SZABTECH 2. GYAKORLAT ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEINEK KIDOLGOZÁSA

① $$W_0(s) = \frac{K}{s^i} \cdot \frac{\prod_i (1+s\tau_i) \cdot \prod_j (1+2\mu_j \tau_j s + \tau_j^2 s^2)}{\prod_k (1+sT_k) \cdot \prod_l (1+2\xi_l T_l \cdot s + T_l^2 \cdot s^2)} = \frac{K}{s^i} \cdot W_{01}(s) \quad , \text{ahol } W_{01}(0)=1$$

K: a felnyitott kör körerősítése

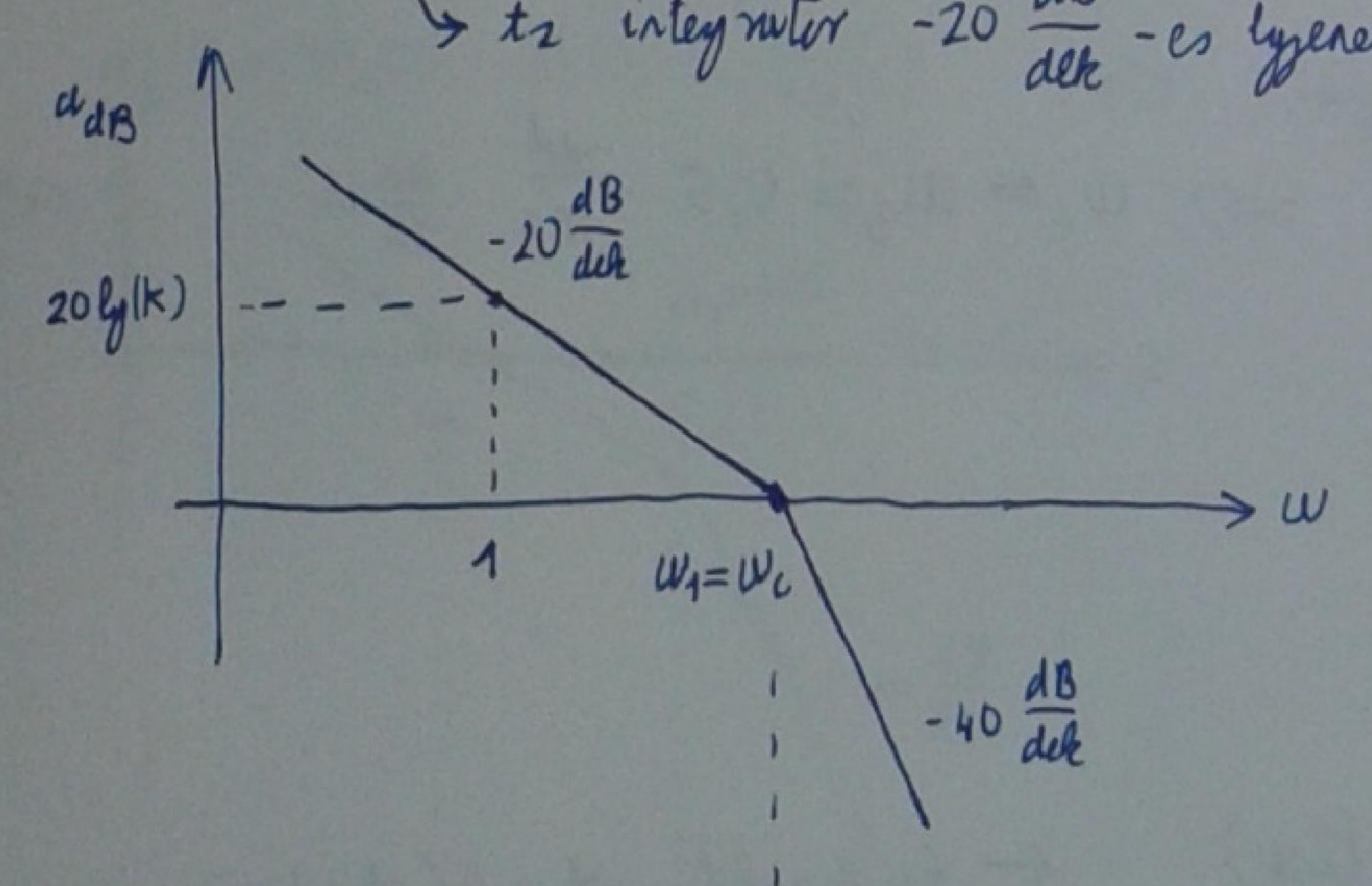
i: a felnyitott kör típusszáma (integrátorok száma)

② $$W_0(s) = \frac{25(s+0{,}1)}{s\cdot(s+1)\cdot(s+5)} = \frac{25\cdot 0{,}1}{s\cdot 5} \cdot \frac{(10s+1)}{(s+1)\cdot(0{,}2s+1)} = \frac{0{,}5}{s} \cdot \frac{(10s+1)}{(s+1)\cdot(0{,}2s+1)}$$

