

Áramkörelmélet

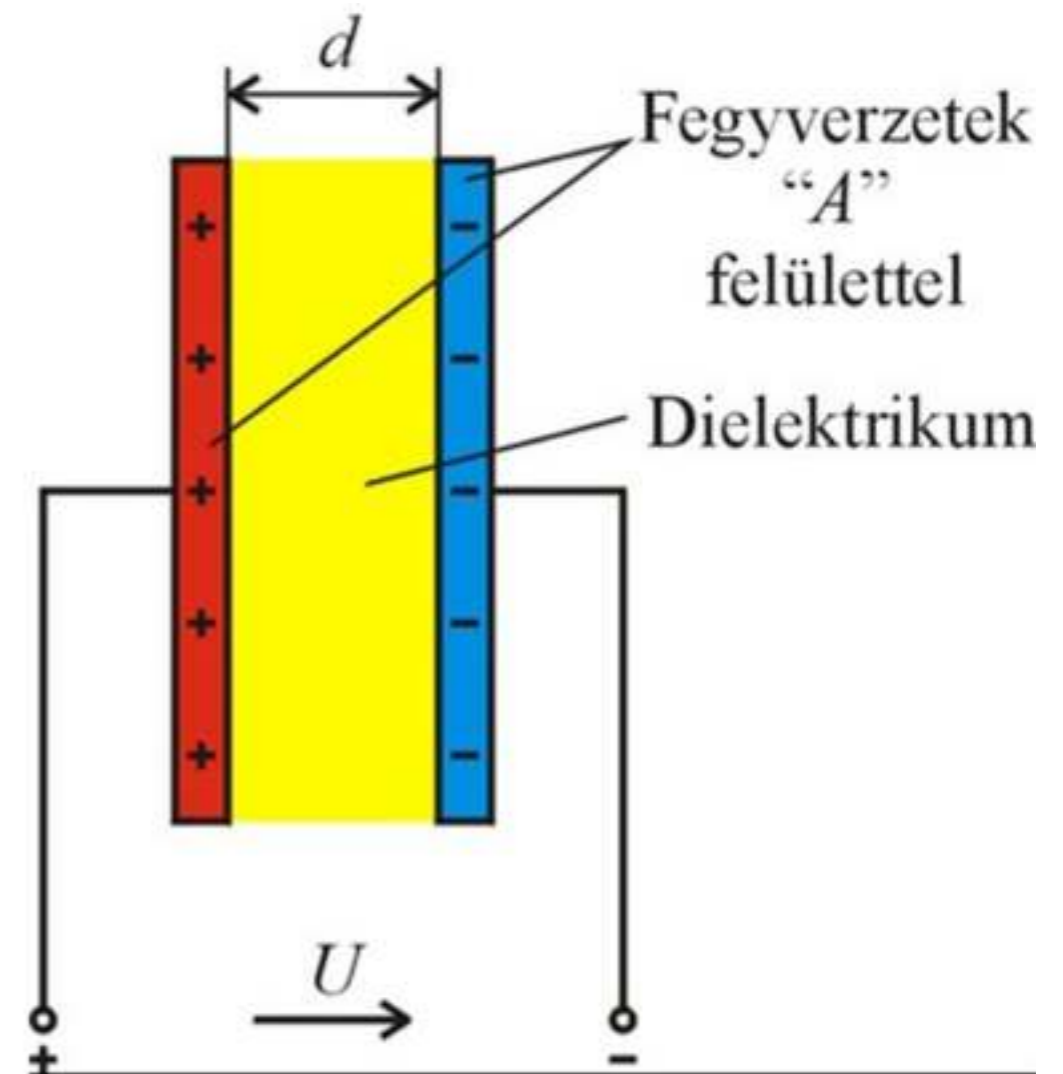
RC tag

Ismétlés: kondenzátor

- Kapacitásnak nevezzük a testeknek azt a tulajdonságát, hogy képesek töltések befogadására és tárolására.
- Egy rendszer kapacitása annál nagyobb, minél több töltés vihető rá, minél kisebb feszültség mellett:
- $C = Q/U$

