



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název projektu: **Automatizace výrobních procesů ve strojírenství a řemeslech**
Registrační číslo: **CZ.1.07/1.1.30/01.0038**
Příjemce: **SPŠ strojnická a SOŠ profesora Švejcara Plzeň, Klatovská 109**
Tento projekt je spolufinancován Evropskou unií a státním rozpočtem České republiky

Produkt:

Zavádění cizojazyčné terminologie do výuky odborných předmětů a do laboratorních cvičení

Transformátory

Návod v českém jazyce

Číslo tématu: **6a**

Monitorovací indikátor: **06.43.10**

NÁVOD K TÉMATU: 6a

Vytvořeno ve školním roce: 2012/2013

Obor: 26-41-M/01 Elektrotechnika – Mechatronika

Předmět: Měření a diagnostika

Ročník: 3.

Zpracoval: Ing. Milan Nechanický; přeložila: Bc. Veronika Mádlová

Transformátory

Úvod:

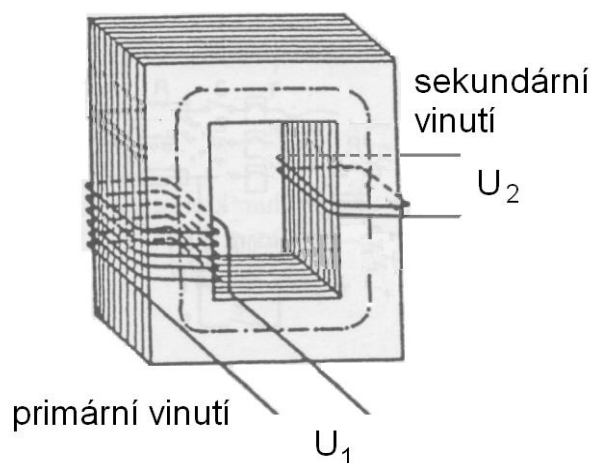
- Transformátor je elektrický netočivý stroj
- Pracuje na principu elektromagnetické indukce (Faradayův indukční zákon)
- Transformuje jedno střídavé napětí na střídavé napětí jiné velikosti (popř. stejné – oddělovací transformátor)
- Transformační poměr p

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

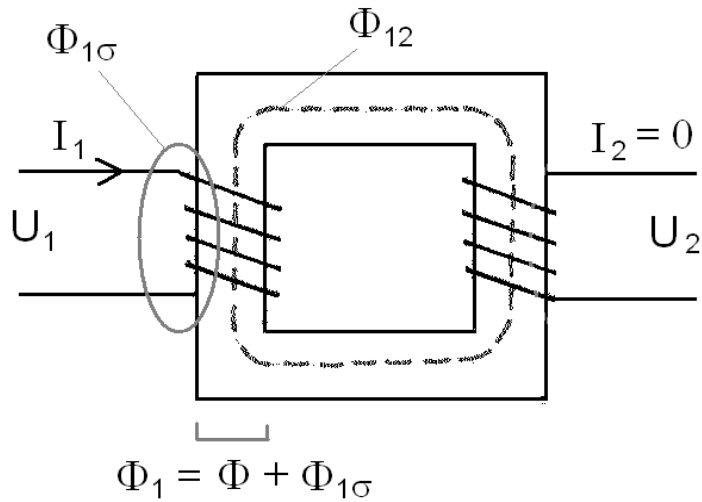
Jednofázový transformátor:

Základní části transformátoru:

- magnetický obvod tvořený transformátorovými plechy
- vinutími (primární a sekundární)



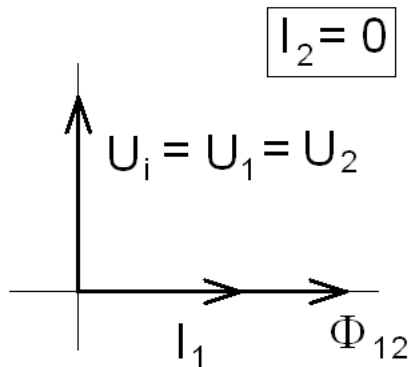
Nezatížený transformátor:



Magnetický tok se s časem mění sinusově a jeho průběh je o 90° zpožděn za napětím U_1 .

Magnetické toky nezatíženého transformátoru Φ , Φ_{21} , $\Phi_{\sigma 1}$ jsou toky skutečné, vyvolané proudem I_1 .

Fázorový diagram ideálního nezatíženého transformátoru



Odpory vinutí, rozptylové toky a ztráty v železe jsou zanedbány.

