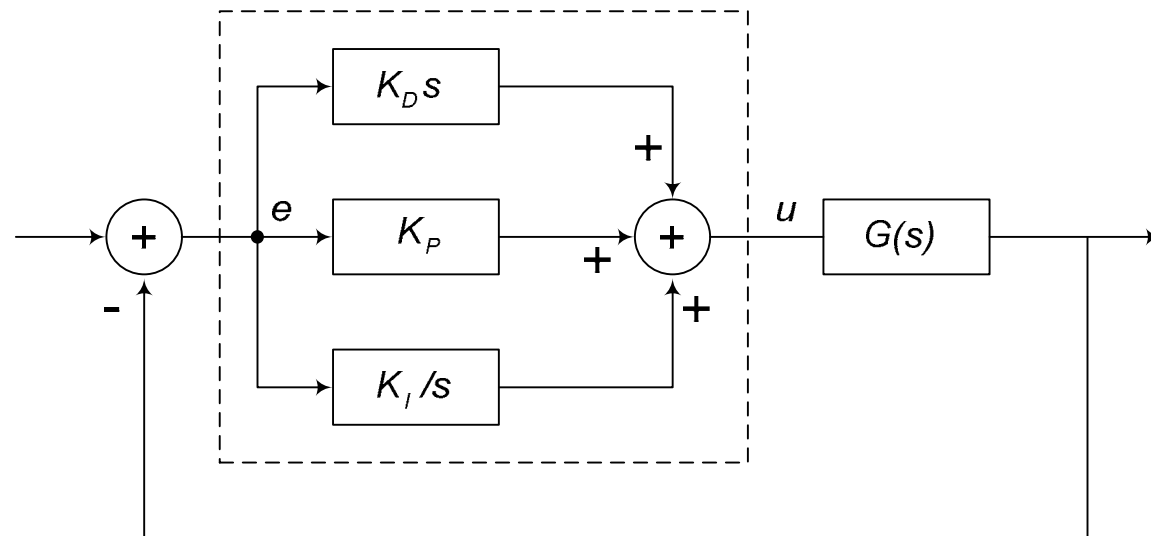


ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ II

PID Αντισταθμιστής (Proportional Integral Derivative)



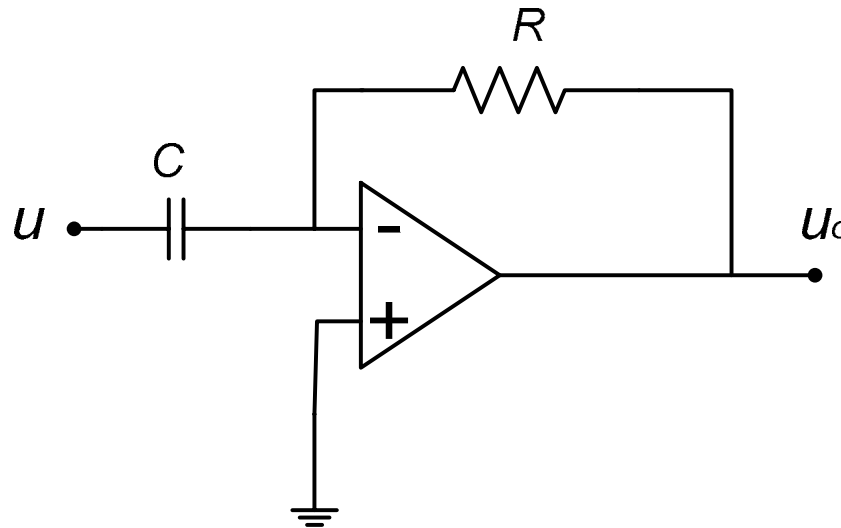
$$\frac{u}{e}(s) = K_P + K_D s + \frac{K_I}{s}$$

