FORMULE KOJE JE DOZVOLJENO IMATI NA KOLOKVIJU I PISMENOM ISPITU IZ KOLEGIJA "LINEARNI REGULACIJSKI SUSTAVI"

Laplace-ova transformacija:

$$L\{x(t)\} = X(s) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-st}dt,$$

$s = \sigma + j\omega$

za x(t) = 0 pri t < 0:

$$L\{x(t)\} = X(s) = \int_{0}^{\infty} x(t)e^{-st}dt$$

Tablica Laplace-ovih transformacija osnovnih funkcija:

x(t), pri čemu je x(t) = 0 za t < 0	X(s)		x(t), pri čemu je x(t) = 0 za t < 0	X(s)		x(t), pri čemu je x(t) = 0 za t < 0	X(s)
$\delta(t)$	1		$\sin(\omega t)$	$\dfrac{\omega}{s^2+\omega^2}$		$e^{\pm at}\sin(\omega t)$	$\dfrac{\omega}{(s\mp a)^2+\omega^2}$
$u(t)$	$1/s$		$\cos(\omega t)$	$\dfrac{s}{s^2+\omega^2}$		$e^{\pm at}\cos(\omega t)$	$\dfrac{s\mp a}{(s\mp a)^2+\omega^2}$
t	$1/s^2$		$e^{\pm at}$	$\dfrac{1}{s\mp a}$		$te^{\pm at}$	$\dfrac{1}{(s\mp a)^2}$
t^2	$2/s^3$		t^n	$n!\,/\,s^{n+1}$			

LT pomaknutog signala:

$$L\{x(t\pm a)u(t\pm a)\} = e^{\pm as}X(s)$$

$$L\{e^{\pm as}x(t)u(t)\} = X(s\mp a)$$

LT derivacije signala:

$$L\left\{\frac{d^n x(t)}{dt^n}\right\} = s^n X(s) - s^{n-1}x(0) - s^{n-2}\dot{x}(0) - s^{n-3}\ddot{x}(0) - ...$$

LT integrala signala:

$$L\{\text{ n} - \text{tog integrala od } x(t)\} = \frac{1}{s^n}X(s)$$

Formula za određivanje residuuma višestrukih polova prijenosne funkcije:

$$W(s) = \frac{Br(s)}{(s-p_1)^m(s-p_2)...(s-p_n)} = \frac{K_1}{(s-p_1)^m} + \frac{K_2}{(s-p_1)^{m-1}} + \frac{K_3}{(s-p_1)^{m-2}} + ... + \frac{K_m}{s-p_1} + \frac{K_{m+1}}{s-p_2} + ... + \frac{K_{m+n-1}}{s-p_n}$$

$K_1...K_i...K_m$: residuumi m-strukog pola računaju se prema formuli: $K_i = \dfrac{1}{(i-1)!}\dfrac{d^{i-1}}{ds^{i-1}}\left[(s-p_1)^m W(s)\right]\Big|_{s=p1}$

Specifikacije sustava u vremenskom području:

$$M_n = e^{\frac{-\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}};\quad T_n = \frac{\pi}{\omega_n\sqrt{1-\xi^2}};\quad T_s(5\%) = \frac{3}{\xi\omega_n};\quad T_s(2\%) = \frac{4}{\xi\omega_n}$$

Specifikacije sustava u frekvencijskom području:

$$M_m = \frac{1}{2\xi\sqrt{1-\xi^2}};\quad \omega_m = \omega_n\sqrt{1-2\xi^2};\quad PP = \omega_n\sqrt{1-2\xi^2+\sqrt{(1-2\xi^2)^2+1}}$$

M-kružnice; radijus: $r = \left|\dfrac{M}{M^2-1}\right|$, centar kružnice: $(-\dfrac{M^2}{M^2-1}, 0)$

$AP\,[dB] = 20\log\left|\dfrac{1}{Re[W_o(j\omega_\Pi)]}\right|$; $Im[W_o(j\,\omega_\Pi)]=0$

