



Összefoglaló

ELEKTRONIKA_2

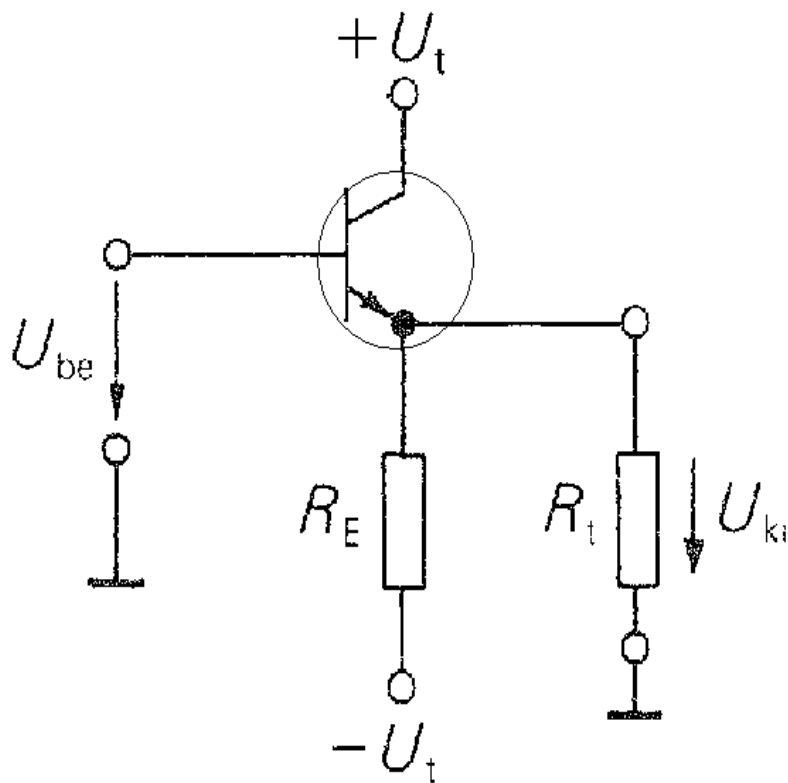
Tematika

1. Teljesítményerősítők
2. Jelgenerátorok
3. Oszcillátorok
4. A/D és D/A átalakítók

Teljesítményerősítők

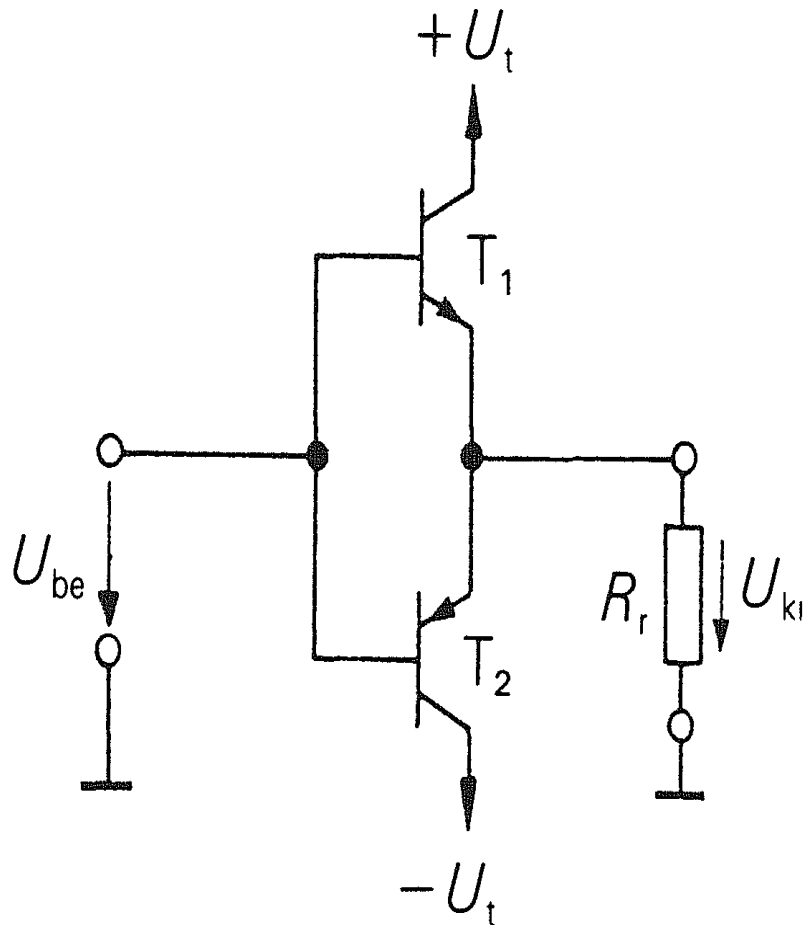
- A teljesítményerősítők olyan áramkörök, amelyekben alapvető követelmény a nagy kimenő teljesítmény.
- A feszültségerősítés rendszerint 1.
- A teljesítményerősítők tehát tulajdonképpen áramerősítők.

A osztályú erősítő



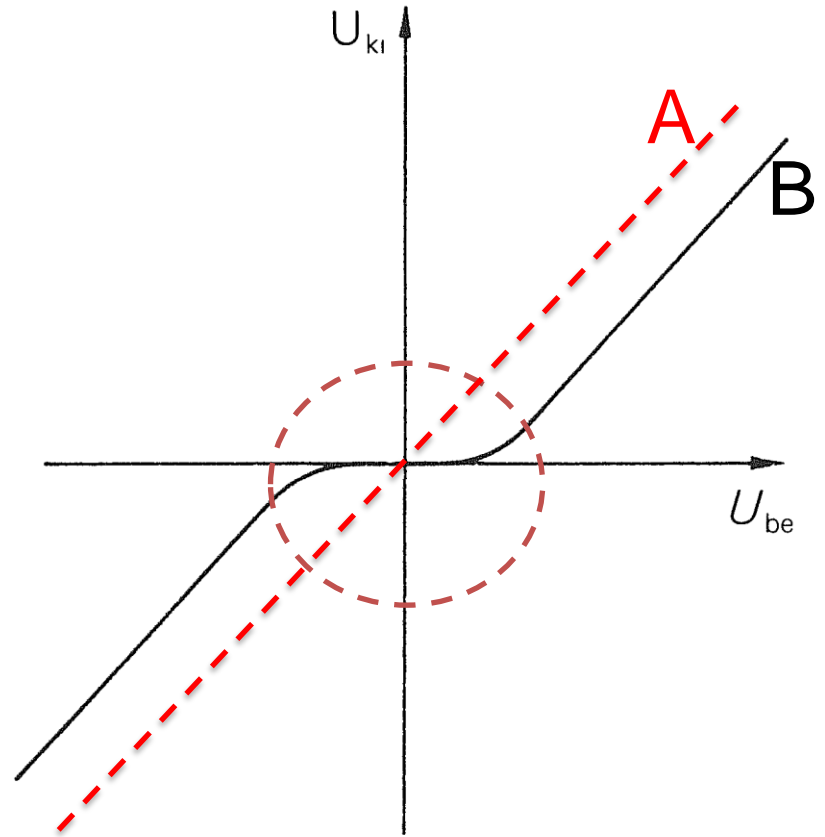
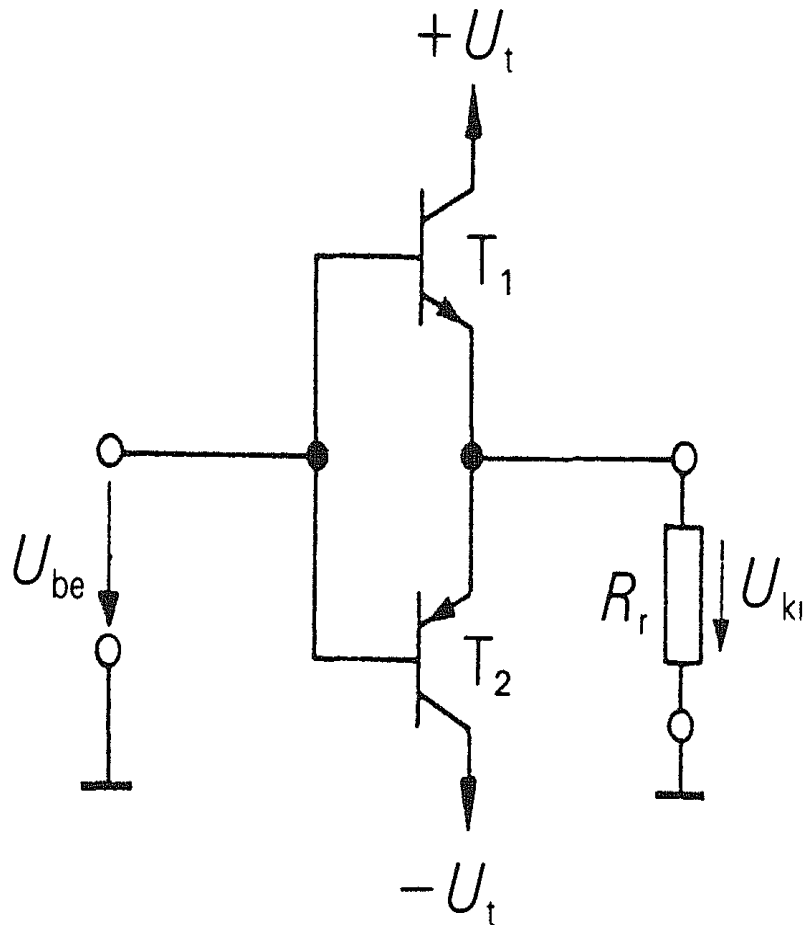
- Az áramkört két fő tulajdonság jellemzi:
- a tranzisztoron átfolyó áram sohasem nulla.
 - a kapcsolás összes teljesítményfelvétele állandó és a kivezérléstől független.
- Ezek a tulajdonságok az **A osztályú beállítás** jellemzői.

B osztályú erősítő



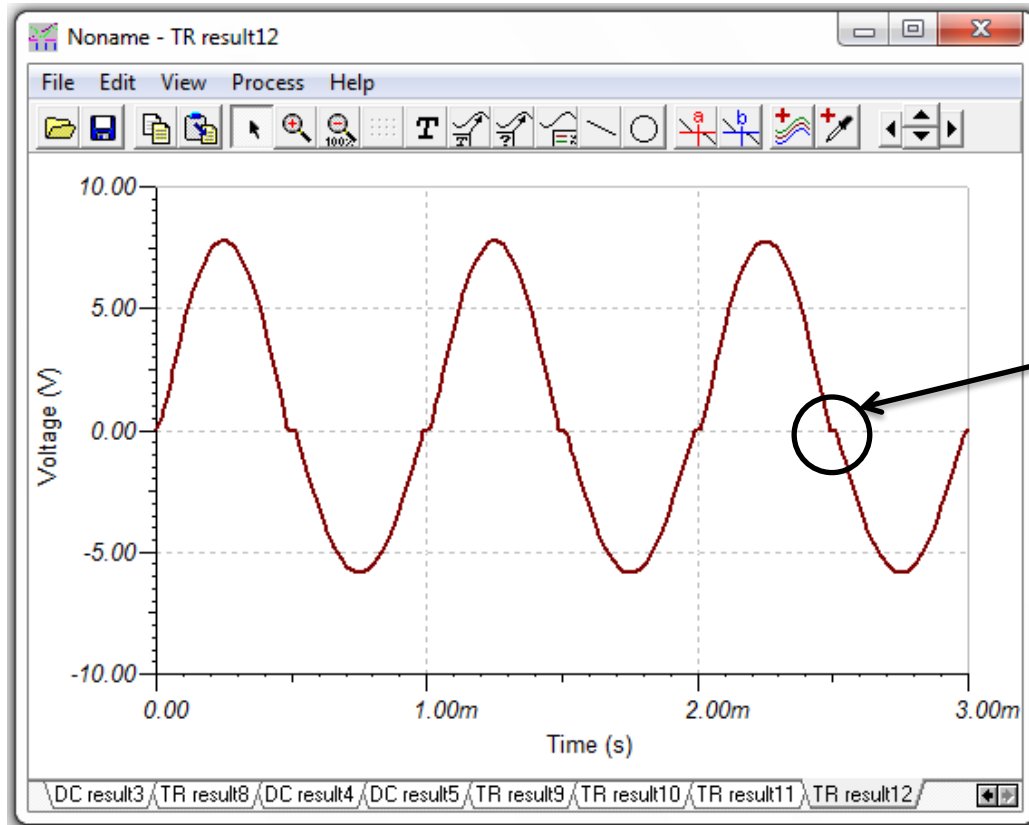
- Szinuszos kivezérlés esetén a tranzisztorok fél periódusonként felváltva vezetnek.
- Ha $U_{be} = 0$, akkor mindkét tranzisztor lezár, ezért az áramkör nem vesz fel munkaponti áramot.
- Az ilyen működési módot **B osztályú üzemenek** nevezzük.