$$i_C = dQ/dt.$$

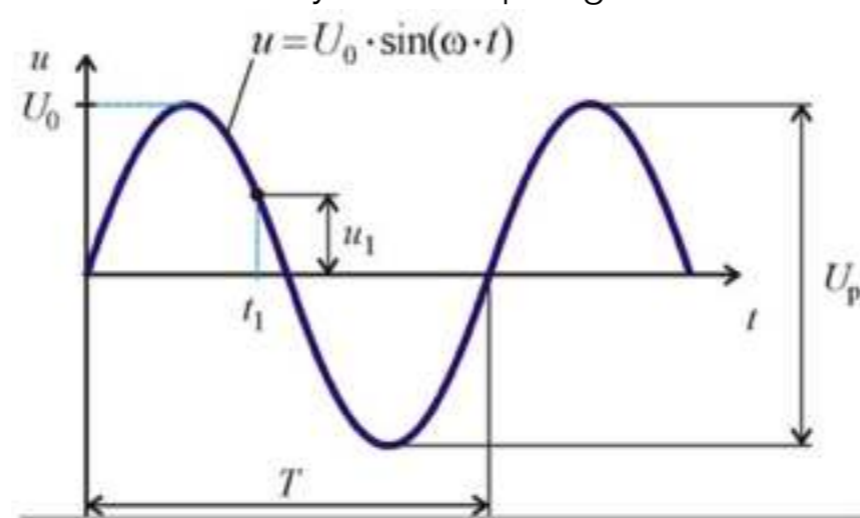
$$i_C(t) = \Phi_i \{u_C(t)\} = C \frac{du_C(t)}{dt}$$



Ismétlés: váltakozó áramú hálózatok

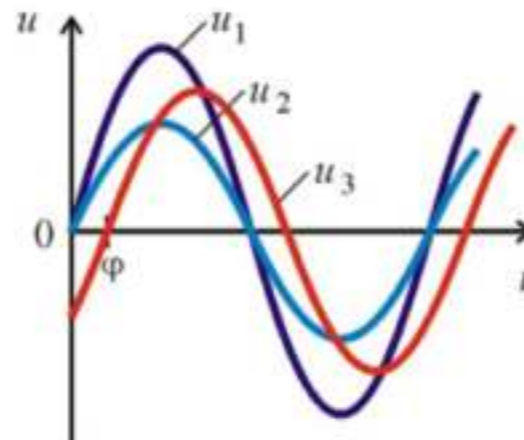
- Egyenáram / egyenfeszültség: A galvánelemek, az akkumulátorok és a generátorok által szolgáltatott feszültség polaritása állandó. A hatásukra az áramkörben mindig azonos irányban folyó áramot egyenáramnak nevezünk. Az egyenáram jele: DC vagy néhány berendezésen csak egy vízszintes vonal: —.
- Váltakozó áram / váltakozó feszültség: Azt a feszültséget, amelynek nemcsak a nagysága, hanem a polaritása is változik váltakozó feszültségnek, a hatására az áramkörben folyó áramot pedig váltakozó áramnak nevezünk. A váltakozó áram jele: AC, néhol hullámvonal: ~.

- Szinuszosan váltakozó gerjesztés:



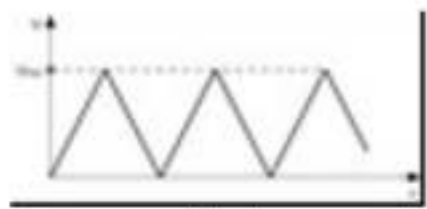
Váltakozó feszültség

- Fázishelyzet: A gyakorlatban sokszor előfordul, hogy egy váltakozó mennyiség állapotát egy adott pillanathoz, vagy egy másik hasonló mennyiséghez képest kell megadni. Erre szolgál a ϕ -vel jelölt fázishelyzet.

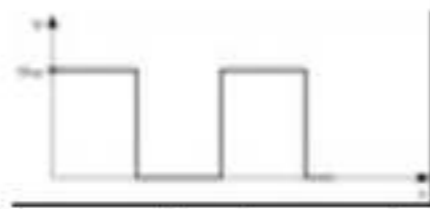


Impulzus

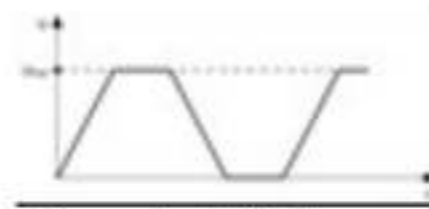
- Az impulzus olyan áram vagy feszültség, amelynek értéke két nyugalmi állapot között ugrásszerűen változik, vagyis két szélsőérték között változtatja az amplitúdóját.



