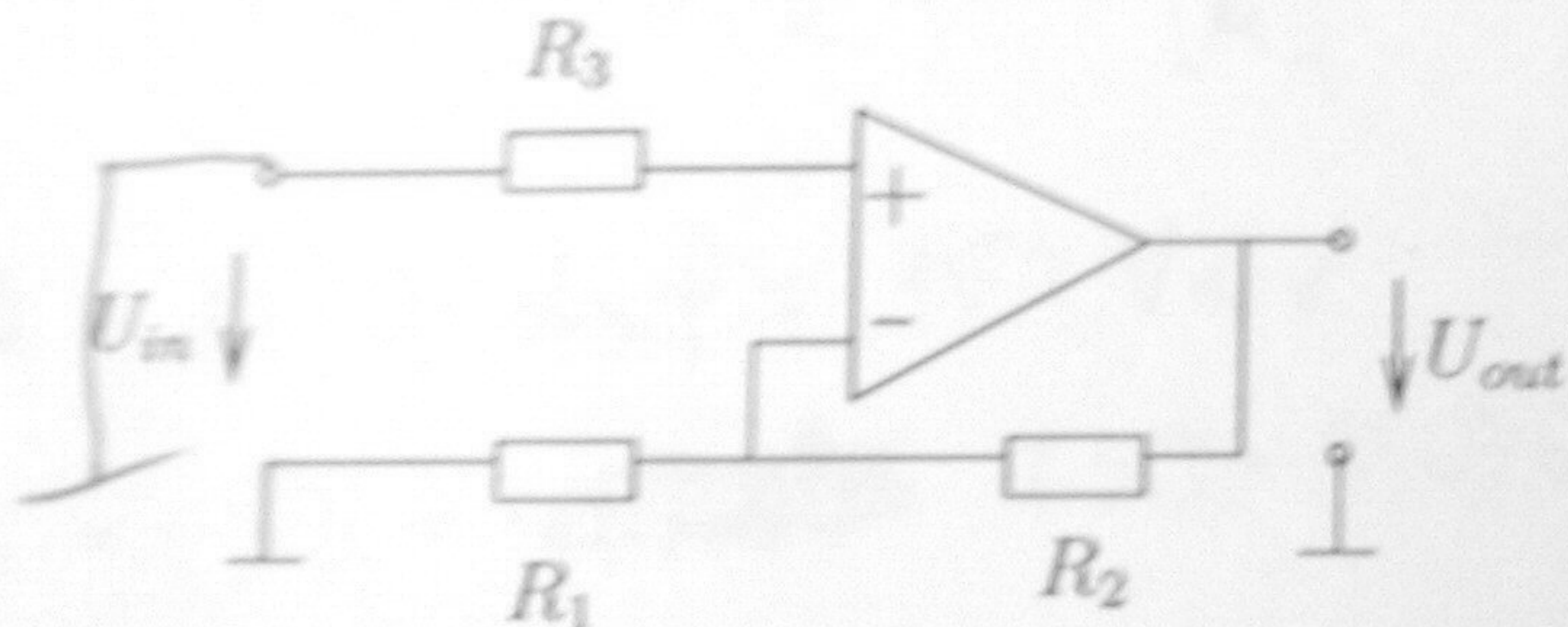
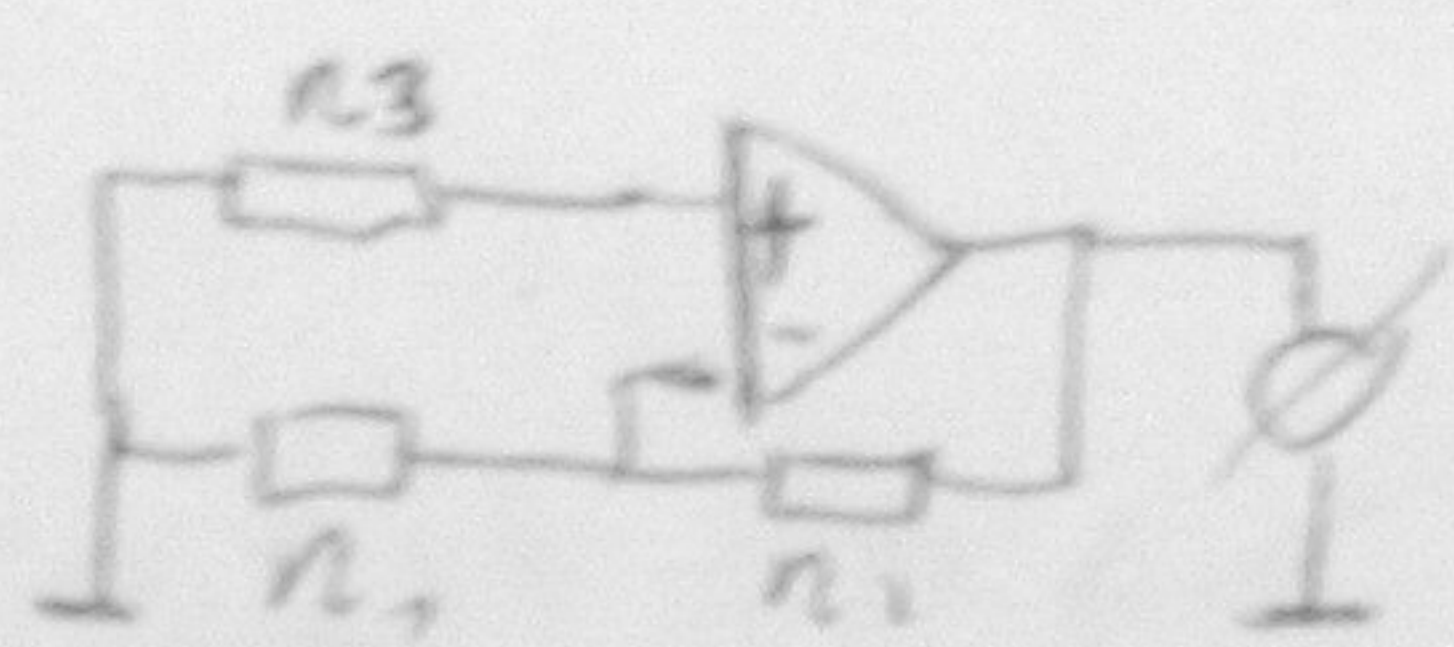


Kérjük, hogy a feladat megoldását arra a lapra tegye, amelyen maga a feladat szerepel. A lap másik oldala használható, de ha a rendelkezésre álló hely nem elegendő, inkább csatoljon egy külön lapot a dolgozathoz, semmiképpen se írjon másik feladathoz tartozó lapra!

1. Adott az alábbi kapcsolás:



*a)*  $A_{u, \text{szimmetrikus}} = \frac{R_2 + R_3}{R_1} = \frac{150 + 15}{16} = 10,3$



*a)*  $A_{u, \text{szimmetrikus}} = \frac{R_2 + R_3}{R_1} = 10,3$   
*b)*  $A_{u, \text{aszimmetrikus}} = \frac{R_2}{R_1} = 9,375$

Az elemek értékei:  $R_1 = 16 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 150 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 15 \text{ k}\Omega$ .

- Határozza meg a kapcsolás feszültségerősítését!
- Rajzolja át a kapcsolást, hogy alkalmas legyen a kimeneti offsetfeszültség meghatározására!
- Számítsa át a kimeneti offsetfeszültséget a bemenetre vonatkoztatva, ha  $U_{ki, \text{offset}} = 37 \text{ mV}$ !

*c)*  $A_{u, \text{aszimmetrikus}} = \frac{U_{ki, \text{offset}}}{U_{in, \text{offset}}} = \frac{37 \text{ mV}}{1} = 37$

2.

*alacsony, nagy, 1 alacsony és 1 nagy*

- Mi a footprint és hogyan kapcsolódik a NYÁK-tervezéshez? *↳ footprint: minden alkatrészhez tartozik egy lápjelölés rajz (footprint) formájában*
- Mi a via és a pin?

*via: 2 vezeték közötti átviteli csomópont*

*pin: a csatlakozás végpontja a kábelhez vagy a kábelhez tartozó csatlakozóhoz*

Név, Neptun-kód

3. Egy  $I$  árammal terhelt huzalellenállás egy  $D$  átmérőjű,  $l$  hosszúságú kerámiahengerre van tekercselve. A huzalátmérő  $d \ll D$ , a menetszám  $N$ . Mekkora a kerámiahengerből kilépő mágneses fluxus?
4. Legyen egy ideális feszültséggenerátor frekvenciája  $f = 50$  Hz, forrásfeszültsége  $U_{eff} = 230$  V, az azt terhelő soros R-L impedanciában az induktivitás értéke  $L = 1$  H, az ellenállás értéke  $R = 100 \Omega$ . Mekkora az áram effektív értéke és fázisa (a feszültséghez képest)? Mekkora az áram valós és képzetes összetevője? Mekkora veszteség keletkezik az impedanciában? Mekkora a meddő és a látszólagos teljesítmény?

