

Teljesítményelektronika szabályozása

Összeállította dr. Blága Csaba egyetemi docens

Szakirodalom

1. Ferenczi Ödön,
Teljesítményszabályozó áramkörök,
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981.
2. Ipsits Imre,
Villamos automatikaelemek,
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982.

Tartalom

1. Teljesítményelektronikai szabályozási elvek
2. Teljesítményelektronikát szabályozó integrált áramkörök

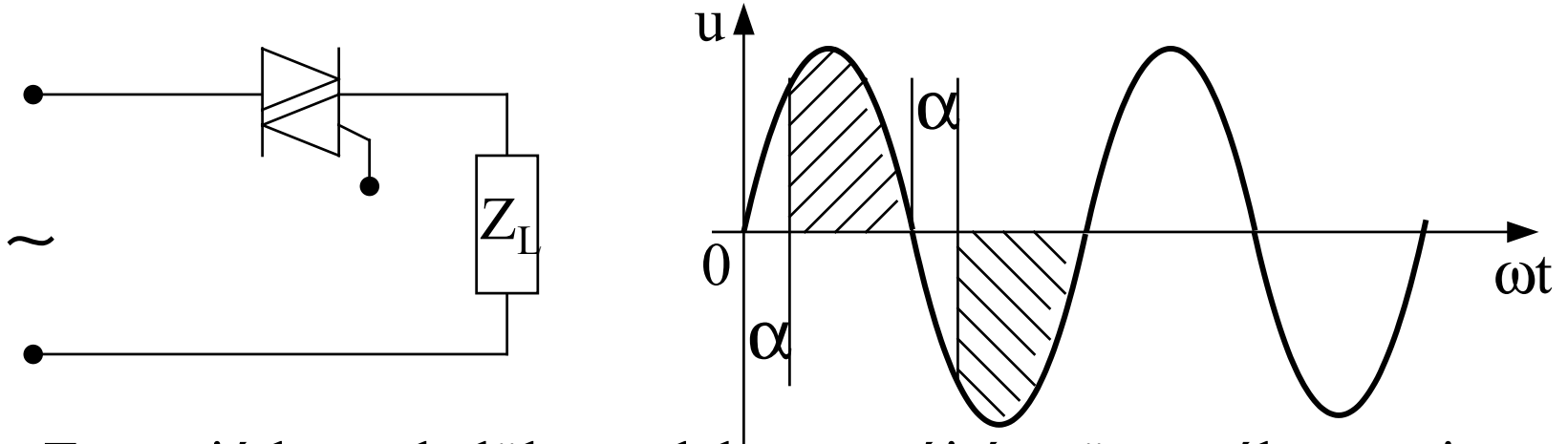
1. Teljesítményelektronikai szabályozási elvek

1. $AC \rightarrow AC$ átalakítás
2. $DC \rightarrow DC$ átalakítás
3. $DC \rightarrow AC$ átalakítás
4. $AC \rightarrow DC$ átalakítás

1.1. AC \rightarrow AC átalakítás

1. Fázishasítás
2. Hullámcsomag vezérlés
3. Impulzus vezérlés
4. Szinkronizált megcsapolású transzformátor

1.1.1.a. Fázishasítás elve

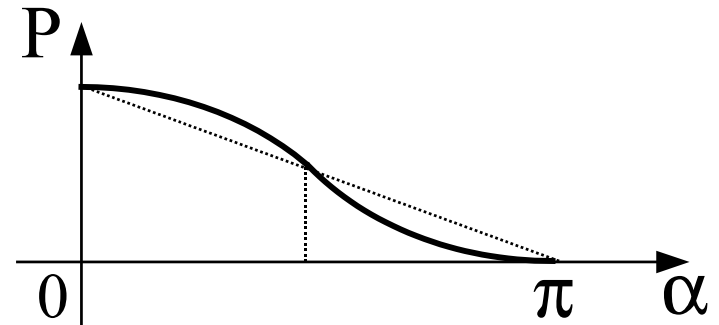


Egy perióduson belül nem lehet a gyújtásszöget változtatni, mert egyenösszetevő jelenik meg és mágneses fogyasztó esetén telítődés következik be.

Ha α =állandó \Rightarrow feszültség és áram lineáris közép értéke=0.

$$\text{Ha } Z_L=R \Rightarrow P = \frac{U^2}{R} \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right)$$

Ha $\alpha \uparrow \Rightarrow P \downarrow$, de nem lineárisan.



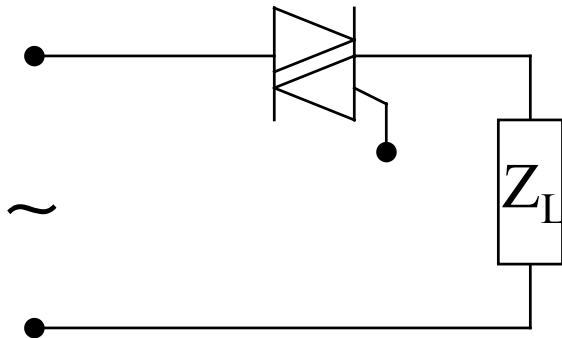
1.1.1.b. Fázishasítás jellemzői

Előnyök: - folyamatos szabályozás α_{\min} és α_{\max} között
- a fogyasztóra jutó áram alapharmonikusának frekvenciája
= a táp frekvenciájával \Rightarrow szinkron fordulatszám megmarad

Hátrányok: - felharmonikus tartalom \Rightarrow
- Ω -os fogyasztó esetén is van meddő teljesítmény
- visszahat a hálózatra
- rádiófrekvenciás zavarás
- $du/dt, di/dt \uparrow \Rightarrow$ speciális félvezetők

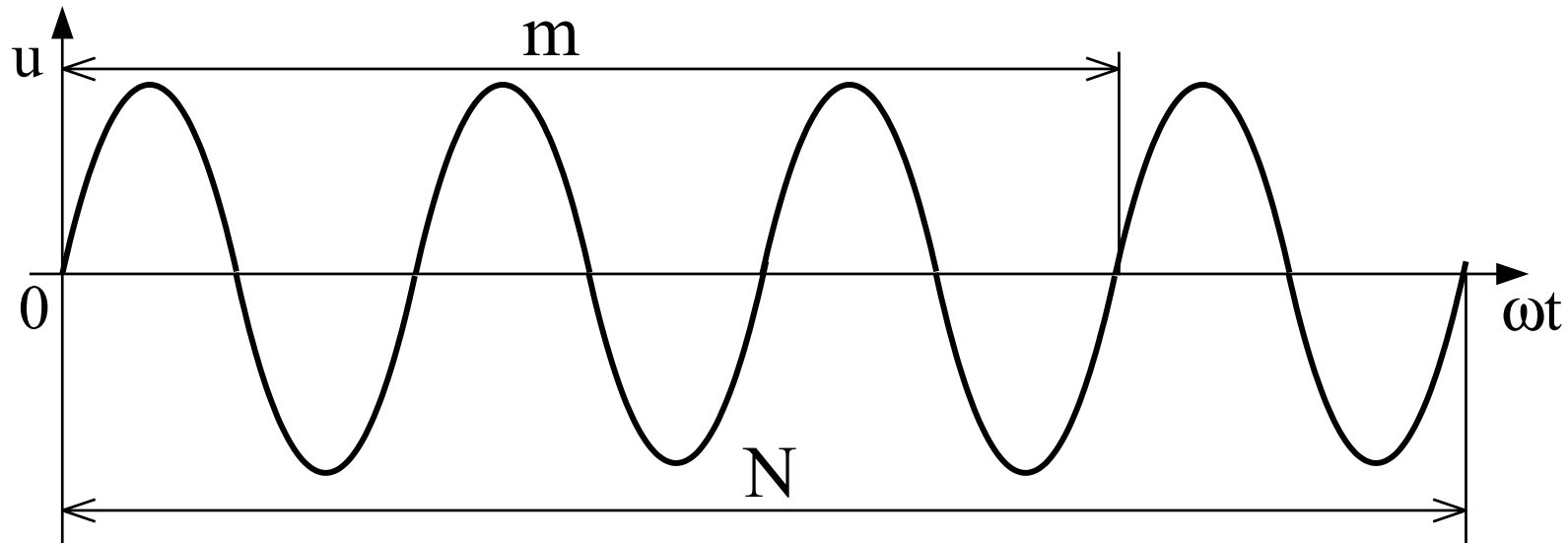
Alkalmazás: ahol az 50 Hz-es váltóáram szabályozása szükséges:
fényerő, motorfordulatszám, elektromágnes behúzó ereje, stb.

1.1.2.a. Hullámcsomag vezérlés elve



N teljes periódusból m teljes periódust vezet.

Külön áramkör gondoskodik arról, hogy mindig 0-nál legyen a bekapcsolás és teljes periódust legyen bekapcsolva.



$$\text{Ha } Z_L = R \Rightarrow P_{\max} = \frac{U^2}{R} \quad \text{és} \quad P = \frac{m}{N} P_{\max}$$

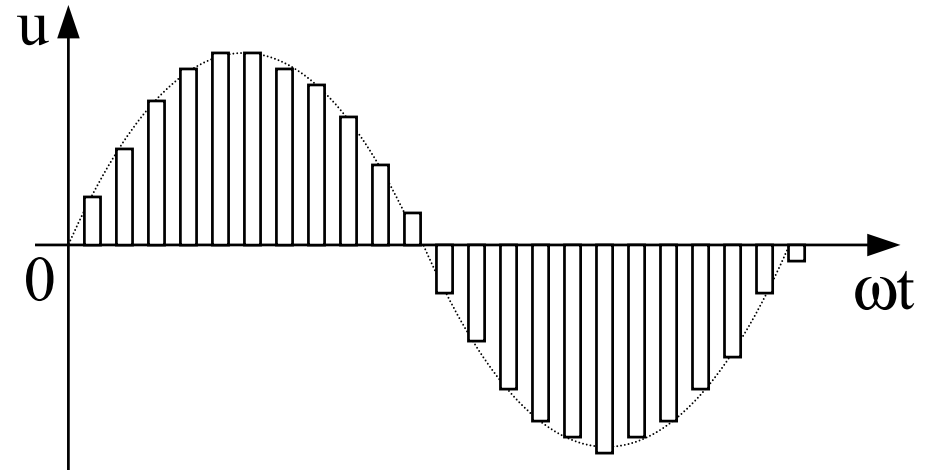
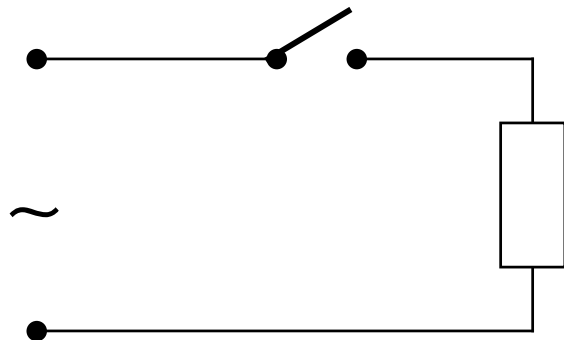
1.1.2.b. Hullámcsomag vezérlés jellemzői

Előnyök: - kapcsolás 0 átmenetnél \Rightarrow - nincs felharmonikus tartalom
- nincs rádiófrekvenciás zavarás
- du/dt , di/dt nem jelentős

Hátrányok: - szubharmonikusok keletkeznek \Rightarrow mechanikus rezgések
- lassú vezérlés

Alkalmazás: nagy tehetetlenségű (időállandójú) rendszerek esetén:
villamos hevítés

1.1.3.a. Impulzus vezérlés elve



A tápfeszültség nagyfrekvenciás szaggatása.

