

# T É M A: TRANSFORMÁTOR - FUNKCE

Vypracoval/a:

Třída:

Spolupracoval/a:

Datum:

## ANOTACE:

V této laboratorní práci si žáci zopakují, co je to transformátor a na jakém principu pracuje. Připomenou si význam pojmu transformační poměr a jeho využití při zapojení transformátoru. Naučí se zapojit transformátor pro transformaci nahoru a dolů. Z naměřených hodnot vypočítají výkon, příkon transformátoru a jeho účinnost. Z výsledků měření zdůvodní na čem účinnost transformátoru závisí.

## TEORIE:

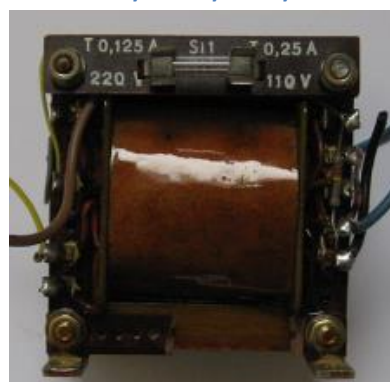
Transformátor je elektrický netočivý stroj, který slouží ke změně hodnot střídavého proudu a napětí s využitím elektromagnetické indukce.

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

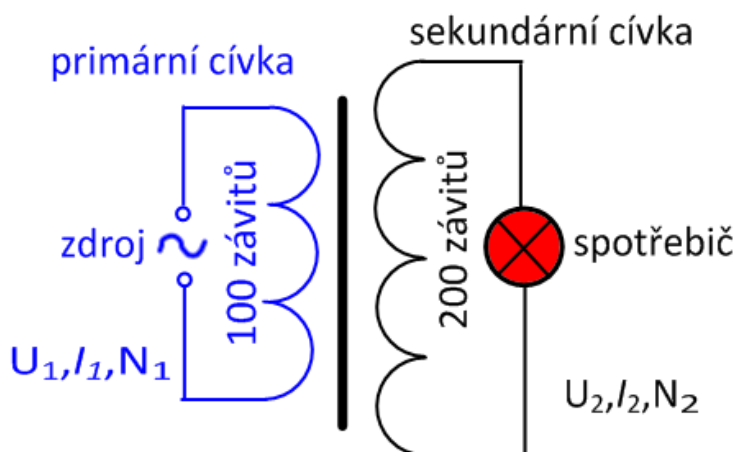
Obrázek 1 Školní transformátor na pokusy



Obrázek 2 Průmyslově vyrobený transformátor



## Schéma transformátoru



## 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 závitech se sčítají.

Celkové napětí na primární cívce s  $N_1$  závity je, na sekundární cívce s  $N_2$  závity 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 napětí.

2.  $k < 1$  – transformace dolů

Používá se v městských rozvodnách, v adaptérech mobilních telefonů, v domácích elektrických spotřebičích.

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 neprocházela 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  $\varphi_1$  a  $\varphi_2$  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, nabíječky spotřebičů s akumulátorem ...).

## PŘÍPRAVA:

1. Zopakujte nebo prostudujte si učivo: Transformátor z učebnice Elektřina a magnetismus pro 2. ročník gymnázia
2. Za použití odborné literatury nebo internetových zdrojů vypracuj následující úkoly.

1. Co je to transformátor – z čeho se skládá?

2. Popište, jak funguje transformátor.

3. Zjisti, jaký vztah platí mezi výstupní a vstupní napětím transformátoru při transformaci nahoru a dolů

4. Jaký je rozdíl mezi školním transformátorem a průmyslově vyrobeným transformátorem?

## ÚKOL Č. 1

Sestavte transformátor s uzavřeným jádrem.

Vypočítejte pomocí počtu závitů primární a sekundární cívky teoretický transformační poměr pro transformaci nahoru i dolů.

Zapojte transformátor podle následujícího schématu a proveďte pět měření  $U_1, U_2$  a vypočítejte transformační poměr, který porovnáte s vypočteným transformačním poměrem z počtu závitů.

### POMŮCKY:

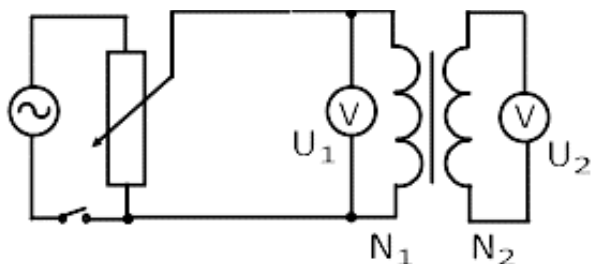
Cívky s různým počtem závitů, držák na transformátor, uzavřené jádro, zdroj střídavého proudu, vodiče, dva digitální multimetry na měření střídavého proudu a napětí, rezistor s proměnným el. odporem.

## POSTUP:

1. Vyberte si dvě vhodné cívky a sestavte transformátor
2. Určete, která cívka bude primární a sekundární a pro dané podmínky vypočítejte teoretické transformační poměry.
3. Zapojte transformátor dle schématu pro transformaci nahoru a dolů, změřte pět hodnot  $U_1, U_2$  запиšte do tabulky a vypočítejte transformační poměry, které porovnáte vypočtenými s transformačními poměry z počtu závitů.

