ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Μηχανοτρονική

Ενότητα 7: Μορφή και δράση βασικών κατευθυντών συστημάτων ελέγχου

Βασίλειος Μουλιανίτης
Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων

BY NC ND

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
ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

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 Αιγαίου**» 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

ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

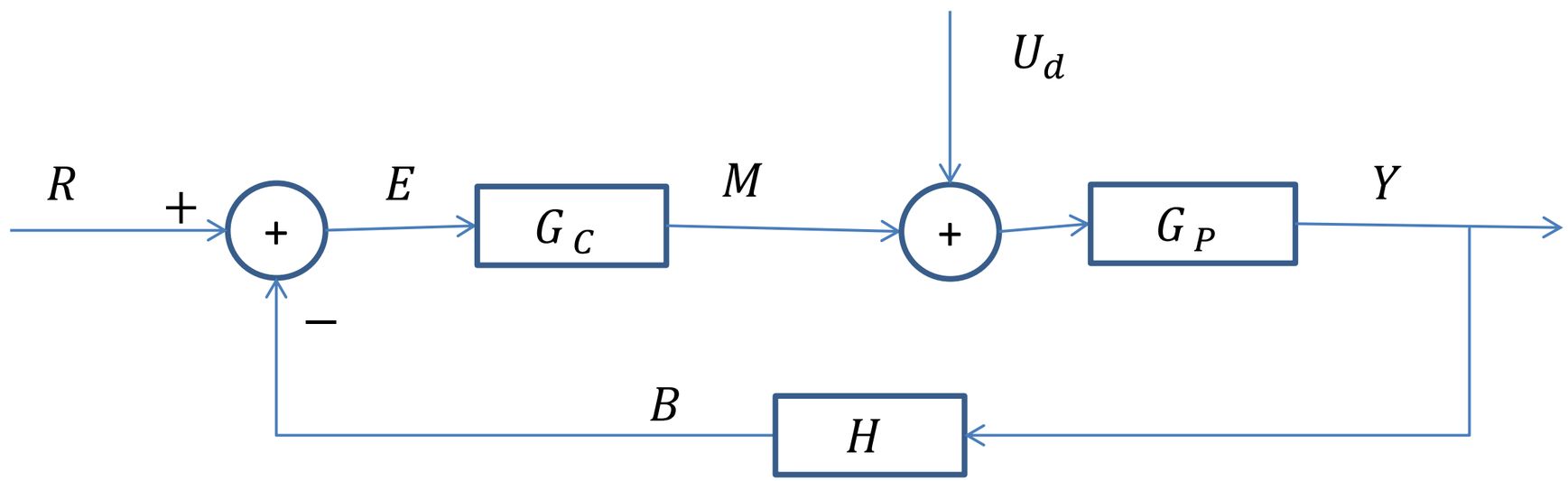
Μηχανοτρονική

7η Ενότητα: Μορφή και δράση βασικών κατευθυντών συστημάτων ελέγχου.

Βασίλειος Μουλιανίτης

Γενικά

Επιθυμητή τροποποίηση της εγκατάστασης με την εισαγωγή κατάλληλων διατάξεων που ονομάζονται κατευθυντές.



Επιλογή G_C και H ώστε να ικανοποιούνται τα εξής:

- Ευστάθεια
- Δυναμική απόκριση (ταχύτητα και απόκριση)
- Ακρίβεια μόνιμης κατάστασης.

Τύποι εγκαταστάσεων

- Έστω $G(s) = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \cdots + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \cdots + a_0}$
- Τύπος 0: $a_0 \neq 0, b_0 \neq 0$
- Τύπος 1: $a_0 = 0, b_0 \neq 0$
- Τύπος k: $a_0 = a_1 = \cdots = a_{k-1} = 0, b_0 \neq 0$
- Τύπος -1: $a_0 \neq 0, b_0 = 0$
- Τύπος k: $b_0 = b_1 = \cdots = b_{k-1} = 0, a_0 \neq 0$

Σφάλμα θέσης

Για είσοδο μοναδιαίας βαθμίδας $R(s) = \frac{1}{s}$ υπολογίζουμε που συγκλίνει το σφάλμα, το οποίο ονομάζεται σφάλμα θέσης:

$$e_\theta = \lim_{s \to 0} \frac{s}{1 + G(s)H(s)} \frac{1}{s} = \frac{1}{1 + \lim_{s \to 0} G(s)H(s)}$$

Τύπος 0: $e_\theta = ct$

Τύπο 1: $e_\theta = 0$

Η ποσότητα $k_\theta = \lim_{s \to 0} G(s)H(s)$ ονομάζεται σταθερά σφάλματος θέσης.

