

Elektromágneses indukció,  
váltakozó áram  
2006 március 14.

# 3. előadás

- Áram és mágneses tér egymásra hatása
- Váltakozó feszültség jellemzése

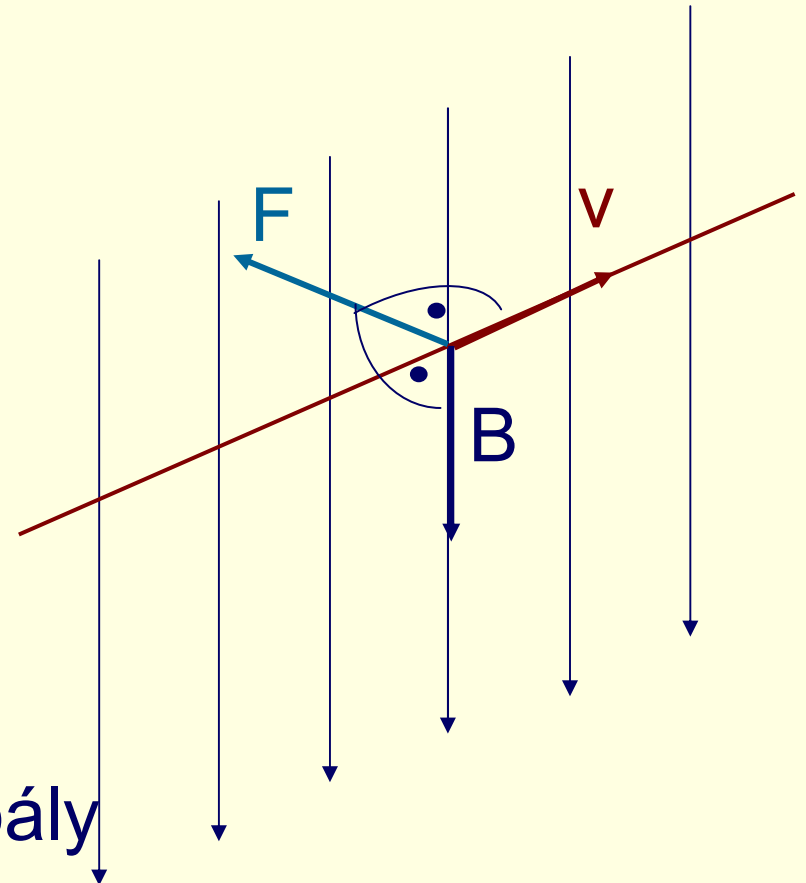
Lorentz erő  $\Rightarrow$  árammal átjárt vezetőre  
mágneses térben ható erő

A mozgó töltésekre  
(elektronokra) ható  
Lorentz erők eredője.