Az átváltási torzítás oka



Ellenütemű B osztályú üzem átváltási torzítása

Átváltási torzítások



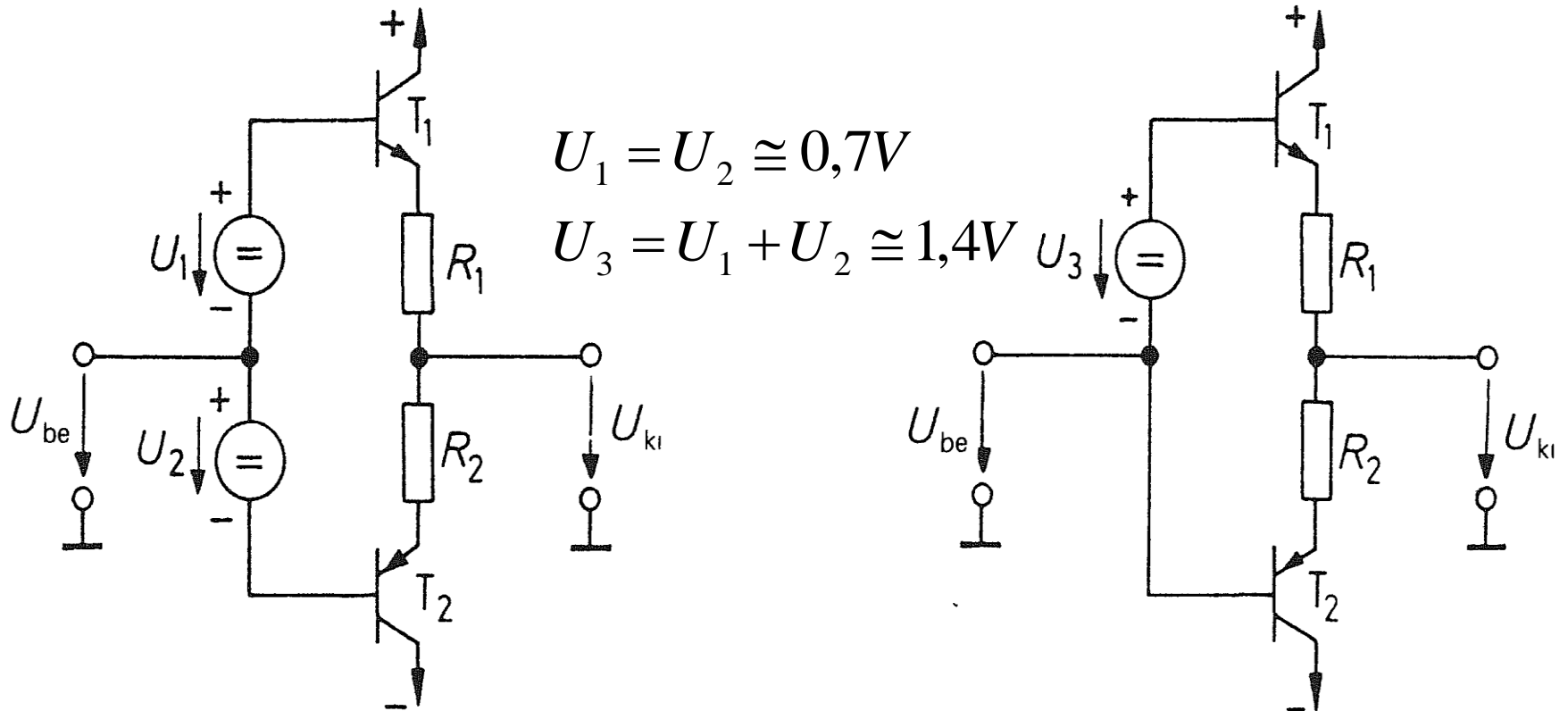
- B-osztályú üzemmódra jellemzők az átváltási torzítások.

- Kis bemeneti feszültség esetében elfogadhatatlanul nagy a torzítás.

AB osztályú teljesítményerősítő

- Az átváltási torzítás jelentősen csökken, ha a tranzisztorokat előfeszítjük.
- Az ilyen működési módot ellenütemű **AB osztályú üzemnek** nevezzük.
- Az átváltási torzítást ellenütemű AB osztályú üzemben olyan kicsire csökkenthetjük, hogy negatív visszacsatolás hatására már teljesen elenyészővé válhat.

Előfeszítési módszerek



A vs. B vs. AB

	A	B	AB
Hatásfok	alacsony	magas	magas
Torzítás	alacsony	magas	alacsony

A, B, AB vs. D

- Az A, B és AB osztályú erősítők tranzisztorait erősítőként működtetjük legalábbis egy fél periódus erejéig (szinuszos kivezérlés esetén).
- A maximális hatásfok 78,5% de az átlagosan elérhető érték ettől kisebb.
- Hordozható eszközök esetében ez túlságosan kevés. Nagyobb hatásfokú erősítőkre van szükség.
- Nagyobb hatásfok (kb. 90%) úgy érhető el ha a tranzisztorokat kapcsoló üzemmódban működtetjük: ez a D osztályú üzemmód működési elve.

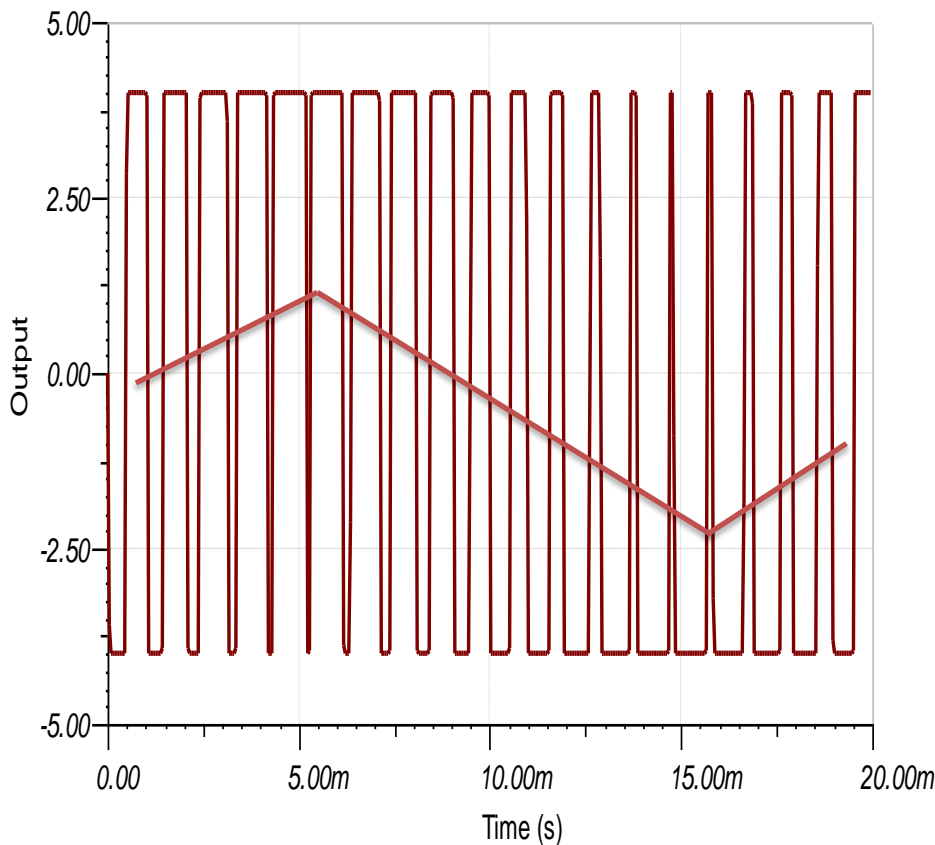
A D-osztályú erősítő jellemzői

- A tranzisztorok kapcsoló üzemmódban működnek.
- Ennek következtében nagy a hatásfok (80% feletti) de...
- Rossz a jel zaj viszony (szűréssel korrigálni lehet).
- Egyszerű felépítésű kapcsolás (előfeszítésre nincs szükség).

Dilemma:

- A tranzisztor mind kapcsoló maximális hatásokkal működik.
- Ez négyszögjeles kivezérést feltételez.
- Hogyan lehet egy jel pillanatértéke által hordozott információt egy négyszögjel által továbbítani?

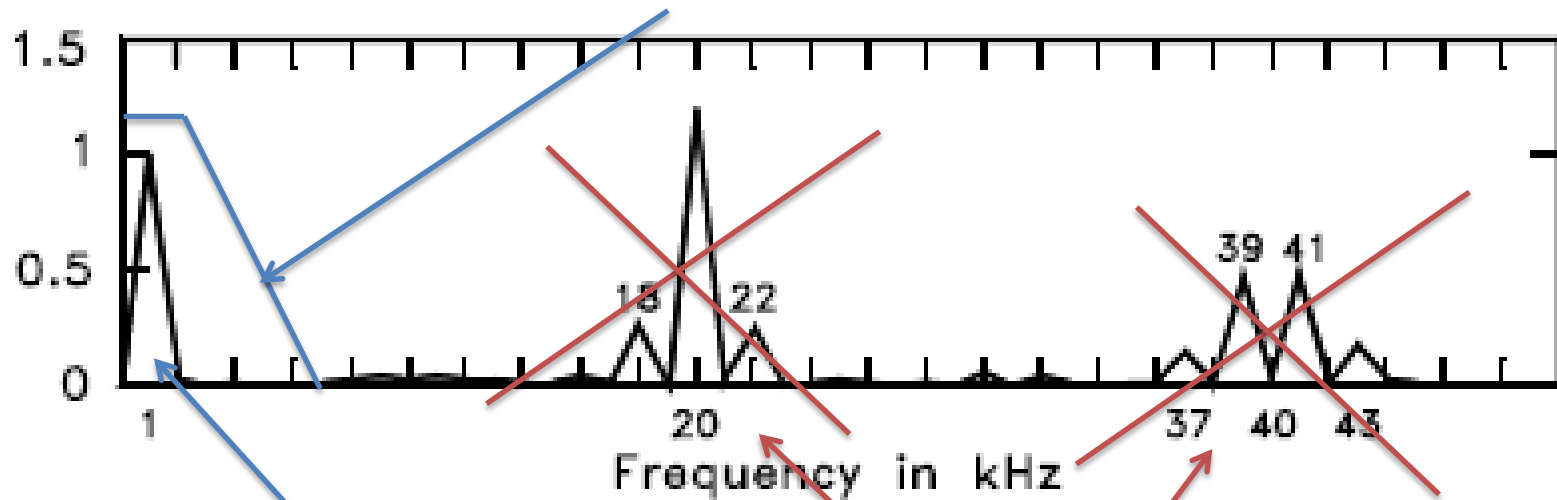
A PWM jel



- Alkalmas a végfokozat kapcsoló üzemmódbeli vezérlésére.
- A periódusa állandóértékű (a referencia háromszögjel frekvenciája határozza meg).
- Minden periódus átlagértéke a bemeneti jel amplitúdójával arányos.

