ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

Υποθέτεται ότι η Σ.Μ. του συστήματος είναι $G_u^y = \dfrac{La_0}{s^n + a_{n-1}s^{n-1} + \ldots + a_1 s + a_0}$, οπουδήποτε χρειάζεται, και $a_0 \neq 0,\ \ |L| < \infty,\ L \neq 0$.

- **Chirp διέγερση:** Διεγείρω την G με chirp σήμα πλάτους A στο εύρος συχνοτήτων $\omega_0 \sim \omega_f$ αποτελούμενο από N δείγματα. Έστω peak του $|y(t)|$ στο δείγμα i_p $\left(i_p \in [0, N-1]\right)$ με τιμή $|y_p|$. Το Bode μέτρου της G στην συχνότητα $\omega_p = \omega_0 + \dfrac{\omega_f - \omega_0}{N-1} i_p$ είναι $|G|_{dB} = 20\log_{10}\left(\dfrac{|y_p|}{A}\right)$.

- **Feedforward όρος:** $u = \dfrac{1}{L} r$ (*setpoint* περίπτωση)

  $u = \dfrac{1}{La_0}\left(r^{(n)} + a_{n-1}r^{(n-1)} + \ldots + a_1\dot{r} + a_0 r\right)$ (*tracking* περίπτωση)

- **On-Off:** $u = A\operatorname{sgn}(r - y)$

- **PID:** $u = K_P e + K_I \int e\,\mathrm{d}t + K_D \dfrac{\mathrm{d}e}{\mathrm{d}t}$, όπου $e = r - y$

- **Observer:** $\begin{aligned}\dot{\hat{x}} &= A\hat{x} + Bu + L(y - \hat{y})\\ \hat{y} &= C\hat{x} + Du\end{aligned}$, όπου $L = \mathbf{0}$ ή $L^T = \text{place}\left(A^T, C^T, p_{obs}\right)$

  και p_{obs}: επιθυμητοί πόλοι του observer

- **State-feedback:** $u = u^* - K\left(\hat{x} - x^*\right)$, όπου x^*: επιθυμητή κατάσταση, u^* προκύπτει από $Ax^* + Bu^* = 0$ και $K = \text{place}\left(A, B, p_{sys}\right)$, όπου p_{sys}: επιθυμητοί πόλοι του συστήματος

- **Tracking:** $u = \dfrac{1}{La_0}\left\{\left(a_{n-1}y^{(n-1)} + a_{n-2}y^{(n-2)} + \ldots + a_1\dot{y} + a_0 y\right) + v\right\}$, όπου

  $v = r^{(n)} - \left(k_{n-1}e^{(n-1)} + k_{n-2}e^{(n-2)} + \ldots + k_1\dot{e} + k_0 e\right)$, $e = y - r$ και τα k_i τέτοια ώστε: το πολυώνυμο $s^n + k_{n-1}s^{n-1} + \ldots + k_1 s + k_0$ να έχει ρίζες τους επιθυμητούς πόλους σύγκλισης των σφαλμάτων.

Παράδειγμα: $G = 2\dfrac{15}{s^2+8s+15} \Rightarrow n=2,\ L=2,\ a_0=15,\ a_1=8$

$u = \dfrac{1}{2\cdot 15}\left\{\left(8\dot{y}+15y\right)+v\right\}$, όπου $v = \ddot{r} - \left(k_1\dot{e}+k_0 e\right)$ και το επιθυμητό πολυώνυμο είναι $s^2+k_1 s+k_0$

ΕΙΔΙΚΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ (ύπαρξη ολοκληρωτών) : $L=\pm\infty$

Έστω το σύστημα έχει m ολοκληρωτές ($1\le m\le n$). Η Σ.Μ. του συστήματος τότε γράφεται ως $G_u^y = \dfrac{W\,a_m}{s^n + a_{n-1}s^{n-1}+\ldots+a_{m+1}s^{m+1}+a_m s^m}$, όπου $a_m \ne 0,\ \ |W|<\infty,\ W\ne 0$, . Ισχύει $L=\pm\infty$.

(Σημείωση: Όσον αφορά τα bullets που δεν παρατίθενται παρακάτω, ισχύουν οι προηγούμενες εκφράσεις).

- **Feedforward όρος:** $u=0$ (*setpoint*)

  $u = \dfrac{1}{Wa_m}\left(r^{(n)}+a_{n-1}r^{(n-1)}+\ldots+a_{m+1}r^{(m+1)}+a_m r^{(m)}\right)$ (*tracking*)

- **Tracking:** $u = \dfrac{1}{Wa_m}\left\{\left(a_{n-1}y^{(n-1)}+a_{n-2}y^{(n-2)}+\ldots+a_{m+1}y^{(m+1)}+a_m y^{(m)}\right)+v\right\}$,

  όπου v,e,k_i τα ίδια με πριν.

  Παράδειγμα: $G=\dfrac{3}{s^2} \Rightarrow n=2,\ m=2,\ W=3,\ a_2=1$

  $u=\dfrac{1}{3\cdot 1}\left\{(0)+v\right\}$, όπου $v=\ddot{r}-\left(k_1\dot{e}+k_0 e\right)$ και το επιθυμητό πολυώνυμο είναι $s^2+k_1 s+k_0$