$$\vec{F} = \ell \cdot \vec{I} \times \vec{B}$$

$$|F| = \ell \cdot I \cdot B \cdot \sin\alpha$$

$\vec{F}$ ,  $\vec{I}$ ,  $\vec{B}$  – jobbkez szabály



árammal átjárt vezetőre mágneses térben ható erő

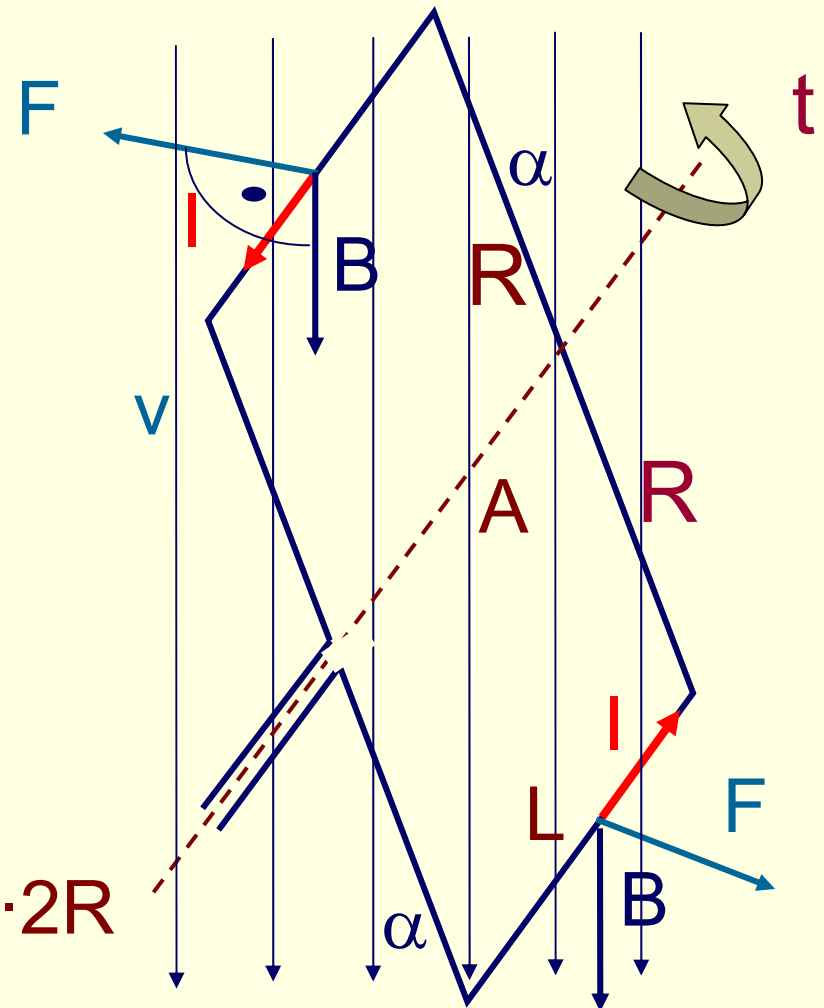
Egyenáramú motor modellje

A tengellyel párhuzamos szakaszokra ható erők forgatónyomatéka:

$$M = 2 \cdot F \cdot R \cdot \cos \alpha$$

$$M = 2 \cdot BIL \cdot R \cdot \cos \alpha$$

$$M = B \cdot I \cdot A \cdot \cos \alpha, \text{ ahol } A = L \cdot 2R$$

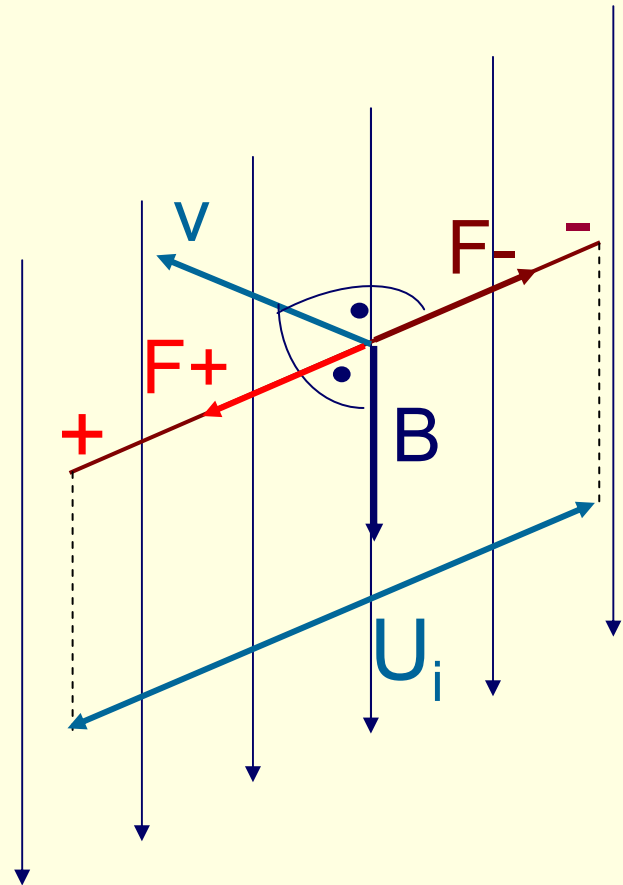


Lorentz erő  $\Rightarrow$  mozgási indukció

$$U_i = B \cdot l \cdot v$$

Ha nem merőlegesek  
az irányok:

$$U_i = B \cdot l \cdot v \cdot \sin\alpha \cdot (\sin\beta)$$



Mozgási indukció felhasználása:

A mozgási indukció törvénye szerint:  $U_i = B \cdot L \cdot v \cdot \sin \alpha$ .

Egy Airbus A380 esetén:

$L = 80 \text{ m}$ ,  $v \sim 1000 \text{ km/h} \sim 280 \text{ m/s}$ ,  $B \sim 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$

Ha  $\alpha = 90^\circ \Rightarrow U_i \sim 0,5 \text{ V}$

Kihasználhatjuk-e ezt az indukált feszültséget egy repülőn áram termelésre?