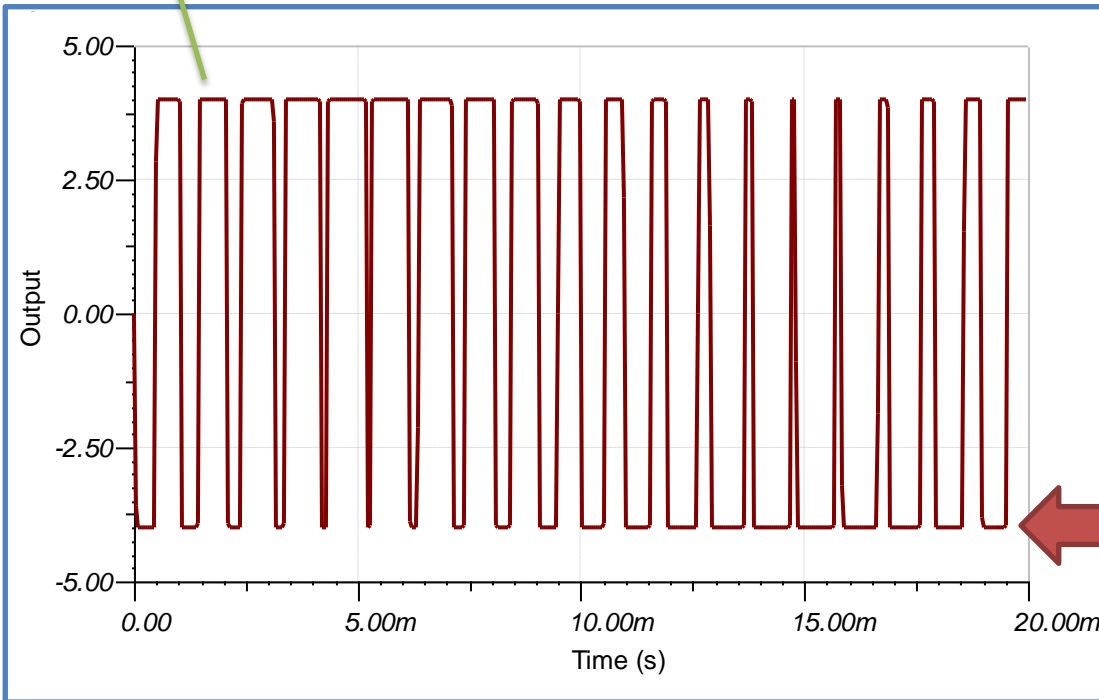
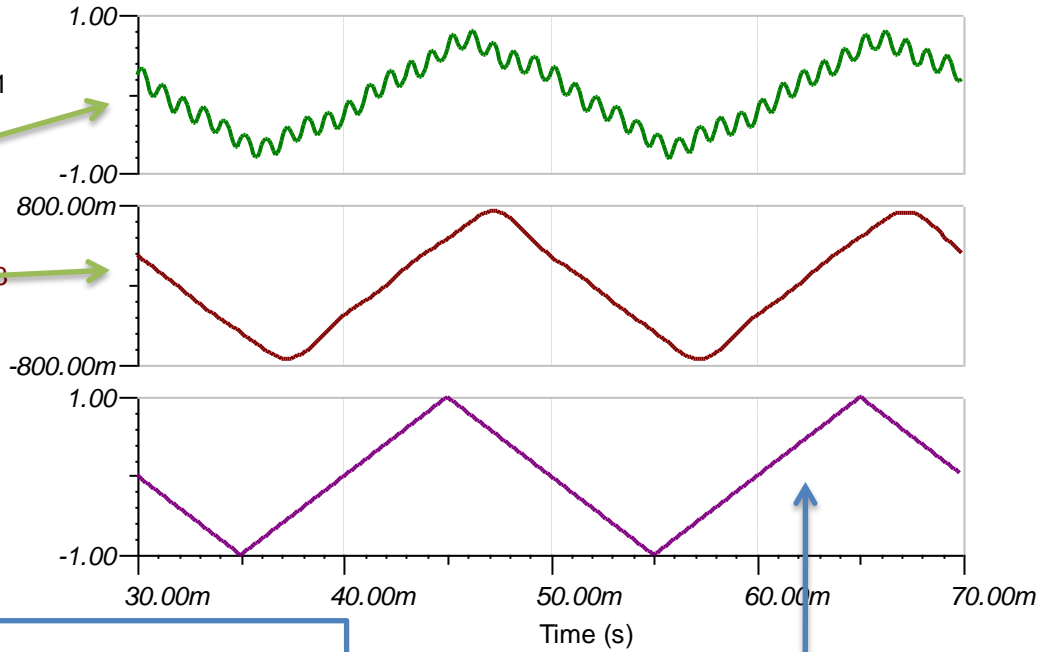
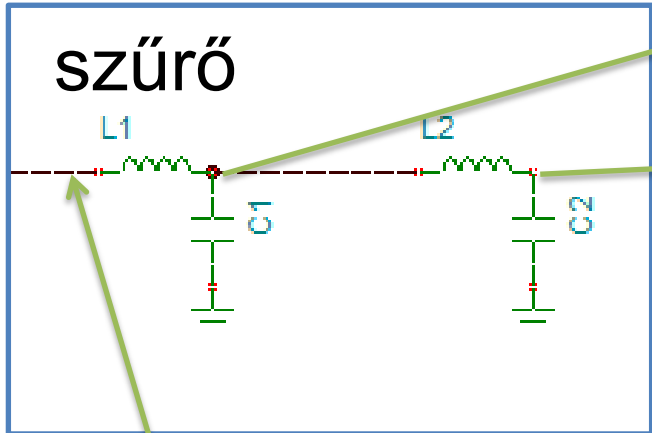
A PWM jel szűrése

Alul áteresztő szűrő karakterisztika



Áteresztjük

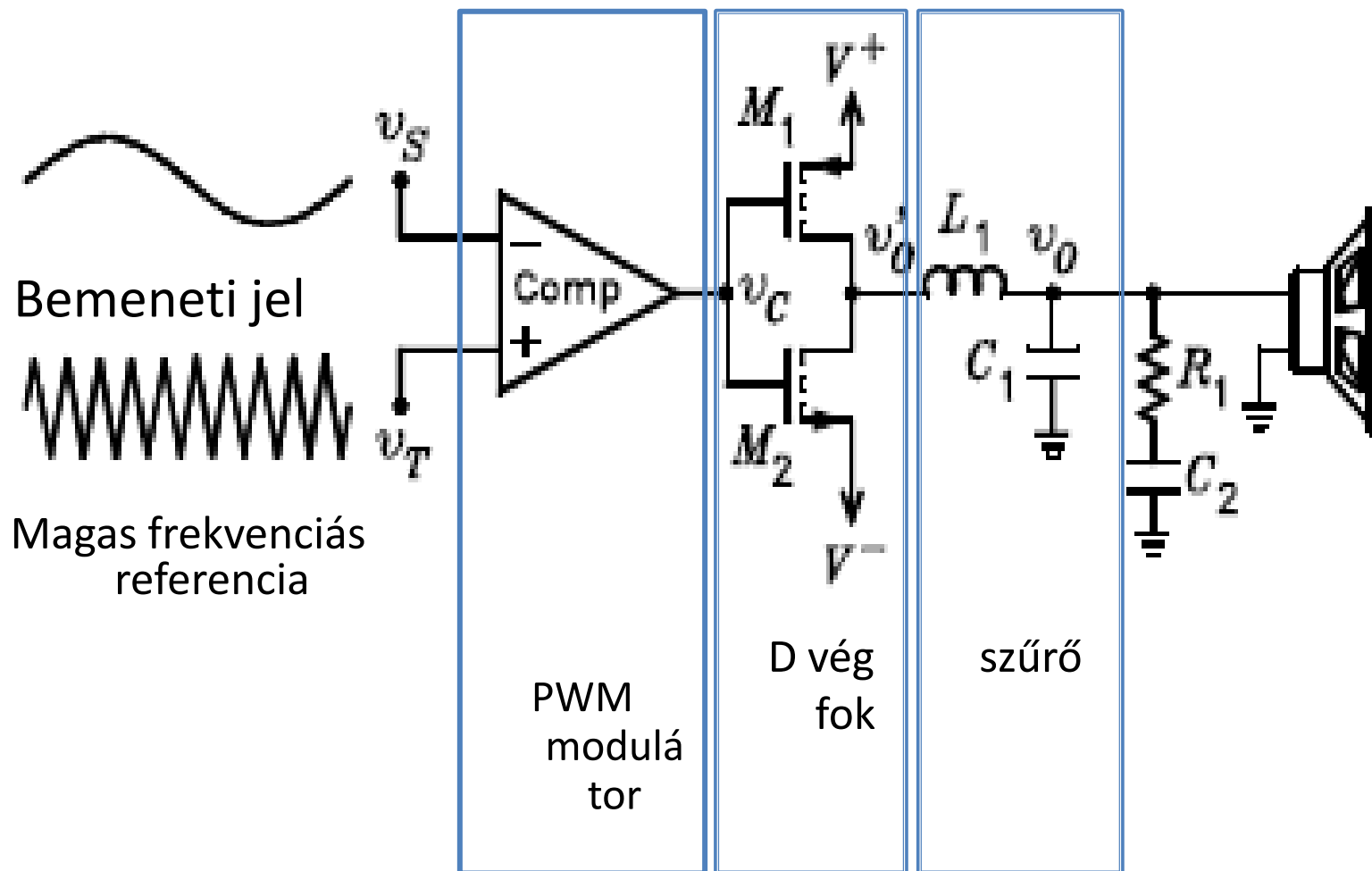
vágjuk



Az eredeti jel

PWM modulátor

D osztályú erősítő



Jelgenerátorok

- A jelgenerátor áramkörök megvalósításához általában pozitív visszacsatolású erősítőket alkalmazunk.
- A pozitív visszacsatoló hálózat lehet:
 - Frekvenciafüggő (szinuszos jelgenerátorok esetében).
 - Frekvenciától független (más jelalakú generátorok esetében).
- A négyszögjel generátorok alapvető része a feszültségkomparátor. Ez nem más mint egy túlvezérelt feszültségerősítő.

Túlvezérelt erősítők

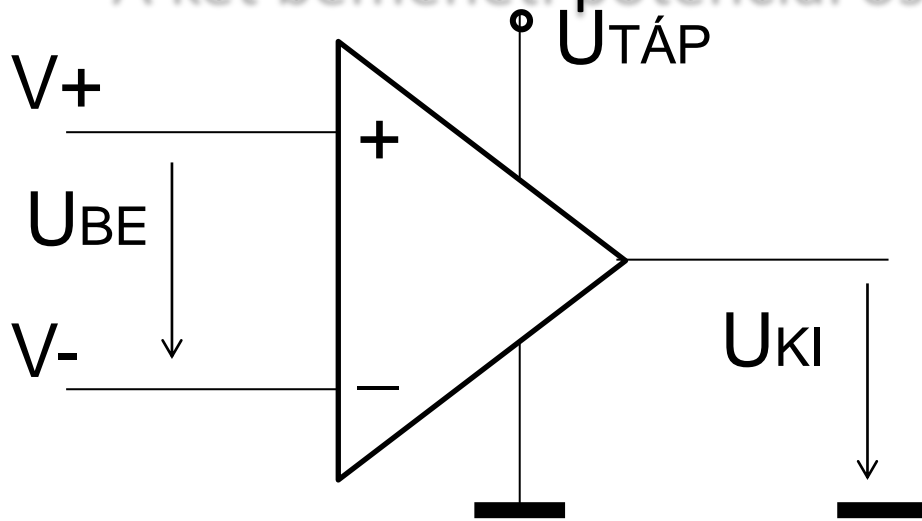
- Egy feszültségerősítő akkor túlvezérelt ha:

$$U_{BE} > \frac{U_{TÁP}}{a}$$

- U_{BE} – a bemeneti feszültség
 - $U_{TÁP}$ – a tápfeszültség
 - a – a feszültségerősítési tényező
- Minél nagyobb a feszültségerősítési tényező, annál kisebb bemeneti jel lehet az erősítőt túlvezérelni.