Základní vztahy ideálního transformátoru:

$$R_1 = R_2 = 0$$

$$\Phi_{1\sigma} = \Phi_{2\sigma} = 0$$

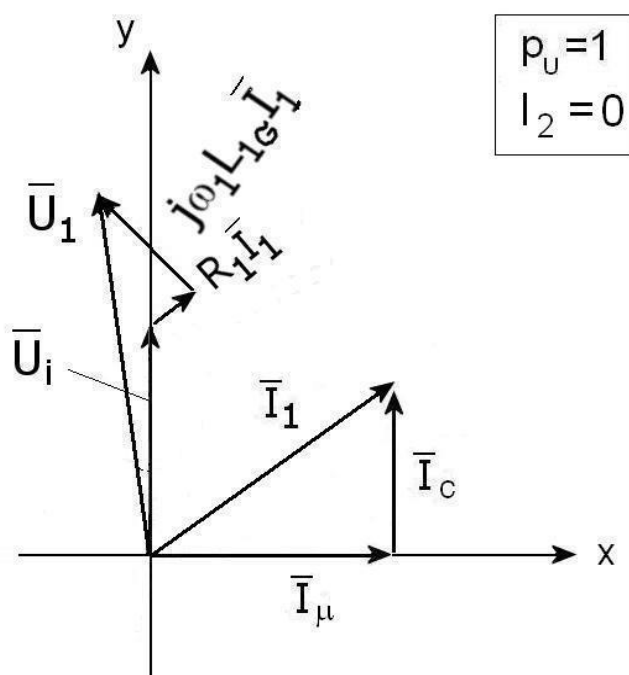
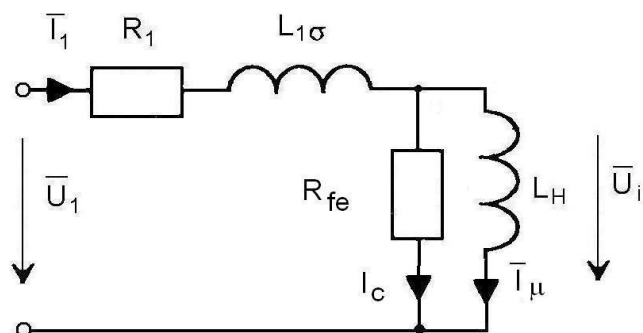
$$U_1 = N_1 \frac{d\Phi}{dt}$$

$$U_2 = N_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

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

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Fázorový diagram reálného nezátíženého transformátoru:



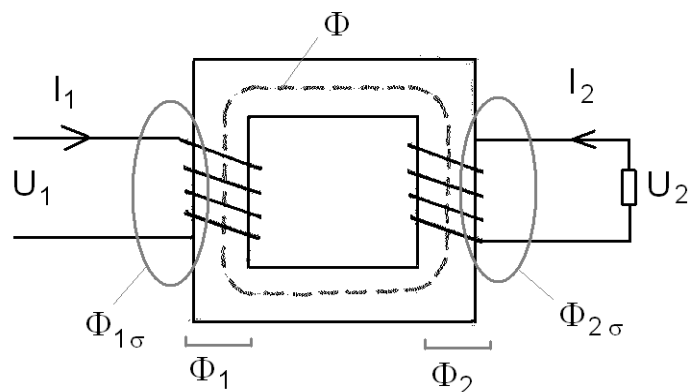
Výpočet efektivní hodnoty indukovaného napětí:

$$U_i = N \frac{d\Phi}{dt} \quad \Phi = \Phi_m e^{j\omega t}$$

$$U_i = j\omega N \Phi_m e^{j\omega t} \quad U_{i\max} = N \Phi_m 2\pi f$$

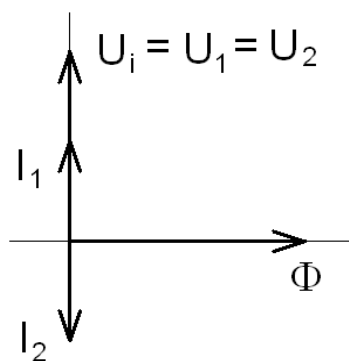
$$U_{ief} = \frac{U_{i\max}}{\sqrt{2}} = \frac{N \Phi_m 2\pi f}{\sqrt{2}} = 4,44 f N \Phi_m$$

Zatížený transformátor ideální:



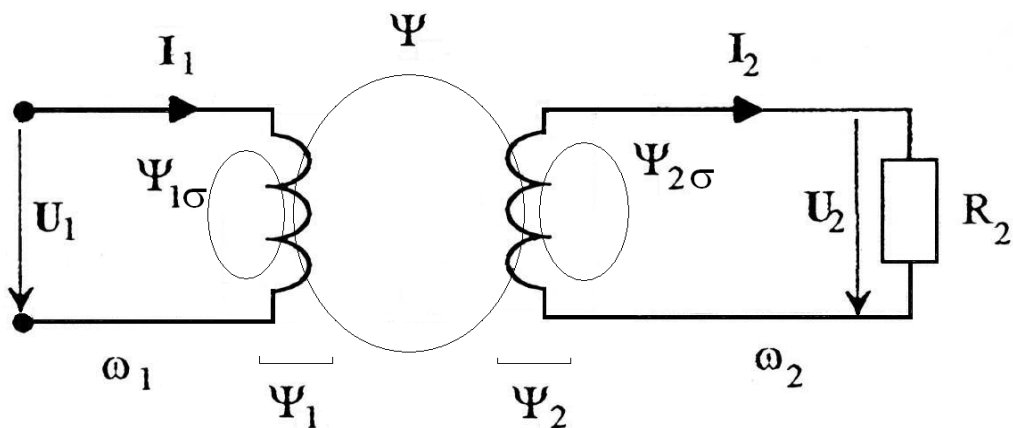
$$\Phi_1 = \Phi + \Phi_{1\sigma}$$

$$\Phi_2 = \Phi + \Phi_{2\sigma}$$



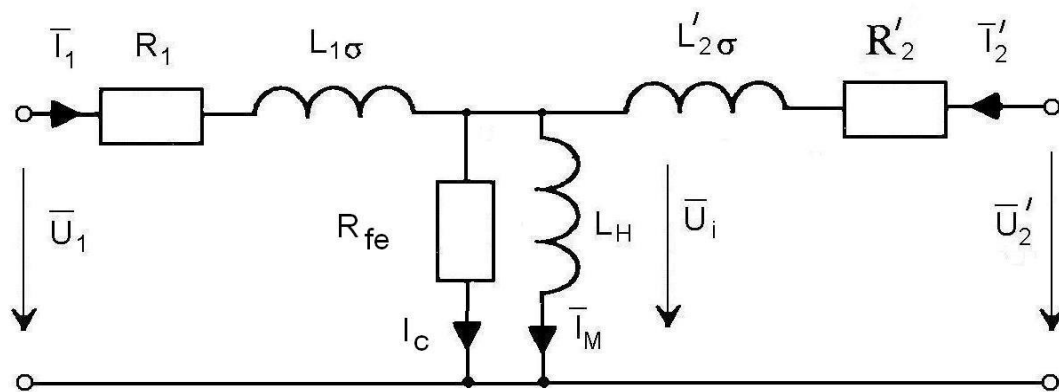
Magnetické toky zatíženého transformátoru Φ_1 , Φ_2 , $\Phi_{1\sigma}$, $\Phi_{2\sigma}$ jsou toky fiktivní. Ostatní toky jsou skutečné.

Náhradní zapojení zatíženého transformátoru:

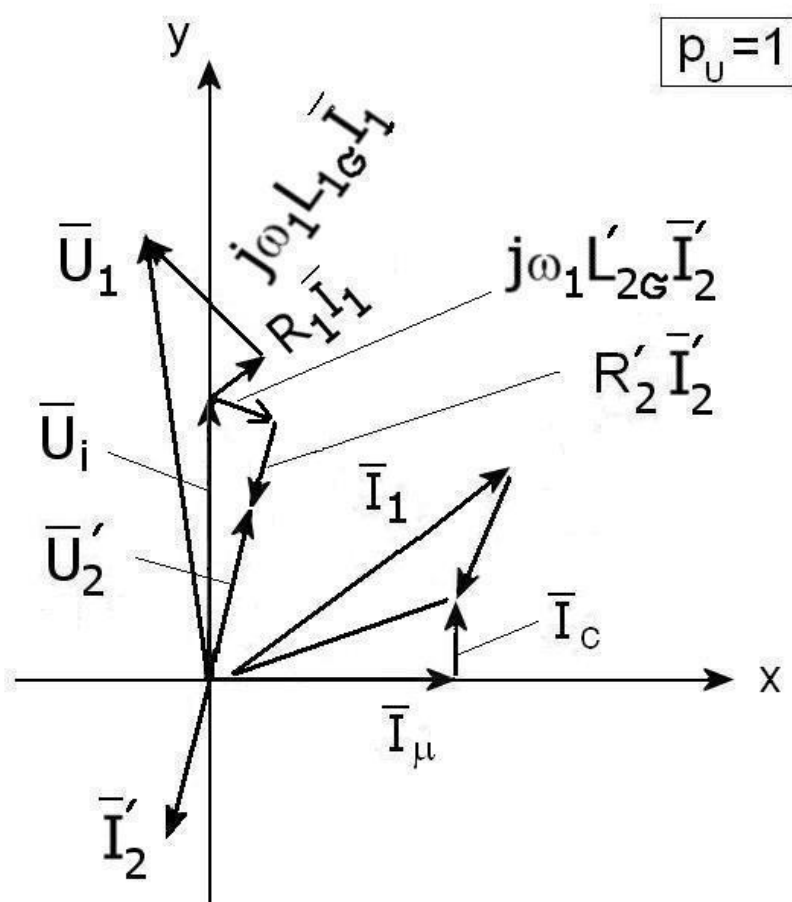


Pouze magnetický tok Φ přenáší energii ze strany primární na stranu sekundární.

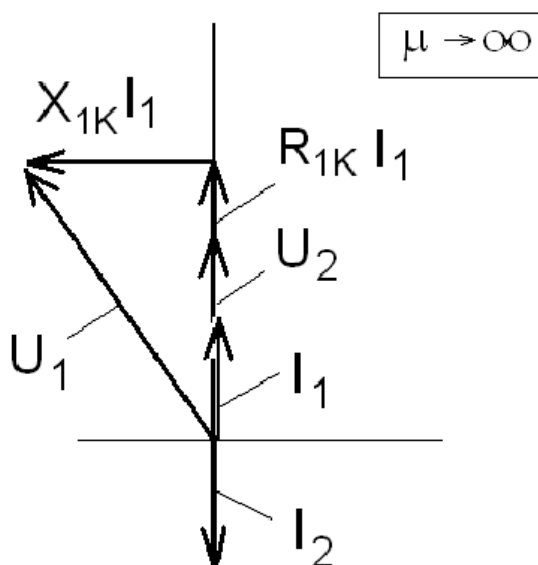
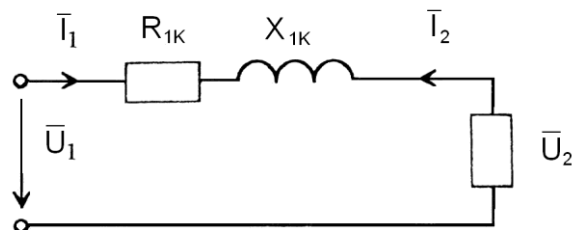
Úplné náhradní zapojení zatíženého transformátoru:



Úplný fázorový diagram zatíženého transformátoru:

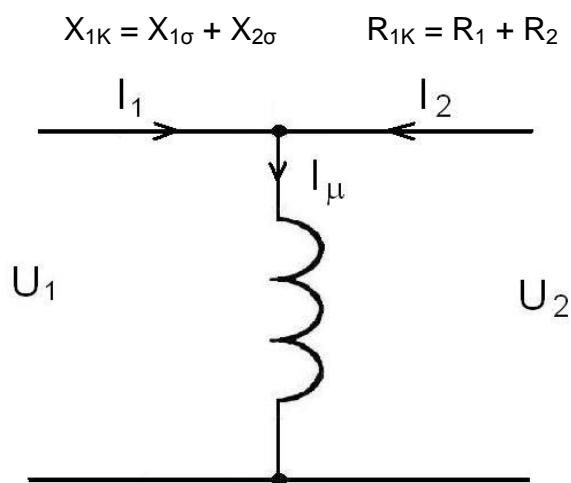


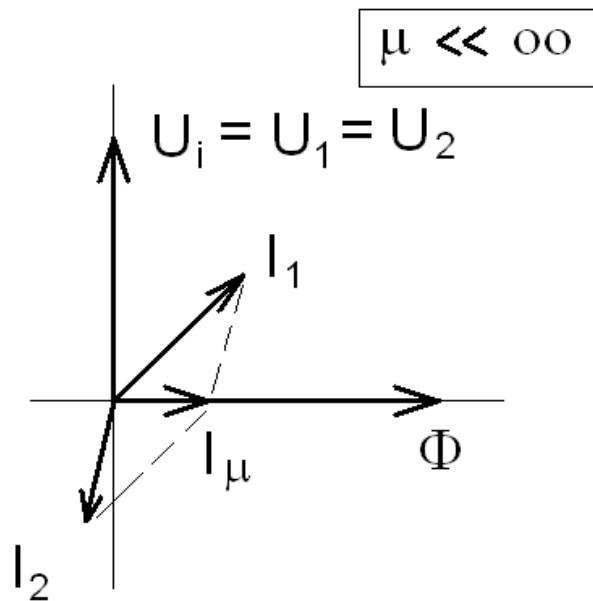
Zjednodušené náhradní zapojení zatíženého transformátoru:



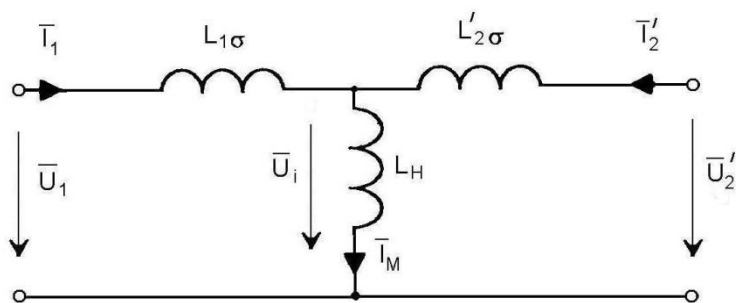
U velkých transformátorů jsou hodnoty R_1 , R_2 , $X_{1\sigma}$, $X_{2\sigma}$ malé a hodnoty X_{12} a R_{fe} velké.

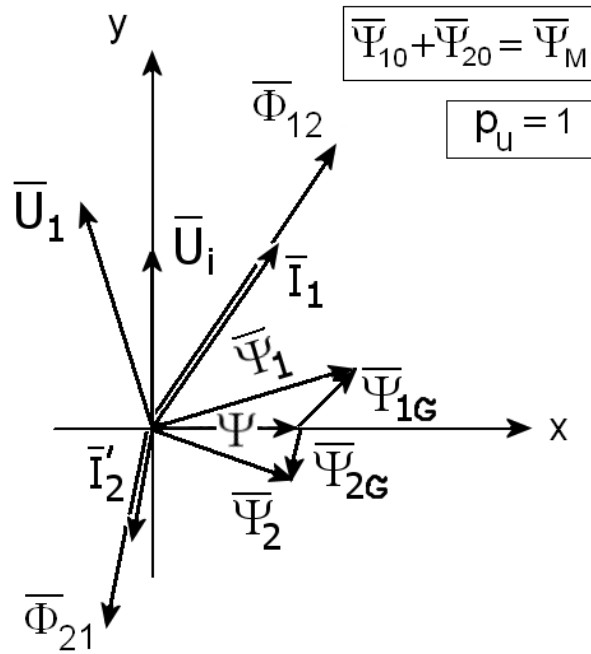
Proto je možné následující zjednodušení:



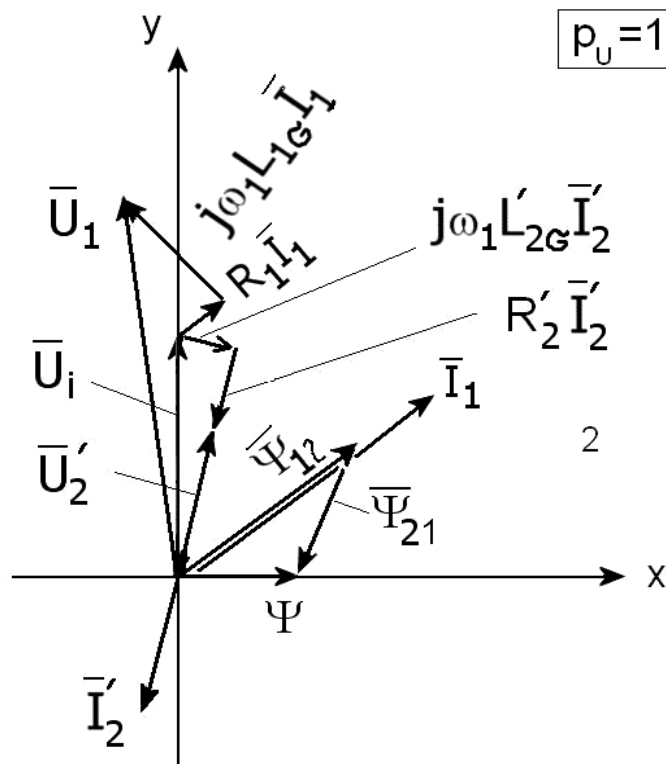
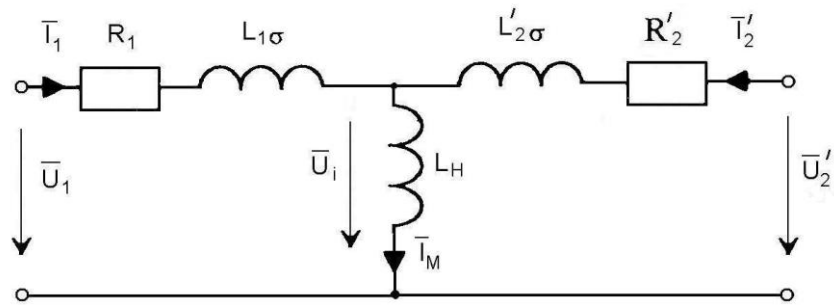


Odpory vinutí, ztráty v železe a rozptylové indukčnosti jsou zanedbány.

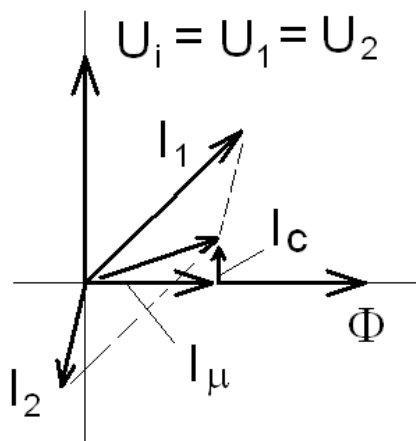
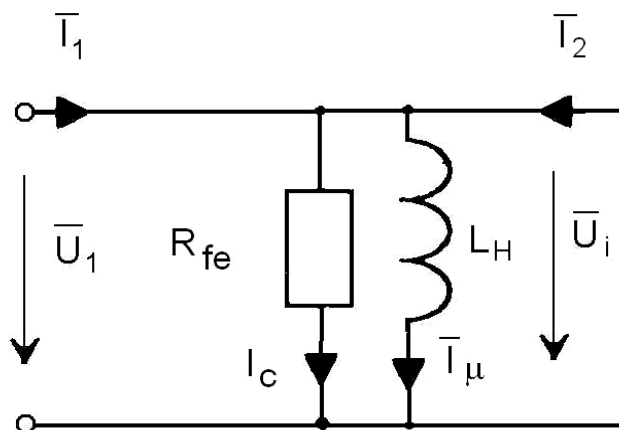




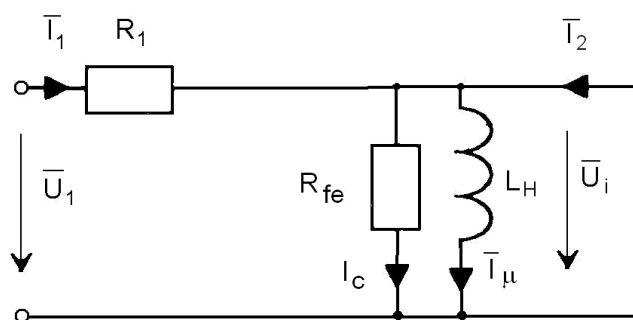
Odpory vinutí a ztráty v železe jsou zanedbány.