1.1.3.b. Impulzus vezérlés jellemzői

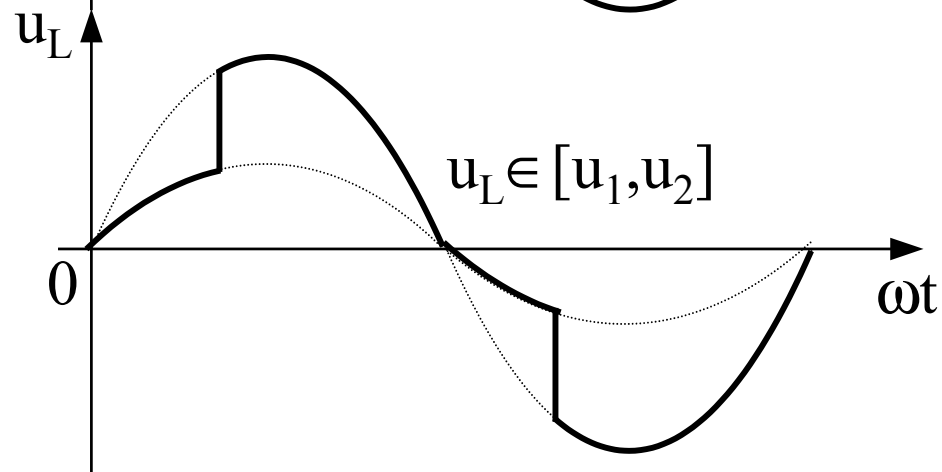
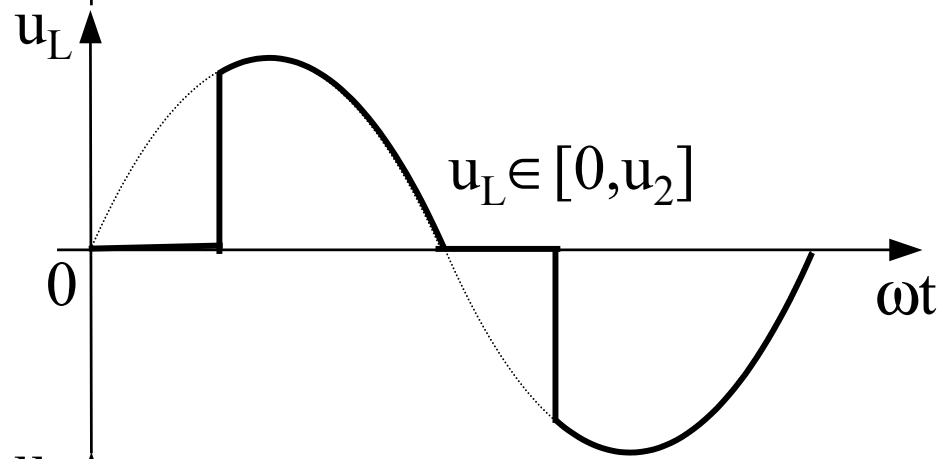
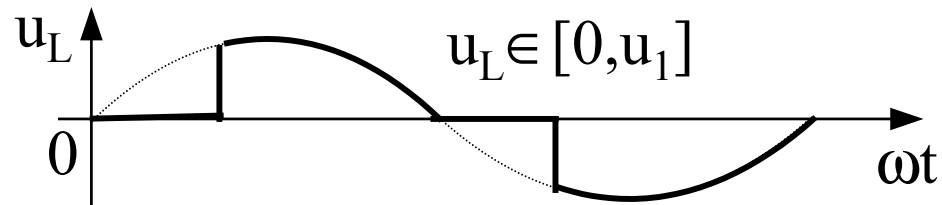
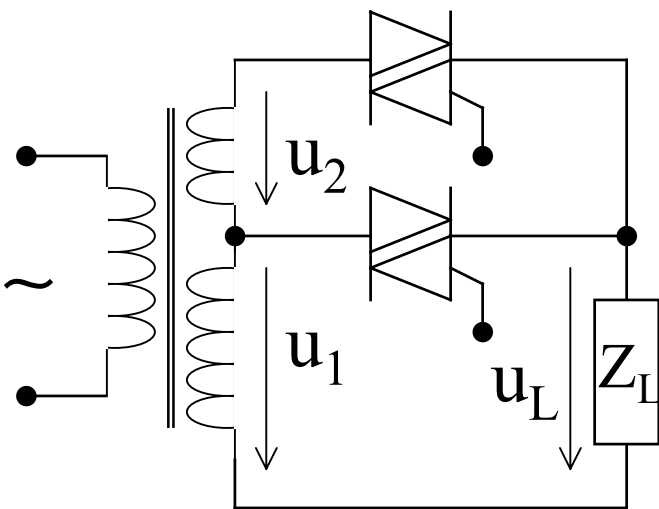
Előnyök: - gyors szabályozás

Hátrányok: - felharmonikus tartalom \Rightarrow

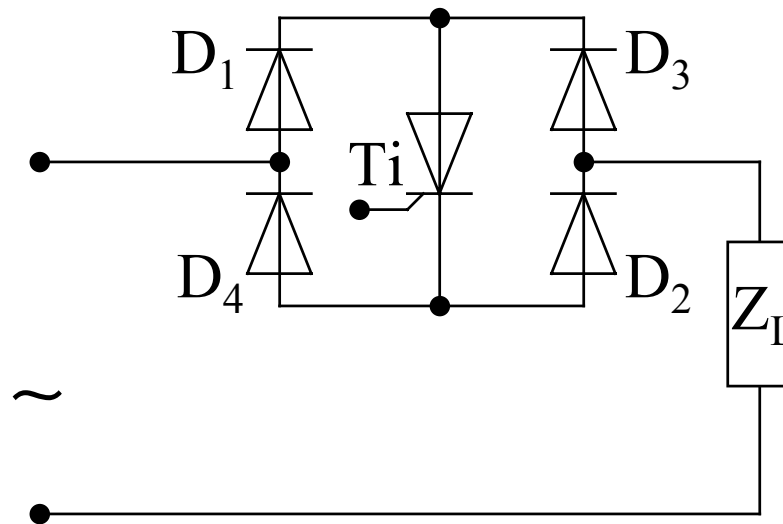
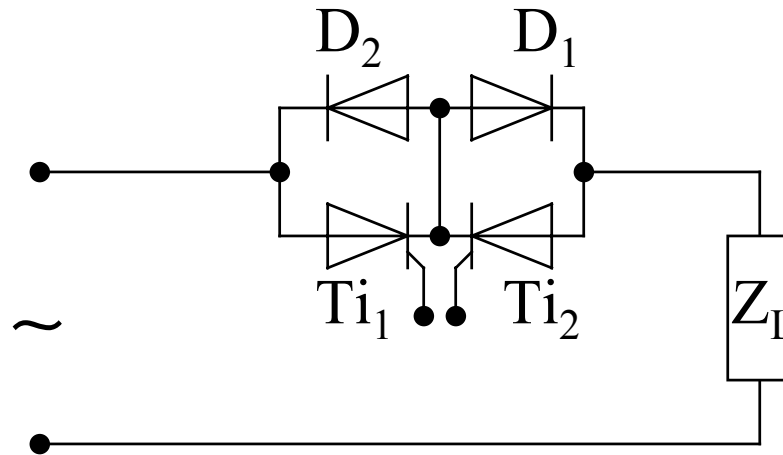
- Ω -os fogyasztó esetén is van meddő teljesítmény
- visszahat a hálózatra
- rádiófrekvenciás zavarás
- $du/dt, di/dt \uparrow \Rightarrow$ speciális félvezetők

Alkalmazás: különösen gyors beavatkozást igénylő berendezéseknél:
szervohajtás

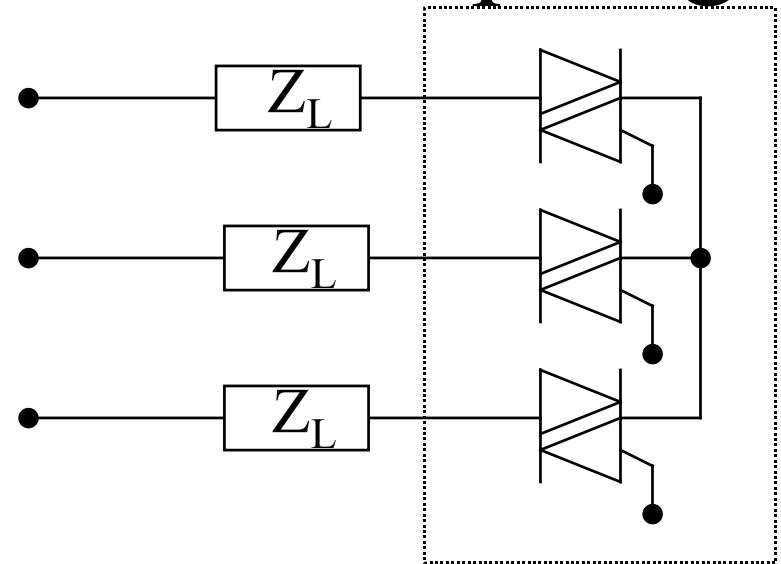
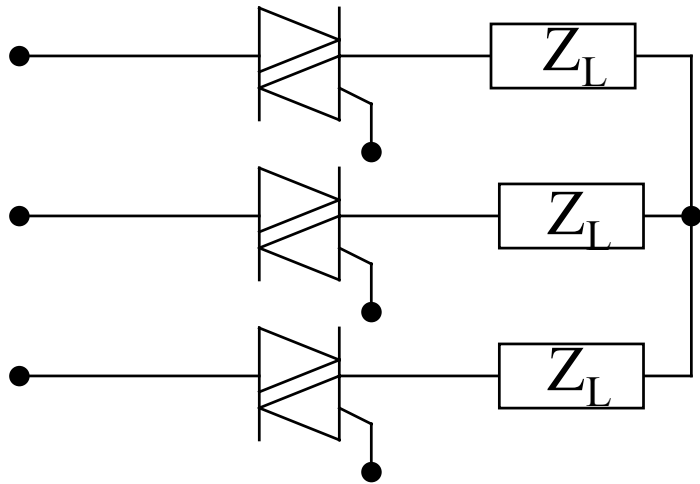
1.1.4. Szinkronizált megcsapolású transzformátor