$K=0{,}5$ és $i=1$

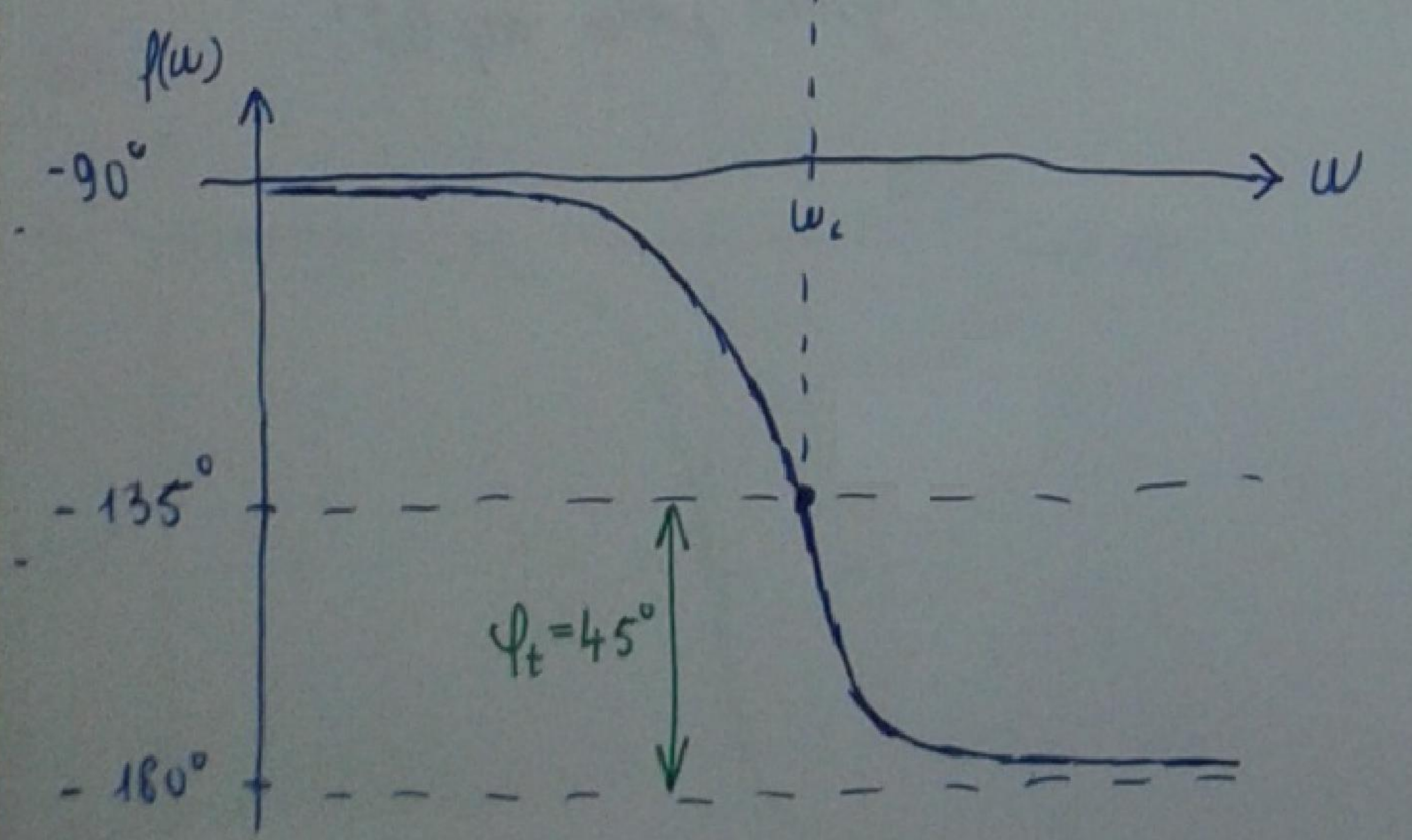
③ $$W_0(s) = \frac{10}{s\cdot(1+0{,}1s)} \Rightarrow T_1 = 0{,}1\,\text{sec} \Rightarrow \omega_1 = 10\,\frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$

az integrátor $-20\,\frac{dB}{dek}$-es egyenese $\sqrt[i]{K}$-nál metszi az x-tengelyt, azaz jelen esetben 10-nél!



$$\omega_c \approx \omega_1 = 10\,\frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$

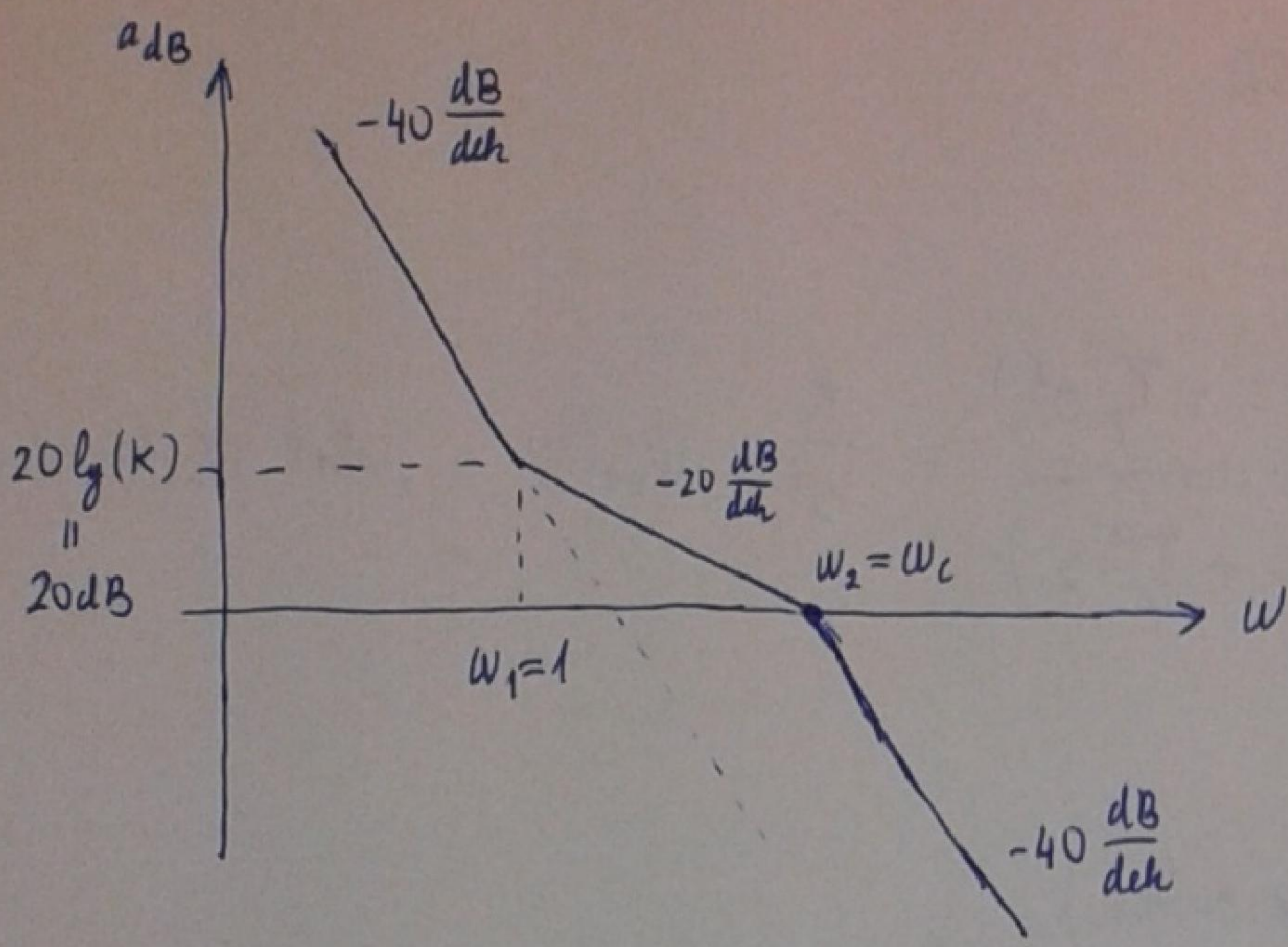
$$\varphi_t = \varphi(\omega_c) + 180^\circ = -135^\circ + 180^\circ = 45^\circ$$



Először mindig a görbét rajzoljuk le, és majd csak utólag húzzuk be a megfelelő helyre a tengelyeket!