Feszültségkomparátor

- A végtelen feszültségerősítési tényezője miatt a műveleti erősítő (negatív visszacsatolás híján), akár milyen csekély bemeneti feszültség esetében is túl lesz vezérelve.
- A kimenetnek csak két stabil állapota van: 0 és $U_{TÁP}$
- A két bemeneti potenciál összehasonlítására alkalmas:



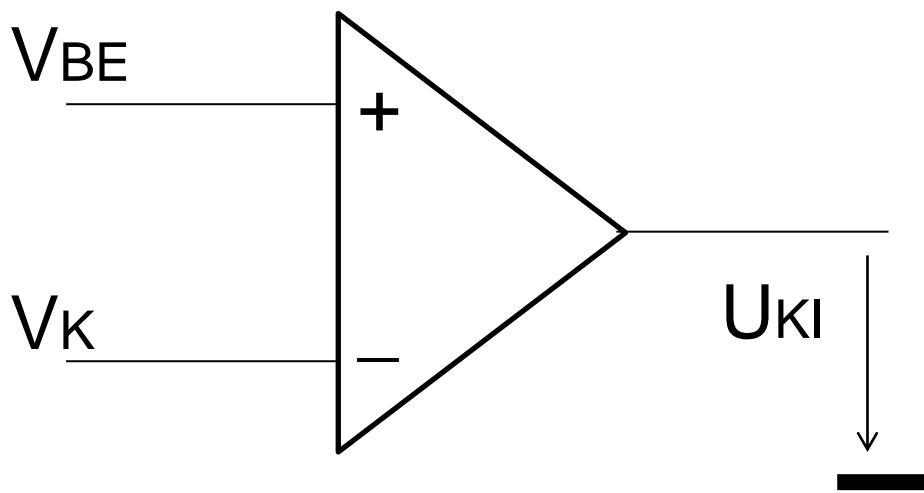
$$U_{KI} = \begin{cases} U_{TÁP}, & \text{ha } U_{BE} > 0 \\ 0, & \text{ha } U_{BE} \leq 0 \end{cases}$$

$$U_{BE} = (V+) - (V-)$$

$$U_{KI} = \begin{cases} U_{TÁP}, & \text{ha } (V+) > (V-) \\ 0, & \text{ha } (V+) \leq (V-) \end{cases}$$

Non-invertáló komparátor

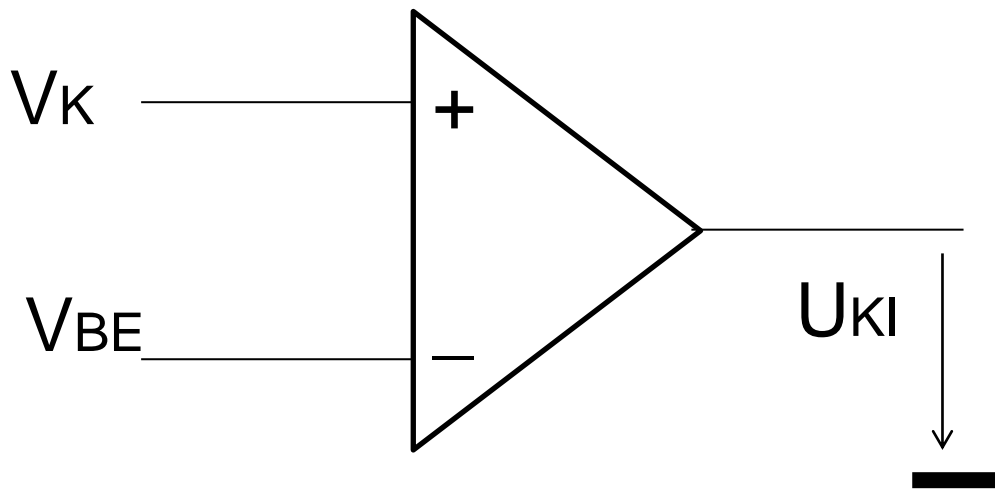
- V_+ az aktuális bemeneti jel, V_{BE}
- V_- egy állandó küszöbfeszültség, V_K
- A kimeneten akkor mérünk feszültséget ha $V_{BE} > V_K$



$$U_{KI} = \begin{cases} H, & \text{ha } V_{BE} > V_K \\ L, & \text{ha } V_{BE} \leq V_K \end{cases}$$

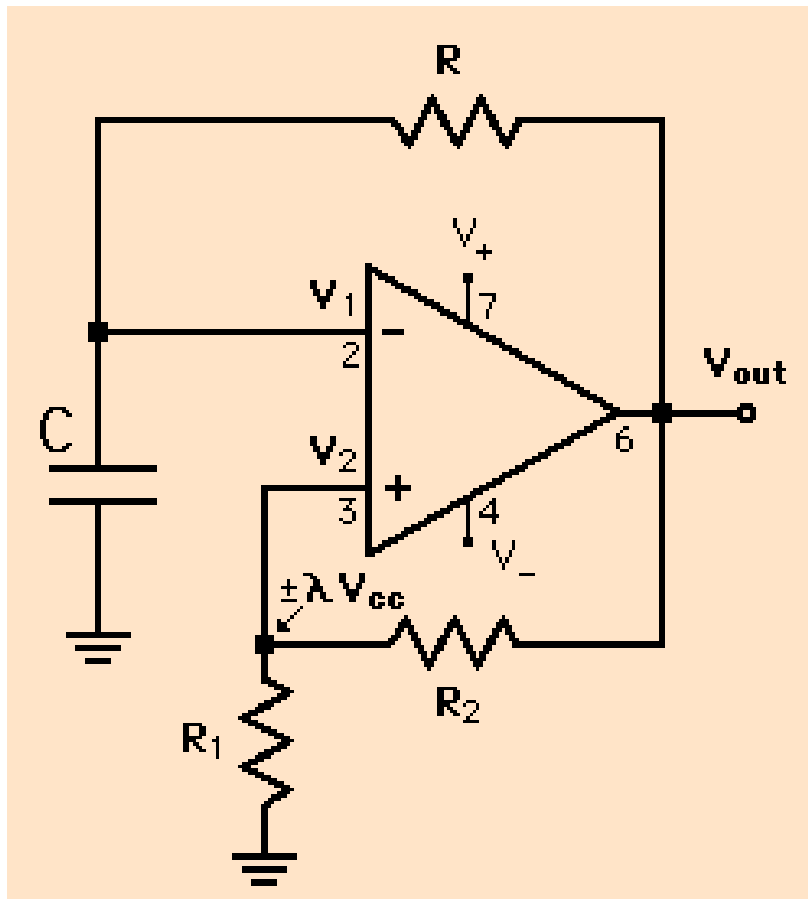
Invertáló komparátor

- V - az aktuális bemeneti jel, V_{BE}
- V + egy állandó küszöbfeszültség, V_K
- A kimeneten akkor mérünk feszültséget ha $V_{BE} < V_K$



$$U_{KI} = \begin{cases} H, & \text{ha } V_{BE} < V_K \\ L, & \text{ha } V_{BE} \geq V_K \end{cases}$$

Alkalmazási példa: négyszögjel generátor



$$\lambda = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$T = 2RC \ln \left[\frac{1 + \lambda}{1 - \lambda} \right]$$

●Példaként:

$$R_1 = R_2 = R = 20k\Omega$$

$$C = 1\mu F$$

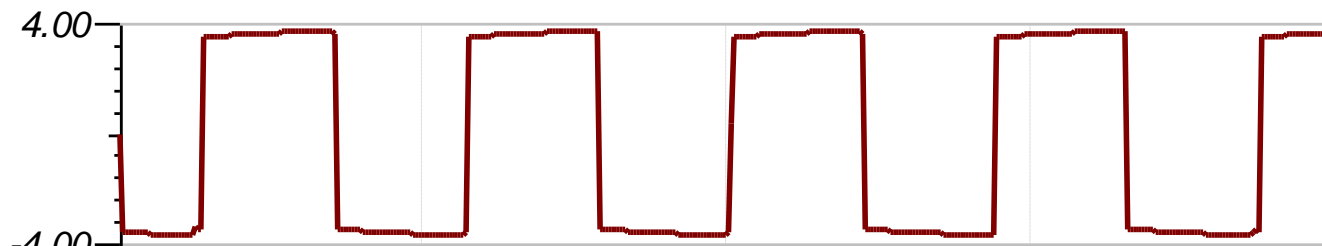
$$\lambda = 0.5$$

$$\ln \left(\frac{1 + \lambda}{1 - \lambda} \right) = \ln(3) = 1,1$$

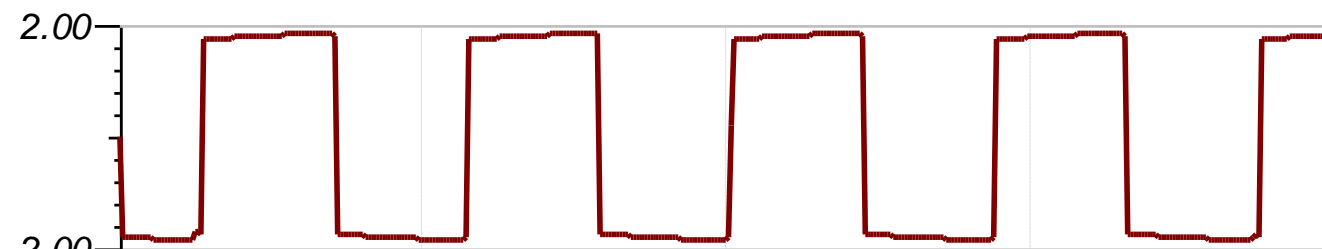
$$T = 2,2RC = 44ms \Rightarrow f = \frac{1}{T} = 22,7Hz$$

Működés szimulálása (TINA)

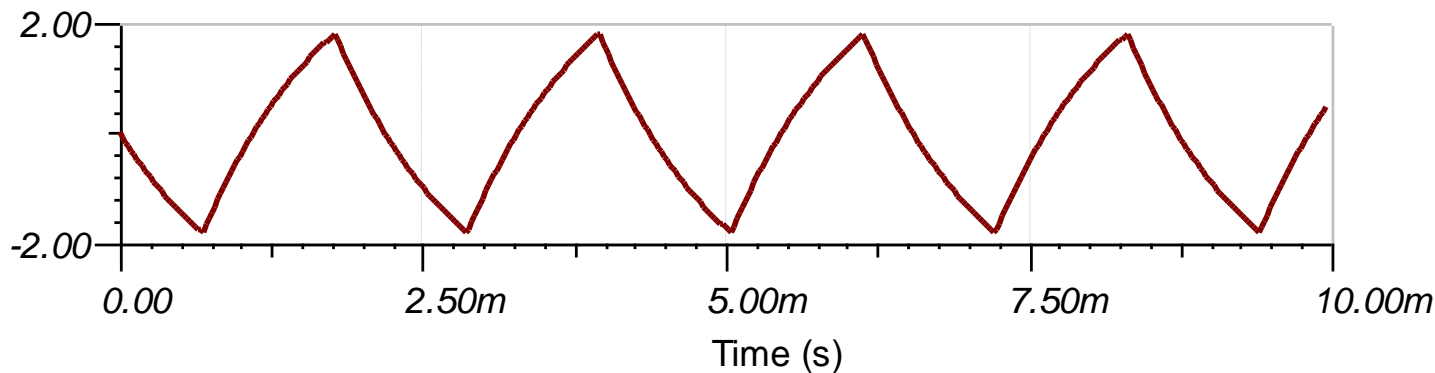
kimenet



+ be



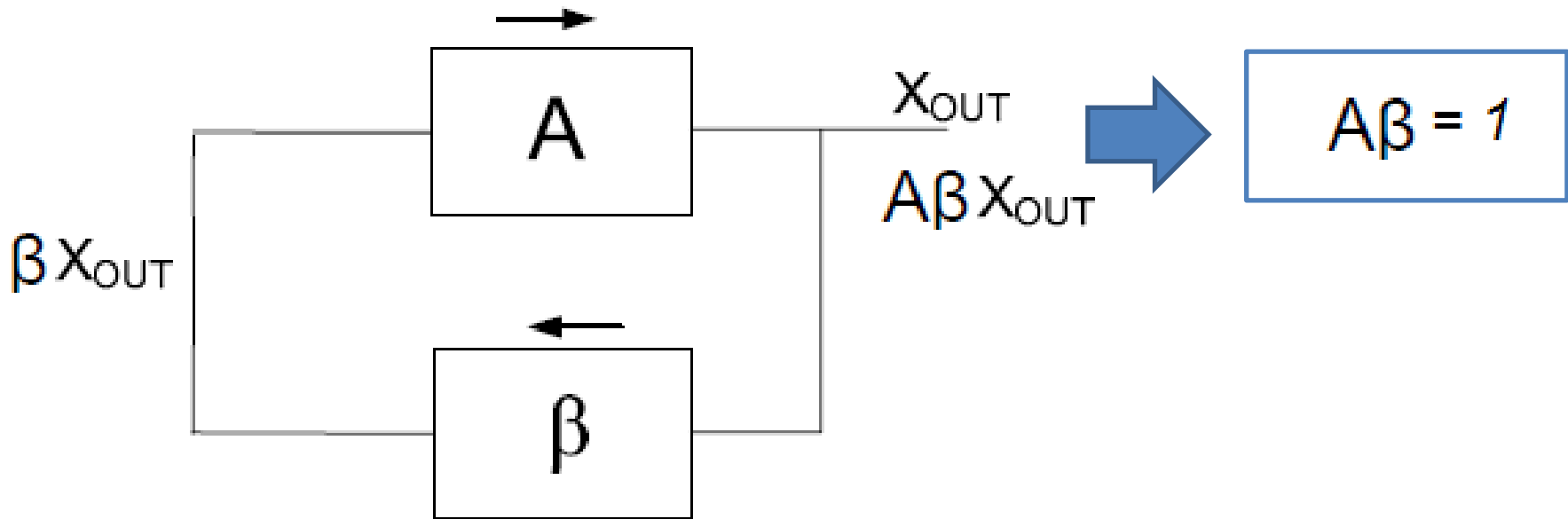
- be



Oscillátorok

- Pozitív visszacsatolású erősítők.
- A visszacsatoló hálózat frekvenciafüggő tagokat tartalmaz
 - LC
 - RC
 - Kvarc kristály
 - Kerámia rezonátor

Barkhausen kritériuma (2)



- Oszcillátor üzemmódban bemeneti jel nélkül is van kimeneti jel !