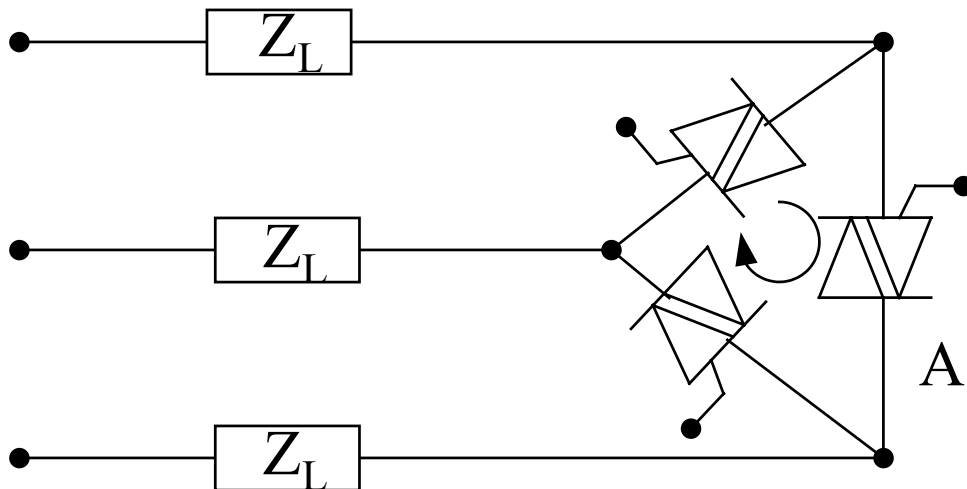
1.1.5. Egyfázisú áramkör topológiák



1.1.6. Háromfázisú áramkör topológiák



TRIAK-ok egy egységben

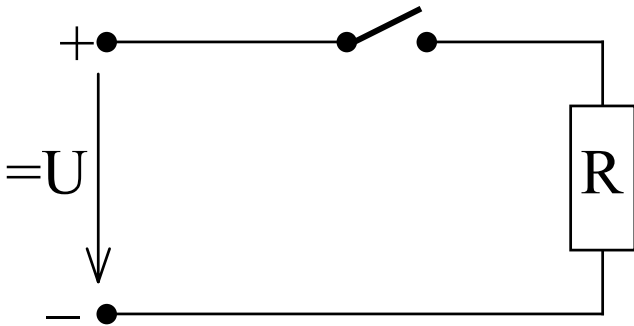


A 3-ad rendű felharmonikusok a körben maradnak.

1.2. DC → DC átalakítás

1. Impulzusszélesség moduláció
2. Impulzfrequencia moduláció
3. Jelkövető (kétpont, hiszterézises) szabályozás

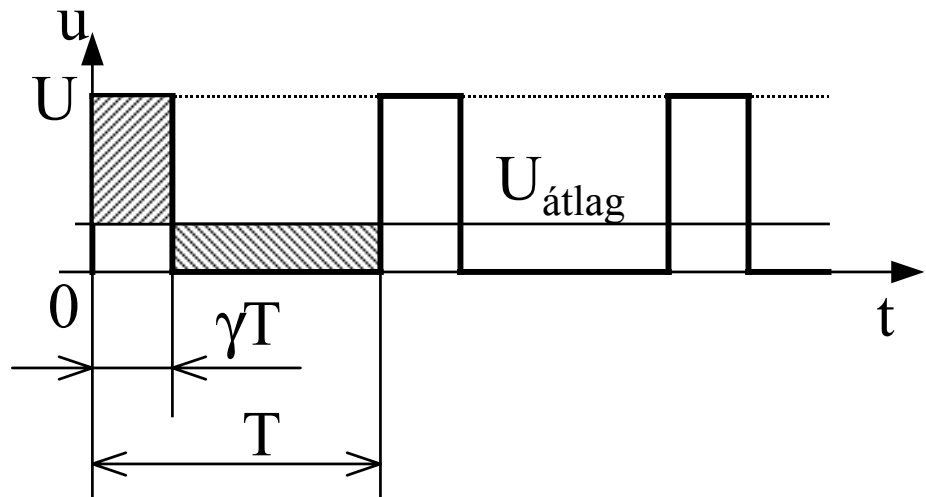
1.2.1.a. Egypólusú impulzusszélesség moduláció



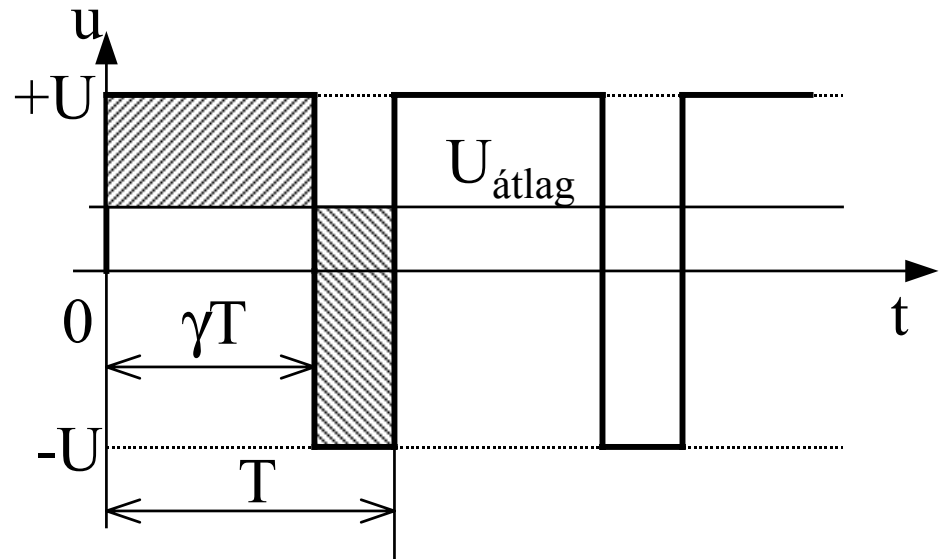
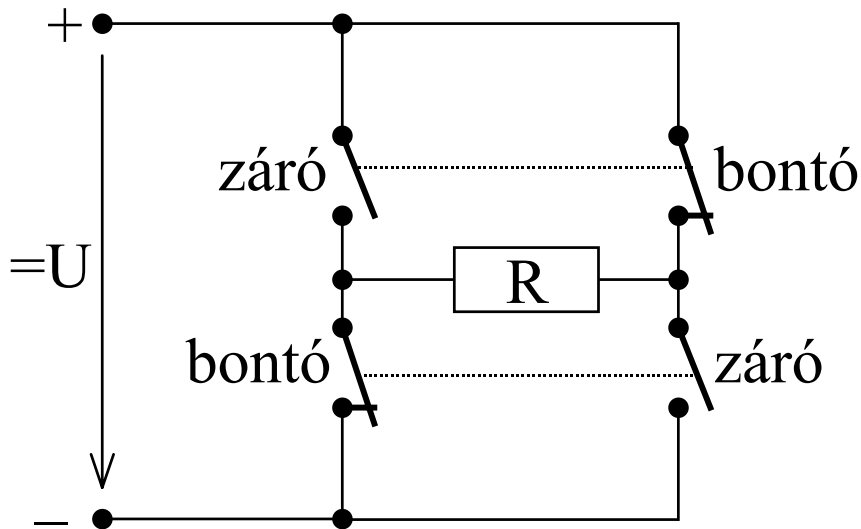
$$U_{\text{átlag}} = \frac{\gamma TU}{T} = \gamma U$$

$$\gamma = 0 \dots 1$$

ha $\gamma=0 \Rightarrow$ nincs fékezés



1.2.1.b. Kétpólusú impulzusszélesség moduláció



$$U_{\text{átlag}} = \frac{\gamma TU + (1-\gamma)T(-U)}{T} = (2\gamma - 1)U \quad \gamma = 0 \dots 1$$

Ha $\gamma=50\% \Rightarrow U_{\text{átlag}}=0$ és nincs fékezés, de ha kicsit is kimoszdul a fordulatszám, akkor fékező nyomaték jelenik meg.

1.2.1.c. Impulzusszélesség moduláció jellemzői

Előnyök:

T periódus=állandó \Rightarrow szűrni lehet a nagyfrekvenciás zavarokat

Hátrányok:

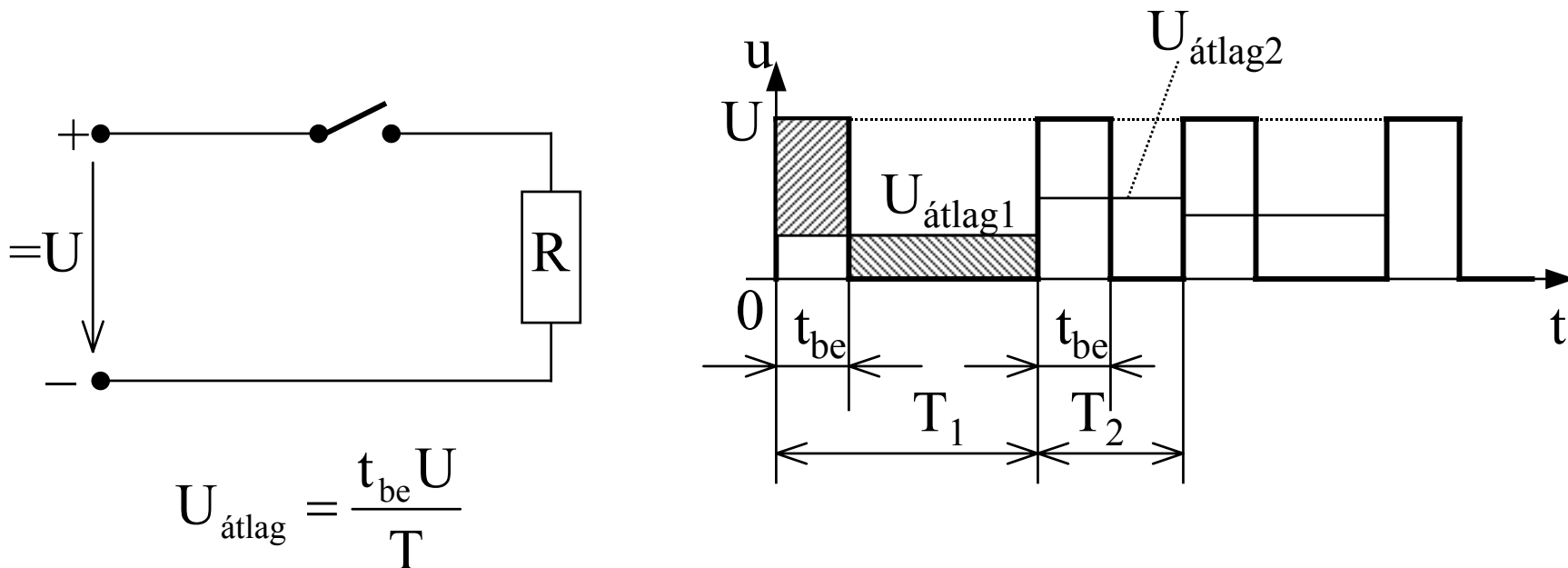
T perióduson belül nincs beavatkozási lehetőség \Rightarrow lassúbb

Alkalmazás:

szervomotorok $f=(30\dots40)$ kHz

nagy teljesítményű egyenáramú motorok $f\leq 10$ kHz

1.2.2.a. Impulzfrequencia moduláció



t_{be} bekapcsolási idő=állandó, T periódus(idő) változik,
(vagy t_{ki} kikapcsolási idő=állandó, T periódus(idő) változik)

\Rightarrow változik a kitöltési tényező \Rightarrow változik az átlagfeszültség

1.2.2.b. Impulzusfrekvencia moduláció jellemzői

Előnyök:

T perióduson belül van beavatkozási lehetőség \Rightarrow gyorsabb

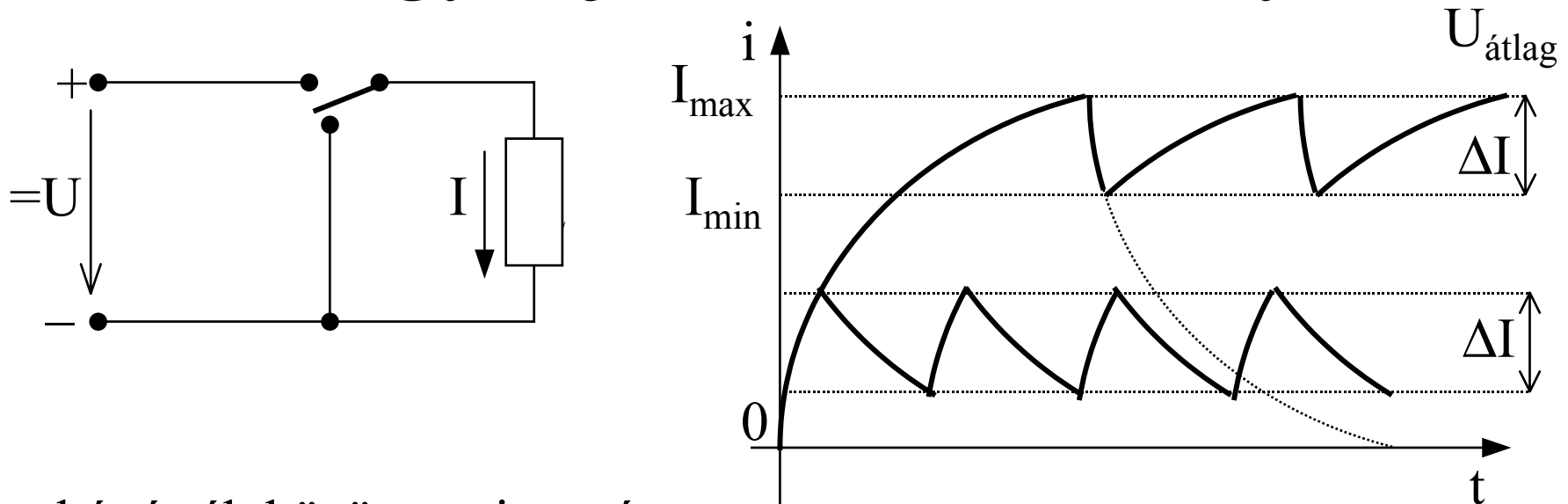
Hátrányok:

T periódus változik \Rightarrow nem lehet szűrni a nagyfrekvenciás zavarokat

Alkalmazás:

gyors beavatkozást igénylő szabályozási rendszereknél

1.2.3. Egyenjelkövető szabályozás



- két érték között tartja az áramot

⇒ kétpont vagy hiszterézises (ΔI) szabályozás

- ugyanay a felfutási és a csökkenési idő, de

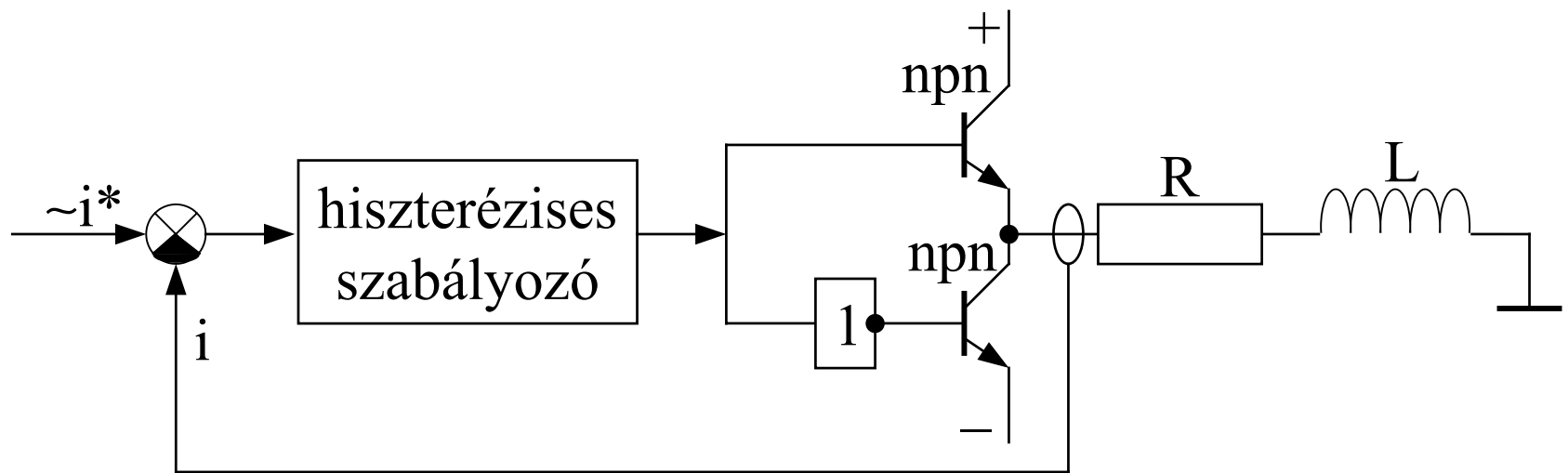
⇒ más-más szinten ugyanarra a ΔI -re más és más t_{be} és t_{ki} értéke

