



Agronomická
fakulta

Transformátory a měniče

Mendelova
univerzita
v Brně



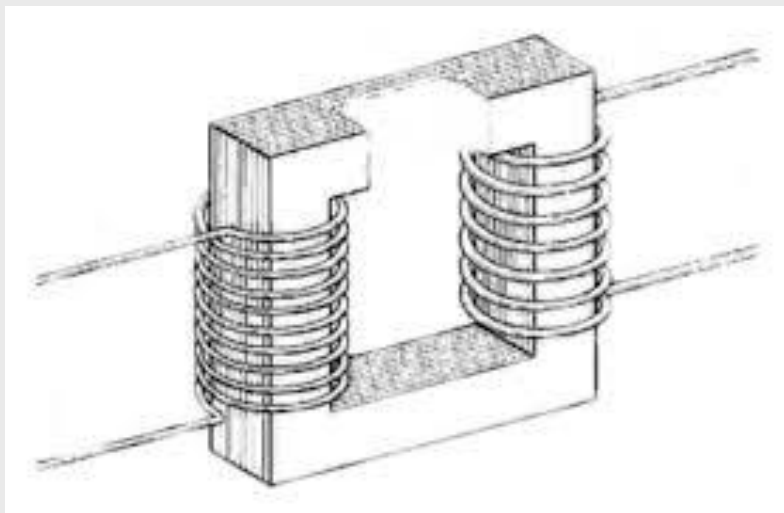
Otázky

- Jak vzniká elektromagnetické pole?
- Jaké podmínky splňuje homogenické magnetické pole?
- Co je pravidlo pravé ruky?
- Co je to elektromagnetický tok?
- Co je elektromagnetická indukce?
- Na čem závisí indukčnost?
- Jaký je Lorencův zákon?
- Co je magnetický odpor?

Definice transformátoru

- Transformátor je netočivý elektrický stroj, který převádí pomocí dynamických elektromagnetických jevů napětí podle vnitřního uspořádání, ale nemění jeho frekvenci. Přenos energie je galvanicky oddělen.
- Transformátory jsou elektrické stroje, které pracují na principu elektromagnetické indukce. Přeměňují střídavý proud o určitém napětí na střídavý proud o jiném napětí. Při transformaci proudu dochází ke změně napětí a proudu, ale frekvence se nemění.

Schéma transformátoru



- Cívky
 - Primární
 - Sekundární
- Jádro
 - Jho

Schéma transformátoru



- Používaný transformátor sloupový
- 3f
- Chladící směs
- Sekundární cívka v cívce primární

Druhy transformátoru podle použití

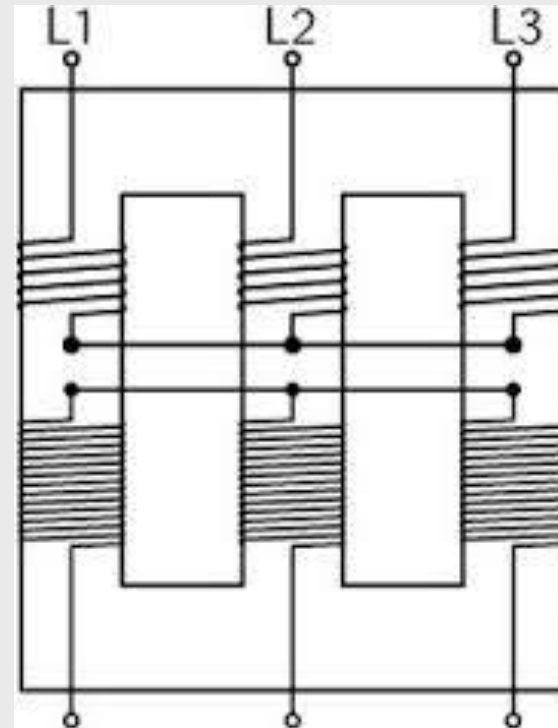
- Přenosové
 - Transformační (vn->nn, vn->vvn)
 - Oddělovací
- Svařovací
- Startovací (startéry, tlumivky)
- Měřicí
- Pecové
- Topné
- Usměrňovací
- Vysokofrekvenční
- Autotransformátory (laboratorní)
- Rozptylové transformátory
- Zdroje