Συντονισμός (3) παραμέτρων

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ II

Υλοποίηση D-όρου

$$\frac{u_o}{u}(s) = -sRC \quad \text{Όπου} \quad |K_D| = RC$$

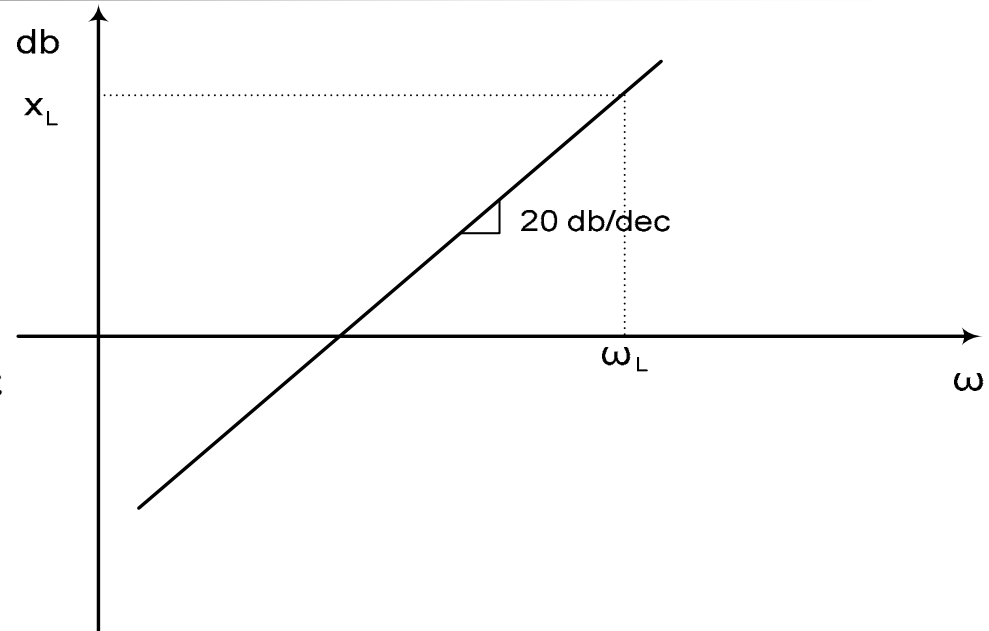
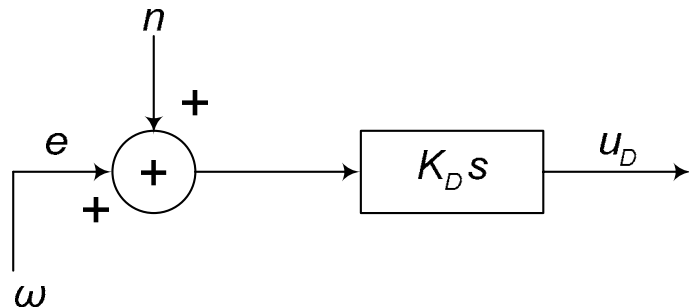


#ΜΗΔΕΝΙΚΩΝ > #ΠΟΛΩΝ!!!!

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ II

Διάγραμμα μέτρου D-όρου

Σε περίπτωση εισαγωγής «θορύβου» n με «υψηλές συχνότητες», ο D-όρος ενισχύει την επίδρασή του



Π.χ. $n = 10^{-9} \sin(\omega_L t)$

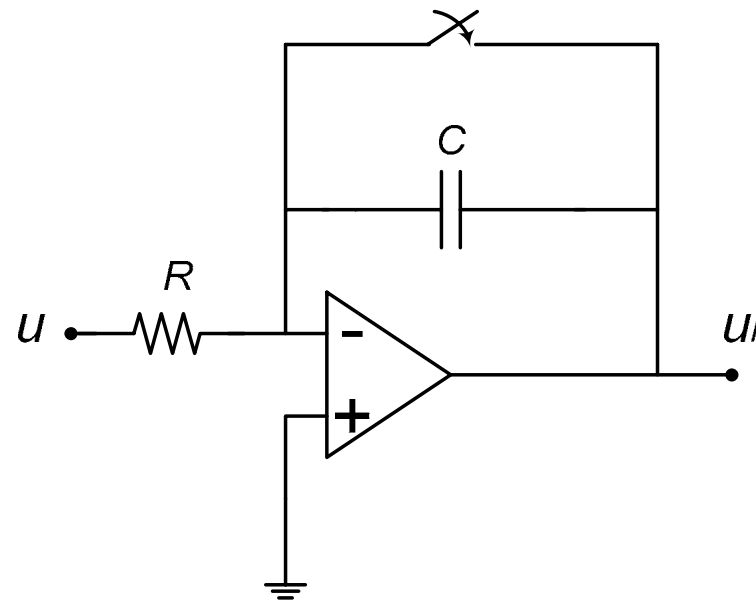
$$y = 10^{\frac{x_L}{20}} 10^{-9} \sin(\omega_L t + 90^\circ)$$

