

T É M A: TRANSFORMÁTOR - FUNKCE

Vypracoval/a:

Třída:

Spolupracoval/a:

Datum:

ANOTACE:

V této laboratorní práci si žáci zopakují princip funkce transformátoru a ověří si jeho funkci na jednotlivých měřeních. Při měřeních budou žáci ověřovat funkci školního transformátoru s otevřeným a uzavřeným jádrem a porovnávat jejich účinnost. Z daných měření vytvoří grafy závislosti účinnosti na příkonu.

TEORIE:

Transformátor je elektrický netočivý stroj, který slouží ke změně hodnot střídavého proudu a napětí s využitím elektromagnetické indukce.

Skládá se ze dvou cívek, které jsou propojeny jádrem. Primární cívka je připojena ke zdroji střídavého proudu a sekundární cívka ke spotřebiči.

Obrázek 1 Školní rozkladný transformátor na pokusy



Obrázek 2 Průmyslově vyrobený transformátor

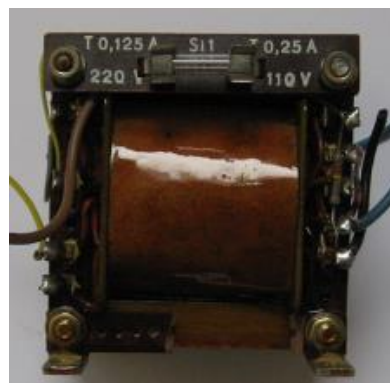
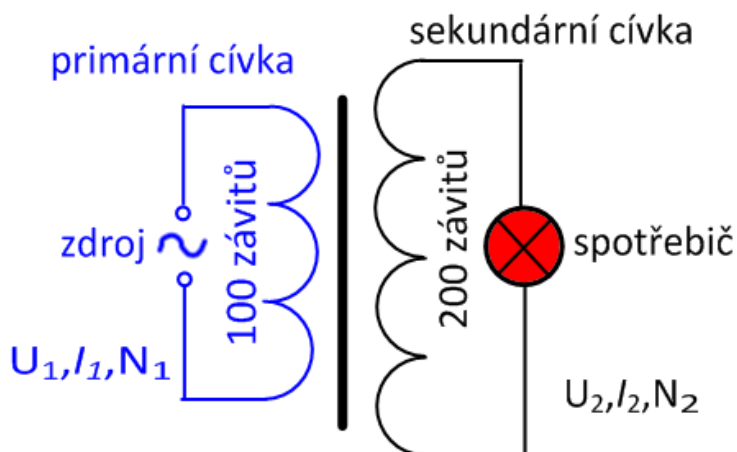


Schéma transformátoru



$$\text{transformační poměr } k = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

Jednofázový transformátor

je tvořen dvěma cívkami – primární a sekundární, které jsou umístěny na společném ocelovém jádře z měkké oceli. Jedná se o jádro listové, které je tvořeno navzájem izolovanými plechy, aby se zabránilo vzniku vířivých proudů, které by zvětšovaly ztráty.

Primární cívka C_1 je připojena ke zdroji střídavého napětí U_1 a prochází jí střídavý proud I_1 .

Ten vytváří $u_i = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ v jádře transformátoru proměnné magnetické pole a v libovolném závitu primární nebo sekundární cívky se indukuje napětí $u_1 = -N_1 \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$.

Závity cívek jsou spojeny za sebou, takže napětí na jednotlivých závitěch se sčítají.

Celkové napětí na primární cívce s N_1 závitů je, na sekundární cívce s N_2 závitů bude napětí $u_2 = -N_2 \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$.

Má-li primární cívka zanedbatelný odpor, má indukované napětí U_2 stejnou hodnotu jako napětí připojeného zdroje, ale má opačnou fázi. Pro poměr efektivních hodnot indukovaných napětí odtud vyplývá:

Rovnice transformátoru: $\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = k$ Veličina $k = \frac{N_2}{N_1}$ se nazývá **transformační poměr transformátoru**.

Pro k mohou nastat tyto případy:

1. $k > 1$ – transformace nahoru

Dochází k ní v elektrárnách, v nichž se vyrobené napětí transformuje před přenosem na vysoké.

2. $k < 1$ – transformace dolů

Používá se v městských rozvodnách, v adaptérech mobilních telefonů.

Rovnice transformátoru byla odvozena za zjednodušených podmínek $k > 1$ neuvažovali jsme ztráty vznikající přeměnou elektrické energie na vnitřní energii vinutí a jádra transformátoru, ...

Transformátor pracoval bez zatížení, **naprázdno** $k > 1$ sekundárním vinutím neprocházel žádný proud ($I = 0$).