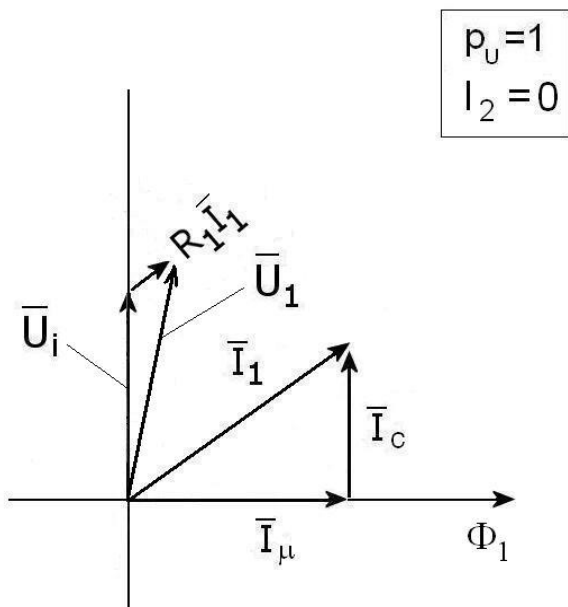


Ztráty v železe jsou v tomto případě zanedbány.



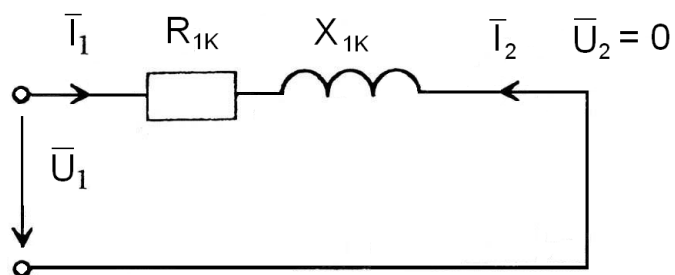
Odpory vinutí a rozptylové toky jsou zanedbány.



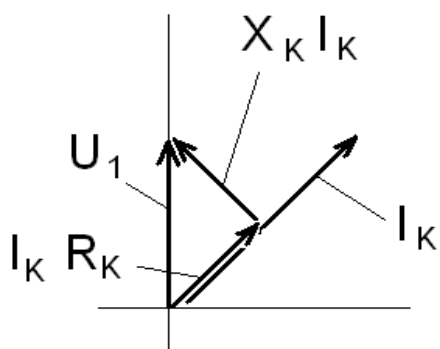


Rozptylové toky jsou zanedbány.

Transformátor ve stavu nakrátko:

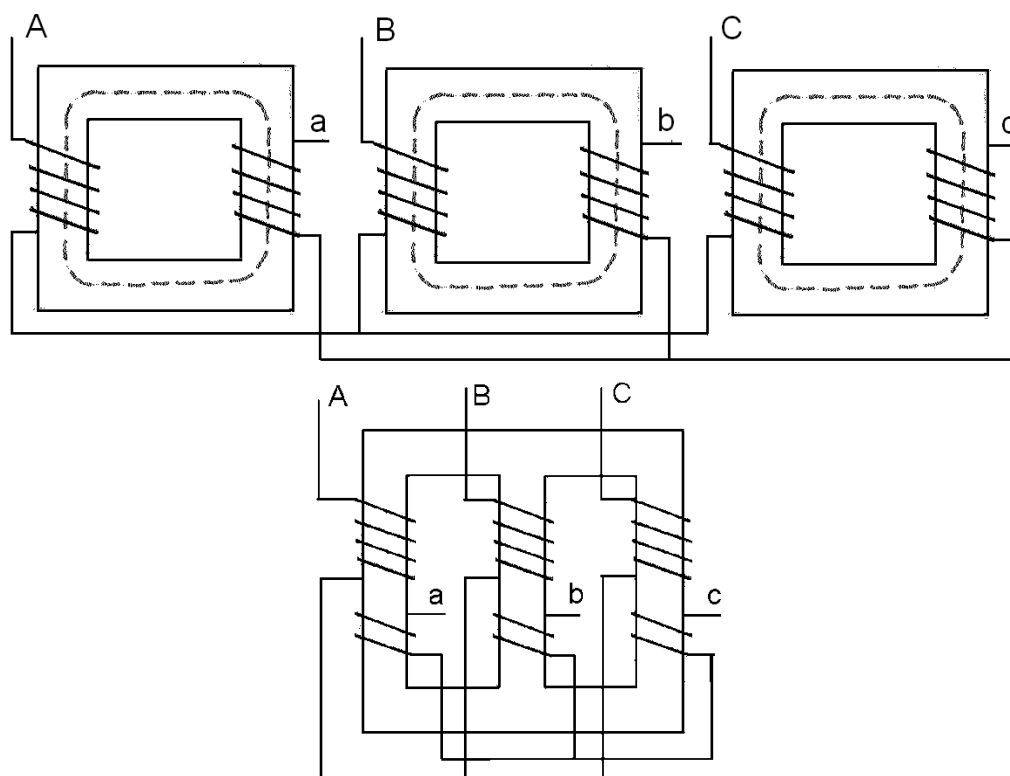


$U_2 = 0$



Ztráty v železe jsou v tomto případě zanedbatelné.