Amplitúdó feltétel $|A| \cdot |\beta| = 1$

- Az erősítőnek, a visszacsatoló hálózat csillapítását, kompenzálnia kell.
- E feltétel beteljesülése biztosítja a rezgések fenntartását.
- Sajnos egyáltalán nem garantálja a rezgés beindulását.
- Ezért a gyakorlatban túltejesítjük:

$$|A| \cdot |\beta| > 1$$

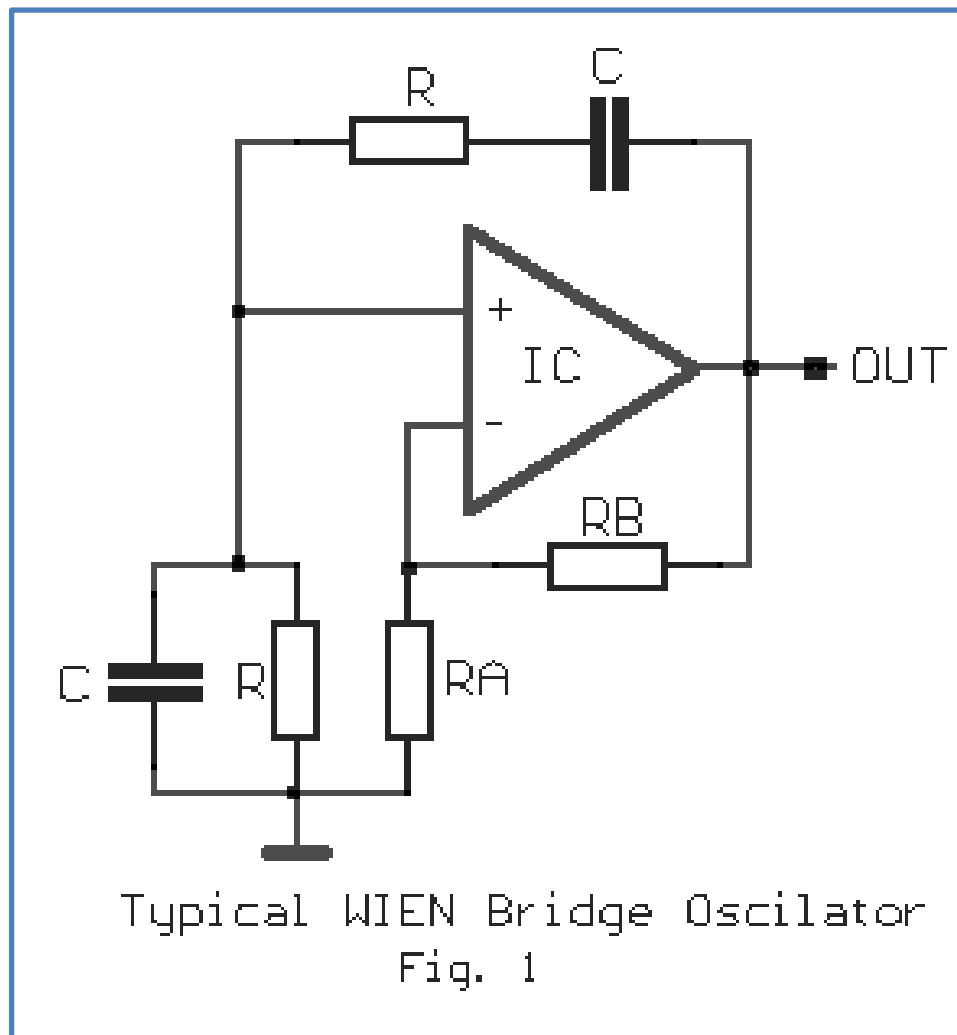
Fázis feltétel $\alpha + \theta = 0$

- A visszacsatoló hálózat pontosan kompenzálja az erősítő fáziseltolását.
- A visszacsatoló hálózat úgy van kialakítva hogy e feltétel csak egy adott frekvencián teljesül.
- Ez lesz a rezgési frekvencia.

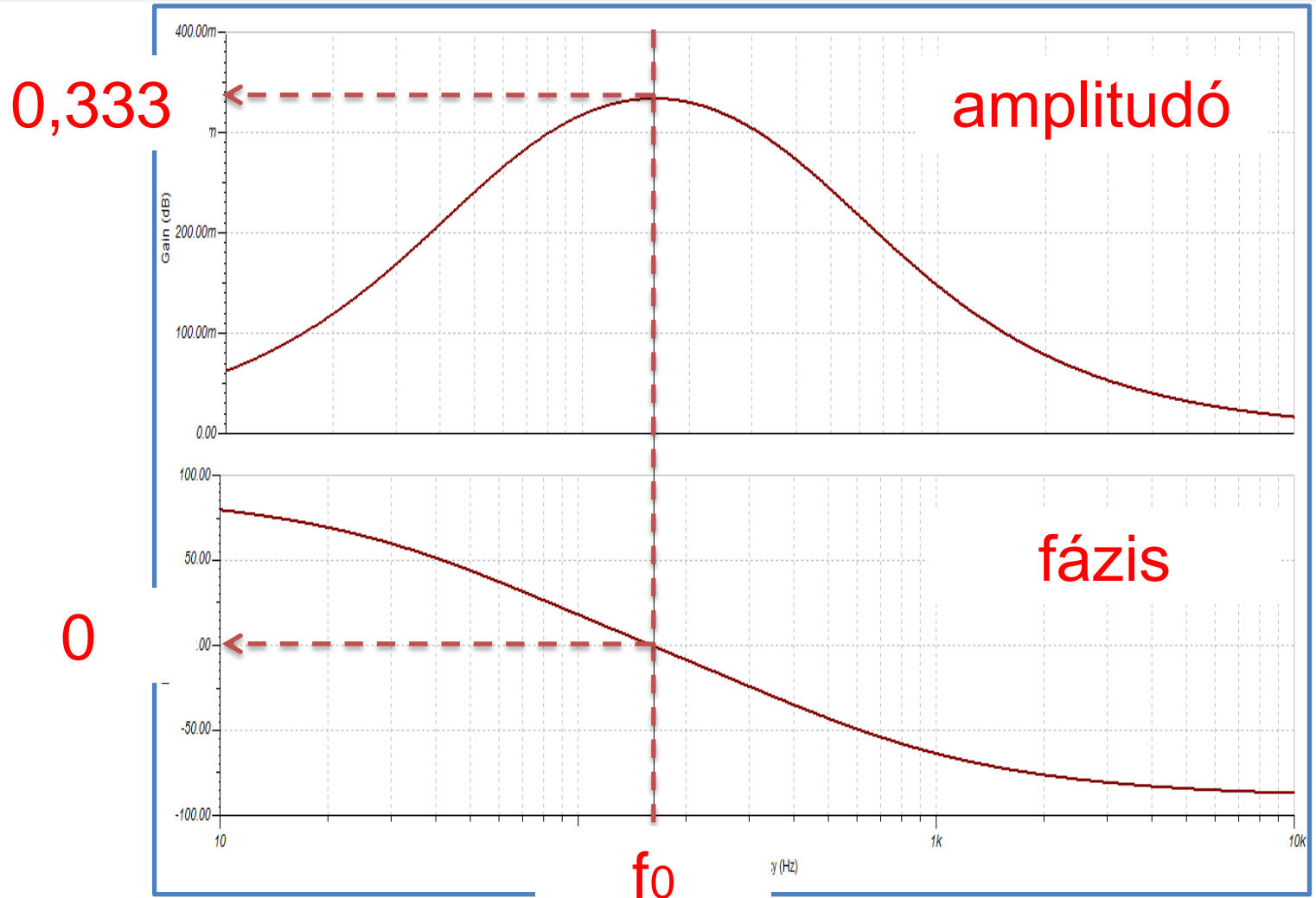
Példa: Wien hidas oszcillátor

- IC + RB + RA = erősítő
- R + C + R || C = visszacsatoló hálózat

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$



Visszacsatoló hálózat átviteli függvénye

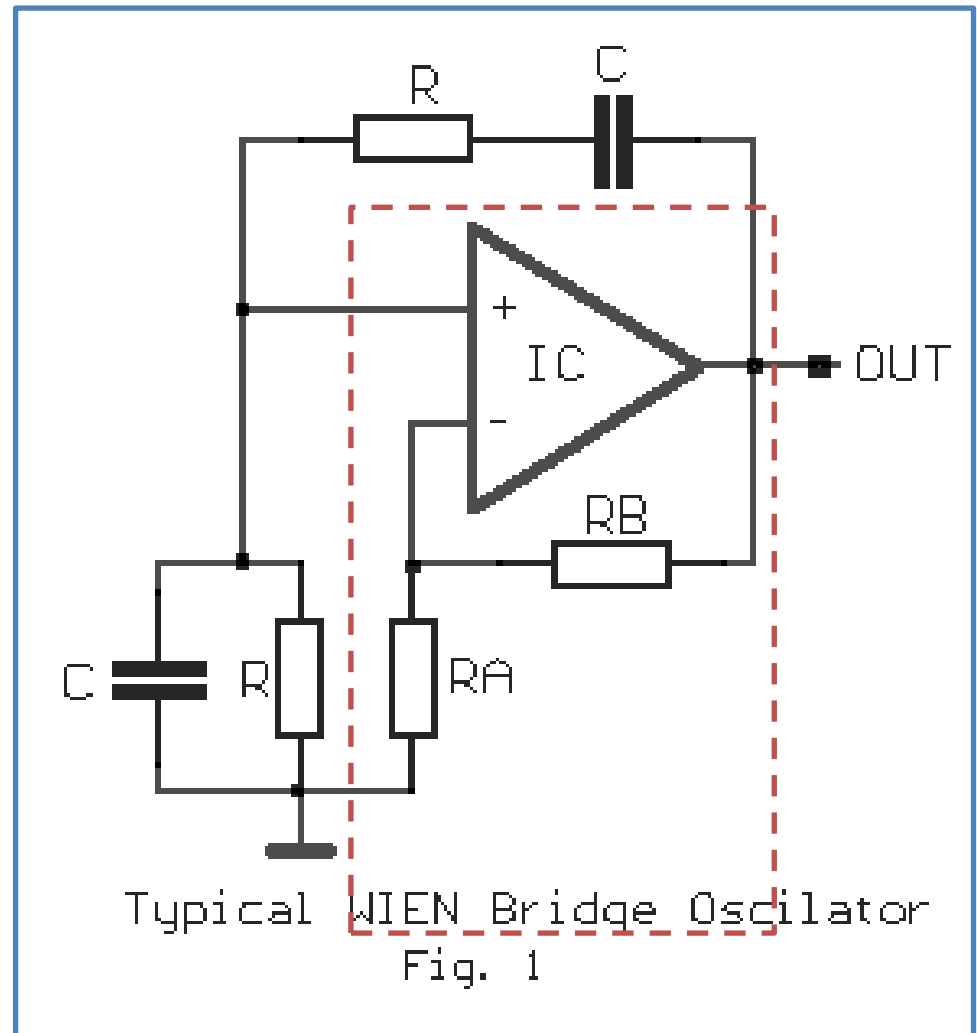


Következtetés

- Az amplitúdó feltétel teljesítéséhez minimum háromszoros erősítés szükséges.

$$A = 1 + \frac{R_B}{R_A} \geq 3$$

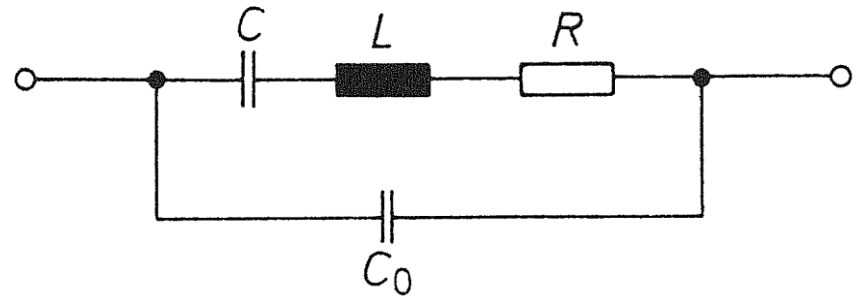
- A fázis feltétel teljesítéséhez egy non invertáló erősítő kell.



A kvarc kristály és az LC rezgőkör

- A rezgőkvarc komplex impedanciája (R ellenállás elhanyagolásával):

$$Z = \frac{j}{\omega} \frac{\omega^2 LC - 1}{C_0 + C - \omega^2 L C C_0}$$



- Látható, hogy van egy olyan frekvencia (**f_s** - soros rezonancia frekvencia), amelynél $Z = 0$.