Όπου για $\omega_L = 10^9 \text{ rad/sec}$ και $K_D = 1$

$$X_L = 180 \text{ db} \text{ !!!!!}$$

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ II

Υλοποίηση Ι-όρου

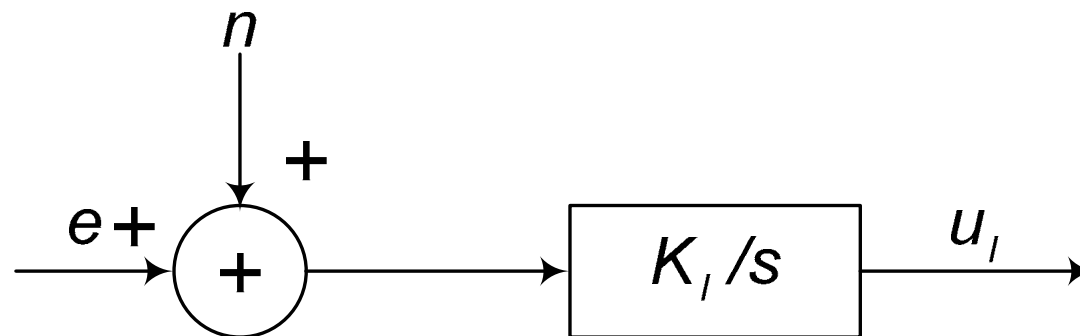


$$\frac{u_I}{u}(s) = -\frac{1}{sRC}$$

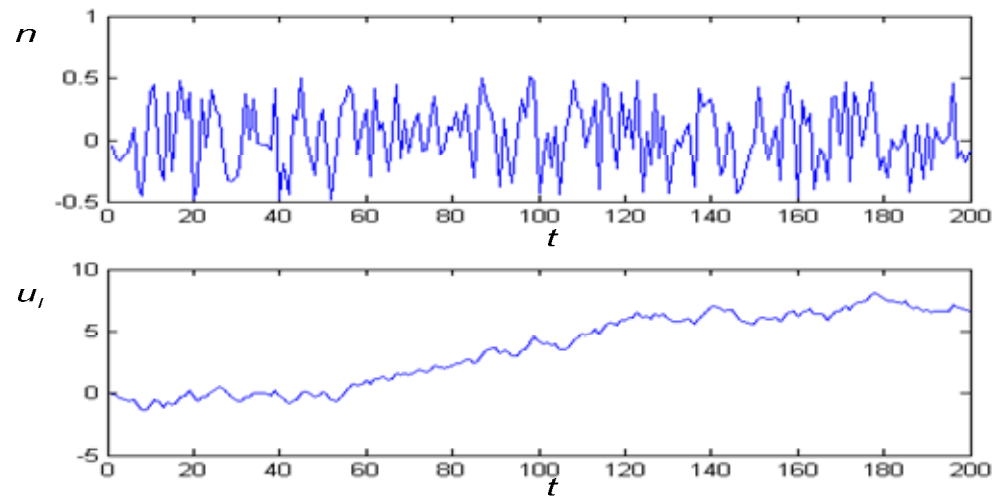


ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΙΙ

Υπάρχει πρόβλημα με την ολοκλήρωση θορύβου με μη μηδενικό μέσο όρο



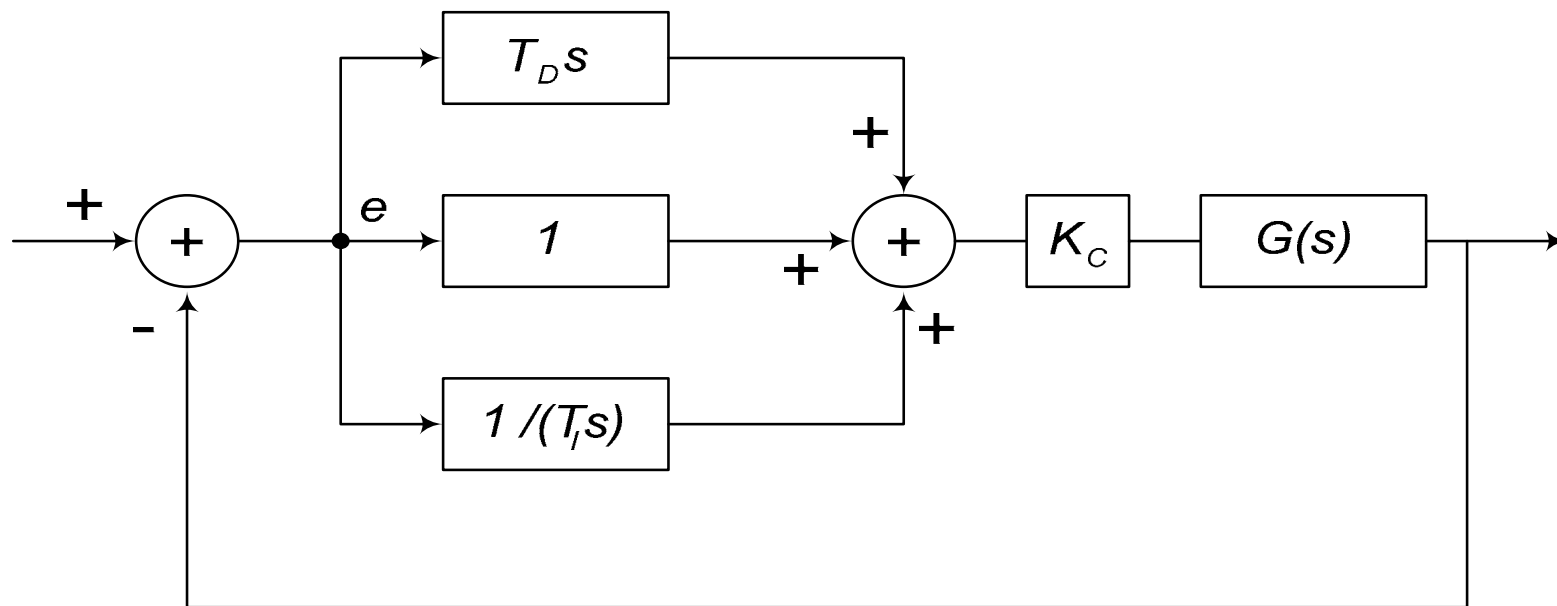
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ II