Háromszögimpulzus



Négyszögimpulzus



Trapéz alakú impulzus

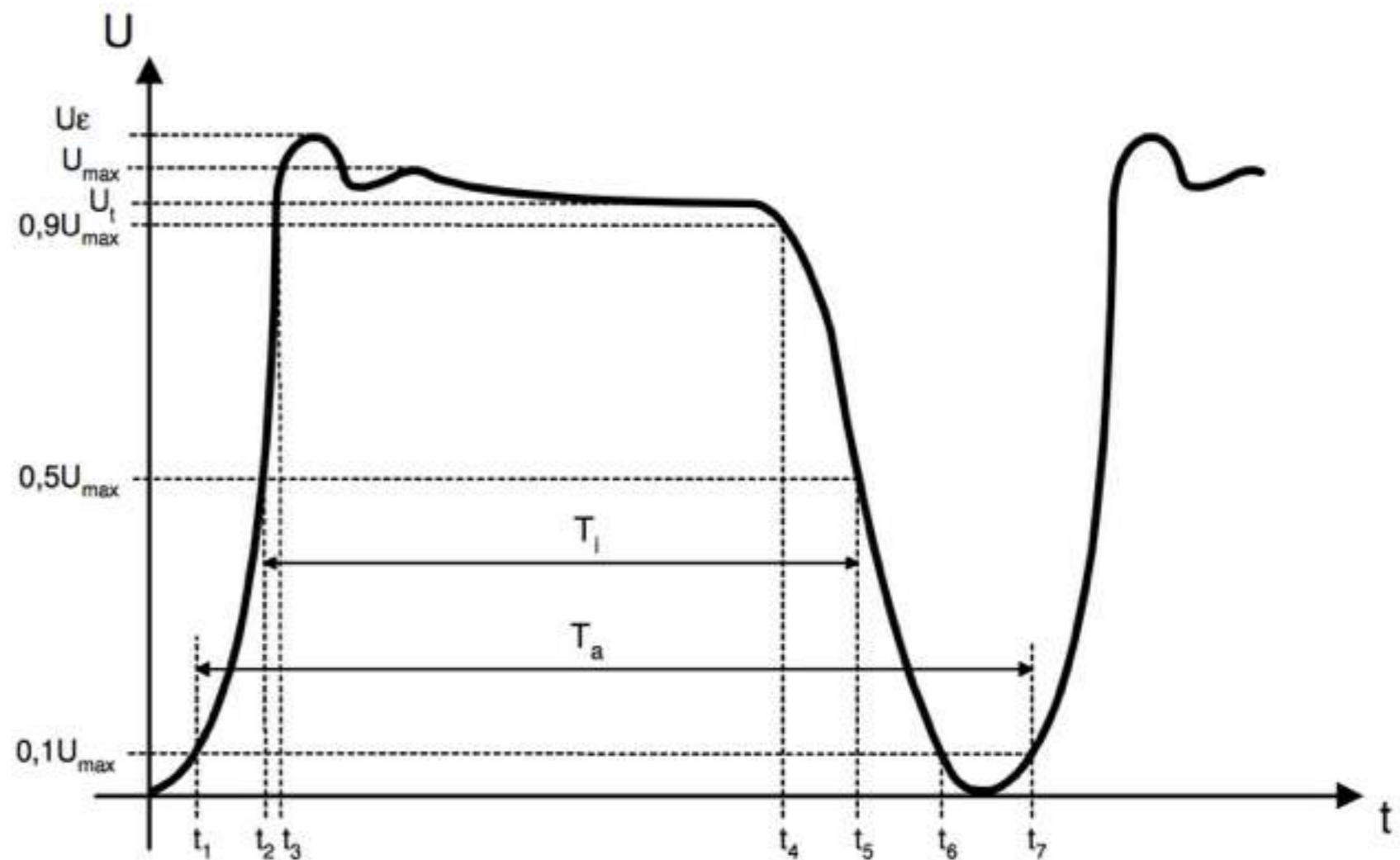


Tűimpulzus

- Az eddig vizsgált impulzusok jelalakja ideális volt, hiszen nem vettük figyelembe, hogy az elektronikus áramkörök állapotuk megváltoztatása közben mindig lejátszódik valamilyen tranziens jelenség (berezgés, lecsengés). Ha ezen jelenségek hatása a jel időtartamához képest elhanyagolható, akkor beszélünk szabályos impulzusalakról.