⇒ változik a bekapcsolási idő is és a periódus is

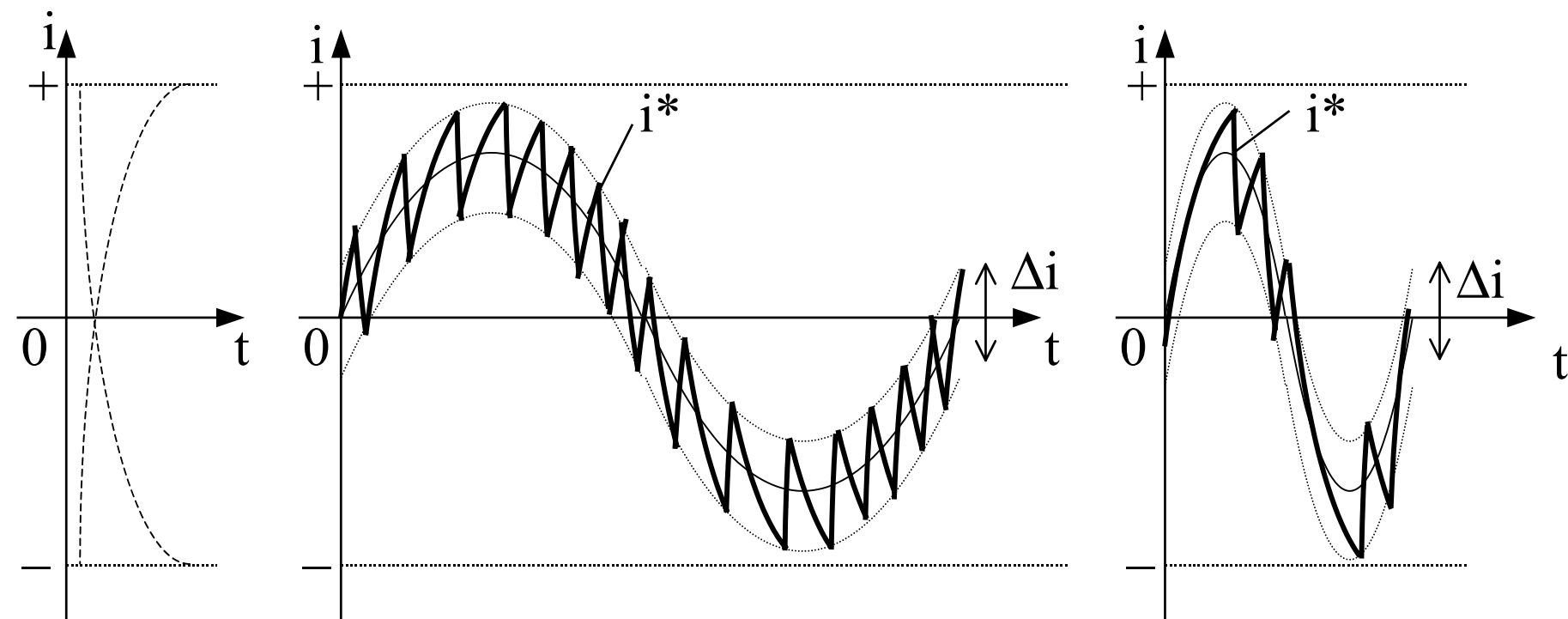
1.3. DC \rightarrow AC átalakítás

Jelkövető (kétpont, hiszterézises) szabályozás

1.3.a. Váltójelkövető szabályozás tömbvázlata

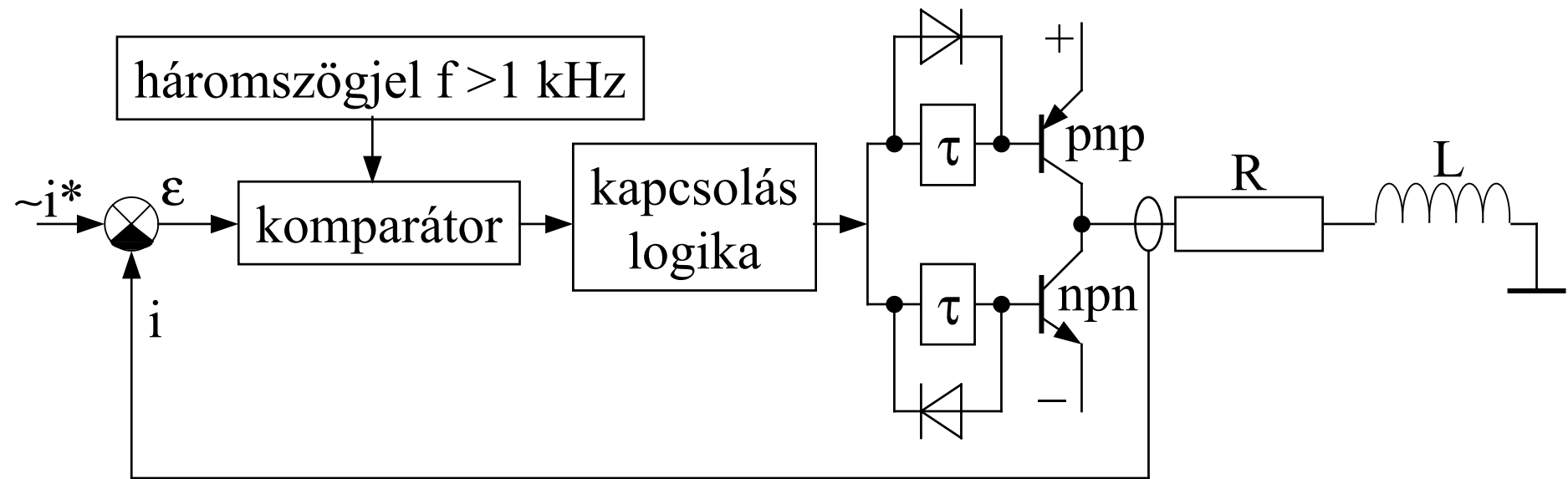


1.3.b. Váltójelkövető szabályozás időfüggvénye

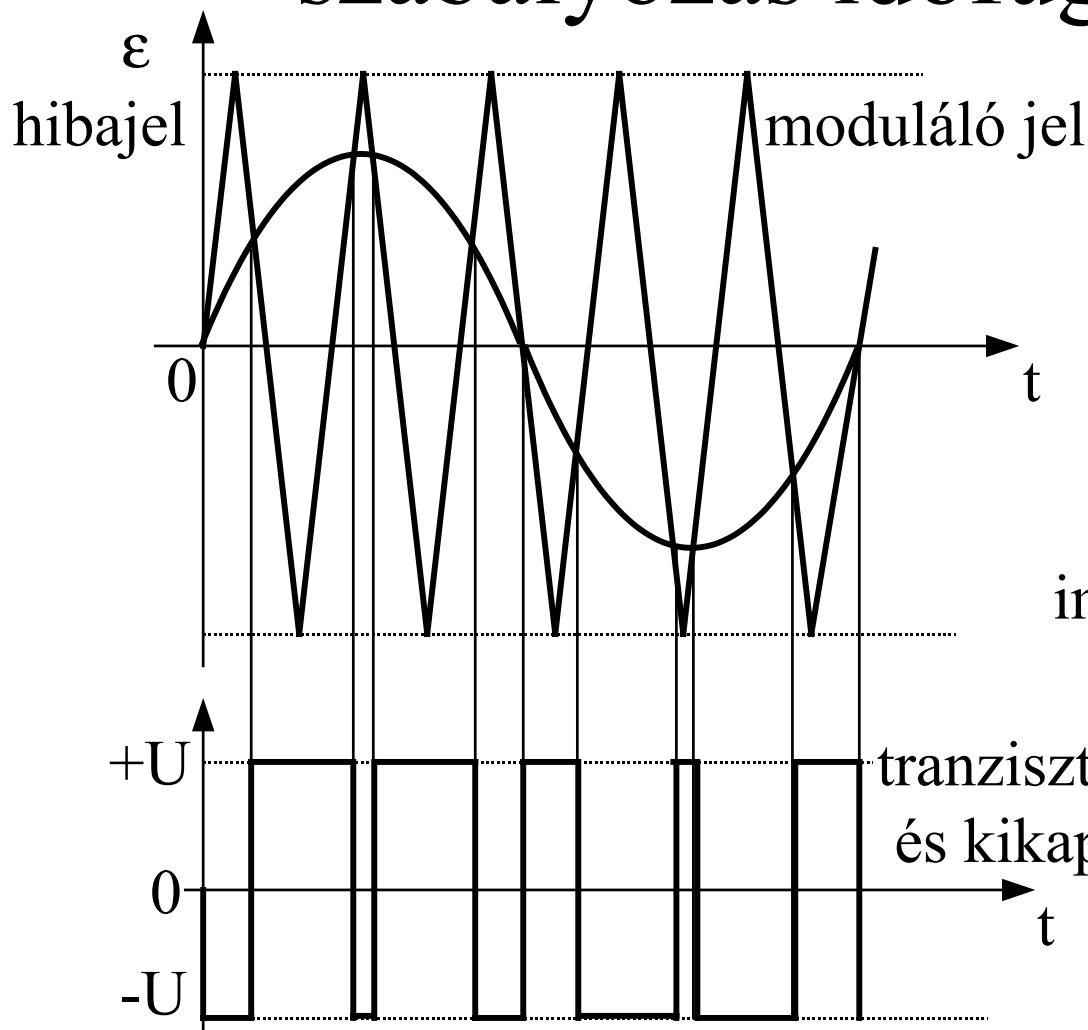


Állandóan változó frekvencia és kitöltési tényező,
amelyek alapjel periódusától is függenek.

1.3.c. Modulált váltójelkövető szabályozás tömbvázlata



1.3.d. Modulált váltójelkövető szabályozás időfüggvénye



A kitöltési tényező változik,
de a frekvencia állandó.



PWM

Pulse Width Modulation
impulzus szélesség moduláció

Alkalmazás:
mezőorientált
aszinkronmotor hajtás

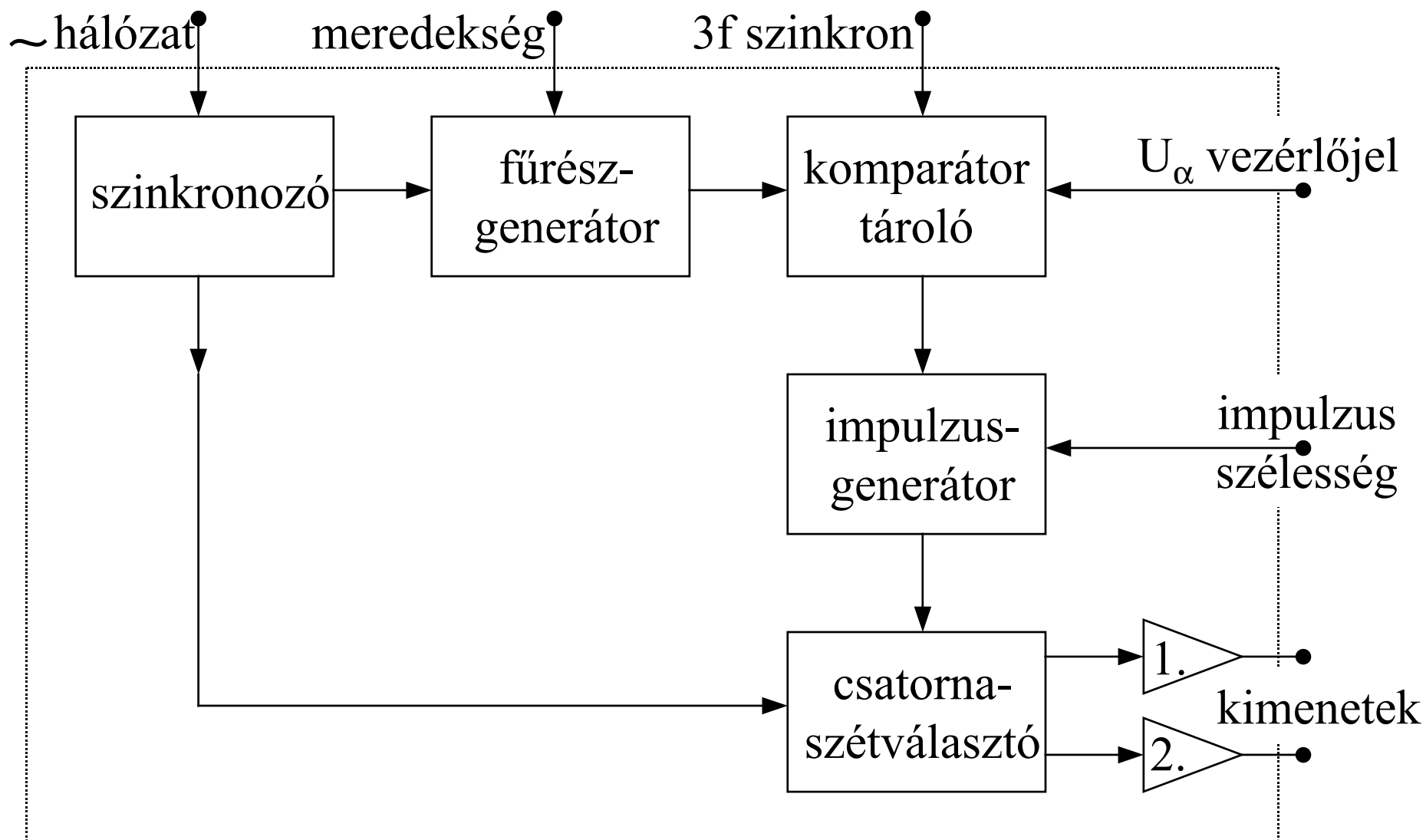
2. Teljesítményelektronikát szabályozó integrált áramkörök