Nem! A zárt áramkörben az eredő indukált feszültség nulla!



mozgási indukció példa: generátor

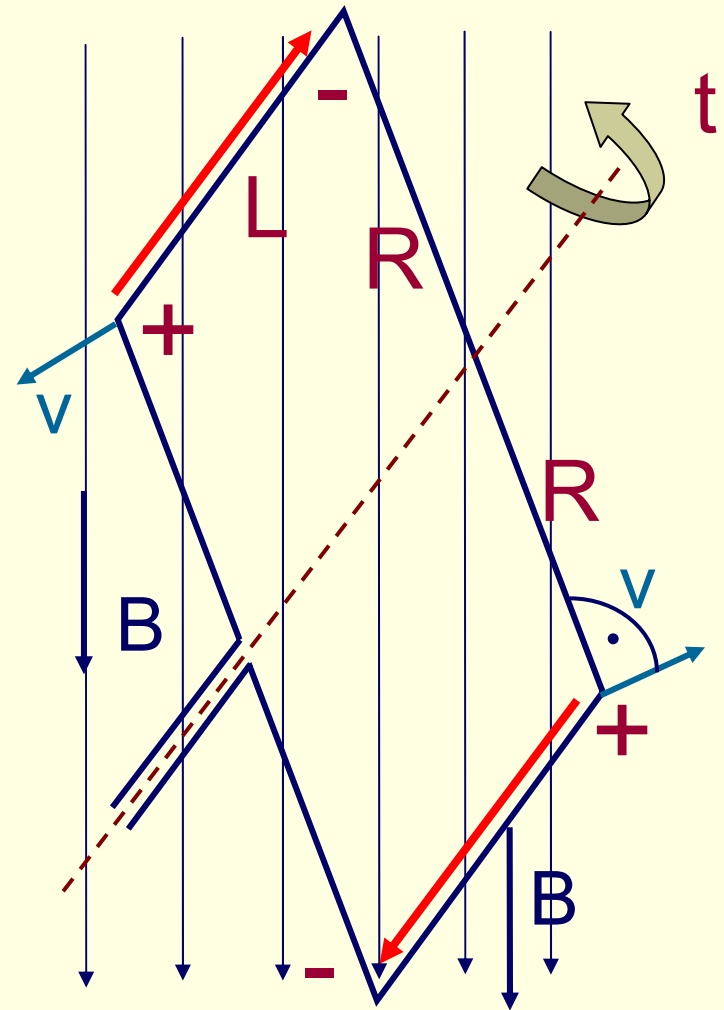
A tengellyel párhuzamos szakaszokon indukálódott feszültségek összeadódnak.

$$U = 2 \cdot B \cdot L \cdot v \cdot \sin\alpha$$

Mivel  $v = R\omega$ , és  $\alpha = \omega t$

$$U = B \cdot L \cdot 2 \cdot R \cdot \omega \cdot \sin\omega t$$

$$U = B \cdot A \cdot \omega \cdot \sin\omega t$$



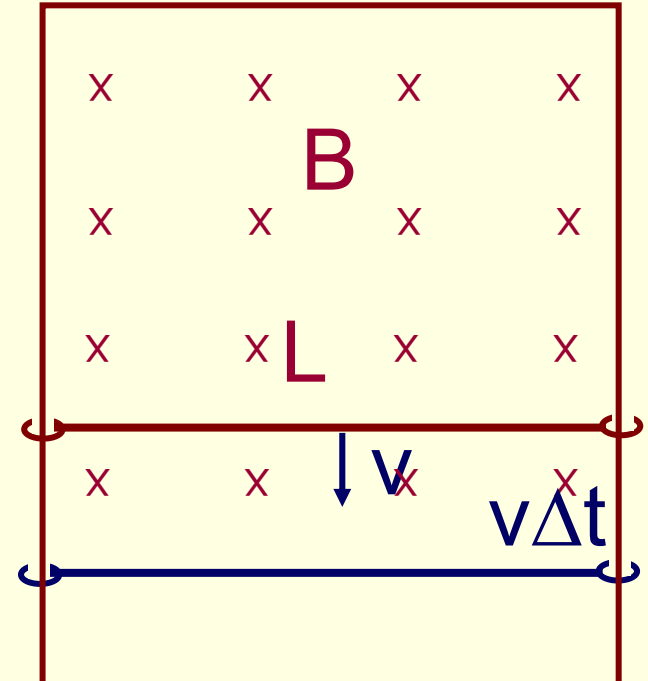
## Nyugalmi indukció

$$|U_i| = B \cdot L \cdot v$$

$$|U_i| = \frac{B \cdot L \cdot v \cdot \Delta t}{\Delta t}$$

$$|U_i| = \frac{B \cdot \Delta A}{\Delta t}$$

Jelölés:  $\Phi = B \cdot A$



$$|U_i| = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

## Nyugalmi indukció

Faraday – féle indukció törvény:

$$|U_i| = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

**Lenz törvény:** Az indukált feszültség mindig olyan polaritású, hogy az általa létrehozott áram akadályozza az őt létrehozó hatást.

