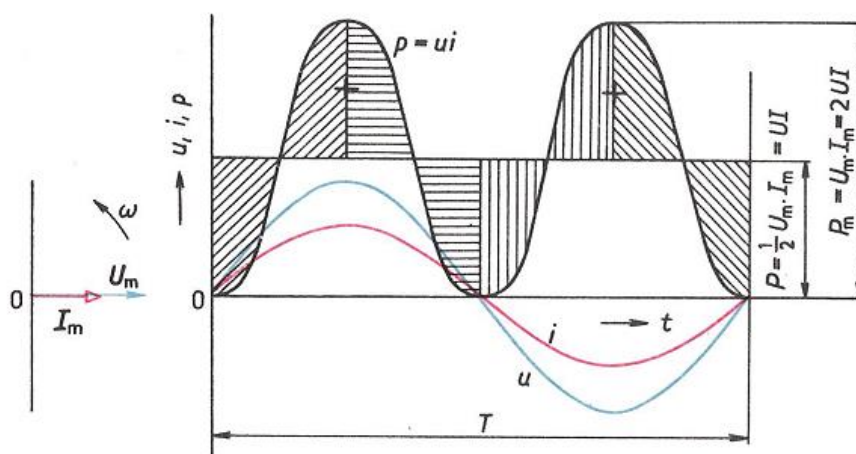


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Předmět:	Ročník:	Vytvořil:	Datum:
ELEKTROTECHNIKA	PRVNÍ	ZDENĚK KOVAL	29. 11. 2013
Název zpracovaného celku:			
Ele 1 – základní pojmy, požadavky a parametry, transformátory - jejich význam. princip činnosti transformátoru, zvláštní transformátory			

7.1 Základní pojmy a názvosloví – výkon, práce



Okamžitý výkon střídavého (sinusového) proudu, který je ve fázi s napětím

Okamžitý výkon v kladné i záporné polovině periody je kladný $p = u \cdot i$. Křivka výkonu je sinusoida, ale její osa leží nad osou času a má dvojnásobný kmitočet. Obsah plochy omezené osou času a sinusoidou výkonu znamená práci střídavého proudu za periodu při proměnném výkonu. Přeměníme-li tuto plochu na obdélník se základnou T , odpovídá jeho výška střednímu výkonu P za jednu periodu.

$$\text{Střední výkon } P = \frac{1}{2} \cdot U_m \cdot I_m$$

Dosadíme za $U_m = \sqrt{2} \cdot U$ a za $I_m = \sqrt{2} \cdot I$, dostaneme

$$P = \frac{1}{2} \sqrt{2} \cdot U \cdot \sqrt{2} \cdot I,$$

$$P = U \cdot I \quad [W]$$

Výkon střídavého proudu je dán součinem efektivních hodnot napětí a proudu. Elektrickou práci koná pouze činný proud I_c , takže činný výkon je

$$P = U \cdot I_c = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Činný výkon se měří wattmetrem a udává se ve wattech (W), v kilowattech (kW) nebo v megawattech (MW).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Z uvedeného vztahu vidíme, že činný výkon závisí na úhlu fázového posunu φ mezi proudem a napětím. Je úměrný $\cos \varphi$, a proto se $\cos \varphi$ nazývá účinník.

Jalový proud I_j je zpožděn za napětím o 90° . Nekoná práci, ale vytváří magnetické (elektrické) pole a tzv. jalový výkon

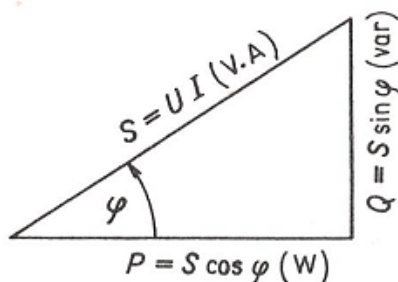
$$Q = U \cdot I_j = U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

Jalový výkon se udává ve varech (var), kilovarech (kvar) nebo megavarech (Mvar).

V rovnicích pro činný i jalový výkon se vyskytuje součin $U \cdot I$. Tomuto součinu efektivních hodnot napětí a proudu říkáme zdánlivý výkon. Označuje se S a platí pro něj vztah

$$S = U \cdot I$$

Zdánlivý výkon je pojem elektrický; je důležitý, neboť se podle něj dimenzují elektrické stroje elektrorozvodné sítě a určuje se podle něj skutečný proud. Zdánlivý výkon se počítá z údajů voltmetru ampérmetru. Jednotkou je volt. Ampér (V. A) a jeho násobky (kVA, MVA). Činný výkon se rovná zdánlivému výkonu při účinníku $\cos \varphi = 1$.