Για την αποφυγή της ολοκλήρωσης γίνεται «resetting» σε τακτά χρονικά διαστήματα

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΙΙ

Συντονισμός PID παραμέτρων





ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΙΙ

Συντονισμός PID παραμέτρων

$$G_C(s) = K_P + \frac{K_I}{s} + K_D s = K_C \left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s\right)$$

Μέθοδος Ziegler-Nichols

a) $K_I = K_D = 0$

b) Αυξήστε το K_C ώστε το σύστημα να οδηγηθεί σε οριακή αστάθεια

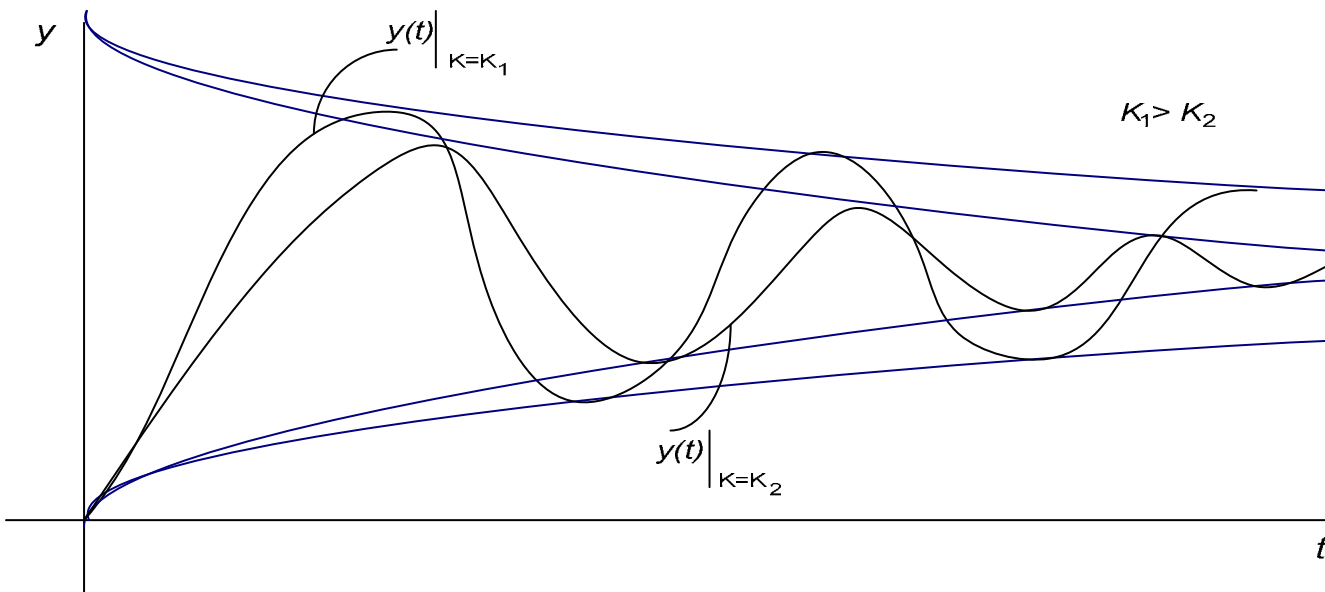
$G(s)$ είναι τουλάχιστον 3^{ης} τάξης

$$n - m \geq 3 \quad (n = \# \text{πόλων}, m = \# \text{μηδενικών})$$

$$\text{Αν} \quad G(s) = k \frac{\prod_{j=1}^m (s + z_j)}{\prod_{i=1}^n (s + p_i)}$$

