχύεται και λαμβάνουμε στην έξοδο του το ρυθμιστικό σήμα u_R .

Με το ρυθμιστικό σήμα ενεργοποιείται το ΤΣΕ, με το οποίο ρυθμίζεται η ροή της ενέργειας στο ελεγχόμενο σύστημα (π.χ. κινητήρας). Επομένως έχουμε και ανάλογη μεταβολή της ελεγχόμενης μεταβλητής $y(t)$.

Οι διεθνείς προδιαγραφές για τα ΣΑΕ και οι κανονισμοί DIN 19225-6 καθορίζουν συγκεκριμένες περιοχές σημάτων ελέγχου. Τα περισσότερο διαδεδομένα τυποποιημένα σήματα είναι:

$0 \div +10V$	}	$0 \div \pm 10V$
$0 \div -10V$		
$0 \div 20mA$		
$4 \div 20mA$ και		
$0,2 \div 1bar$		

Τα συστήματα ελέγχου που περιγράψαμε παραπάνω σκοπό έχουν να εξουδετερώσουν την επίδραση των διαταραχών και να διατηρήσουν την ελεγχόμενη μεταβλητή σε μια τιμή, η οποία καθορίζεται από το δότη επιθυμητής τιμής. Τα συστήματα αυτά λέγονται Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου σταθερής επιθυμητής τιμής. Τέτοια συστήματα είναι ο αυτόματος έλεγχος της θερμοκρασίας, της στάθμης, της συχνότητας, των στροφών.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα σύστημα αυτοματισμού

Στους αυτοματισμούς γενικά μπορούμε να διακρίνουμε τρία βασικά τμήματα: τους **αισθητήρες**, τον **ελεγκτή** και τους **ενεργοποιητές**.

- Οι **αισθητήρες** είναι τα όργανα που μετρούν το υπό έλεγχο μέγεθος (θερμοκρασία, υγρασία, πίεση κλπ.).
- Ο **ελεγκτής** είναι η συσκευή που δέχεται από τους αισθητήρες τα σήματα, σχετικά τα μεγέθη των υπό έλεγχο παραμέτρων και ο οποίος, ύστερα από τη σύγκριση τους με τα επιθυμητά μεγέθη, δίνει την αντίστοιχη εντολή για τη διόρθωση τους.
- Οι **ενεργοποιητές** είναι οι συσκευές που δέχονται τα σήματα από τον ελεγκτή και ενεργοποιούν ανάλογα τη διαδικασία του συστήματος, δηλαδή εκτελούν τις εντολές ελέγχου.

Απλό παράδειγμα συστήματος αισθητήρα-ελεγκτή-ενεργοποιητή είναι οι συνήθεις θερμοστάτες των διαμερισμάτων που διαθέτουν σύστημα αυτονομίας στη θέρμανση. Αυτοί μετρούν τη θερμοκρασία με τον ενσωματωμένο αισθητήρα τους και αν είναι εκτός ορίων δίνουν εντολή σε μία δίοδη βάννα ON-OFF να κλείσει ή να ανοίξει. Στην περίπτωση αυτή ο αισθητήρας και ο ελεγκτής είναι ενσωματωμένα στην ίδια συσκευή (αυτή που ονομάζουμε θερμοστάτη) και ο ενεργοποιητής είναι ο κινητήρας (ή το πηνίο) της δίοδης βάννας ON-OFF.

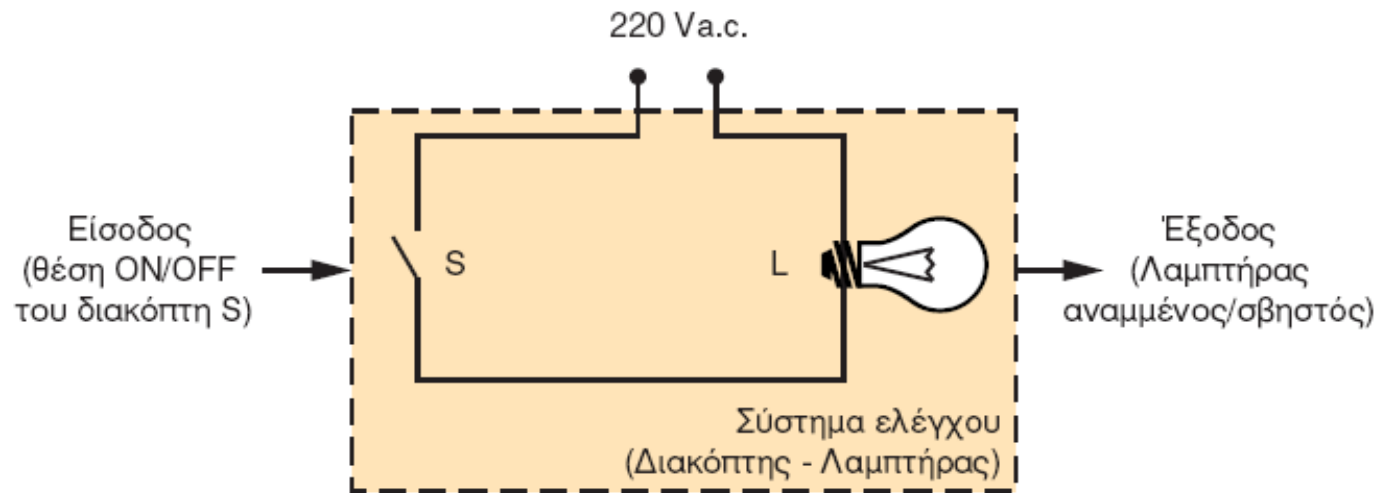
ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1

Άναμμα/σβήσιμο ενός λαμπτήρα.

Ο συνηθισμένος ηλεκτρικός διακόπτης, που προκαλεί το άναμμα ή το σβήσιμο ενός λαμπτήρα, αποτελεί ένα πολύ απλό παράδειγμα συστήματος ελέγχου. Σαν είσοδο του συστήματος θεωρούμε το άνοιγμα ή το κλείσιμό του (χειροκίνητα ή με τη βοήθεια κάποιας άλλης συσκευής). Συνεπώς η είσοδος έχει δύο διακεκριμένες καταστάσεις του διακόπτη, ON και OFF. Η έξοδος του συστήματος είναι η ύπαρξη ή όχι του φωτός, (Σχήμα 1.6).



Σχήμα 1.6. Απλό σύστημα ελέγχου με διακόπτη και λαμπτήρα

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

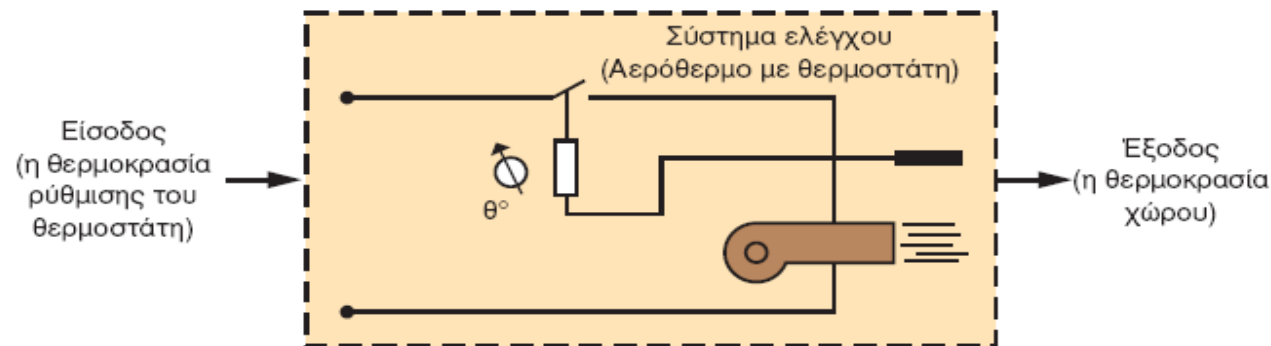
- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2

Ρύθμιση θερμοκρασίας.

Ένα αερόθερμο, που ελέγχεται από θερμοστάτη ο οποίος ρυθμίζει τη θερμοκρασία ενός χώρου, αποτελεί ένα απλό σύστημα ελέγχου. Σαν *είσοδο* του συστήματος θεωρούμε τη θερμοκρασία αναφοράς (π.χ. 25°C) η οποία προσδιορίζεται με την κατάλληλη ρύθμιση του θερμοστάτη. Σαν *έξοδο* θεωρούμε την πραγματική θερμοκρασία του χώρου (Σχήμα 1.7).

Όταν σε μία δεδομένη χρονική στιγμή η θερμοκρασία του χώρου πέσει κάτω από αυτήν που είχαμε ορίσει αρχικά, τότε αυτή η μεταβολή γίνεται αντιληπτή από το θερμοστάτη, ο οποίος θέτει σε λειτουργία το αερόθερμο. Μόλις η θερμοκρασία του χώρου φθάσει και πάλι στα επιθυμητά επίπεδα, τότε διακόπτεται αυτόματα η λειτουργία του αερόθερμου.



Σχήμα 1.7. Σύστημα ελέγχου του αερόθερμου με θερμοστάτη

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Ταξινόμηση των συστημάτων ελέγχου

Τα Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου (**ΣΑΕ**) διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- **συστήματα αυτομάτου ελέγχου ανοικτού βρόχου** ή συστήματα χωρίς ανάδραση (*open-loop systems*),
- **συστήματα αυτομάτου ελέγχου κλειστού βρόχου** ή συστήματα με ανάδραση (*closed-loop systems*).

Στο σύστημα αυτομάτου ελέγχου ανοικτού βρόχου η είσοδος είναι ανεξάρτητη της εξόδου του, (Σχήμα 1.8), ενώ στο σύστημα κλειστού βρόχου, η είσοδος συγκρίνεται με την έξοδό του, (Σχήμα 1.9).

Κάποιοι εξωγενείς παράγοντες επιδρούν στο σύστημα διαταράσσοντας τη λειτουργία του. Αυτοί οι εξωγενείς παράγοντες ονομάζονται “διαταραχές”.

