Automatika 1 ZH kidolgozás by Old Nick Fiai

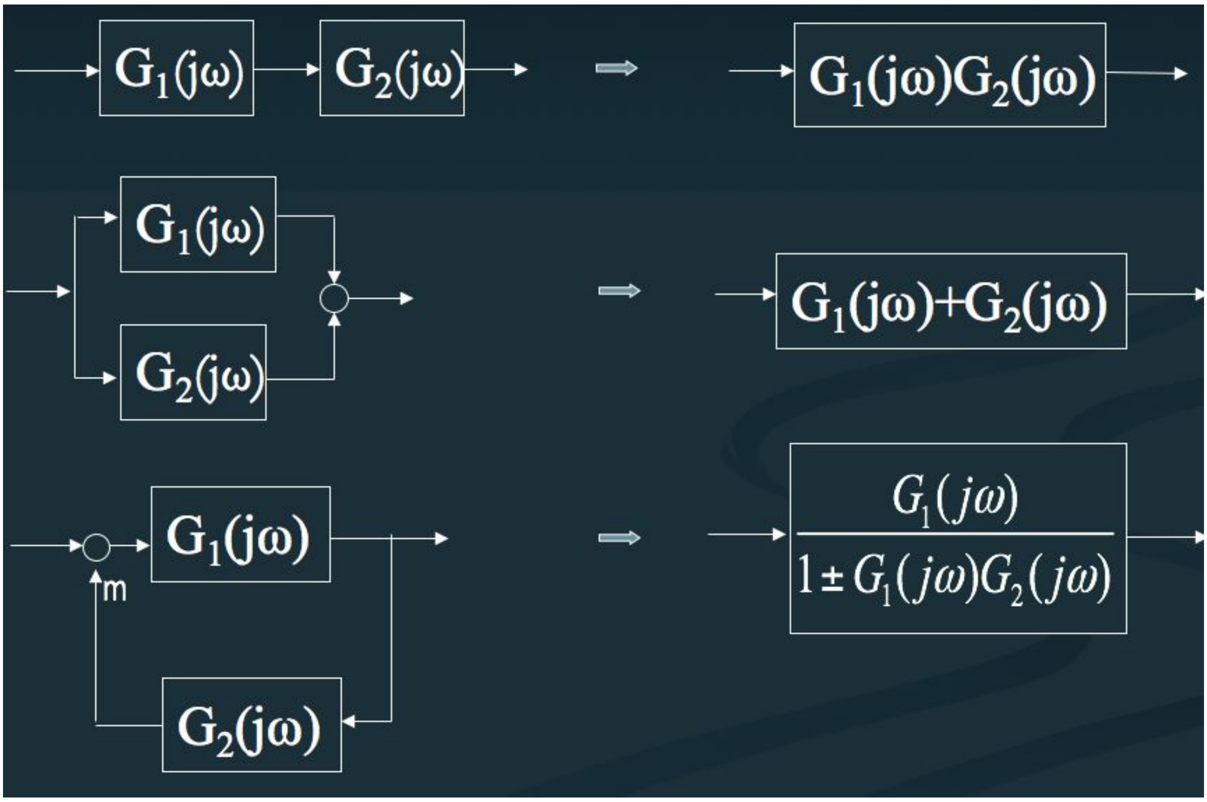
Ha ezt a jegyzetet 100%-osan tudod simán 4-esre teljesítheted a vizsgát. 4 embernek már bevált, de garanciát senki nem vállal semmiért. A végén találtok kézírásos kiegészítéseket és az utolsó két tétel vázlatát is.

1-3.: Az összes alaptag átviteli és átmeneti függvénye, diff. Egyenletei, Bode-diagramjai.
Átviteli függvények soros, párhuzamos és visszacsatolt eredője.

Itt megtalálod.

Teljes link, hogy exportálás után is elérjétek: A PI ROSSZUL VAN BENNE A JÓ A 12.-NÉL!!

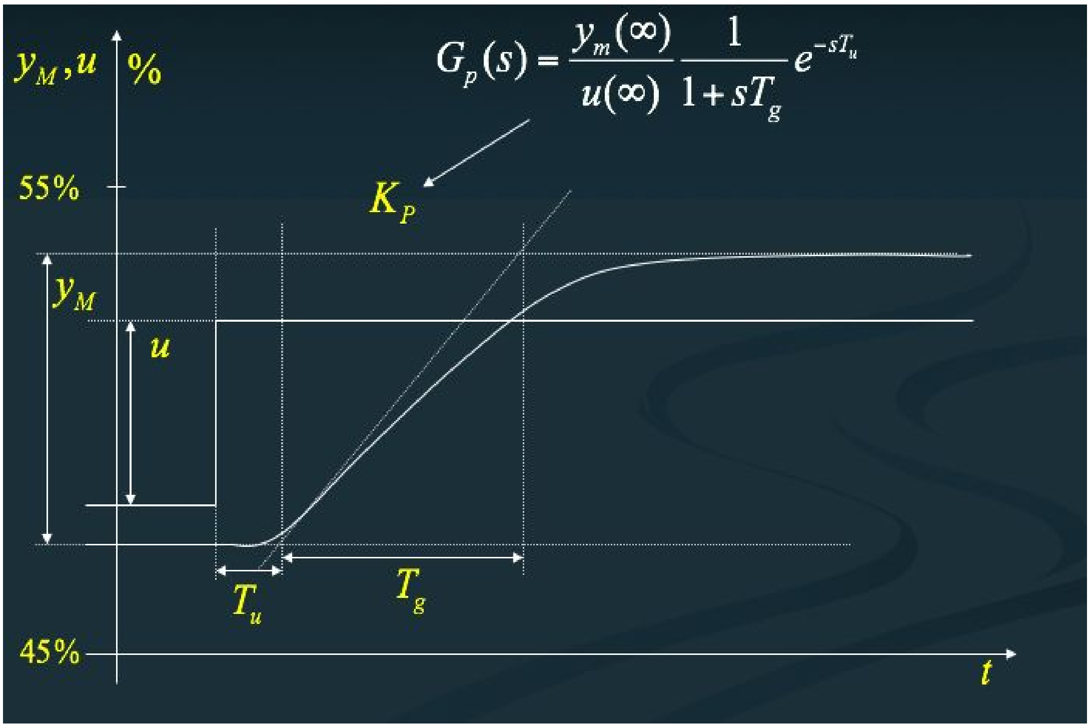
https://mega.nz/#!oQQyXTTJ!PUl2VPTVMq4ffenRLdgnL8tONYnnB-zd7_rb7py1tL0



4. A típusszám fogalma. A HPT1 tag átmeneti függv.nye és hol olvashatók le a paraméterei?

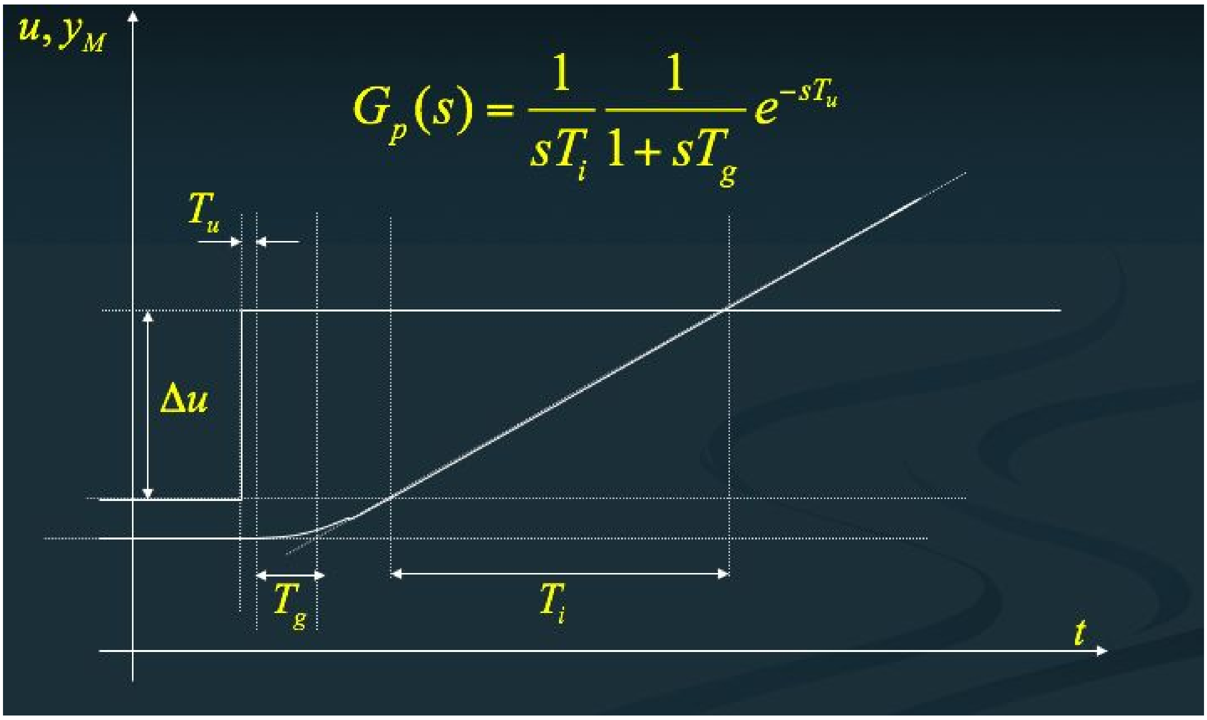
Típusszám: Integráló hatások száma a hurokban (0 értékű pólusok)

Az egyhurkos körben csak 1,2,3 lehet (akkor stabil)



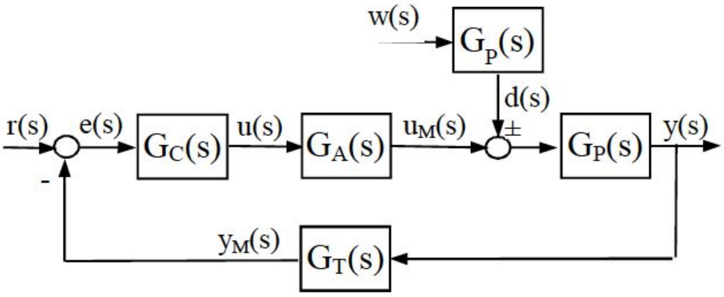
5. Az IT1 tag átmeneti függv.nye és hol olvashatók le a paraméterei?