④ $W_0(s) = \dfrac{10\cdot(1+s)}{s^2\cdot(1+0,1s)}$ => Töréspontok: $\omega_1 = \frac{1}{1} = 1$ ↑

$\omega_2 = \frac{1}{0,1} = 10$ ↓



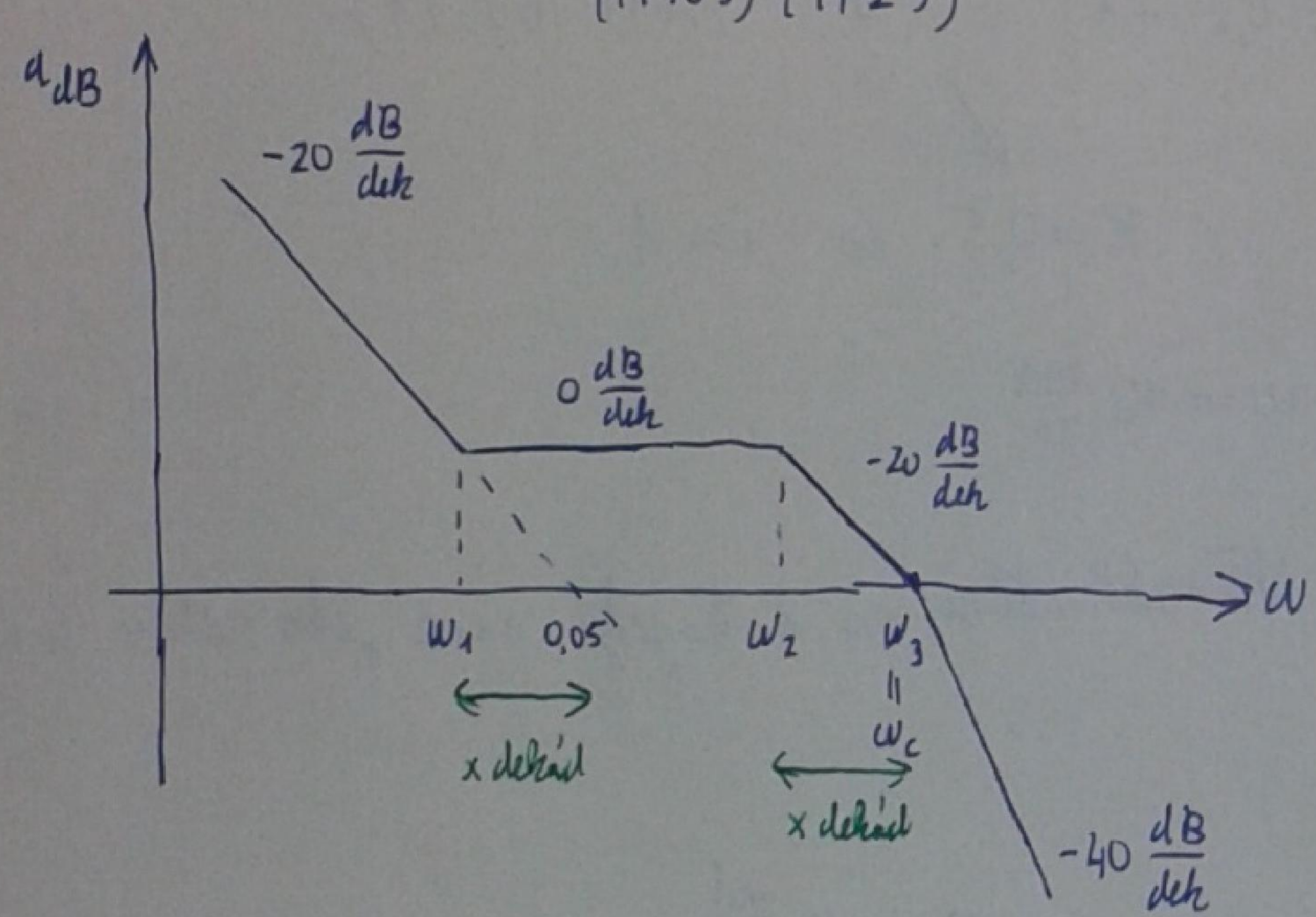
Az integrátor kezdeti $-40\frac{dB}{dek}$-es egyenese $\sqrt{10}$-nél metszi az x-tengelyt, valamint tudjuk, hogy 1-nél K értéket vesz fel (dB-be átszámolni!)

=> $\omega_c \approx \omega_2 = 10 \frac{rad}{sec}$

⑤ $W_0(s) = \dfrac{0,05}{s}\cdot\dfrac{(1+100s)}{(1+10s)\cdot(1+2s)}$ => Töréspontok: $\omega_1 = \frac{1}{100} = 0,01$ ↑

$\omega_2 = \frac{1}{10} = 0,1$ ↓

$\omega_3 = \frac{1}{2} = 0,5$ ↓



Az integrátor $-20\frac{dB}{dek}$-es egyenese 0,05-nél metszi az X-tengelyt!