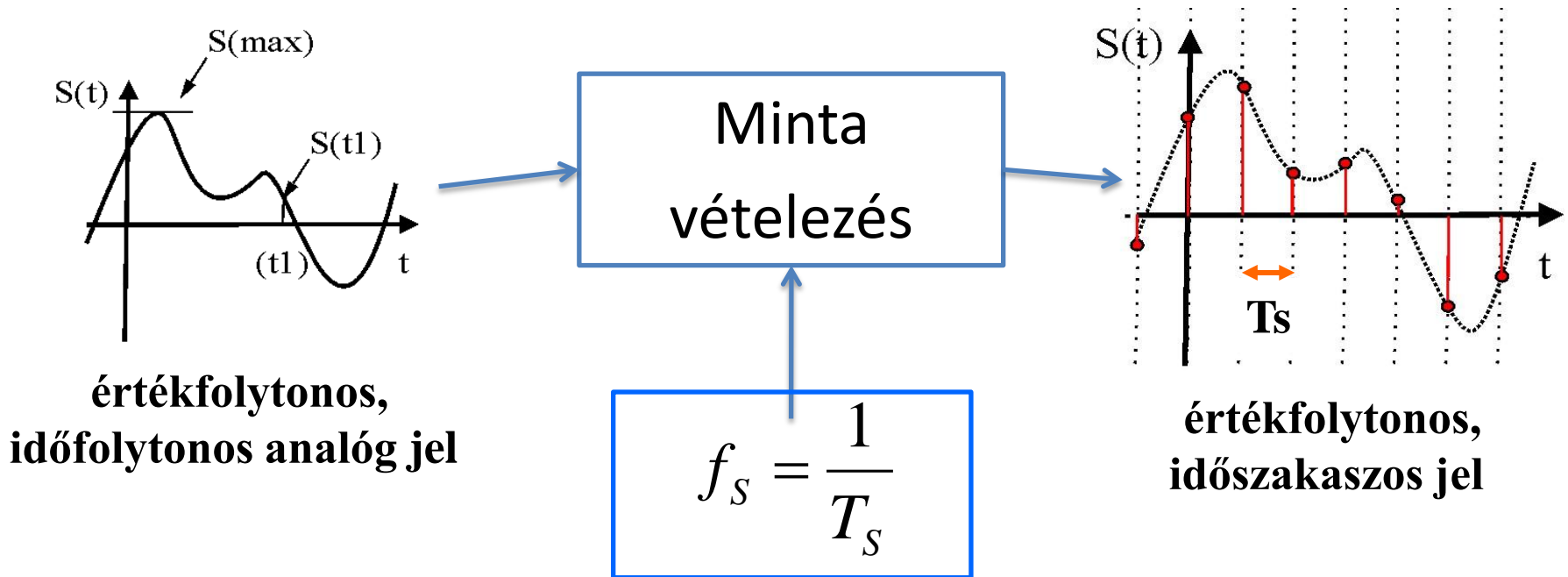
$$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

- És van egy olyan frekvencia (**f_p** - párhúzámos rezonancia frekvencia), amelynél Z végtelen.

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \sqrt{1 + \frac{C}{C_0}}$$

A/D és D/A átalakítók

Mintavételezés során az analóg jelekből (azonos) időszakonként mintát veszünk, vagyis megmérjük a jel amplitúdóját



Nagyon fontos jellemző: a mintavételezési frekvencia (sampling rate)

Shannon/Nyquist tétel

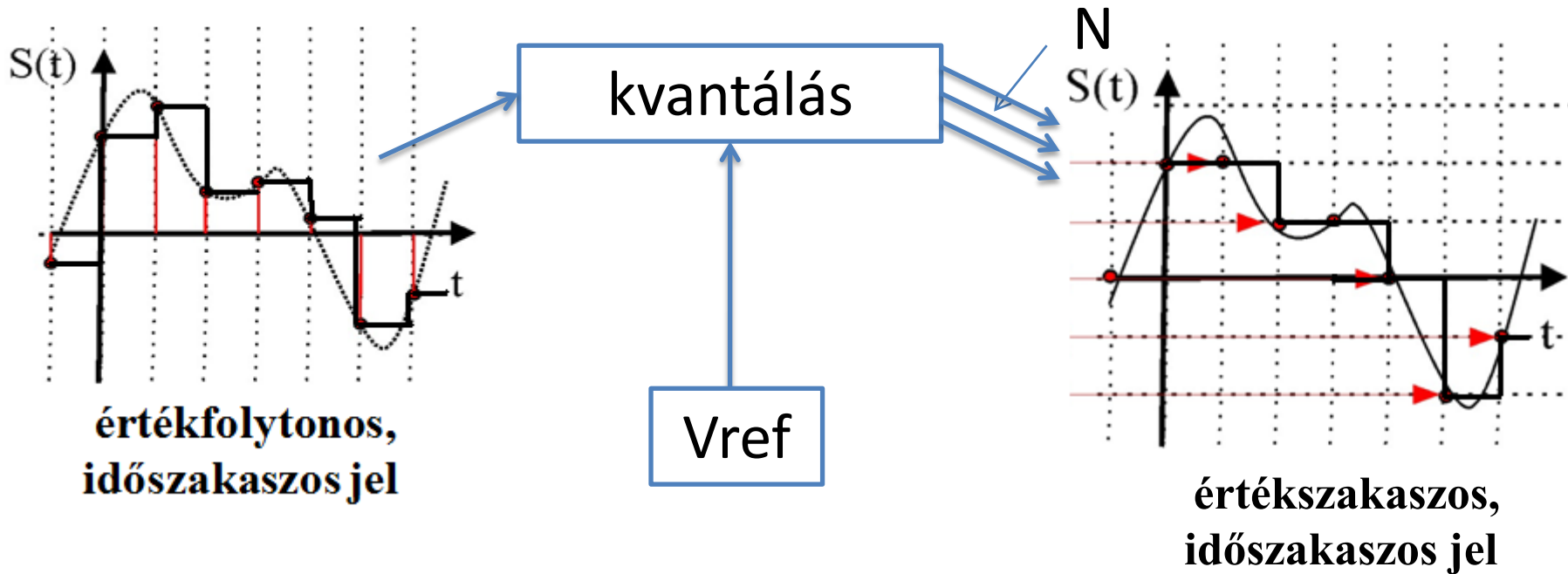
- A mintavételezett jelből akkor lehet az eredeti jelet információvesztés nélkül visszaállítani, ha a mintavételezési frekvencia értéke az eredeti analóg jel sávszélességének legalább kétszerese !

$$f_s > 2 \cdot f_{\max}$$

- Ezért célszerű az analóg – digitális átalakítók bemenetére egy $f_s / 2$ határ frekvenciájú aluláteresztő szűrőt elhelyezni

Kvantálás

Kvantálásnak nevezzük az amplitúdó-mintákhoz, a bináris kódszavak hozzárendelését, *mellyel a minták folytonos amplitúdója diszkrétté válik.*



Legfőbb jellemzői: a referencia feszültség (V_{ref}) és a felbontás (N)

Felbontás

- N bites számábrázolásnál U_{max} a $2^N - 1$ értékhez tartozó feszültség
- A legnagyobb megengedett bemeneti feszültség:

$$U_{max} = U_{ref}$$

- A legkisebb érzékelhető feszültséget a legkisebb helyértékű bit változása jelzi.

$$\begin{array}{l} U_{ref} \rightarrow 2^N - 1 \\ U_{LSB} \rightarrow 1 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} U_{ref} \\ U_{LSB} \end{array}} \right\} \rightarrow U_{LSB} = \frac{U_{ref}}{2^N - 1}$$

•

Felbontás

- Analóg szempontból a legkisebb érzékelhető feszültséget nevezzük felbontásnak.
- **A felbontást a bitek száma és a referencia feszültség értéke határozza meg.**

$$U_{LSB} = \frac{U_{ref}}{2^N - 1}$$

- Digitális szemszögből nézve gyakran használjuk az „N bit felbontásu” kifejezést.

A/D átalakítók csoportosítása

1. A közvetlen átalakító

Leggyorsabb

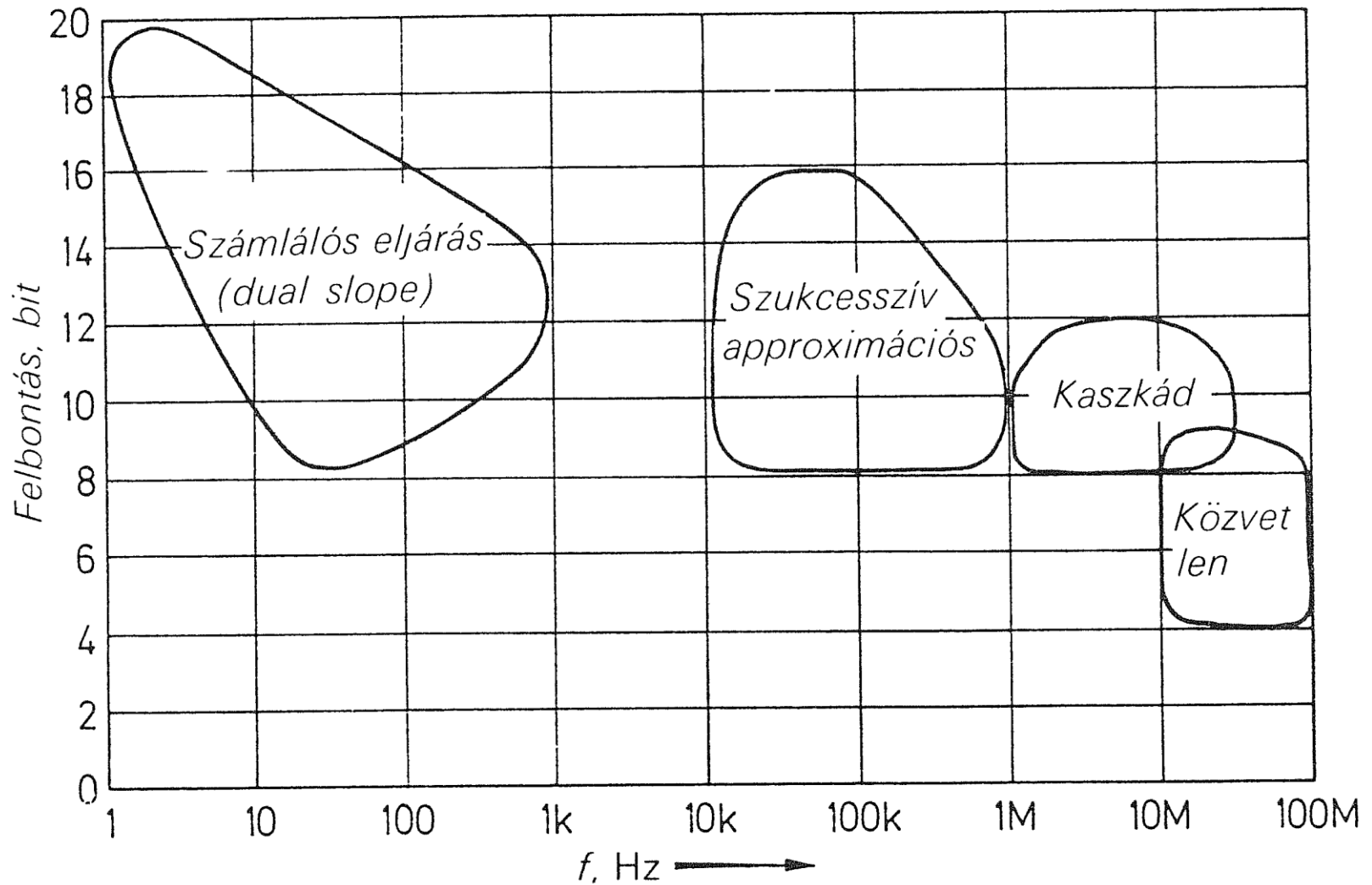
2. A szukcesszív approximációs átalakító

