

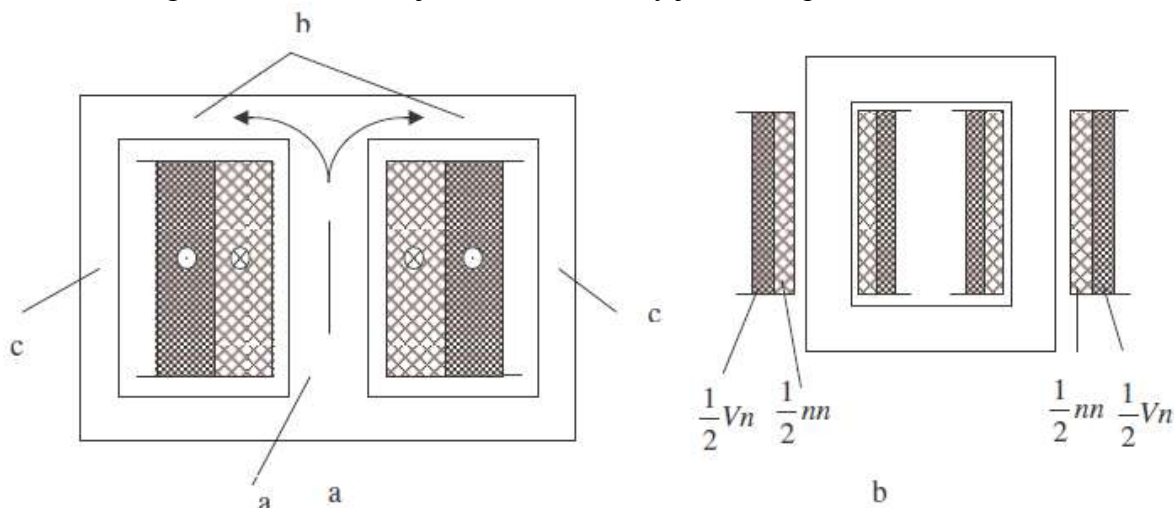
Ing. Drahomíra Picmausová

## Transformátory

Transformátor je netočivý stroj na střídavý proud, pracující na principu elektromagnetické indukce. Slouží k přeměně elektrické energie opět na energii elektrickou. Vyrábí se v širokém rozsahu výkonů, nejrůznějšího provedení a použití.

### Provedení transformátoru

Provedení transformátoru je dáno hlavně způsobem jeho chlazení. Velké výkonové transformátory mají olejové chlazení, menší transformátory mají přirozené vzduchové chlazení. Transformátor má jádro z feromagnetického materiálu, které je z důvodů zmenšení ztrát vířivými proudy složeno ze vzájemně izolovaných plechů, a dvě nebo více vinutí. Podle provedení magnetického obvodu jsou transformátory jádrové a plášťové (viz. obr. 1.)

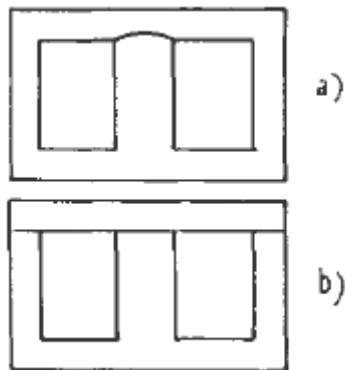


Obr.1: Jednofázový transformátor: a) plášťový b) jádrový

Jednofázové transformátory mají nejčastěji plášťový tvar jádra. Vinutí je umístěno na středním sloupku *a*, který má největší průřez. Magnetický tok se souměrně rozděluje do spojky *b* a obou postranních sloupek *c*, které mají poloviční průřez. Výhodou tohoto uspořádání je dobré rozdělení magnetického toku a tím malé rozptyly, jednoduché navíjení na jednu cívku a poměrně snadné upevnění svazku jádra. Nevýhodou je horší chlazení.

Plášťové transformátory menších výkonů (do 200 W) mívají jádra složená z plechů M, častěji se však používají plechy EI (obr. 2.). Pro některé speciální účely se používá transformátorů s prstencovým (toroidním) jádrem nebo s jádrem typu C. Plechy musí být dostatečně staženy (šrouby, nýty), aby při provozu nehlučely a musí co nejlépe vyplňovat vnitřní prostor cívky, aby byl transformátor využit.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 2 Transformátorové plechy