Impulzus

- impulzus amplitúdó
- impulzus periódusidő
- impulzus idő
- felfutási idő
- lefutási idő
- túllövés
- tetiesés



Fourier-elv

- minden jel időfüggvénye előállítható szinuszos időfüggvények összeadásával, és minden jel fel is bontható ezekre az összetevőkre
- A szinuszos jelet pontosan leírja a frekvenciája és az amplitúdója (vagy effektív értéke). A nem szinuszos jeleket úgy írhatjuk le pontosan, hogy megmondjuk, milyen szinuszos jelekből vannak összeadással összerakva.
- Megkell adni a szinuszos összetevőket:
 - frekvenciáját,
 - amplitúdóját (vagy effektív értékét),
 - egymáshoz viszonyított fázishelyzetét.
- Azoknak a szinuszos jeleknek az összességét, amelyeknek összeadásával egy nem szinuszos jel előállítható, a nem szinuszos jel spektrumának nevezzük.
- Pl.: A négyszögjel összetevői a következőképpen számíthatók:

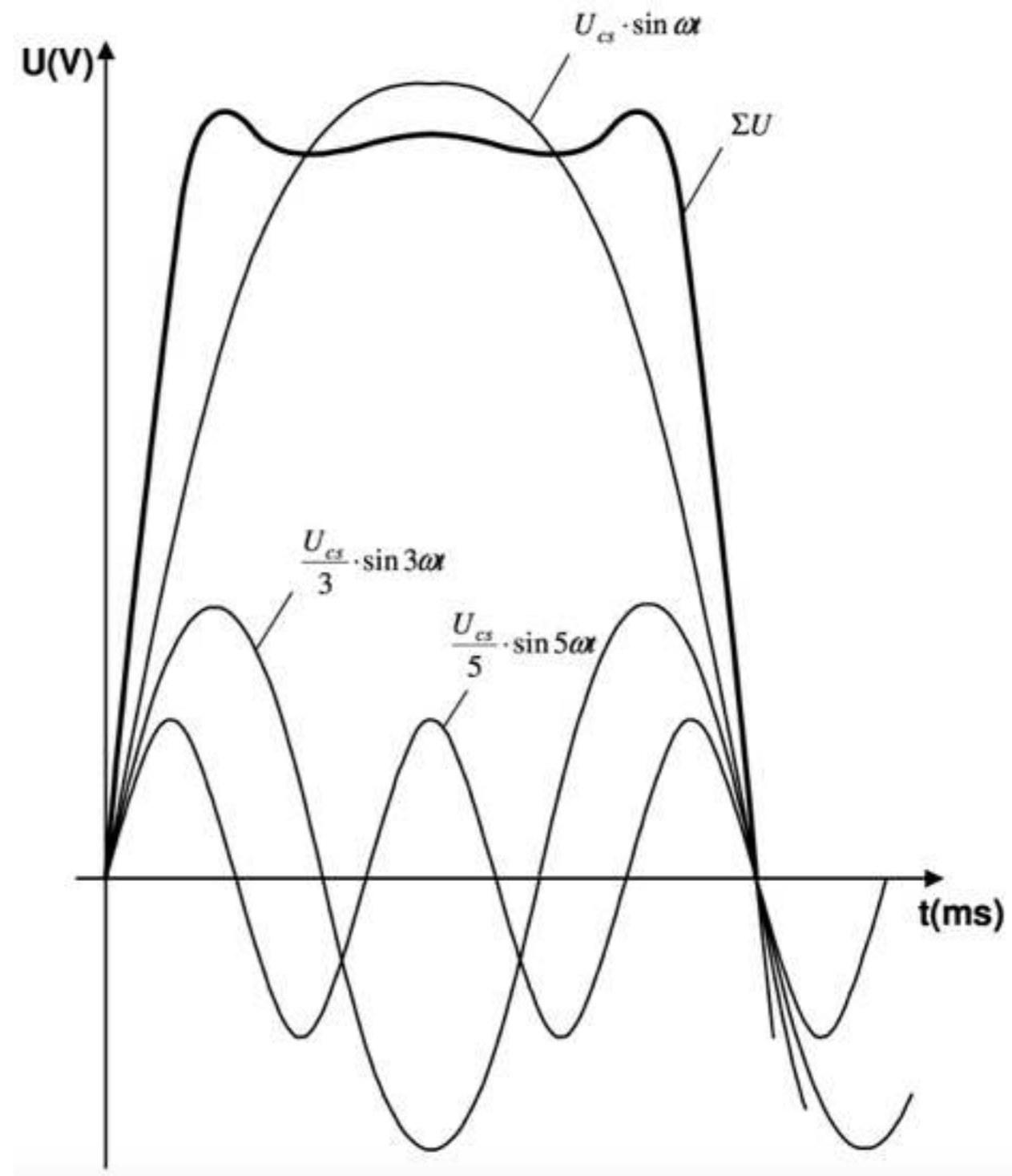
$$\frac{U_{cs}}{2n-1} \cdot \sin(2n-1)\omega t \quad n = 1, 2, 3, 4...$$

