

TRANSFORMÁTOR

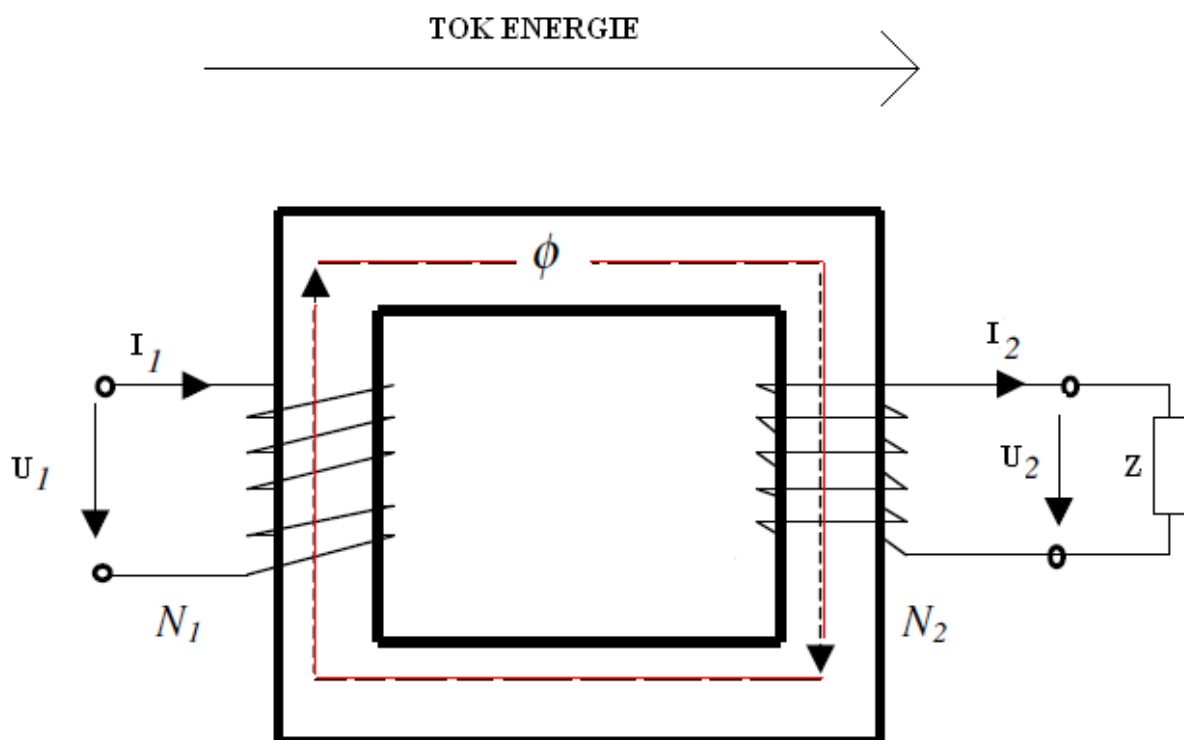
Ing. M. Bešta

TRANSFORMÁTOR

Transformátor je netočivý elektrický stroj využívající ke své činnosti elektromagnetické indukce. Používá se ke změně (transformaci) střídavého napětí a proudu při stálé frekvenci. To znamená, že frekvence napětí se nemění, mění se pouze velikost napětí. Transformátor zpravidla tvoří minimálně dvě cívky navinuté na jádře z feromagnetického materiálu většinou jde o transformátorové plechy. Cívky se nazývají primární a sekundární, primární cívka se připojuje na zdroj el. energie, ze sekundární cívky naopak el. energii odvádíme do zátěže.

Princip činnosti:

Po připojení primární cívky ke zdroji střídavého napětí U_1 začne touto cívkou protékat proud I_1 , tento proud vyvolá proměnný magnetický tok Φ_1 . Tento magnetický tok se uzavírá jádrem a indukuje v závitěch sekundární cívky napětí U_2 . Toto napětí U_2 je oproti napětí U_1 fázově posunutě o 180° . Pokud je sekundární obvod uzavřen (například přes zátěž s impedancí Z) protéká vinutím sekundární cívky proud I_2 , který vyvolá indukční tok Φ_2 . Tento magnetický tok působí proti síle, která ho vyvolala, tzn. proti původnímu magnetickému toku Φ_1 . Výsledný magnetický tok Φ je jejich vektorovým součtem. Působení indukčního toku Φ_2 vede k nárůstu proudu I_1 , který se snaží magnetický tok Φ_1 udržet na původní hodnotě. Pokud se zvětšuje proud I_2 narůstá i proud I_1 . Tímto způsobem se přenáší výkon z primární na sekundární stranu.