A függvénybe nem kell a exp-rész, az holtidő lenne

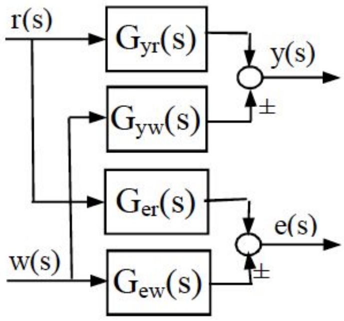


6-9.: A zárt szabályozási kör összes átviteli függvénye. Tipusszám.

A típusszám a hurokban levő integráló hatások száma, ami csak három értéket vehet fel. A hurokátviteli függvény Bode alakjából vagy gyöktényezős alakjából lehet leolvasni.



a.



b.

Alapjel átviteli függvény:

$$G_{yr}(s) = \frac{y(s)}{r(s)} = \frac{G_C(s)G_A(s)G_P(s)}{1+G_C(s)G_A(s)G_P(s)G_T(s)} \qquad w=0$$

Hibajel átviteli függvény:

$$G_{er}(s) = \frac{e(s)}{r(s)} = \frac{1}{1+G_C(s)G_A(s)G_P(s)G_T(s)} \qquad w=0$$

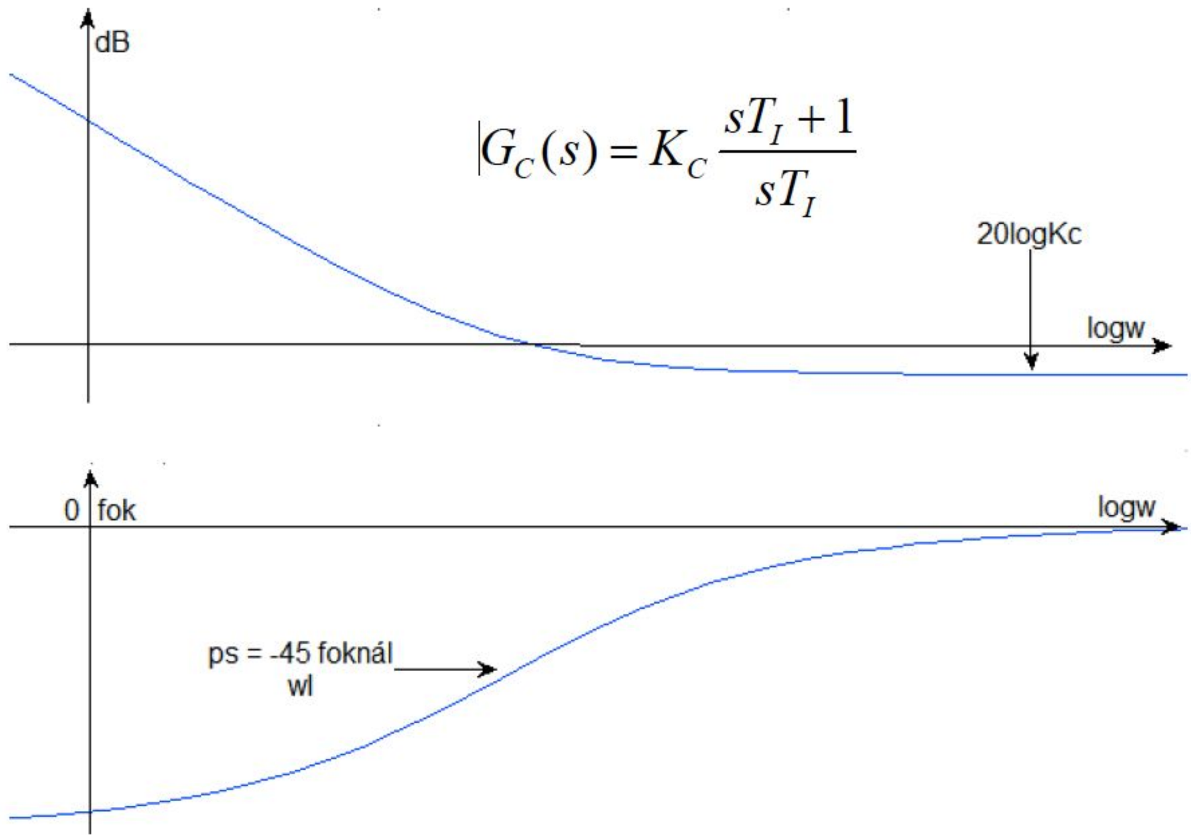
Zavar átviteli függvény:

$$G_{yw}(s) = \frac{y(s)}{w(s)} = \frac{G_{W1}(s)G_P(s)}{1+G_C(s)G_A(s)G_P(s)G_T(s)} \qquad r=0$$

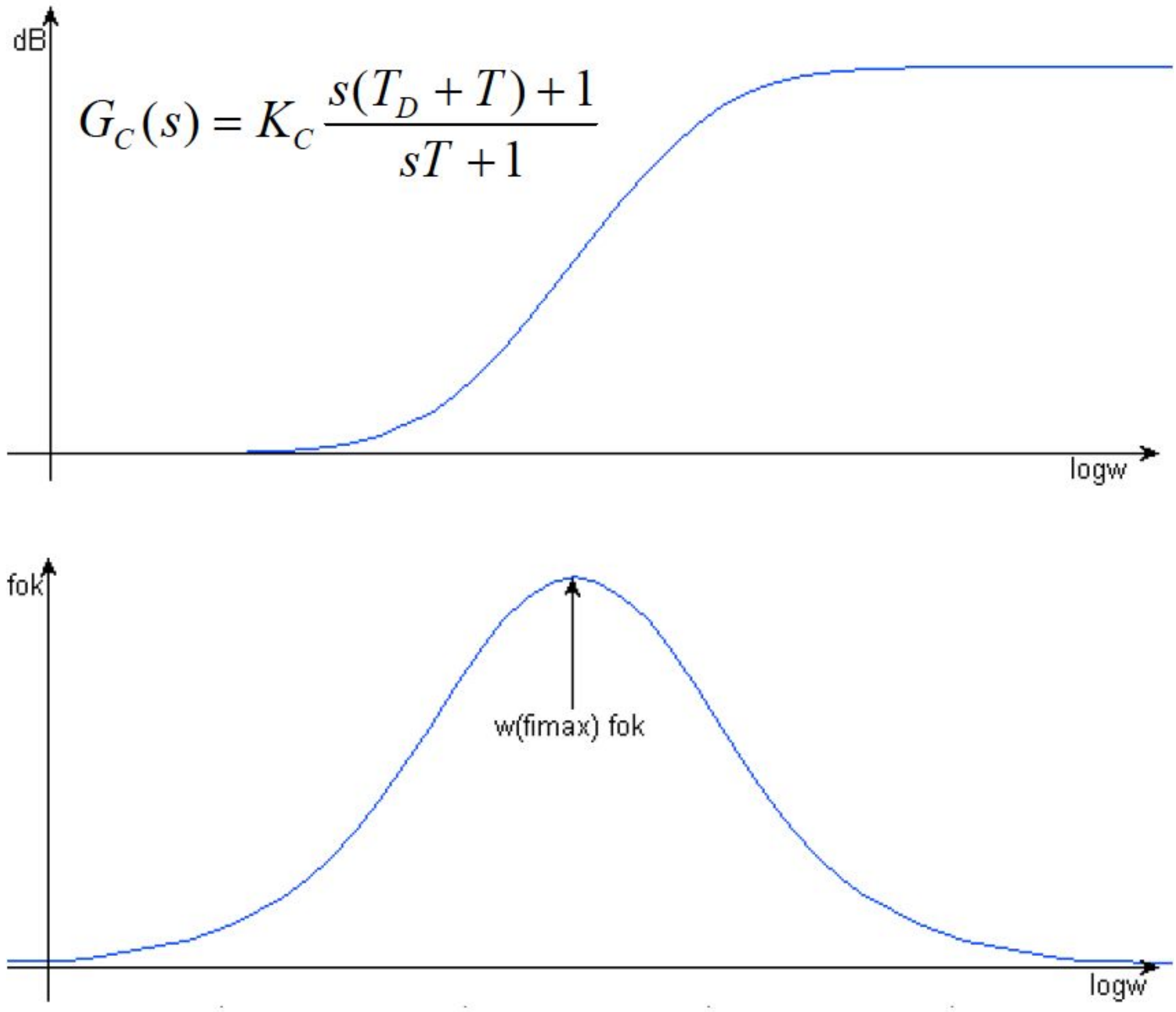
Zavar, hibajel átviteli függvény:

$$G_{ew}(s) = \frac{e(s)}{w(s)} = \frac{-G_{W1}(s)G_P(s)G_T(s)}{1+G_C(s)G_A(s)G_P(s)G_T(s)} \qquad r=0$$

10. Adja meg az PI kompenzáló tag átviteli függv.ny.t, Bode diagramját, valamint a leendő vágási körfrekvencia leolvasási pontját!