Leghasználtabb

3. Számlálót alkalmazó megoldások

Legnagyobb felbontásúak

A/D átalakítók összehasonlítása

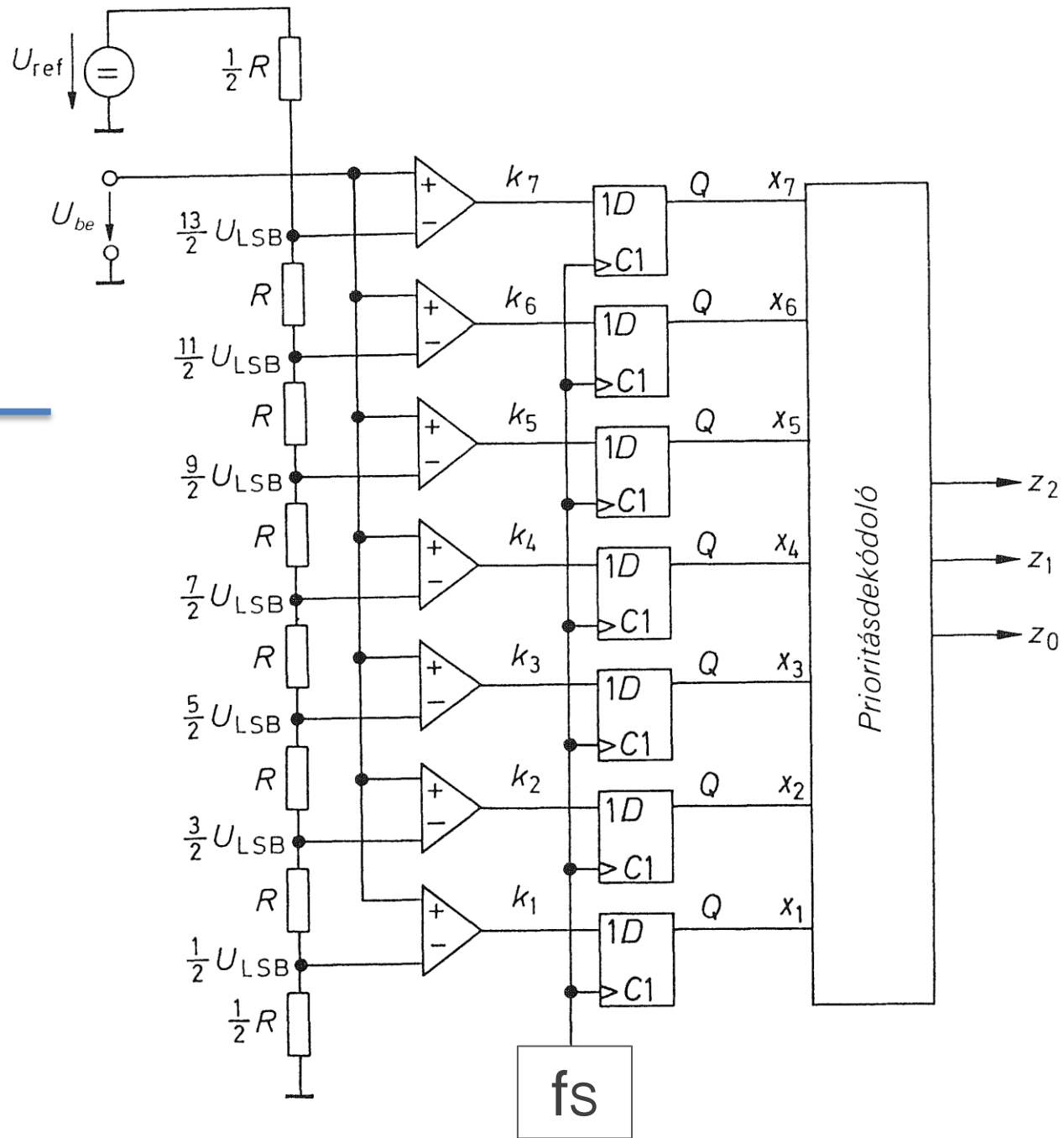


Közvetlen (flash) konverter

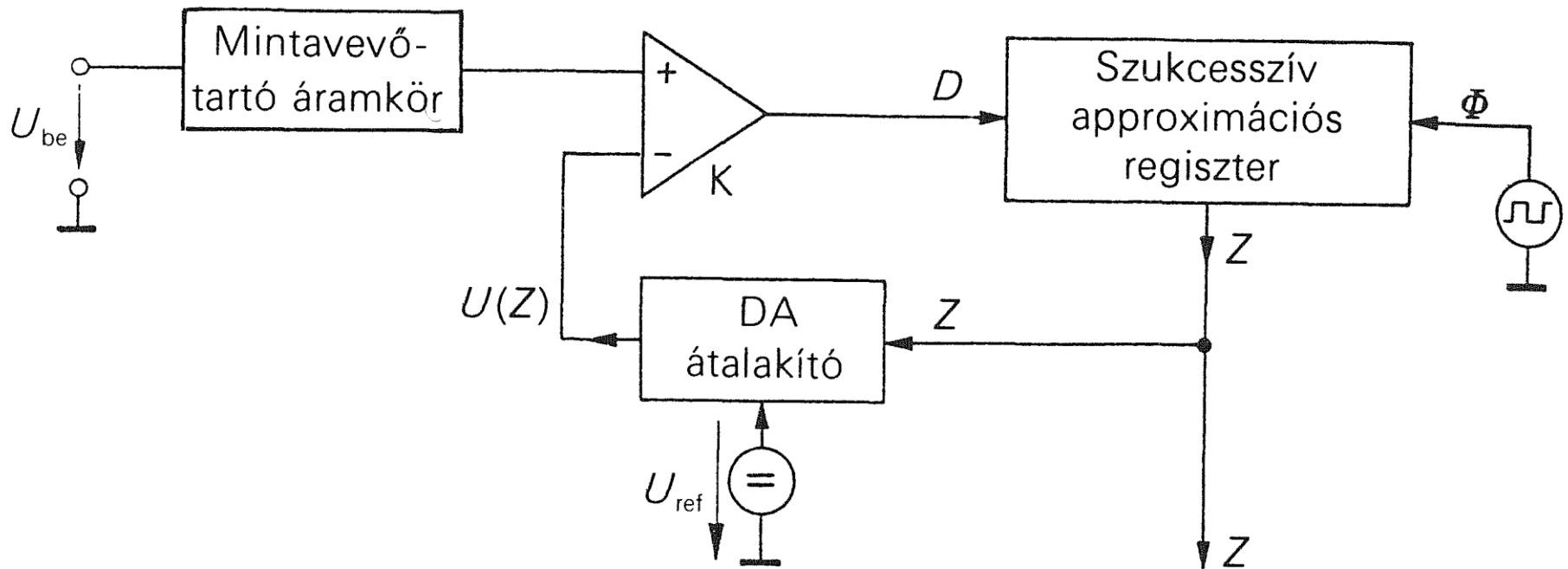
Az eredmény
egy lépésben
megvan

$$2^N - 1$$

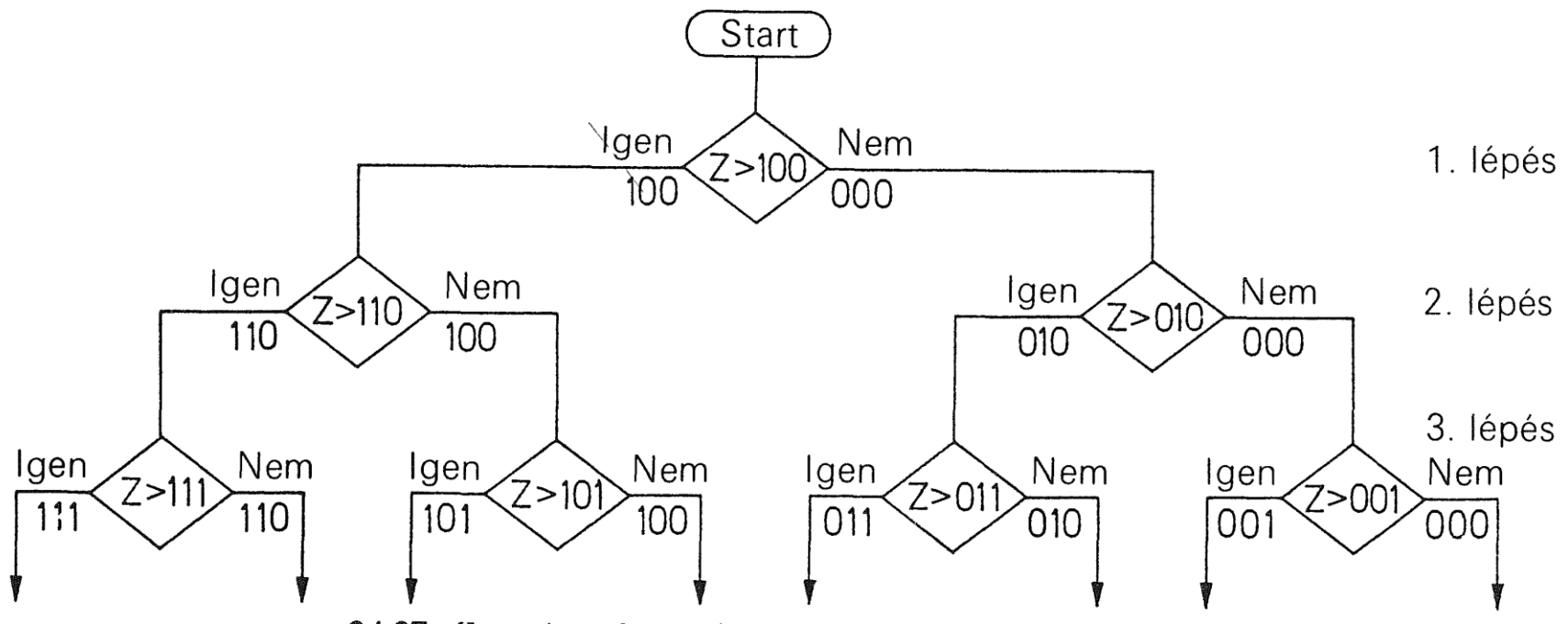
komparátor
szükséges



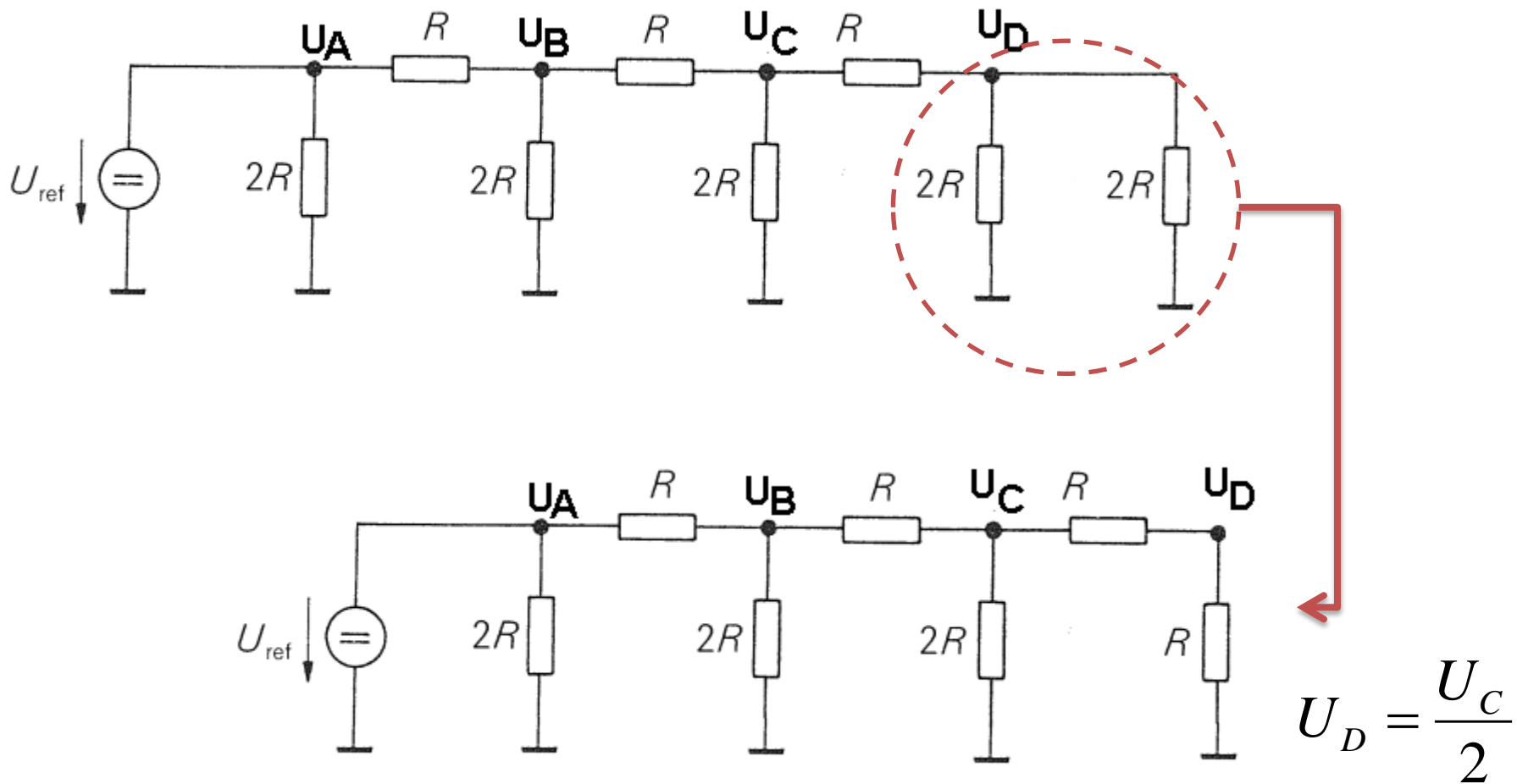
A szukcesszív approximációs konverter



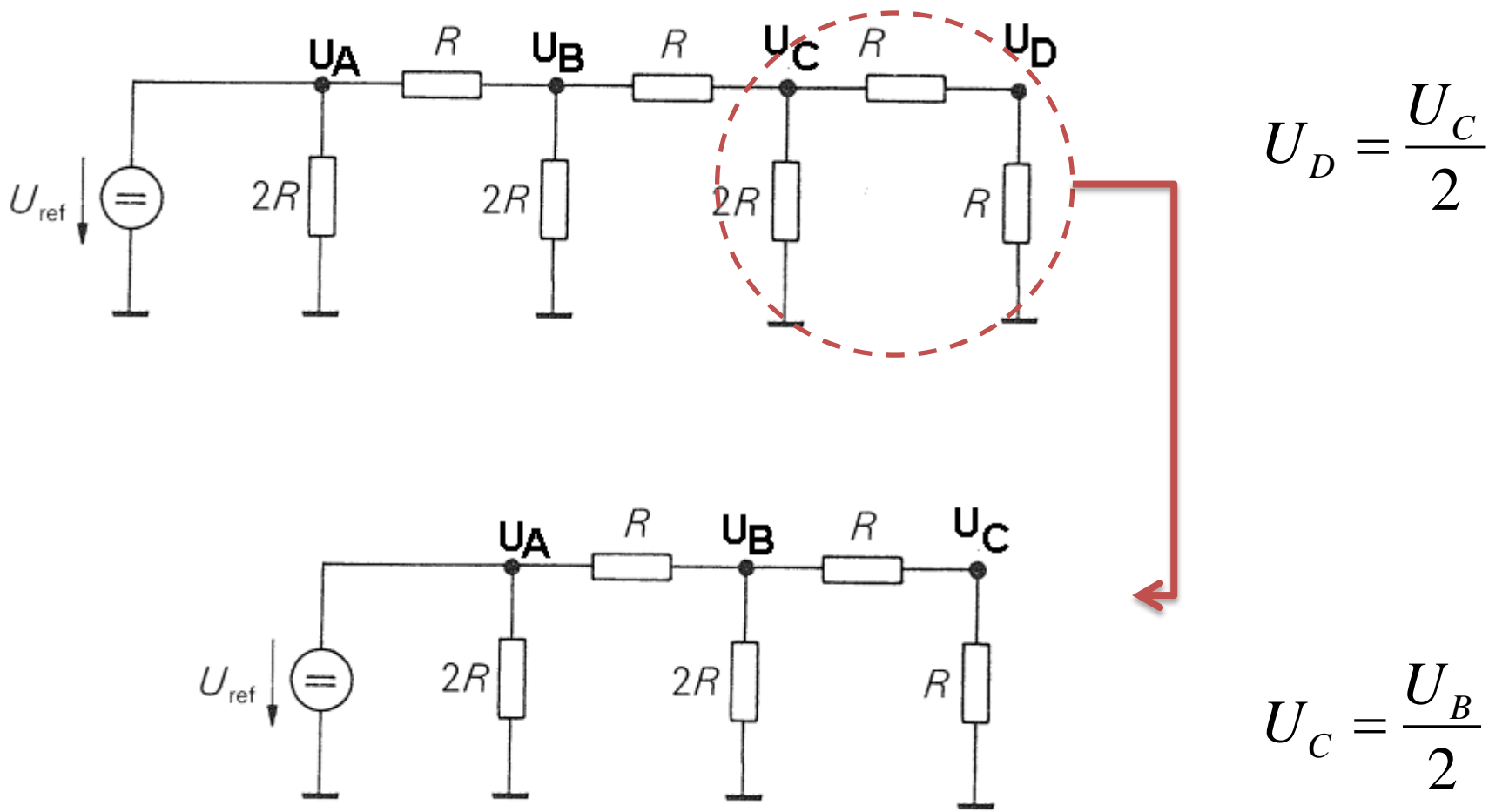
