



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά



Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου

1

Ενότητα # 1: Βασικές έννοιες – Μπλόκ διαγράμματα

Δ. Δημογιαννόπουλος, dimogian@teipir.gr

Επ. Καθηγητής Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

Σκοποί ενότητας

- Ορισμός συστήματος – αποσαφήνιση εννοιών
- Συστήματα & έλεγχος: Επιστήμη έναντι (?) καθημερινότητας
- Τρόποι απεικόνισης (=μελέτης!) εφαρμογών: Χαρακτηριστικά λειτουργίας, συν και πλην.

Περιεχόμενα ενότητας (1)

- Βασικές έννοιες
- Βασικές έννοιες – Παράδειγμα 1
- Βασικές έννοιες – Παράδειγμα 1 (Συμπεράσματα)
- Βασικές έννοιες – Παράδειγμα 2
- Βασικές έννοιες – Παράδειγμα 2 (Συμπεράσματα)
- Βασικές έννοιες – Μηχανικό σύστημα

Περιεχόμενα ενότητας (2)

- Μπλόκ διαγράμματα – Μηχανικό Σύστημα
- Μπλόκ διαγράμματα – Διαταραχή
- Μπλόκ διαγράμματα – Παράδειγμα συστήματος με διαταραχή
- Μπλόκ διαγράμματα – Open loop
- Μπλόκ διαγράμματα – Open loop (Προβλήματα)

Περιεχόμενα ενότητας (3)

- Μπλόκ διαγράμματα – Closed Loop
- Μπλόκ διαγράμματα – Closed Loop (Συμπεράσματα)
- Μπλόκ διαγράμματα – Closed Loop (Παραδείγματα)
- Παραδείγματα καθημερινής συμπεριφοράς & Σ. Α. Ε.
- Παρατηρήσεις

Βασικές έννοιες

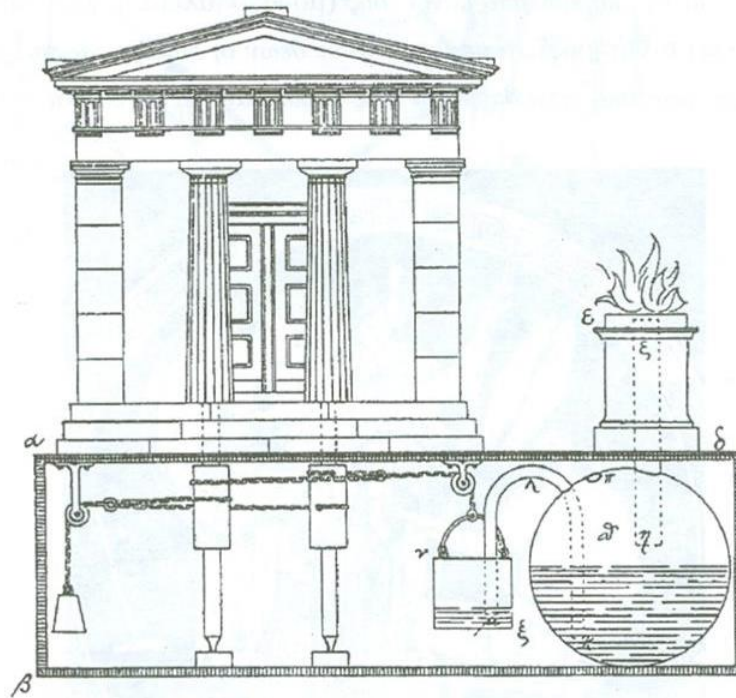
Βασικές έννοιες

- Σύστημα: Σύνολο μηχανισμών/συσκευών στο περιβάλλον που επιτελούν συγκεκριμένη ενέργεια ή δραστηριότητα
- Έλεγχος: Επίτευξη συγκεκριμένης συμπεριφοράς λειτουργίας συστήματος, στη βάση συγκεκριμένης ανάγκη (στόχος ή αντικείμενο ελέγχου)
- Αυτόματος: Τρόπος (συγκεκριμένος και επαναλήψιμος) εκτέλεσης μιας διεργασίας/ενέργειας/ καθήκοντος (task): Εδώ, αυτό του ελέγχου

Βασικές έννοιες

Παράδειγμα 1

Βασικές έννοιες – Παράδειγμα 1



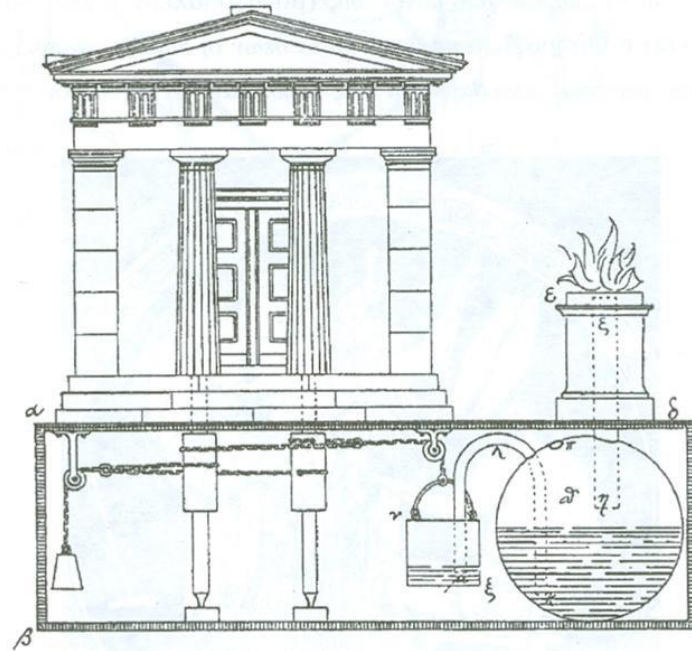
Παράδειγμα 1: Πύλες ναού που ανοίγουν αυτόματα

Βασικές έννοιες – Παράδειγμα 1 (συνέχεια)

Σύστημα: Πόρτα, γρανάζια, κλάπες,
μηχανισμός ανοίγματος...