Druhy transformátoru podle konstrukce

- Bez jádra
- S jádrem
- Toroidní
- Lineární
- Tyčové
- Více vrstvé
- Ochranné
- Chlazené nuceně
- Chlazené okolím
- Malé do 16kVA výkonu
- Spínané zdroje

Druhy transformátoru podle počtu fází

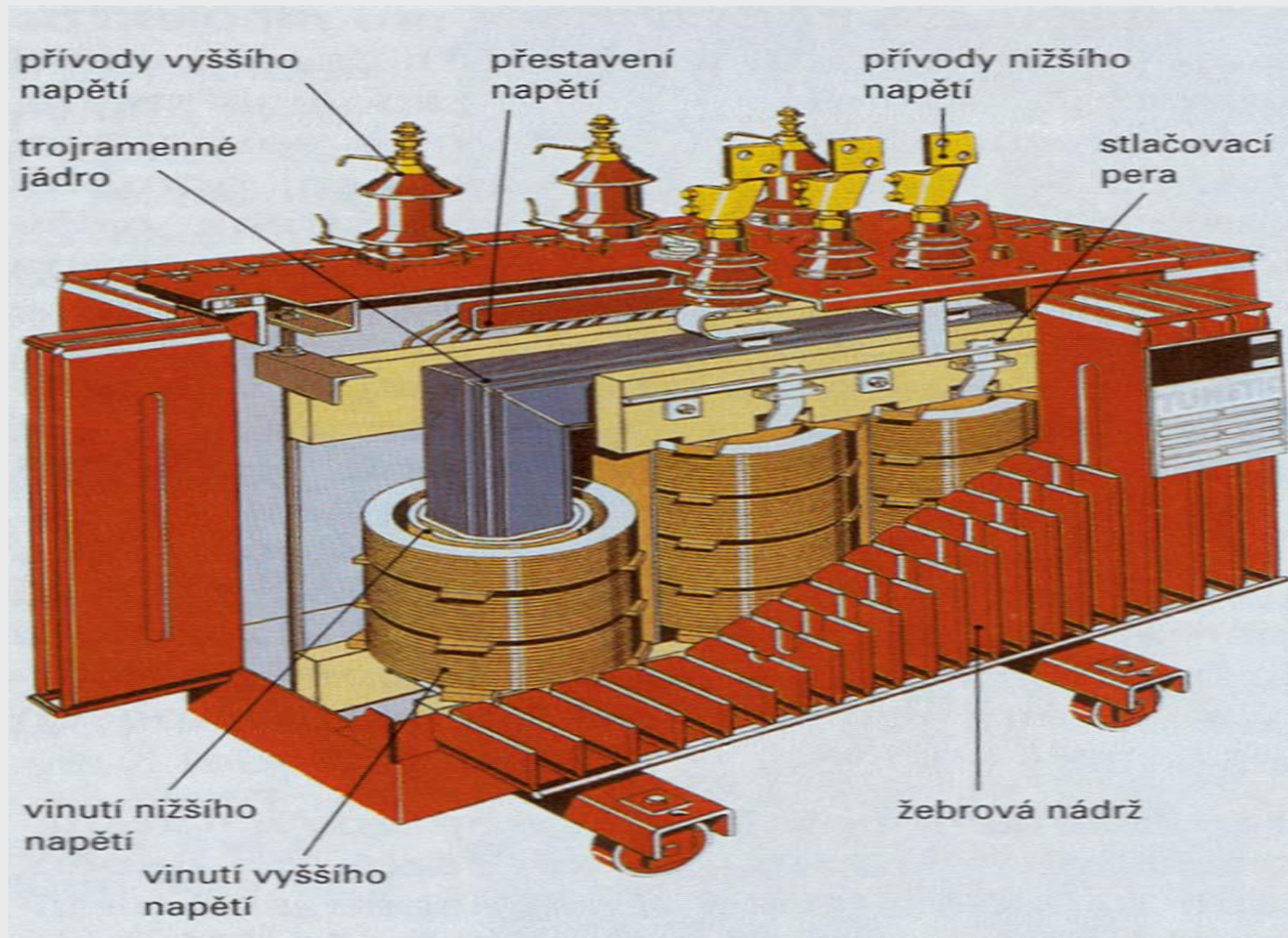
- Jednofázové
- Třífázové
- N-fázové



Druhy transformátoru podle chlazení

- Náplňové
 - Olej
 - Voda
 - Písek
- Beznáplňové
 - Vzduch

Podrobný popis transformátoru



Důležité veličiny

- Magnetická indukce, B
- Magnetický tok, Φ
- Elektromagnetická indukce, U
- Účinnost, η
- Hodinový úhel, φ , číslo
- Výkon, P
- Převod transformátoru, K

Ideální transformátor

- Má 100% magnetickou vazbu
- Nulový rozptylový magnetický tok
- Přenos výkonu je beze ztrát

$$\Phi_1 = \Phi_2 \Leftrightarrow B_1 S = B_2 S \Leftrightarrow \frac{U_1}{fN_1} = \frac{U_2}{fN_2}$$

Převod transformátoru

- Je poměr transformace ze vstupního napětí na výstupní napětí
 - $0 < K < 1$ jde o transformaci na nižší napětí
 - $K = 1$ jde o oddělovací trafo
 - $K > 1$ jde o transformaci nahoru

$$P_1 = P_2 \Leftrightarrow U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2 \Leftrightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} = K$$

Transformační napětí

- Napětí naprázdno generované na cívce transformátoru, kterou prochází magnetická indukce je:

$$u_0 = \Phi \cdot \omega \cdot N = B \cdot S \cdot 2\pi \cdot f \cdot N$$

$$U_0 = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} \cdot B \cdot S \cdot f \cdot N = 4,44 \cdot B \cdot S \cdot f \cdot N$$