③ 
$$\left[ \phi = B \cdot A = \mu_0 \cdot H \cdot A \approx \mu_0 \frac{N \cdot I}{l} \cdot \frac{D^2 \pi}{4} = 4 \pi \cdot 10^{-7} \frac{N \cdot I}{l} \frac{D^2 \pi}{4} = \right.$$

$$\left. = 10^{-7} \pi^2 \frac{N D^2}{l} \cdot I \right]$$

max  $4 \cdot p_{out}$

$$z \in \mathbb{R} + j\omega t \equiv (100 + j14) \text{ VA}$$

(1 point)

$$\bar{J}_{eff} = \frac{U_{eff}}{z} \equiv (0, 2216 = 0,66 + j0,87) \text{ A (eff)}$$

(1 point)

$$P \equiv \text{Re}(z) \equiv U_{eff} \cdot I_{eff} \equiv 100 \text{ W}$$

$$Q \equiv \text{Im}(z) \equiv U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \sin(\varphi) \equiv 140 \text{ VAR}$$

$$S \equiv \sqrt{P^2 + Q^2} \equiv U_{eff} \cdot I_{eff} \equiv 160 \text{ FVA}$$

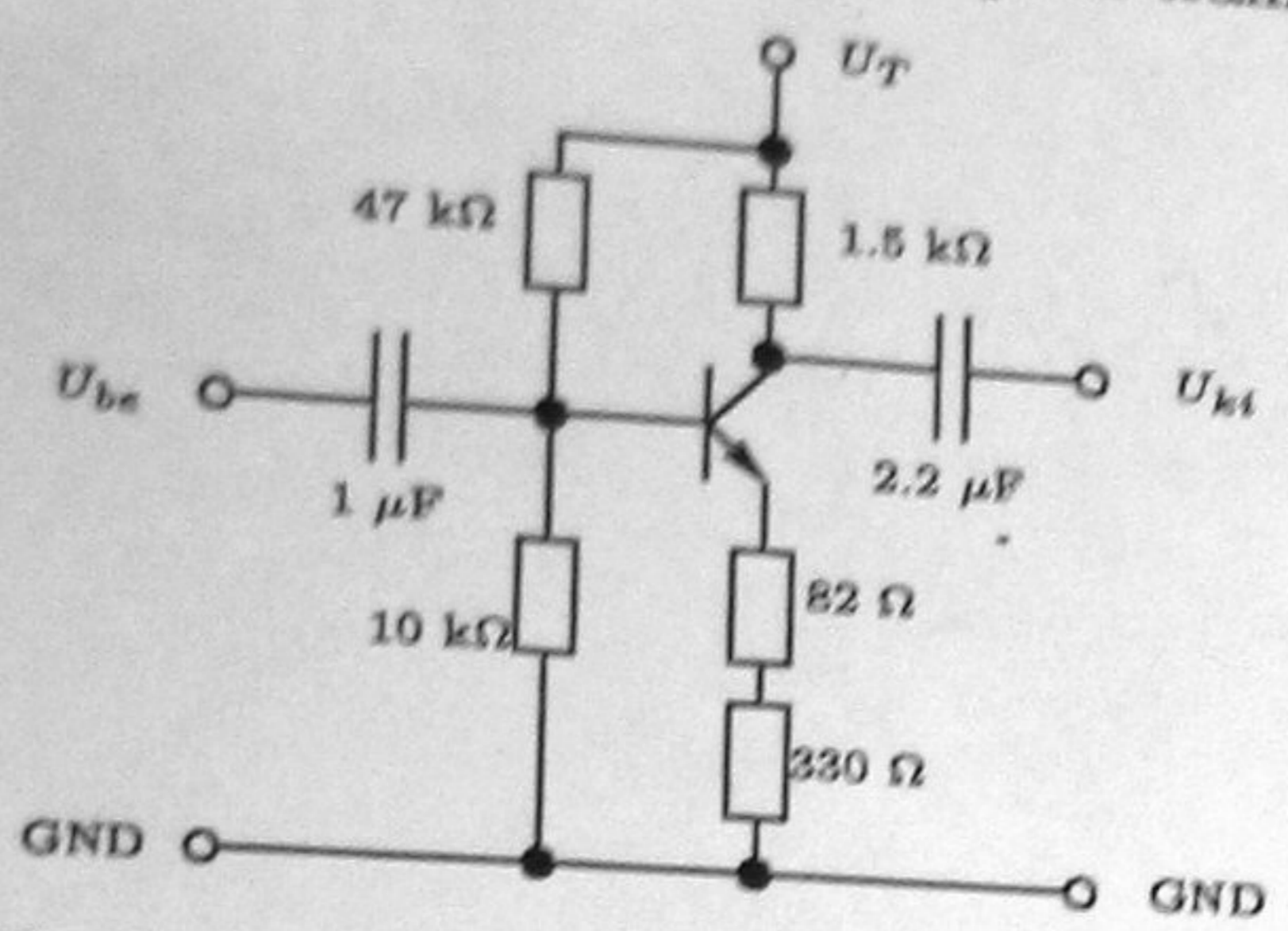
(1 point)

$$\bar{J}_{eff} = 0,66 + j0,87 \text{ A} \approx 1,07 \text{ A (eff)}$$

(1 point)

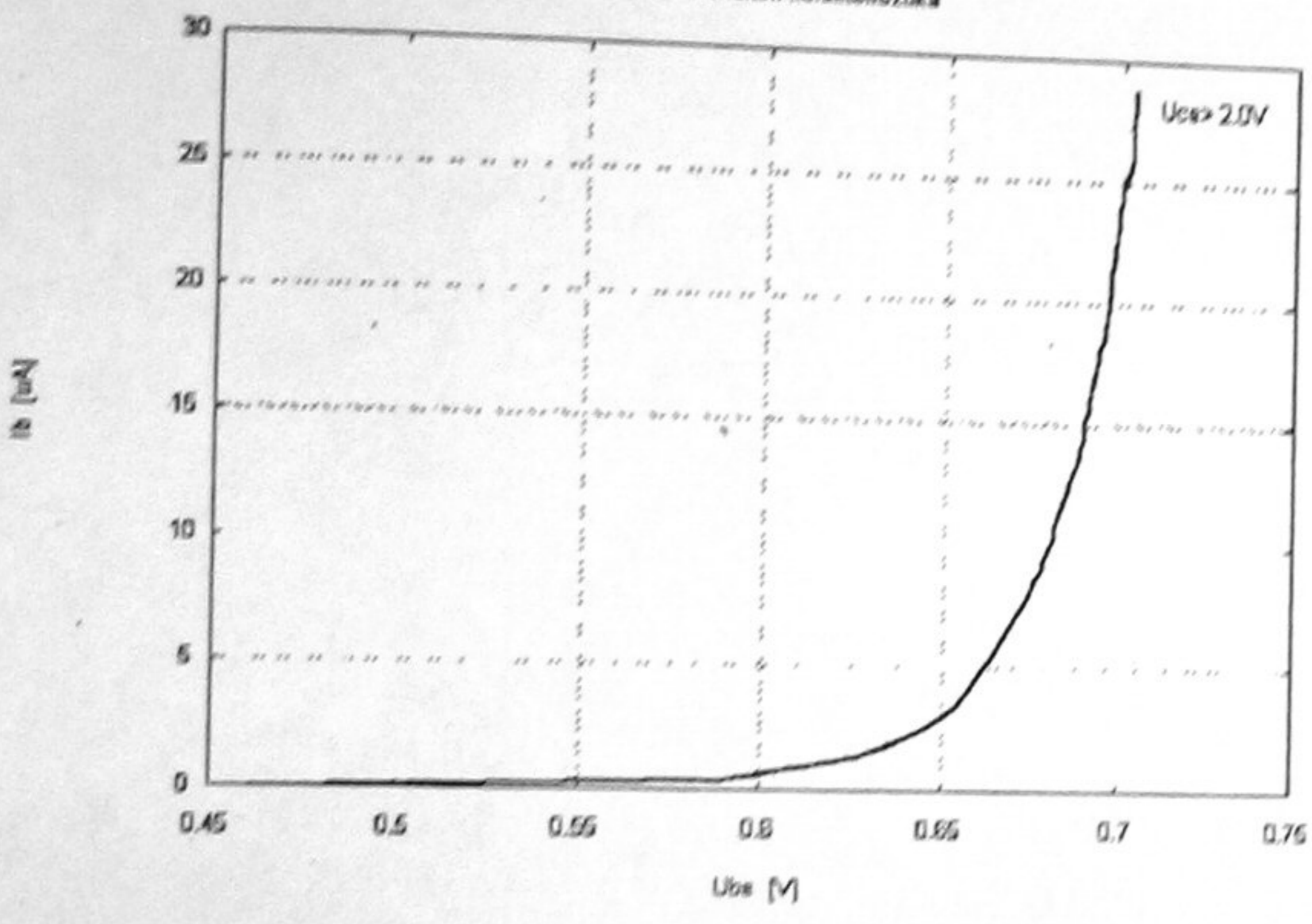
$$\varphi \equiv \text{angle}(\bar{J}) \equiv \arctan\left(\frac{0,87}{0,66}\right) \approx 52,9^\circ$$