Odebíráme-li ze sekundárního vinutí proud, zvětšuje se také proud primárního vinutí. Přestože jsou odpory cívek malé, vznikají ve vinutí ztráty, a proto bývá sekundární napětí zatíženého transformátoru o 2 % až 10 % menší, než odpovídá transformačnímu poměru.

V transformátorech vznikají ztráty zahříváním vodičů cívek, vířivými proudy a periodickým magnetováním jádra.

Účinnost malých transformátorů proto bývá 90 % až 95 %, velkých až 98 %.

V souladu se zákonem zachování energie musí být výkon P_1 v primárním vinutí transformátoru (tzv. **příkon**) při zanedbatelných ztrátách roven jeho výkonu P_2 v sekundární části (za předpokladu, že je transformátor plně zatížen a zátěž má jen rezistanci). Pro činné výkony tedy platí: $P_1 = P_2$. Po dosazení dostáváme $U_1 I_1 \cos \varphi_1 = U_2 I_2 \cos \varphi_2$. Za uvedených podmínek jsou hodnoty φ_1 a φ_2 malé (a proto $\cos \varphi_1 \doteq \cos \varphi_2 \doteq 1$) a tedy platí $\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$.

Jednofázové transformátory se používají tam, kde je nutno měnit hodnotu proudů nebo napětí (rozhlasové přijímače, televizory, měřicí přístroje, ...).

PŘÍPRAVA:

1. Zopakujte nebo prostudujte si učivo: Elektromagnetická indukce a její využití
2. Za použití odborné literatury nebo internetových zdrojů vypracuj následující úkoly.

1. Co je to transformátor?

2. Popište, jak funguje transformátor

3. Vyjmenujte druhy transformátorů a jejich využití

ÚKOL Č. 1

Pokusem ověřte činnost transformátoru otevřeným jádrem tvaru U a transformátoru uzavřeným jádrem.

Změřte hodnoty U_1 , U_2 vypočítejte transformační poměr k .

Hodnoty transformačního poměru porovnejte

POMŮCKY:

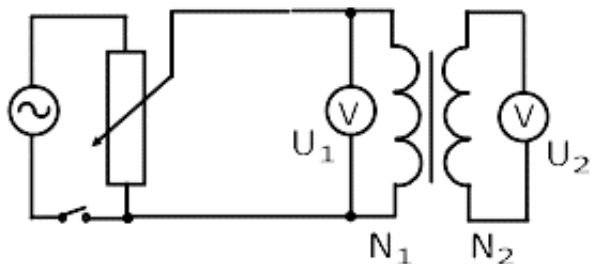
Zdroj střídavého proudu, vodiče, transformátor s otevřeným jádrem tvaru U, transformátor s uzavřeným jádrem tvaru U, dva digitální multimetry, rezistor s proměnným el. odporem

POSTUP:

1. Zapojíme elektrický obvod dle připraveného schématu obr. 3.
2. Zapojení necháme zkontrolovat učitelem a připojíme ke zdroji.
3. Pomocí digitálních multimetrů změříme hodnoty U_1, U_2 a zapíšeme do tabulky.
4. Z naměřených hodnot vypočítáme transformační poměr k_1 a k_2 .

VYPRACOVÁNÍ:

Obrázek 3 Schéma zapojení transformátoru nakrátko



U_1 - elektrické napětí na primární cívce

U_2 - elektrické napětí na sekundární cívce

k_1 – transformační poměr vyvozený z počtu závitů na cívkách transformátoru

k_2 – transformační poměr vyvozený z hodnot elektrického napětí na cívkách transformátoru

Tabulka: Transformátor s uzavřeným jádrem

Číslo měření	N_1	N_2	k_1	$U_1[V]$	$U_2[V]$	k_2
1						
2						
3						
4						
5						

Tabulka: Transformátor s otevřeným jádrem

Číslo měření	N_1	N_2	k_1	$U_1[V]$	$U_2[V]$	k_2
1						
2						
3						
4						
5						

ZÁVĚR:

ÚKOL Č. 2

Pokusem ověřte činnost transformátorů otevřeným jádrem tvaru U a transformátoru uzavřeným jádrem.