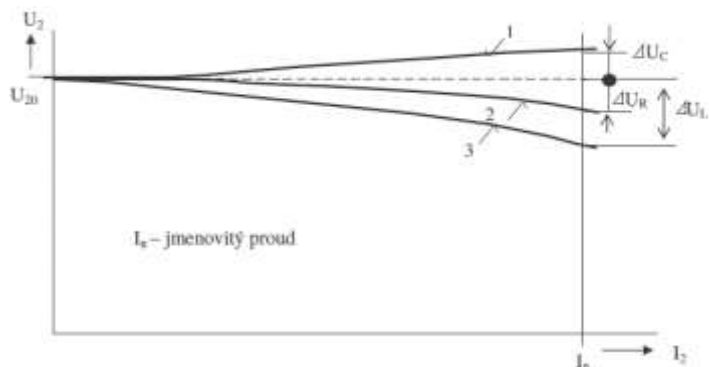
- a) Tvar M
- b) Tvar EI

Pro větší výkony se používá jádrový typ transformátoru (obr.1 b). Magnetický obvod malých plášťových transformátorů se sestavuje z plechů, které se navlékají na hotové cívky plech po plechu tak, aby spára byla střídavě nahoře a dole. Pro zmenšení rozptylových toků se umísťuje polovina vinutí nižšího napětí (nn) a polovina vyššího napětí (vn) na každý sloupek. Transformátory tohoto typu mají lepší chlazení než plášťové.

Vinutí malých transformátorů bývá obvykle válcové, obr.1, navinuté na kostřičce z izolačního materiálu. Materiál vodičů je měď, vodiče jsou většinou kruhového průřezu a smaltované. Jednotlivé vrstvy jsou od sebe izolovány papírem. U válcového vinutí je vinutí nižšího napětí (nn) umístěno blíže železa a soustředně na něm vinutí vyššího napětí (vn).

### Zatěžovací charakteristika transformátoru

Při zatížení vznikají na transformátoru úbytky napětí, které závisí na charakteru a velikosti zátěže. Tyto úbytky mají vliv na zatěžovací charakteristiku transformátoru (obr. 5.). Při kapacitním zatížení transformátoru výstupní napětí mírně stoupá (křivka 1), , při odporovém a indukčním zatížení výstupní napětí klesá (křivky 2,3).



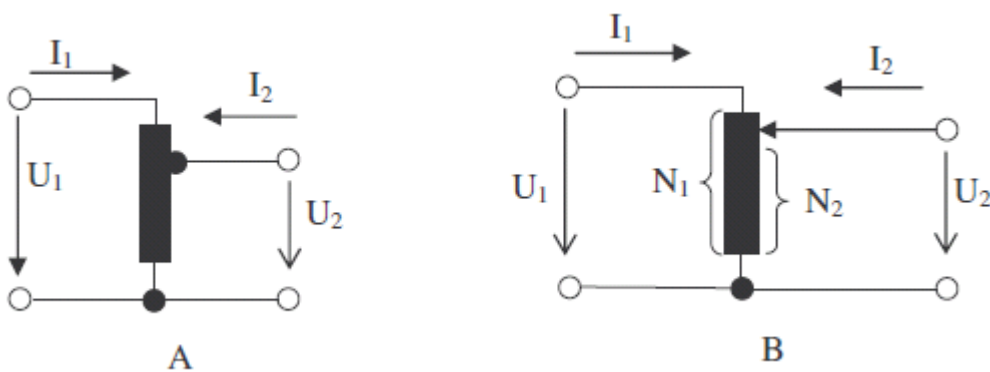
Obr.5 Zatěžovací charakteristika transformátoru

- 1 – kapacitní zátěž
- 2 – odporová zátěž
- 3 – indukční zátěž

## Autotransfornátor

Autotransfornátor je transformátor jen s jedním vinutím, jehož část je společná vstupu i výstupu.

Vyrábějí se jednofázové i trojfázové. Jeho nevýhodou je, že vstup a výstup jsou spolu galvanicky spojeny. Při přerušení společné části vinutí se dostane vyšší napětí vstupu na výstup.