11. Adja meg az PDT1 kompenzáló tag átviteli függv.ny.t, Bode diagramját, valamint a leendő vágási körfrekvencia leolvasási pontját!



12. Adja meg az PIDT1 kompenzáló tag lehetséges átviteli függv.nyeit! Az egyes csatornák szerepe? A lehetséges átviteli függv.nyek k.zül melyik milyen szakasz esetén előnyös?

Arányos	P	$G_P(s) = K_C$
Integráló	I	$G_I(s) = \dfrac{1}{sT_I}$
Arányos Integráló	PI	$G_{PI}(s) = K_C\left\{1 + \dfrac{1}{sT_I}\right\} = K_C \dfrac{1+sT_I}{sT_I}$
Arányos Differenciáló	PDT	$G_{PDT}(s) = K_C\left\{1 + \dfrac{s\tau_D}{1+sT}\right\} = K_C \dfrac{sT_D+1}{1+sT}$
Arányos Integráló Differenciáló	PIDT	$G_{PIDT}(s) = K_C\left\{1 + \dfrac{1}{sT_I} + \dfrac{s\tau_D}{1+sT}\right\} = K_C \dfrac{1+s\tau_1}{sT_I}\dfrac{1+s\tau_2}{1+sT}$

A három jelátvivő tag jelleget (arányos, integráló, differenciáló) tartalmazza.

Az arányos hatás felerősíti a rendelkező (hiba) jelet, azaz a szabályozási eltérést.

Az integráló hatás addig változtatja a végrehajtó jelet, amíg a rendelkező (hiba) jel nem nulla.

A differenciáló egytárolós hatás előjel helyesen felerősíti a rendelkező (hiba) jel változását, és így gyorsítja a végrehajtó jelet.

P kompenzálás esetén csak az arányos csatorna van bekapcsolva. A P kompenzálás az integráló jellegű eredő szakaszok kompenzálásához ajánlott.

I kompenzálás esetén csak az integráló csatorna van bekapcsolva. Az I kompenzálás a nagyon nagy holtidővel rendelkező eredő szakaszok kompenzálásának egyetlen lehetséges módja a klasszikus PIDT struktúrával.

D kompenzálás nem létezik. Állandósult állapotban a D hatás felszakítja a szabályozási kört, ami ellentmond a szabályozás céljának.

PI kompenzálás esetén az arányos és az integráló csatorna van bekapcsolva. A PI kompenzálás az önbeálló jellegű eredő szakaszok kompenzálásához javasolt.

PDT kompenzálás esetén az arányos és a differenciáló csatorna van bekapcsolva. PDT kompenzálás integráló jellegű eredő szakaszok kompenzálásához ajánlott. A szabályozási körben I és DT1 hatást együtt nem szokás alkalmazni, mert PT1 tag jellege van, ráadásul az megszabja a jelformáló tag erősítését.

PIDT kompenzálás esetén mindhárom csatorna be van kapcsolva. Ez a legérzékenyebb az eredő szakasz paramétereinek változására, ezért csak akkor javasolják, ha sokkal jobb minőségi jellemzőket szolgáltat, mint a PI vagy PDT.

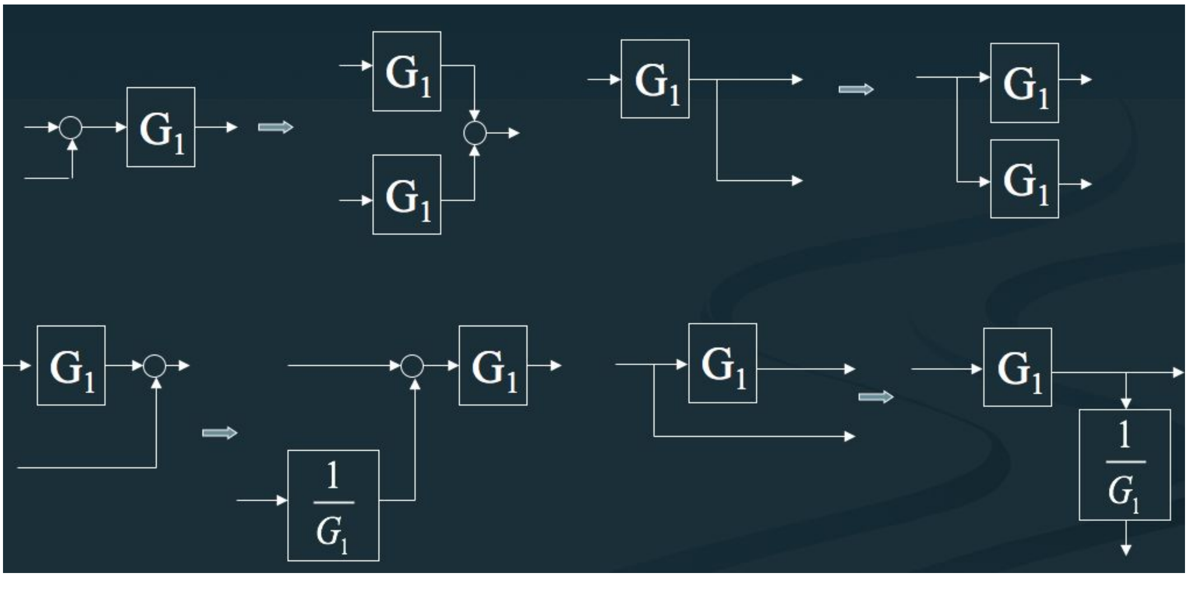
13. Ismertesse a vezérlés és a szabályozás közötti választás szempontját. Adja meg a jelátvivő tag fogalmát! A dimenzió n.lküliv. tétel eljárása. A blokkdiagram átalakítás szabályai.

Az irányítási struktúra kiválasztása a szakasz matematikai modelljétől függ. Ha a modellre ható jellemzők értékeinek ismeretében a modell kielégítő pontossággal megadja a valóságos berendezés irányítandó jellemzőjének értékét, akkor alkalmazható a nyílt hurkú (visszacsatolás nélküli) irányítás, vagyis a **vezérlés**. Fontos feltétel, hogy az irányítandó rendszerre ható nem mérhető, és/vagy nem determinisztikus fizikai jellemzők hatása elhanyagolható legyen.
A vezérlés előnye, hogy **strukturálisan stabil és pontos**, vagyis nem lép fel irányíthatatlan jelváltozás a szakasz kimenetén, és átmenetileg sincs az előírttól eltérő értéke a kimenetnek.
Ha a kielégítő pontosságú modell műszerezési igénye gazdaságtalanná teszi az automatizálást, vagy vannak véletlenszerű változások, akkor alkalmaznak zárt hurkú (visszacsatolt) irányítást, vagyis **szabályozást**.
A szabályozás elve, hogy az irányítandó jellemzőt **folyamatosan mérve és öszszehasonlítva** az előírt értékkel az eltérés mértéke és iránya úgy módosítja a folyamatokat, és ezáltal az irányított jellemző állapotát, hogy az eltérés mértéke csökkenjen.
A **jelátviteli tag** két jel vagy jellemző közötti függvénykapcsolat. A függvénykapcsolatot egy téglalap alakú szimbólumba írják.
Bármelyik jel, csak az időtől függő, {0 – 1} számtartománybeli számmá konvertálható a következő kifejezéssel:

$$x(t) = \frac{x(t)[\dim] - x_{\min}[\dim]}{x_{\max}[\dim] - x_{\min}[\dim]}$$

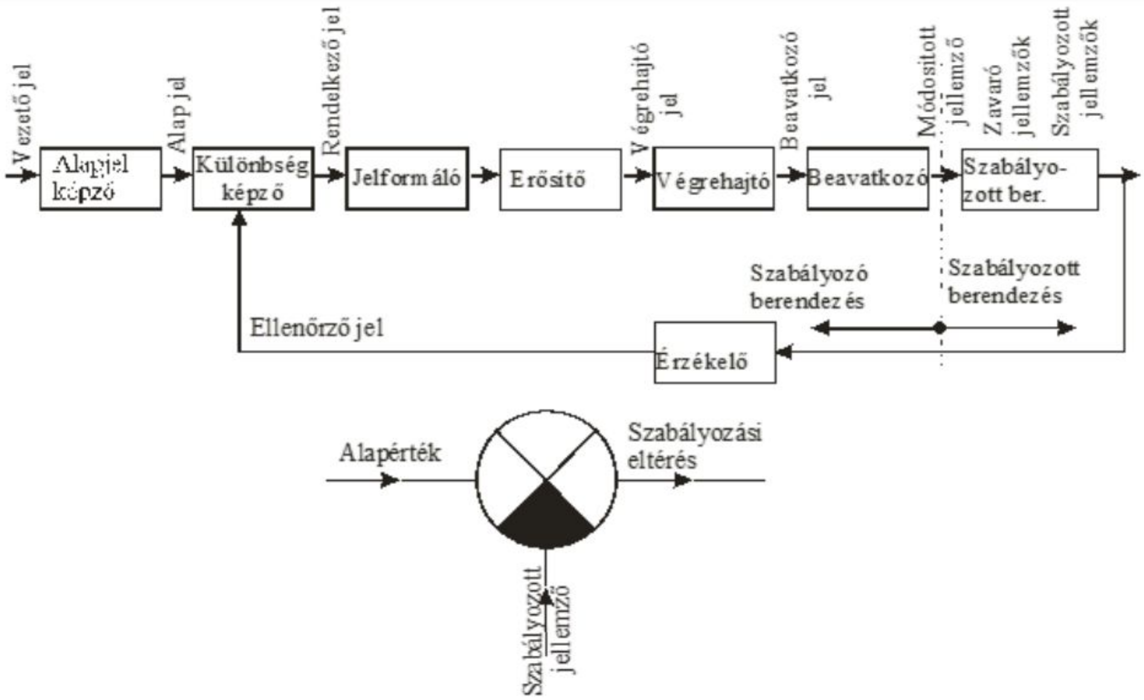
A {0 – 1} számtartománybeli szám használata nem komfortos, ezért szokás az M (10, 100, esetleg egyéb) értékével beszorozni

$$\mathrm{x(t)} = \frac{\mathrm{x(t)}[\dim] - \mathrm{x}_{\min}[\dim]}{\mathrm{x}_{\max}[\dim] - \mathrm{x}_{\min}[\dim]} \cdot \mathrm{M}$$

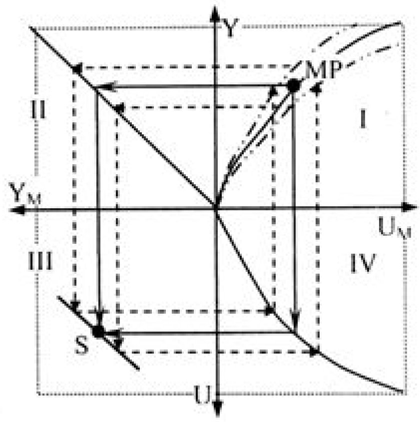


14. A szabályozási körnek milyen szabványos megnevezésű elemei és jelei vannak? Mi a póluskiejtéssel történő kompenzálás elve?

Póluskiejtéses kompenzálás:
a folyamat kedvezőtlen pólusait a szabályozó zérusaival „kiejtjük”, és a kedvezőtlen pólusokat kedvezőbbekkel helyettesítjük. Például a PI hatással kiejtjük a folyamat legnagyobb időállandóját és behozunk helyette egy integráló hatást.
Zárt hatásláncú irányítás, amelyen a szabályozási művelet jelei haladnak a szabályozási eltérést megállapító különbségképző (összehasonlító) szervtől a kompenzáló és a végrehajtó- és beavatkozó szerven keresztül a szabályozottszakaszba, majd onnan vissza az érzékelő szerv révén az összehasonlító szervhez.
A szabályozási kör tagokat és tagcsoportokat tartalmazhat, amelyek úgy vannak adott folyamat lebonyolítása végett összekötve, hogy a hatáslánc valamelyik pontjáról elindított vagy valamely pontján a hatásláncban belépő jel végéi fut a zárt láncon (hurkon) és visszatér a kiindulási pontra



15. A szabályozási kör egyensúlyi helyzetének értelmezése és a munkapont beállítása. Mi a munkaponti linearizáció, és hogyan dönthető el, hogy mekkora tartományra alkalmazható?



3.3. A statikus karakterisztikák illesztése

Statikus jel illesztésekor fontos, hogy a jelek, jellemzők végértékei illeszkedjenek egymáshoz
1. szakasz – Y=F(Um) folyt.vonal az általános zavar melletti
2. távadó – Ym=F(U) sokszor lineáris
4. végrehajtó – Um=F(U) lineáris
3. szabályzó – sokszor önbeálló, lehet inverz vagy direkt
Munkaponti linearizáció: Az állandósult állapotokat összerendelő statikus karakterisztikán az M munkapont környezetében kijelölhető egy olyan a teljes bemeneti jel értelmezési tartományánál szűkebb tartomány, ahol a statikus karakterisztika görbéje egyenessel közelíthető.
Mivel a szuperpozíció elve csak itt teljesül, a szokványos módszerekkel csak itt lehet egyértelműen biztosítani a szabályozási stabilitását, ezért ebbe a tartományba felnyitott hurokkal, vezérléssel kell eljutatni a rendszert.

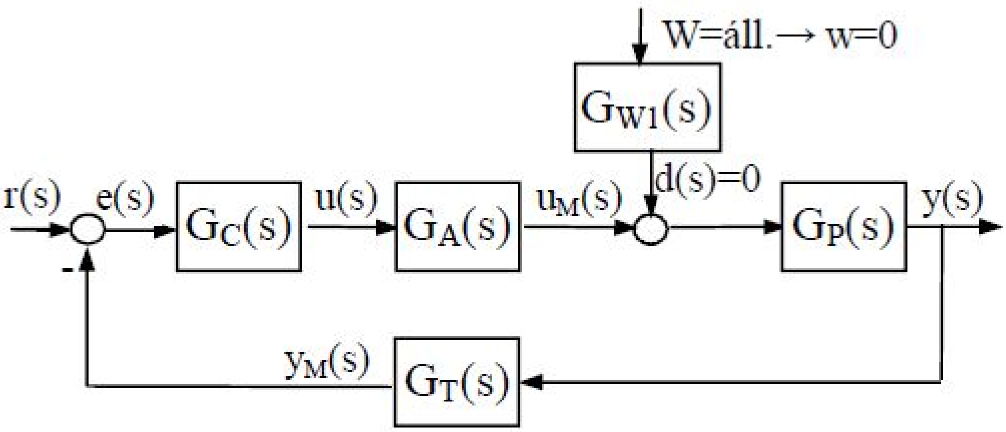
16. Mi a szabályozási kör értékkövetése? Mitől függ értékkövetés esetén a maradó szabályozási eltérés? Melyik átviteli függv.nyből határozná meg a konkrét értékét?

Értékkövetés: A tranziens lezajlása után a rendszer képes-e követni az alapjel álltal előírt értéket és ha igen akkor mekkora hibával.
Felnyitott hurokátvitelből lehet meghatározni.
Zárt szabályozási kör értékkövetés képességének vizsgálatához a következő határértéket kell vizsgálni.

$$e(s) = G_{er}(s) \cdot r(s)$$

$$\lim_{t\to\infty} e(t) = \lim_{s\to 0} s \cdot e(s) = \lim_{s\to 0} s \cdot G_{er}(s) \cdot r(s) = \lim_{s\to 0} s \cdot r(s) \cdot \frac{1}{1+G_0(s)}$$

Függ:Alapjel alakjától, Szab kör típusszámától (minél nagyobb, annál jobban követhető, de annál kevésbé stabil), hurokerősítéstől.



3.7. Értékkövetés

17. A mintavételi idő megválasztása szürke doboz modell esetén. A mintavételi idő megválasztása fekete doboz modell esetén az átmeneti függv.nyből, valamint a körfrekvencia függv.nyből.

Szürke doboz modell alapján:
Ha ismert az eredő szakasz átviteli függvénye, akkor ismertek a pólusai is. A pólusok abszolút értékének reciprok értéke az eredő szakasz Tk időállandói. Ha a TS mintavételi idő megválasztásakor eleget teszünk az alábbi ajánlásnak, akkor a mintavételezésből származó hiba legfeljebb néhány ezrelék.

$$\frac{\sum_{k=1}^{K} T_k}{50} \geq T_S \geq \frac{\sum_{k=1}^{K} T_k}{150} \text{ ; } K: a\ pólusok\ száma$$

Ha az eredő szakasz közel PT1 jellegű vagy rendelkezik egy domináns időállandóval, akkor nagyobb számmal {100 − 150} célszerű osztani, hiszen az amplitúdó viszonylag magas körfrekvenciákon sem csökken meredeken.
Ha az eredő szakasz három vagy több időállandóval rendelkezik és nincs köztük domináns, akkor kisebb számmal {50 − 100} célszerű osztani, hiszen az amplitúdó meredeken csökken a nagyobb körfrekvenciákon.
Ha integráló jellegű az eredő szakasz, akkor az eredő szakasz Bode alakjának időállandóit (köztük a TI integrálási időt) kell összegezni.

18. Mi a szabályozási kör értéktartása? Mitől függ értéktartás esetén a maradó szabályozási eltérés? Melyik átviteli függv.nyből határozná meg a konkrét értékét?

