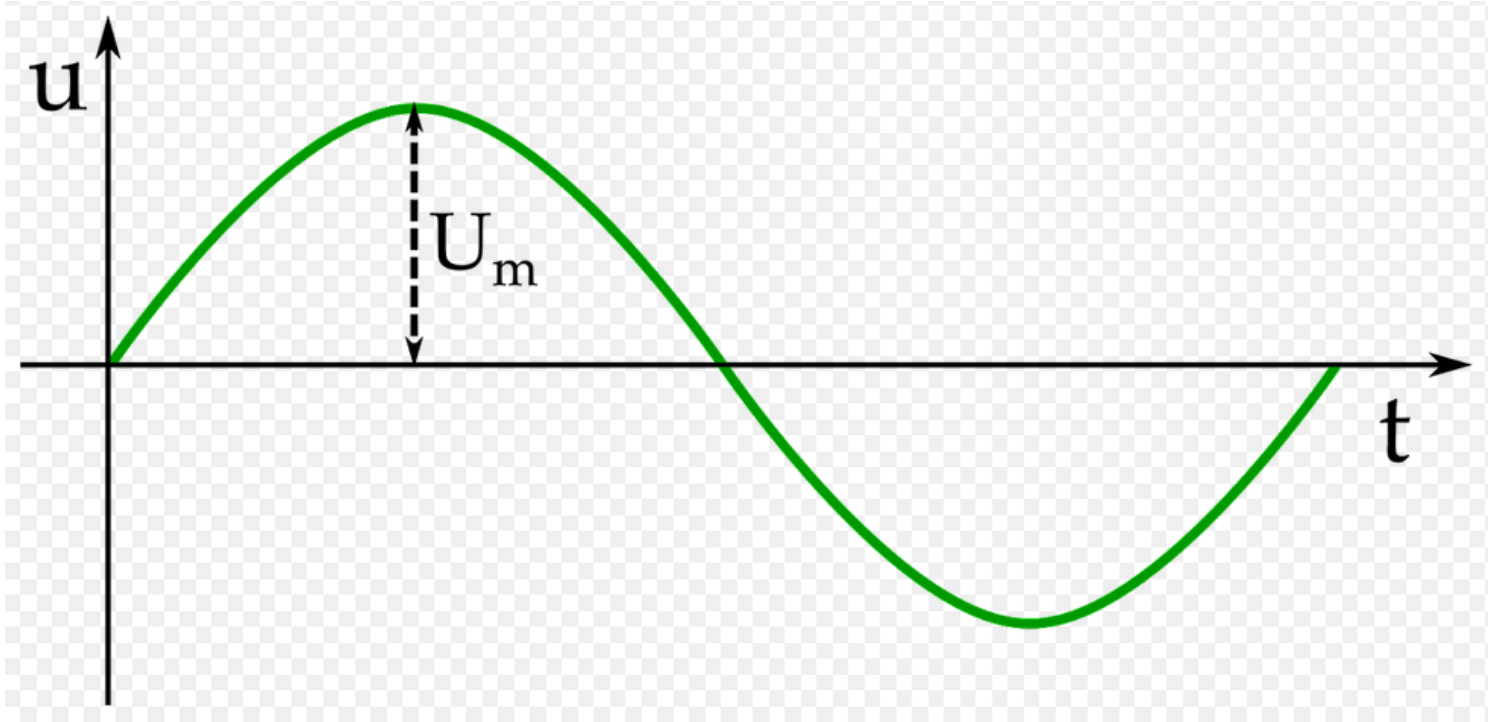
Střídavý proud

Vznik střídavého proudu

- připojením zdroje střídavého napětí do obvodu

- okamžitá hodnota napětí: $u = U_m \cdot \sin \omega t$
- amplituda napětí U_m
- úhlová frekvence ω