1. UAA 145
2. μ A 742
3. PWM modulátor
4. PFM modulátor

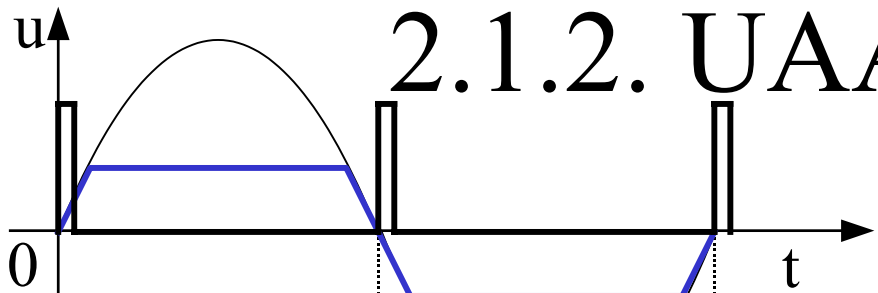
2.1. UAA 145

- fázishasításos integrált vezérlő
- univerzálisan alkalmas egy- és háromfázisú egyenirányítókapcsolások tirisztorainak vezérlésére

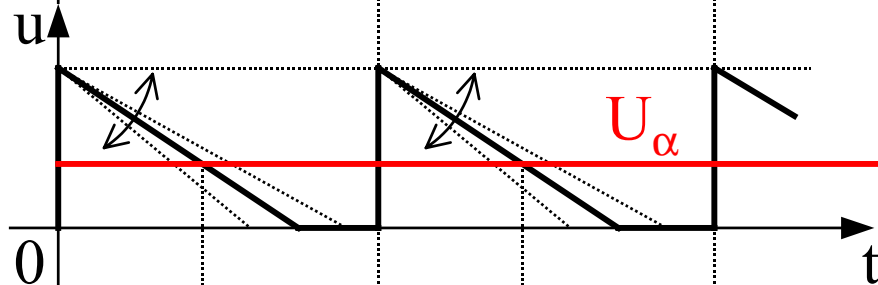
2.1.1. UAA 145 tömbvázlata



2.1.2. UAA 145 jelalakjai

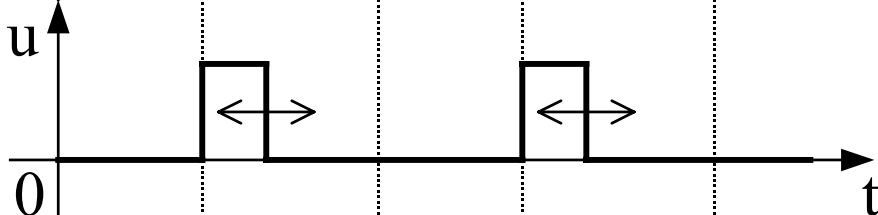


Szinkronozó: - 0 átmenetnél trigger
- trapéz jel a csatorna szétválasztáshoz

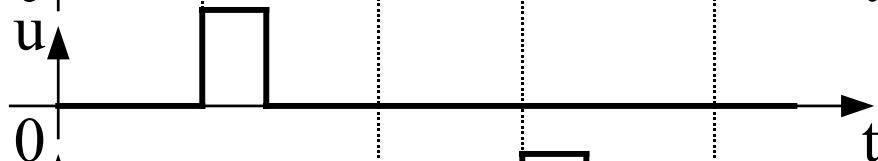


Fűrészgenerátor: - trigger indítja
- egy kondenzátor gyors töltése,
majd lassú (kvázi lineáris) kisütése

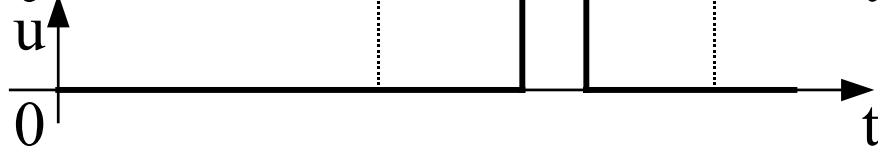
Komparátor, tároló: - fűrészjel
és vezérlőjel összehasonlítása:
- átbillenti a tárolót



Impulzus generátor: - a tároló
átbillentése egy MMV-t indít
(MMV=monostabil multivibrátor)

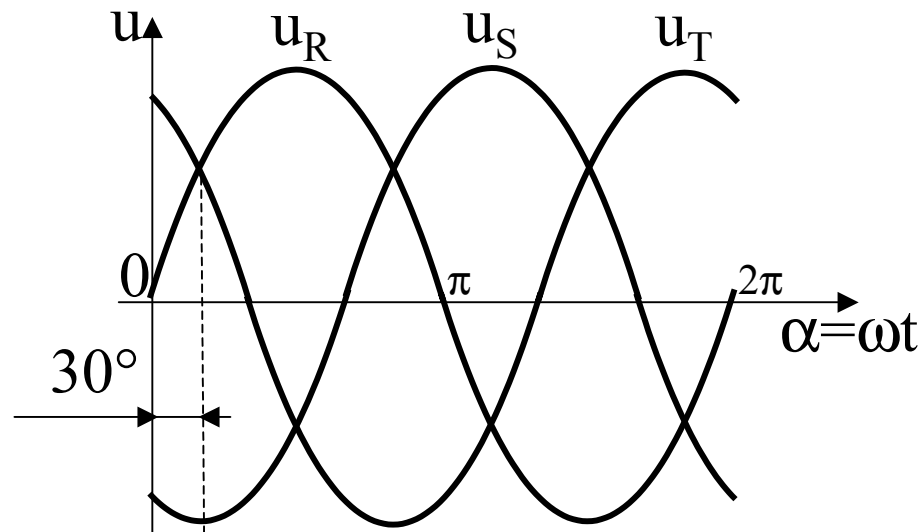
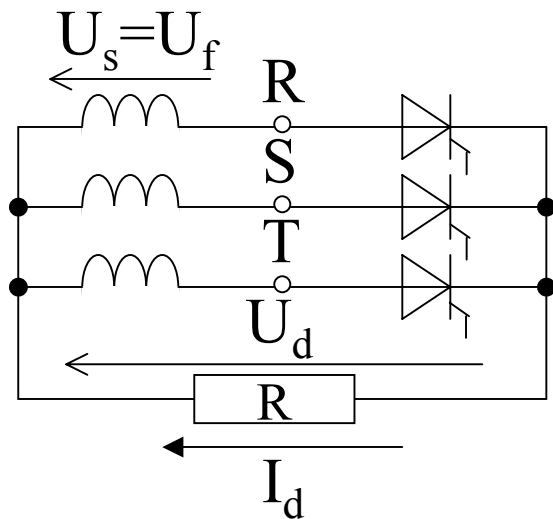


Csatorna szétválasztás: - a megfelelő
Ti-nak adja a gyújtóimpulzust

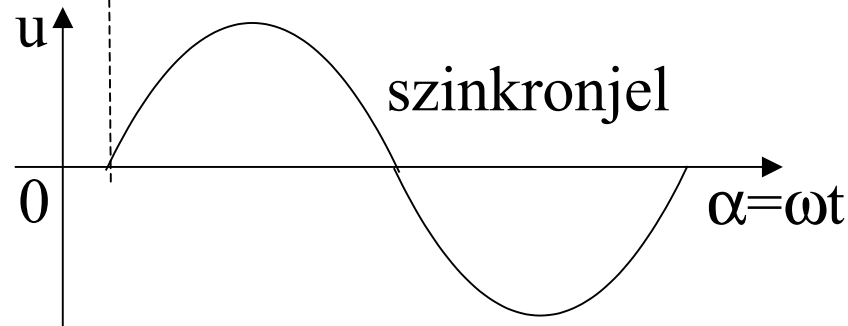


2.1.3.a. UAA 145 3f szinkronjele

3F1U3Ü kapcsolás:

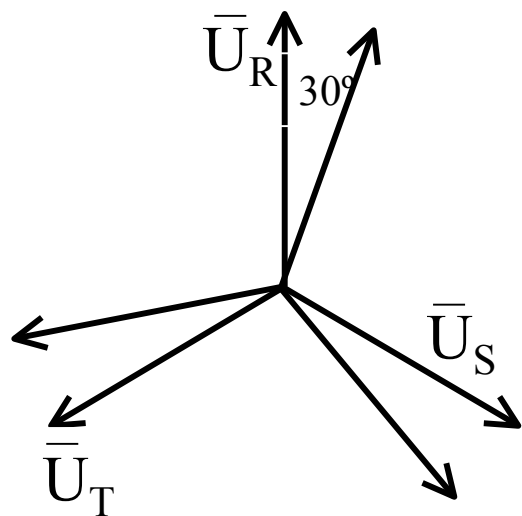


A „0” átmenet és a természetes kommutációs pont nem esik egybe.