Indukované napětí na sekundární cívce je závislé na napětí na cívce primární a poměru počtu závitů podle vztahu $U_2 = U_1 \cdot \frac{N_2}{N_1}$. Tento vztah vychází z transformačního poměru pro ideální transformátor:

TRANSFORMÁTOR

Ing. M. Bešta

$$p = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Podle poměru počtu závitů může být transformováno napětí na nižší úroveň, pak mluvíme o **transformaci směrem dolů** a platí: $N_1 > N_2 \rightarrow U_1 > U_2$. Je možné však transformovat na úroveň vyšší, potom mluvíme o **transformaci směrem nahoru** a zde platí: $N_1 < N_2 \rightarrow U_1 < U_2$. Speciálním případem je oddělovací transformátor se stejným napětím na primárním i sekundárním vinutí kde platí: $N_1 = N_2 \rightarrow U_1 = U_2$.

Konstrukce transformátoru:

Transformátor je složen z cívek navinutých na jádře. Cívky (primární a sekundární) jsou navinuty z měděných, nebo z hliníkových lakovaných vodičů. Dostatečný průřez vodičů musí zajistit co nejmenší ztráty ve vinutí \rightarrow čím větší průřez vodiče, tím menší bude jeho činný odpor a tím menší budou ztráty ve vinutí. Jádro transformátoru je většinou složeno z železných transformátorových plechů magneticky orientovaných s příměsí až 4% křemíku. Křemík se do železa přidává k omezení ztrát vířivými proudy, z toho důvodu je jádro i poskládané z navzájem izolovaných plechů a není vytvořeno z jednoho kusu masivního železa. Materiál jádra by měl být z magneticky měkkého materiálu s úzkou hysterezní smyčkou, aby došlo k omezení ztrát při neustálém přemagnetování (hysterezní ztráty). Toroidní transformátory mají jádro z lisovaných feritových prášků, to zajišťuje nulové ztráty vířivými proudy, kruhový tvar jádra zajišťuje uzavírání magnetického toku pouze uvnitř jádra a to dále omezuje ztráty. Toroidní transformátory tak mají menší ztráty to znamená vyšší účinnost.

Příkon a výkon transformátoru:

Transformátor je stroj, který má na vstupu i výstupu elektrickou energii. El. energie odebíraná primární stranou ze zdroje se nazývá příkon P_1 , sekundární strana odevzdává do zátěže výkon P_2 . Jejich vzájemný poměr udává účinnost transformátoru $\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100$ (%). Pro ideální transformátor bez ztrát platí $P_1 = P_2$. Pro skutečný transformátor platí $P_1 > P_2$. Transformátory dosahují nejlepší účinnost při zatížení zhruba na 60 až 75% jmenovité hodnoty. U velkých transformátoru dosahuje účinnost přes 98%.

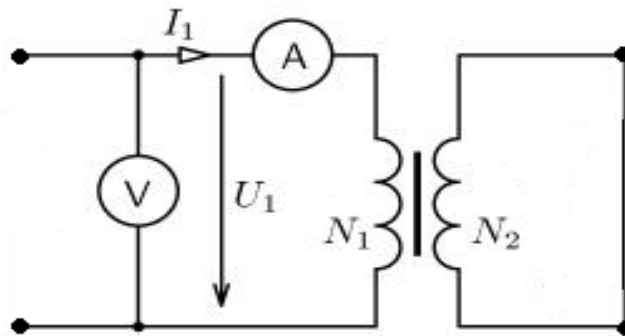
Ztráty v transformátoru:

- 1) Ztráty v elektrickém obvodu (ztráty v mědi P_{Cu}), jsou způsobené činným odporem vinutí (část energie se ve vinutí přemění na teplo) a jsou závislé na zatížení podle vztahu $P_{Cu} = I^2 \cdot R$. Tyto ztráty se měří při zapojení transformátoru nakrátko.
- 2) Ztráty v magnetickém obvodu (ztráty v železe P_{Fe}), jsou magnetizační ztráty způsobené hysterezí a ztrátami způsobenými vířivými proudy. Tyto ztráty jsou trvalé a nejsou závislé na zatížení. Dají se určit z transformátoru při chodu naprázdno.