Změřte pětkrát hodnoty U_1, U_2, I_1, I_2 vypočítejte příkon, výkon transformátorů a jejich účinnost η

Z naměřených hodnot vytvořte grafy závislosti příkonu na ose x na účinnosti na ose y

POMŮCKY:

Zdroj střídavého proudu, vodiče, transformátor s uzavřeným jádrem tvaru U, transformátor s otevřeným jádrem tvaru U čtyři digitální multimetry, dva rezistory s proměnným el. odporem (18Ω a 105Ω)

POSTUP:

1. Zapojíme elektrické obvody dle připraveného schématu obr. 4.
2. Zapojení necháme zkontrolovat učitelem a připojíme ke zdroji. (Při měření nejprve nastavíme odpory reostatů v sekundárním obvodu na nejvyšší hodnotu, potom při jednotlivých měření hodnotu elektrického odporu snižujeme. Přiměřením dáváme pozor, abychom nepřekročili maximální hodnoty proudu protékajícího rezistorem.
3. Pomocí digitálních multimetrů změříme hodnoty U_1, U_2, I_1, I_2 a zapíšeme do tabulky.
4. Z naměřených hodnot vypočítáme příkon P_1 , výkon P_2 a účinnost transformátorů η
5. Z naměřených hodnot vytvoříme grafy závislosti příkonu na ose x na účinnosti na ose y

VYPRACOVÁNÍ:

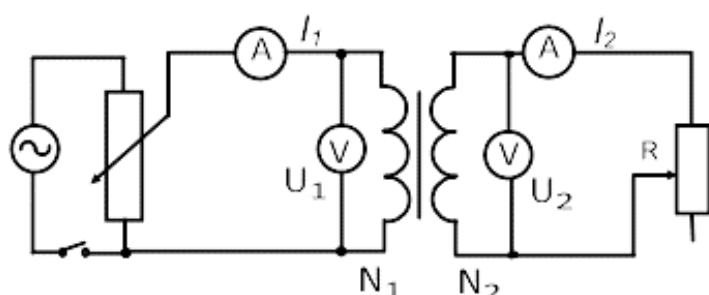
1. Měření provedeme pětkrát a z vypočtených hodnot P_1 a P_2 vypočítáme účinnost transformátoru.

$$\text{Příkon } P_1 = U_1 \cdot I_1$$

$$\text{Výkon } P_2 = U_2 \cdot I_2$$

$$\text{Účinnost transformátoru } \eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 [\%]$$

Obrázek 4 Schéma zapojení transformátoru s rezistorem



N_1 - počet závitů na primární cívice

N_2 - počet závitů na sekundární cívice

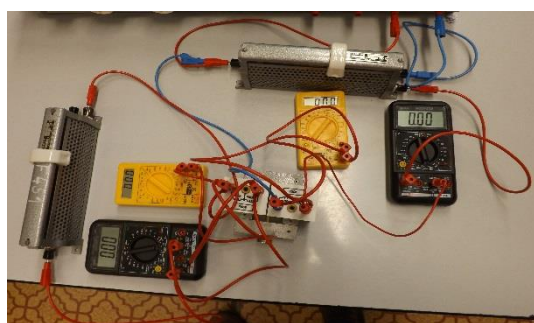
I_1 elektrický proud na protékající primární cívkou

I_2 elektrický proud na protékající sekundární cívkou

U_1 - elektrické napětí na primární cívice

U_2 - elektrické napětí na sekundární cívice

Obrázek 5 Fotodokumentace zapojení transformátoru



Tabulka : Transformátor s uzavřeným jádrem tvaru U

Číslo měření	N_1	$U_1[V]$	$I_1 [A]$	$P_1[W]$	N_2	$U_2[V]$	$I_2 [A]$	$P_2[W]$	$\eta[\%]$
1									
2									
3									
4									
5									

Tabulka : Transformátor s otevřeným jádrem tvaru U

Číslo měření	N_1	$U_1[V]$	$I_1 [A]$	$P_1[W]$	N_2	$U_2[V]$	$I_2 [A]$	$P_2[W]$	$\eta[\%]$
1									
2									
3									
4									
5									

ZÁVĚR:

SHRNUTÍ:

1. Jaké znáte použití transformátoru pro transformaci nahoru a dolů?

SEZNAM ZDROJŮ:

- [01] Praktikum z fyziky, Miroslav Voráček, Jaroslav Bejsta, Josef Lampa. SPN Praha 1971
- [02] Fyzika pro gymnázia Elektřina a magnetismus, Oldřich Lepil, Přemysl Šedivý, ISBN 80-7196-202-3 Prométheus 2000 342 s

METODICKÝ LIST

Název školy	Gymnázium a Jazyková škola Zlín
Autor	Mgr. Albert Vacek
Vzdělávací oblast	Člověk a příroda
Vzdělávací obor	Fyzika
Tematický okruh	Transformátor
Druh učebního materiálu	Laboratorní cvičení – žák
Cílová skupina	Žák, 17 – 18 let
Anotace	Pracovní list určen do výuky žákům – podklad pro seminární cvičení z fyziky. Informace žák čerpá z vlastních poznámek, odborné literatury a internetu. Náplň: Funkce transformátoru a jeho využití.