Εάν οι διαταραχές στο σύστημα είναι συχνές ή απρόβλεπτες πρέπει να παρακολουθείται συνεχώς η μεταβολή της πραγματικής τιμής στην έξοδο του και εφ’ όσον έχουμε μεγάλες απαιτήσεις από τη λειτουργία του συστήματος, τότε είναι πλέον απαραίτητη η *ανάδραση του συστήματος*.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

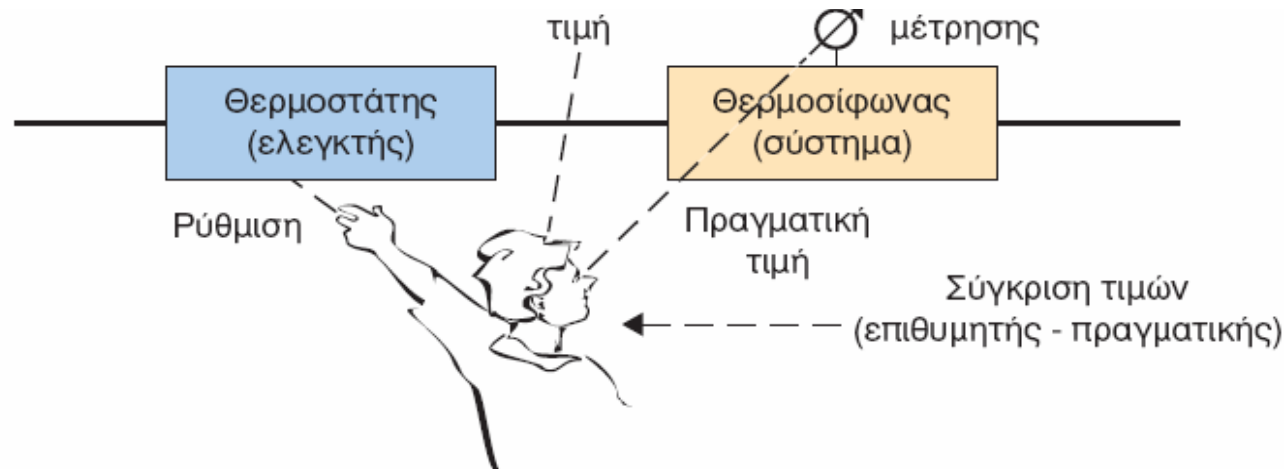
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Ταξινόμηση των συστημάτων ελέγχου

Εάν οι διαταραχές στο σύστημα είναι συχνές ή απρόβλεπτες πρέπει να παρακολουθείται συνεχώς η μεταβολή της πραγματικής τιμής στην έξοδο του και εφ' όσον έχουμε μεγάλες απαιτήσεις από τη λειτουργία του συστήματος, τότε είναι πλέον απαραίτητη η *ανάδραση του συστήματος*.

Εάν ο άνθρωπος αναλάβει να εκτελέσει τις εργασίες *μέτρησης, σύγκρισης και ρύθμισης*, τότε ο έλεγχος είναι *χειροκίνητος*, (Σχήμα 1.10). Εάν όμως ο άνθρωπος αντικατασταθεί από μία ειδική συσκευή η οποία θα αναλάβει να εκτελέσει τις ίδιες ακριβώς εργασίες, τότε ο έλεγχος είναι αυτόματος και προκύπτει ένα *αυτόματα ελεγχόμενο σύστημα*, ή ένα *σύστημα αυτομάτου ελέγχου κλειστού βρόχου*, ή *σύστημα με ανάδραση*, Σχήμα 1.9.



Σχήμα 1.10. Χειροκίνητος έλεγχος σε σύστημα ελέγχου κλειστού βρόχου

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

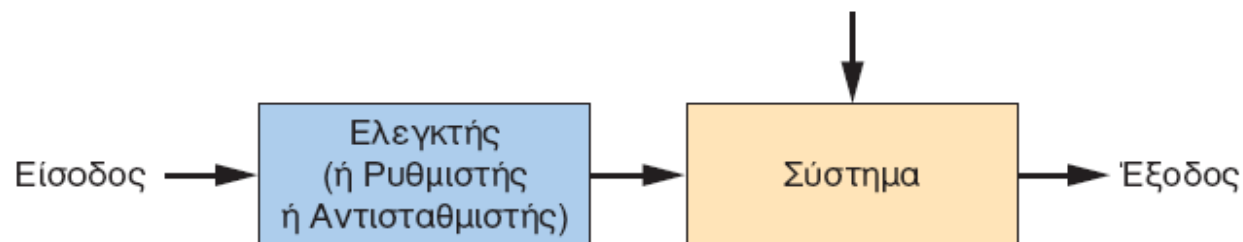
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Ταξινόμηση των συστημάτων ελέγχου

Τα ανοικτά συστήματα αυτομάτου ελέγχου εφαρμόζονται στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Όταν οι μεταβολές των διαταραχών, που επιδρούν στη λειτουργία του συστήματος, είναι αμελητέες (π.χ. η μικρή αυξομείωση της τάσης του δικτύου δεν επηρεάζει τη λειτουργία της τοστιέρας ή του λαμπτήρα).
- Όταν στο σύστημα επιδρά μόνο ένας συγκεκριμένος τύπος διαταραχής ο οποίος είναι γνωστός, όσον αφορά το είδος και την πορεία του (π.χ. οι αυξομειώσεις της τάσης του δικτύου).
- Όταν οι διαταραχές που εμφανίζονται στο σύστημα είναι σπάνιες (π.χ. η απορύθμιση του προγραμματιστή του πλυντηρίου).



Σχήμα 1.8. Σύστημα αυτομάτου ελέγχου ανοικτού βρόχου

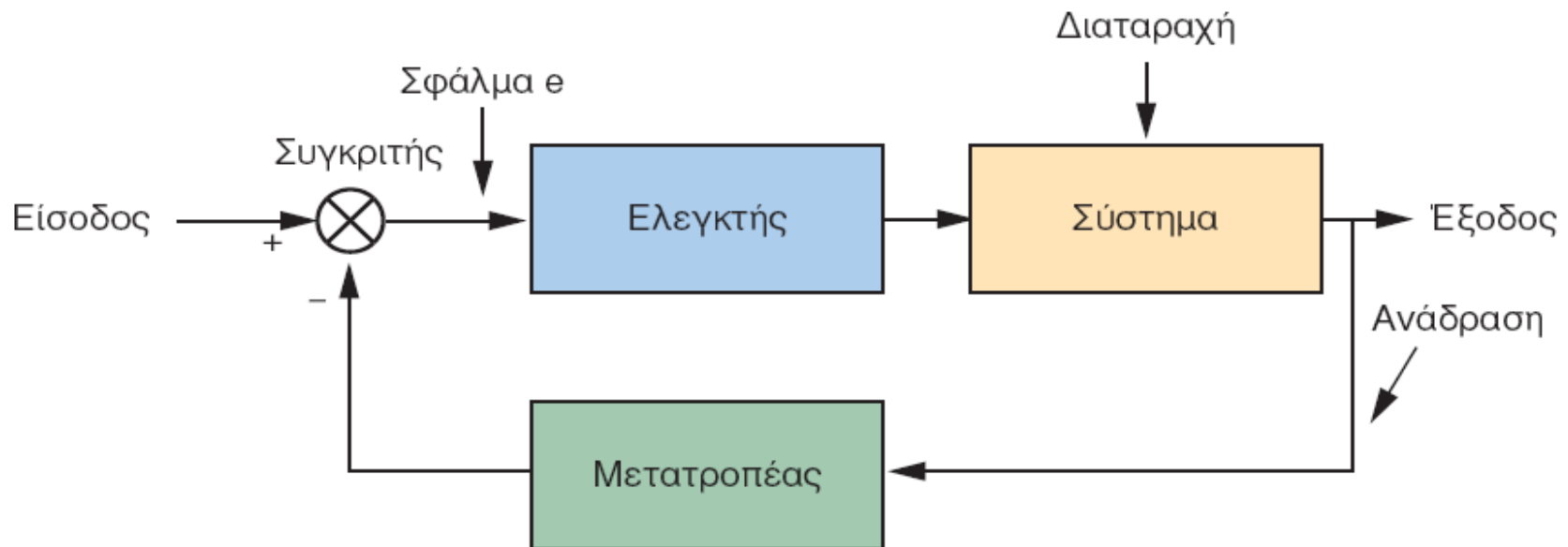
ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Ταξινόμηση των συστημάτων ελέγχου

Τα κλειστά συστήματα αυτομάτου ελέγχου εφαρμόζονται στις περιπτώσεις όπου οι διαταραχές που επιδρούν στο σύστημα διαφέρουν τόσο στο είδος, όσο και στο μέγεθος (π.χ. η συχνότητα του ανοίγματος της πόρτας του ψυγείου, η μεταβολή της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, κτλ.).



Σχήμα 1.9. Σύστημα αυτομάτου ελέγχου κλειστού βρόχου

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4

Το πλυντήριο ρούχων είναι ένα σύστημα ελέγχου ανοικτού βρόχου. Ο ρυθμιστής του πλυντηρίου είναι ένας *προγραμματιστής* ο οποίος οδηγεί το πλυντήριο ώστε να εκτελεί μία σειρά από λειτουργίες: παροχή ή διακοπή νερού, παροχή απορρυπαντικού, περιστροφή του κάδου, αλλαγή ταχύτητας περιστροφής του κάδου, σταμάτημα, άντληση. Το πλυντήριο εκτελεί τις εντολές, που παίρνει από τον προγραμματιστή, με βάση το προκαθορισμένο από τον κατασκευαστή πρόγραμμα, χωρίς να επηρεάζεται από την καθαρότητα ή μη των ρούχων ή από την ποσότητά τους.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 5

Ο θερμοσίφωνας είναι *σύστημα αυτομάτου ελέγχου κλειστού βρόχου* (Σχήμα 1.11). Η *είσοδος του συστήματος* είναι η επιθυμητή θερμοκρασία του νερού. Το σύστημα αφού λάβει την εντολή ενεργοποιεί κάποια άλλα στοιχεία που συμμετέχουν σ' αυτήν τη διεργασία (στην προκειμένη περίπτωση, τον καυστήρα ή την ηλεκτρική αντίσταση). Η *έξοδος του συστήματος* είναι η πραγματική θερμοκρασία του νερού.

Προκειμένου η θερμοκρασία εξόδου του νερού να διατηρείται στα επιθυμητά επίπεδα, υπάρχει ένας θερμοστάτης ο οποίος λειτουργεί ως *ελεγκτής* ή *ρυθμιστής*. Επομένως ο θερμοσίφωνας ως σύστημα αυτομάτου ελέγχου περιλαμβάνει: έναν *ελεγκτή* στην είσοδό του, με τον οποίο ρυθμίζεται η επιθυμητή θερμοκρασία του νερού και ένα *όργανο μέτρησης* στην έξοδό του που δείχνει την πραγματική τιμή της θερμοκρασίας εξόδου του νερού.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 5

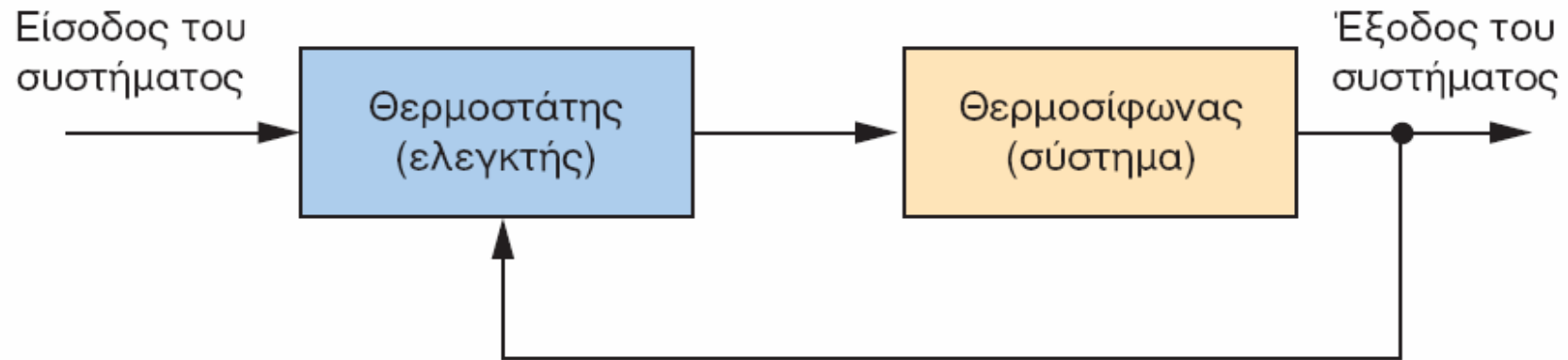
Εάν υποθέσουμε ότι ρυθμίζουμε την επιθυμητή θερμοκρασία του νερού, π.χ. στους 60°C, και αφήσουμε το θερμοσίφωνα να δουλέψει μόνος του, τότε, είναι πιθανό η θερμοκρασία στην έξοδό του να μην είναι ίδια με την επιθυμητή. Επομένως, εξωγενείς παράγοντες, οι *διαταραχές* επέδρασαν στον θερμοσίφωνα διαταράσσοντας τη λειτουργία του (π.χ. εισροή κρύου νερού).