BC 182 típusú tranzisztorral felépített kapcsolás:

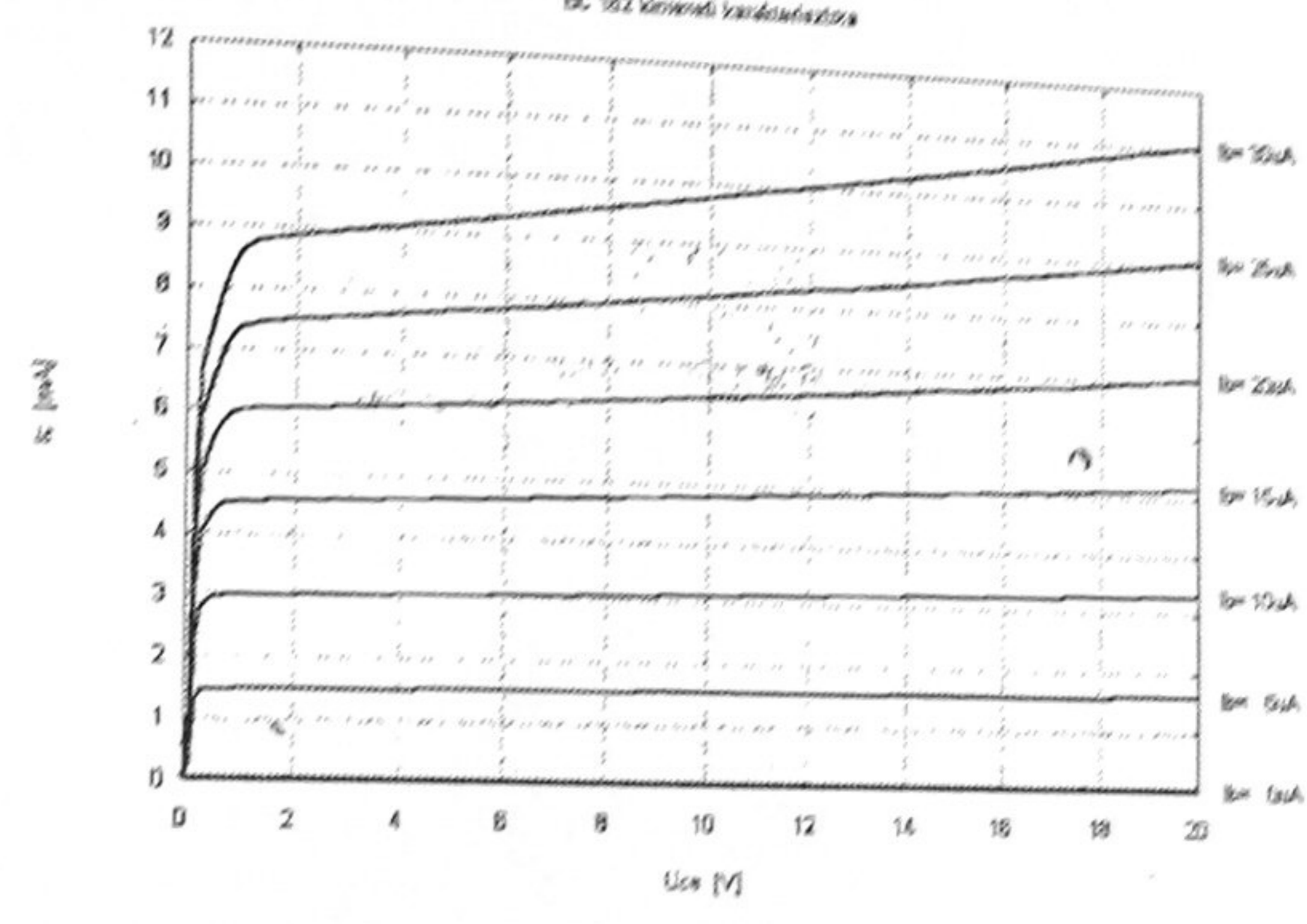


$U_T = 15\text{ V}$  tápfeszültség esetén határozza meg a kapcsolás munkaponti adatait ( $I_B, I_C, U_{BE}, U_{CE}$ ), valamint az áramerősítési tényezőt ( $B$ )! A megoldáshoz az alábbi karakterisztikákat használja fel:

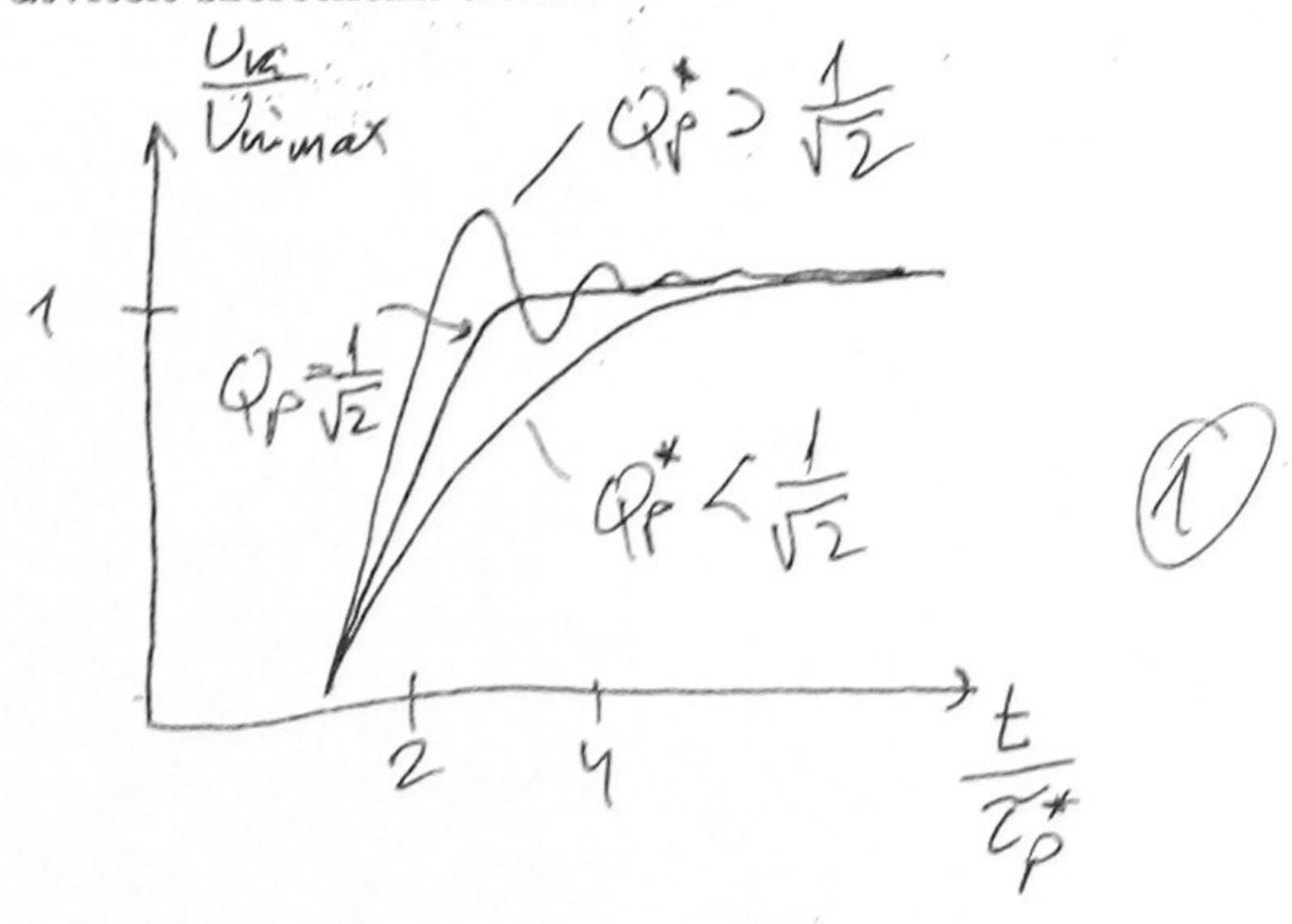
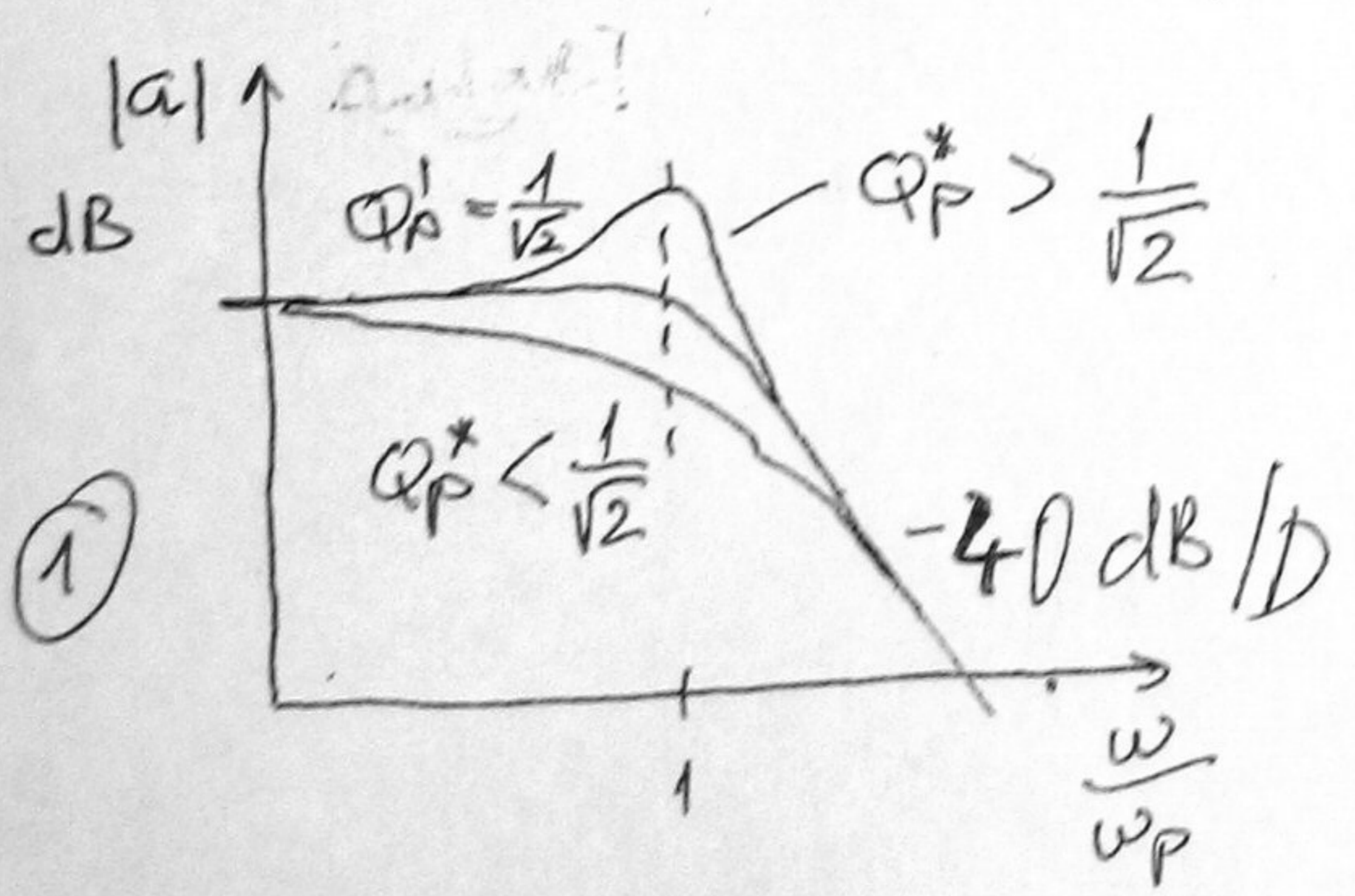
BC 182 bemeneti karakterisztika