=> $\omega_c \approx \omega_3 = 0,5 \frac{rad}{sec}$

⑥ $W_0(s) = \dfrac{0,05}{s}\cdot\dfrac{(1+100s)}{(1+10s)\cdot(1+2s)}$

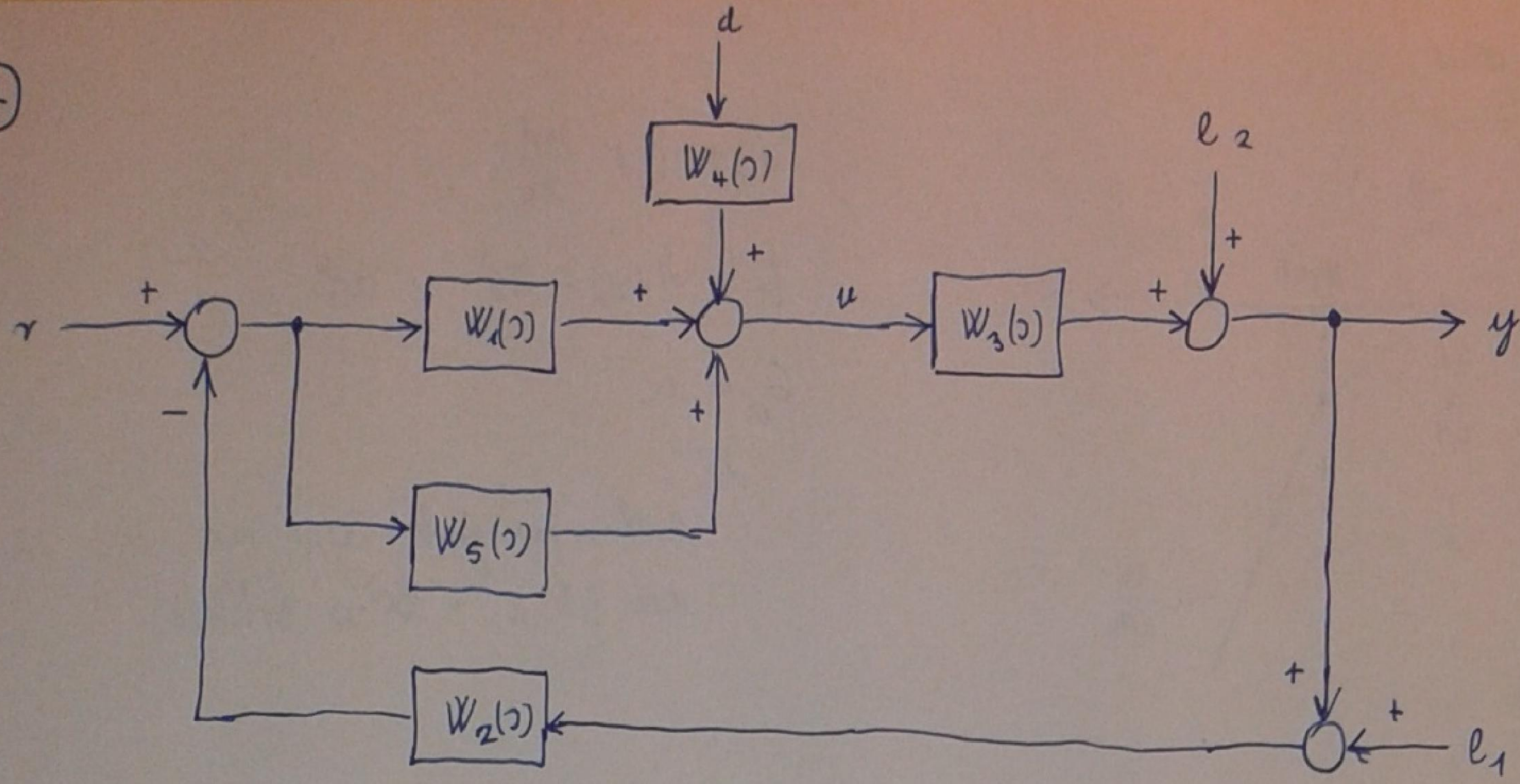
$\varphi(\omega) = -90^\circ + \mathrm{arctg}(100\omega) - \mathrm{arctg}(10\omega) - \mathrm{arctg}(2\omega)$ ← Ez egzakt pontos képlet!

↑

Számlálóban lévő tagok: + arctg( )

Nevezőben lévő tagok: - arctg( )

7



A nevező MINDEN esetben ugyanaz lesz: $W(s) = 1 + \left[W_1(s) + W_5(s)\right] \cdot W_3(s) \cdot W_2(s)$

$$W_{yr}(s) = \frac{\left[W_1(s) + W_5(s)\right] \cdot W_3(s)}{W(s)}$$

$$W_{ye_1}(s) = \frac{-W_2(s) \cdot \left[W_1(s) + W_5(s)\right] \cdot W_3(s)}{W(s)}$$

↑ Mínusz jelre figyelni! (Visszacsatolás)