## Kísérlet indukcióra

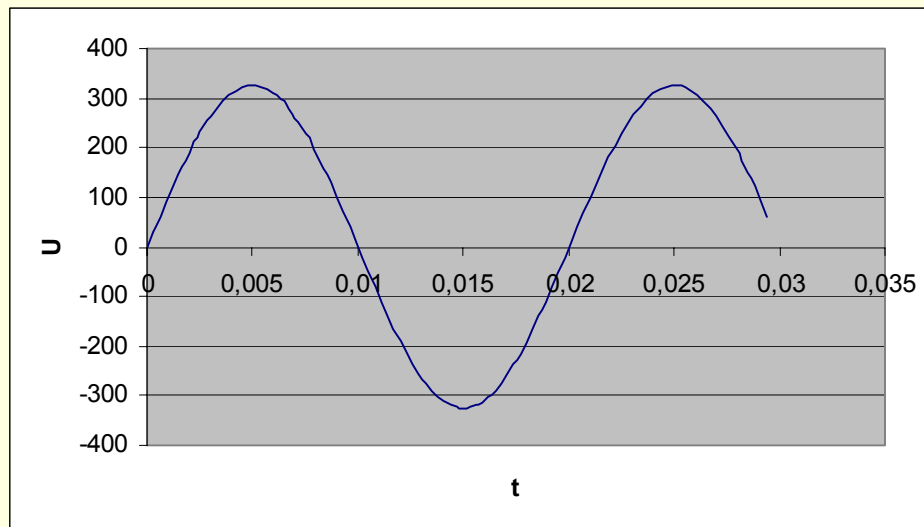
### Lenz karika

## Váltakozó áram

$$U(t) = B \cdot A \cdot \omega \cdot \sin \omega t = U_0 \cdot \sin \omega t$$

$U_0$  – maximális feszültség

$\omega = 2\pi f$  – körfrekvencia



Milyen értékkel  
jellemezzük?  
(multiméter)

## Váltakozó áram

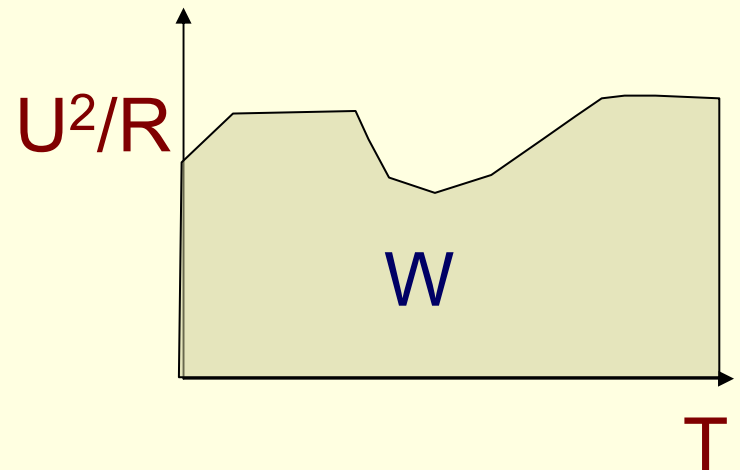
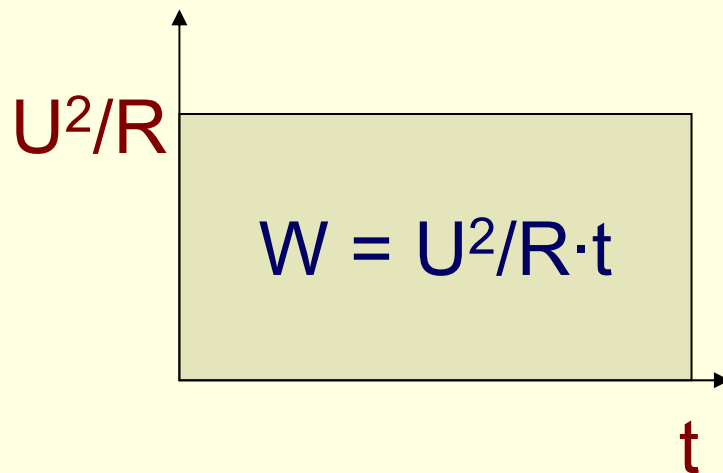
$$U(t) = B \cdot A \cdot \omega \cdot \sin \omega t = U_0 \cdot \sin \omega t$$

	egyenáram	váltóáram
elektrolízis	igen	Nem
Nyugalmi indukció (transzformátor)	nem	igen
<b>hőhatás</b>	<b>igen</b>	<b>Igen</b>