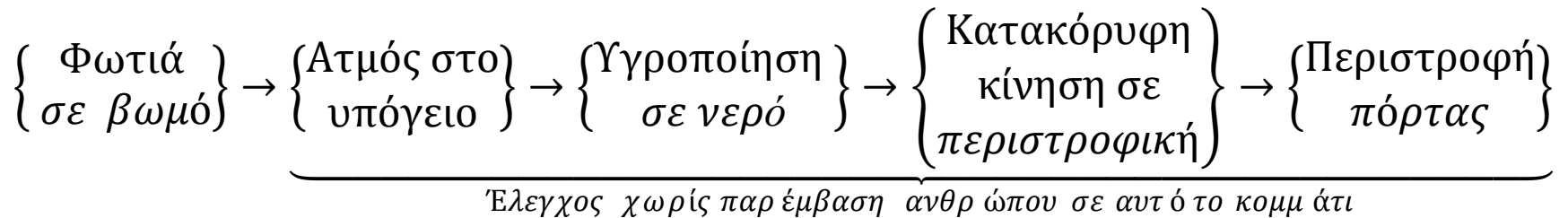
Έλεγχος: Άνοιγμα – κλείσιμο της
πόρτας ναού ανάλογα
με το ποιος/ αν μπαίνει

Αυτόματος: Μέθοδος (τρόπος)
εκτέλεσης ανοίγματος
– κλεισίματος χωρίς
άμεση παρέμβαση του
ανθρώπου πάνω στην
πόρτα



Βασικές έννοιες – Παράδειγμα 1 (Συμπεράσματα)

Άρα:



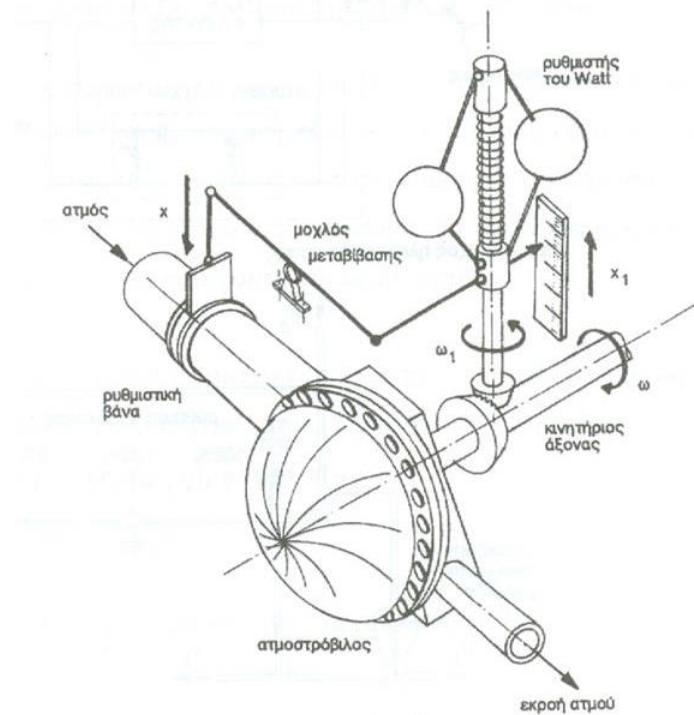
Προσοχή!

- Σύστημα ελεγχόμενο: Πόρτα, πόμολα...
- Σύστημα ελέγχου: Βωμός, υγροποιητής, γρανάζια...

Βασικές έννοιες

Παράδειγμα 2

Βασικές έννοιες – Παράδειγμα 2



Παράδειγμα 2: Ρυθμιστής του Watt

Βασικές έννοιες – Παράδειγμα 2

Σύστημα ελεγχόμενο:

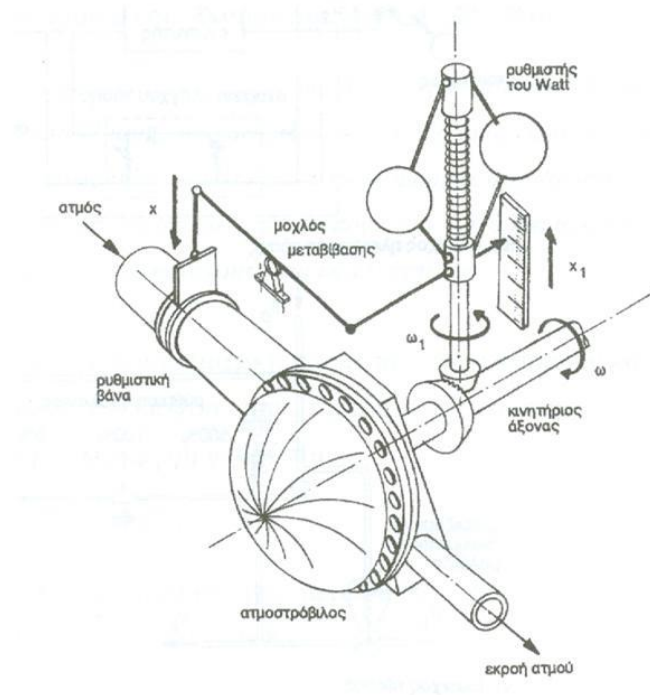
Κινητήριος άξονας
περιστρεφόμενος με
 ω [r/s] (+ρουλεμάν κτλ)

Έλεγχος (Αυτόματος):

Επίτευξη της ταχύτητας ω
[r/s] χωρίς παρέμβαση
ανθρώπου

Σύστημα ελέγχου:

Ατμολέβητας, θυρίδα
εισαγωγής, φτερωτή
τουρμπίνας, γρανάζια,
μηχανισμός μαζών κτλ.



Βασικές έννοιες – Παράδειγμα 2 (Συμπεράσματα)

Άρα:

$$\left\{ \begin{array}{c} \text{Ποσότητα ατμού} \\ \equiv \\ \text{άνοιγμα} \\ \text{θυρίδας εισαγωγής} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{c} \text{Πιέση} \\ \text{σε} \\ \text{φτερωτή} \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} \{\text{Ταχύτητα άξονα}\} \\ \text{και} \\ \{\text{Φυγοκέντριση} \\ \text{μαζών } m\} \end{array}$$

- Πώς εκτελείται αυτόματη ρύθμιση του άξονα;

Βασικές έννοιες – Παράδειγμα 2 (Συμπεράσματα)

Αν

ω αυξηθεί

m γυρίζουν γρηγορότερα

απόσταση διευρύνεται

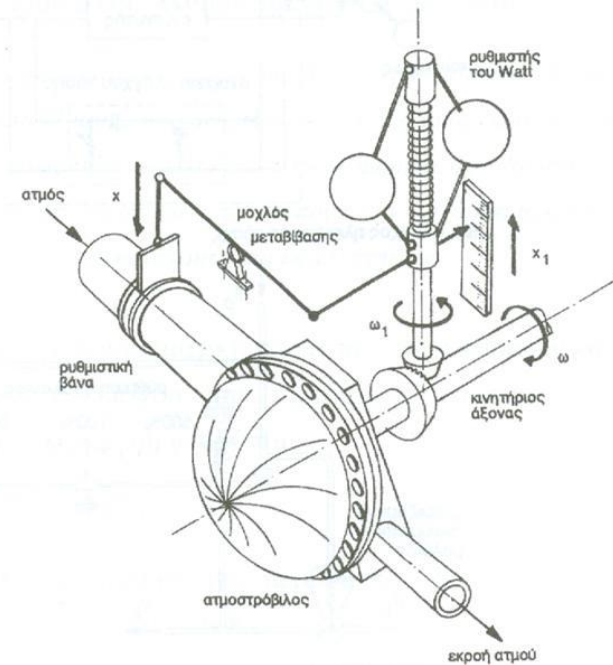
δακτύλιος βάσης πάνω

θυρίδα εισαγωγής κλείνει

ω μειώνεται!