Εάν οι διαταραχές είναι συχνές τότε θα πρέπει να παρακολουθείται συνεχώς η εξέλιξη της πορείας της πραγματικής τιμής (στην έξοδο), και εφ' όσον έχουμε μεγάλες απαιτήσεις από τη λειτουργία του συστήματος, τότε είναι πλέον απαραίτητη η χρήση της *ανάδρασης* για τη βελτίωσή της. Ο έλεγχος πλέον είναι αυτόματος και προκύπτει ένα *αυτόματα ελεγχόμενο σύστημα*, ή ένα *σύστημα αυτομάτου ελέγχου κλειστού βρόγχου*.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 5



Σχήμα 1.11. Ο θερμοσίφωνας σαν σύστημα αυτομάτου ελέγχου κλειστού βρόχου

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Ταξινόμηση των συστημάτων ελέγχου

Στα συστήματα **κλειστού βρόχου**, τα οποία κυρίως μας ενδιαφέρουν ο ελεγκτής ρυθμίζει το προς μέτρηση μέγεθος, έτσι ώστε να κυμαίνεται μέσα στα επιθυμητά όρια που έχουν ορισθεί για την καλή ψύξη, ή την απαιτούμενη θερμοκρασία ή υγρασία κλπ. Είναι συνήθως ένα ηλεκτρονικό σύστημα το οποίο εκτελεί τα εξής:

- Δέχεται το ηλεκτρικό σήμα, προερχόμενο από το θερμοστάτη, ή τον πρεσσοστάτη ή τον υγροστάτη κ.λπ. Το ηλεκτρικό αυτό σήμα προέρχεται από την μετατροπή του μετρούμενου μεγέθους στον αισθητήρα, σε ηλεκτρική τάση ανάλογου μεγέθους.
- Το παραπάνω ηλεκτρικό σήμα συγκρίνεται με ένα άλλο σήμα, προερχόμενο από μία άλλη συσκευή με την οποία ρυθμίζουμε την επιθυμητή στάθμη του μεγέθους.
- Το αποτέλεσμα από τη σύγκριση των δύο σημάτων, το διορθώνει, το ενισχύει, το επεξεργάζεται για να ελέγξει αν είναι συμβατό με τις προδιαγραφές του ενεργοποιητή και κατόπιν το μεταβιβάζει στον ενεργοποιητή για να ανοίξει ή να κλείσει μια βαλβίδα ή ένα τάμπερ, ώστε να ρυθμιστεί κατάλληλα η έξοδος (θερμοκρασία, πίεση, υγρασία, κλπ.).

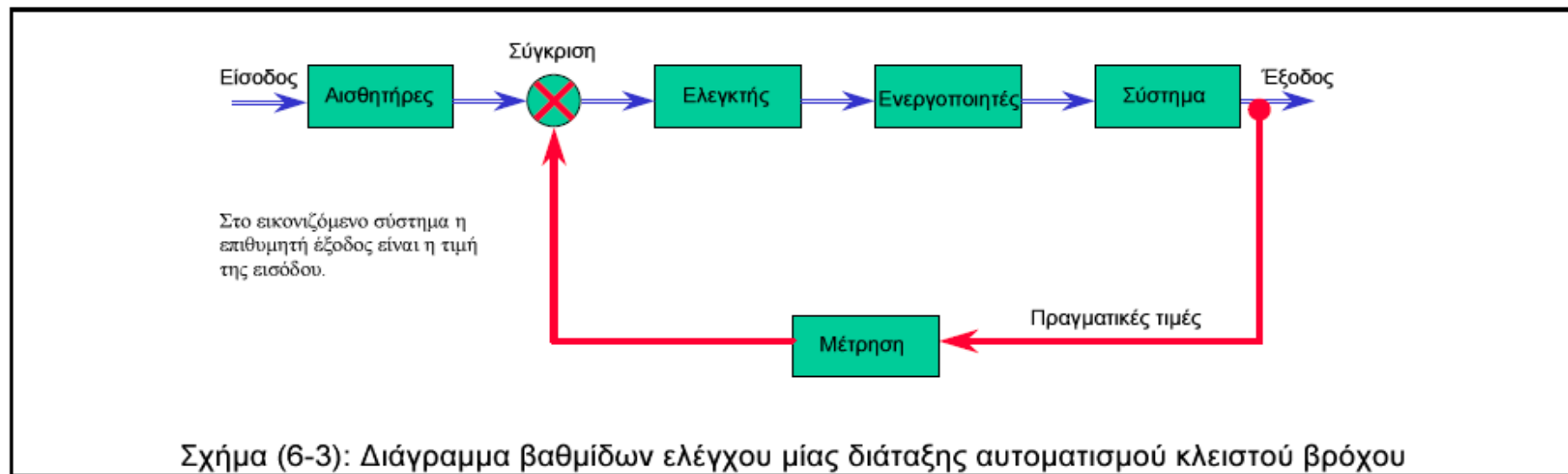
ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Ταξινόμηση των συστημάτων ελέγχου

Στο σχήμα (6-3) φαίνεται ένα κλειστό σύστημα ελέγχου ψυκτικής μονάδας με τις επιμέρους μονάδες του και τις ρυθμιζόμενες μεταβλητές θερμοκρασίας, πίεσης και υγρασίας.



ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

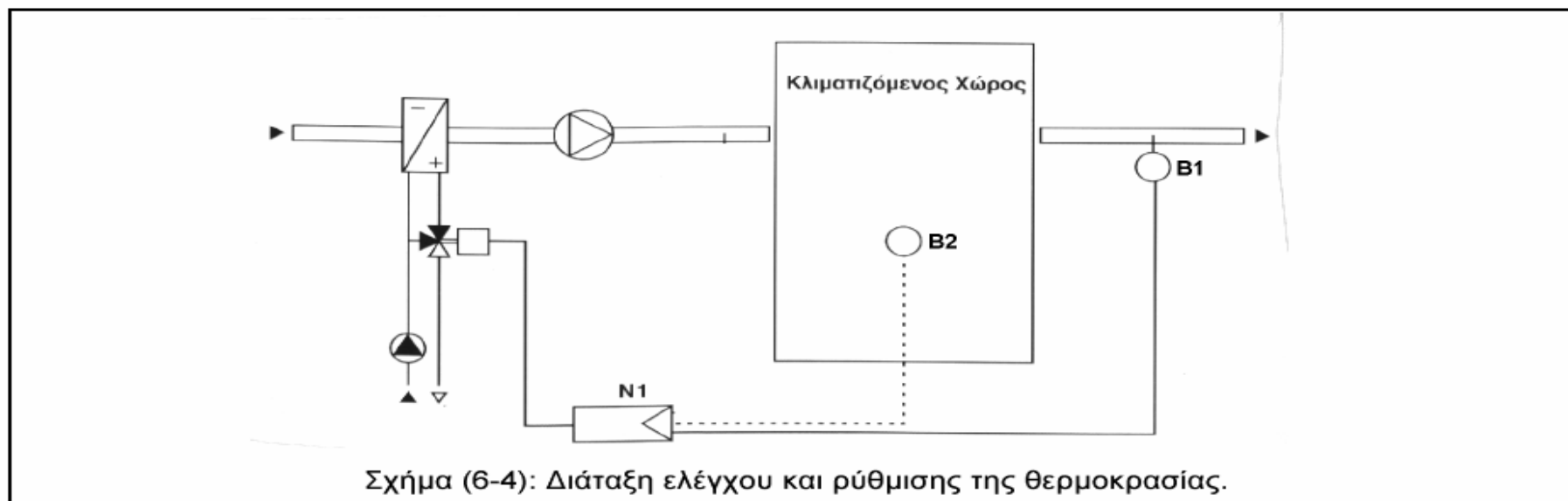
- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Ταξινόμηση των συστημάτων ελέγχου

Κατά συνέπεια, ο **ελεγκτής**, που φαίνεται στο σχήμα (6-3) αποτελείται από τρία κύρια τμήματα :

- Τμήμα σημάτων εισόδου (input interface)
- Τμήμα Επεξεργασίας
- Τμήμα σημάτων εξόδου (output interface)

Με τον όρο **ενεργοποιητής** θα εννοούμε το εξάρτημα που δέχεται το σήμα εξόδου του ελεγκτή, π.χ. μπορεί να είναι ένας σερβοκινητήρας που να κινεί μία τρίοδη βάννα.



ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

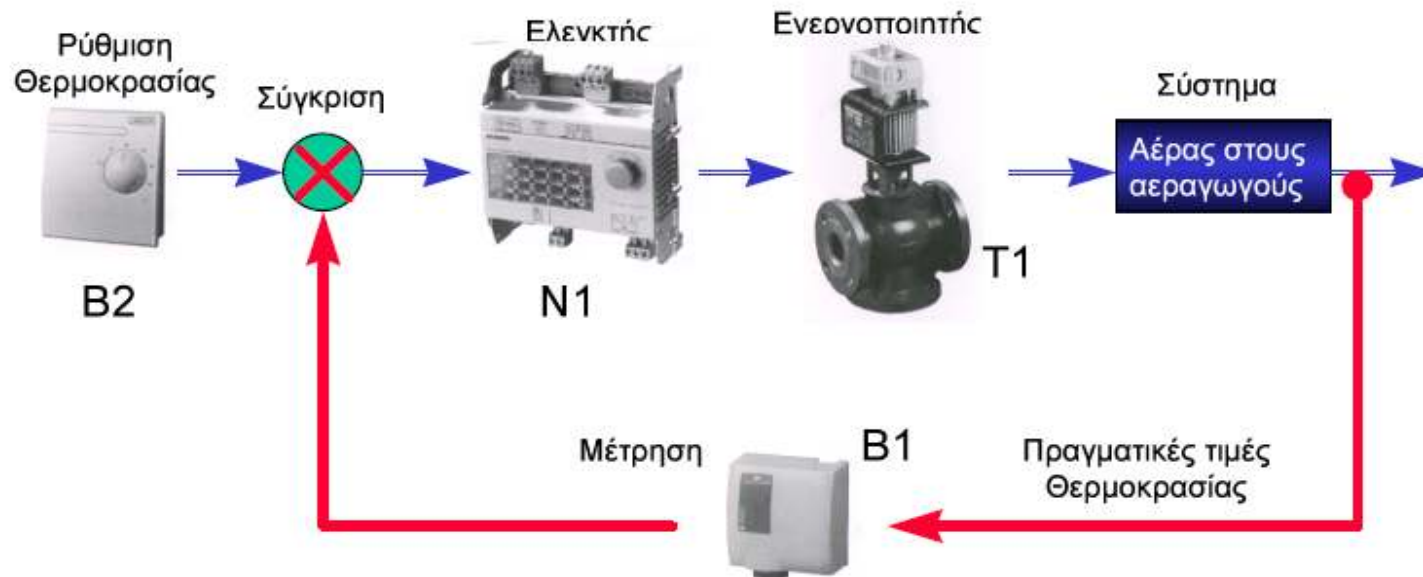
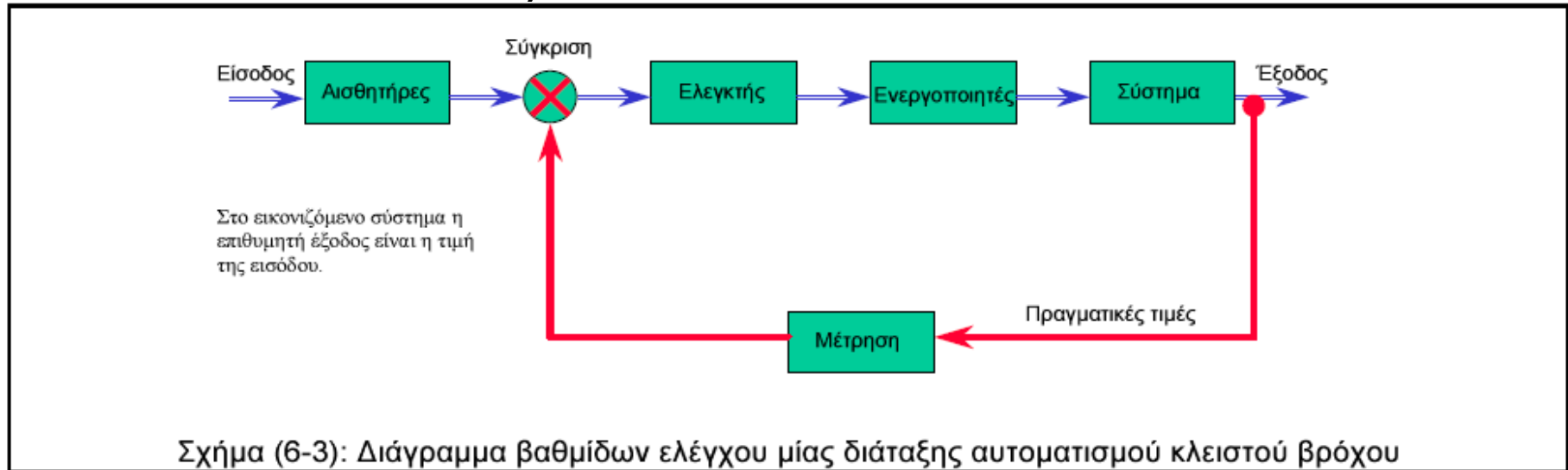
- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Προφανώς το σχήμα (6-3) είναι κάπως δύσκολο να γίνει άμεσα κατανοητό. Γι' αυτό θα το προσεγγίσουμε με ένα απλό παράδειγμα. Στο σχήμα (6-4) βλέπουμε μία διάταξη που ελέγχει τη θερμοκρασία σε ένα κλιματιζόμενο χώρο. Με το αισθητήριο B2 που είναι μέσα στο χώρο, ρυθμίζουμε την επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου. Το αισθητήριο B1 μετράει τη θερμοκρασία του απαγόμενου αέρα από το χώρο, που είναι συγχρόνως και η πραγματική θερμοκρασία του χώρου. Τα δύο αυτά σήματα, προερχόμενα από τα B1 και B2 καταλήγουν στον ελεγκτή. Εκεί συγκρίνονται και δίνεται εντολή στον ενεργοποιητή T1, που είναι ένας σερβοκινητήρας, ο οποίος με τη σειρά του κινεί μία τρίοδη βάννα. Η τρίοδη βάννα ρυθμίζει την παροχή του νερού που εισέρχεται στο στοιχείο εναλλαγής θερμότητας και η αλλαγή της παροχής του νερού μέσα από το στοιχείο, αλλάζει τη θερμοκρασία του ρεύματος του αέρα. Μετά από λίγο θα αλλάξει και η θερμοκρασία στο σημείο B1. Έχοντας τη νέα μέτρηση από το σημείο B1, ο ελεγκτής N1 θα δώσει νέα εντολή στον ενεργοποιητή T1 και θα συνεχιστεί αυτή η διαδικασία μέχρι να επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία, όπως αυτή έχει οριστεί από το θερμοστάτη B2.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)



ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**
- **ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ**
- **SET POINT (W)= ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΤΙΜΗ ΕΝΟΣ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΠΟΥ ΘΕΛΟΥΜΕ ΝΑ ΔΙΑΤΗΡΕΙΤΑΙ ΣΤΑΘΕΡΗ ΚΑΘΩΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΙ ΜΙΑ ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ)**
- **ΣΦΑΛΜΑ (e) (ERROR) = ΕΙΝΑΙ Η ΤΙΜΗ ΤΗΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ ΕΝΟΣ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΤΟΥ ΤΙΜΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΟΠΟΙΑ ΚΑΛΕΙΤΑΙ ΝΑ ΔΙΟΡΘΩΣΕΙ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ**
- **ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ (X) (CONTROLLED VARIABLE)**
ΜΕΓΕΘΟΣ ΠΟΥ ΘΕΛΟΥΜΕ ΝΑ ΔΙΟΡΘΩΣΟΥΜΕ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΟΥ ΏΤΑΝ ΑΥΤΗ ΑΠΟΚΛΕΙΝΕΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ (SET-POINT) ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΛΟΓΟΥΣ (ΕΞΩΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ)

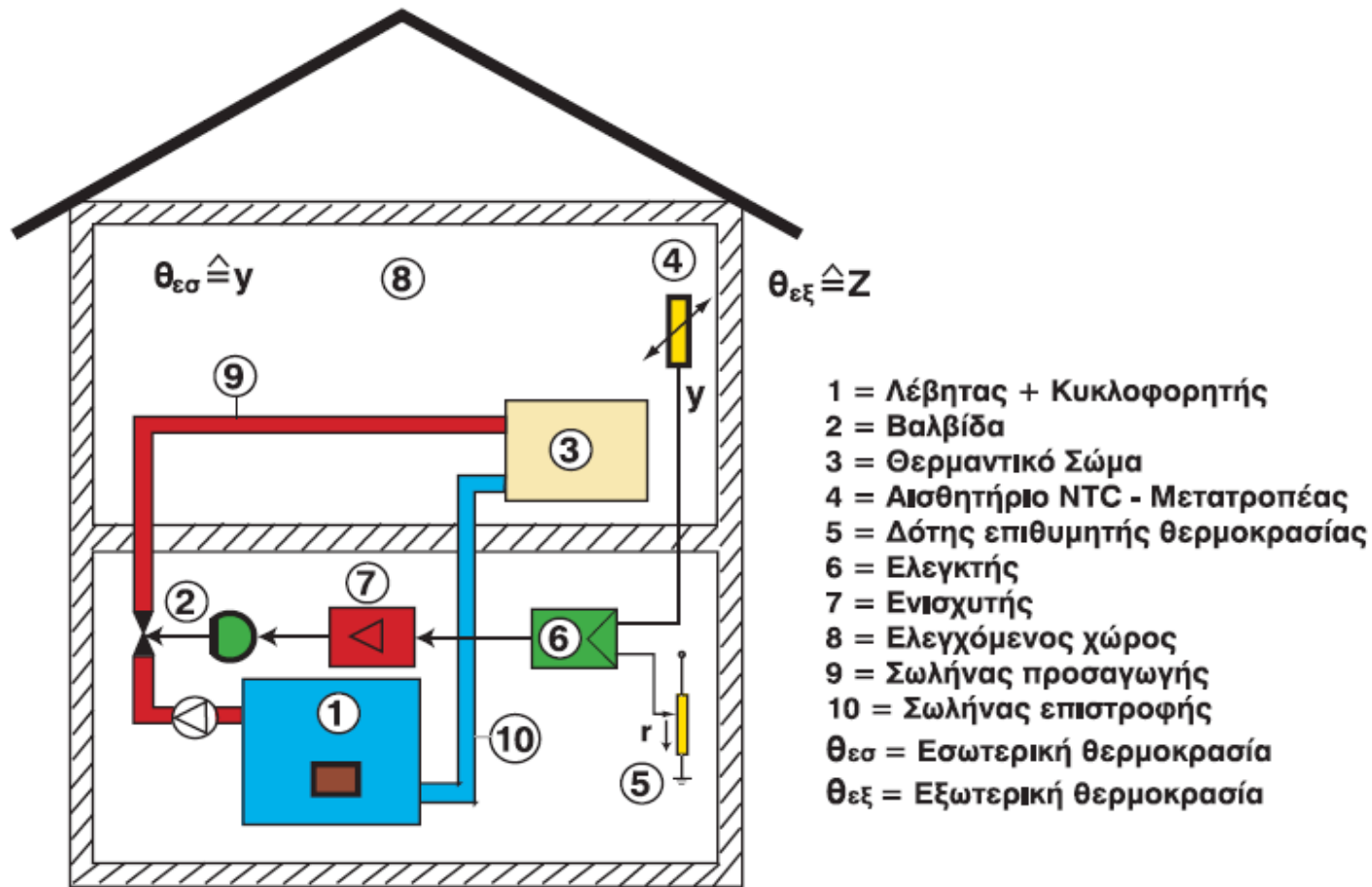
ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΕΛΕΓΧΟΥ (Y) (MANIPULATED VARIABLE)

ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΠΟΥ ΕΠΕΜΒΑΙΝΕΙ ΜΕ ΕΝΤΟΛΗ ΑΠΟ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΓΙΑ ΝΑ ΔΙΟΡΘΩΣΕΙ ΤΗΝ ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ. ΣΤΟΝ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΕΛΕΓΧΟ ΟΝΟΜΑΖΕΤΑΙ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ (ACTUATOR). Π.Χ. Η ΚΙΝΗΣΗ ΜΙΑΣ ΒΑΝΑΣ ΣΕ ΈΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΠΟΥ ΕΠΙΤΡΕΠΕΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ (ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ) ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΏΤΑΝ ΑΠΟΚΛΕΙΝΕΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΤΗΣ ΤΙΜΗ.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)

Σχηματική παράσταση ενός συστήματος αυτομάτου ελέγχου θερμοκρασίας.



ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Αυτόματος Έλεγχος Θερμοκρασίας Χώρου

Περιγραφή λειτουργίας (Σχήμα 1.7):

Στο λέβητα (1) θερμαίνεται το νερό και με τη βοήθεια των σωληνώσεων (9) το ζεστό νερό φθάνει στο θερμαντικό σώμα (3). Το θερμαντικό σώμα λόγω της μεγάλης επιφάνειάς του αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο. Στη συνέχεια το νερό με μειωμένη πλέον θερμοκρασία επιστρέφει διά των σωληνώσεων (10) στο λέβητα, για να θερμανθεί εκ νέου.

Το αισθητήριο (4) μετράει τη θερμοκρασία του χώρου και τη μετατρέπει σε τάση. Η τάση (y) συγκρίνεται με την τάση (r) που ρυθμίζουμε με ποτενσιόμετρο.

Η εσωτερική θερμοκρασία (y) επηρεάζεται από διάφορες αιτίες – διαταραχές, όπως η εξωτερική θερμοκρασία, ο αριθμός των ατόμων μέσα στο χώρο, η ηλεκτρική κουζίνα, τα ανοιχτά παράθυρα κ.λπ.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**

Αυτόματος Έλεγχος Θερμοκρασίας Χώρου

Ανάλογα με το αποτέλεσμα της σύγκρισης έχουμε:

- 4 Εάν $r - y > 0$, η επιθυμητή τιμή είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του χώρου ($r > y$). Στην περίπτωση αυτή ο ελεγκτής ανοίγει περισσότερο τη βαλβίδα κι έτσι αυξάνει η ποσότητα του ζεστού νερού που ρέει προς το θερμαντικό σώμα.
- 4 Εάν $r = y$, τότε $e = r - y = 0$. Αυτό σημαίνει ότι η θερμοκρασία (y) του χώρου έχει γίνει ίση με την επιθυμητή. Όταν έχει επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου, τότε ο ελεγκτής κρατάει το άνοιγμα της βαλβίδας σταθερό. Επομένως και η ποσότητα του θερμού νερού που διοχετεύεται στο θερμαντικό σώμα είναι σταθερή.
- 4 Εάν $r - y < 0$, τότε $y > r$. Στην περίπτωση αυτή η θερμοκρασία του χώρου είναι μεγαλύτερη από την επιθυμητή. Η διαφορά $e = r - y$ είναι αρνητική και ο ελεγκτής κλείνει την αναλογική βαλβίδα.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)

ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

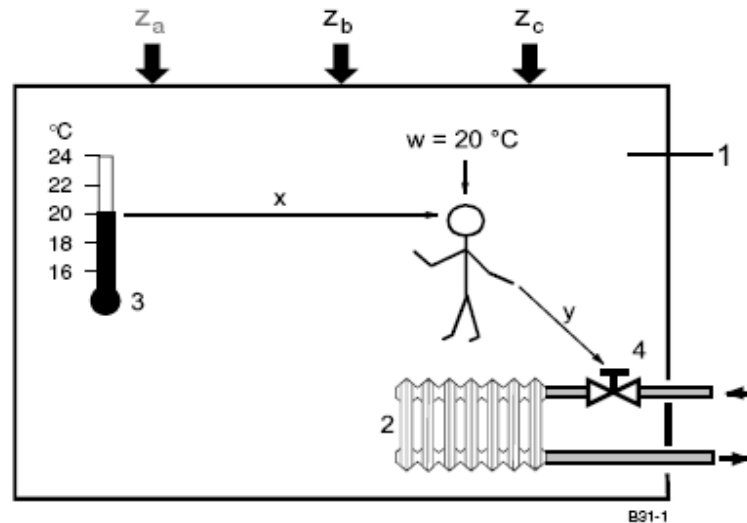


Fig. 1-4 Manual room temperature control

- 1 Room
- 2 Radiator
- 3 Thermometer
- 4 Manual valve
- w Desired room temperature (reference variable)
- x Measured room temperature (controlled variable)
- y Action on the control element (manipulated variable)
- z_a, b, c Interference variables

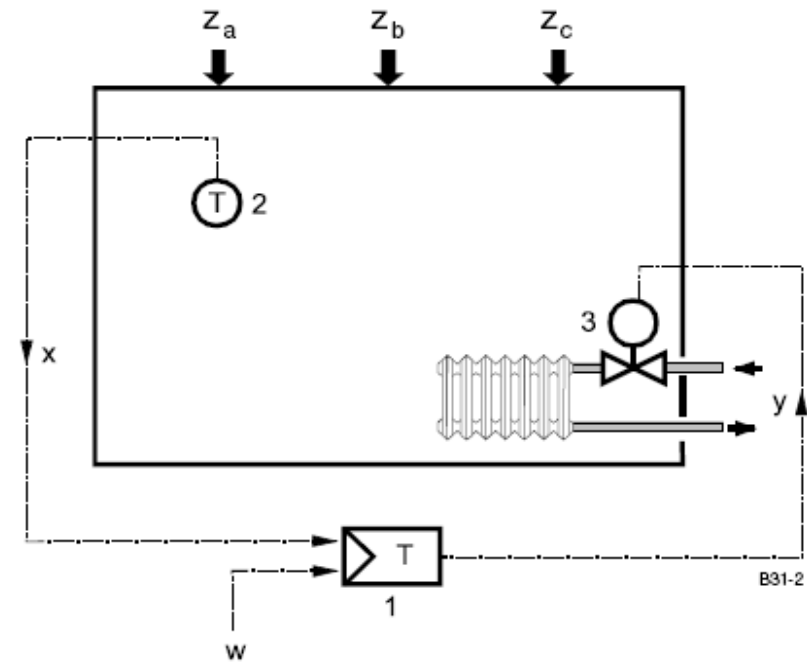


Fig. 1-5 Automatic room temperature control

- 1 Closed-loop temperature controller
- 2 Temperature sensor
- 3 Actuator with valve
- w Reference variable
- 4 Controlled variable
- y Manipulated variable
- z_a, b, c Disturbance variables

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

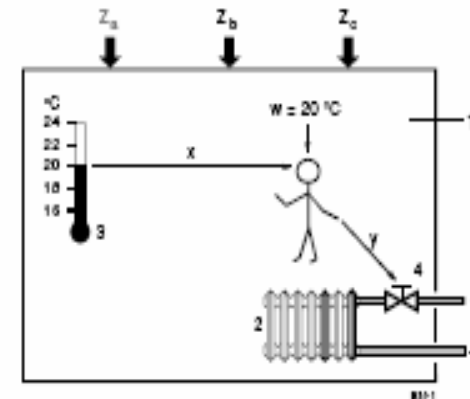
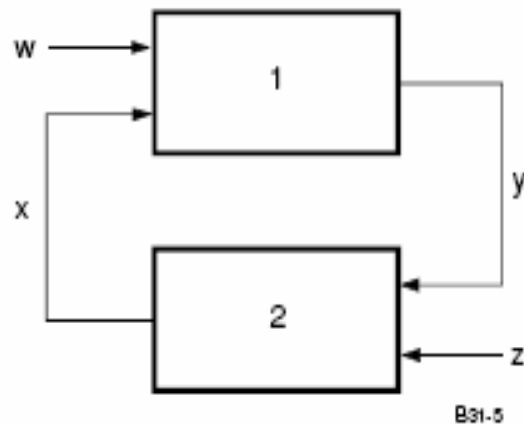


Fig. 1-6 Control loop (general)

- 1 Controlling equipment
- 2 Controlled system
- w Reference variable (setpoint)
- x Controlled variable (actual value)
- y Manipulated variable
- z Disturbance variable(s)

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

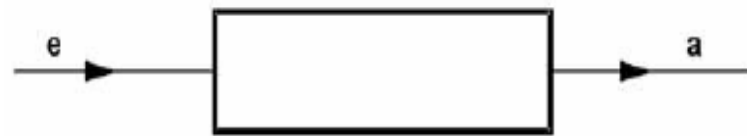


Fig. 1-8 Control loop element shown as a block
e Input
a Output

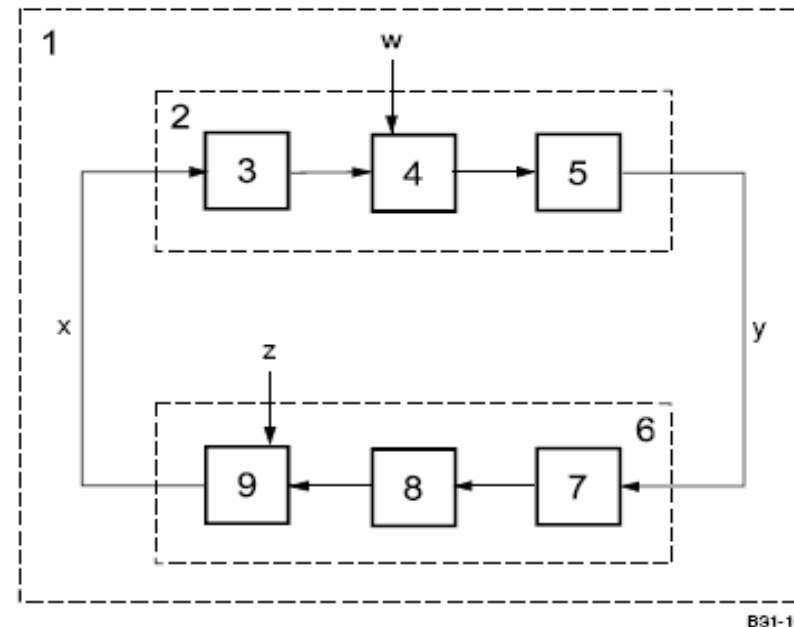


Fig. 1-7 Control loop elements within the control loop (general)

- 1 Control loop
- 2 • Controlling equipment
 - 3 – Sensor
 - 4 – Controller
 - 5 – Actuator
- 6 • Controlled system
 - 7 – Control element
 - 8 – Transfer equipment (e.g. heat exchanger, radiator)
 - 9 – Process (e.g. room)

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Control loop element	Input (example)	Symbol	Output (example)
Sensor	Temperature		Resistance
Controller	Resistance		Voltage (0..10V)
Actuator	Voltage (0..10V)		Stroke (0..10%)
Controlling element	Stroke (0..10%)		Flow rate
Transferequipment	Flow volume		Heating energy
Room	Heating energy		Temperature

Fig. 1-9 Input and output variables of various control loop elements

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Control loop element	Input (example)	Symbol	Output (example)
Sensor	Temperature		Resistance
Controller	Resistance		Voltage (0..10V)
Actuator	Voltage (0..10V)		Stroke (0..10mm)
Controlled element	Stroke (0..10mm)		Flow rate
Transferequipment	Flow volume		Heating energy
Room	Heating energy		Temperature