Trojúhelník výkonů střídavého proudu.

$$P = S \cdot \cos \varphi = U \cdot I_c$$

$$Q = S \cdot \sin \varphi = U \cdot I_j$$

$$S = U \cdot I$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}, \quad \sin \varphi = \frac{Q}{S}, \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P}$$

Elektrickou práci střídavého proudu určíme, násobíme-li činný výkon časem

$$W = P \cdot t = U \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot t$$

Elektrickou práci měříme elektroměrem. Jednotkou el. práce je J (joule), ale častěji se udává jednotka watt sekunda (Ws) $1J = 1Ws$. Větší jednotkou je watt hodina (Wh) nebo kilowatt hodina (kWh).

7.2 Požadavky a parametry el. strojů.

Požadavky na el. stroje jsou výkon, hlučnost - odhlučnění, ekologický provoz, požadavky na chlazení, co nejmenší rozměry, jejich ztráty a v první řadě bezpečnost provozu. Každý stroj je konstruován a vyroben pro určité jmenovité hodnoty, které jsou vyznačeny na štítku stroje a musí odpovídat ustanovením norem.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

8. Transformátory

8.1 Podstata jednofázového transformátoru

Transformátor je netočivý stroj, který pracuje na principu elektromagnetické indukce. Mění elektrickou energii v elektrickou energii s tímž kmitočtem. Přeměna (transformace) probíhá tak, že se mění vyšší napětí na nižší napětí nebo naopak. Na obrázku je schéma jednofázového transformátoru. Jeho podstatnou částí je magnetický obvod, tj. aktivní část transformátoru, která vede magnetický tok. Vinutí transformátoru rozlišujeme na vstupní – primární N_1 a výstupní – sekundární N_2 .

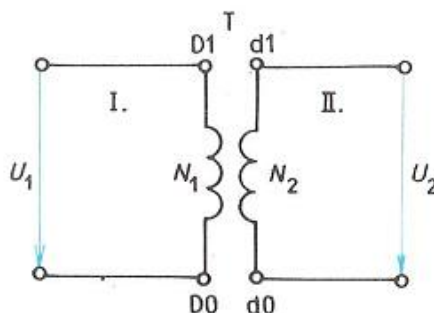
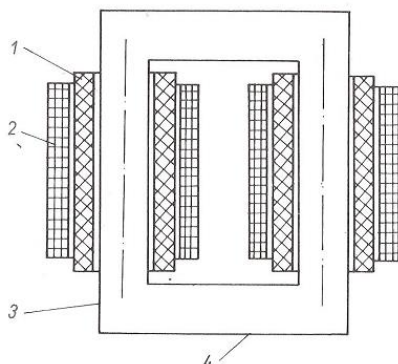
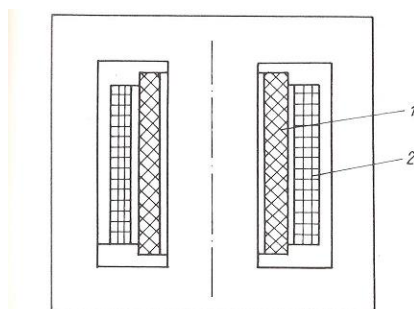


Schéma jednofázového transformátoru



Jednofázový jádrový transformátor 1- vinutí nn, 2- vinutí vn, 3- jádro, 4- spojka