A szukcesszív approximáció folyamat ábrája



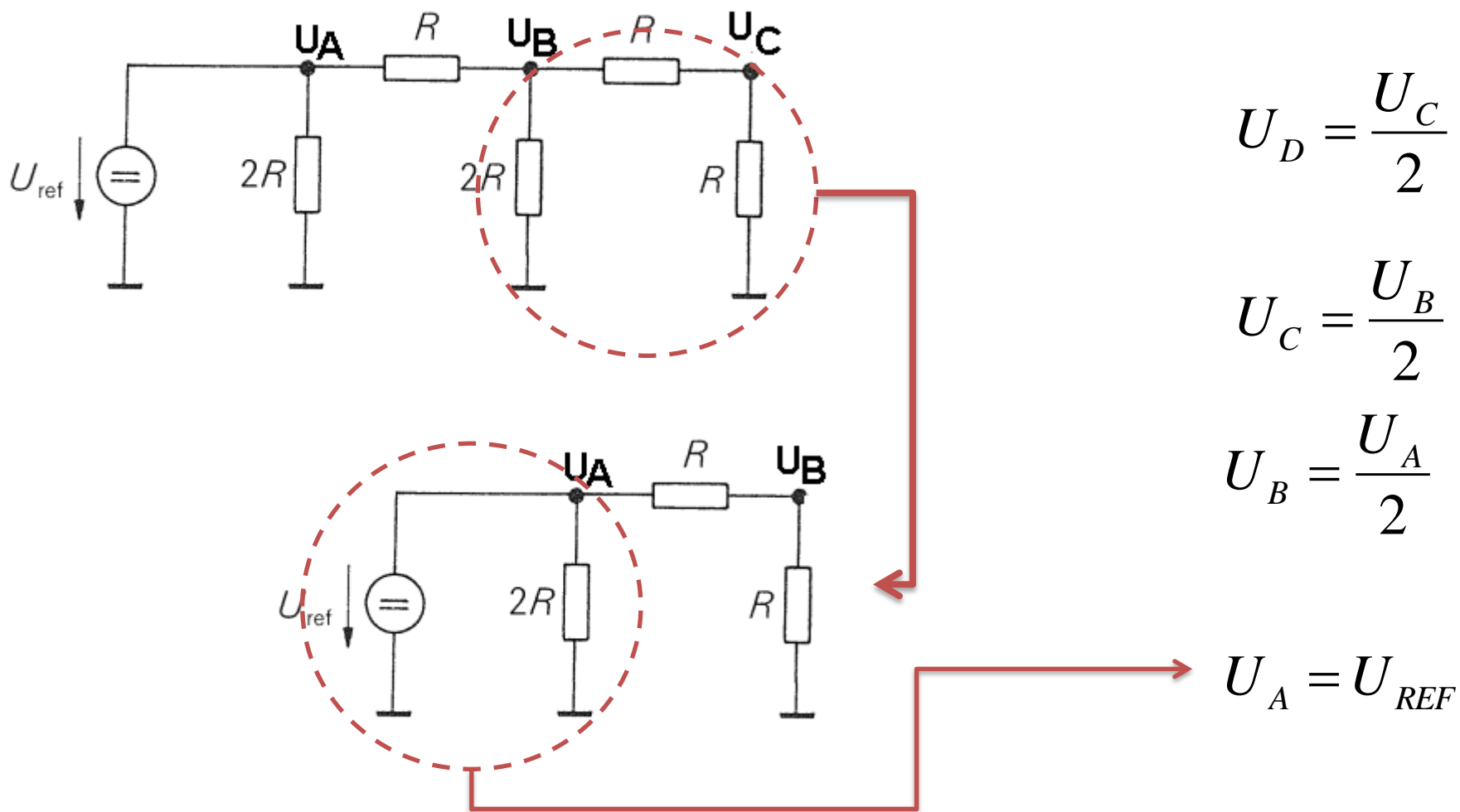
R-2R hálózat



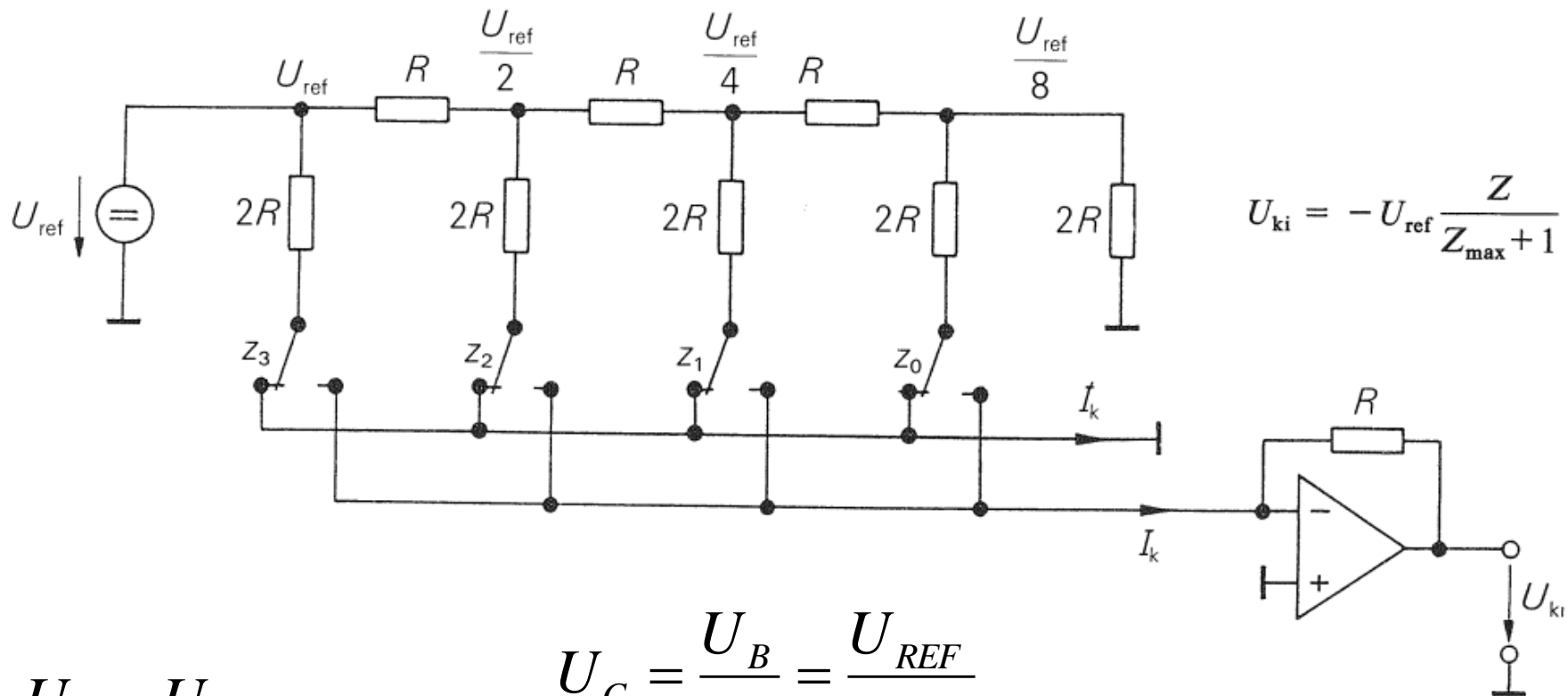
R-2R hálózat



R-2R hálózat



R-2R hálózatos D/A átalakító



$$U_{ki} = -U_{ref} \frac{Z}{Z_{max} + 1}$$

$$U_A = U_{REF}$$

$$U_C = \frac{U_B}{2} = \frac{U_{REF}}{4}$$

$$U_B = \frac{U_A}{2} = \frac{U_{REF}}{2}$$

$$U_D = \frac{U_C}{2} = \frac{U_{REF}}{8}$$

$$U_{KI} = -\frac{U_{REF}}{16} \cdot Z$$