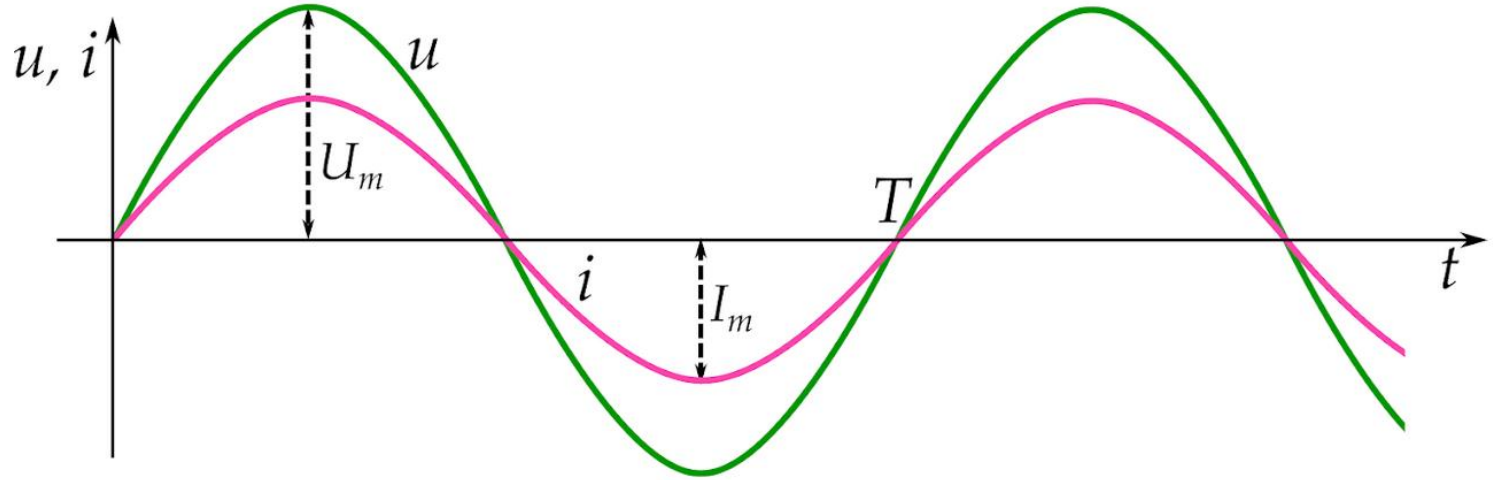


Obvod s rezistorem

- $i = \frac{u}{R} = \frac{U_m}{R} \cdot \sin \omega t = I_m \cdot \sin \omega t$

- odpor: rezistance R

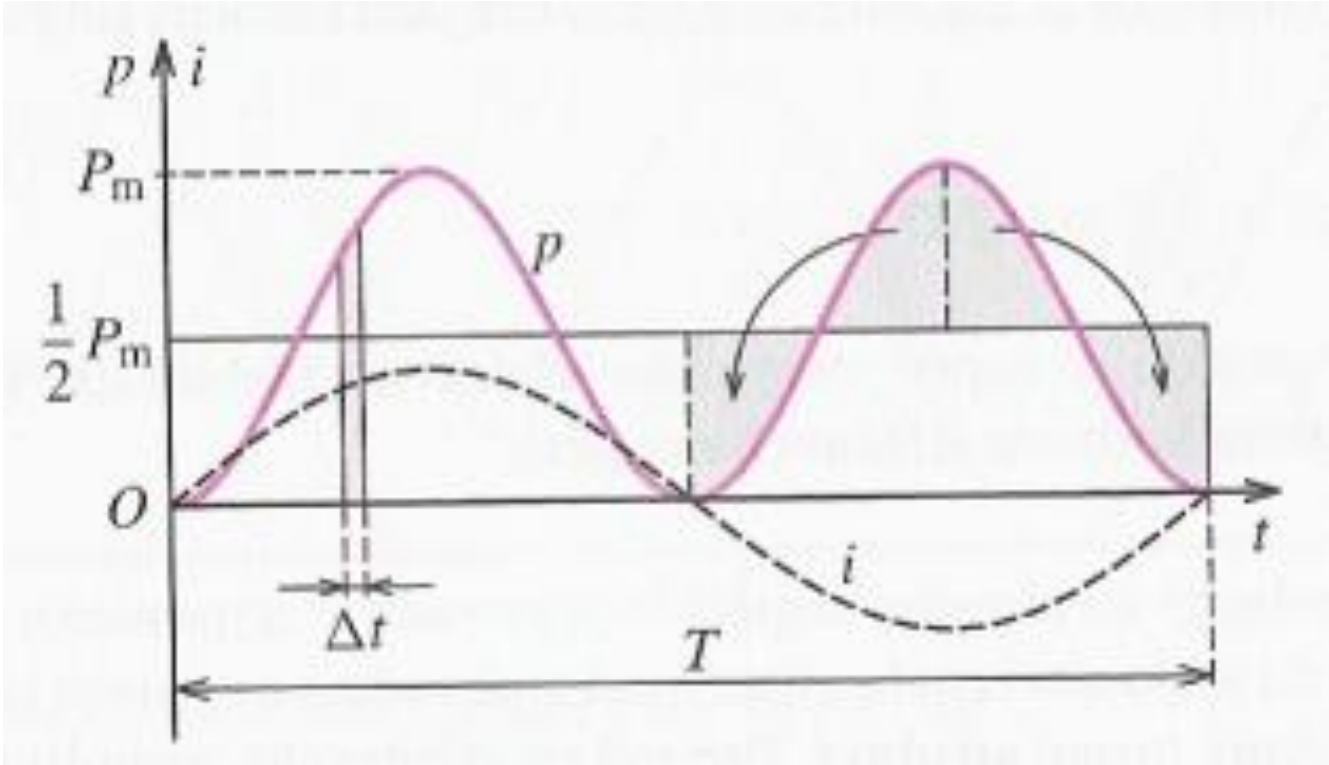
- proud a napětí jsou ve fázi
- $\varphi = 0$



Výkon SP v obvodu s rezistancí

- stejnosměrný proud: $P = U \cdot I = R \cdot I^2$
- střídavý proud: $p = u \cdot i = R \cdot i^2 = R \cdot I_m^2 \cdot sin^2 \omega t$

- okamžitý výkon p
- amplituda výkonu $P_m = R \cdot I_m^2$
- střední výkon $P = \frac{1}{2} \cdot R \cdot I_m^2$



Efektivní hodnota

- „stejnosměrný výkon“ = „střední střídavý výkon“

- $R \cdot I^2 = \frac{1}{2} \cdot R \cdot I_m^2$
- $2 \cdot I^2 = I_m^2$
- $I \cdot \sqrt{2} = I_m$