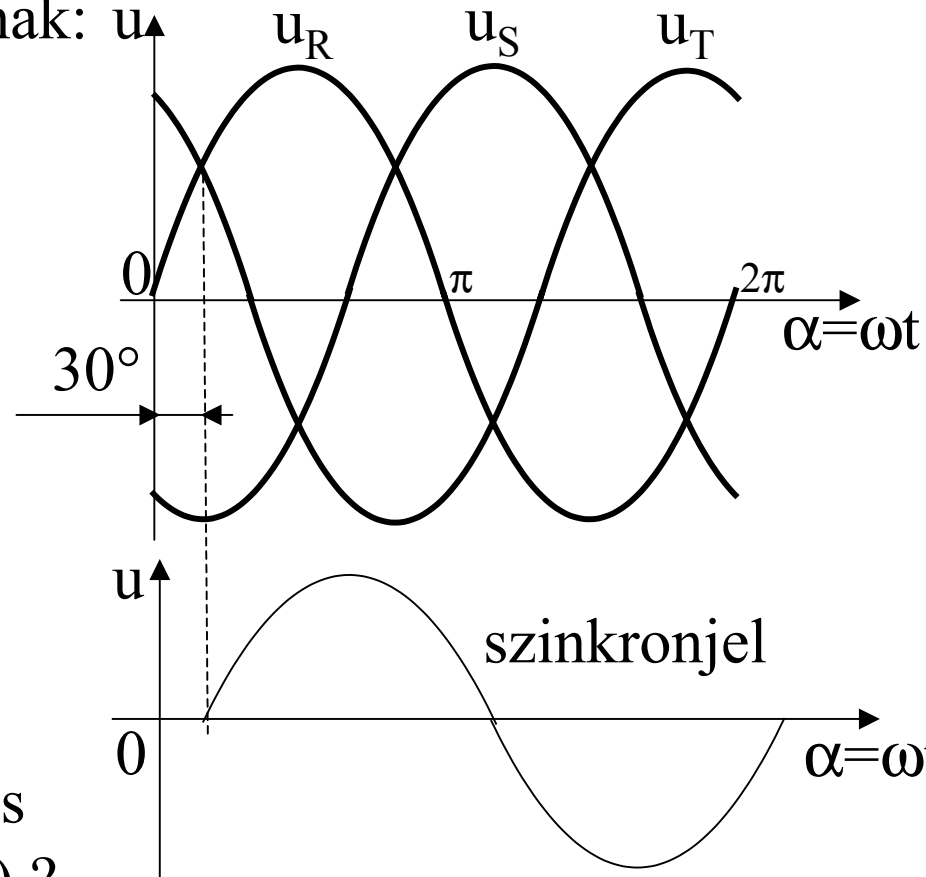


2.1.3.b. UAA 145 3f szinkronjele

Szinkrontranszformátort alkalmaznak: u

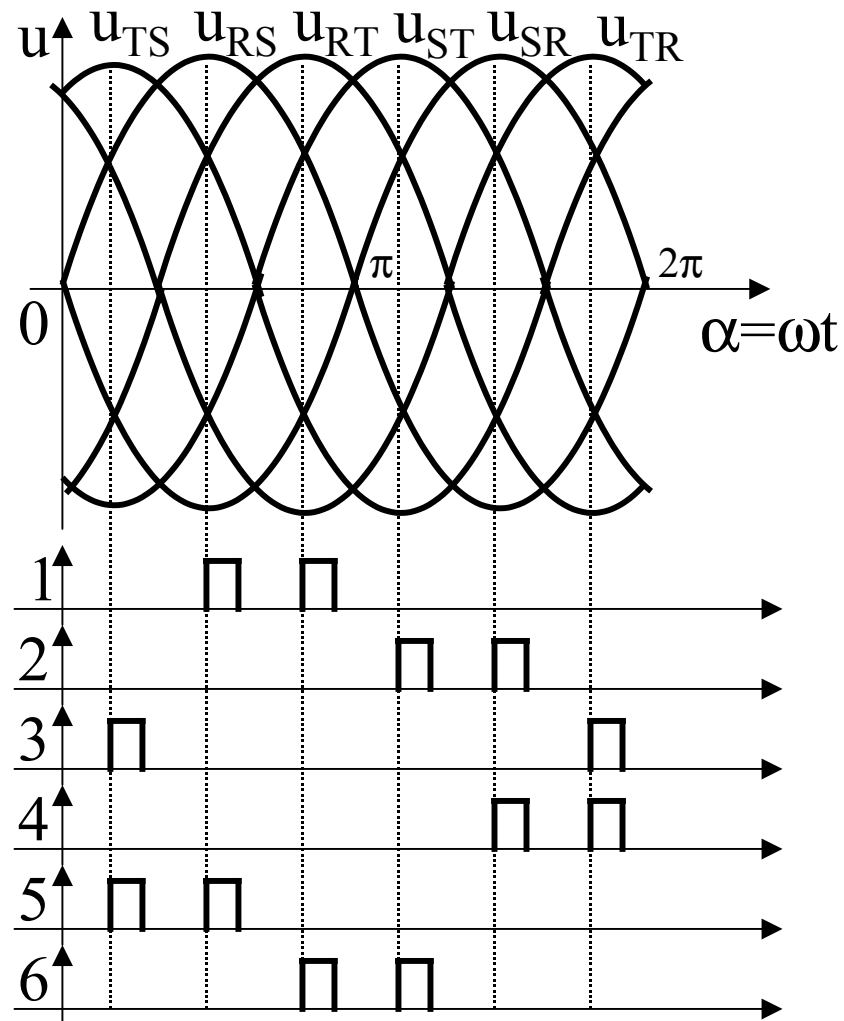
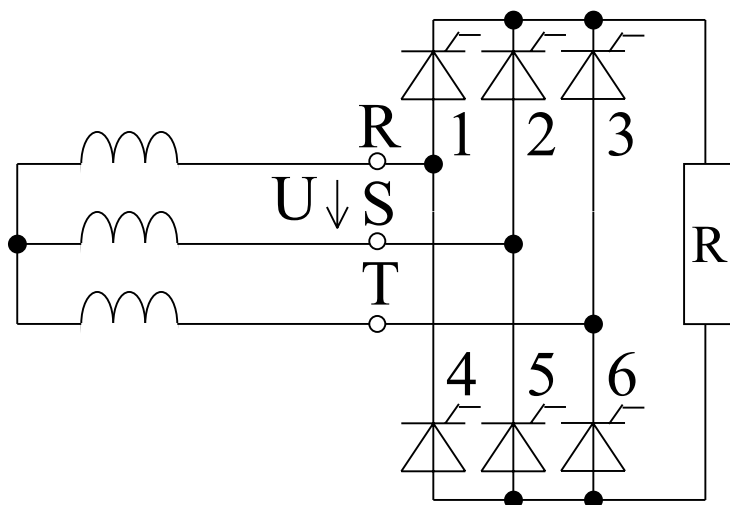


1 órás



Hogyan kell bekötni a primer és szekunder tekercseket (Y, Δ , Z) ?

2.1.4. 3F2U6Ü Ti-os kapcsolás vezérlőjeleinek ütemtáblázata



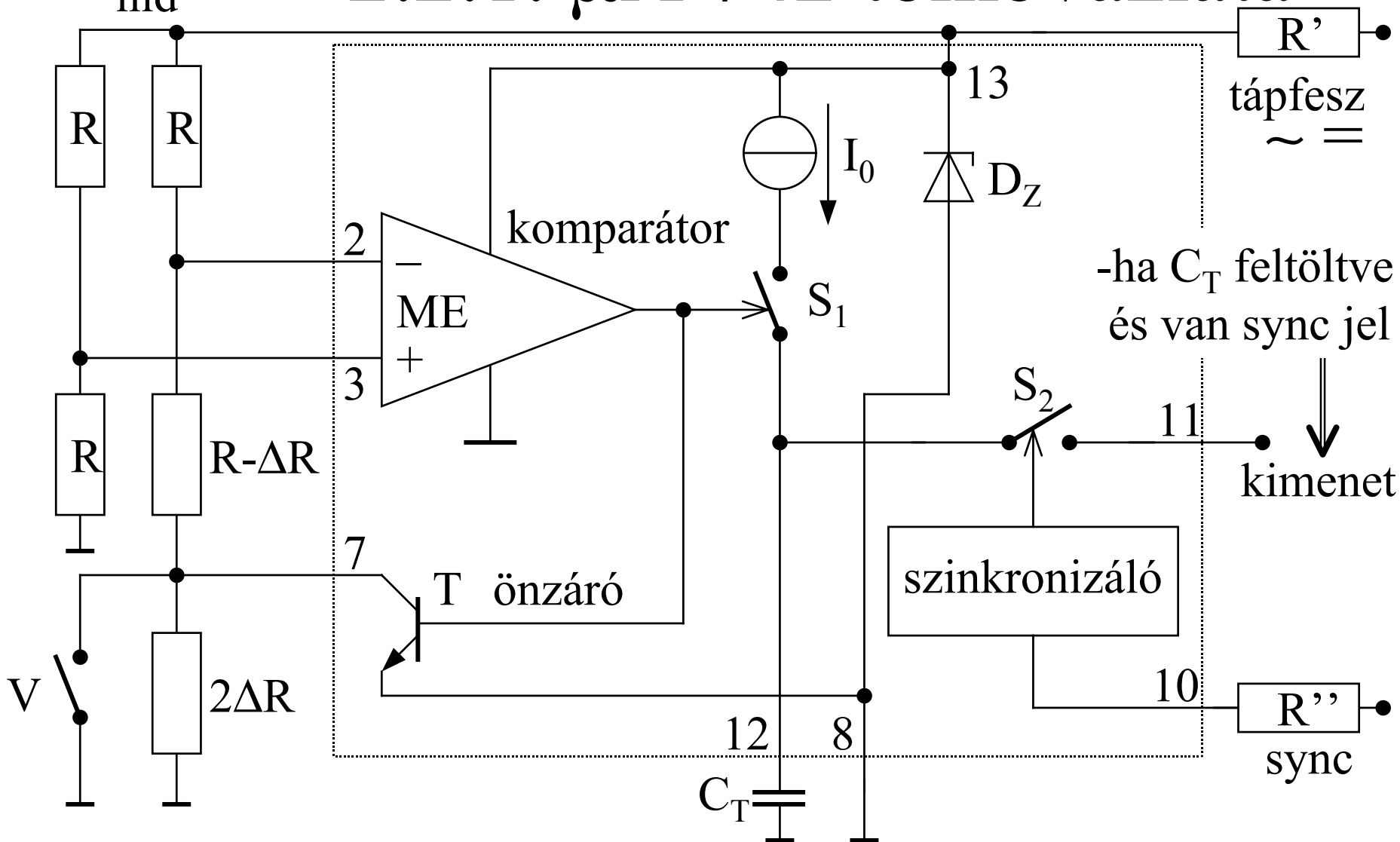
A Ti-okat 60° -onként
kell párosával gyújtani.