Fig. 1-9 Input and output variables of various control loop elements

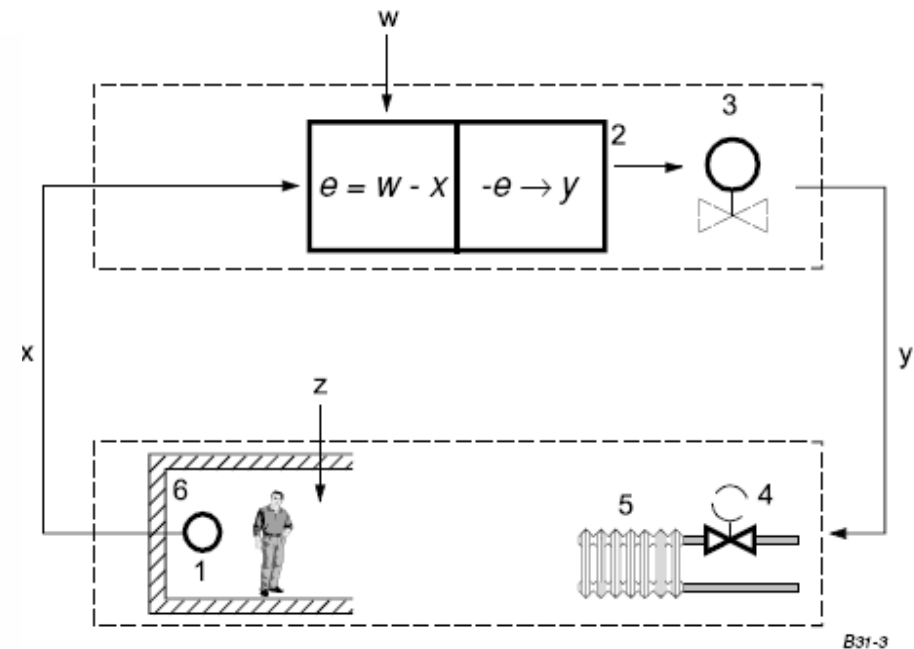


Fig. 1-10 Schematic of a heating control system

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1 Temperature sensor | w Reference variable |
| 2 Temperature controller | x Controlled variable |
| 3 Actuator | e Control difference |
| 4 Controlling element | y Manipulated variable |
| 5 Radiator | z Disturbance variable |
| 6 Room | |

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

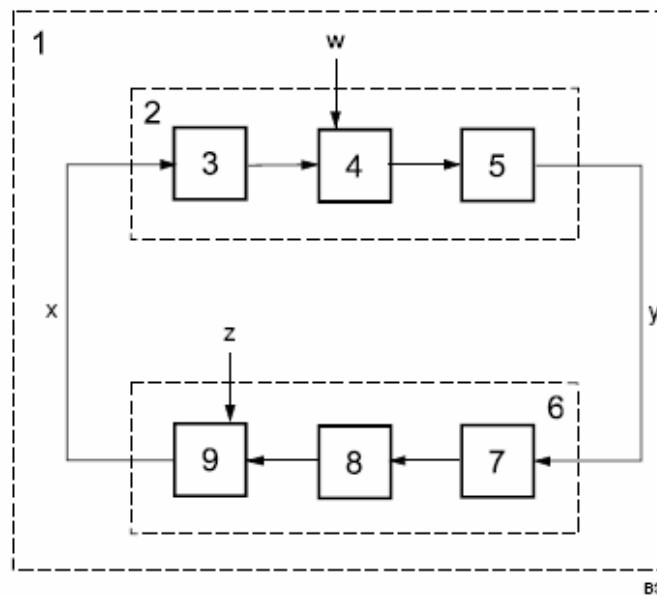


Fig. 1-7 Control loop elements within the control loop (

- | | |
|---|--|
| 1 | Control loop |
| 2 | • Controlling equipment |
| 3 | – Sensor |
| 4 | – Controller |
| 5 | – Actuator |
| 6 | • Controlled system |
| 7 | – Control element |
| 8 | – Transfer equipment (e.g. heat exchanger, radiator) |
| 9 | – Process (e.g. room) |

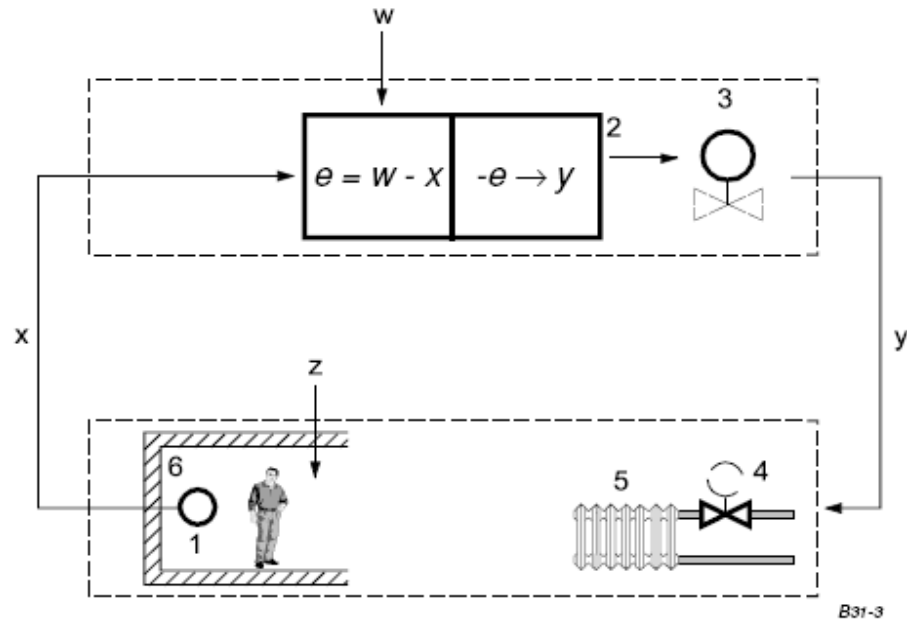
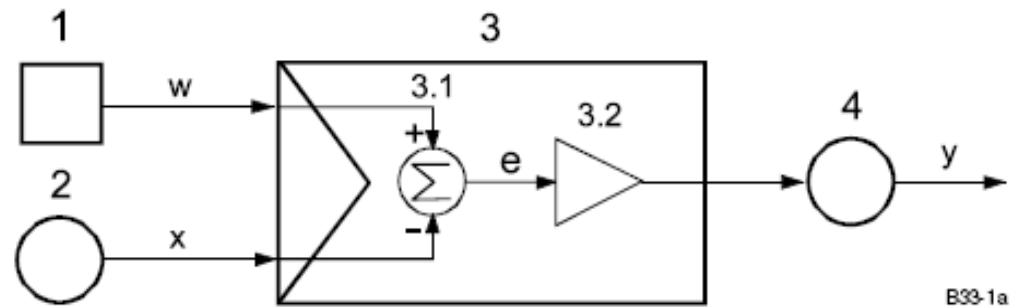


Fig. 1-10 Schematic of a heating control system

- | | | | |
|---|------------------------|---|----------------------|
| 1 | Temperature sensor | w | Reference variable |
| 2 | Temperature controller | x | Controlled variable |
| 3 | Actuator | e | Control difference |
| 4 | Controlling element | y | Manipulated variable |
| 5 | Radiator | z | Disturbance variable |
| 6 | Room | | |

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ



B33-1a

Fig. 3-1 Components of controlling equipment

- 1 Setpoint adjuster
- 2 Sensor
- 3 Controller
 - 3.1 – Comparator
 - 3.2 – Control algorithm (amplifier and control behavior)
- 4 Actuator
- e Control difference ($w - x$)
- w Reference variable
- x Controlled variable
- y Manipulated variable

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

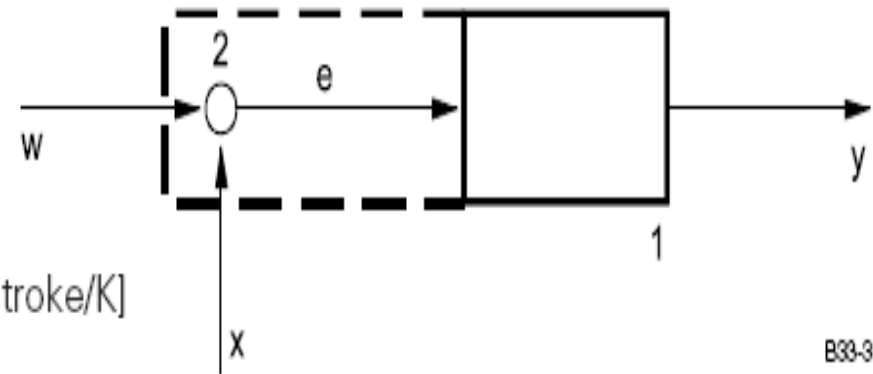
- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
- Η ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΕΞΟΔΟΥ (Y) ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ Ε (ERROR) Η ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ Χ ΟΝΟΜΑΖΕΤΑΙ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
- Ο ΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΔY ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΔX ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΟΝΟΜΑΖΕΤΑΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΕΊΝΑΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΕΛΕΓΚΤΗ

$$K_R = \frac{\text{Manipulated variable change } \Delta y}{\text{Controlled variable change } \Delta x} \text{ e.g. [mm stroke/K]}$$

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

$$K_R = \frac{\text{Manipulated variable change } \Delta y}{\text{Controlled variable change } \Delta x} \text{ e.g. [mm stroke/K]}$$



B33-3

Fig. 3-4 Input and output variables of a controller

1 Controller

2 Comparator

e Control difference

w Reference variable

x Controlled variable

y Manipulated variable

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)**
- **ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ**

Αναλογική βαθμίδα

Βαθμίδα-P (Proportional)

Η βαθμίδα αυτή λέγεται αναλογική, διότι το σήμα εξόδου είναι ανάλογο του σήματος εισόδου, δηλαδή το σήμα εξόδου x_0 προκύπτει, αν πολλαπλασιάσουμε το σήμα εισόδου με ένα σταθερό συντελεστή (K_p).