A tranziensek után a rendszer képes-e megszüntetni vagy csökkenteni a zavaró jellemzők okozta eltérést.

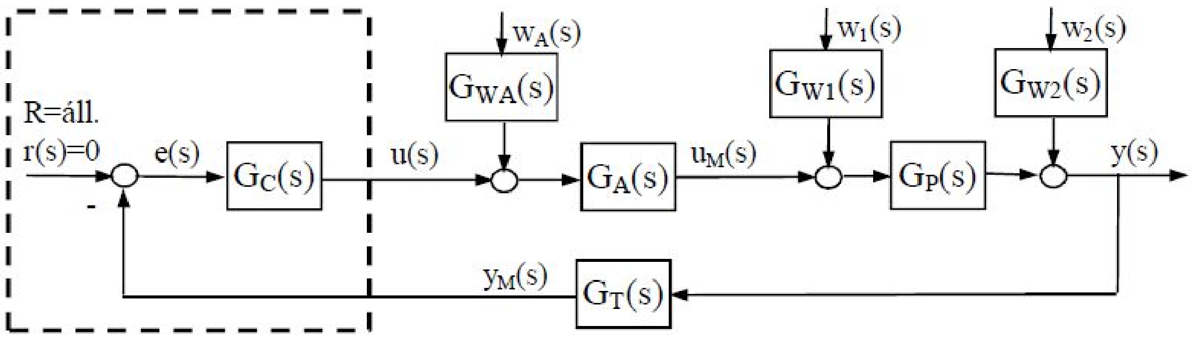
$$e(s) = G_{ew}(s) \cdot w(s)$$

$$\lim_{t\to\infty} e(t) = \lim_{s\to 0} s \cdot e(s) = \lim_{s\to 0} s \cdot G_{ew}(s) \cdot w(s) = \lim_{s\to 0} s \cdot w(s) \cdot \frac{G(s)}{1+G_0(s)}$$

Zavaró jel mint gerjesztő jel.

$$w(s) = \frac{c}{s^k}$$

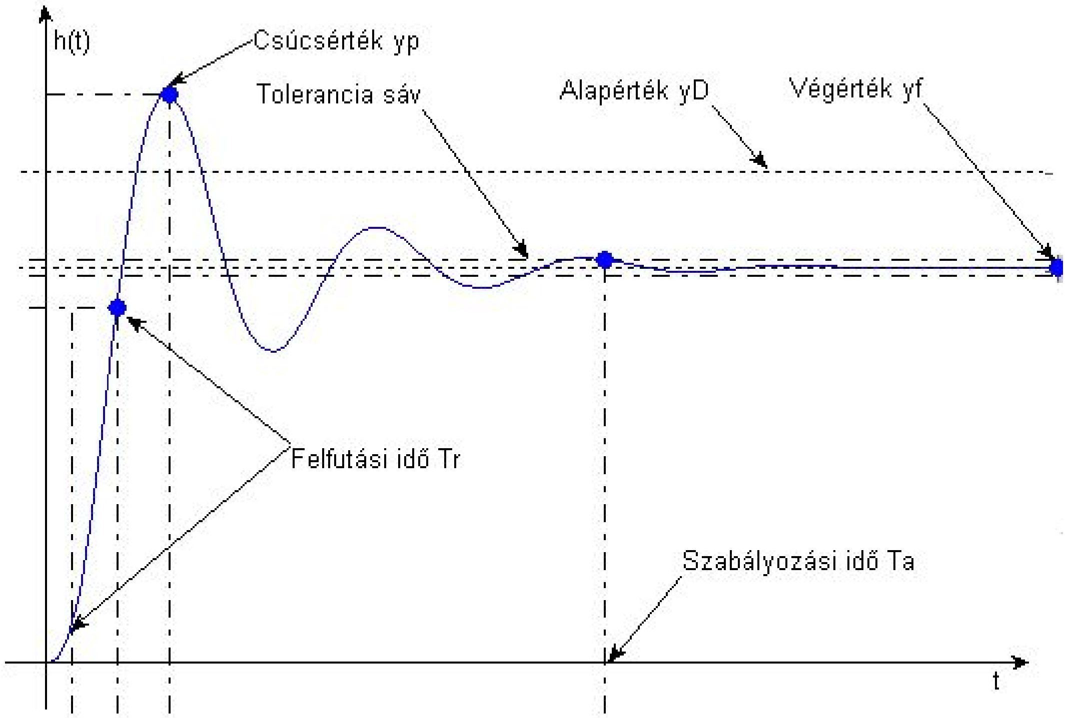
Az egyhurkos, zárt szabályozási kör értéktartási képessége a szabályozási kör típusszámán (i), az időtartománybeli vizsgáló jel erősítésén és típusán (c, k), valamint a hurokerősítés (K) értékén túl, függ az előre vezető ág erősítésétől (Kw) és az előre vezető ágban található integráló hatások számától (j), vagyis a zavaró jellemző támadáspontjától is.



3.8. Értéktartáskor a lehetséges zavaró jellemző támadáspontok

19. Minőségi jellemzők az időtartományban.

A szabályozási kör – működési elvéből adódóan – átmeneti (tranziens) időre eltér az előírt értéktől. A gyakorlati alkalmazásokban, a berendezés vagy technológia kielégítő működése érdekében a tranziens lejátszódásának (elhalásának) időtartama és az előírt értéktől való maximális és/vagy állandósult eltérés egyaránt fontos paraméter.



A h(∞) végérték (final value) a zárt szabályozási kör új állandósult állapota yf). Az YD alapérték (yD), ahová a szabályozott jellemzőnek be kellett volna állnia. Az alapérték és a végérték különbsége az yh=yD- $\hbar(\infty)$ szabályozási hiba, avagy a maradó szabályozási eltérés (remaining error, steady-state error). Az h(∞) végérték, az YD alapérték, és az yh maradó szabályozási eltérés közül csak a yh szabályozási hiba a minőségi jellemző.

A mérnöki gyakorlatban az ±5% a megengedett maximális tolerancia sáv (tolerance band), ami a végérték 95%-a és 105%-a közötti sáv (ábrán ±2%). A tolerancia sáv szélességét a technológiai igény határozza meg.

A Ta szabályozási idő (settling time) a szabályozott jellemző értékének tartósan a tolerancia sávon belülre kerüléshez szükséges idő (Ta). A Ta szabályozási idő értéke függ a választott tolerancia sáv értéktől is. A szabályozási idő minőségi jellemző.(Megjegyzés: Bármely önbeálló jelátviteli taghoz rendelhetünk tolerancia sávot.Ha nem zárt szabályozási kört vizsgálunk, akkor a tolerancia sávon belülre kerüléshezszükséges időt beállási időnek nevezik.)

A tolerancia sávot szokás a dinamikai pontosságával definiálni.

$$\Delta_{\%} = \frac{h(T_a) - h(\infty)}{h(\infty)} 100\%$$

A $\hbar$(Tp) csúcsérték az átmeneti függvény maximális értéke, ahol Tp a csúcsérték elérésének időpontja.

Az Mp túllendülés (overshoot) a szabályozási kör minőségi jellemzője. A túllendülés, avagy túllövés az alábbi kifejezéssel számítható.

$$M_p\% = \frac{h(T_p) - h(\infty)}{h(\infty)} 100\%$$

(Megjegyzés: A h(Tp) < h(∞) esetén a túllendülés értéke nulla, akkor is, ha a zárt szabályozási kör átmeneti függvényének van lokális maximuma. Számos szakkönyv δ%-al jelöli a túllendülést.)

A Tr felfutási idő (rising time) az átmeneti függvény kezdeti nagy meredekségű szakaszán a h(∞) végérték 10%-kától, a végérték 90%-káig jutáshoz szükséges időtartam. A felfutási idő minőségi jellemző.

(Megjegyzés: Lehet eltérő alsó és felső határt definiálni, de akkor ezt külön jelezni kell. A felfutási időt emelkedési időnek is nevezik.)

A v lengés szám (oscillation's number). A Ta szabályozási időn belüli lengési periódusok száma, vagyis a végértéken való első áthaladástól a fölé-lendülések száma. A lengés szám minőségi jellemző.

A d csillapítási tényező (damping). A d csillapítási tényező a második és az első túllendülés arányát adja meg. A csillapítási tényező minőségi jellemző. Az aperiodikus beállású szabályozási kör átmeneti függvénye nem tartalmazz túllendülést. Így a lengő hajlamhoz tartozó minőségi jellemzők nem értelmezhetők (csillapítási tényező) vagy nullaértékűek (túllendülés, lengésszám). A többi minőségi jellemző (maradó szabályozási eltérés, a szabályozási idő, a felfutási idő) azonosak a lengő hajlamú válaszfüggvénynél.

20. A fázistartalék és az erősítéstartalék fogalma. Hogyan választ kompenzáló tagot az eredő szakasz körfrekvencia függv.ny.nek (Bode diagramjának) ismeretében?

Fázistartalék:

A Nyquist diagram és az egység sugarú kör metszéspontjához húzzunk egyenest az origotól. Az egyenes negatív valós tengellyel bezárt szöge a fázistartalék.