2.2. μA 742

- hullámcsomag vezérléshez alkalmazzák
- „0” átmenet vezérlő (TRIGAC)

kiegyenlített híd

2.2.1. μA 742 tömbvázlata



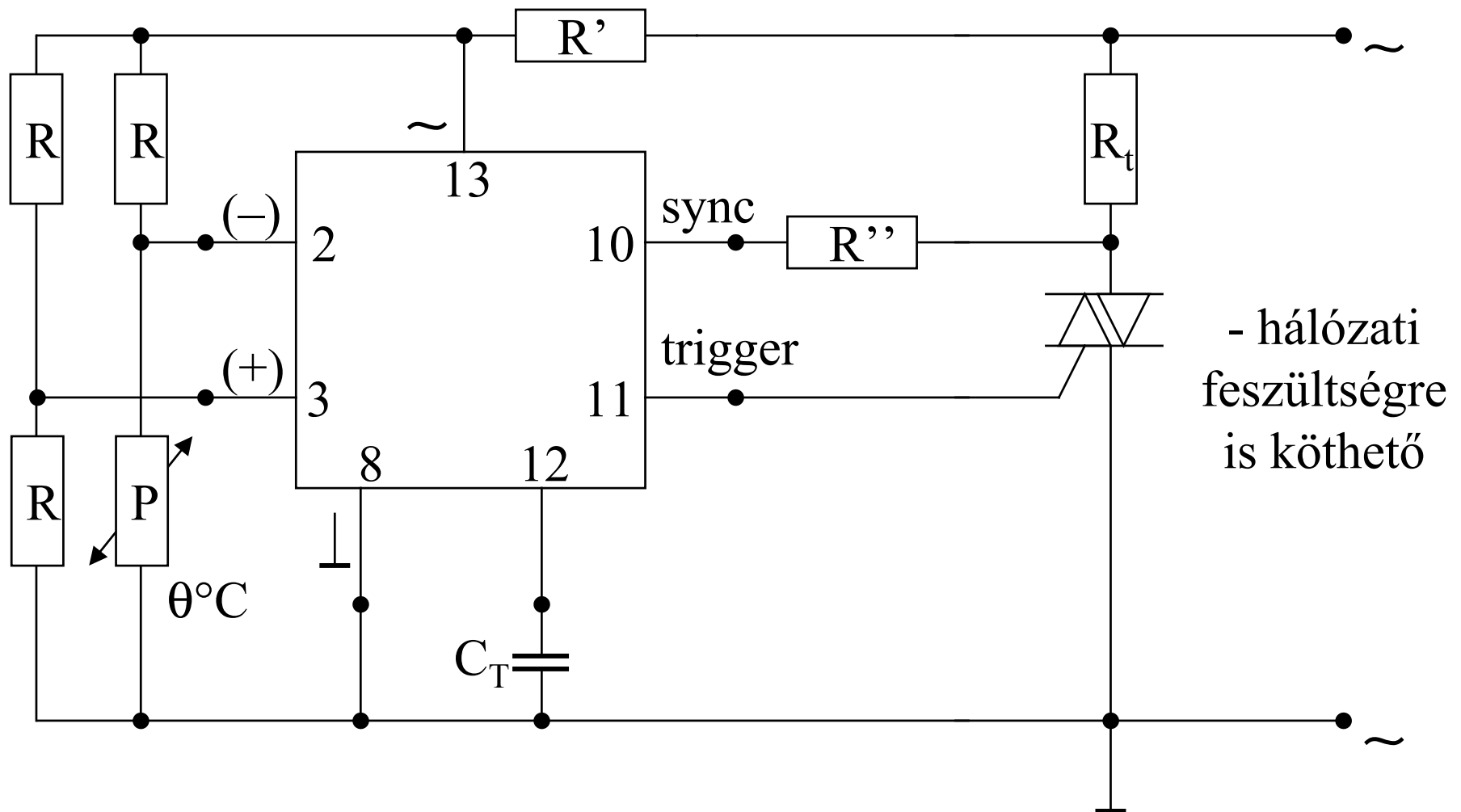
-ha C_T feltöltve és van sync jel

R'
tápfesz
 $\sim =$

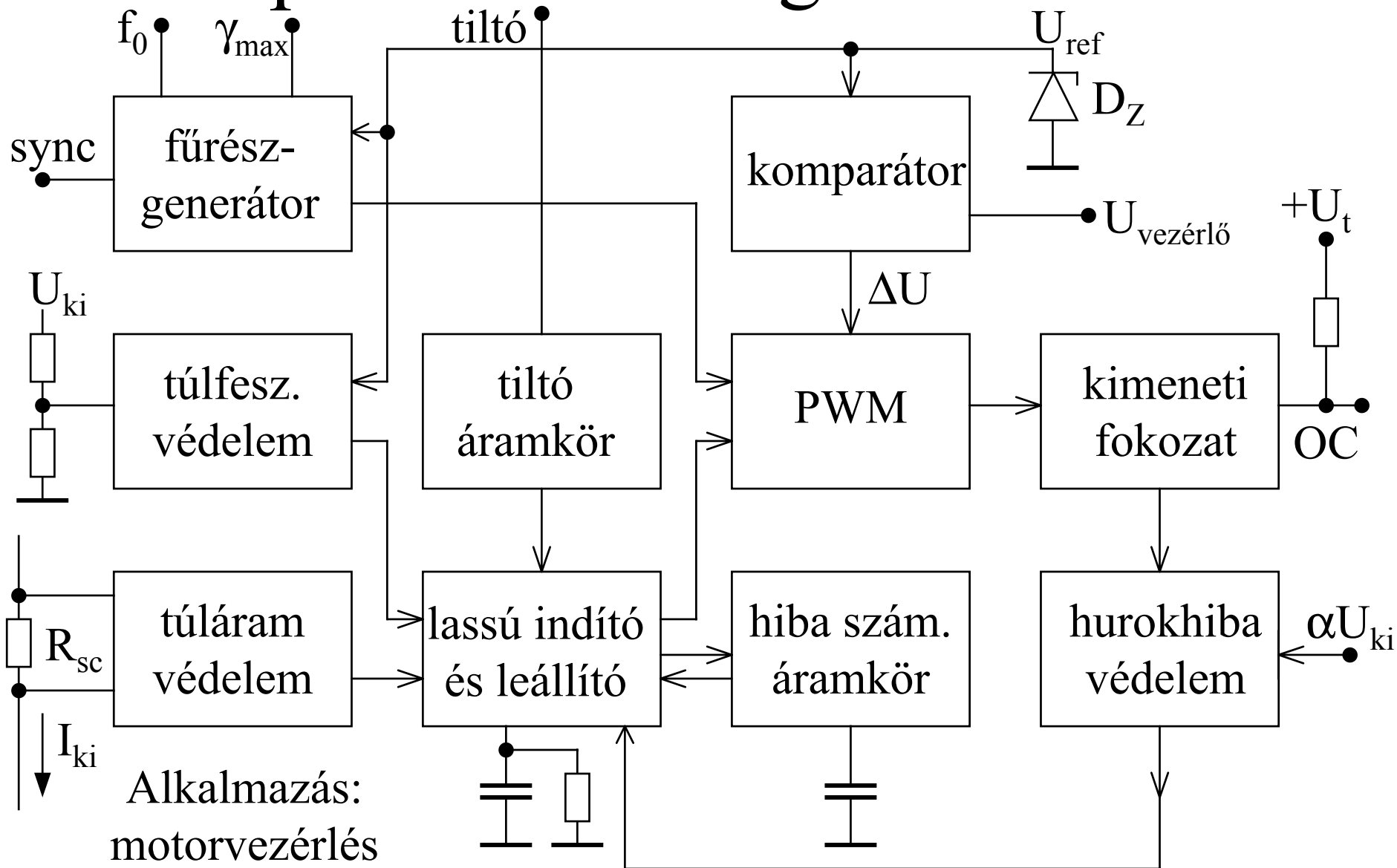
kimenet

R''
sync

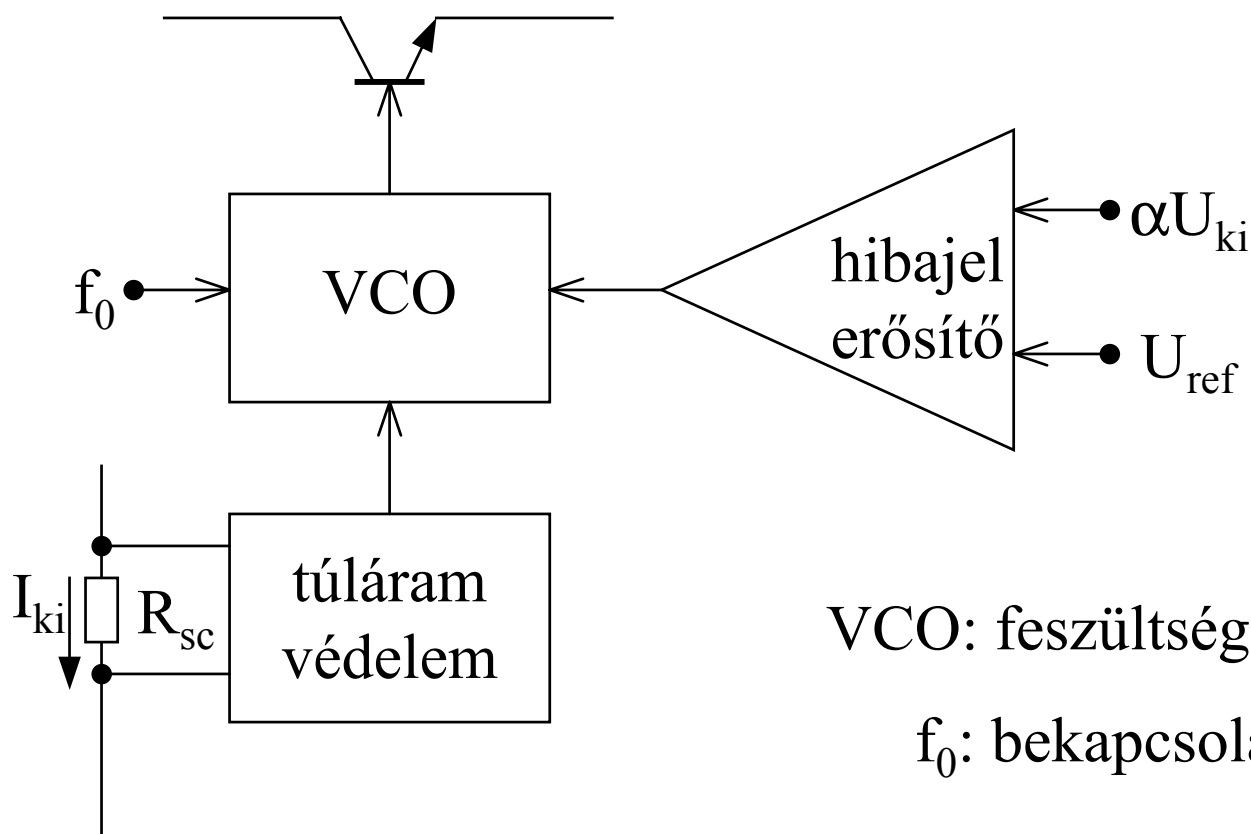
2.2.2. μA 742 alapbekötése



2.3. Impulzusszélesség modulátor



2.4. Impulzfrequencia modulátor



VCO: feszültség vezérelt oszcillátor

f_0 : bekapcsolási idő rögzítése

A túláram védelem a VCO frekvenciáját csökkenti.

Alkalmazás: kapcsolóüzemű tápegység