- $n = 1$ -nél az alapharmonikust, a többinél a felharmonikusokat kapjuk:

$$U_{cs} \cdot \sin \omega t, \frac{U_{cs}}{3} \cdot \sin 3\omega t, \frac{U_{cs}}{5} \cdot \sin 5\omega t...$$

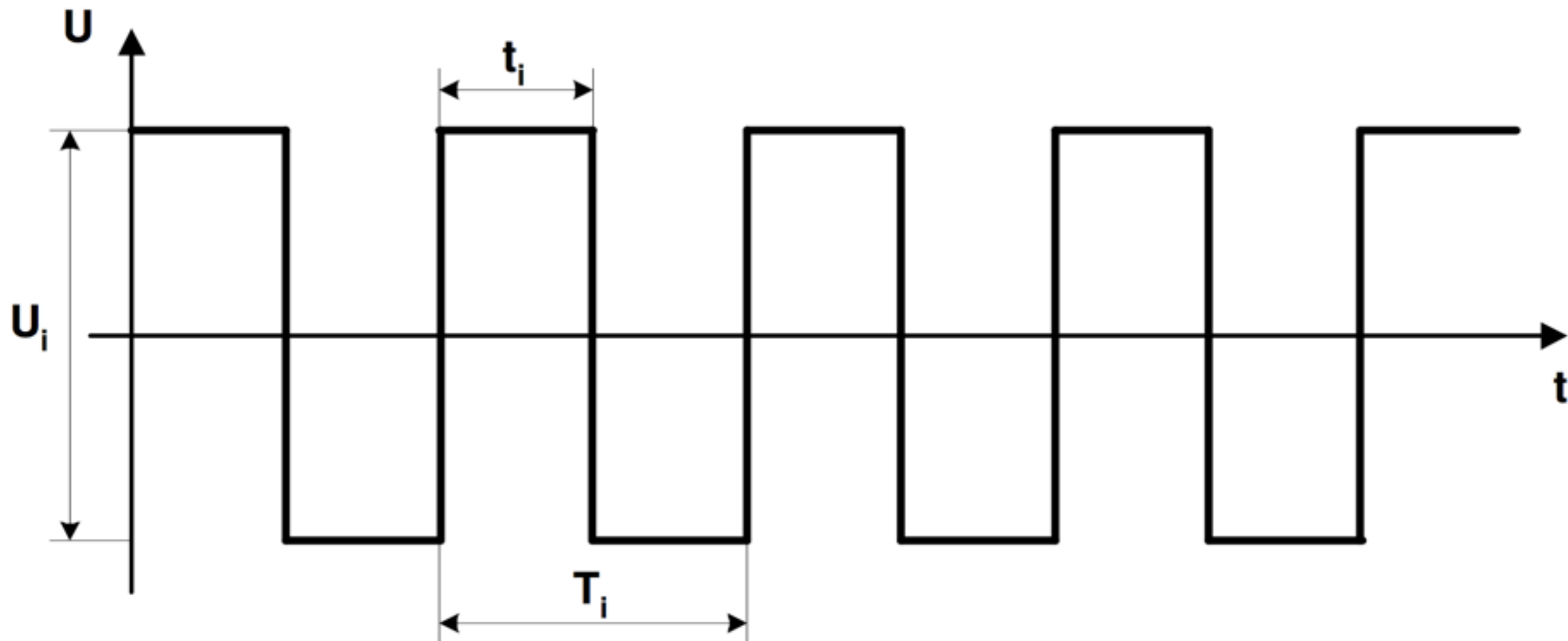
Négyszögjel

$$\sum \frac{U_{cs}}{2n-1} \cdot \sin(2n-1)\omega t$$

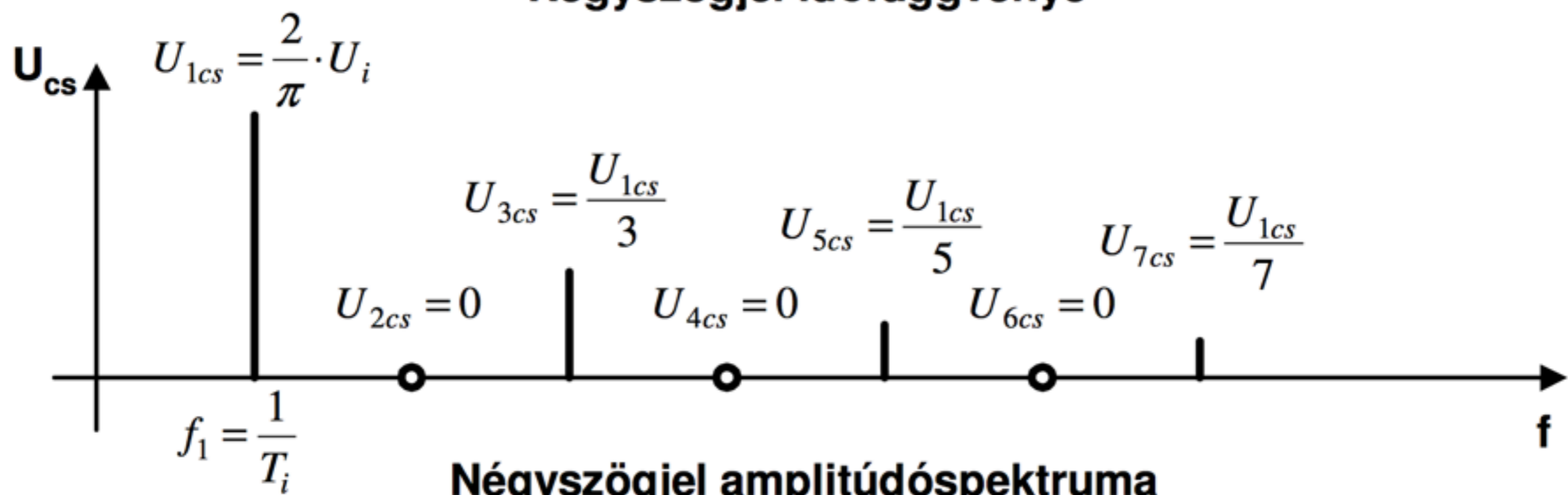


Spektrum

- Minden impulzussorozat spektruma három összetevőből áll:
- Egyenfeszültségű (-áramú) összetevő (U_0): $F_0 = 0$ frekvenciájú összetevő. Feszültsége (U_0) akkora, mint az impulzussorozat egyenfeszültségű középértéke.
- Alapfrekvenciás összetevő: Első harmonikus. Alapfrekvenciája akkora, mint az ismétlődési frekvencia ($f_1 = f_i$).
- Felharmonikus összetevők: Frekvenciájuk az alapfrekvencia egész számú többszöröse ($f_n = n \cdot f_1$). Feszültségük az impulzus alakjától függ.