Účinnost transformátoru

- Je poměr odevzdaného výkonu k přijatému

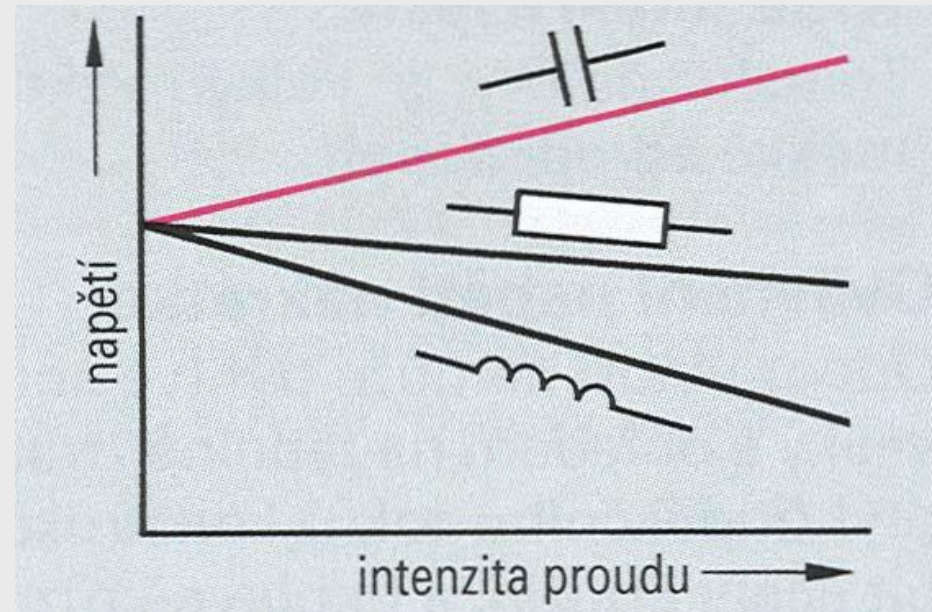
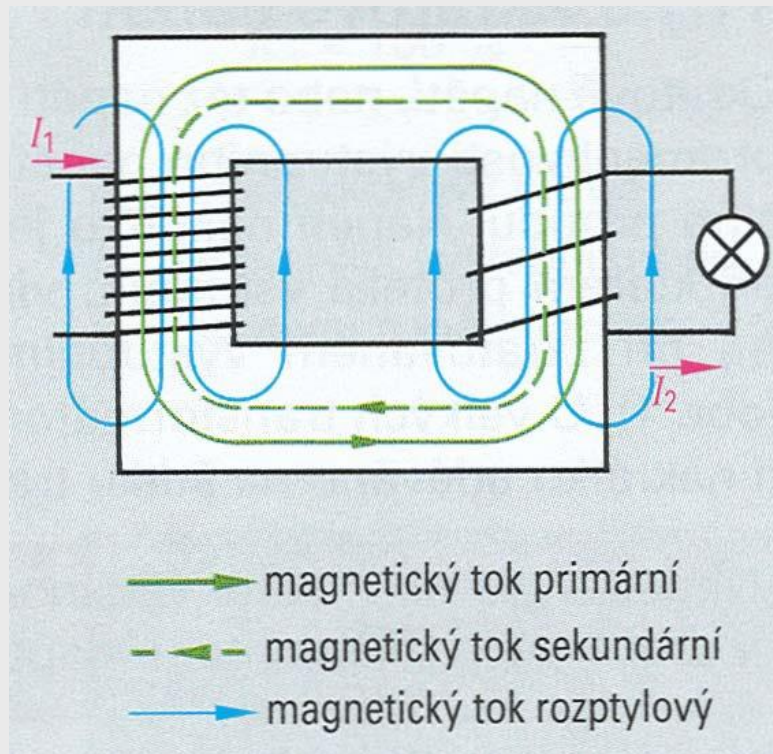
$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - (\Delta P_0 + \Delta P_k)}{P_1}$$