ΑΡΑ

Αυτόματος καθορισμός
επιθυμητής ταχύτητας ω
του άξονα



Βασικές έννοιες

Μηχανικό Σύστημα

Βασικές έννοιες – Μηχανικό σύστημα

Σύστημα:

Μάζα-ελατήριο {έχει συγκεκριμένη δομή (structure)!}

Περιβάλλον:

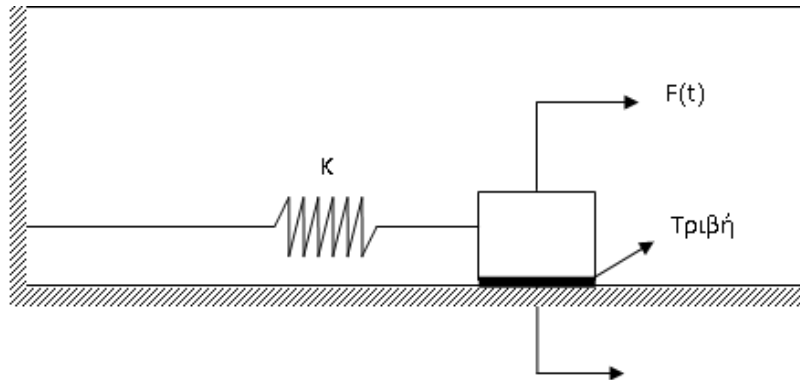
Τοίχος, δάπεδο με τριβή

Εισάγεται:

Δύναμη $f(t)$, το σύστημα μέσω χρήσης αυτής

Εξάγεται:

Μετατόπιση $y(t)$ που είναι και το χρήσιμο «προϊόν»



- Μάζα m
- Ελατήριο K
- Δύναμη $f(t)$
- Μετακίνηση $y(t)$

Μπλόκ Διαγράμματα

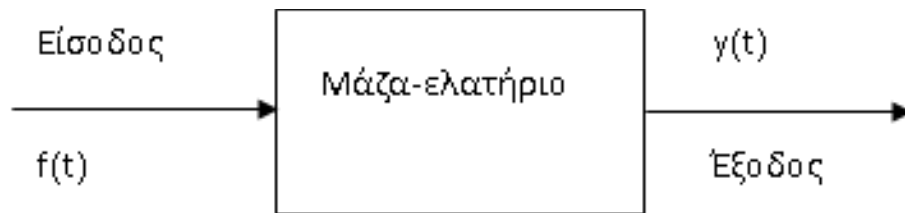
Μηχανικό Σύστημα

Μπλόκ διαγράμματα - Μηχανικό Σύστημα

Θέλουμε κωδικοποιημένο συμβολισμό των προηγούμενων:

Είσοδος:

Ενέργεια που εισάγεται



Block συμβολισμού

Block:

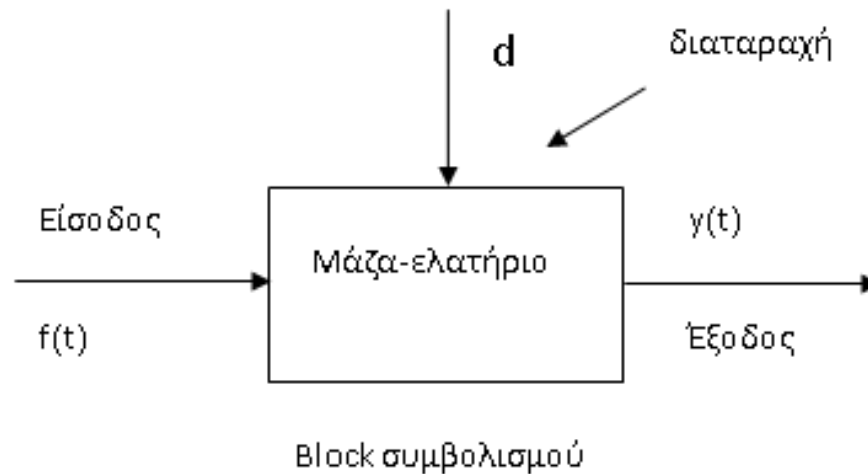
Κομμάτι συστήματος ή
όλο (με κάποια δομή) που
επεξεργάζεται ενέργεια

Έξοδος:

Προϊόν της διαδικασίας

Μπλόκ διαγράμματα - Διαταραχή

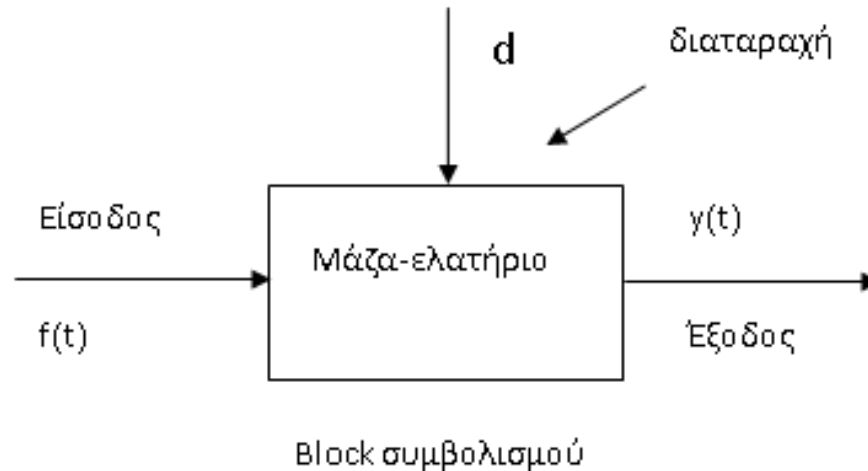
Και η τριβή;



Μπλόκ διαγράμματα - Διαταραχή

Και η τριβή;

Είναι κάτι ([εδώ!](#)) ανεπιθύμητο που **χαλάει** το προϊόν (έξοδο)

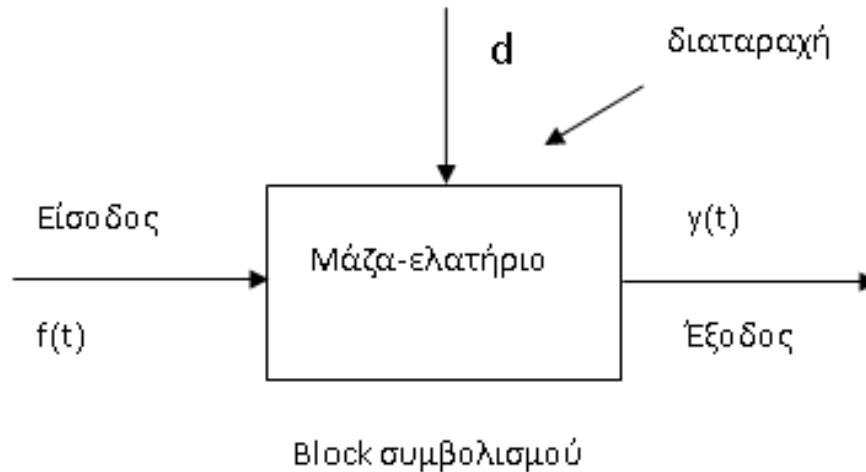


Μπλόκ διαγράμματα - Διαταραχή

Και η τριβή;

