

25B) Výkon 1-fázového a 3-fázového proudu

- druhy výkonů
- účinnost, účiník
- trojúhelník výkonů
- měření výkonu

Výkon:

- je to práce vykonaná za jednotku času
- výkon vypočítáme podle vzorce $P=U \cdot I$, značíme ji P a jednotkou je W (watt)
- měříme ji wattmetrem
- výkon může být - stejnosměrný
 - střídavý

Zdroj výkon odevzdává a spotřebič ho odebírá, výkon odebraný spotřebičem se nazývá příkon [W]. U elektrických strojů a přístrojů rozlišujeme výkon, který spotřebiči dodáváme a tzv. příkon P_1 a užitečný výkon P_2 . Poměr výkonu a příkonu se nazývá účinnost $\eta = P_2/P_1 \cdot 100\%$ [%]. Rozdíl mezi příkonem a výkonem tvoří ztráty, které se nejčastěji mění v teplo.

Druhy výkonů a měření výkonu střídavého jednofázového proudu

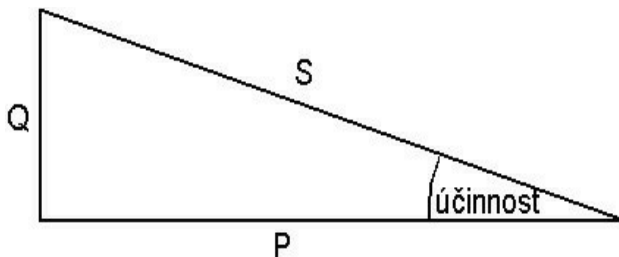
výkon střídavého proudu je úměrný napětí U , proudu I a účiníku $\cos \varphi$

Činný výkon: $P=U \cdot I \cdot \cos \varphi$ [W] tj. výkon skutečně dodávaný nebo odebíraný a závisí na úhlu fázového posunu φ mezi proudem a napětím

Jalový výkon: $Q=U \cdot I = U \cdot I \cdot \sin \varphi$ [VAr] (voltampér reaktanční), jalový výkon je spotřebičem přijímán na vytváření magnetického nebo elektrického pole a při zániku se zase vrací zpět do sítě, tudíž se ve skutečnosti neodebírání, je to spotřeba zpožděná za napětím o $\pm 90^\circ$ - nekoná práci

Zdánlivý výkon: $S=U \cdot I$ [VA], je to součin efektivních hodnot a je důležitý k definování elektrických strojů a elektrických sítí, podle něj se určuje skutečný zdánlivý výkon

Trojúhelník výkonů:



$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

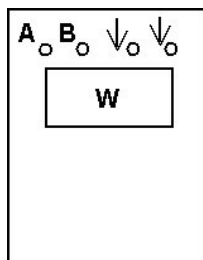
$$P = \sqrt{S^2 - Q^2}$$

Měření výkonu střídavého proudu wattmetrem

wattmetr je přístroj, který při měření výkonu střídavého proudu respektuje vliv účinníku $\cos \varphi$. Měřicí ústrojí wattmetru má soustavu buď elektrodynamickou (pro střídavý i stejnosměrný výkon), nebo feromagnetickou (jen pro střídavý výkon), feromagnetická soustava je citlivější

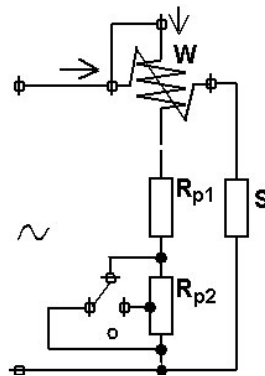
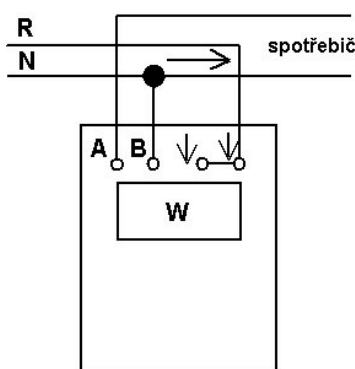
Proudová cívka wattmetru bývá obvykle složena ze dvou částí, které se mohou spojovat také paralelně, tím dostáváme dva proudové rozsahy. Přívody k proudové cívce jsou mohutnější a obvykle nelze do nich zasunout banánek

Napěťová cívka je vždy cívkou otočnou a její odpor se zvětšuje předřadníkem na základní napěťový rozsah. Tento odpor se připojuje tak, aby se nezvětšoval potenciální rozdíl mezi napěťovou a proudovou cívkou. Vyšší napěťové rozsahy lze řadit přepínačem napěťových rozsahů nebo předřadníky. Přívody k napěťové cívce jsou jemnější než proudové a dají se do nich banánky, protože jimi neprotéká velký proud.