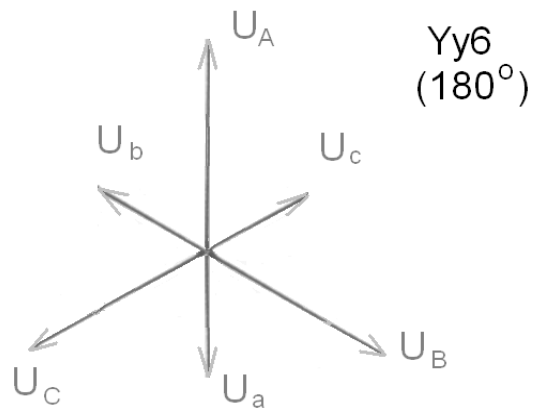
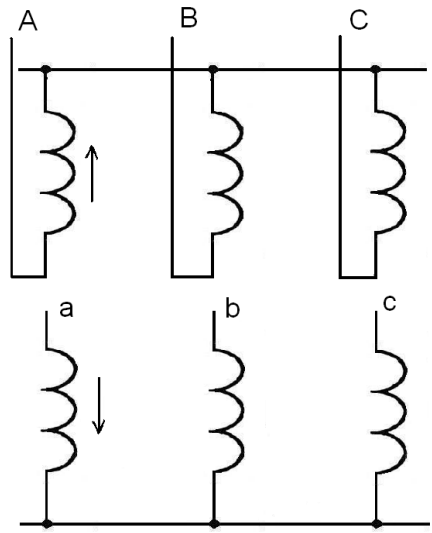
Třífázový transformátor:



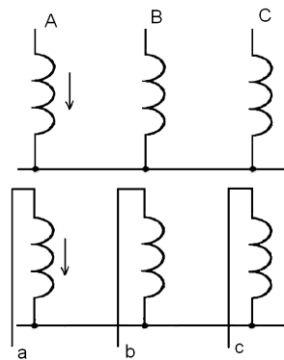
Možná zapojení vinutí 3 fázového transformátoru - hodinový úhel

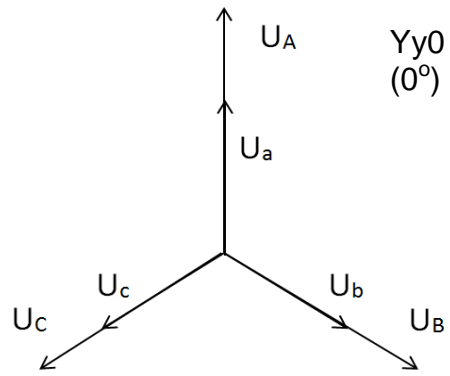
- Dd: 0 1 2 4 6 8 10
- Dy: 5 7 11
- Dz: 0 2 4 6 8 10
- Yd: 1 5 7 11
- Yy: 0 6
- Yz: 1 5 7 11

Příklady zapojení vinutí třífázového transformátoru – Yy6

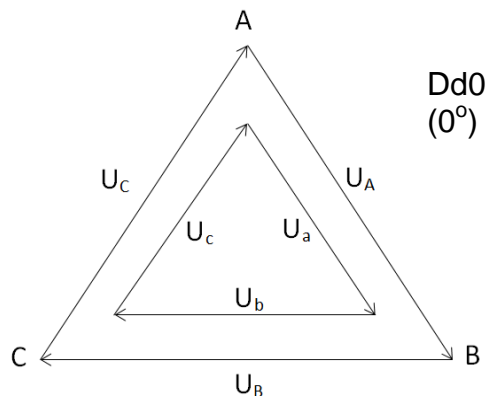
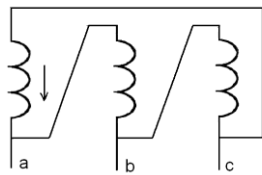
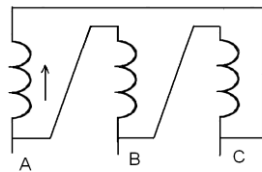