TRANSFORMÁTOR

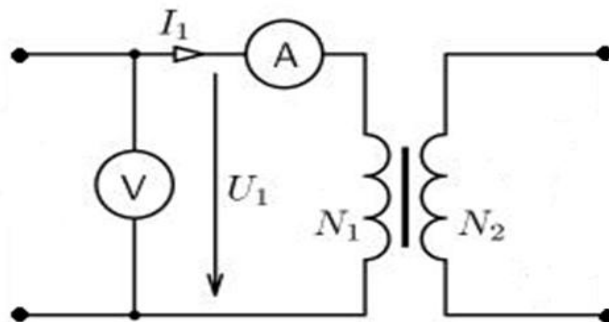
Ing. M. Bešta

Transformátor nakrátko:



Sekundární vinutí je zkratováno, napětí U_1 na primární straně je nastaveno na takovou hodnotu, aby bylo dosaženo jmenovité hodnoty proudu I_1 . Hodnota napětí U_1 se nazývá napětí nakrátko, většinou se udává jako procentní hodnota ze jmenovité hodnoty. Napětí na sekundární straně U_2 je nulové.

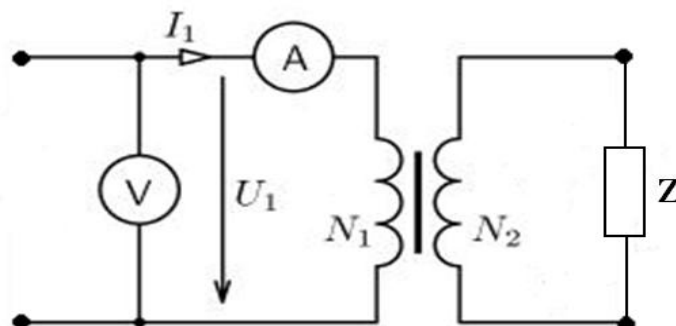
Transformátor naprázdno:



Sekundární vinutí je rozpojeno proud I_2 je nulový (není připojena žádná zátěž). Primární cívkou teče při jmenovité hodnotě U_1 velice malý proud I_1 ten slouží pouze k vytvoření magnetického toku a krytí ztrát v magnetickém obvodu P_{Fe} .

Zatížený transformátor:

Normální stav transformátoru, na svorky sekundárního vinutí je připojena zátěž, proud $I_2 > 0$. Výkon zatíženého transformátoru je dán vlastnostmi připojené zátěže.



TRANSFORMÁTOR

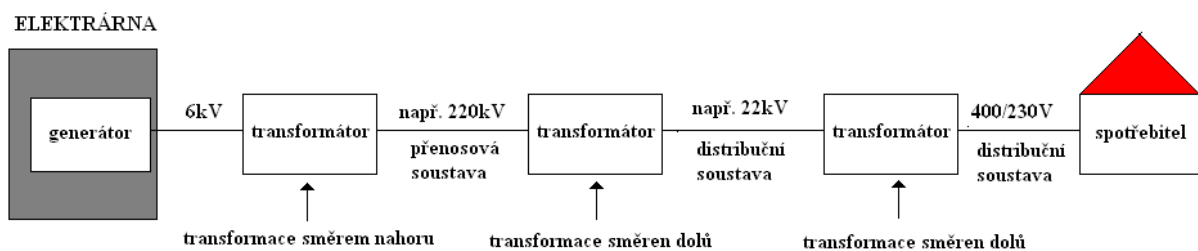
Ing. M. Bešta

Rozdělení transformátorů:

- Rozdělení podle počtu fází:
 - jednofázové
 - trojfázové
- Rozdělení podle konstrukce magnetického obvodu:
 - plášťové
 - jádrové
 - toroidní
- Podle způsobu chlazení:
 - chlazené vzduchem/plynem
 - chlazené olejem/jinou kapalinou
- Podle využití transformátoru:
 - Síťový transformátor
 - Autotransformátor
 - Oddělovací transformátor
 - Svářecí transformátor
 - Měřicí transformátory