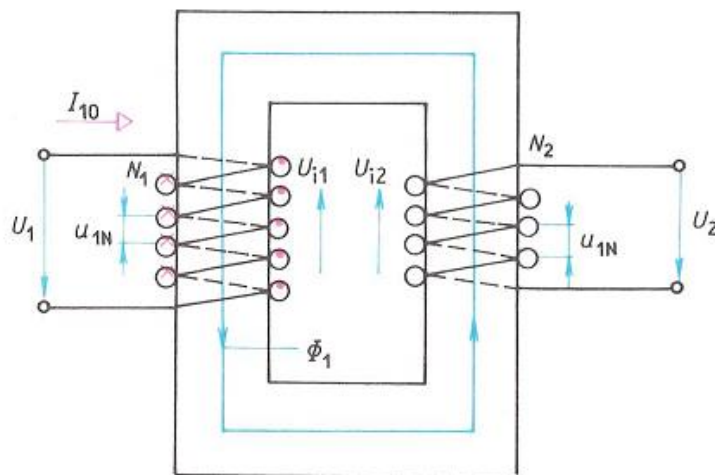


Jednofázový plášťový transformátor 1- vinutí nn, 2- vinutí vn

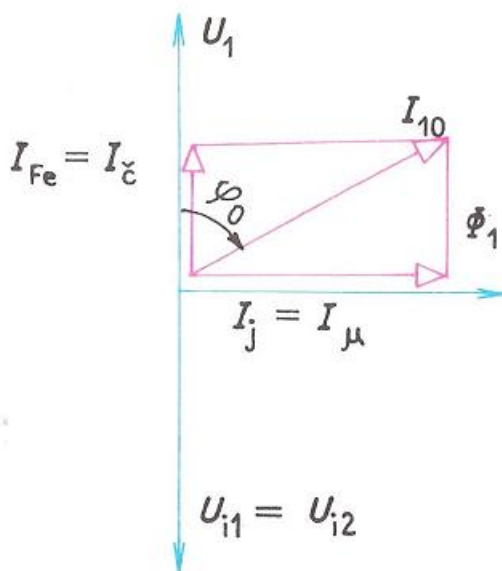
Magnetický obvod je složen z elektrotechnických plechů vzájemně od sebe izolovány lakováním, papírem. Podle konstrukce magnetického obvodu rozlišujeme transformátory jádrové u kterých vinutí obklopuje plechy a plášťové, u nichž plechy obklopují vinutí.

8.2 Transformátor naprázdno

Připojíme-li na vstupní vinutí střídavé napětí U_1 a na výstupní vinutí nepřipojíme žádnou zátěž, říkáme, že transformátor pracuje naprázdno. Transformátor odebírá proud I_{10} , který je fázově posunut za napětím U_1 téměř o 90° , neboť se jedná o indukční zátěž, říkáme, že transformátor pracuje naprázdno.



Transformátor při chodu naprázdno



Fázorový diagram transformátoru při chodu naprázdno

Transformátor v tomto případě odebírá proud I_{10} , který je fázově posunut za napětím U_1 o téměř 90° , neboť transformátor představuje pro síť indukční zátěž. Proud I_{10} má dvě složky a to magnetizační proud $I_\mu = I_j$, jehož fázor je kolmý s napětím U_1 . Proud I_{Fe} kryje ztráty v magnetickém obvodu a ve vstupním vinutí. Magnetizační proud I_μ budí střídavý indukční tok Φ_1 . Časovou změnou indukčního toku Φ_1 se ve vstupním vinutí indukuje U_{11} a U_{12} , jsou za indukčním tokem Φ_1 zpožděna o 90° , takže jsou v protifázi s napětím U_1 . Na svorkách výstupního vinutí je napětí $U_2 = U_{12}$.

Indukované napětí v jednom závitě u_{1N} je stejně velké ve vstupním vinutí jako ve výstupním vinutí. Indukovaná napětí U_{11} a U_{12} jsou přímo úměrná počtu závitů N_1 a N_2 , takže

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

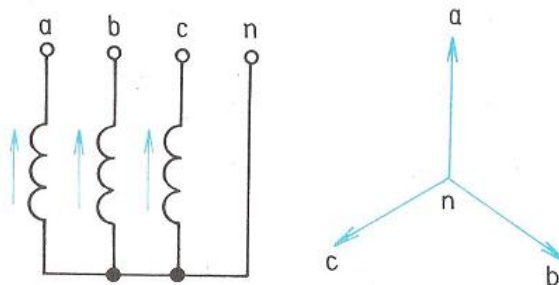
$$U_{i1} = u_{1N} N_1 \quad \text{a} \quad U_{i2} = u_{1N} N_2$$

Poměr indukovaných napětí $\frac{U_{i1}}{U_{i2}} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} = p$ a nazývá se, převod nebo transformační poměr. (proudy jen u zatížených transformátorů).