$$W_{ur}(s) = \frac{W_1(s) + W_5(s)}{W(s)}$$

$$W_{ye_2}(s) = \frac{1}{W(s)}$$

$$W_{yd}(s) = \frac{W_4(s) \cdot W_3(s)}{W(s)}$$

$$W_{ue_1}(s) = \frac{-W_2(s) \cdot \left[W_1(s) + W_5(s)\right]}{W(s)}$$

$$W_{ud}(s) = \frac{W_4(s)}{W(s)}$$

$$W_{ue_2}(s) = W_{ue_1}(s)$$

8

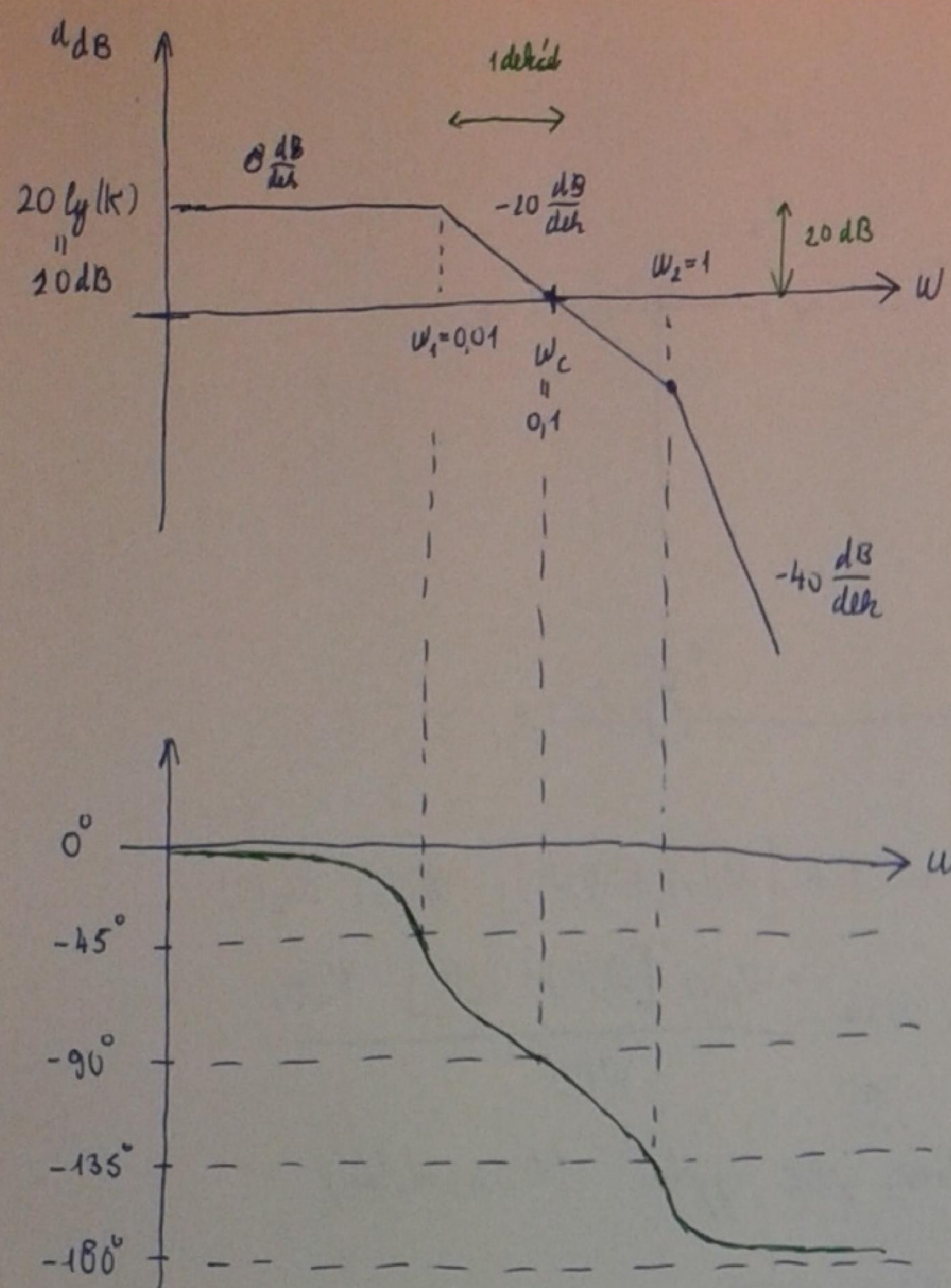
$$W_p(s) = \frac{10}{1} \cdot \frac{\cancel{(1+10s)}}{(1+100s)\cdot\cancel{(1+10s)}\cdot(1+s)} = 10 \cdot \frac{1}{(1+100s)\cdot(1+s)}$$ ← egyszerűsíteni kell!

$$W_o(s) = W_c(s) \cdot W_p(s) = W_p(s)$$

↑ Felnyitott kör átviteli függvénye

Töréspontok: $\omega_1 = \frac{1}{100} = 0{,}01$ ↓

$\omega_2 = \frac{1}{1} = 1$ ↓



$\omega_c \approx 0{,}1 \frac{rad}{sec}$

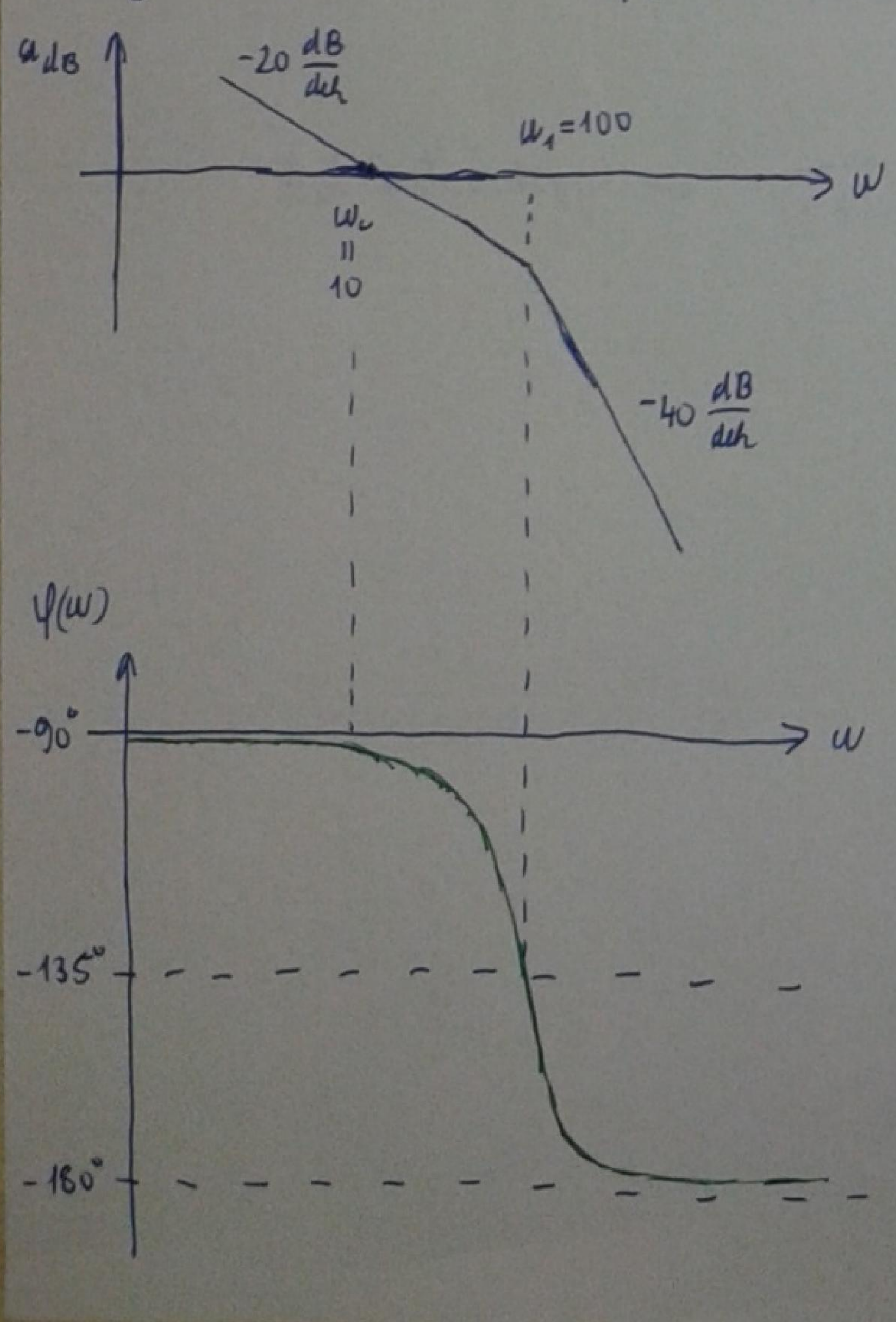
$\varphi_t = \varphi(\omega_c) + 180° \approx 90°$

$G_m = \infty$

mivel a fázisgörbe SOHA nem veszi fel a $-180°$-os értéket!