Příklady zapojení vinutí třífázového transformátoru – Yy0

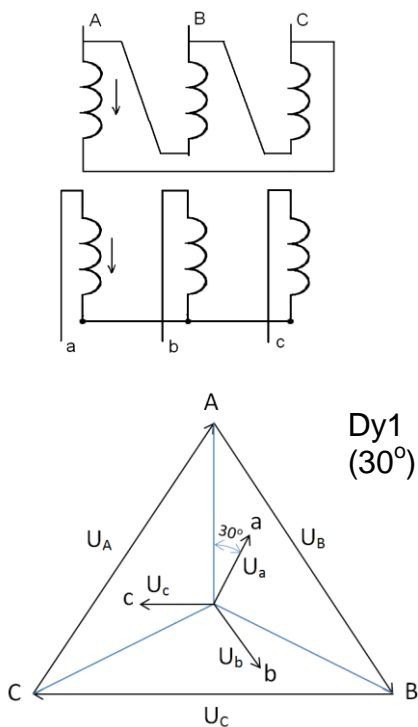




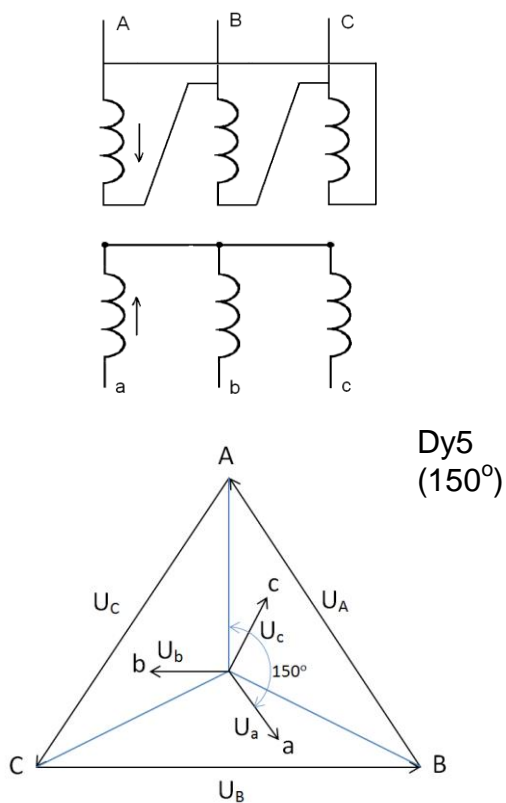
Příklady zapojení vinutí třífázového transformátoru – Dd0



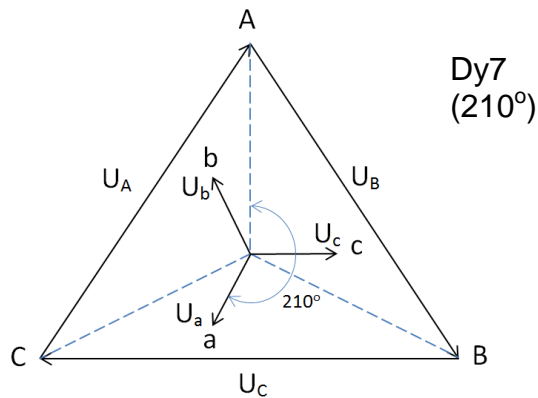
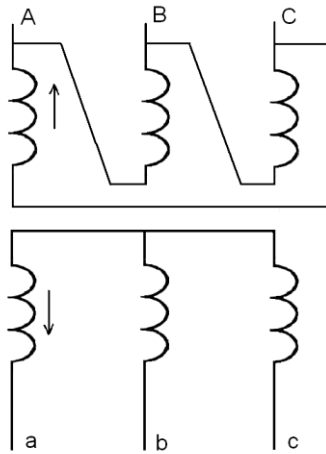
Příklady zapojení vinutí třífázového transformátoru – Dy1



Příklady zapojení vinutí třífázového transformátoru – Dy5

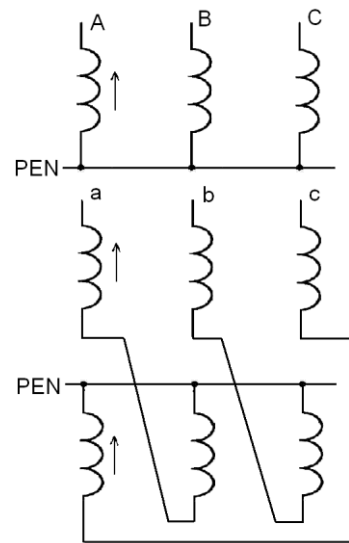
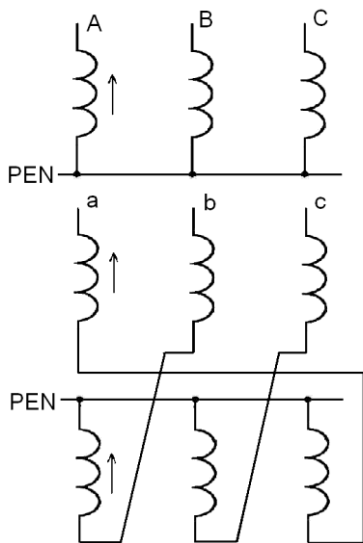


Příklady zapojení vinutí třífázového transformátoru – Dy7



Sekundární vinutí zapojené do lomené hvězdy:

- Sekundární vinutí je rozděleno na dvě poloviny a každá je na jiném jádře transformátoru.
- Výhodou je, že fázová napětí na sekundární straně jsou stejná i když transformátor zatížíme nesouměrně (tj. nulovým vodičem protéká proud).



Transformátory - Transformers - slovníček odborných termínů

Vocabulary

Slovníček

transformátor	transformer
napětí	voltage
vinutí	winding
nezatížený transformátor	unloaded transformer
zatížený transformátor	loaded transformer
proud	current
magnetický tok	magnetic flux
rozptylová indukčnost	leakage inductance
elektromagnetická indukce	electromagnetic induction
odpor	resistance
zapojení	circuit

Zdroje:

poznámky z předmětu *Základy teoretické elektrotechniky* - 2. semestr při ZČU Plzeň

BLAHOVEC, A., *Elektrotechnika I*, Praha: Informatorium s.r.o., 2002. ISBN 978-80-7333-043-1.

BLAHOVEC, A., *Elektrotechnika II*, Praha: Informatorium s.r.o., 2002. ISBN 978-80-7333-044-6.