## VYPRACOVÁNÍ:

Obrázek 3 Schéma zapojení transformátoru na prázdkno



Cívka  $C_1$   $N_1 = 300z$  ; Cívka  $C_2$   $N_2 = 600z$  nejprve zvolíme cívku  $C_1$  jako primární a  $C_2$  jako sekundární

$$k = \frac{N_2}{N_1} = \frac{600}{300} = 2 \quad k > 1 \text{ jedná se transformaci nahoru}$$

$U_1$  - 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 1 Zapojení transformátoru – transformace nahoru

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

Tabulka 2 Zapojení transformátoru – transformace dolů

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

Připojte transformátor přes potenciometr ke zdroji střídavého napětí dle schématu nejprve pro transformaci nahoru a potom dolů.

Pomocí potenciometru zvyšujte postupně napětí na primární cívce a zapisujte do tabulky dvojice hodnot  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ .

Proveďte pět měření.

Z každého měření vypočítejte příkon a výkon transformátoru a z těchto hodnot vypočítejte účinnost transformátoru pro každé měření.

### POMŮCKY:

Transformátor z úkolu č. 1, vodiče, čtyři digitální multimetry, zdroj střídavého proudu, žárovka na napětí 12V.

### POSTUP:

1. Měření provádíme nejprve pro transformaci nahoru s žárovkou na 12 V a druhé měření provádíme pro transformaci dolů s žárovkou na 6V.
2. Zapojíme elektrický obvod podle schématu.
3. Po kontrole vyučujícím zapneme zdroj a naměříme pět hodnot  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $I_1$ ,  $I_2$
4. Naměřené hodnoty zapíšeme do tabulky a vypočítáme a z naměřených hodnot, vypočítáme příkon  $P_1$  a výkon  $P_2$ .
5. Měření provedeme pětkrát a z vypočtených hodnot  $P_1$  a  $P_2$  vypočítáme účinnost transformátoru.

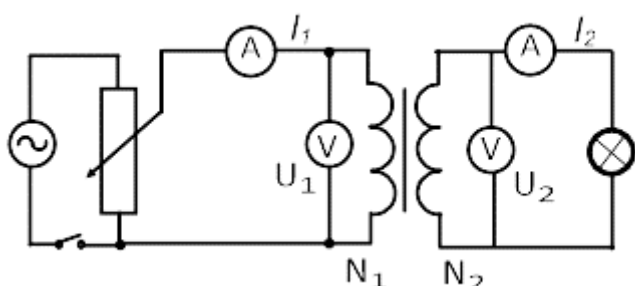
$$\text{Příkon } P_1 = U_1 \cdot I_1$$

$$\text{Výkon } P_2 = U_2 \cdot I_2$$

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

### VYPRACOVÁNÍ:

Obrázek 4 Zapojení transformátoru se žárovkou



$N_1$  - počet závitů na primární cívce

$N_2$  - počet závitů na sekundární cívce

$I_1$  elektrický proud na protékající primární cívkou

$I_2$  elektrický proud na protékající sekundární cívkou

$U_1$  - elektrické napětí na primární cívce

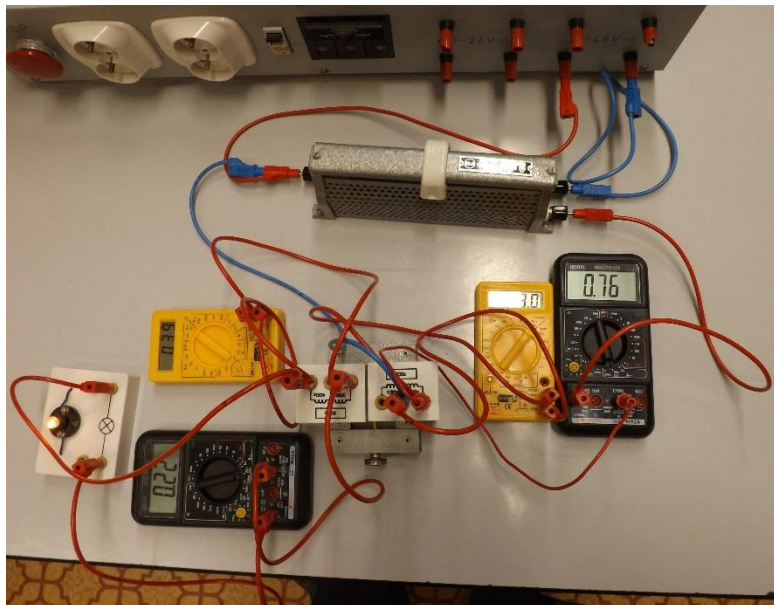
$U_2$  - elektrické napětí na sekundární cívce

Tabulka 1 Transformace nahoru

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 2 Transformace dolů

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:

Na základě získaných poznatků z laboratorního cvičení zdůvodni:

1. Je možné vyrobit transformátor přesně na dané podmínky?
2. Kde se transformátory využívají a proč?

## 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 Prometheus Praha 2000

## METODICKÝ LIST

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