⑨ $W_p(s) = \frac{10}{s} \cdot \frac{1}{(1+0{,}01 s)}$

$W_0(s) = W_c(s) \cdot W_p(s) = W_p(s)$ $\Rightarrow$ Töréspontok: $\omega_1 = \frac{1}{0{,}01} = 100 \frac{rad}{sec} \downarrow$



Az integrátor kezdeti $-20 \frac{dB}{dek}$-os egyenese 10-nél metszi az x-tengelyt!

$\omega_c \approx 10 \frac{rad}{sec}$

$\varphi(\omega) = -90° - arctg(0{,}01\omega)$

$\varphi_t = 180° + \varphi(\omega_c) = 180° - 90° - \underbrace{arctg(0{,}01 \cdot 10)}_{\approx 5°} \approx 85°$

$G_m = \infty$ ← Soha nem éri el a 180°-ot a $\varphi(\omega)$!

φ_t mindig pozitív lesz, mivel $\varphi_t = 180° + \varphi(\omega_c)$, ahol $\varphi(\omega_c) > -180°$!

(10) $W_p(s) = \dfrac{10}{(1+s)\cdot(1+10s)}$

Pólusok (szakasz): $s_1 = -\dfrac{1}{T_1} = -1$

$s_2 = -\dfrac{1}{T_2} = -\dfrac{1}{10} = -0,1$

Szakasz karakterisztikus egyenlete: $(1+s)\cdot(1+10s) = 0$

$v_p(0) = \lim\limits_{s\to\infty}\left[\dfrac{1}{s}\cdot s\cdot W_p(s)\right] = 0$

$v_p(\infty) = \lim\limits_{s\to 0}\left[\dfrac{1}{s}\cdot s\cdot W_p(s)\right] = W_p(0) = 10$

↑ Ez mindig igaz

$W_0(s) = W_p(s)$ ← Tfh: $W_c(s) = 1$ (Erről nem nyilatkozott a feladat)

$W_{cl}(s) = \dfrac{W_0(s)}{1+W_0(s)} = \dfrac{10}{(1+s)\cdot(1+10s)+10}$

↑ Kapásból felírjuk $W_0(s)$ nevezőjével

$v_{cl}(\infty) = W_{cl}(0) = \dfrac{10}{1+10} = \dfrac{10}{11}$ és $v_{cl}(0) = W_{cl}(\infty) = 0$

(11) (1) Fázistartalék: Az a, esetben nagyobb a fázistartalék mivel ott $\omega_c \approx 0,1$, míg b, esetben $\omega_c \approx 0,3$ (+fél dekád), azonban a fázismenet nagyon hasonló a két esetben, így mivel a, esetben kisebb a vágási frekvencia így nagyobb a fázistartalék!

(2) Állandósult hiba minimalizálása: $e(\infty) = 1 - v_{cl}(\infty) = 1 - \dfrac{A}{1+A} = \dfrac{1}{1+A}$ ← Mindkét esetben azonos!

(3) t=0-ban a beavatkozójel minimalizálása:

a, $v_c(0) = W_{c_a}(\infty) = 1$

b, $v_c(0) = W_{c_b}(\infty) = \dfrac{\tau_1}{T_4} = 10$

Az a, esetben lényegesen kisebb a beavatkozó jel kezdeti értéke.

(12) + b, esetben létezik olyan K kiserősítés, amelynél a zárt körnek minden pólusa a bal félsíkon helyezkedik el $\Rightarrow$ Stabil rendszer!

Az a, esetben viszont nincs oly K kiserősítés, amelynél a zárt körnek minden pólusa a bal félsíkon helyezkedne el $\Rightarrow$ Strukturálisan labilis rendszer!

(13) a, $\varphi_t \approx 0^\circ$ (De mivel talán nagyobb nála)

$G_m \approx 0\,dB$ (De mivel talán nagyobb nála)

b, $\varphi_t \approx 20\text{-}25^\circ$

$G_m = \infty$ (mivel a fázisgörbe nem éri el a -180°-ot!)

(14) $W_{cl}(s) = \dfrac{W_0(s)}{1+W_0(s)}$ $\rightarrow$ $W_{cl_2}(s) = \dfrac{10}{(s+1)\cdot(s+10)+10}$

$\downarrow$

$W_{cl_1}(s) = \dfrac{10}{s\cdot(s+10)+10}$

$e_{\infty 2} = 1 - v_{cl_2}(0) = 1 - W_{cl_2}(0) = 1 - \dfrac{10}{10+10} = \dfrac{1}{2}$

$\downarrow$

$e_{\infty 1} = 1 - v_{cl_1}(\infty) = 1 - W_{cl_1}(0) = 1 - \dfrac{10}{10} = 0$

(Az integrátor miatt nulla az állandósult hiba!)

(15) $W_0(s) = 10K \cdot \dfrac{1}{(1+s)\cdot(1+10s)} = W_c(s)\cdot W_p(s)$

$W_{cl}(s) = \dfrac{W_0(s)}{1+W_0(s)} = \dfrac{10K}{(1+s)\cdot(1+10s)+10K}$

Karakterisztikus egyenlet: $(1+s)\cdot(1+10s)+10K=0$

$10s^2+11s+1+10K=0$

Zérusai nincsenek! Pólusai: $s_{12} = \dfrac{-11 \pm \sqrt{11^2 - 4\cdot 10\cdot(1+10K)}}{2\cdot 10} = \ldots$

(16) ← Néhány képletet felhasználtam az előző gyakorlati PDF-ről!

$$T_{1\%} = \frac{\ln\left(\frac{100}{1}\right)}{\sigma_e}$$, ahol $\sigma_e = \omega_0 \cdot \xi$ $\qquad s_{12} = -\omega_0 \cdot \xi \pm j \cdot \omega_0 \cdot \sqrt{1-\xi^2}$

$$\Delta v\% = \exp\left(-\frac{\pi \cdot \xi}{\sqrt{1-\xi^2}}\right)$$ ← Egységugrás alapjelváltozásra normált esetben!