- $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$

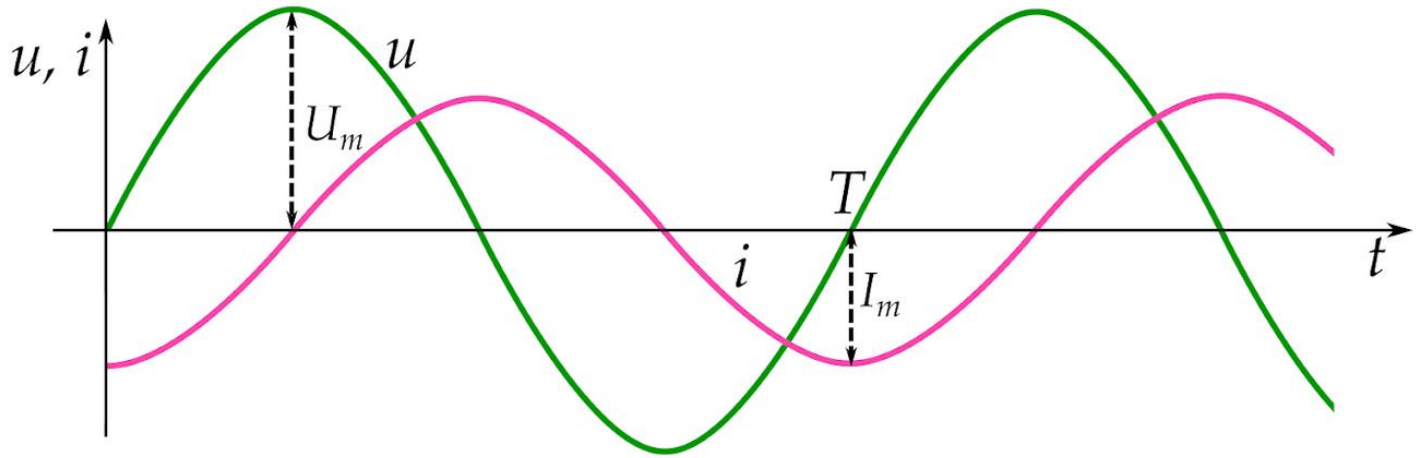
Efektivní hodnota

- $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$
- $I_m = I \cdot \sqrt{2}$
- $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$
- $U_m = U \cdot \sqrt{2}$

Obvod s cívkou

- indukčnost L
- vlastní indukce způsobí, že se proud opožďuje za napětím o $\frac{\pi}{2}$

- $u = U_m \cdot \sin \omega t$
- $i = I_m \cdot \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = -I_m \cdot \cos \omega t$



Obvod s cívkou

- druhá varianta: napětí se předbíhá před proudem o $\frac{\pi}{2}$

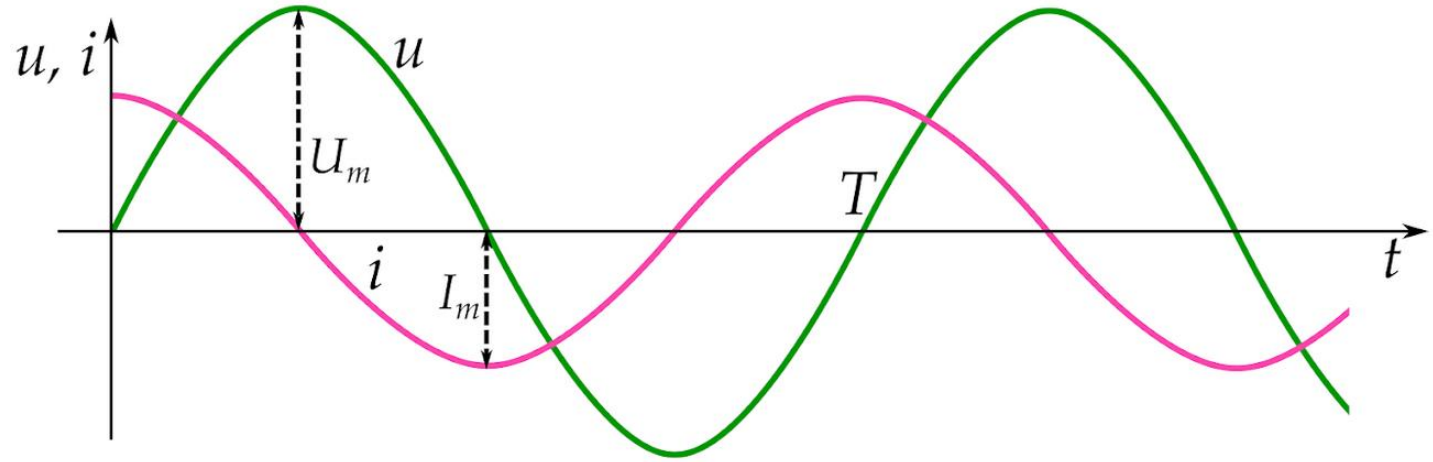
- $u = U_m \cdot \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = U_m \cdot \cos \omega t$
- $i = I_m \cdot \sin \omega t$