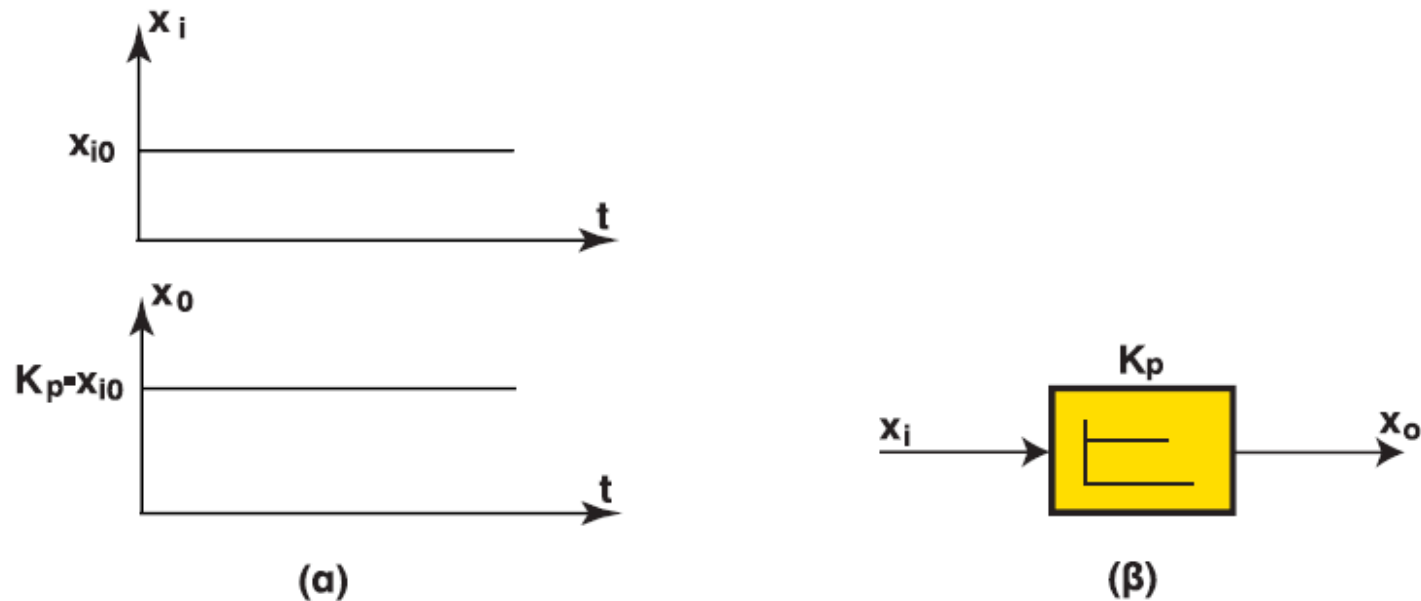
Η εξίσωση της βαθμίδας-P είναι:

$$x_0 = K_p \cdot x_i \quad (3.7)$$

Εάν διεγείρουμε τη βαθμίδα με ένα βηματικό σήμα, τότε σύμφωνα με την εξίσωση (3.7) θα λάβουμε στην έξοδο επίσης ένα βηματικό σήμα, τη βηματική απόκριση (σχήμα 3.10). Το σήμα εξόδου (x_0) ανάλογα με την τιμή του K_p θα είναι μικρότερο, ίσο ή μεγαλύτερο από το σήμα εισόδου. Ο συντελεστής K_p ονομάζεται αναλογικός συντελεστής ή απλώς ενίσχυση και μπορεί να λάβει τιμές από μηδέν έως άπειρο (θεωρητικά).

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ



Σχήμα 3.10: α) Βηματική χρονική απόκριση και β) Σύμβολο της βαθμίδας -P.

Ο συντελεστής K_p υπολογίζεται διαιρώντας το σήμα εξόδου (x_o) δια του σήματος εισόδου (x_i):

$$K_p = \frac{x_o}{x_i}$$

(3.8)

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
- ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗΣ – PROPORTIONAL CONTROLLER (P-CONTROLLER)

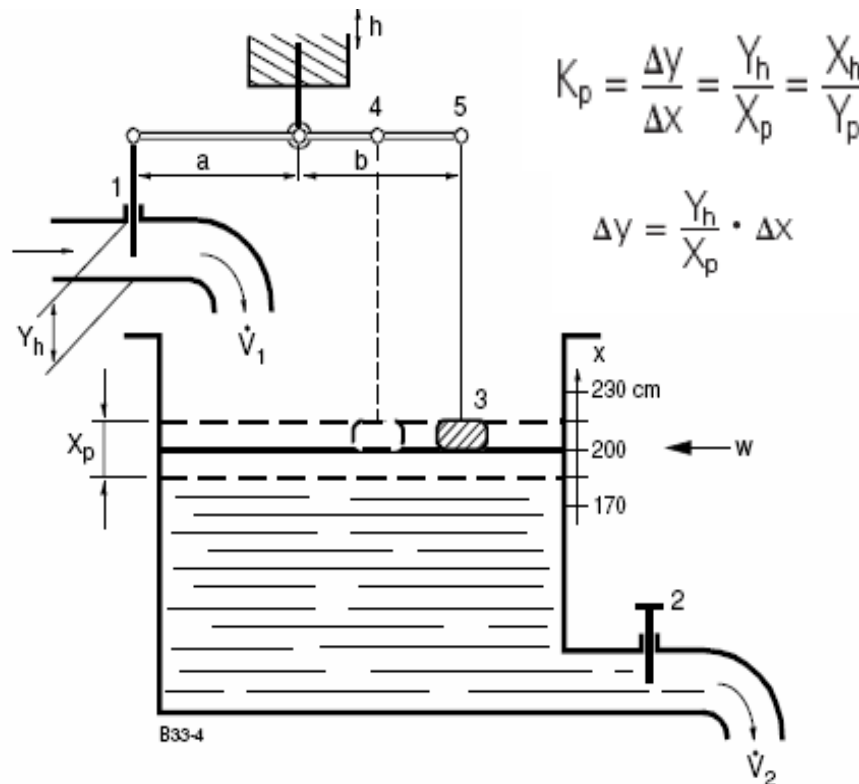


Fig. 3-5 Model of a P-controller

- 1 Gate valve in inlet
- 2 Gate valve in outlet
- 3 Float (sensor)
- 4,5 Float attachment points
- V_1 Inlet volume
- V_2 Outlet volume
- $a+b$ Lever
- h Attachment height of the lever
- w Reference variable
- x Controlled variable (water level)
- X_p Proportional band
- Y_h Correcting span

Transfer coefficient $K_p = \frac{\text{Manipulated variable change } \Delta y}{\text{Controlled variable change } \Delta x}$

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
- ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗΣ – PROPORTIONAL CONTROLLER (P-CONTROLLER)
- ΣΤΟ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΕΊΝΑΙ Η ΣΤΑΘΜΗ ΤΟΥ ΥΓΡΟΥ ΣΤΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ. Η ΣΤΑΘΜΗ ΠΑΡΑΜΕΝΕΙ ΣΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΤΑΝ ΟΙ ΒΑΝΕΣ ΕΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟΥ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΊΝΑΙ ΑΝΟΙΚΤΕΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΙΔΙΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΟΠΟΤΕ Η ΡΟΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΙΣΟΔΟΥ (ΟΓΚΟΣ) ΕΊΝΑΙ ΙΔΙΑ ΜΕ ΤΗ ΡΟΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΞΟΔΟΥ (ΟΓΚΟΣ). Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΥΤΗ ΕΊΝΑΙ ΈΝΑ SET POINT ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.
- Η ΣΤΑΘΜΗ ΕΛΕΓΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΈΝΑ ΦΛΟΤΕΡ ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΜΕΤΡΑ ΤΗ ΣΤΑΘΜΗ (ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟ) ΚΑΙ ΔΙΝΕΙ ΕΝΤΟΛΗ ΣΤΗ ΒΑΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΝΑ ΑΝΟΙΞΕΙ ΟΤΑΝ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ ΑΝΟΙΓΕΙ ΚΑΙ Η ΒΑΝΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΟΥ ΠΑΙΖΕΙ ΤΟ ΡΟΛΟ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ.
- ΓΙΑ ΝΑ ΑΝΟΙΞΕΙ Η ΒΑΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΕΊΝΑΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΗ Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ ΔΗΛΑΔΗ Η ΣΤΑΘΜΗ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΠΟΚΛΙΝΕΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ SET-POINT. ΑΠΟ ΤΗΝ ΩΡΑ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙΤΑΙ ΣΦΑΛΜΑ ΑΡΧΙΖΕΙ Η ΒΑΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΝΑ ΑΝΟΙΓΕΙ ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΣΦΑΛΜΑ ΚΑΙ ΝΑ ΕΠΕΝΕΡΓΕΙ ΣΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.
- ΑΥΤΟ ΣΗΜΑΙΝΕΙ ΟΤΙ ΕΝΑΣ ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΣ ΟΡΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΜΟΝΟ ΟΤΑΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΣΦΑΛΜΑ >0 . ΑΡΑ ΤΟ ΣΦΑΛΜΑ ΔΕΝ ΜΠΟΡΕΙ ΠΟΤΕ ΝΑ ΜΗΔΕΝΙΣΤΕΙ ΜΕ ΑΝΑΛΟΓΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
- ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗΣ – PROPORTIONAL CONTROLLER (P-CONTROLLER)
- ΤΟ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑ ΤΟΥ ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΥ ΟΡΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΊΝΑΙ ΌΤΙ ΕΦΑΡΜΟΖΕΤΑΙ ΜΟΝΟ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙΤΑΙ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΝΕΙ ΈΝΑ ΣΦΑΛΜΑ ΕΣΤΩ ΚΑΙ ΠΟΛΎ ΜΙΚΡΟ.
- ΕΠΟΜΕΝΩΣ ΔΕΝ ΜΠΟΡΕΙ Ο ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΣ ΟΡΟΣ ΝΑ ΚΡΑΤΗΣΕΙ ΤΗΝ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΣΤΑΘΕΡΗ ΣΤΗ ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ SETPOINT ΓΙΑ ΟΠΟΙΑΔΗΠΟΤΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΕΊΝΑΙ ΑΡΑ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟΣ ΑΠΌ ΤΟ ΦΟΡΤΙΟ.

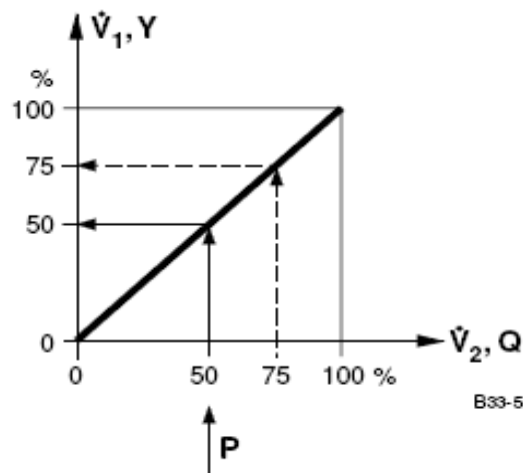


Fig. 3-6 Proportional relationship between water outlet $\dot{V}_2$ (load) and water inlet $\dot{V}_1$; i.e. manipulated variable y
Q Load
P Specified operating point

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
- ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗΣ – PROPORTIONAL CONTROLLER (P-CONTROLLER)