BC 182 kimeneti karakterisztika



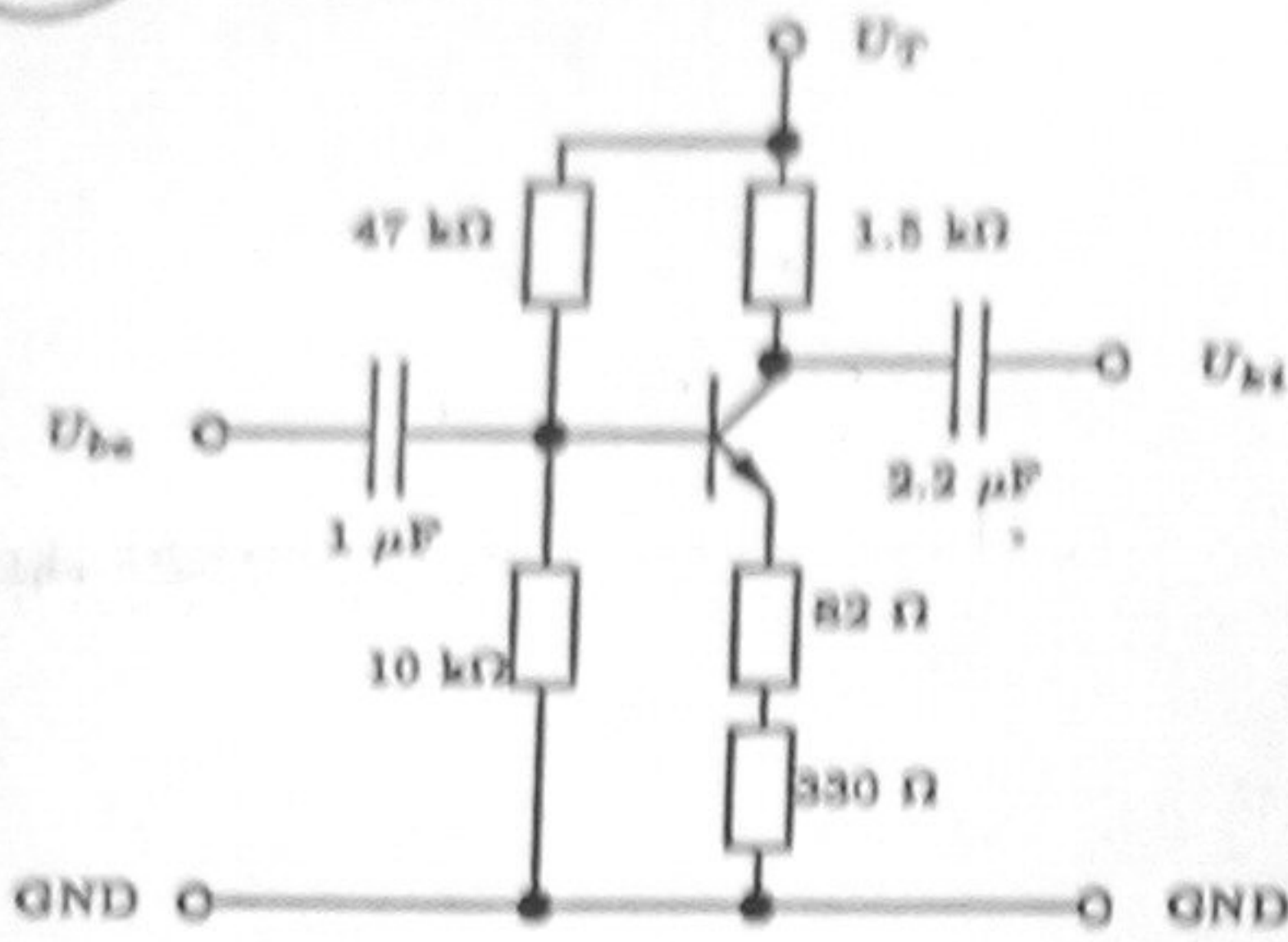
6. Rajzolja le, milyen összefüggés van egy kétidőállandós visszacsatolt erősítő időtartománybeli és frekvencia-tartománybeli viselkedése között (átmeneti függvény és Bode-diagram amplitúdómenet) alul- és túlkompenzált, valamint maximálisan lapos esetben! A tengelyeket és a görbéket jelölje be egyértelműen. Milyen feltételnek kell teljesülni az időállandókra, ha maximálisan lapos átvitelt szeretnénk elérni?



①  $H_0 \approx \frac{1}{2} \frac{\omega_{f2}}{\omega_{f1}} \rightarrow Q_p^* = \frac{1}{\sqrt{2}}$

②  $\begin{cases} \omega_{p0}^* = \sqrt{1 + H_0^2} \cdot \omega_{ps} \\ Q_{p0}^* = \sqrt{1 + H_0^2} \cdot Q_p \end{cases}$  ahol  $\omega_{p0} = \sqrt{\omega_{f1} \cdot \omega_{f2}}$   
 $Q_p = \frac{\sqrt{\omega_{f1} \cdot \omega_{f2}}}{\omega_{f1} + \omega_{f2}}$

5. Adott az alábbi, BC 182 típusú tranzisztorral felépített kapcsolás:



$$U_B = U_T \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}} = 15 \frac{10}{10 + 47} = 2,63V$$