Είναι κάτι (εδώ!)
ανεπιθύμητο που
χαλάει το προϊόν
(έξοδο)

δηλαδή κάτι σαν
«θόρυβος» (noise)
ή διαταραχή
(disturbance)

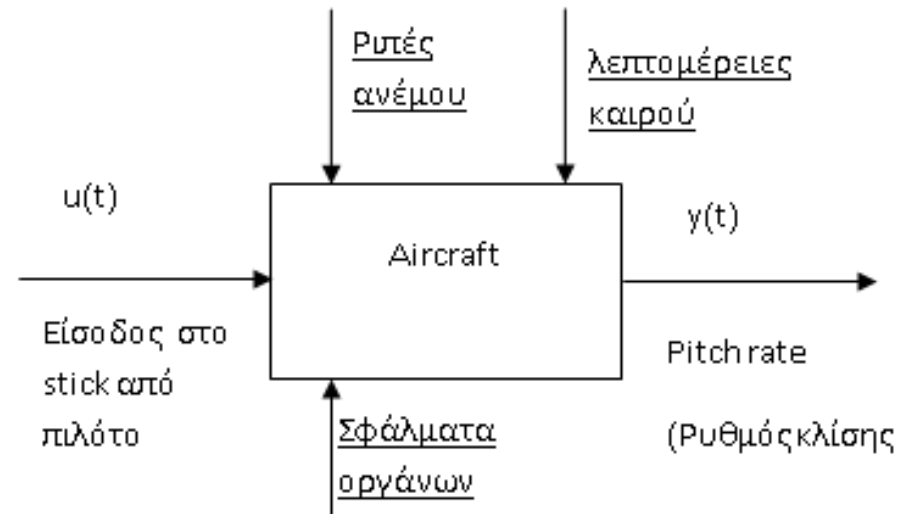


Μπλόκ Διαγράμματα

Παράδειγμα συστήματος με Διαταραχή

Μπλόκ διαγράμματα – Παράδειγμα συστήματος με διαταραχές

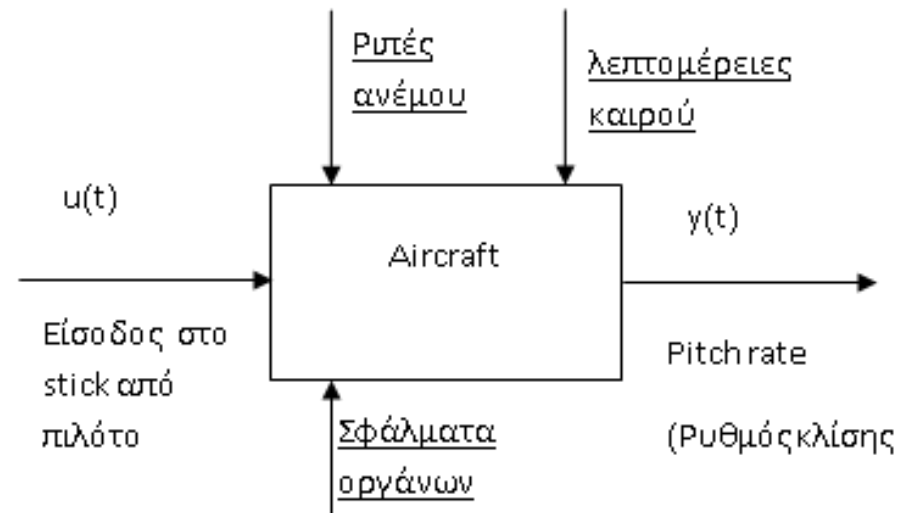
Παράδειγμα συστήματος με διαταραχές:



Μπλόκ διαγράμματα – Παράδειγμα συστήματος με διαταραχές

Παράδειγμα συστήματος με διαταραχές:

- Ριπές Ανέμου
- Λεπτομέρειες Καιρού
- Σφάλματα οργάνων
-



Μπλόκ διαγράμματα

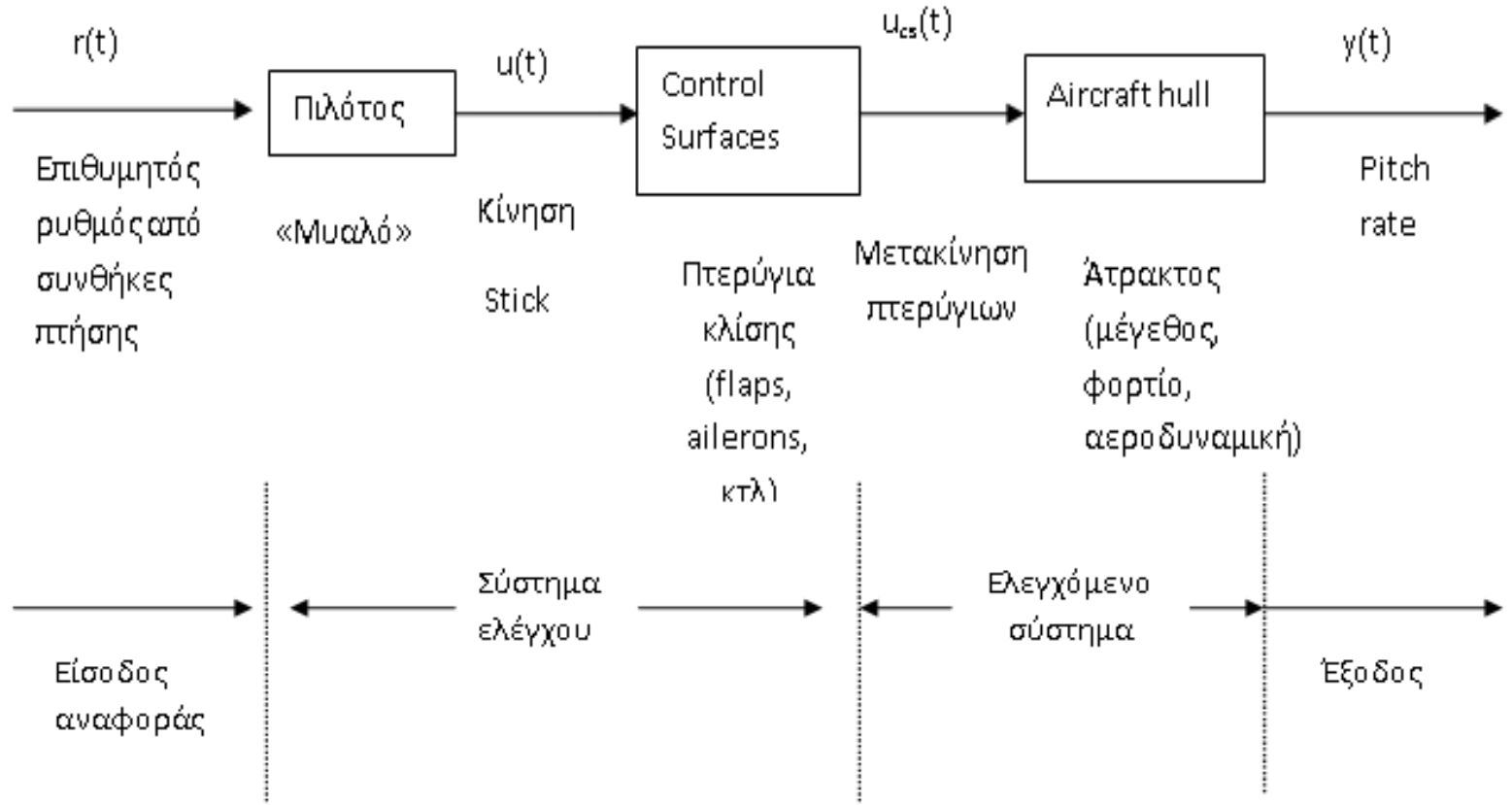
- Φυσικά θέλουμε μια λεπτομερέστερη αναπαράσταση του συστήματος