- jele: ϕ_t
- $\phi_t = 180 + \phi_{\omega_c} = arg(L(j\omega_c)) + 180$
    - $\phi_t > 0$ -> a rszr stabil

A vágási frekvenciát (amikor az erősítés 1) be tudjuk helyettesíteni az átviteli függvénybe, hozzáadunk 180°-ot, és meg is van a fázistartalék, abból pedig, hogy stabil-e a rendszer (sőt, ez nagyjából azt is megmondja, hogy *mennyire* stabil a rendszer, sőt, a túllövést is csökkenti a nagy fázistartalék).

Erősítési tartalék:

- Értékével megszorozva a körerősítést, a kritikus körerősítést kapjuk meg (Nyquist diagram metszeni fogja a (-1, 0)-t)
- Jele: g
- $g_m = \dfrac{1}{|L(j\omega_{180})|}$
    - gm < 1 -> a rszr labilis
    - gm = 1 -> a rszr a stabilistás határán van
    - gm > 1 -> a rszr stabil
- A struktúrálisan stabilis rendszerek bármekkora hurokerősítés mellett stabilak maradnak.

21. A stabilitás vizsgálat zárt szabályozási kör frekvencia átviteli függv.ny.nek gyökei, illetve a felnyitott hurokátviteli függv.ny Bode diagramja alapján.

Bode stabilitási kritérium: A zárt szabályozási kör stabil, ha a felnyitott hurok átviteli függvény ωp fázis-kereszteződési körfrekvenciáján az amplitúdó átvitel a(wp) < 1, és az ωc vágási körfrekvencián (amplitúdó-kereszteződési körfrekvencián) a körfrekvenciához tartozó fázistolás φ(ωc) nem éri el a -180º-ot. Ha több fázis-kereszteződési körfrekvencia van, akkor elegendő, ha a legnagyobb értékűnél teljesül a feltétel. Ha több vágási körfrekvencia van, akkor mindegyiknél teljesülnie kell a feltételnek

22. Milyen szakaszmodell közelítéseket ismer az arányos és integráló szakaszok azonosítására? Hogyan használhatók a közelítő modell paraméterei kompenzáláskor?

A szabályozó felől nézve az eredő szakasz (távadó, szakasz, végrehajtó együttese) identifikálásától függ.

- Pólus áthelyezés módszere: Szürke vagy kellően pontos fekete modell. Ismert az eredő szakasz (GAPT(s)) átviteli függvénye és így a pólusai.
- Az eredő szakasz átmeneti függvénye alapján: Fekete modell. Empirikus tapasztalatból származó ajánlások alapján választ kompenzálási struktúrát és paramétereket.
- Az eredő szakasz méréssel meghatározott (GAPT(jω)) körfrekvencia átviteli függvénye alapján: Fekete modell. Bode diagramon illesztik egymáshoz a kompenzáló tag (GC(jω)) és az eredő szakasz (GAPT(jω)) körfrekvencia függvényeit.

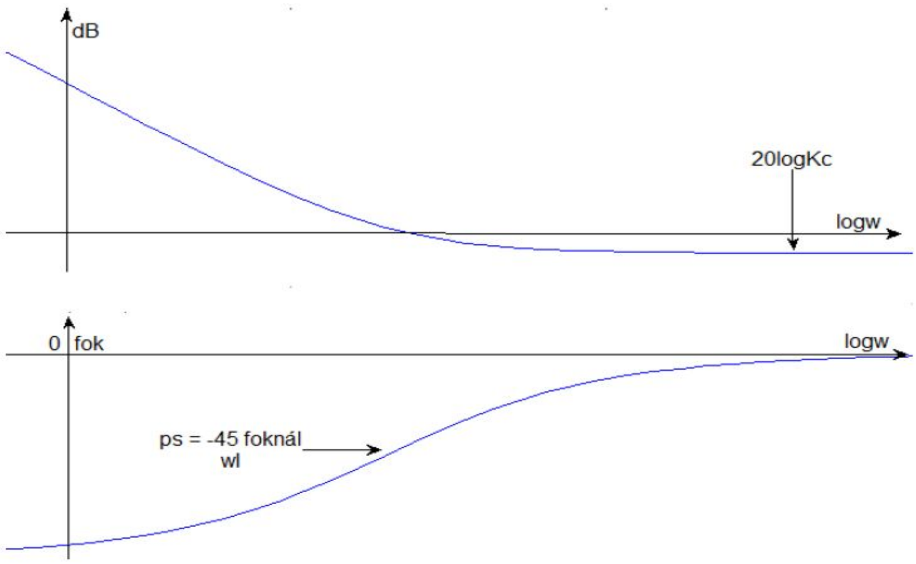
Pólus áthelyezés módszere: Szürke vagy kellően pontos fekete modell. Ismert az eredő szakasz (GAPT(s)) átviteli függvénye és így a pólusai.
Az eredő szakasz átmeneti függvénye alapján: Fekete modell. Empirikus tapasztalatból származó ajánlások alapján választ kompenzálási struktúrát és paramétereket. Az eredő szakasz méréssel meghatározott (GAPT(jω)) körfrekvencia átviteli függvénye alapján: Fekete modell. Bode diagramon illesztik egymáshoz a kompenzáló tag (GC(jω)) és az eredő szakasz (GAPT(jω)) körfrekvencia függvényeit.

Pólusáthelyezés:
Az eredő szakasz lehet egy áramkör, amelynek átviteli függvénye számítható a Kirchoff törvényekből. Valós pólusok és zérusok esetén az időállandók a pólusok és zérusok abszolút értékének reciprok értéke. A legkisebb valós értékű pólusok a legnagyobb időállandók. Ezeket lecserélve gyorsítjuk a szabályozási kört.

23. A PI kompenzálás menete a körfrekvencia tartományban.

PI kompenzálás esetén az arányos és az integráló csatorna van bekapcsolva. A PI kompenzálás az önbeálló jellegű eredő szakaszok kompenzálásához javasolt. Az w körfrekvencia a -45° fázistoláshoz tartozik.

A PI kompenzáló tag Bode diagramja



Az w többszörös (2, 5, 10) értékeihez tartozó amplitúdó átvitel „a” és fázistolás „psPID” értékeki.

4.2. Táblázat. PI kompenzáló tag fázistolása többszörös ω_I értékeknél

	$2\omega_I$	$5\omega_I$	$10\omega_I$
ps_{PI}	-26.5 [°]	-11.3 [°]	-5.7 [°]
a	1.12	1.09	1.005

24. A PDT kompenzálás menete a körfrekvencia tartományban.

PDT kompenzálás esetén az arányos és a differenciáló csatorna van bekapcsolva. PDT kompenzálás integráló jellegű eredő szakaszok kompenzálásához ajánlott. A szabályozási körben I és DT1 hatást együtt nem szokás alkalmazni, mert PT1 tag jellege van, ráadásul az □□ □□ □ megszabja a jelformáló tag erősítését.

A **PDT kompenzáló tag** Bode és gyöktényezős alakjai az alábbiak:

$$G_C(s) = K_C \frac{s(T_D + T) + 1}{sT + 1}; \quad G_C(s) = K_{zp} \frac{s + z_1}{s + p_1}$$

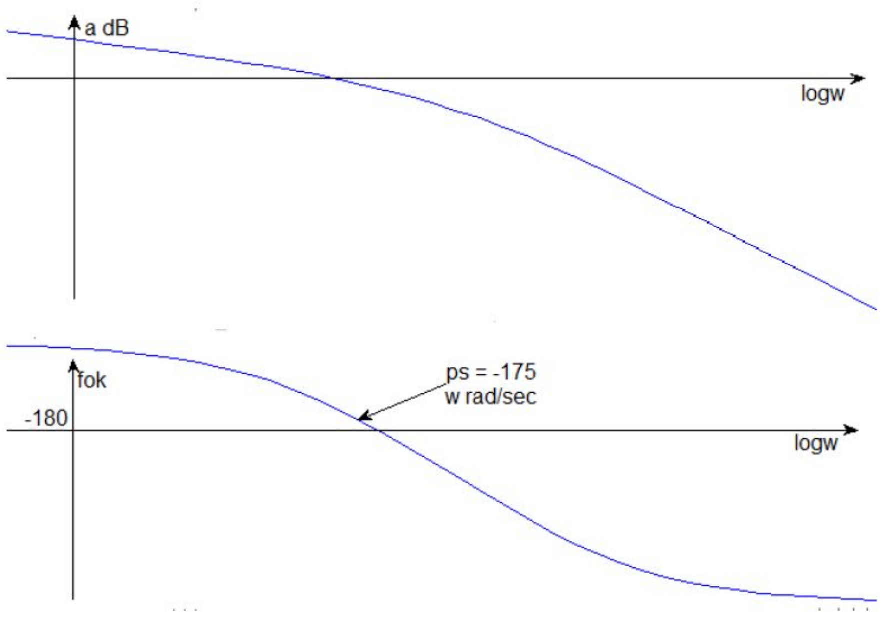
A gyöktényezős alak dimenzió nélküli paraméterei:

$$K_{zp} = K_C(A_D + 1); \quad z_1 = \frac{1}{T_D + T} = \omega_{DT}; \quad p_1 = \frac{1}{T} = \omega_T$$

Az eredő szakasz Bode diagramjának és a kompenzáló tag jellegének meghatározása után - a harmadik lépésben - a Ge(s) eredő szakasz Bode diagramján megkeresendő fázistolás értékét kell meghatározni.

$$ps° = pm° - \varphi_{max}° - 180°$$

Ha a fázistartalék pm° és fimax° konkrét érték, akkor a 4.21. kifejezéssel kiszámolt „ps" fázistolás értéknél az w(fimax) [rad/sec] leolvasható az eredő szakasz Bode diagramjáról (A 4.12. ábrán pm° = 60° és fimax° = 54.9°).