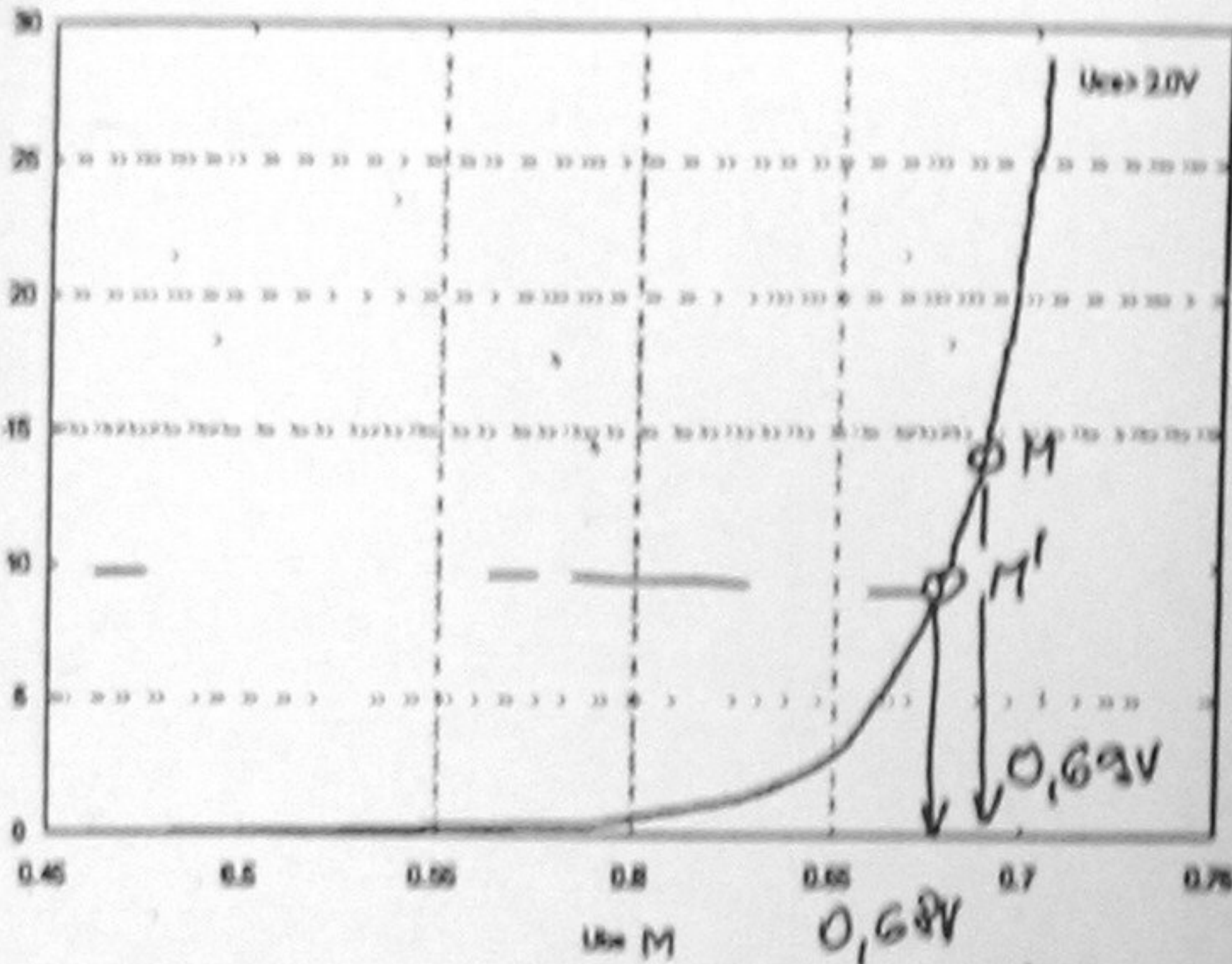
$$R_B = R_{B1} \times R_{B2} = 10 \times 47 = 8,25 k\Omega$$

$$R_E = 0,330 + 0,082 = 0,412 k\Omega$$

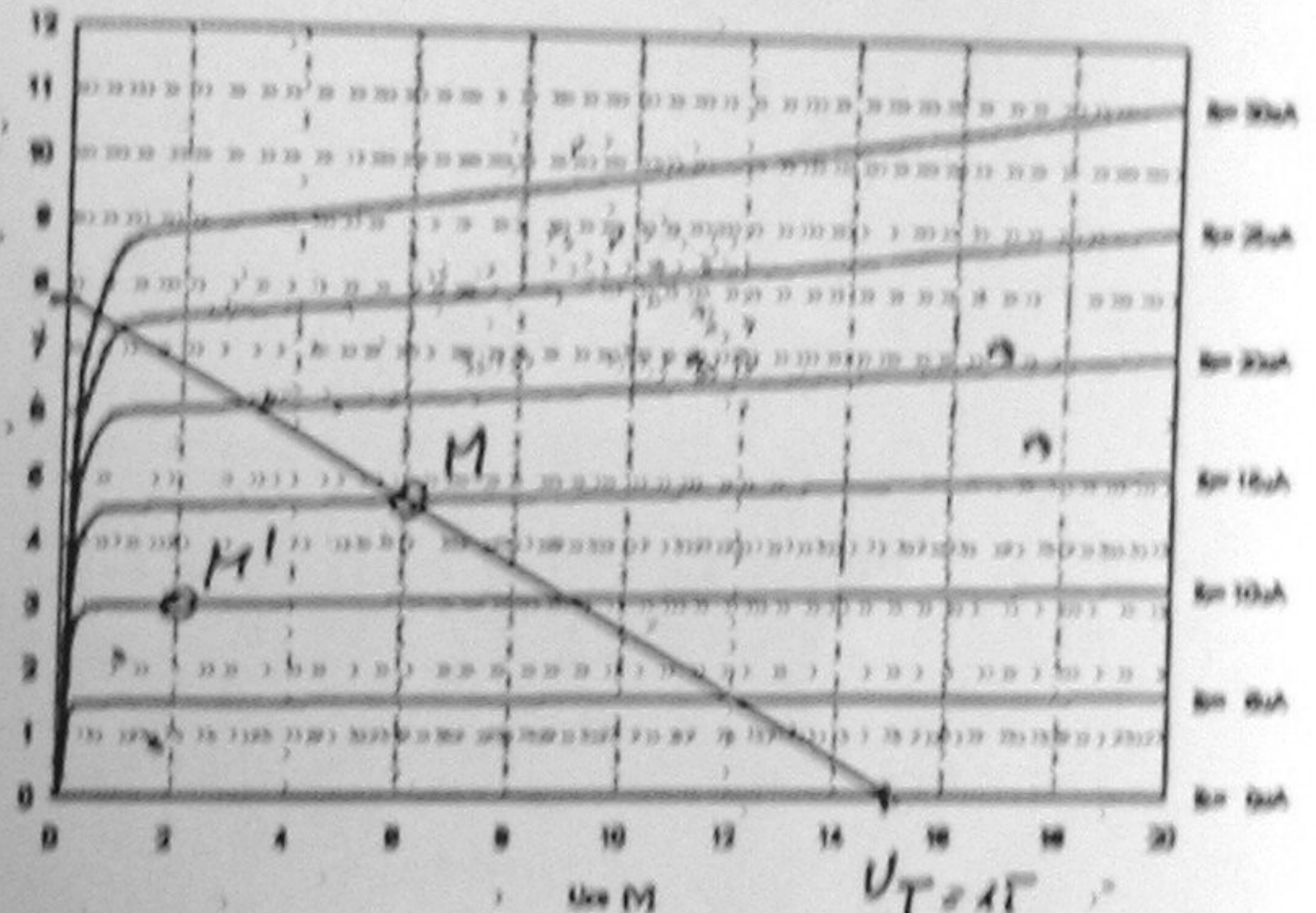
$$U_B - U_{BE} - I_B R_B - I_E R_E = 0 \quad \frac{I_E}{I_B} = \beta$$

$U_T = 15V$  tápfeszültség esetén határozza meg a kapcsolás munkaponti adatait ( $I_B, I_C, U_{BE}, U_{CE}$ ), valamint az áramerősítési tényezőt ( $\beta$ )! A megoldáshoz az alábbi karakterisztikákat használja fel:

BC 182 bemeneti karakterisztika



BC 182 kimeneti karakterisztika



ELSŐ KÖZELÍTÉS:  $M'$

$$\beta' = \frac{I_C}{I_B} = \frac{3mA}{10\mu A} = 300 \quad U_{BE}' = 0,69V$$

$$I_E' = \frac{2,63 - 0,69}{\frac{8,25}{300} + 0,412} = \frac{1,95}{0,0275 + 0,412} = 4,43 mA \quad I_B' = \frac{I_E'}{300} = 14,8 \mu A$$

$$U_{CE}' = U_T - I_E' (R_C + R_E) = 15 - 4,43 (1,5 + 0,412) = 6,47V$$

MÁSODIK KÖZELÍTÉS:  $M$

$I_B'$  és  $U_{CE}' \rightarrow U_j$  munkapont:  $M$

$$U_{BE} = 0,69V$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{4,43 mA}{14,8 \mu A} = 299 \approx 300$$

$$I_E = \frac{2,63 - 0,69}{8,25 + 0,412} = 4,41 mA$$

$$U_{CE} = U_T - 4,41 (1,5 + 0,412) = 6,50V$$

$$(1P) 14 < I_B < 15 \mu A$$

$$(1P) 0,67 < U_{BE} < 0,7V$$

$$(1P) 4,4 < I_E < 4,5 mA$$

$$(1P) 6,4 < U_{CE} < 6,6V$$

Laboratórium II. írásbeli ellenőrző mérés

Név, Neptun-kód

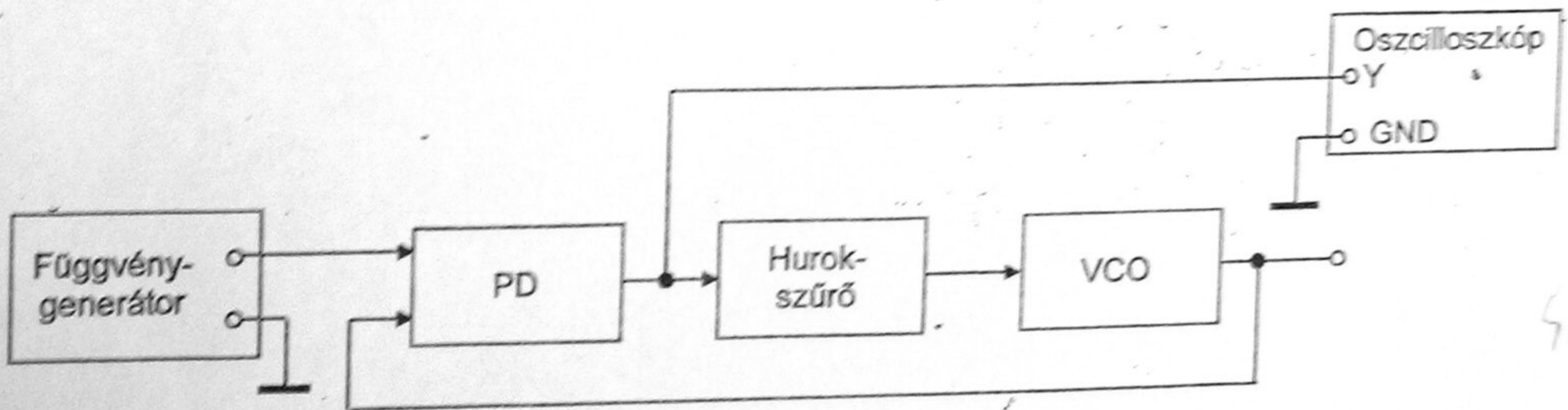
7. Definiálja egy ábra segítségével D/A-átalakítók esetében az integrális nemlinearitás (INL) fogalmát! Egy 12 bites, 0..2.5 V névleges kimeneti feszültségű D/A-átalakító statikus mérésének eredményei az alábbiak:

bemeneti kód	0	1000	2000	3000	4095
kimeneti feszültség [V]	0.0200	0.6242	1.2339	1.8369	2.4992

- Határozza meg az LSB és az ofszet értékét!
- Írja fel a végpontokra illesztett egyenes egyenletét!
- Adja meg az INL értékét LSB-ben az 1000, 2000, 3000 bemeneti kódoknál!

8. Rajzoljon fel egy egy fáziszárt hurokkal (PLL-lel) kialakított PM-demodulátort! Milyen mérési elrendezéssel mérhető meg a demodulátor kimeneti jele?

9. Mire szolgál a frekvenciadiszkriminátor? Rajzolja fel a frekvenciadiszkriminátor karakterisztikáját és azonosítsa az egyes tengelyeket! Adjon mérési elrendezést és rövid mérési leírást a TRF6900A IC frekvenciadiszkriminátor karakterisztikájának felvételére!

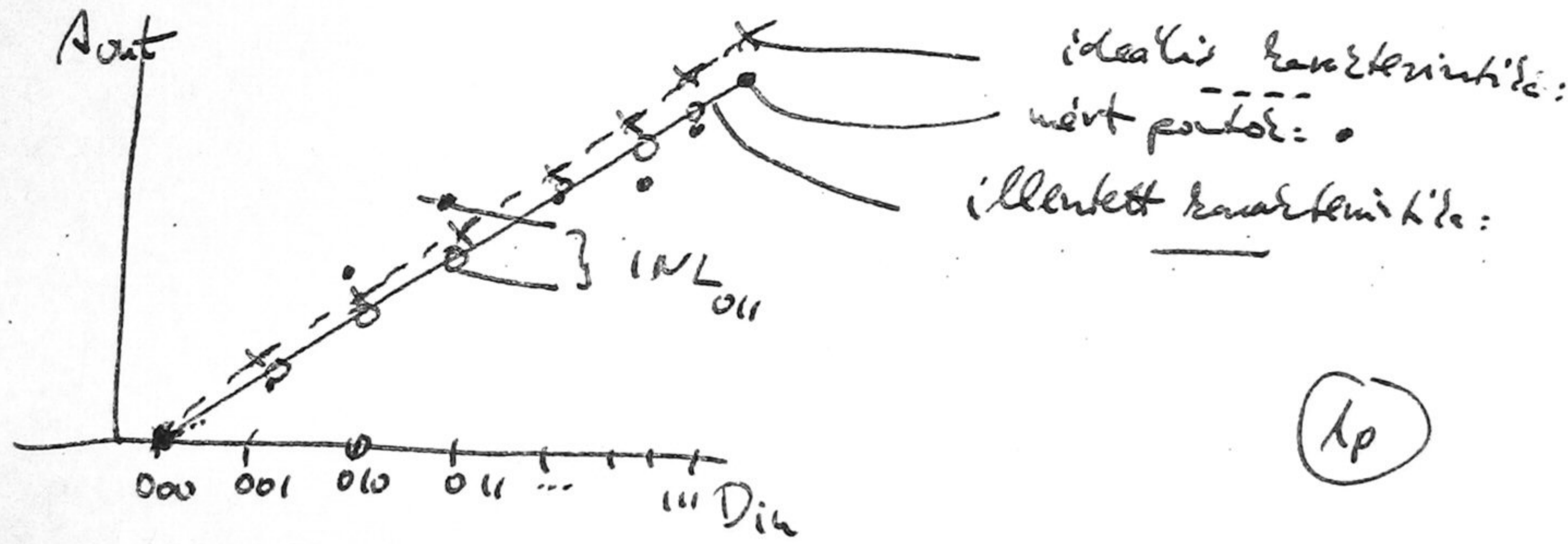


7. Definiálja egy ábra segítségével D/A-átalakítók esetében az integrális nemlinearitás (INL) fogalmát! Egy 12 bites, 0..2.5 V névleges kimeneti feszültségű D/A-átalakító statikus mérésének eredményei az alábbiak:

bemeneti kód	0	1000	2000	3000	4095
kimeneti feszültség [V]	0.0200	0.6242	1.2339	1.8369	2.4992

- Határozza meg az LSB és az ofszet értékét!
  - Írja fel a végpontokra illesztett egyenes egyenletét!
  - Adja meg az INL értékét LSB-ben az 1000, 2000, 3000 bemeneti kódoknál!
8. Rajzoljon fel egy egy fáziszárt hurokkal (PLL-lel) kialakított PM-demodulátort! Milyen mérési elrendezéssel mérhető meg a demodulátor kimeneti jele?
9. Mire szolgál a frekvenciadiszkriminátor? Rajzolja fel a frekvenciadiszkriminátor karakterisztikáját és azonosítsa az egyes tengelyeket! Adjon mérési elrendezést és rövid mérési leírást a TRF6900A IC frekvenciadiszkriminátor karakterisztikájának felvételére!

INL: Az átalakító integrális nemlinearitása (INL) egy adott bemeneti kód esetén a valódi és az illesztett egyenes által meghatározott kimeneti feszültség különbségével egyezik meg. Az INL-t LSB-ben mérés kifejezni.