(Γιατί; Μα εάν δεν το περιγράψεις σωστά, πώς μετά να ερμηνεύσεις σωστά τη λειτουργία του;)

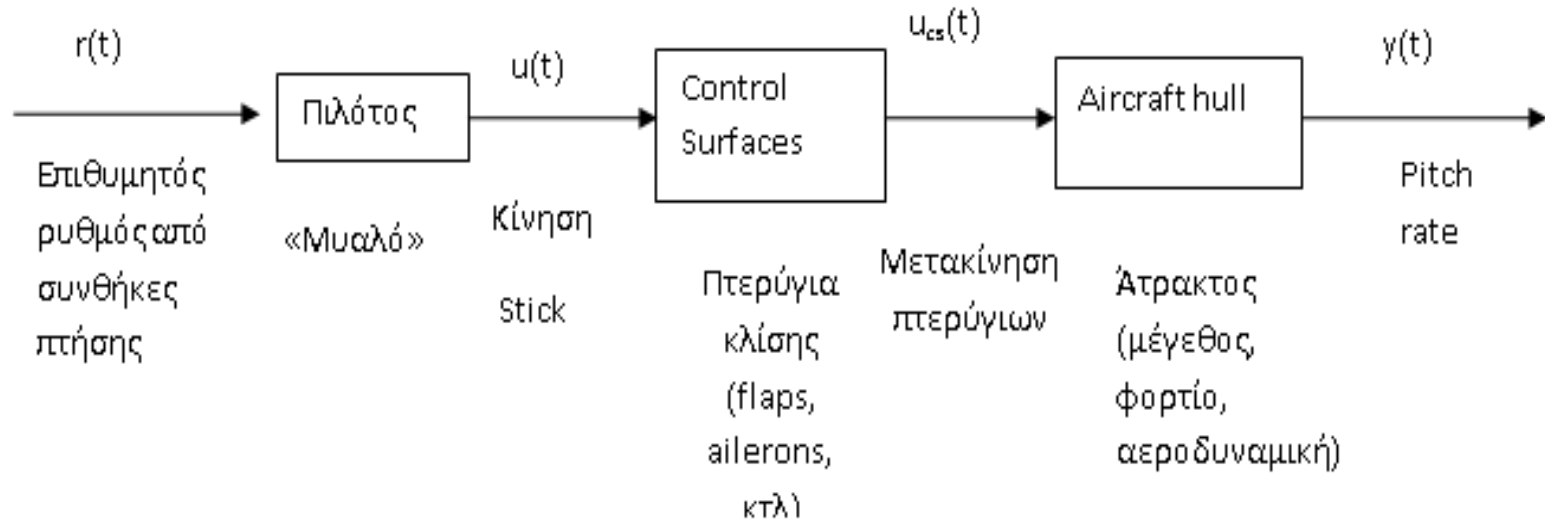
ΑΡΑ

- Για την αλυσίδα σταδίων καθορισμού κλίσης ρύγχους (Pitch) του αεροσκάφους:

Μπλόκ διαγράμματα – Παράδειγμα



Μπλόκ διαγράμματα - Συμπεράσματα



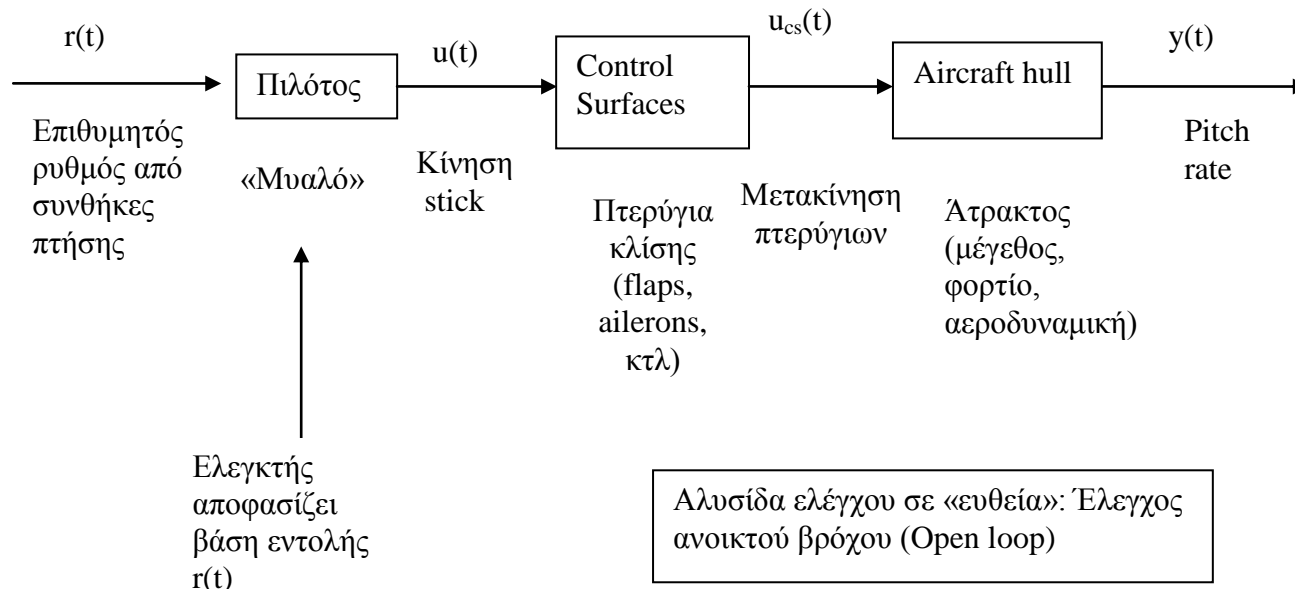
ΔΗΛΑΔΗ

Παράγεται ρυθμός κλίσης (Pitch rate) με απόφαση του «μυαλού» (=ελεγκτής) και χρησιμοποιώντας μια αλυσίδα συστημάτων