Trojfázové transformátory:

Třífázové transformátory se obvykle používají pro přenos a distribuci elektrické energie. Jejich výkony bývají v řádech kVA až MVA. Konstrukci většinou mívají jádrovou s vinutím z hliníkových vodičů. Jejich konstrukce je obdobná jako u jednofázových transformátorů, jádro má tři magnetické větve. Každá fáze má vlastní primární vinutí a sekundární vinutí. Cívky primárního vinutí resp. cívky sekundárního vinutí jsou v zapojení do hvězdy, trojúhelníka, nebo do lomené hvězdy. Transformátory pro velké výkony se značně zahřívají a proto je třeba je chladit. Větší transformátory bývají ponořeny ve speciální nádobě s olejem, který odvádí teplo a chladí se přes stěny nádoby vzduchem.

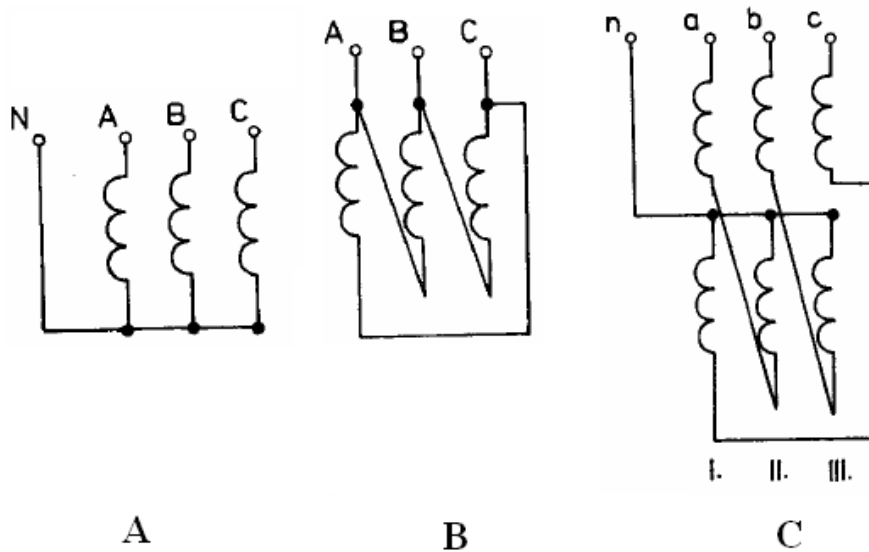


Příklad využití transformátorů v přenosové a distribuční soustavě.

- A Zapojení vinutí do hvězdy značí se písmenem Y konce vinutí jsou zapojeny do uzlu, začátky vinutí jsou vyvedeny na svorky.
- B Zapojení vinutí do trojúhelníka značí se písmenem D, nebo symbole Δ , konce vinutí jsou spojena se začátky vinutí další cívky.
- C Zapojení do lomené hvězdy vinutí jsou rozdělena na polovinu, používá se pouze pro sekundární vinutí transformátorů.

TRANSFORMÁTOR

Ing. M. Bešta



Speciální transformátory:

Oddělovací transformátory – mají stejný počet závitů na sekundární i primární cívce, to znamená stejné napětí na primáru i sekundáru. Používají se k elektrickému oddělení obvodů a zajištění bezpečnosti před výskytem nebezpečného dotykového napětí.

Svařovací transformátory – pro odporové svařování se využívají transformátory s malým počtem závitů na sekundární straně, neboť nám postačuje velmi malé napětí, ale je zde potřeba velkých proudů řádově desítky kA. Pro obloukové svařování je třeba transformátor s regulovatelným výstupním napětím. To je většinou zajištěno odbočkami ze sekundárního vinutí.

Autotransformátory – jsou to transformátory s jedním vinutím (cívkou) rozděleným odbočkou na dvě části. Jedna část vinutí je společná pro primární i sekundární stranu. Tyto transformátory se používají k regulaci výstupního napětí. Je však třeba mít na paměti, že na sekundární straně. Je třeba mít na paměti, že sekundární strana není galvanicky (vodivě) oddělena od strany primární!