(1p)

• Offset =  $V_{out}(0) = 0,02 V (= 33 \text{ LSB})$

$LSB = \frac{V_{out}(4095) - V_{out}(0)}{4095 - 0} = \frac{695,42 \text{ mV} \cdot 10^{-4}}{4095} = 0,160542 \text{ mV}$

(1p)

• Egyenes egyenlete:

$y_{id} = LSB \cdot x + \text{Offset} = x \cdot 0,160542 + 0,02, \quad x \in [0, 4095] \quad (1p)$

• Az egyes értékei az  $x = (1000, 2000, 3000)$  pontban:

$y_{id} = [0,62542 V \quad 1,2339 V \quad 1,8369 V]$ , az INL értéke:

$INL = \frac{y - y_{id}}{LSB} = [-1,98209 \quad 5,12040 \quad 1,156219]$

$INL = [-2,0172 \quad 5,0502 \quad 1,0509]$

(1p)

7. Definiálja egy ábra segítségével D/A-átalakítók esetében az integrális nemlinearitás (INL) fogalmát! Egy 12 bites, 0..2.5 V névleges kimeneti feszültségű D/A-átalakító statikus mérésének eredményei az alábbiak:

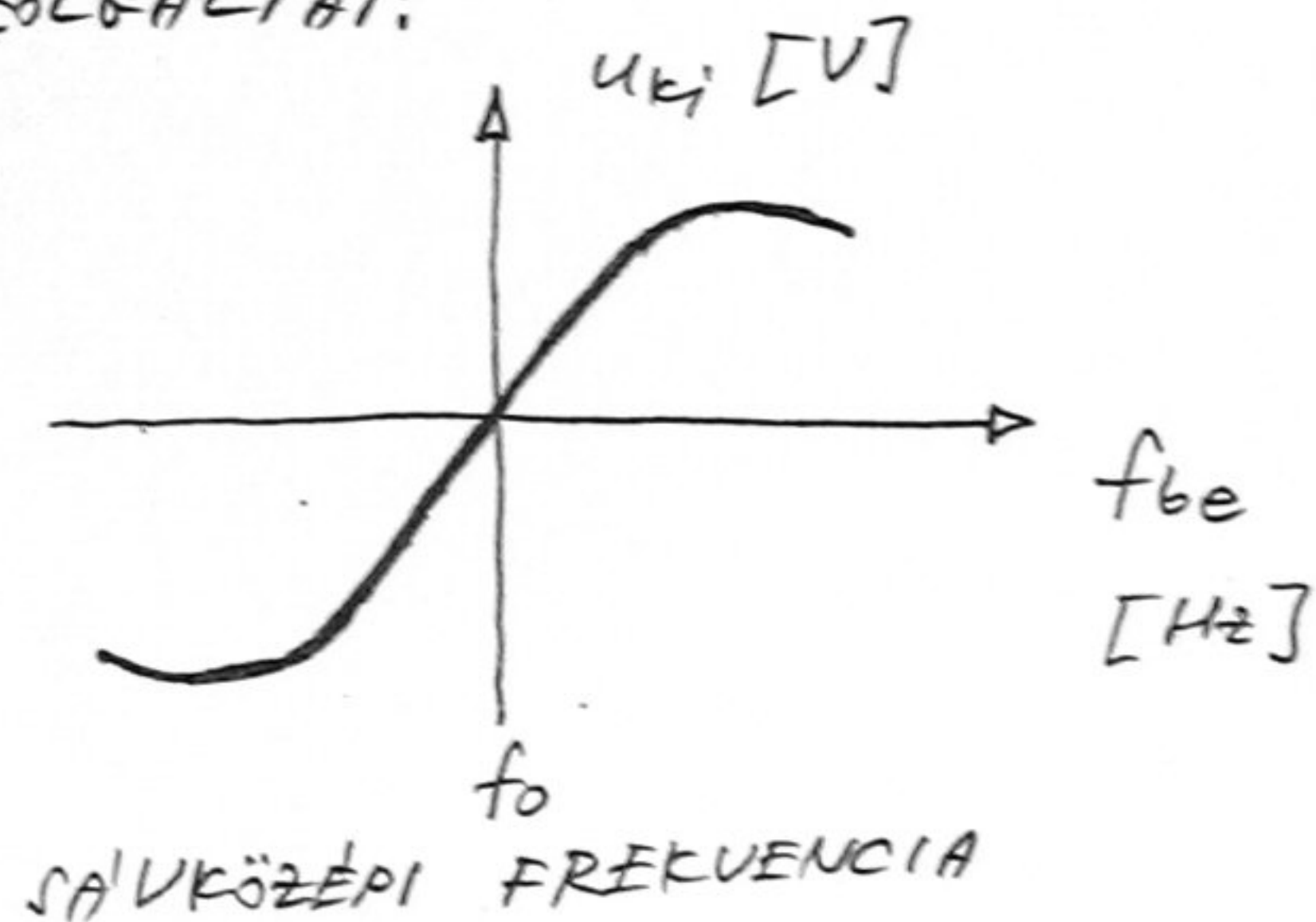
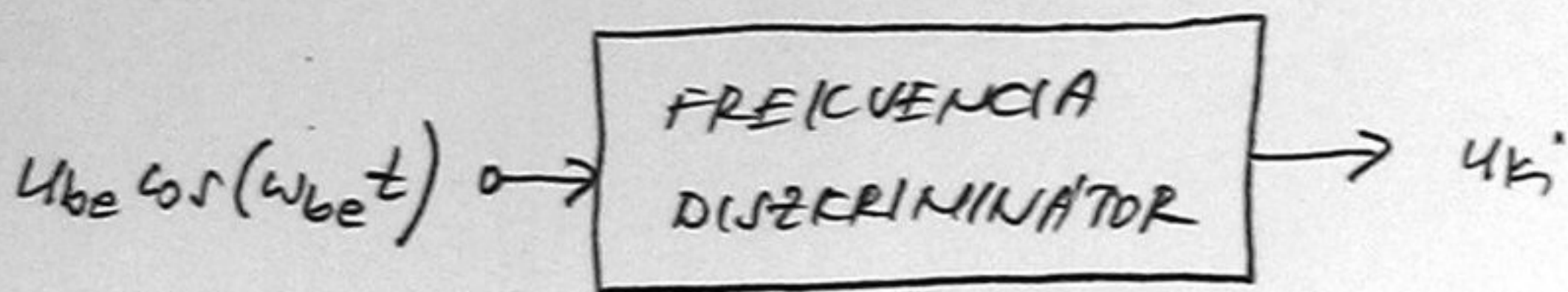
bemeneti kód	0	1000	2000	3000	4095
kimeneti feszültség [V]	0.0200	0.6242	1.2339	1.8369	2.4992

- Határozza meg az LSB és az ofset értékét!
- Írja fel a végpontokra illesztett egyenes egyenletét!
- Adja meg az INL értékét LSB-ben az 1000, 2000, 3000 bemeneti kódoknál!

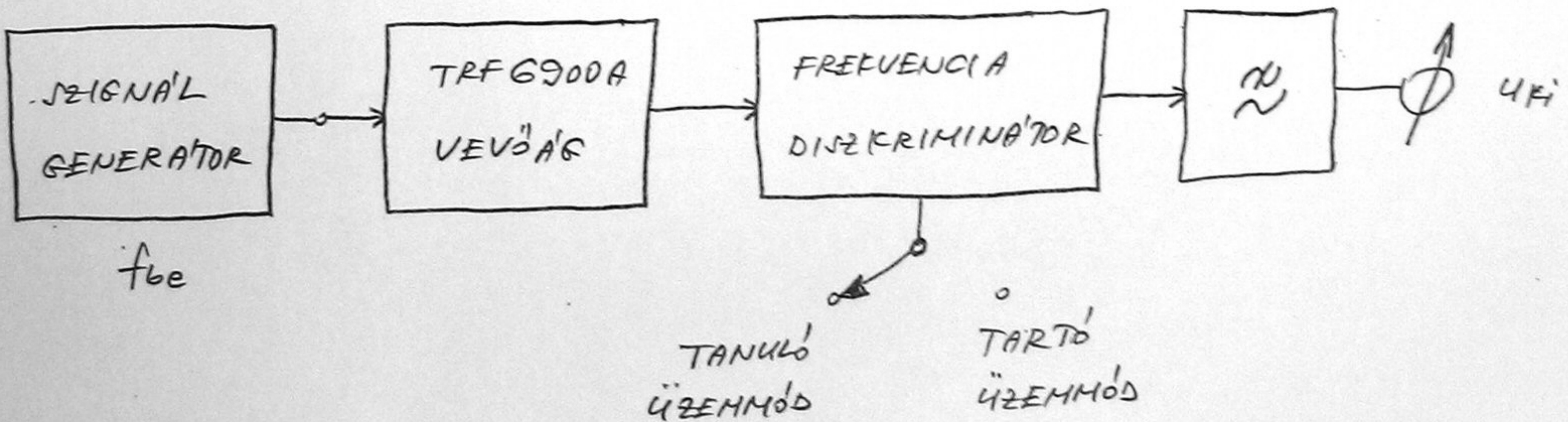
8. Rajzoljon fel egy egy fáziszárt hurokkal (PLL-lel) kialakított PM-demodulátort! Milyen mérési elrendezéssel mérhető meg a demodulátor kimeneti jele?

9. Mire szolgál a frekvenciadiszkriminátor? Rajzolja fel a frekvenciadiszkriminátor karakterisztikáját és azonosítsa az egyes tengelyeket! Adjon mérési elrendezést és rövid mérési leírást a TRF6900A IC frekvenciadiszkriminátor karakterisztikájának felvételére!

A FREKVENCIA DISZKRIMINÁTOR KIMENETÉN EGY, A BEMENŐ JEL PILLANATNYI FREKVENCIAJÁVAL ARÁNYOS FESZÜLTJÉGET SZOLGÁLTAT.