4.12. ábra. Az eredő szakasz Bode diagramja

Az w(fimax) = w [rad/sec] összerendeléssel az wDT és az wT kiszámítható, ha ismerjük AD értékét.

$$\omega_T = \sqrt{A_D + 1} \cdot \omega(\varphi_{max}); \quad \omega_{DT} = \frac{\omega(\varphi_{\max})}{\sqrt{A_D + 1}}$$

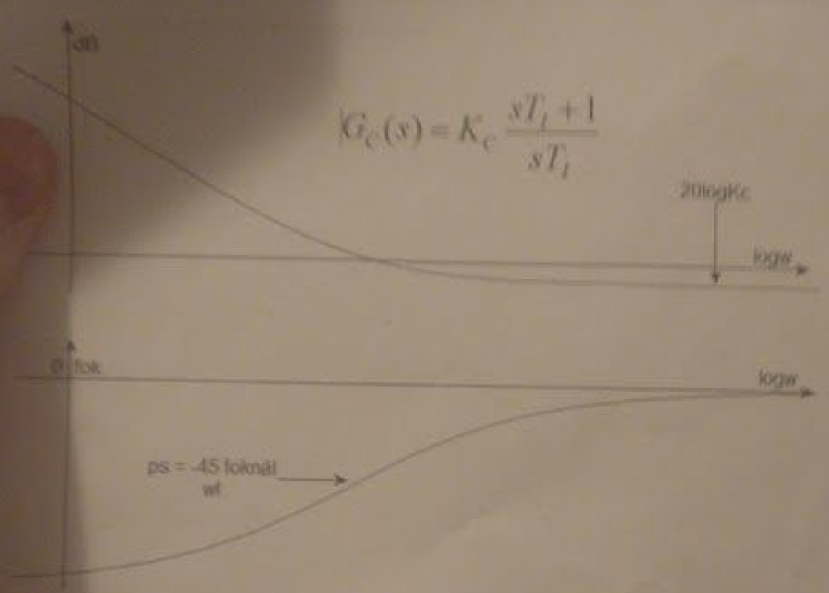
Ebből az időállandók:

$$T = \frac{1}{\omega_T}\ ;\ T_D + T = \frac{1}{\omega_{DT}}\ ;\ T_D = \frac{1}{\omega_{DT}} - \frac{1}{\omega_T}$$

Az időállandók ismeretében a gc (jw), majd a g0(jw) meghatározása.

$$g_0(j\omega) = g_C(j\omega)G_E(j\omega)$$

10. Adja meg az PI kompenzáló tag átviteli függv.ny-t, Bode diagramját, valamint a leendő vágási körfrekvencia leolvasási pontját!



$$\omega_1 = \frac{1}{T_1} \qquad \omega_C = 2\omega_1;\ \omega_C = 5\omega_1;\ \omega_C = 10\omega_1$$

$$p_S = \varphi_m - 180^\circ - p_S?!$$

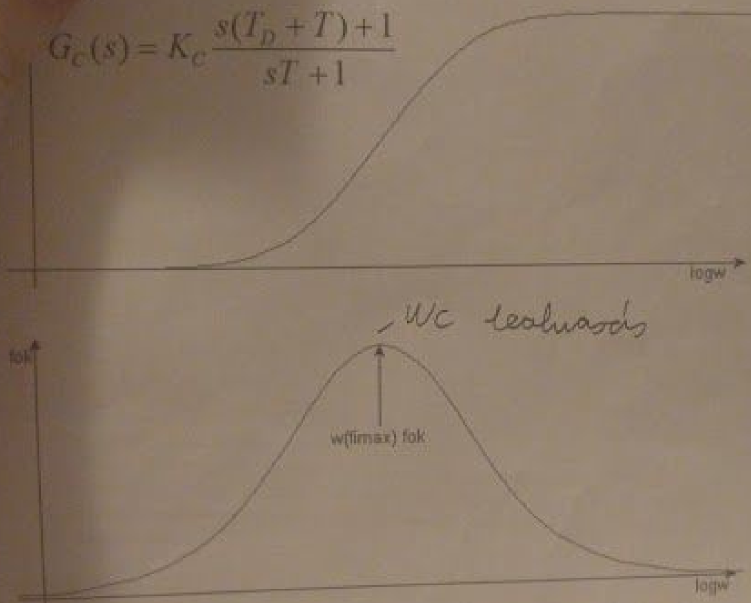
keresett fázistartalék

előírt fázistart.

illesztett fázistart. táblázatból

... az PDT1 kompenzáló tag átviteli függv.ny.t, Bode diagramját, valamint a leendő ...vencia leolvasási pontját!

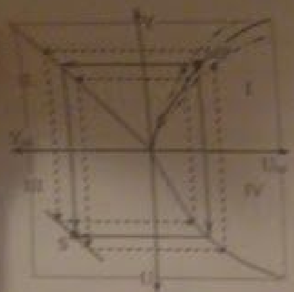
$$G_C(s) = K_C \frac{s(T_D + T) + 1}{sT + 1}$$



PS = Pm − φmax − 180°

φ függ A_D-től táblázatból

15. A szabályozási kör egyensúlyi helyzetének értelmezése és a munkapont beállítása. Mi a munkaponti linearizáció, és hogyan dönthető el, hogy mekkora tartományra alkalmazható?



3.3. A statikus karakterisztikák illesztése

Statikus jel illesztésekor fontos, hogy a jelek, jellemzők végértékei illeszkedjenek egymáshoz

1. szakasz – Y=F(Um) folyt.vonal az általános zavar melletti

2. távadó – Ym=F(U) sokszor lineáris

4. végrehajtó – Um=F(U) lineáris

3. szabályzó – sokszor önbeálló, lehet inverz vagy direkt

Munkaponti linearizáció: Az állandósult állapotokat összerendelő statikus karakterisztikán az M munkapont környezetében kijelölhető egy olyan a teljes bemeneti jel értelmezési tartományánál szűkebb tartomány, ahol a statikus karakterisztika görbéje egyenessel közelíthető.

Mivel a szuperpozíció elve csak itt teljesül, a szokványos módszerekkel csak itt lehet egyértelműen biztosítani a szabályozási stabilitását, ezért ebbe a tartományba felnyitott hurokkal, vezérléssel kell eljutatni a rendszert.

Egyensúlyi helyzet: amikor az irányított jellemző és a rá ható bemenetek értékei nem változnak. Az irányítás célja hogy a lehető legjobb dinamikával az előírt állandósult állapotokat kövesse az irányított jellemző.

…ályozási kör értékkövetése? Mitől függ értékkövetés esetén a maradó szabályozási … ik átviteli függv.nyből határozná meg a konkrét értékét?

…vetés: A tranziens lezajlása után a rendszer képes-e követni az alapjel álltal előirt értéket … a igen akkor mekkora hibával.
~~…elayitott hurokátvitelből lehet~~ meghatározni. alapjel átviteli

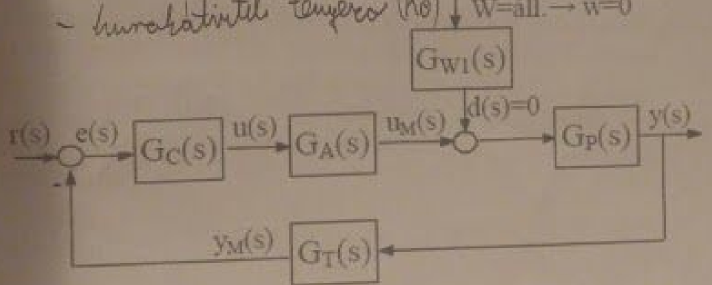
Zárt szabályozási kör értékkövetés képességének vizsgálatához a következő határértéket kell vizsgálni.

$$e(s) = G_{er}(s) \cdot r(s)$$

$$\lim_{t\to\infty} e(t) = \lim_{s\to 0} s \cdot e(s) = \lim_{s\to 0} s \cdot G_{er}(s) \cdot r(s) = \lim_{s\to 0} s \cdot r(s) \cdot \frac{1}{1+G_0(s)}$$

Függ: ~~Alapjel alakjától~~, Szab kör típusszámától (minél nagyobb, annál jobban követhető, de annál kevésbé stabil), ~~hurokerősítéstől~~.

- vizsgálójel típusától (t |
- hurokátviteli tényező (K_0)



3.7. Értékkövetés

maradó szab.-i eltérés : vizsgálójel erősítése
K hurokátviteli tényező

i a szabályozási kör értéktartása? Mitől függ értéktartás esetén a maradó szabályozási
és? Melyik átviteli függv.nyből határozná meg a konkrét értékét?

nziensek után a rendszer képes-e megszüntetni vagy csökkenteni a zavaró jellemzők okozta
rést.