Μπλόκ Διαγράμματα

Open Loop

Μπλόκ διαγράμματα – Open Loop



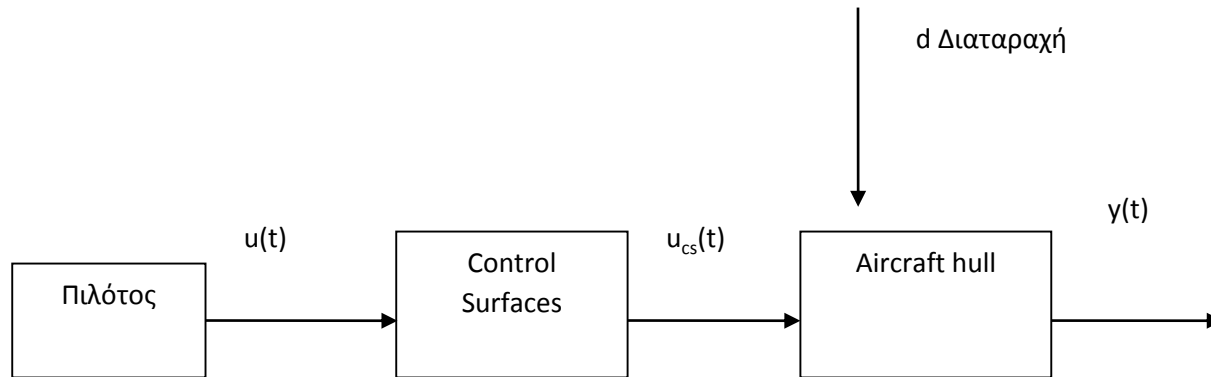
Παρατηρήσατε την «ευθεία αλυσίδα» εισόδου-εξόδου: Open loop

Μπλό Διαγράμματα Open Loop Προβλήματα

- Και τι συμβαίνει όταν έχουμε ριπές ανέμου;
- Ή κάποιο από τα πτερύγια λειτουργεί προβληματικά;
- Ή, Ή,...

Μπλόκ διαγράμματα - Προβλήματα

- Ο ελεγκτής θα πρέπει να διορθώσει στη βάση του προβλήματος (διαταραχή) που υπάρχει!



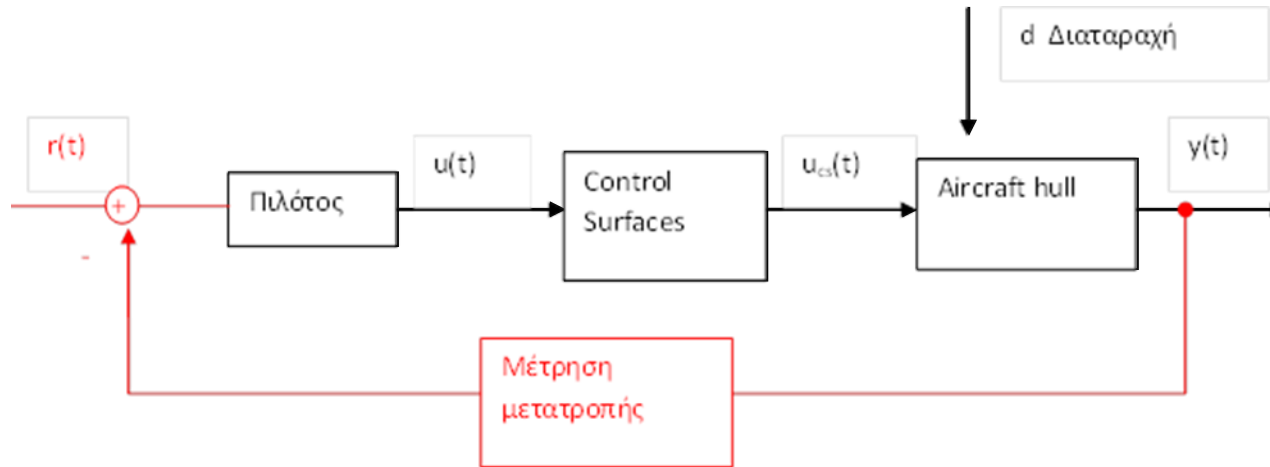
- Ξέρει ο ελεγκτής πώς αλλάζει το $y(t)$ λόγω της διαταραχής όταν έχουμε ανοικτό βρόχο;

ΟΧΙ. Άρα τι;

Μπλόκ Διαγράμματα

Closed Loop

Μπλόκ διαγράμματα – Closed Loop



Ανατροφοδότηση (feedback) της εξόδου $y(t)$
και σύγκριση με την επιθυμητή τιμή:
Τώρα ο ελεγκτής ΞΕΡΕΙ!!!

Έλεγχος κλειστού βρόχου (Closed loop)

Μπλόκ διαγράμματα Closed Loop (Συμπεράσματα)

Άρα: Με τη χρήση κλειστού βρόχου:

- Μας επιτρέπεται η πολυτέλεια να έχουμε γνώση για την εκάστοτε (= εξελισσόμενη) κατάσταση της εξόδου σε σχέση με την είσοδο

Μπλόκ διαγράμματα Closed Loop (Συμπεράσματα)

Άρα: Με τη χρήση κλειστού βρόχου:

- Μας επιτρέπεται η πολυτέλεια να έχουμε γνώση για την εκάστοτε (= εξελισσόμενη) κατάσταση της εξόδου σε σχέση με την είσοδο
- Δηλαδή, έχουμε γνώση του σφάλματος (τι «θέλω» – τι «έχω») στη ρύθμιση της εξόδου ενός συστήματος, υπό διαταραχές

Μπλόκ διαγράμματα Closed Loop (Συμπεράσματα)

Άρα: Με τη χρήση κλειστού βρόχου:

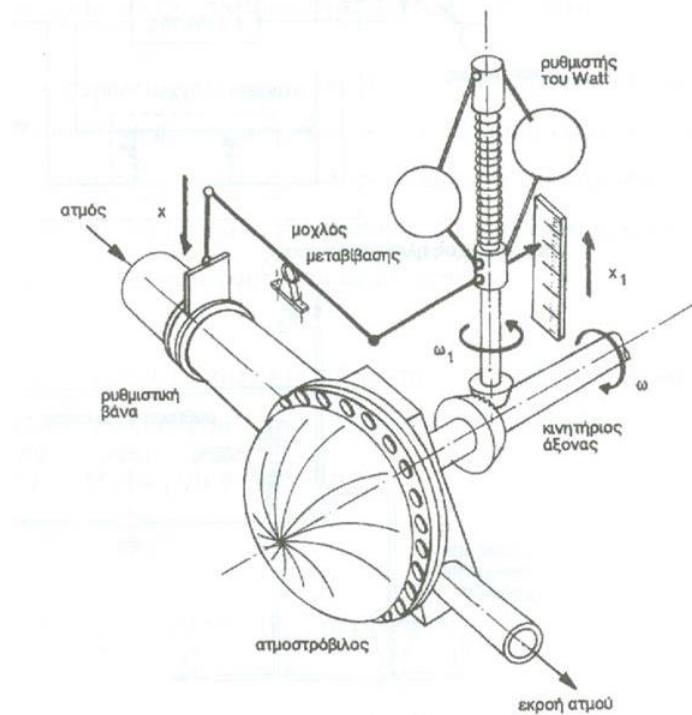
- Μας επιτρέπεται η πολυτέλεια να έχουμε γνώση για την εκάστοτε (= εξελισσόμενη) κατάσταση της εξόδου σε σχέση με την είσοδο
- Δηλαδή, έχουμε γνώση του σφάλματος (τι «θέλω» – τι «έχω») στη ρύθμιση της εξόδου ενός συστήματος, υπό διαταραχές
- Επομένως και (με χρήση κατάλληλου ελεγκτή) την ελαχιστοποίηση ή μηδενισμό του σφάλματος, σε πλειάδα συνθηκών

Μπλόκ διαγράμματα Closed Loop (Συμπεράσματα)

Άρα: Με τη χρήση κλειστού βρόχου:

- Μας επιτρέπεται η πολυτέλεια να έχουμε γνώση για την εκάστοτε (= εξελισσόμενη) κατάσταση της εξόδου σε σχέση με την είσοδο
- Δηλαδή, έχουμε γνώση του σφάλματος (τι «θέλω» – τι «έχω») στη ρύθμιση της εξόδου ενός συστήματος, υπό διαταραχές
- Επομένως και (με χρήση κατάλληλου ελεγκτή) την ελαχιστοποίηση ή μηδενισμό του σφάλματος, σε πλειάδα συνθηκών
- Η επιτήρηση και ανατροφοδότηση της εξόδου (=του σφάλματος) επιτρέπει και τη ρύθμιση της εξέλιξης τους με χρήση κατάλληλου ελεγκτή (ρύθμιση δυναμικών χαρακτηριστικών συστήματος)

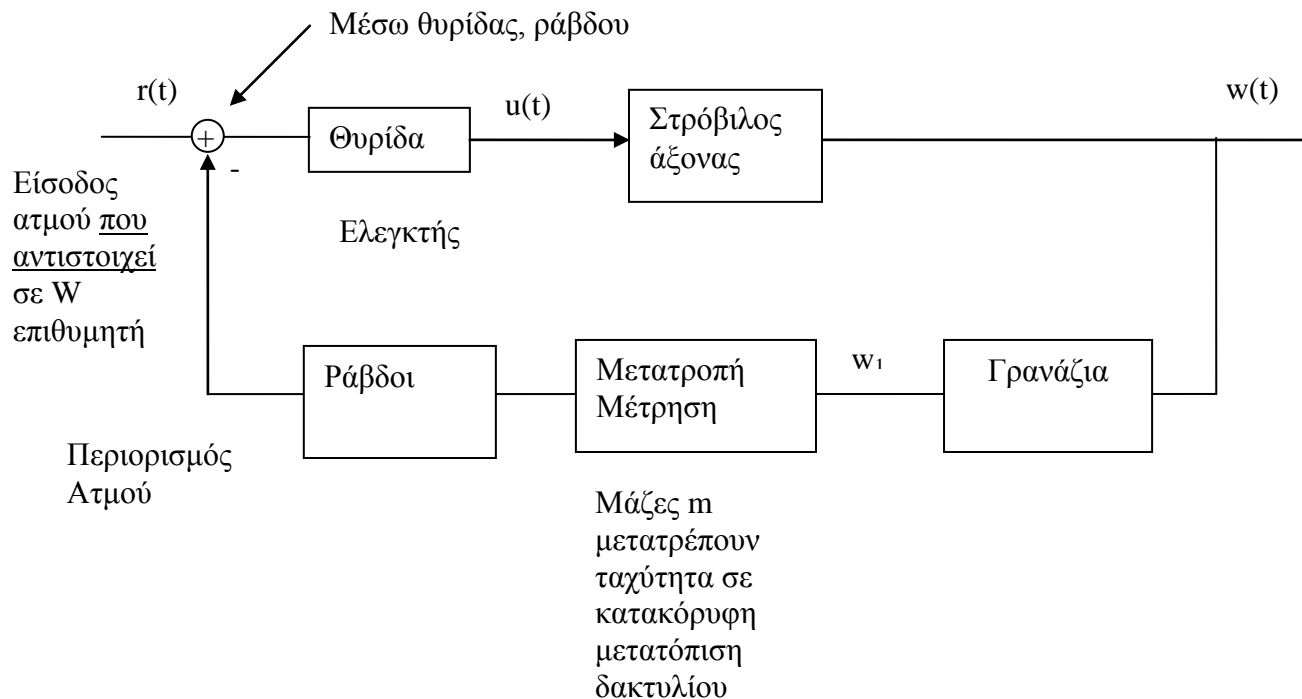
Μπλόκ διαγράμματα Closed Loop (Άλλο Παράδειγμα)



Ρυθμιστής Watt

Μπλόκ διαγράμματα Closed Loop (Ρυθμιστής Watt)

Η ρύθμιση ταχύτητας άξονα με το ρυθμιστή Watt

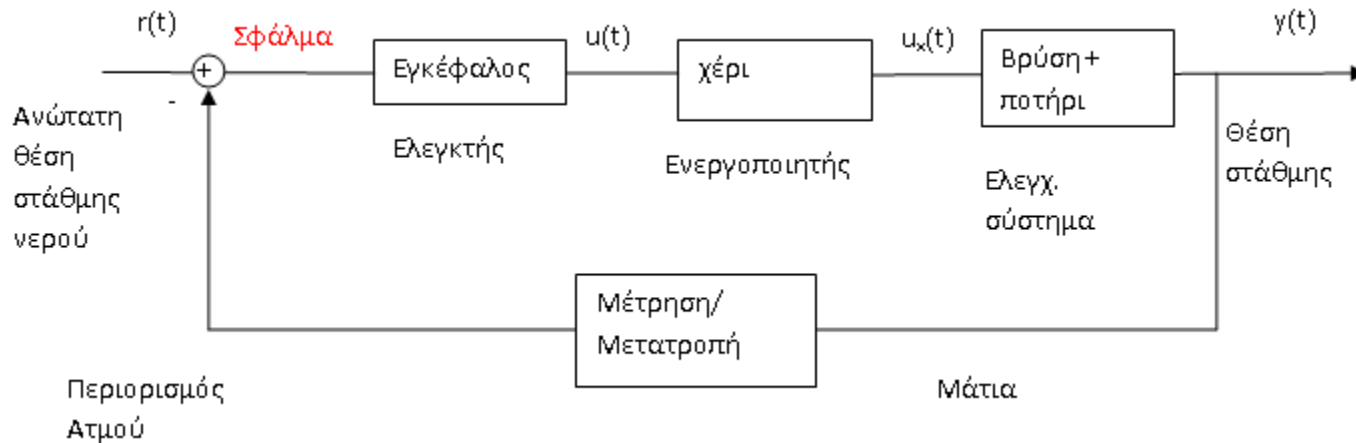


Μπλόκ Διαγράμματα

Καθημερινή συμπεριφορά και Σ.Α.Ε.