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΙΙ

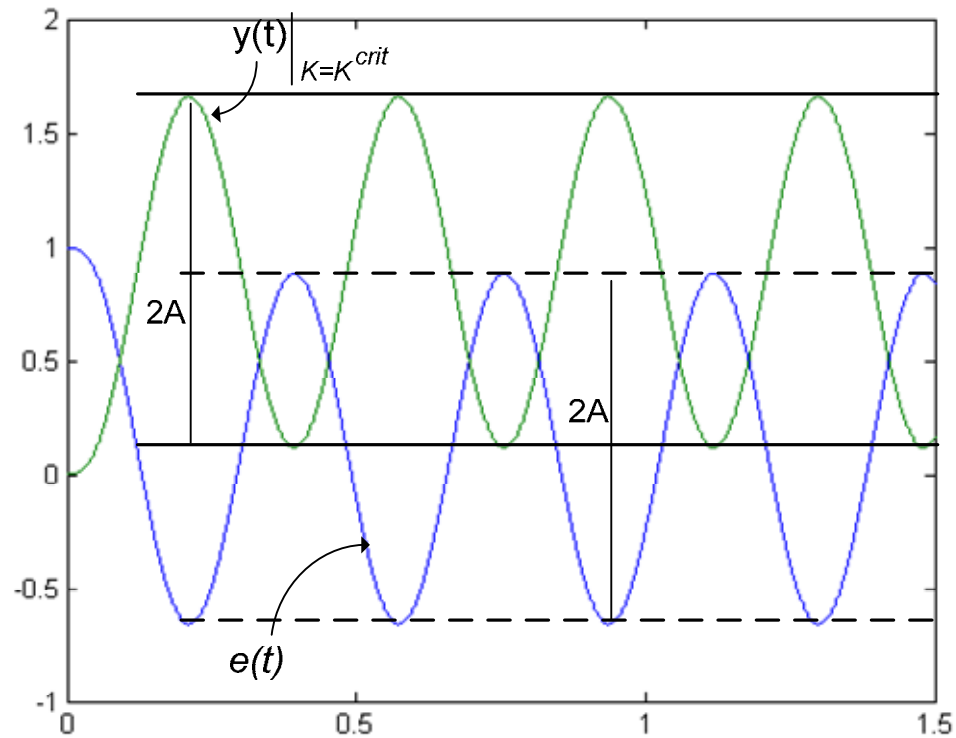
Τυπική απόκριση συστήματος $n - m \geq 3$ με μεταβαλλόμενο κέρδος



Για $K < K^{crit}$ υπάρχουν φθίνουσες ταλαντώσεις

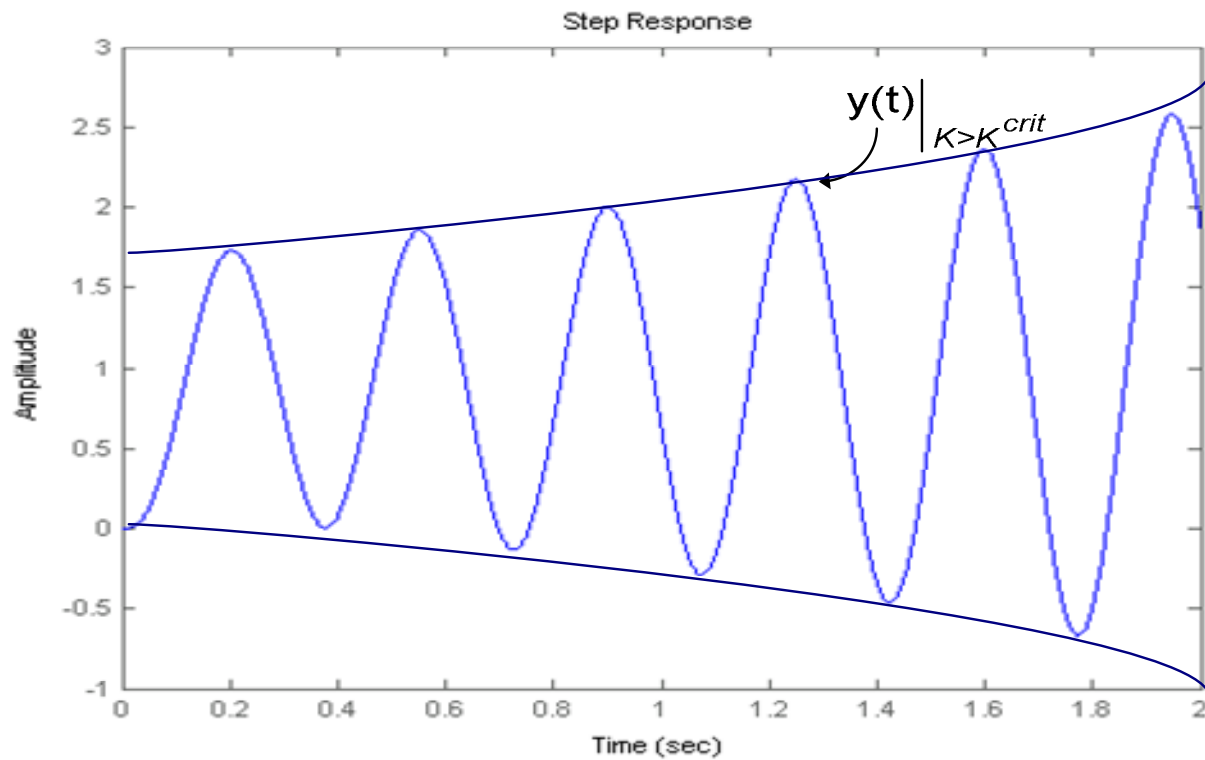
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΙΙ

Για $K = K^{crit}$ υπάρχουν μη αποσβεννόμενες ταλαντώσεις σταθερού πλάτους



ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΙΙ

Για $K > K^{crit}$ υπάρχουν ταλαντώσεις με αυξανόμενο πλάτος

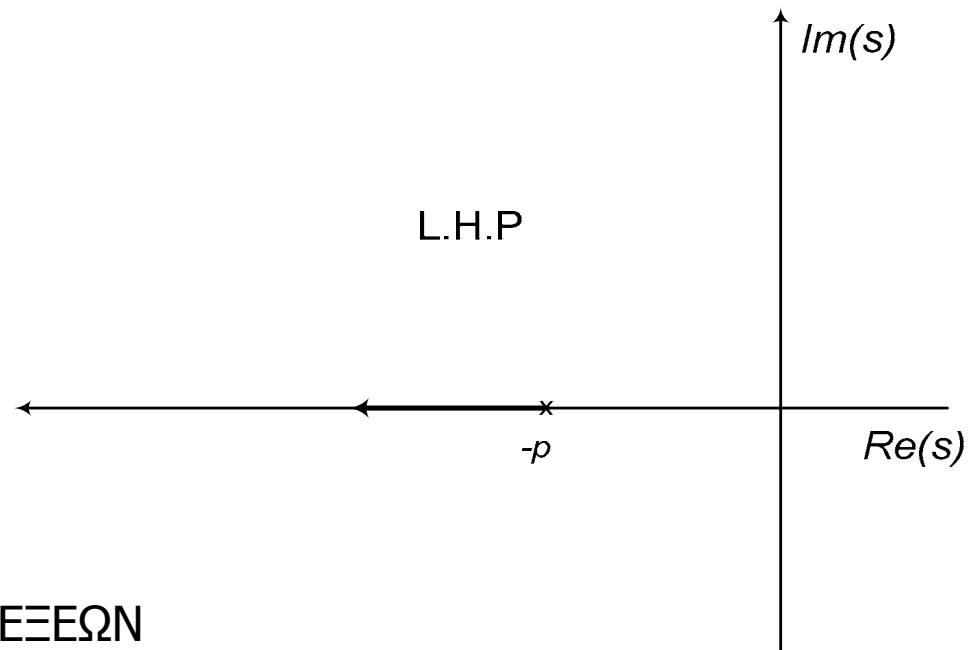


ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΙΙ

Απαραίτητη προϋπόθεση για το συντονισμό παραμέτρων με την μέθοδο Z-N είναι $n - m \geq 3$

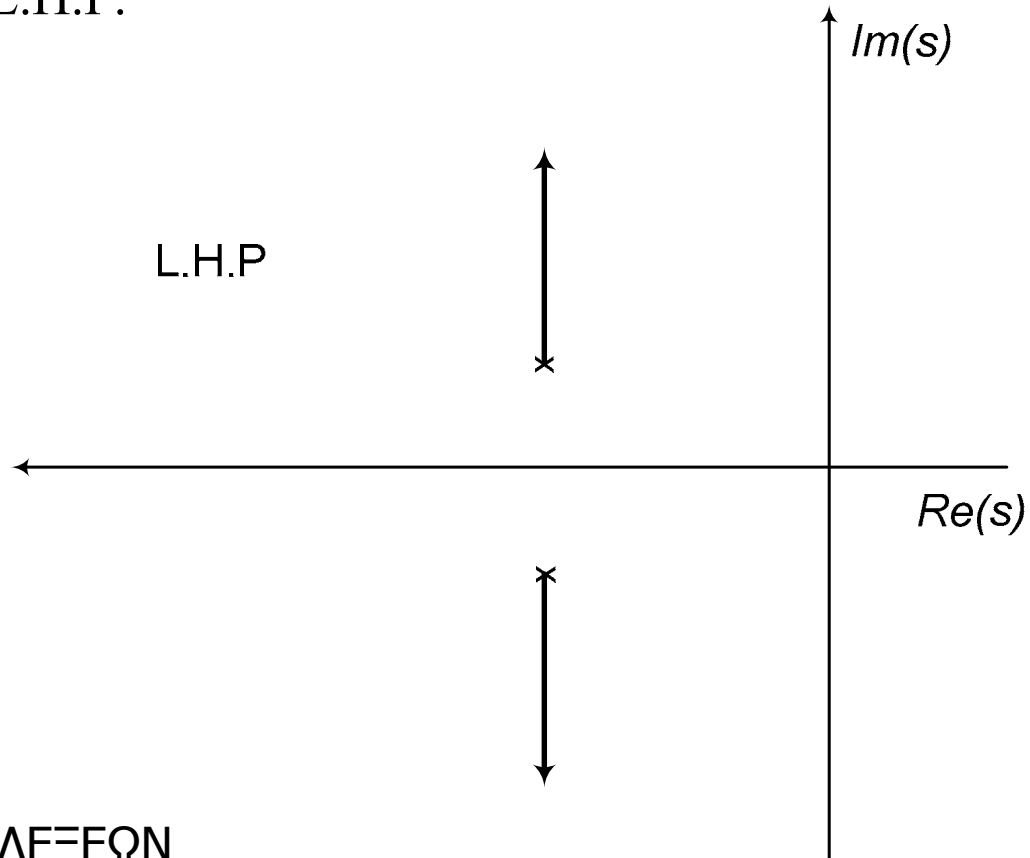
-Αν $n-m=1$ π.χ. $G(s) = \frac{1}{s+p}$,