## Váltakozó áram

**Effektív érték:** Az adott váltófeszültség (váltóáram) hőtermelés szempontjából mekkora egyenfeszültséggel (egyenárammal) helyettesíthető.

$$W_{\text{egyen}} = W_{\text{váltó}}$$



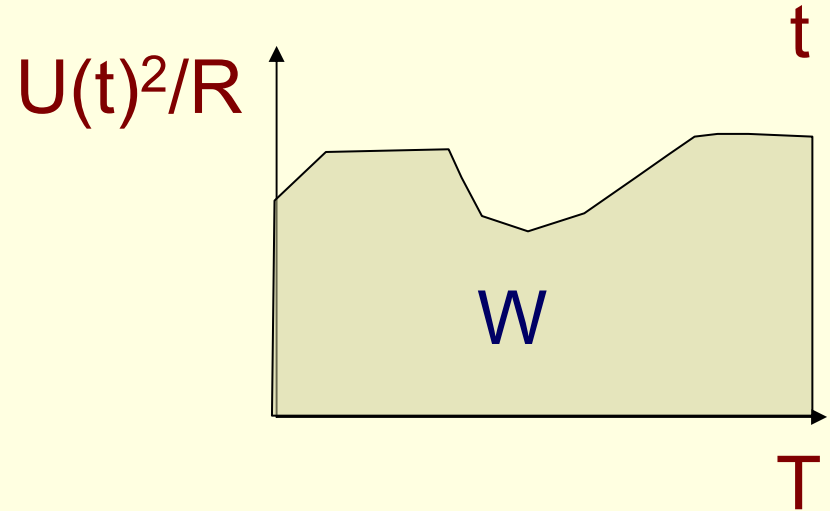
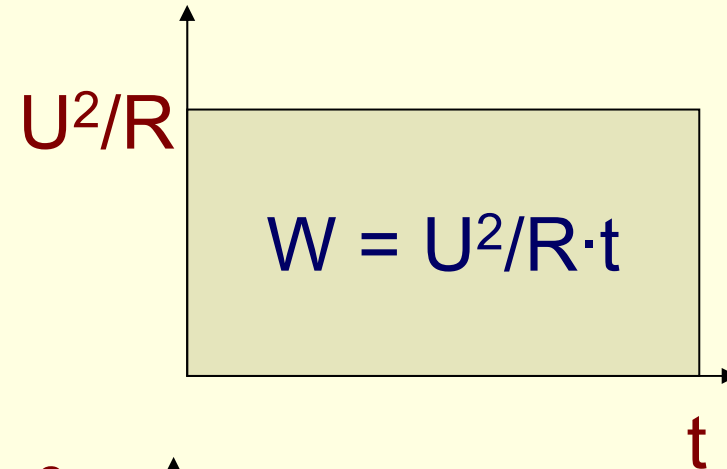
## Váltakozó áram

Effektív érték:

$$W_{\text{egyen}} = W_{\text{váltó}}$$

$$\frac{U_{\text{eff}}^2}{R} T = \int_0^T \frac{U^2(t)}{R} dt$$

$$U_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2(t) dt}$$



## Szinuszos feszültség:

$$U_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U_0^2 \sin^2(\omega t) dt}$$

$$U_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{U_0^2}{T} \int_0^T \sin^2(\omega t) dt}$$