Obr. 8 A) Autotransfornátor s pevnou odbočkou  
B) Regulační transformátor



Řiditelný prstencový autotransfornátor

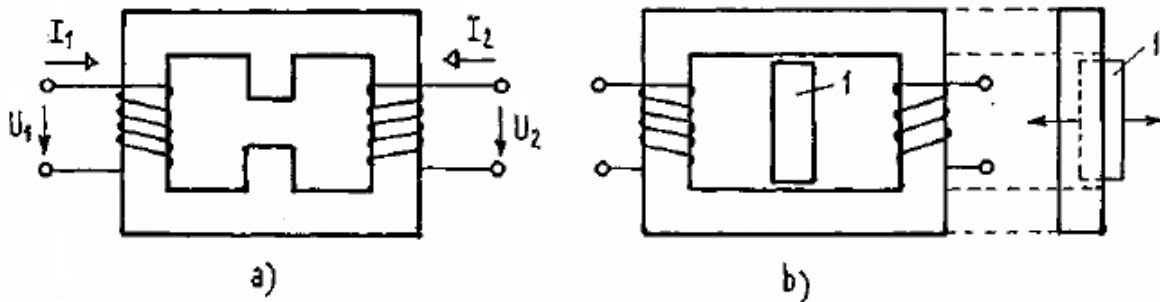
Autotransfornátorů se používá jako zvyšovacích transformátorů v sítích, spouštěcích transformátorů velkých synchronních nebo asynchronních motorů, děličů napětí a regulačních transformátorů ve zkušebnách a laboratořích.

## Rozptylové transformátory

Pro napájení rtuťových, sodíkových nebo neonových světelných zdrojů a pro svařovací transformátory požadujeme, aby napětí při zatížení bylo podstatně menší než napětí naprázdno, (měkká zatěžovací charakteristika). Dosáhneme toho zvětšením rozptylového toku. U jádrového typu transformátoru se rozptyl zvýší např. tak, že vstupní vinutí je na jednom

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

sloupku, výstupní vinutí na druhém sloupku a ve středu jsou magnetické nástavce (můstek), snižující magnetický odpor obvodu rozptylového toku (obr. 10).



Obr.10 a) Změna rozptylu pomocí rozptylového můstku

b) Změna rozptylu posuvným jádrem

V případě užití rozptylového můstku nelze měnit hodnotu proudu nakrátko. Používá se jako zapalovací transformátor pro výbojky. U svařovacího transformátoru podle obr. 10b je možné nastavit proud nakrátko (svařovací proud) posunutím středního sloupku 1.

Některé malé transformátory (např. zvonkové, hračkové, přenosné transformátory pro ruční vrtačky a ruční lampy) se rovněž konstruují tak, aby snesly trvale zkratový proud, tzn. jako rozptylové.

**Svářecí transformátory** – používají se ke svařování odporovému a obloukovému.

*Odporové* – napětí bývá 1 až 10V, proud až 100kA. Výstupní cívka má jen několik závitů. Na jejich konci jsou hroty, mezi něž se vloží plechy. Značný proud rozžhává místo styku a plechy se bodově svaří.

*Obloukové* – k tomu se používají tzv. rozptylové transformátory, které se snadno přizpůsobují změnám napětí při hoření elektrického oblouku (zapalovací napětí 75V, na udržení oblouku 15-40V) a udržování stálého proudu při kolísání napětí vlivem délky oblouku. Rozptyl se uměle zvětšuje velkou vzdáleností mezi primárním a sekundárním vinutím nebo vložením železných jader do rozptylové dráhy.

**Ohřívací (topné) transformátory** – indukční mají běžné vstupní vinutí, ale výstupní vinutí nahrazuje jeden závit nakrátko. Tímto závitem může být žlábek, v němž se taví kov, nebo nákok, který se po ohřátí nasadí na kolo. Po vychladnutí drží nákok velmi pevně, protože se zmenší jeho objem.

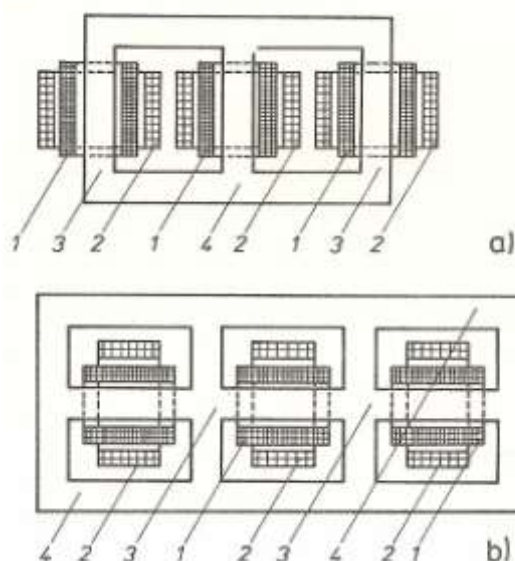
- odporové – sekundární proud se řídí změnou sekundárního napětí. Vyšší sekundární napětí protlačí ohříváním tělesem větší proud a naopak. Transformátory na ohřívání nýtů a svorníků, rozmrazovače vodovodních rour ...