MÉRÉSI ELRENDEZÉS:



MÉRÉSI LEÍRÁS:

1. A FREKVENCIA DISZKRIMINÁTOR (TRF6900A IC) TANULÓ (LEARNING) ÜZEMMÓDBA KAPCSOLJUK, ÉS A SZIGNÁLGENERÁTORRÓL SAVÉKÖZÉPI



Név, Neptun-kód

10. Adott egy folytonos idejű szakasz állapotterez leírása:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + bu \\ y &= cx \end{aligned} \quad A = \begin{bmatrix} -1 & 2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad b = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad c = [1 \ 0]$$

A szakasz irányításához  $u = -kx$  állapot-visszacsatolást alkalmazunk, és így a zárt rendszer  $\dot{x} = A_{\text{zárt}}x$  dinamikájára az

$$A_{\text{zárt}} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

állapotmátrixot kapjuk.

- Mi az alkalmazott  $k$  állapot-visszacsatolás értéke?
- Mi lesz a zárt rendszer karakterisztikus egyenlete és mik lesznek a zárt rendszer pólusai?
- Elfogadható-e irányítástechnikai szempontból az ilyen pólusokra vezető állapot-visszacsatolás?

11. Rajzolja fel a PLC-mérésben szerepelt hőmérséklet-szabályozási kör blokkdiagramját! Adja meg a folyamat átviteli függvényét! Milyen módszerekkel lehet az átviteli függvényben szereplő paramétereket meghatározni?

**Megoldás:**

A zárt rendszer állapotegyenlete a  $u = -Kx$  behelyettesítés után

$$\dot{x} = (A - BK)x$$

$$y = Cx$$

azaz a zárt rendszer sajátértékeit az  $(A - BK)$  mátrix sajátértékei adják:

$$A_{\text{zárt}} = (A - BK) = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

amiből  $K = (k_1 \ k_2)$  miatt az

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} - \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} (k_1 \ k_2) = \begin{bmatrix} -1 & 2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} k_1 & k_2 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1-k_1 & 2-k_2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

egyenletre jutunk. A  $K$  sorvektor értéke a jobb és baloldali mátrix elemeinek összehasonlítása után:

$$K = (-2 \ 0)$$

A zárt rendszer pólusait az  $A_{\text{zárt}}$  karakterisztikus egyenletének megoldásával kapjuk meg:

$$\varphi_c(s) = \det(sI - A_{\text{zárt}}) = \begin{vmatrix} s-1 & -2 \\ -1 & s \end{vmatrix} = s^2 - s - 2 = (s+1)(s-2) \quad s_1 = -1, s_2 = 2$$

Az  $s_2$  pólus pozitív volta miatt a zárt rendszer instabil, így az állapot-visszacsatolás irányítástechnikai szempontból nem elfogadható.

10. Adott egy folytonos idejű szakasz állapotteres leírása:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + bu \\ y &= cx \end{aligned} \quad A = \begin{bmatrix} -1 & 2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad b = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad c = [1 \ 0]$$

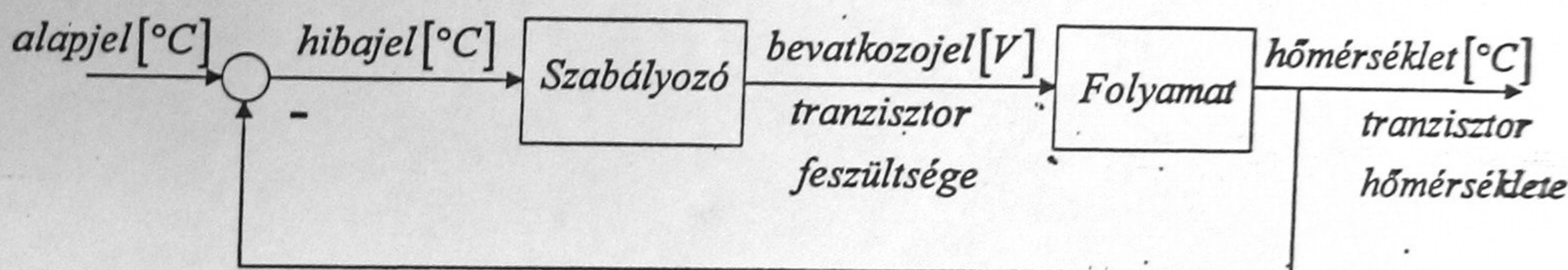
A szakasz irányításához  $u = -kx$  állapot-visszacsatolást alkalmazunk, és így a zárt rendszer  $\dot{x} = A_{zárt}x$  dinamikájára az

$$A_{zárt} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

állapotmátrixot kapjuk.

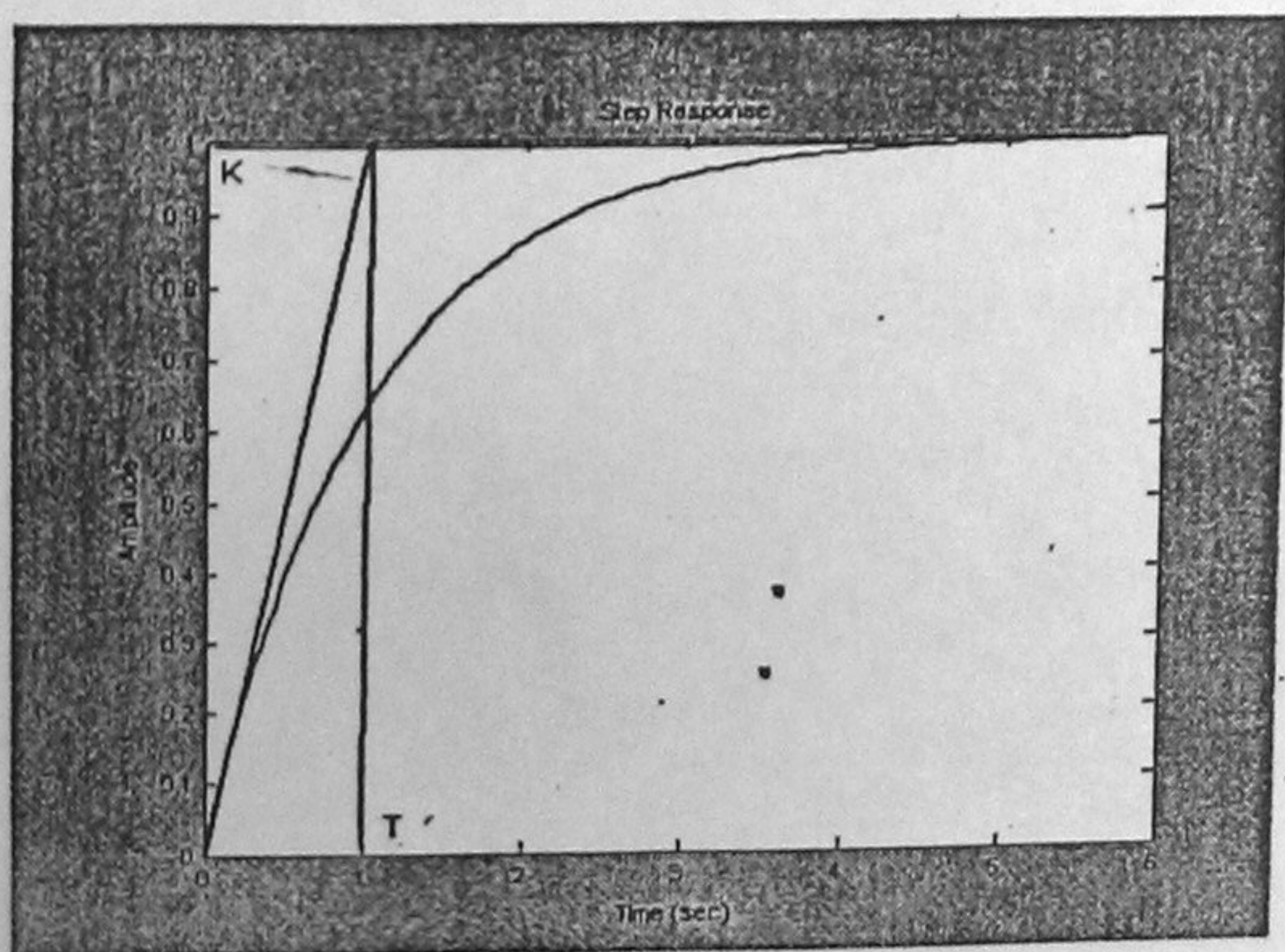
- Mi az alkalmazott  $k$  állapot-visszacsatolás értéke?
- Mi lesz a zárt rendszer karakterisztikus egyenlete és mik lesznek a zárt rendszer pólusai?
- Elfogadható-e irányítástechnikai szempontból az ilyen pólusokra vezető állapot-visszacsatolás?

11. Rajzolja fel a PLC-mérésben szerepelt hőmérséklet-szabályozási kör blokkdiagramját! Adja meg a folyamat átviteli függvényét! Milyen módszerekkel lehet az átviteli függvényben szereplő paramétereket meghatározni?



A folyamat átviteli f-v-e:

$$P(s) = \frac{K}{1+sT}$$



- folyamat átmeneti függvényéből le lehet olvasni a  $T$  és  $K$  paramétert.
- Identifikációs módszerekkel:
  - legkisebb négyzetes becslés
  - arx