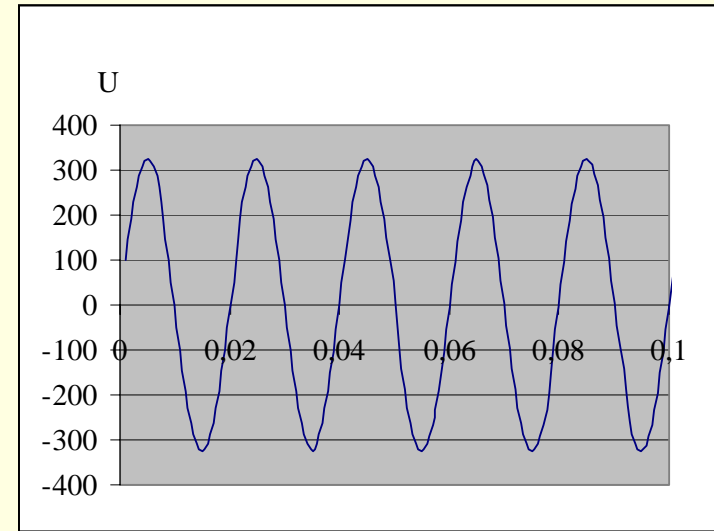
$$\int_0^T \sin^2(\omega t) dt = \int_0^T \cos^2(\omega t) dt$$

$$\sin^2(\omega t) + \cos^2(\omega t) = 1$$

$$\int_0^T \sin^2(\omega t) dt + \int_0^T \cos^2(\omega t) dt = T$$

$$\int_0^T \sin^2(\omega t) dt = \frac{T}{2}$$

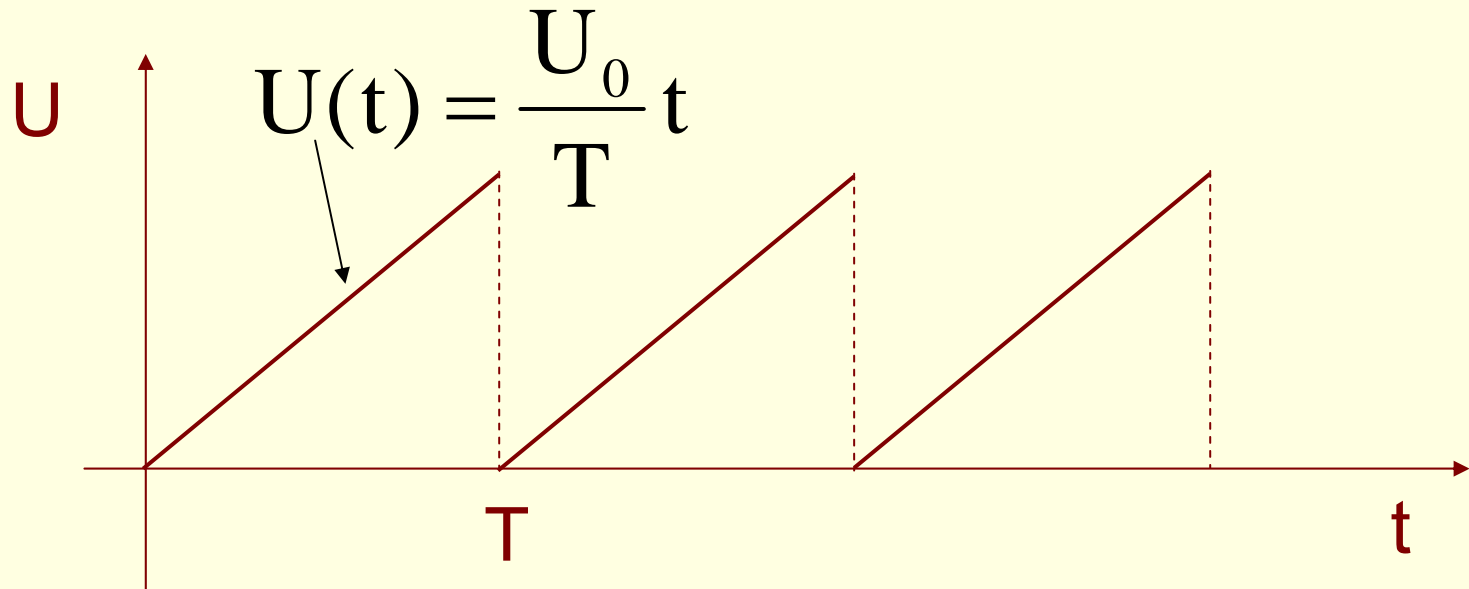
$$U_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{U_0^2}{T} \frac{T}{2}} \Rightarrow U_{\text{eff}} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$



## Váltóáram

fűrészfog jel !!!:

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_0}{\sqrt{3}}$$



$$U_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2(t) dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \left( \frac{U_0}{T} t \right)^2 dt} = \sqrt{\frac{U_0^2}{T^3} \int_0^T t^2 dt} = \sqrt{\frac{U_0^2}{T^3} \frac{T^3}{3}} = \frac{U_0}{\sqrt{3}}$$