- P_0 je měření naprázdno
- P_k je měření nakrátko

Stavy transformátoru

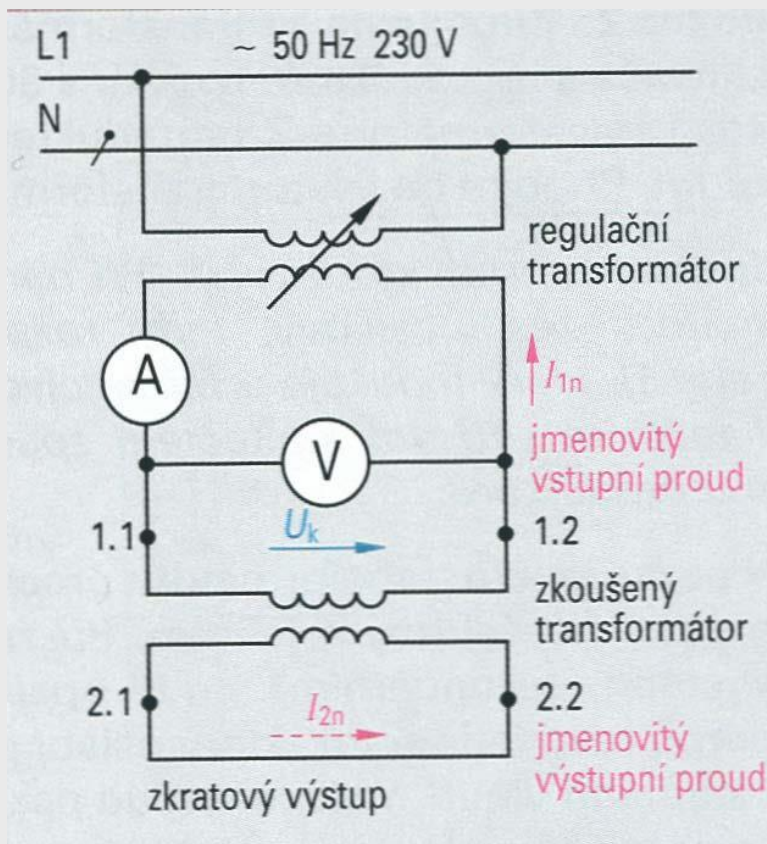
- Na krátko
- Zatížený
- Na prázdno

Zatížený transformátor



- Výstupní napětí závisí na zátěži!!