$FP[^o]=180^o$ + argument $[W_o(j\,\omega_I)]$; $|W_o(j\omega_I)|=1$

Asimptote grana grafa GMK:

Broj asimptota: $q = n_p - n_z$;

Točka izlaza asimptota s realne osi: $\sigma = \dfrac{\sum_{j=1}^{np} Re(p_j) - \sum_{i=1}^{nz} Re(z_i)}{q}$

Kut kojeg asimptote zatvaraju s '+' dijelom realne osi: $\Phi = (2l+1)/q * 180(^0)$, pri čemu je: l=0,1,2,…,(q-1)

Pravila blok algebre:

Prebacivanje TOČKE GRANANJA		Prebacivanje TOČKE ZBRAJANJA	
U smjeru toka signala	**Suprotno smjeru toka signala**	**U smjeru toka signala**	**Suprotno smjeru toka signala**
Prijenosnu funkciju grane KOJU prebacujemo DIJELIMO s prijenosnom funkcijom grane PREKO KOJE prebacujemo	Prijenosnu funkciju grane KOJU prebacujemo MNOŽIMO s prijenosnom funkcijom grane PREKO KOJE prebacujemo	Prijenosnu funkciju grane KOJU prebacujemo MNOŽIMO s prijenosnom funkcijom grane PREKO KOJE prebacujemo	Prijenosnu funkciju grane KOJU prebacujemo DIJELIMO s prijenosnom funkcijom grane PREKO KOJE prebacujemo

Opis objekta i regulacijskog sustava s varijablama stanja:

Objekt	Regulacijski sustav
Opis objekta s varijablama stanja: $\underline{\dot{x}}(t) = \underline{A}\underline{x}(t) + \underline{b}u(t)$ $y(t) = \underline{c}^T \underline{x}(t)$ $\underline{X}(s) = \underline{\Phi}(s)\underline{b}U(s)$	**Opis regulacijskog sustava s varijablama stanja:** $\underline{\dot{x}}(t) = \underline{A_K}\,\underline{x}(t) + K\underline{b}r(t)$ $y(t) = \underline{c}^T \underline{x}(t)$ Pri čemu je: $\underline{A_K} = \underline{A} - K\underline{b}\underline{k}^T$ $\underline{X}(s) = K\underline{\Phi}_K(s)\underline{b}R(s)$
Odnos prijenosne funkcije objekta i opisa s varijablama stanja: $G_P(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \underline{c}^T \underline{\phi}(s)\underline{b}$	**Odnos prijenosne funkcije regulacijskog sustava i opisa s varijablama stanja:** $W(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = K\underline{c}^T \underline{\phi_K}(s)\underline{b}$ ili $W(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{K\underline{c}^T \underline{\phi}(s)\underline{b}}{1 + K\underline{k}^T \underline{\phi}(s)\underline{b}}$ **Prikaz reg. sustava preko Heq;** $H_{eq}(s) = \frac{\underline{k}^T \underline{\phi}(s)\underline{b}}{\underline{c}^T \underline{\phi}(s)\underline{b}} = \frac{\underline{k}^T \underline{\phi}(s)\underline{b}}{G_p(s)}$

Kompenzatori s faznim zaostajanjem i prethođenjem:

$$\omega_{\max} = \sqrt{\omega_1\omega_2}$$

$$\varphi_{\max} = \arctan(\sqrt{\frac{\omega_1}{\omega_2}}) - \arctan(\sqrt{\frac{\omega_2}{\omega_1}})$$ **(fazno zaostajanje)**

$$\varphi_{\max} = \arctan(\sqrt{\frac{\omega_2}{\omega_1}} - \arctan(\sqrt{\frac{\omega_1}{\omega_2}})$$ **(fazno prethođenje)**

Aproksimacije za arctan:
Ako vrijedi da je a << b, biti će:

$$\arctan(\frac{a}{b}) = \frac{a}{b}$$

$$\arctan(\frac{b}{a}) = \frac{\pi}{2} - \frac{a}{b}$$