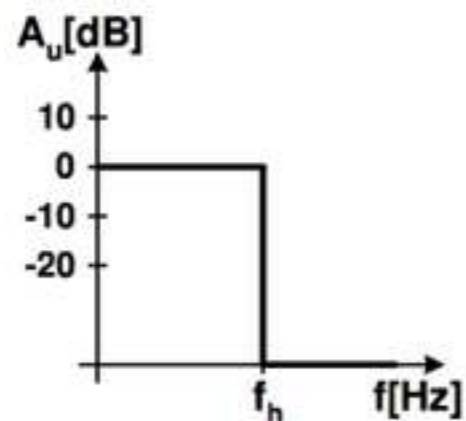
Négyszögjel időfüggvénye



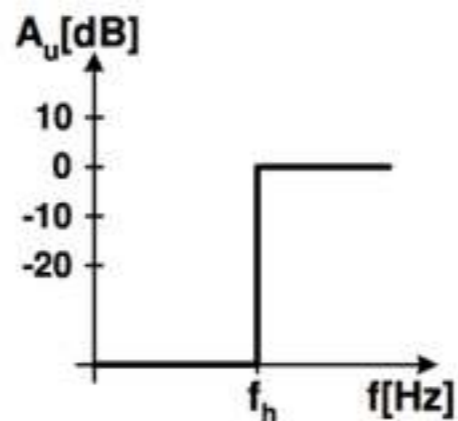
Négyszögjel amplitúdóspektruma

Szűrők

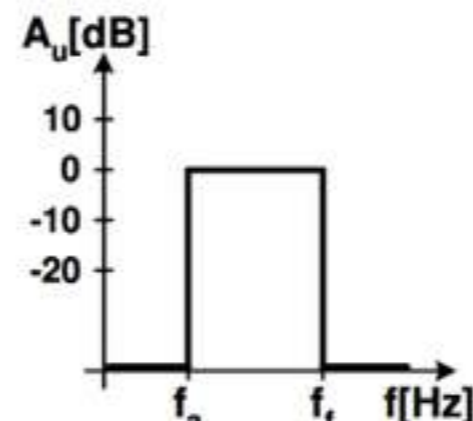
- Az ideális szűrők olyan áramkörök, amelyek meghatározott frekvenciatartományban átengedik a váltakozó jelet, míg más frekvenciatartományban nem. A valóságos szűrők csillapítása a kívánt frekvenciatartományban kicsi ($< 3\text{dB}$), míg a nem kívánt frekvenciatartományban csillapításuk nagy ($> 3\text{dB}$).
- A szűrők típusai:
 - Aluláteresztő: egy f_h frekvencia alatt engedik át a jelet.
 - Felüláteresztő: egy f_h frekvencia felett engedik át a jelet.
 - Sáváteresztő: két meghatározott frekvenciaérték (f_a és f_f) között engedik át a jelet.
 - Sávzáró: két meghatározott frekvenciaérték (f_a és f_f) alatt és felett engedik át a jelet.
- Ideális szűrőkarakterisztikák:



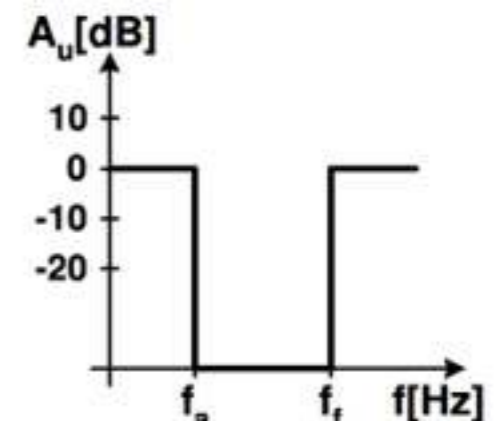
Aluláteresztő



Felüláteresztő



Sáváteresztő



Sávzáró

Aluláteresztő szűrő

- A kapcsolat feszültségerősítése a kimeneti és a bemeneti feszültség hányadosa, amelyet A_u -val jelölünk.

$$A_u = \frac{u_2}{u_1} = \frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

- A kapacitív jelleg miatt, a kimeneti feszültség késik a bemeneti feszültséghez képest φ szöget, melynek értéke:

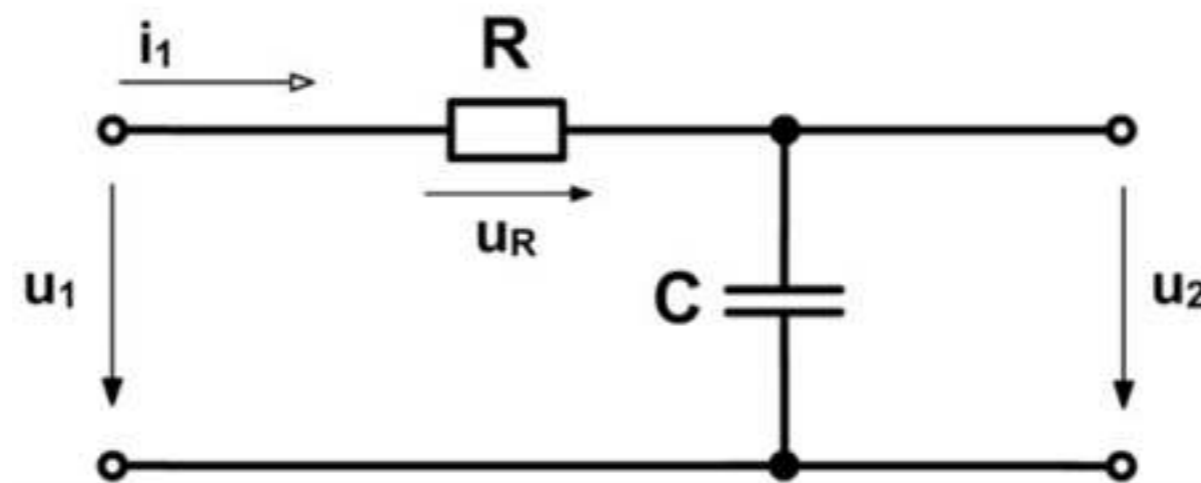
$$\varphi = \arctg \frac{R}{X_C}$$

- Azon a frekvencián, amikor igaz, hogy: $R = X_C$, a feszültségerősítés:

$$A_u = \frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

- vagy dB-ben kifejezve:

$$a_u = 20 \cdot \lg A_u = 20 \cdot \lg \frac{1}{\sqrt{2}} = -3dB$$

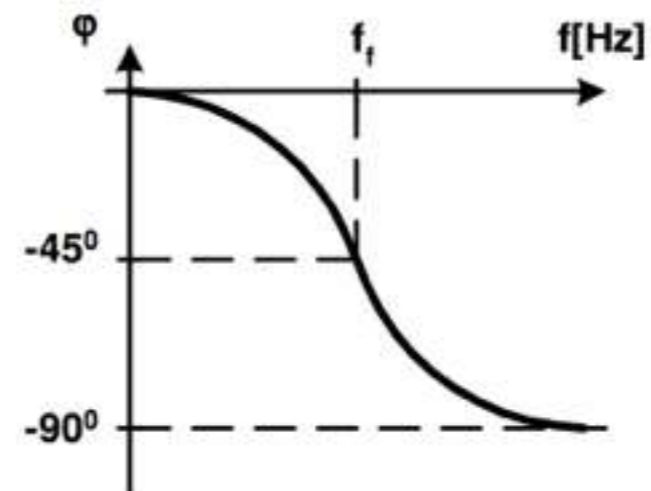
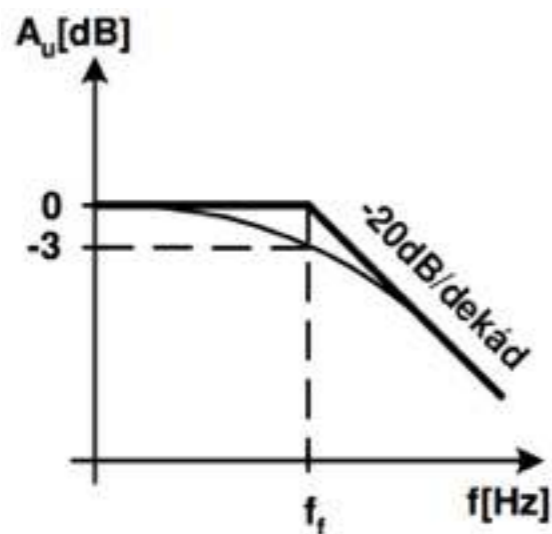


Bode-diagramm

- Ebben az esetben, amikor az $R = X_C$, belátható, hogy a $\phi = 45^\circ$ és kétszerez a kimeneti feszültség a bemenetihez képest.
- Azt a frekvenciát, ahol az erősítés a $\sqrt{2}$ -ed részére csökken a kapcsolat felső határfrekvenciájának f_f nevezzük.
- Az átviteli tag a kisfrekvenciákat átengedi, és ezen a frekvencián fog fellépni a jelentős erősítéscsökkenés. Ez a frekvencia az áramköri elemek értékétől függ:

$$f_f = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C}$$

- Ha ábrázoljuk az erősítés és a fázistolás frekvenciafüggését, akkor ezt a diagramot Bode-diagramnak nevezzük. Az $a_u = f(f)$ diagramban, az f_f egy töréspontot jelöl ki, ahonnan az erősítés dekádonként 20 dB-t csökken.



Gyakorlati alkalmazás

- Tápegységek kimenő feszültségének szűrése (aluláteresztő szűrő).
- Hangfrekvenciás hangszínszabályzók (alul- és feluláteresztő szűrő).
- Vevőkészülékek bemenő köre (sávszűrő).
- Vevőkészülékek KF erősítője (sávszűrő).
- Hangolt (szelektív) erősítők (sávszűrő).
- LC, RC oszcillátorok (sávszűrő).
- PLL (Phases Locked Loop: fáziszárt hurok) (aluláteresztő szűrő).
- Fázisdetektor (FM demodulálás) (aluláteresztő szűrő).
- Hangfrekvenciás erősítőfokozatok csatolása (feluláteresztő szűrő).