Měření nakrátko

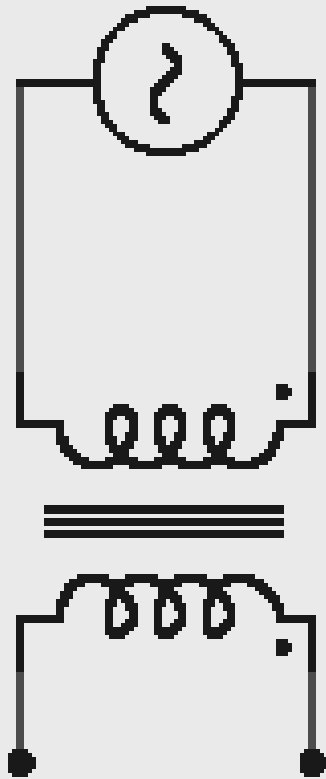


- Vysoký proud
- Úbytek napětí u reálného transformátoru

$$u_k = 100\% \cdot \frac{U_k}{U_n}$$

$$I_k = \frac{I_n}{u_k} \cdot 100$$

Měření naprázdno

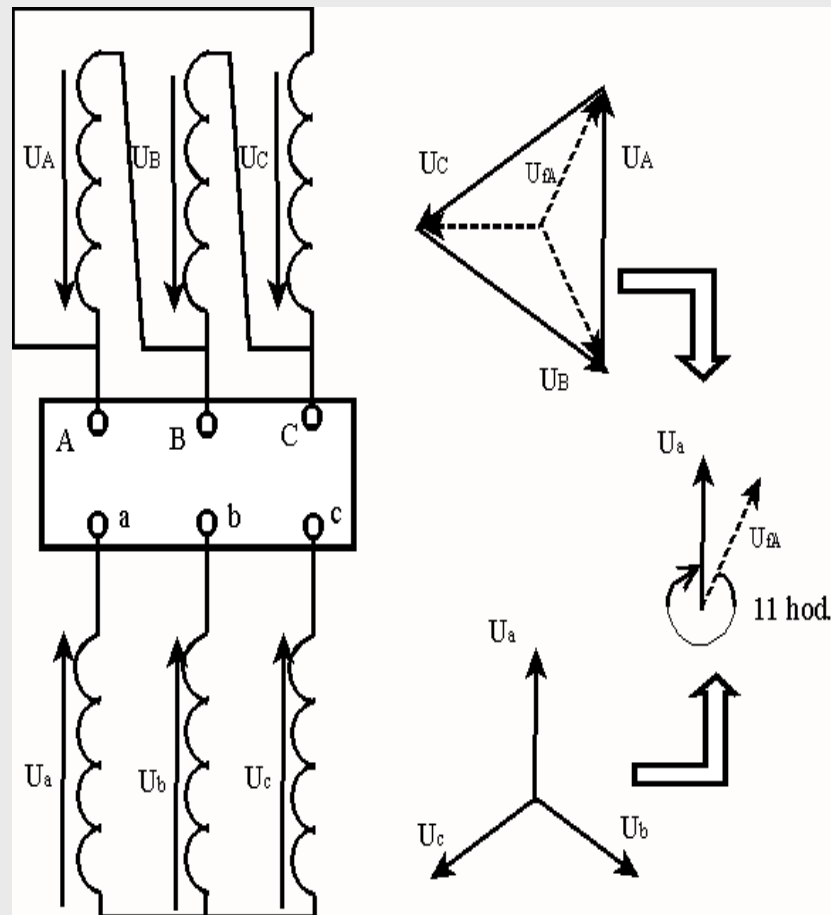


- Maximální napětí
- Nutný voltmetr s vysokým odporem

$$i_o = \frac{I_{on}}{I_n} \cdot 100 \approx 5\%$$

Hodinový úhel

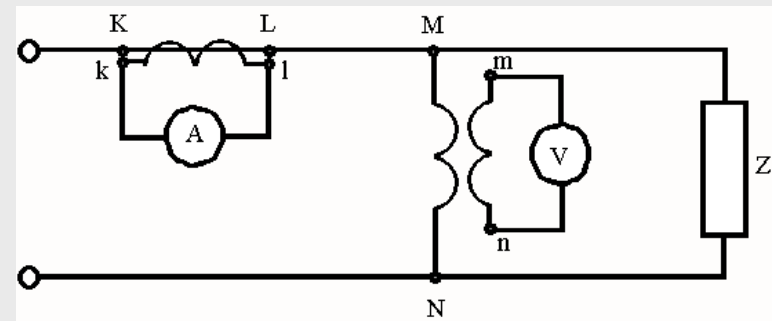
- Je fázové zpoždění mezi primární a sekundární cívkou.
- Fázové zpoždění mezi hodnotou na primární cívkce a stejnou hodnotou na sekundární cívkce.



Měřicí transformátory

- Dva typy „proudový“ a „napěťový“
