

מקום לנחמה נחון

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

נוסחאון בתורת הבקרה לכיתות י"ג, י"ד

(4 עמודים)

1. התמרת לפלס

$$L^{-1} [F(s)] \equiv f(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{c-j\omega}^{c+j\omega} F(s) e^{st} ds \quad ; \quad L [f(t)] \equiv \lim_{\varepsilon} \int_0^T f(t) e^{-st} dt$$

$$\left| \begin{array}{l} c \rightarrow 0 \\ \omega \rightarrow \infty \end{array} \right. \quad \left| \begin{array}{l} T \rightarrow \infty \\ \varepsilon \rightarrow 0 \end{array} \right.$$

2. טבלת התמרות

f(t)	f(s)
$\delta(t)$	1
$u(t)$	$\frac{1}{s}$
t	$\frac{1}{s^2}$
t^n	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
e^{-at}	$\frac{1}{s+a}$
$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$
$\cos \omega t$	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$

$f(t)$	$f(s)$
$\frac{1}{(n-1)!} t^{n-1} e^{-at}$	$\frac{1}{(s+a)^n}$
$e^{-et} \sin \omega t$	$\frac{\omega}{(s+a)^2 + \omega^2}$
$e^{-et} \cos \omega t$	$\frac{s+a}{(s+a)^2 + \omega^2}$
$\frac{1}{a} (1 - e^{-at})$	$\frac{1}{s(s+a)}$
$\frac{1}{b-a} (e^{-at} - e^{-bt})$	$\frac{1}{(s+a)(s+b)}$
$\frac{1}{a^2} (at - 1 + e^{-at})$	$\frac{1}{s^2(s+a)}$
$\frac{1}{b-a} [(z-a)e^{-at} - (z-b)e^{-bt}]$	$\frac{s+z}{(s+a)(s+b)}$
$1 - \frac{e^{-\xi\omega_n t}}{\sqrt{1-\xi^2}} \sin \left[\omega_n \sqrt{1-\xi^2} t + \text{tg}^{-1} \frac{\sqrt{1-\xi^2}}{\xi} \right]$	$\frac{\omega_n^2}{s(s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2)}$

3. טבלת Routh

המשוואה האופיינית $a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + a_{n-2} s^{n-2} + \dots = 0$

s^n	a_n	a_{n-2}	a_{n-4}
s^{n-1}	a_{n-1}	a_{n-3}	a_{n-5}
s^{n-2}	b_1	b_2	
.	c_1	c_2	
.				
.				

$$b_1 = \frac{a_{n-1} a_{n-2} - a_n a_{n-3}}{a_{n-1}}$$

$$b_2 = \frac{a_{n-1} a_{n-4} - a_n a_{n-5}}{a_{n-1}}$$

$$c_1 = \frac{b_1 a_{n-3} - a_{n-1} b_2}{b_1}$$

4. טבלת קבועי שגיאה ושגיאת המצב המתמיד עבור מערכות עם משוב

פרבולה		שיפוע יחיד		מדרגה יחידה		מבוא
שגיאת המצב המתמיד	k_a	שגיאת המצב המתמיד	k_v	שגיאת המצב המתמיד	k_p	סוג המערכת
∞	0	∞	0	$\frac{1}{1+k_p}$	$\frac{KB_1(0)}{B_2(0)}$	סוג 0
∞	0	$\frac{1}{k_v}$	$\frac{KB_1(0)}{B_2(0)}$	0	∞	סוג 1
$\frac{2}{K_a}$	$\frac{KB_1(0)}{B_2(0)}$	0	∞	0	∞	סוג 2

5. א. פונקציית התמסורת של רכיב מסדר ראשון

$$G(s) = \frac{K}{s\tau + 1}$$

ב. פונקציית התמסורת של רכיב מסדר שני

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$$

כאשר:

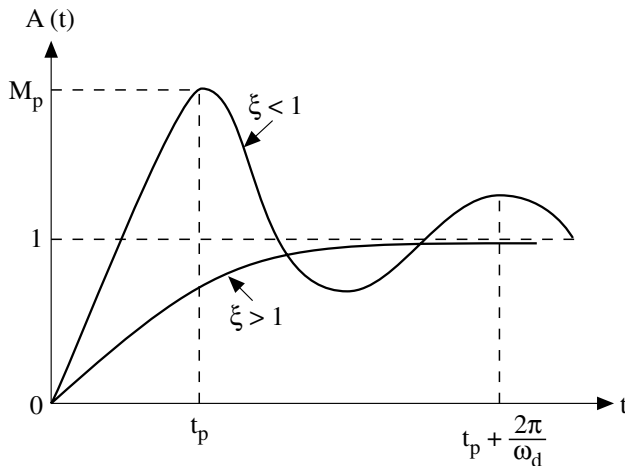
K – קבוע

τ – קבוע זמן

ω_n – תדירות טבעית

ξ – מקדם ריסון

ג. תגובת רכיב מסדר שני עם שני קטבים מרוכבים למבוא מזרחה



$$t_p = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1 - \xi^2}}$$

$$M_p = 1 + e^{-\frac{\xi\pi}{\sqrt{1 - \xi^2}}}$$

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \xi^2}$$

כאשר:

M_p – הערך המרבי של תגובת היתר

t_p – זמן תגובת היתר המרבית

ω_d – התדירות הזוויתית של התנודה המרוסנת

בהצלחה!