↓

$$\ln(\Delta v) = -\frac{\pi \xi}{\sqrt{1-\xi^2}}$$

$$\ln\left(\frac{1}{\Delta v}\right) = \frac{\pi \xi}{\sqrt{1-\xi^2}}$$ $/()^2$ mindkét oldal pozitív, mivel $0<\Delta v<\infty$

$$\ln^2\left(\frac{1}{\Delta v}\right) = \frac{\pi^2 \xi^2}{1-\xi^2}$$

$$\ln^2\left(\frac{1}{\Delta v}\right) - \xi^2 \cdot \ln^2\left(\frac{1}{\Delta v}\right) = \pi^2 \xi^2$$

$$\ln^2\left(\frac{1}{\Delta v}\right) = \left[\pi^2 + \ln^2\left(\frac{1}{\Delta v}\right)\right] \cdot \xi^2 \Rightarrow \xi = \sqrt{\frac{\ln^2\left(\frac{1}{\Delta v}\right)}{\pi^2 + \ln^2\left(\frac{1}{\Delta v}\right)}}$$

↓

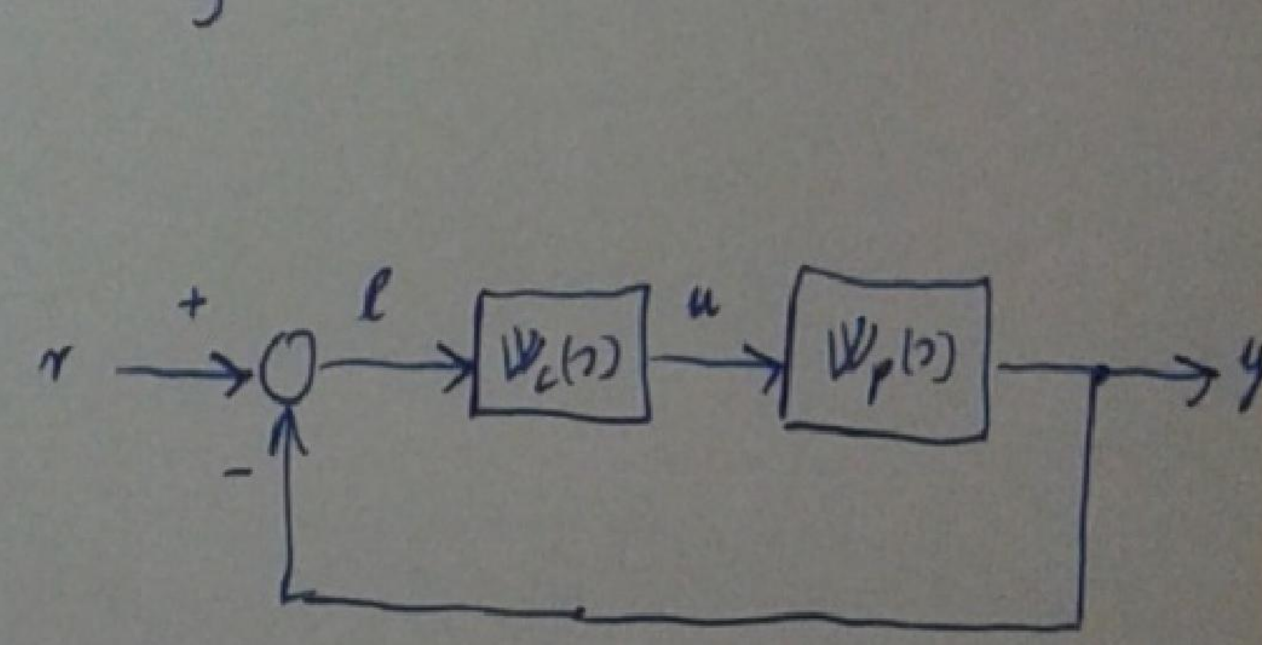
$$\omega_0 = \frac{\ln(100)}{\xi \cdot T_{1\%}}$$

Adott paraméterek esetén mindkettő meghatározható

(17) $$W_p(s) = \frac{1}{(s+1)\cdot(0,1s+1)}$$

$$W_c(s) = \frac{10}{1} \cdot \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{s+0}\right) = 10 \cdot \left(1 + \frac{1}{s}\right) = 10 \cdot \frac{s+1}{s}$$

$$W_0(s) = W_p(s) \cdot W_c(s) = \frac{10}{s} \cdot \frac{1}{(0,1s+1)}$$



$$W_{cl}(s) = \frac{W_0(s)}{1+W_0(s)} = \frac{10}{s\cdot(0,1s+1)+10} = \frac{10}{0,1s^2+s+10}$$