Παραδείγματα καθημερινής μας συμπεριφοράς και Σ.Α.Ε.

«Πηγαίνω στη βρύση και γεμίζω ποτήρι με νερό»

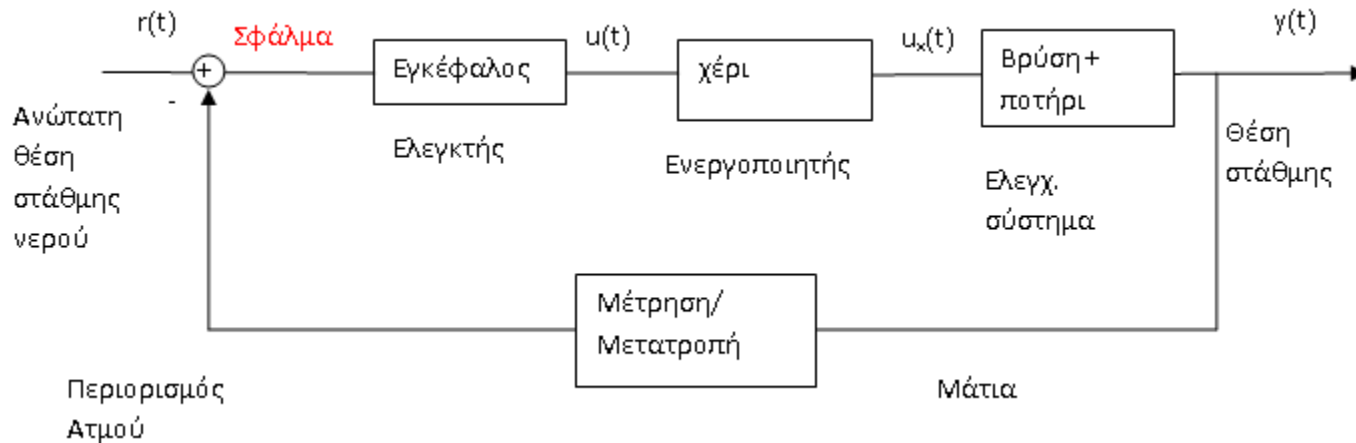


Ερωτήματα...

- Πώς ελέγχω (θέση μόνο ή και κάτι άλλο);

Παραδείγματα καθημερινής μας συμπεριφοράς και Σ.Α.Ε.

«Πηγαίνω στη βρύση και γεμίζω ποτήρι με νερό»

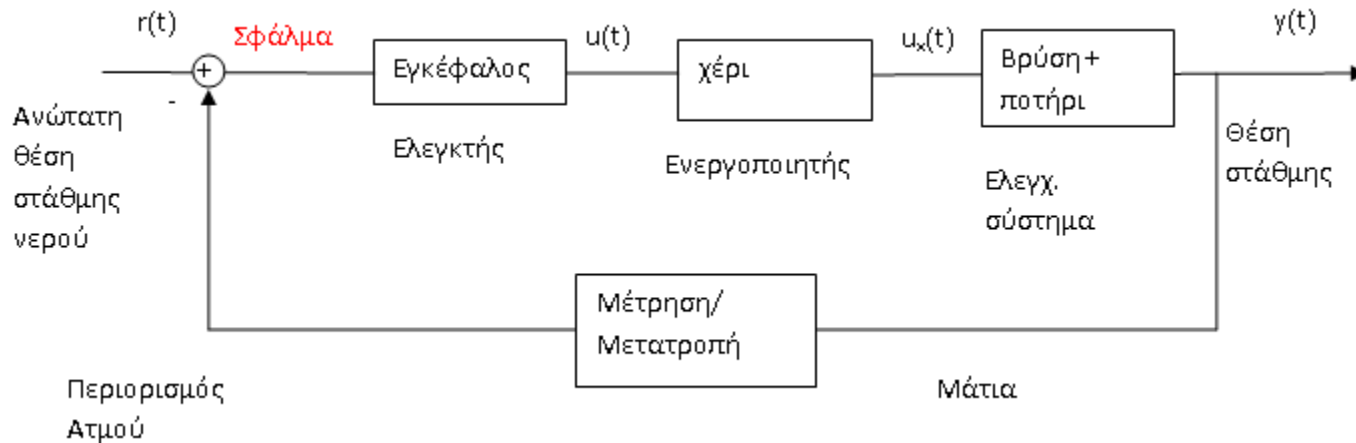


Ερωτήματα...

- Πώς ελέγχω (θέση μόνο ή και κάτι άλλο);
- «Μέτρηση/Μετατροπή» ...γιατί;

Παραδείγματα καθημερινής μας συμπεριφοράς και Σ.Α.Ε.

«Πηγαίνω στη βρύση και γεμίζω ποτήρι με νερό»



Ερωτήματα...

- Πώς ελέγχω (θέση μόνο ή και κάτι άλλο);
- «Μέτρηση/Μετατροπή» ...γιατί;
- Σφάλμα: Πότε σταματώ την λειτουργία του παραπάνω σχήματος;

Παραδείγματα καθημερινής μας συμπεριφοράς και Σ.Α.Ε.(συνέχεια)

- «Περνώ τον δρόμο, όπου κυκλοφορούν αυτοκίνητα, ώστε να φτάσω στο απέναντι πεζοδρόμιο»
- «Τοποθετώ το αντικείμενο x πάνω στο τραπέζι, σηκώνοντας το από το πάτωμα»

Μελετήσατε το διάγραμμα με blocks (ή αλλιώς δομικό διάγραμμα) και εξηγήσατε πως δουλεύει

Παρατηρήσεις

- Μπορούμε να έχουμε συστήματα περισσότερων από μιας εισόδου αλλά/ και εξόδων (Multi Input \leftrightarrow Multi output – MIMO)
- Η επιλογή του ελεγκτή καθορίζει τη συμπεριφορά του ελεγχόμενου συστήματος (... αντικείμενο των ΣΑΕ II)
- Ο έλεγχος ίσως έχει ως αντικείμενο την παρακολούθηση σήματος (αντί μιας μόνης τιμής) αναφοράς (tracking διαδρομής από robot)
- Ο έλεγχος μπορεί να έχει ως αντικείμενο την διατήρηση της εξόδου μεταξύ δύο τιμών (έλεγχος θερμοκρασίας χώρου)

Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