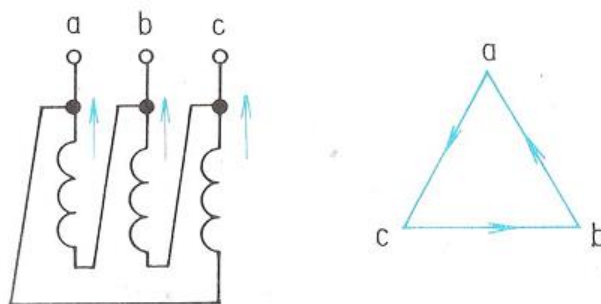
V okamžiku připojení nezatíženého transformátoru k síti vznikne proudový náraz, který může být až 15x větší, než jmenovitý proud, protože impedance transformátoru je malá. Po vybuzení mag. toku se proud transformátoru při chodu naprázdno ustálí a činí asi 3-10% jmenovitého proudu. Proud je za vstupním napětím časově posunut téměř o 90° , takže účinník $\cos \varphi$ je malý.

8.3 Trojfázové transformátory

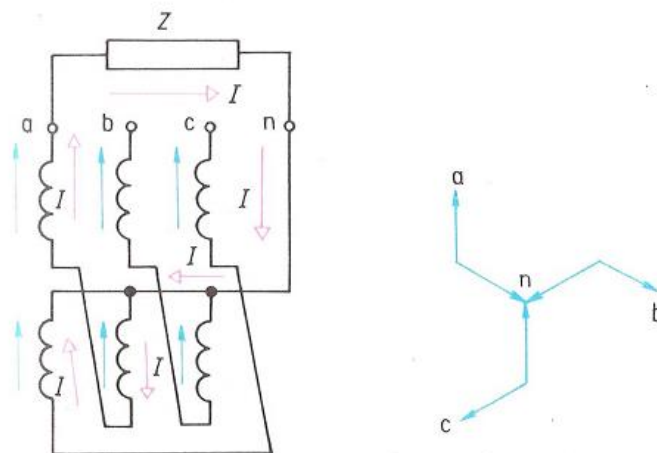
U těchto transformátoru máme tři vinutí primární a tři vinutí sekundární. Tato vinutí se dají zapojit různě:



Vinutí trojfázového transformátoru spojené do hvězdy



Vinutí trojfázového transformátoru spojené do tojúhelníku



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vinutí trojfázového transformátoru spojené do lomené hvězdy

Každé vinutí (fáze) je vyvedeno na svorky tak, že jsou proti sobě vždy svorky téže fáze vyššího a nižšího napětí. Svorky vyššího napětí označujeme velkými písmeny, svorky nižšího napětí malými písmeny.

8.4 Zvláštní transformátory

8.4.1 Autotransformátor

Má pouze jedno vinutí rozdělené na dvě části N_1 a N_2 . část N_2 je společná pro vstupní i výstupní stranu a prochází jí rozdíl proudu $I_2 - I_1$. Převod $p = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1 + N_2}{N_2}$

Autotransformátory se používají ke snižování nebo ke zvyšování napětí. Nesmí se však použít k transformaci vysokého na nízké, nebo nízkého na malé napětí, protože při přerušení společného vinutí N_2 by se nebezpečné napětí dostalo na stranu nižšího napětí.

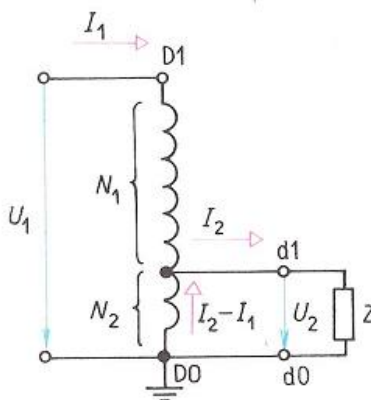


Schéma jednofázového autotransformátoru

8.4.2 Svařovací transformátory

Jsou dvojího druhu. Pro odporové svařování je zapotřebí velmi malé napětí (4 - 12V) a velký proud (1kA - 100kA). Na výstupní straně bývá jen jeden závit z mědi je dutý a protéká jím chladicí voda. Svařovací proud se řídí přepínáním odboček na primární straně.