**Pecové transformátory** - na vytápění pecí tavících, sušících, žíhacích, kalicích, smaltovacích apod. – podstatně snižují napětí na výstupní cínce, ale značně v ní zvyšují proud

**Tlumivka** - cívka nasazená na jádru se vzduchovou mezerou. Do obvodů se zařazuje na zvýšení indukčnosti, aby např. došlo ke zmenšení proudových nárazů při spouštění motorů .

## Trojfázové transformátory

Magnetický obvod trojfázových transformátorů se skládá ze tří jader spojených vzájemně dvěma magnetickými spojkami, jak ukazuje obr.11



Obr. 11 Uspořádání magnetických obvodů trojfázových transformátorů

- a) jádrových
- b) plášťových
- 1 – cívka nn (II)
- 2 – cívka vn(I)
- 3 – jádro transformátoru
- 4 – magnetická spojka(plášť)

## Zapojení transformátoru

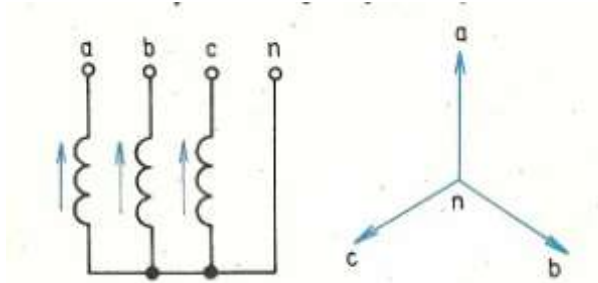
Charakteristickým údajem o zapojení vinutí trojfázového transformátoru je tzv. *hodinový úhel*, který udává, fázový posun mezi fázorem vstupního a výstupního napětí v hodinách, přičemž úhel  $30^\circ$  představuje jednu hodinu. Udává vždy zpoždění výstupního napětí za vstupním napětím.

Vinutí trojfázových transformátorů můžeme spojovat do hvězdy (Y,y), trojúhelníka (D,d) nebo lomené hvězdy (Z,z) Svorky transformátoru popisujeme na straně vyššího napětí velkými písmeny, na straně nižšího napětí pak písmeny malými.

Zapojení do hvězdy(obr.12) znamená, že začátky vinutí připojíme ke svorkám a konce vinutí spojíme do uzlu, který může být vyveden jako nulový bod N . Tím získáme napětí fázové  $U_F$ (nulák, vodič) , sdružené  $U_s$  (mezi fázemi)

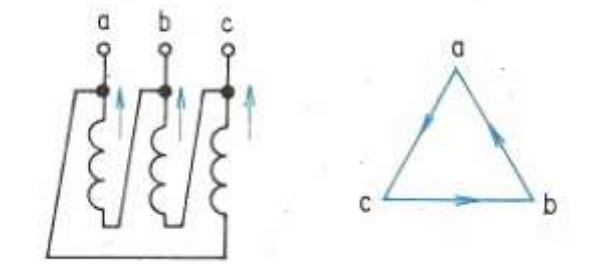


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



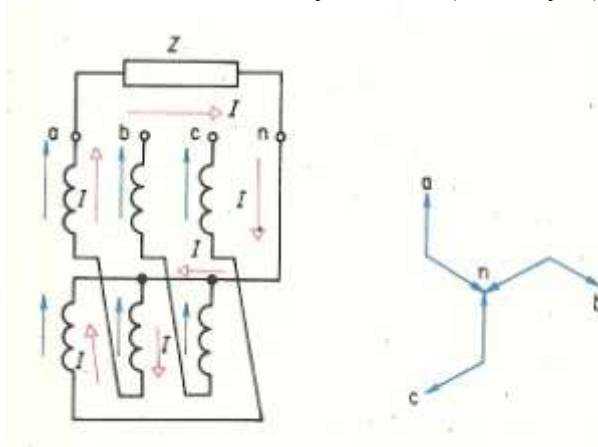
Obr.12 Spojení do hvězdy

Zapojení do trojúhelníku dostaneme tím, že spojíme konce vinutí jedné fáze se začátkem vinutí sousední fáze (obr.13)



Obr. 13 Zapojení do trojúhelníku

Při zapojení do lomené hvězdy je vinutí každé fáze rozděleno na polovinu a obě poloviny jsou umístěny na dvou sousedních jádrech. Vinutí je spojeno tak, že se při zatěžování jedné fáze a nulového bodu rozděluje zatížení na dva sloupky a magnetickými toky se přenáší na dvě fáze vstupního vinutí. Aby se indukovaná napětí správně geometricky sčítala, musí být jedna polovina vinutí připojena obráceně a konce spojeny do uzlu. Toto zapojení používáme v nerovnoměrně zatížených sítích (světelných)



Obr.14 Zapojení do lomené hvězdy