- odpor: induktance $X_L = \omega \cdot L$
- $[X_L] = \Omega$

Obvod s kondenzátorem

- kapacita C
- proud se předbíhá před napětím o $\frac{\pi}{2}$

- $u = U_m \cdot \sin \omega t$
- $i = I_m \cdot \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = I_m \cdot \cos \omega t$



Obvod s kondenzátorem

- druhá varianta: napětí se opožďuje za proudem o $\frac{\pi}{2}$

- $u = U_m \cdot \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = -U_m \cdot \cos \omega t$
- $i = I_m \cdot \sin \omega t$

- odpor: kapacitance $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$
- $[X_C] = \Omega$

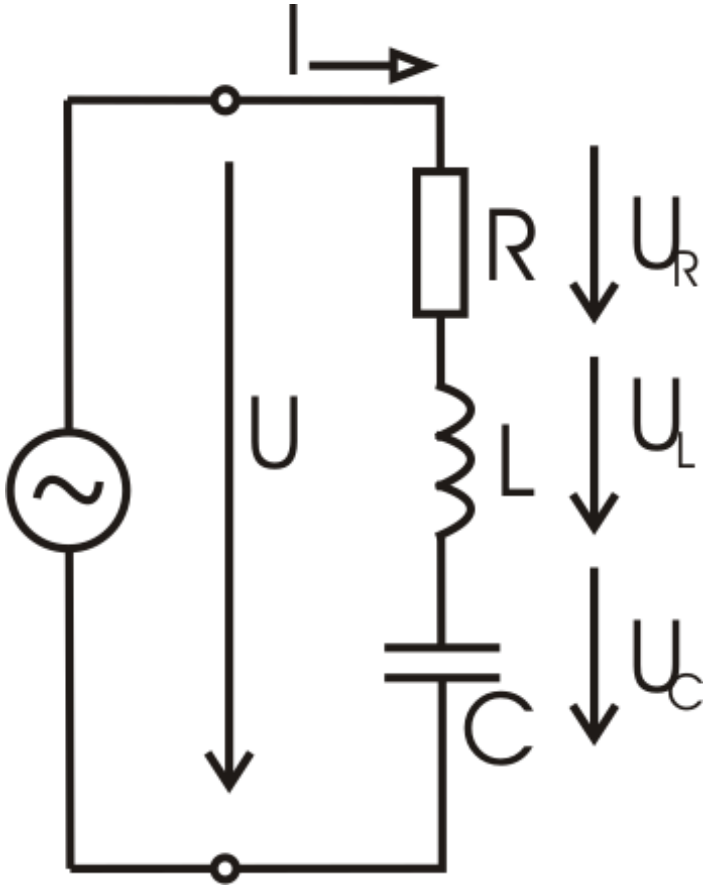
Činný výkon (příkon)

- odpovídá té části elektrické energie, která se v obvodu mění na teplo nebo užitečnou práci
- $P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$
- učiník $\cos\varphi$

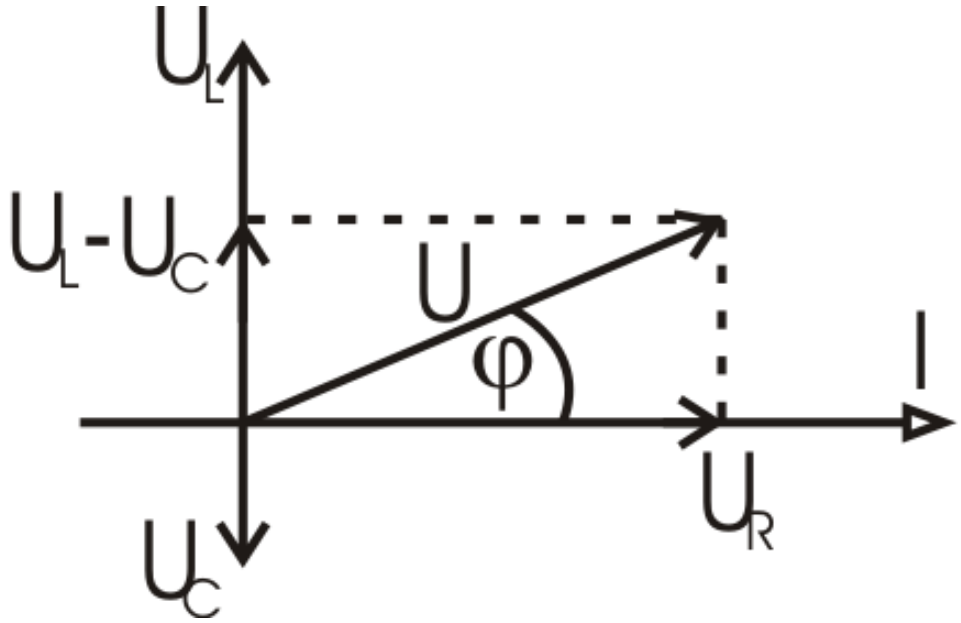
- rezistor: $\varphi = 0$ … $\cos\varphi = 1$ … $P = U \cdot I$ … zdánlivý výkon
- cívka, kondenzátor: $\varphi = \pm\frac{\pi}{2}$ … $\cos\varphi = 0$ … $P = 0$