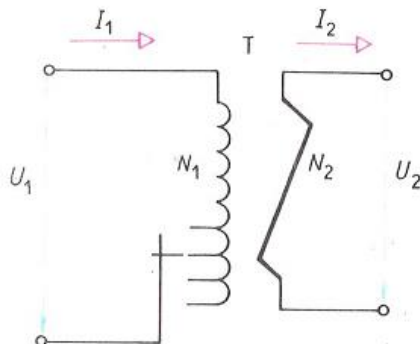
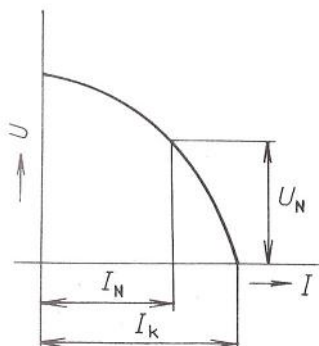


Schéma transformátoru pro odporové svařování

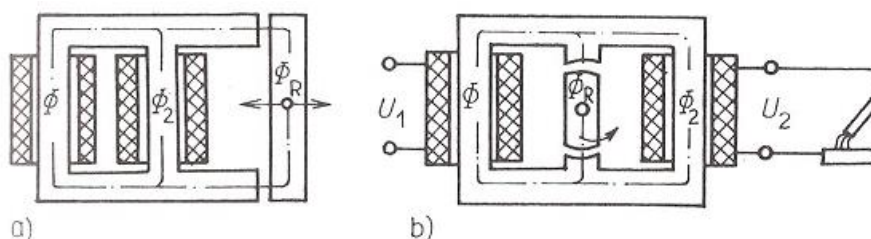
Při obloukovém svařování je k zapálení oblouku zapotřebí 60 – 70 V a k jeho udržení 20 – 25 V. Oblouk má zápornou charakteristiku, to znamená, že při poklesu napětí se zvětší proud a naopak. Pro

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

svařování se vyžaduje, aby nastavený proud se měnil co nejméně, i když napětí kolísá vlivem změny délky oblouku. Tomuto vyhovuje rozptylový transformátor, který má strmou charakteristiku.



Charakteristika rozptylového transformátoru



Podstata transformátoru pro obloukové svařování

a) s oddáváním jádra,

b) s vysouváním nebo natáčením jádra

8.4.3 Nízkofrekvenční pecové transformátory

Používají se v elektrických nízkofrekvenčních pecích odporových, obloukových nebo indukčních. Je jich několik druhů a jejich výkon je různý, od (10kVA – 80MVA). Výstupní napětí je od 4V do 500V, proudy dosahují až 300 kA. Výstupní vinutí je duté chlazené vodou.

U indukční pece je transformátor součástí pece. Na jádru je pouze vstupní vinutí, dobře chráněné před teplem z pece. Výstupní vinutí s jedním závitem tvoří tavenina.

8.4.4 Měřicí transformátory

Měřicím transformátorem napětí napájíme voltmetr při měření střídavého vysokého napětí, které je transformováno na normalizované napětí 100V.

Měřicím transformátorem proudu napájíme ampérmetr při měření velkého střídavého proudu v zařízeních nízkého i vysokého napětí. Při měření zapojíme vstupní vinutí do série se zátěží. Na svorky výstupního vinutí připojíme ampérmetr na normalizovaný rozsah 5A

8.4.5 Další zvláštní transformátory

Natáčivý transformátor je v podstatě trojfázový kroužkový motor, který má na rotoru budící vinutí a lze jej natáčet o libovolný úhel.

Distribuční transformátory pro napájení měst a vesnic. Jejich primární vinutí je na vysoké napětí a sekundární vinutí dává napětí 3x400V/230V.

Přístrojové snižovací transformátory napájejí každý elektronický spotřebič napájený ze sítě.

Transformátory pro ochranu malým napětím (SELV) a oddělením obvodů, zvonkové atd.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

8.5 Význam transformátoru

Z toho co je uvedeno výše si umíme udělat představu o významu elektrického stroje zvaného transformátor, který jde ruku v ruce s pojmem elektrifikace.

Kontrolní otázky a úlohy:

1. Co znamená pojem okamžitý výkon a v jakých se udává jednotkách?
2. Nakresli a popiš trojúhelník výkonů.
3. Vyjmenuj hlavní parametry pro elektrické stroje.
4. Vysvětli podstatu jednofázového transformátoru.
5. Popiš transformátor naprázdno včetně fázorových vektorů a převodové rovnice.
6. Jaké znáš zapojení třífázových transformátorů.
7. Vysvětli funkci autotransformátoru a nakresli schéma.
8. Vysvětli funkci svařovacího transformátoru, a jaké jsou?
9. Jaké znáš další zvláštní transformátory?

Použita literatura a zdroje obrázků:

VOŽENÍLEK, Ladislav – ŘEŠÁTKO, Miloš. *Základy elektrotechniky I.* 2. vyd. Praha: SNTL, 1986

VOŽENÍLEK, Ladislav – LSTIBŮREK, František. *Základy elektrotechniky II.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1985