

Algoritam za projektovanje kompenzatora

1. Odrediti amplitudsku i faznu karakteristiku nekompensovanog sistema koja je jedna od dve mogućnosti

$$(a) \quad T_0(s) \triangleq \frac{1}{V_m} \frac{\hat{v}_{OUT}(s)}{\hat{d}(s)}$$

$$(b) \quad T_0(s) \triangleq \frac{\hat{v}_{OUT}(s)}{\hat{d}(s)}$$

zavisno od toga da li je impulsni širinski modulator uključen u strukturu objekta upravljanja (prva mogućnost) ili ne (druga mogućnost). Imajte u vidu fizičku dimenziju funkcije prenosa, u prvom slučaju fizičke dimenzije nema, funkcija prenosa preslikava izlazni napon kompenzatora u izlazni napon konvertora, u drugom slučaju je to volt, funkcija prenosa preslikava *duty ratio* u izlazni napon.

2. Promenom pojačanja kompenzatora podesiti presečnu frekvenciju f_C (*crossover frequency*). Pitanje izbora f_C je otvoreno i složeno. Veće f_C znači veći propusni opseg sistema u zatvorenoj sprezi i brže potiskivanje poremećaja, ali i veće varijacije upravljačke promenljive i struja i napona u kolu tokom prelaznih procesa. Moguće je da će biti potrebno da se vratite na izbor f_C ako značajno ulazite u nelinearna ograničenja ili imate prevelike vrednosti promenljivih u tranzijentima od interesa. Linearni model ne obuhvata nelinearna ograničenja, pa sada o njima nije moguće ništa reći. Kao dobar početni izbor se smatra $f_C = f_s/10$, gde je f_s frekvencija prekidanja, što ima elemente empirijske proizvoljnosti. Takođe, podrazumeva se da model sistema važi na f_C , pa vrednosti za f_C iznad $f_s/2$ nema smisla razmatrati. Dobijeno kružno pojačanje je

$$T_1(s) \triangleq k T_0(s)$$

gde je

$$k \triangleq \frac{1}{|T_0(j\omega_C)|}.$$

3. Na osnovu faznog stava $T_1(s)$ za $s = j\omega_C$, $\varphi_1 \triangleq \arg(T_1(j\omega_C))$, odrediti kolika je korekcija faze potrebna kako bi postigli željenu marginu faze φ_m . U skladu sa definicijom margine faze, potrebno je izraziti φ_1 kao najveću negativnu vrednost, odnosno negativnu vrednost najmanjeg modula (faza je „šiftabilna“ za 2π). Korekcija faze se izračunava kao

$$\varphi_{correction} \triangleq \varphi_m - 180^\circ + 6^\circ - \varphi_1.$$

Korekcija od 6° je uvedena podrazumevajući kasnije uvođenje *lag* kompenzatora sa nulom u $\omega_C/10$ koji na ω_C kviri fazu (smanjuje faznu marginu) za $\arctan \frac{1}{10} \approx 5.71^\circ \approx 6^\circ$. Korekcija faze na $j\omega_C$, $\varphi_{correction}$ je najčešće pozitivna, što zahteva projektovanje *lead* kompenzatora. Međutim, može se dogoditi i da je potrebno uvesti negativnu korekciju faze kako bi se sistem ubrzao, kako je navedeno u članku o *lead* kompenzatoru. Tada se uvodi *lag* kompenzator koji se projektuje nalik *lead* kompenzatoru da ne poremeti postavljenu vrednost ω_C , kako je u članku i opisano.

4. Ako je $\varphi_1 > 0$, projektovati *lead* kompenzator tako da na $j\omega_C$ unosi korekciju faze $\varphi_{correction}$. Koristiti:

- (a) $p \triangleq \sqrt{\frac{1 + \sin(\varphi_{correction})}{1 - \sin(\varphi_{correction})}}$
 (b) $\omega_Z \triangleq \omega_C/p$
 (c) $\omega_P \triangleq p\omega_C$
 (d) $G_{lead}(s) \triangleq \frac{1}{p} \frac{1 + s/\omega_Z}{1 + s/\omega_P} = \frac{p s + \omega_C}{s + p \omega_C}$

Dobijeno kružno pojačanje je

$$T_2(s) \triangleq G_{lead}(s) T_1(s) = G_{lead}(s) k T_0(s).$$

5. Za povećanje pojačanja na niskim frekvencijama projektovati *lag* (*PI*) kompenzator sa $\omega_L = \omega_C/10$, funkcije prenosa

$$G_{lag}(s) \triangleq \frac{\omega_L}{s} \left(1 + \frac{s}{\omega_L}\right) = \frac{s + \omega_L}{s}.$$

Dobijeno kružno pojačanje je:

$$T_3(s) \triangleq G_{lag}(s) T_2(s) = G_{lag}(s) G_{lead}(s) k T_0(s).$$

Konačno dobijena funkcija prenosa kompenzatora je

$$G_{compensator} = k G_{lead}(s) G_{lag}(s).$$

Algoritam se može/mora prilagoditi konkretnoj situaciji, npr. nekada nije potrebno dodavati *lead* kompenzator ako je margina faze zadovoljavajuća.