Sériový RLC obvod

- $U_R = R \cdot I$
- $U_L = X_L \cdot I$
- $U_C = X_C \cdot I$



- fázorový diagram



Impedance Z

- celkové napětí $U = I \cdot \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

- $Z = \frac{U}{I} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
- $[Z] = \Omega$

- $\mathrm{tg}\,\varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{X_L - X_C}{R}$

Reaktance X

- $X = X_L - X_C$
- $[X] = \Omega$

- $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$

- $\mathrm{tg}\,\varphi = \frac{X}{R}$

Rezonance

- $X = 0 \ \ldots Z = R$
- $X_L = X_C$
- $\omega \cdot L = \frac{1}{\omega \cdot C}$
- $\omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$
- Thomsonův vztah
- $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$
- $f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi}$
- $f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$
- rezonanční frekvence

Reálná cívka

- sériové zapojení ideální cívky a rezistoru

- $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

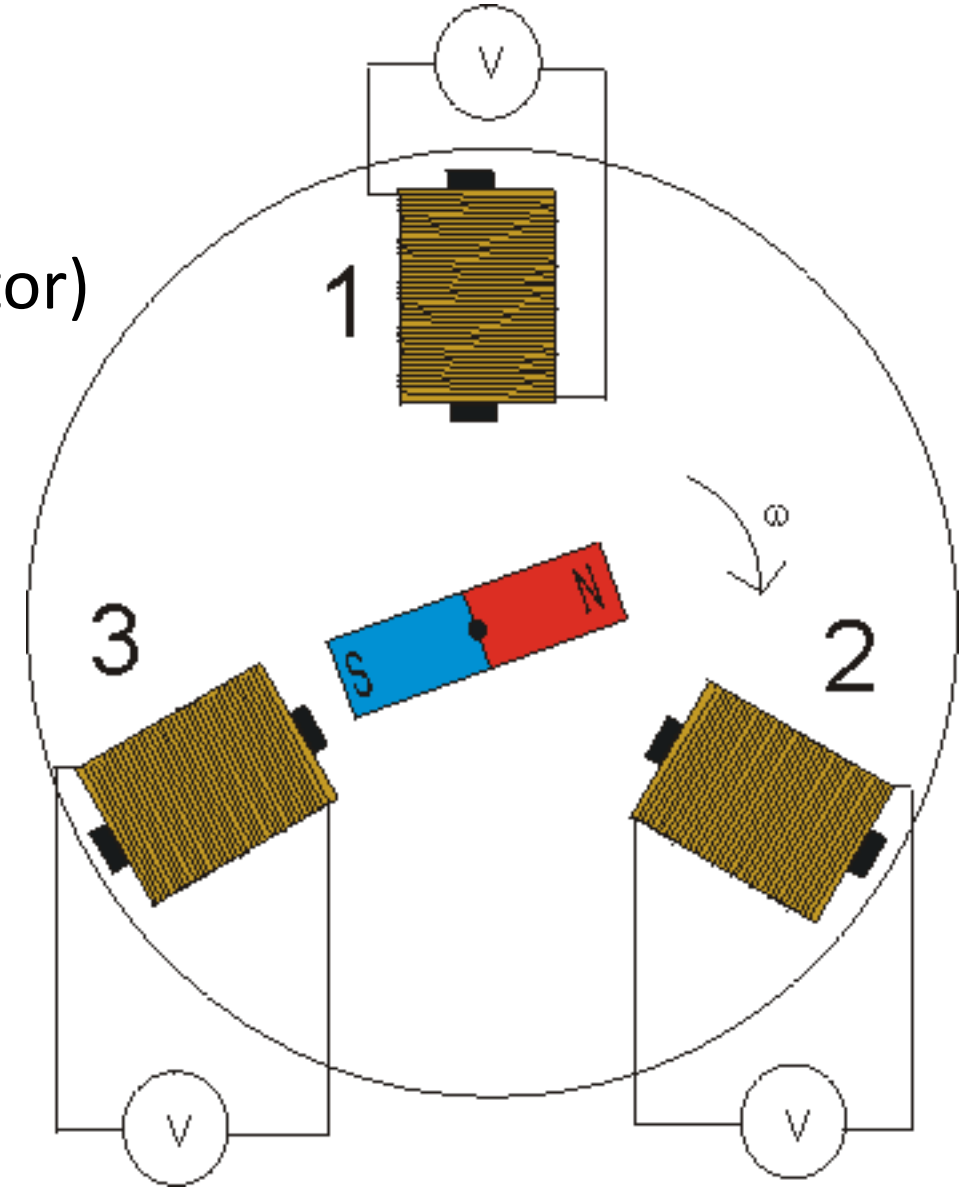
- $\mathrm{tg}\,\varphi = \frac{X_L}{R}$