- Upravuje hodnoty měřené veličiny
- Chyby úhlu, převodu

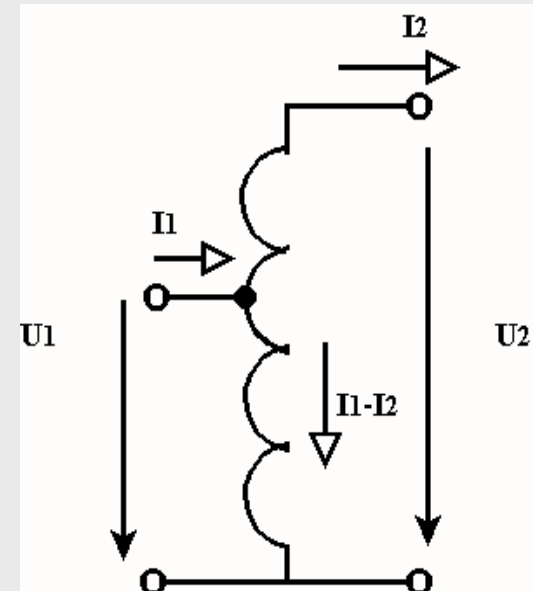
Zapojení MT do obvodu :



- MTP nesmí měřit naprázdno

Autotransformátory

- Transformátor s jedním vinutím
- Průchozí výkon P_p (štitkový)
- P_t výkon magnetického pole



$$\frac{P_t}{P_p} = \frac{(U_2 - U_1) \cdot I_2}{U_2 \cdot I_2} = \frac{U_2 - U_1}{U_2} = 1 - \frac{U_1}{U_2} \quad U_1 < U_2$$

Měniče

- Fázové (RLC)
 - Kompenzace jalových výkonů, získání více fází.
- Amplitudové (zesilovače)
 - Hudba, komunikace, inteligentní systémy managementu stáda
- Frekvenční
 - Řízení otáček motoru, kompenzace jalových výkonů (rezonance)