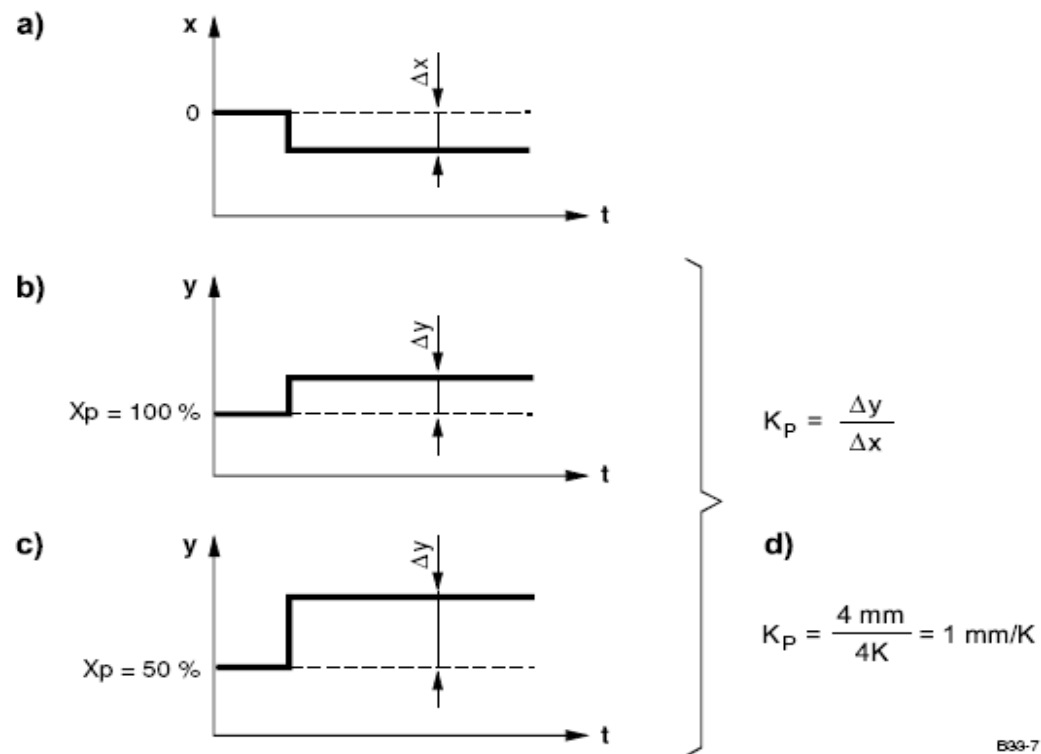


Fig. 3-8 Step response of a P-controller with various P-bands X_p (dynamic characteristic)

a) Input

b) Output for $X_p = 100\%$

c) Output for $X_p = 50\%$

d) Example

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
- ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗΣ – INTEGRAL CONTROLLER (I-CONTROLLER)
- Ο ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΙΚΟΣ ΟΡΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΑ Η ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΑ ΣΤΙΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ (ΣΦΑΛΜΑΤΑ) ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΤΙΜΗ ΜΕΤΑΞΥ ΕΠΙΘΥΜΗΤΗΣ ΤΙΜΗΣ (SETPOINT) ΚΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΤΡΗΣΙΜΗΣ ΤΙΜΗΣ
- ΑΠΟ ΤΗΝ ΩΡΑ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙΤΑΙ ΣΦΑΛΜΑ Ο ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΙΚΟΣ ΟΡΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΝΑ ΤΟ ΔΙΟΡΘΩΣΕΙ ΕΠΕΜΒΑΙΝΟΝΤΑΣ ΌΧΙ ΣΤΗΝ ΙΔΙΑ ΤΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΛΛΑ ΣΤΟ ΡΥΘΜΟ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ ΠΟΥ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΧΡΟΝΟ.
- ΟΣΟ Η ΑΠΟΚΛΙΣΗ – ΣΦΑΛΜΑ ΜΕΙΩΝΕΤΑΙ ΤΟΣΟ ΜΕΙΩΝΕΤΑΙ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΟΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ. Όταν το σφάλμα μηδενιστεί τότε σταματά η επίδραση του ορού πάνω στη μεταβλητή.
- ΣΥΝΕΠΩΣ Ο ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΙΚΟΣ ΟΡΟΣ ΔΙΟΡΘΩΝΕΙ ΜΟΝΟ ΤΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΕΝ ΣΥΝΑΡΤΑΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΦΟΡΤΙΟ (ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ).
- Ο ΟΡΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ (ΚΕΡΔΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗ – INTEGRAL COEFFICIENT K_i) Ο ΟΠΟΙΟΣ ΕΚΦΡΑΖΕΙ ΤΟ ΛΟΓΟ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΟΣ ΤΟ ΣΦΑΛΜΑ e ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ.

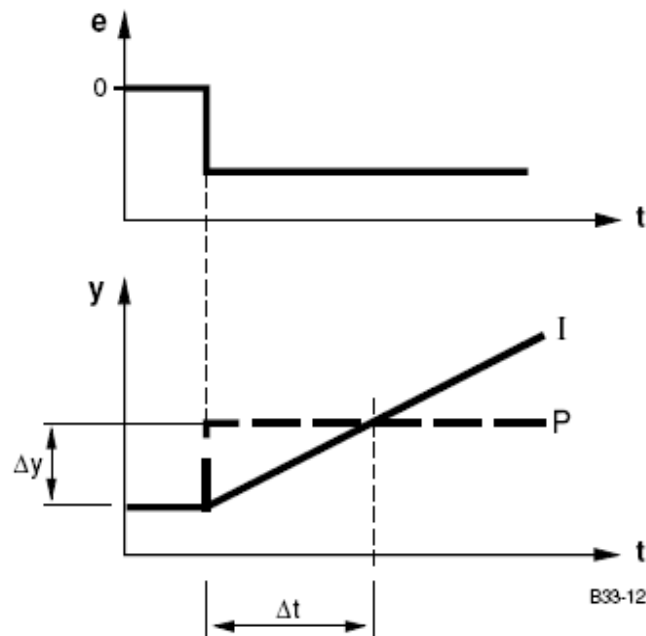
ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
- ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗΣ – INTEGRAL CONTROLLER (I-CONTROLLER)
- ΣΥΝΕΠΩΣ Ο ΡΥΘΜΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΕΞΟΔΟΥ ΕΊΝΑΙ ΑΝΑΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ
- ΕΦΟΣΟΝ ΑΚΟΜΑ ΚΑΙ ΜΙΑ ΜΙΚΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ-ΣΦΑΛΜΑ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΕΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΕΞΟΔΟΥ ΩΣΤΕ ΝΑ ΕΠΙΤΕΥΧΘΕΙ ΤΟ ΕΠΙΘΥΜΗΤΟ ΣΗΜΕΙΟ SETPOINT Ο ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΙΚΟΣ ΟΡΟΣ ΕΊΝΑΙ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΦΟΡΤΙΟ.
- Ο ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΙΚΟΣ ΟΡΟΣ ΕΧΕΙ ΑΡΓΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΑΝΑΛΟΓΙΚΟ ΚΑΘΩΣ ΑΠΑΙΤΕΙ ΝΑ ΠΕΡΑΣΕΙ ΧΡΟΝΟΣ ΩΣΤΕ ΝΑ ΜΕΤΑΒΛΗΘΕΙ Η ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΕΞΟΔΟΥ. ΣΥΝΕΠΩΣ Ο ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΙΚΟΣ ΟΡΟΣ ΕΊΝΑΙ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΧΡΟΝΟ.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
- ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗΣ – INTEGRAL CONTROLLER (I-CONTROLLER)



$$v_y = K_I \cdot e = \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

$$\Delta y = K_I \cdot e \cdot \Delta t$$

Fig. 3-14 Dynamic characteristic of the I-controller

e Input (control difference)

I Output of the integral controller

P Output of a proportional controller

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
- ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΣ+ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗΣ – PROPORTIONAL - INTEGRAL CONTROLLER (PI-CONTROLLER)
- ΕΊΝΑΙ Ο ΠΛΕΟΝ ΔΙΑΔΕΔΟΜΕΝΟΣ ΤΥΠΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΕΥΡΥΤΑΤΑ ΣΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ
- ΣΥΝΔΥΑΖΕΙ ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΔΥΟ ΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ
- ΤΗΝ ΑΜΕΣΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΥ ΟΡΟΥ
- ΤΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΟΥ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΙΚΟΥ ΟΡΟΥ
- ΠΡΩΤΟΣ ΕΠΙΔΡΑ Ο ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΣ ΟΡΟΣ ΠΟΥ ΔΙΟΡΘΩΝΕΙ ΜΕΧΡΙ ΕΝΟΣ ΟΡΙΟΥ ΤΟ ΣΦΑΛΜΑ ΚΑΙ ΚΑΤΟΠΙΝ ΕΠΕΜΒΑΙΝΕΙ Ο ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΙΚΟΣ ΟΡΟΣ ΠΟΥ ΜΗΔΕΝΙΖΕΙ ΤΟ ΣΦΑΛΜΑ
- ΌΛΑ ΤΑ ΜΕΓΕΘΗ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ, ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ, ΥΓΡΑΣΙΑ, ΠΙΕΣΗ, ΚΛΠ ΕΛΕΓΧΟΝΤΑΙ ΚΑΙ ΔΙΟΡΘΩΝΟΝΤΑΙ ΜΕ ΕΛΕΓΚΤΕΣ PI.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS)
- ΑΡΧΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
- ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΣ+ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗΣ – PROPORTIONAL - INTEGRAL CONTROLLER (PI-CONTROLLER)

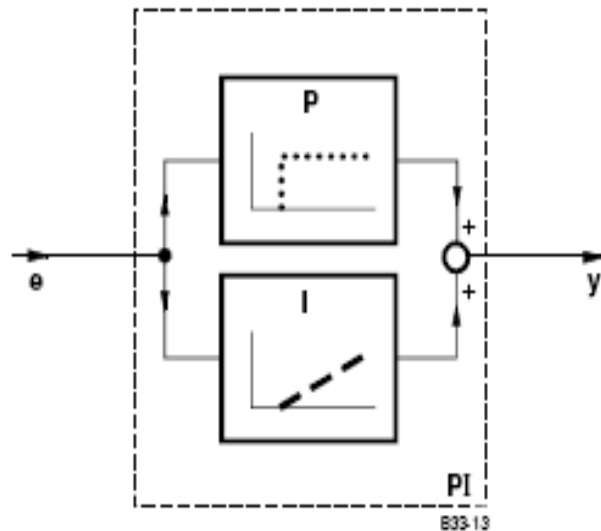


Fig. 3-15 Combination of P-controller and I-controller to a PI controller

$$\Delta y_{PI} = \Delta y_P + \Delta y_I = (K_P \cdot e) + (K_I \cdot x_I \cdot \Delta t)$$

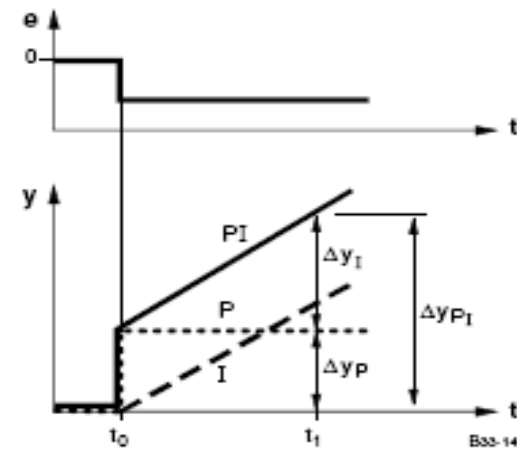


Fig. 3-16 Step response of the PI controller

Δy_P P-component

Δy_I I-component

Δy_{PI} P-component and I-component