Střídavý proud v energetice

Alternátor

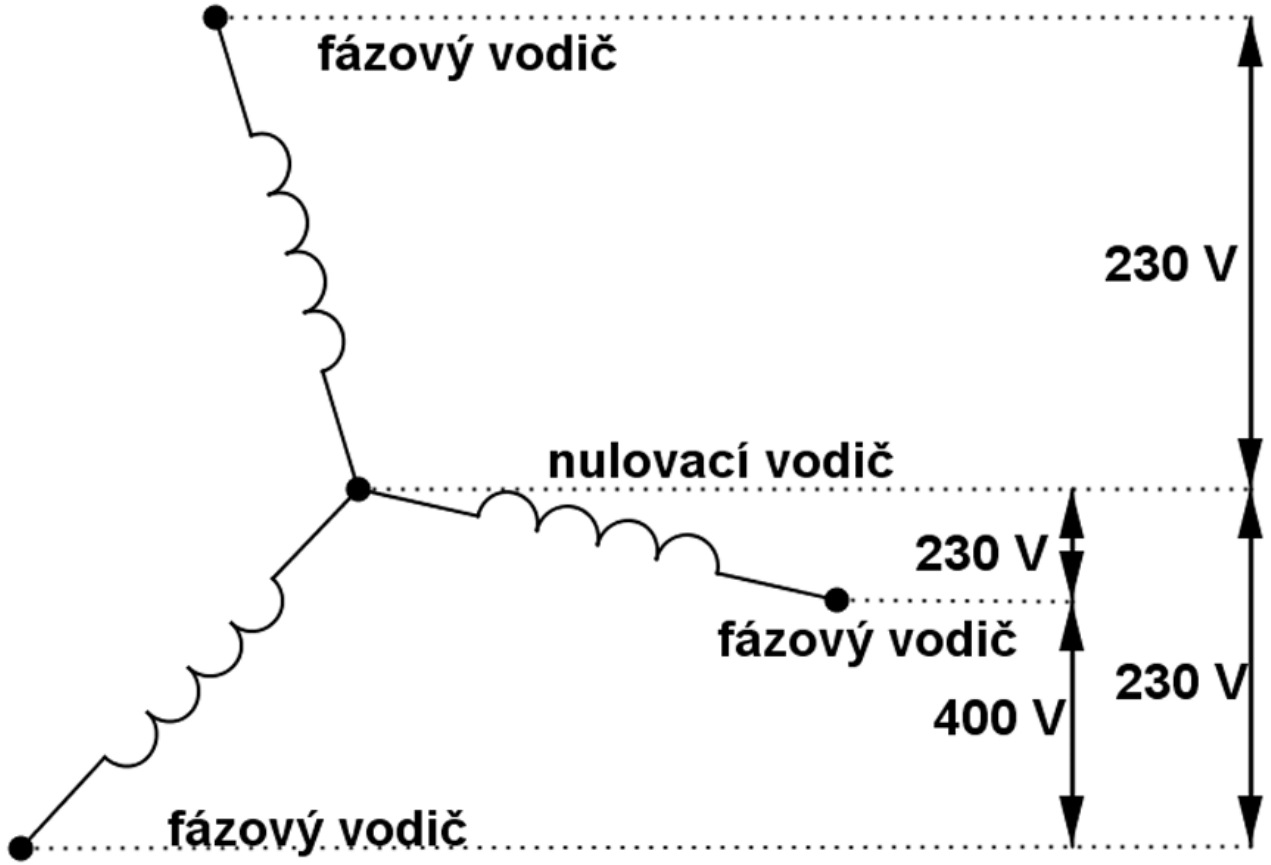
- generátor střídavého proudu
- otáčení magnetu (rotor) v blízkosti cívek (stator)