↙

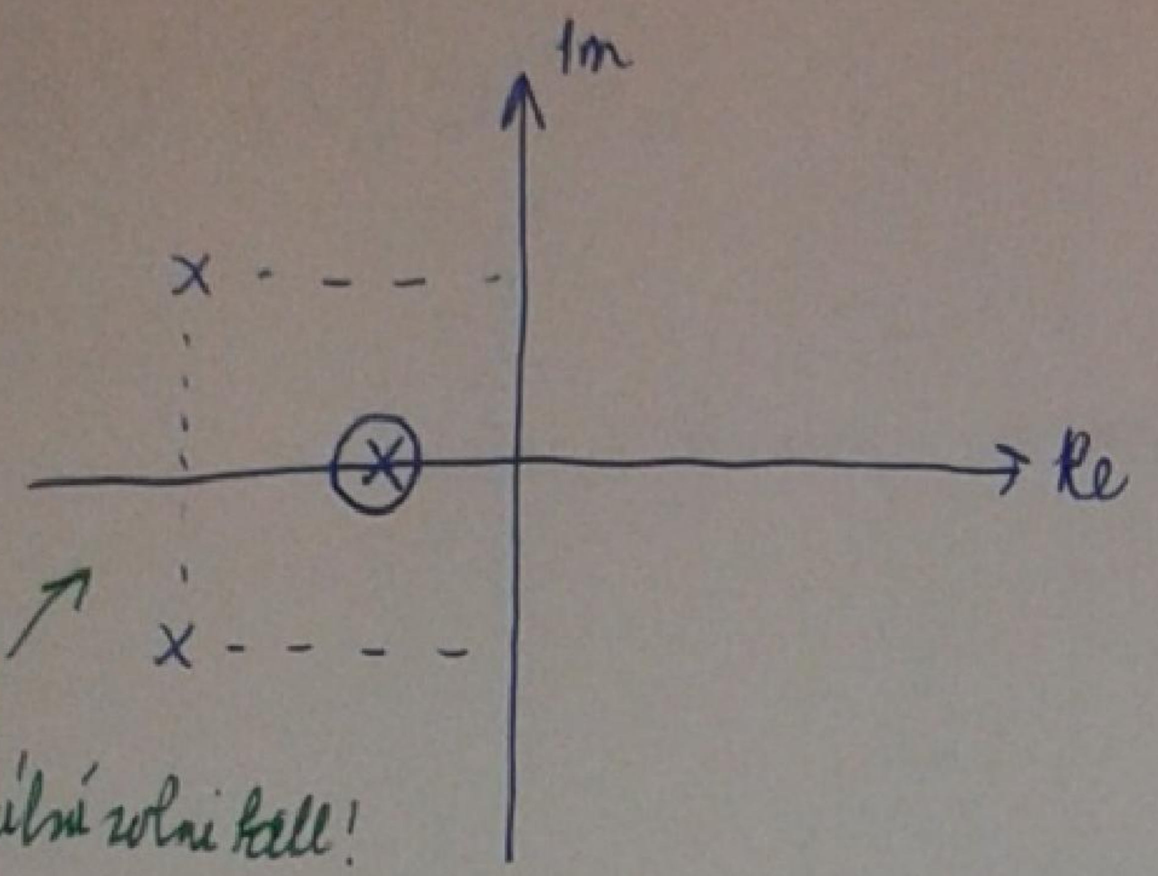
zérusai nincsenek

Pólusok: $$s_{12} = \frac{-1 \pm \sqrt{1^2 - 0,1 \cdot 4 \cdot 10}}{0,2} = \ldots$$

↑

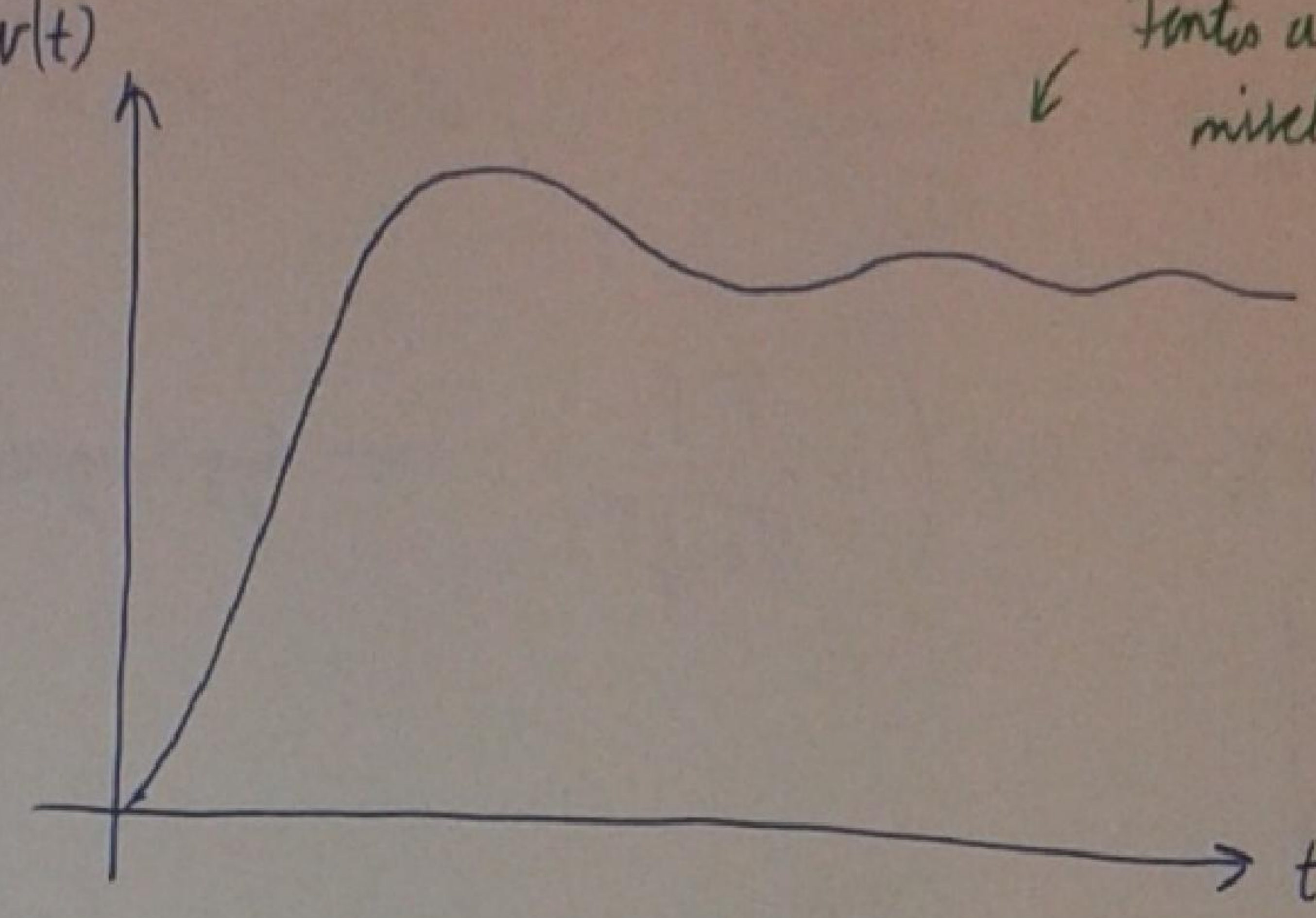
Komplex konjugált póluspár!

(18) $W_p(s)$, $W_c(s)$, $W_0(s)$ és $W_{cl}(s)$ ugyanaz mint a 17-es feladatban!



A kiejtett pólust is ábrázolni kell!

Pólus-zérus elrendezés



Fontos a lengés, mivel komplex konjugált póluspárunk van!

Ugrásválasz

(19) Ugyanaz mint a 18-as feladatban!

DAMP utasítás: Megadja az adott pólusokhoz tartozó csillapítatlan sajátfrekvenciát (ω_0) és csillapítást (ξ)

(20) Ugyanaz mint a 19-es!