Σφάλμα ταχύτητας

Για είσοδο μοναδιαίας αναρρίχησης $R(s) = \frac{1}{s^2}$ υπολογίζουμε που συγκλίνει το σφάλμα, το οποίο ονομάζεται σφάλμα θέσης:

$$e_u = \lim_{s \to 0} \frac{s}{1 + G(s)H(s)} \frac{1}{s^2} = \frac{1}{\lim_{s \to 0} s\, G(s)H(s)}$$

Τύπος 0: $e_u \to \infty$

Τύπο 1: $e_u = ct$

Τύπο 2: $e_u = 0$

Η ποσότητα $k_u = \lim_{s \to 0} s\, G(s)H(s)$ ονομάζεται σταθερά σφάλματος ταχύτητας.

Σφάλμα επιτάχυνσης

Για είσοδο μοναδιαίας παραβολής $R(s) = \frac{1}{s^3}$ υπολογίζουμε που συγκλίνει το σφάλμα, το οποίο ονομάζεται σφάλμα θέσης:

$$e_\alpha = \lim_{s \to 0} \frac{s}{1 + G(s)H(s)} \frac{1}{s^3} = \frac{1}{\lim_{s \to 0} s^2 G(s)H(s)}$$

Τύπος 0:$e_\alpha \to \infty$

Τύπο 1:$e_\alpha \to \infty$

Τύπο 2$e_\alpha = ct$

Τύπο 3:$e_\alpha = 0$

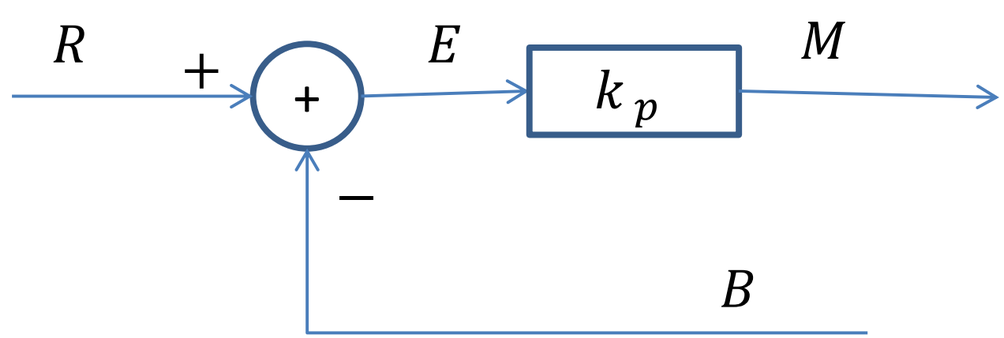
Η ποσότητα $k_\alpha = \lim_{s \to 0} s^2 G(s)H(s)$ ονομάζεται σταθερά σφάλματος επιτάχυνσης.

Κοινές μορφές ελέγχου

- Αντιστάθμιση σε σειρά: Εισάγονται πόλοι και μηδενιστές μόνο στην G_C.
- Παράλληλη αντιστάθμιση: Εισάγονται πόλοι και μηδενιστές μόνο στην H.
- Μικτή αντιστάθμιση: Εισάγονται πόλοι και μηδενιστές μόνο στην G_C και στην H.