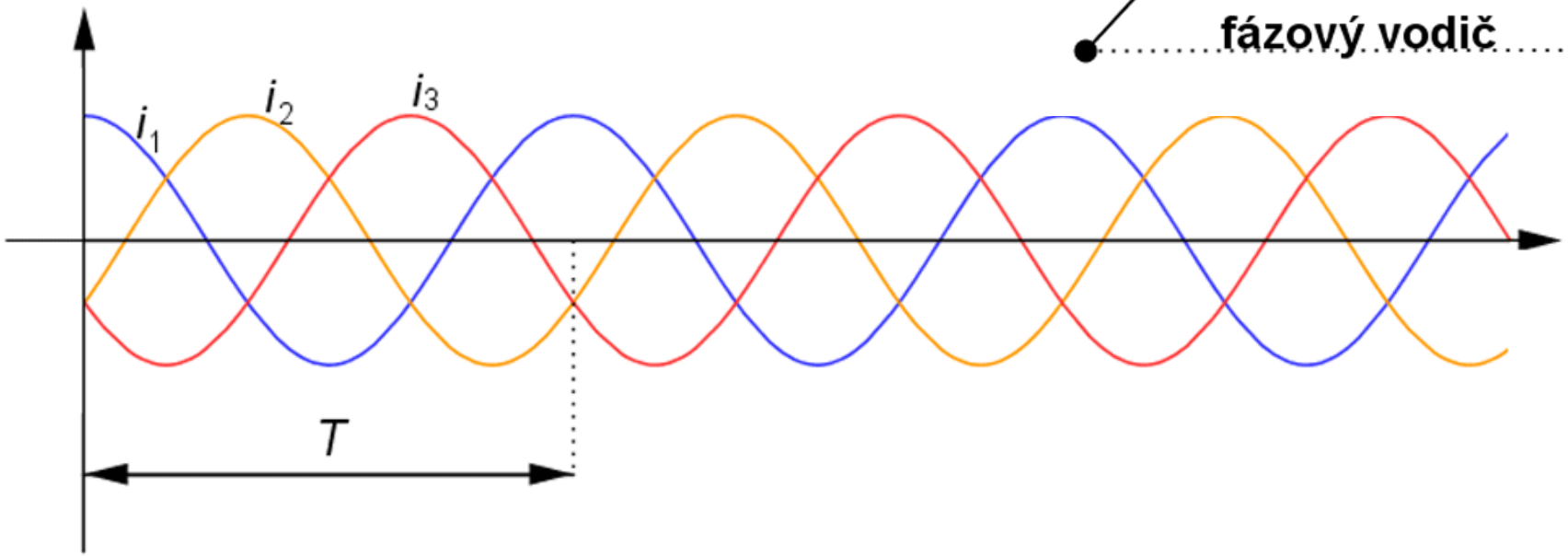
- $f = 50\ Hz$
- 3 000 otáček za minutu



Trojfázová soustava

- fázové napětí 230 V
- sdružené napětí 400 V

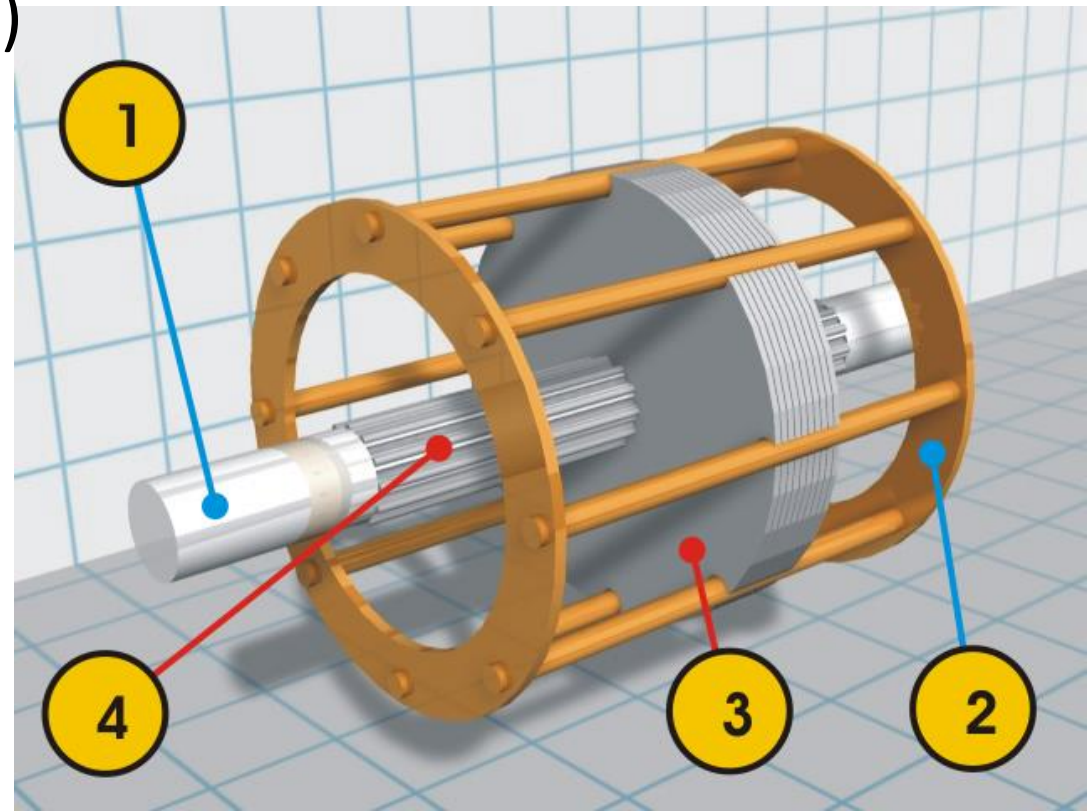




Elektromotor

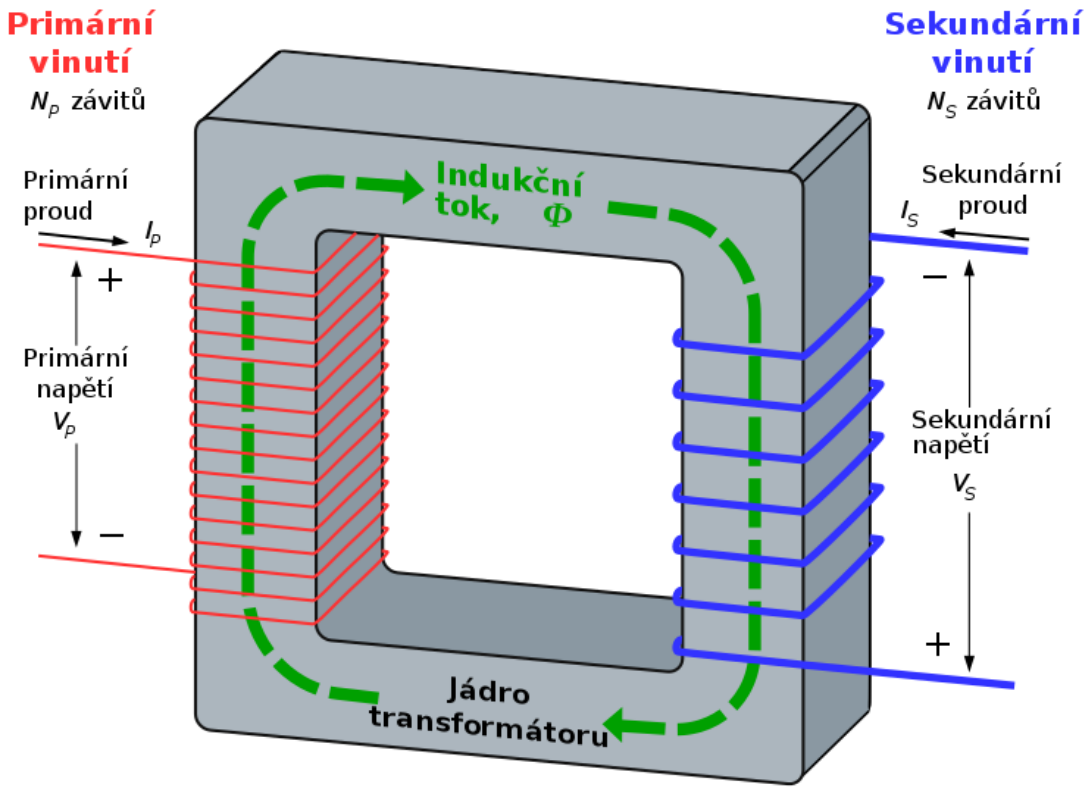
- obrácený princip než alternátor
- stator (trojice cívek) vytváří točivé magnetické pole
- rotorem je klecová kotva (kotva nakrátko)

- skluz $s = \frac{f_p - f_r}{f_p}$



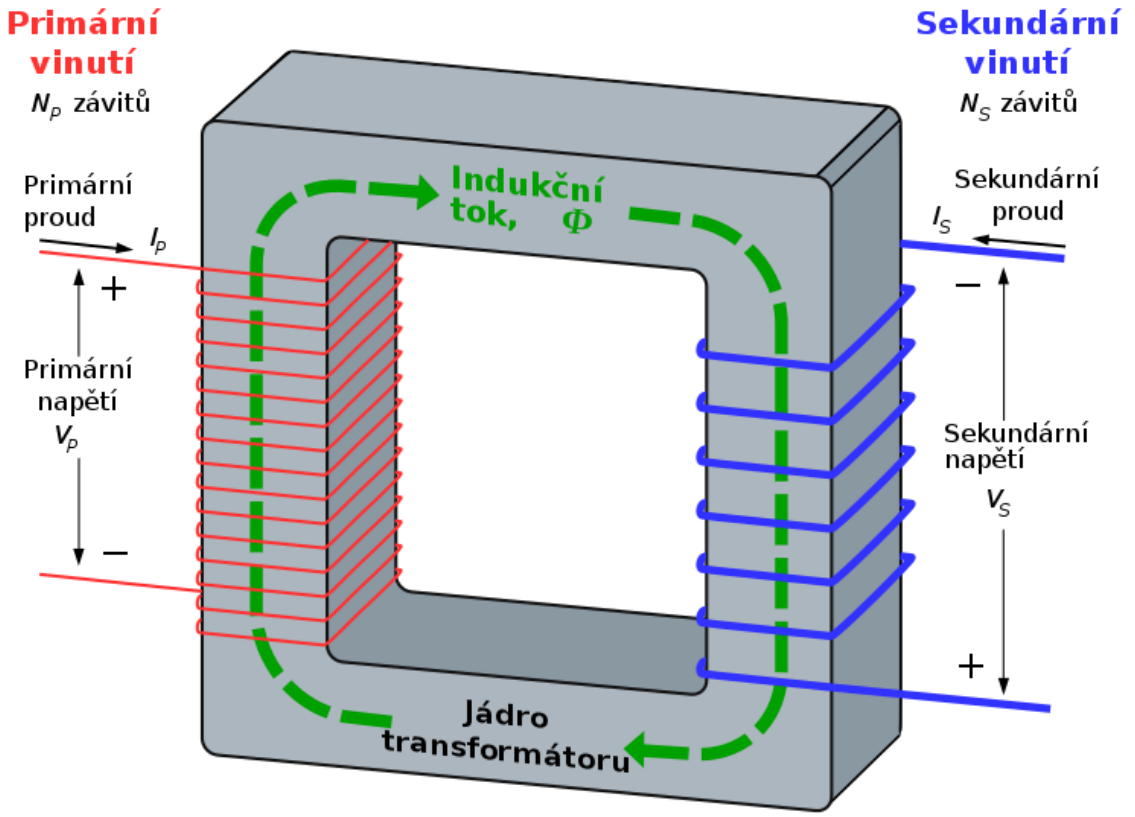
Transformátor

- při průchodu elektrického proudu se vodiče zahřívají a vznikají ztráty
- ztrátový výkon $P_Z = R \cdot I^2$ nebo $P_Z = Z \cdot I^2$



Rovnice transformátoru

- $\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = k = \frac{I_1}{I_2}$
- transformační poměr k
- pro $k > 1$ transformace nahoru
- pro $k < 1$ transformace dolů



- účinnost transformátoru $\eta = \frac{P_2}{P_1} \cong 95\ \%$

Testové otázky