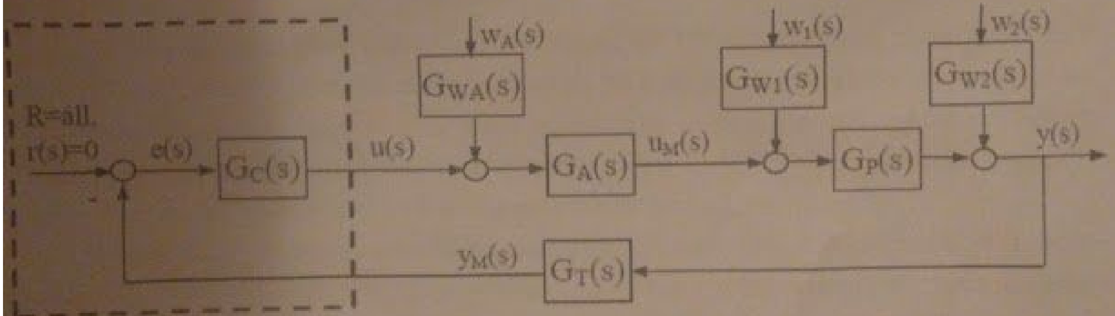
$$(s) = G_{ew}(s) \cdot w(s)$$

$$\lim_{t\to\infty} e(t) = \lim_{s\to 0} s \cdot e(s) = \lim_{s\to 0} s \cdot G_{ew}(s) \cdot w(s) = \lim_{s\to 0} s \cdot w(s) \cdot \frac{G(s)}{1+G_0(s)}$$

varó jel mint gerjesztő jel. alapjel átviteli

$$(s) = \frac{c}{s^k}$$

egyhurkos, zárt szabályozási kör értéktartási képessége a szabályozási kör típusszámán (i), az
őtartománybeli vizsgáló jel erősítésén és típusán (c, k), valamint a hurokerősítés (K) értékén
ül, függ az előre vezető ág erősítésétől (Kw) és az előre vezető ágban található integráló
atások számától (j), vagyis a zavaró jellemző támadáspontjától is.



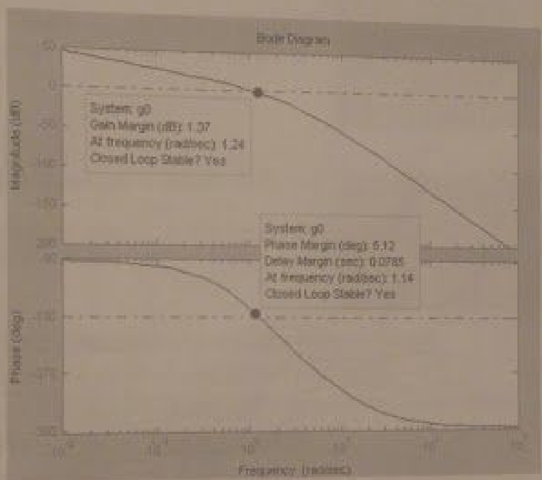
3.8. Értéktartáskor a lehetséges zavaró jellemző támadáspontok határt definiálni, de akkor ezt külön jelezni kell. A felfutási időt emelkedési időnek is nevezik.)

A v lengés szám (oscillation's number). A Ta szabályozási időn belüli lengési periódusok száma, vagyis a végértéken való első áthaladástól a fölé-lendülések száma. A lengés szám minőségi jellemző.

A d csillapítási tényező (damping). A d csillapítási tényező a második és az első túllendülés arányát adja meg. A csillapítási tényező minőségi jellemző. Az aperiodikus beállású szabályozási kör átmeneti függvénye nem tartalmazz túllendülést. Így a lengő hajlamhoz tartozó minőségi jellemzők nem értelmezhetők (csillapítási tényező) vagy nullaértékűek (túllendülés, lengésszám). A többi minőségi jellemző (maradó szabályozási eltérés, a szabályozási idő, a felfutási idő) azonosak a lengő hajlamú válaszfüggvénynél.

20. A fázistartalék és az erősítéstartalék fogalma. Hogyan választ kompenzáló tagot az eredő szakasz körfrekvencia függv.ny.nek (Bode diagramjának) ismeretében?

- **A vágási (gain crossover) körfrekvencia** az a körfrekvencia ahol az amplitúdó átvitel értéke 1.
- **A fázis-kereszteződési (phase crossover) körfrekvencia** az a körfrekvencia ahol fázistolás -180º.
- Van **fázistartalék** (pm) ha teljesül: (fázistolás a vágási körfrekvenciánál) + 180º érték pozitív.
- Van **erősítéstartalék** (gm) ha teljesül: a fázis-kereszteződési körfrekvenciához tartozó erősítés reciprok értéke nagyobb, mint 1.



Kpmaximális körerősítés

A fáziskereszteződési ω-k közül a legnagyobbnál a Kpmax értéke reciproka

A PM a ωc-khez tartozó φ(ωc) fázistolások közül abszolút értékben a legnagyobbnál a φmax(ωck) távolsága a -180°-os fázistolástól

$Pm = \varphi_{max}(\omega_{ck}) - (-180°)$

us áthelyezés módszere: Szürke vagy kellően pontos fekete modell. Ismert az eredő (GAPT(s)) átviteli függvénye és így a pólusai.

Az eredő szakasz átmeneti függvénye alapján: Fekete modell. Empirikus tapasztalatból származó ajánlások alapján választ kompenzálási struktúrát és paramétereket.

Az eredő szakasz méréssel meghatározott (GAPT(jω)) körfrekvencia átviteli függvénye alapján: Fekete modell. Bode diagramon illesztik egymáshoz a kompenzáló tag (GC(jω)) és az eredő szakasz (GAPT(jω)) körfrekvencia függvényeit.

Pólus áthelyezés módszere: Szürke vagy kellően pontos fekete modell. Ismert az eredő szakasz (GAPT(s)) átviteli függvénye és így a pólusai.
Az eredő szakasz átmeneti függvénye alapján: Fekete modell. Empirikus tapasztalatból származó ajánlások alapján választ kompenzálási struktúrát és paramétereket. Az eredő szakasz méréssel meghatározott (GAPT(jω)) körfrekvencia átviteli függvénye alapján: Fekete modell. Bode diagramon illesztik egymáshoz a kompenzáló tag (GC(jω)) és az eredő szakasz (GAPT(jω)) körfrekvencia függvényeit.

Pólusáthelyezés:
Az eredő szakasz lehet egy áramkör, amelynek átviteli függvénye számítható a Kirchoff törvényekből. Valós pólusok és zérusok esetén az időállandók a pólusok és zérusok abszolút értékének reciprok értéke. A legkisebb valós értékű pólusok a legnagyobb időállandók. Ezeket lecserélve gyorsítjuk a szabályozási kört. alacsony f-en közel 0° fázistolás

önbeálló $Y(s) = \frac{1}{1+sT_1} e^{-sT_H}$ $Y(s) = \frac{1}{(1+sT)^n}$

időállandóktól függően: P, PI vagy PID, vagy holtidő: I

integráló $Y(s) = \frac{1}{sT_I} \frac{1}{1+sT_1} e^{-sT_H}$ $Y(s) = \frac{1}{sT_I} e^{-sT_H}$

időállandóktól függően: P vagy PD

kellően alacsony frekvencián −90° fázistolás

- $G_E(s)$ eredő szakasz Bode ábrázolása
- választani φ_{PSP1}-t és $w = k\,\omega_1$ arányt
- $\varphi_t^\circ = \varphi_m^\circ - \varphi_{PSP1}^\circ = 180^\circ$ fázistoláshoz tartozó ω-t megkeresni
- ennek a k-ad része ω_1 és $T_1 = \frac{1}{\omega_1}$
- ábrázolni $G_0 = G_E \frac{sT_1+1}{sT_1}$ Bodét
- ezen megkeresni a φ_m-hez tartozó ω-nál az ams
ennek a reciproka a K_C
- $G_{P1}(s) = K_C\left(1+\frac{1}{sT_1}\right) = K_C\frac{sT_1+1}{sT_1}$
- önbeállásnál a leggyakrabban használt

22

$$C_c(s) = G_{PDT}(s) = K_C\left(1 + \frac{sT_D}{sT+1}\right) = K_C\,\frac{s(T_D+T)+1}{sT+1}$$

~~eredő szakasz Bodeja alapján~~

- A_D érték választása
- $PS = \varphi_m - \varphi_{max} - 180°$ → A_D-tól függ
  PS fázistoláshoz tartozó ω
- $\omega_1 = \omega(\varphi_{max})\sqrt{A_D+1}$ -ből ω_1 kiszámolása $T = \frac{1}{\omega_1}$
- $T_D = A_D \cdot T$
- ábrázolni $G_0 = \frac{s(T_D+T)+1}{sT+1}\,G_E$ Bodeját
- megkeresni a φ_m fázis~~tartalékhoz~~ tartalékhoz tartozó ω-n amplitúdóerősítést, ennek a reciproka K_C
- G_{yr} tgv. alapján lehet meghatározni a kompenzáló paramétereit