ο Γ.Τ.Ρ παραμένει στο LHP



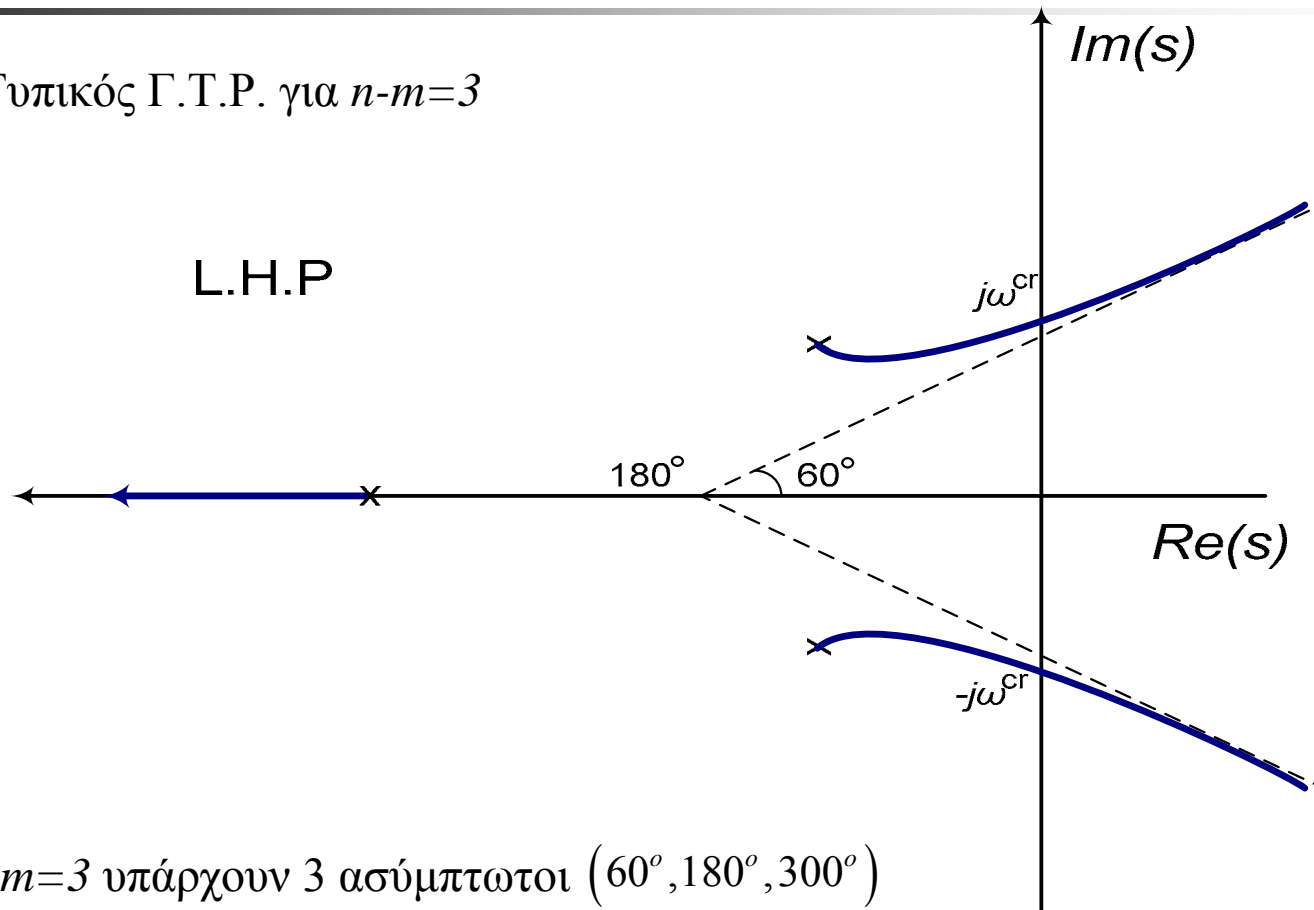
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ II

Αν $n-m=2$, υπάρχουν 2 ασύμπτωτοι του Γ.Τ.Ρ. ($90^\circ, 270^\circ$) και παραμένουν πάλι στο L.H.P.



ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ II

Τυπικός Γ.Τ.Ρ. για $n-m=3$



Για $n-m=3$ υπάρχουν 3 ασύμπτωτοι ($60^\circ, 180^\circ, 300^\circ$)

$$K_C^{critical}, \quad p_u = \frac{2\pi}{\omega^{cr}}$$



ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΙΙ

Συντονισμός P, PI και PID – ελεγκτών με Z-N μέθοδο

•P: $K_C = 0.5K_C^{critical}$

•PI: $K_C = 0.45K_C^{critical}$

$T_I \geq \frac{P_u}{1.2}$ συνήθως παίρνω $T_I = \frac{P_u}{1.2}$

•PID $K_C = 0.6K_C^{critical}$

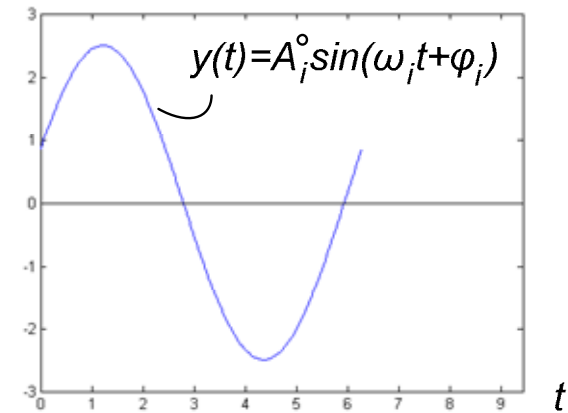
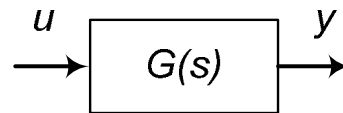
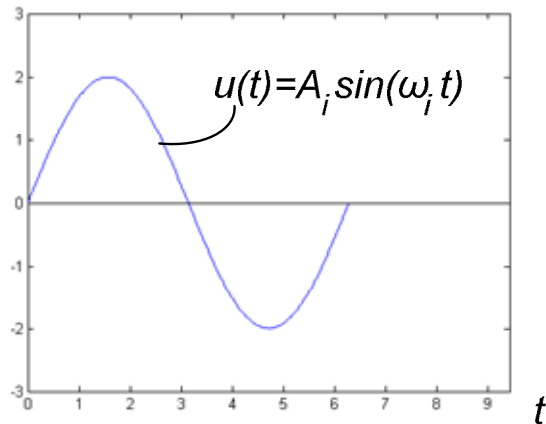
$$T_I \geq \frac{P_u}{2}$$

$$T_D \geq \frac{2P_u}{8}$$

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ II

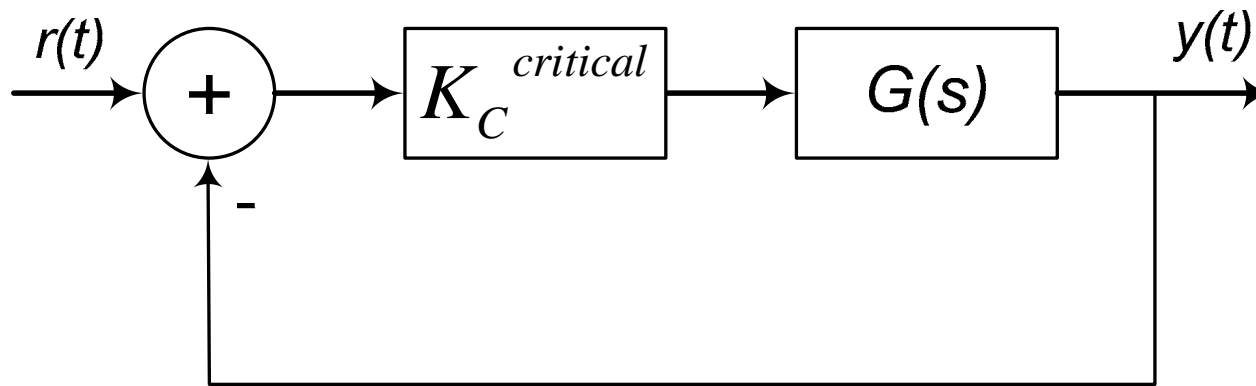
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

- Αναγνώριση $G(s)$ μέσω ημιτονοειδών διεγέρσεων



ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ II

- Υπολογισμός $K_C^{critical}$ από Γ.Τ.Ρ.
- Επιβεβαίωση $K_C^{critical}$ από βηματική διέγερση



- Υπολογισμός p_u από κρίσιμη απόσβεση