Αναλογικός (P) κατευθυντής

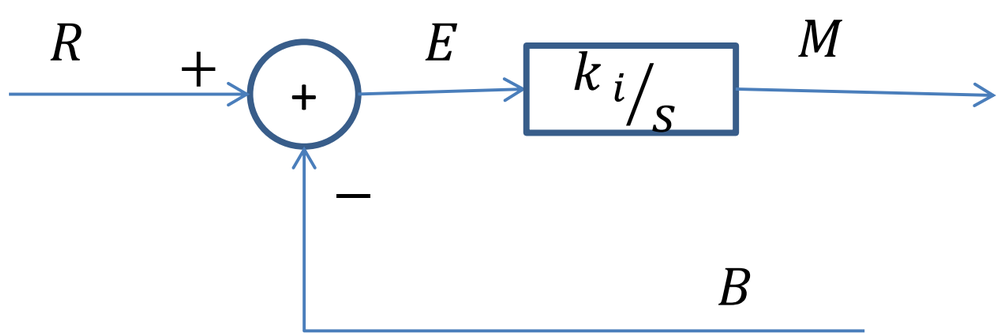
$$G_C(s) = k_p$$
$$m(t) = k_p e(t)$$



Ολοκληρωτικός (I) κατευθυντής

$$G_C(s) = \frac{k_i}{s}$$

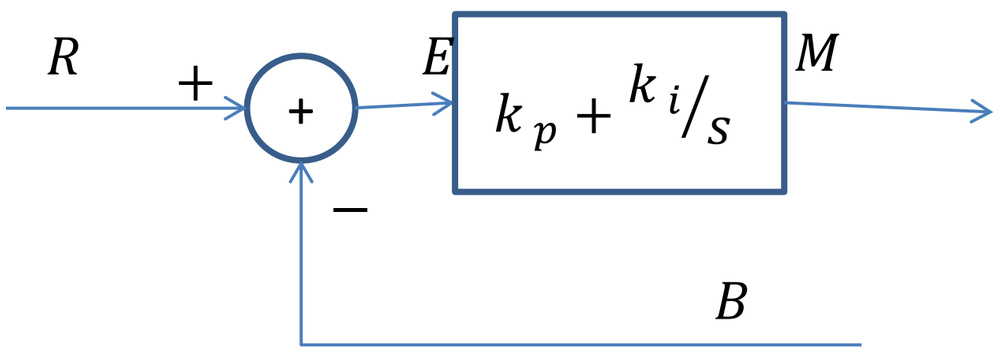
$$m(t) = k_i \int_0^t e(t)dt$$



Αναλογικός-Ολοκληρωτικός (PI) κατευθυντής

$$G_C(s) = k_p + \frac{k_i}{s}$$

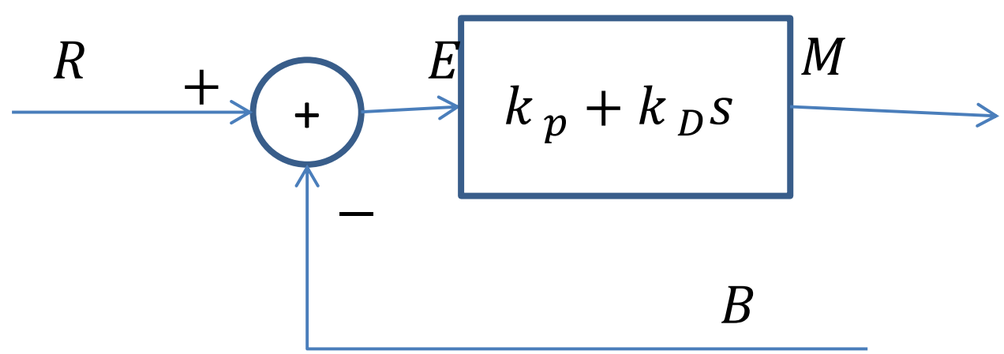
$$m(t) = k_p e(t) + k_i \int_0^t e(t)dt$$



Αναλογικός-Διαφορικός (PD) κατευθυντής

$$G_C(s) = k_p + k_D s$$

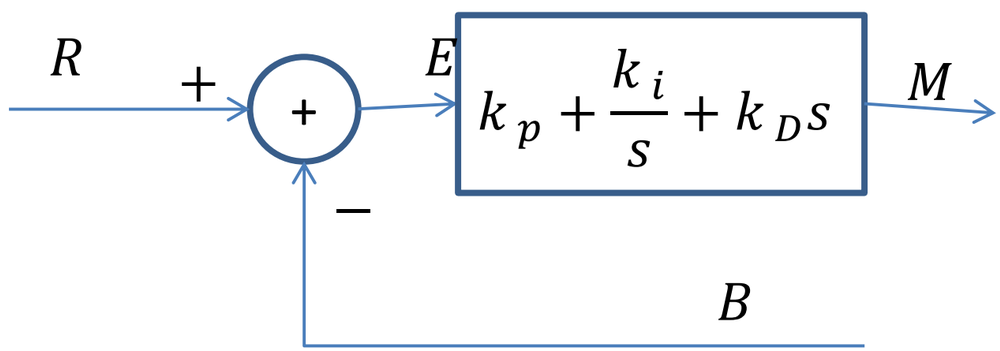
$$m(t) = k_p e(t) + k_D \frac{de(t)}{dt}$$



Αναλογικός-Ολοκληρωτικός-Διαφορικός (PID) κατευθυντής

$$G_C(s) = k_p + \frac{k_i}{s} + k_D s$$

$$m(t) = k_p e(t) + k_i \int_0^t e(t)dt + k_D \frac{de(t)}{dt}$$



Περίληψη χαρακτηριστικών

- Δράση P: Κάνει ταχύτερη την απόκριση του συστήματος
- Δράση I: Μειώνει το σφάλμα μόνιμης κατάστασης αλλά μπορεί να οδηγήσει το σύστημα σε αστάθεια.
- Δράση D: Αυξάνει την ευστάθεια του συστήματος οδηγώντας τους πόλους του συστήματος προς το $-\infty$ στον πραγματικό άξονα.