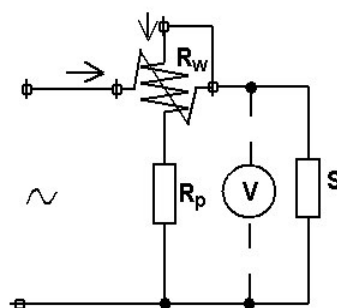
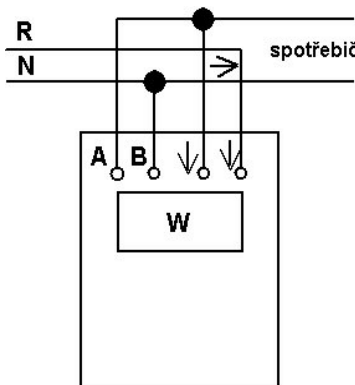


Krajní svorky wattmetru jsou proudové, vnitřní svorky jsou napěťové. Proudovou svorku označenou ↓ připojujeme vždy ke zdroji a proudovou svorku A ke spotřebiči. Napěťové svorky lze zapojit dvěma způsoby a musí se dodržet, aby napěťová cívka měla vzhledem k proudové cívce malý napěťový rozdíl a aby se ručka wattmetru při měření vychylovala ve správném směru. V případě chybného zapojení může dojít k poškození přístroje průrazem izolace (záměna vstupních a výstupních svorek napěťové cívky), v lepším případě se ručka bude snažit ukázat zápornou výchylku (záměna vstupních a výstupních svorek proudové cívky)

Během měření wattmetrem by mohlo dojít k přetížení jeho proudové nebo napěťové cívky. Aby se tak nestalo, zapojuje se pro kontrolu před wattmetr jak ampermetr tak i voltmetr.

zapojení s napěťovou cívkou před proudovou

toto zapojení nebere v úvahu spotřebu proudové cívky, aby tato chyba byla zanedbatelná, je třeba měřit výkony od 2kW výše.

zapojení s napěťovou cívkou za proudovou

toto zapojení měří kromě výkonu spotřebiče i spotřebu napěťové cívky wattmetru, výsledek měření zpřesníme odečtem této spotřeby zvětšené ještě o spotřebu pomocného voltmetru

$$P = P_m - \frac{U^2}{R_n}$$

P - skutečný výkon
 P_m - výkon naměřený wattmetrem
 U^2 - druhá mocnina napětí,

které ukazuje pomocný voltmetr

R_n - výsledný odpor z odporu napěťového rozsahu wattmetru R_w a odporu příslušného rozsahu pomocného voltmetru R_v

$R_n = \frac{R_w R_v}{R_w + R_v}$ Odpor v napěťovém obvodu wattmetrů bývá nejčastěji 33,3 Ω/V . Tento způsob měření je vhodný pro malé výkony.

Měření výkonu střídavého třífázového proudu

trojfázový proud vzniká sdružením proudů jednofázových. Trojfázová elektrická energie se rozvádí soustavou třívodičovou nebo čtyřvodičovou. Třívodičová soustava může vzniknout i ze čtyřvodičové soustavy vynecháním nulového vodiče. Zatížení v obou soustavách bývá souměrné (všechny fáze stejně zatížené) nebo nesouměrné. Metodu měření výkonu volíme podle soustavy a podle druhu zatížení.

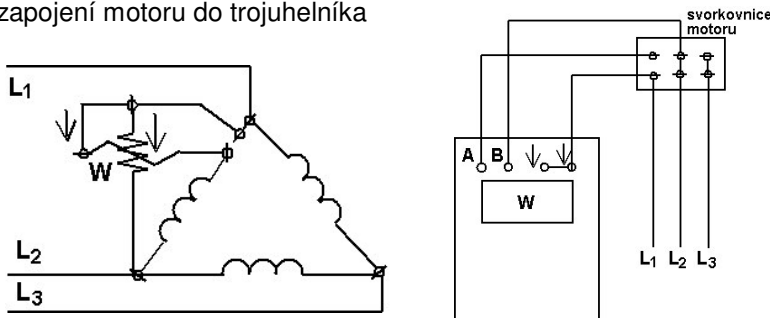
Měření výkonu v proudové soustavě třívodičové

V praxi se měření v soustavě třívodičové při rozvodu trojfázové elektrické energie používá při zapojení do hvězdy bez nulového vodiče nebo při zapojení do trojúhelníku. Pokud máme přístroje, které nelze připojit na sdružené napětí třívodičové soustavy, můžeme vytvořit tzv. umělou nulu a to tak že zapojíme tři stejné rezistory do hvězdy na třívodičovou síť. Uzel této hvězdy má potom potenciál středního vodiče.

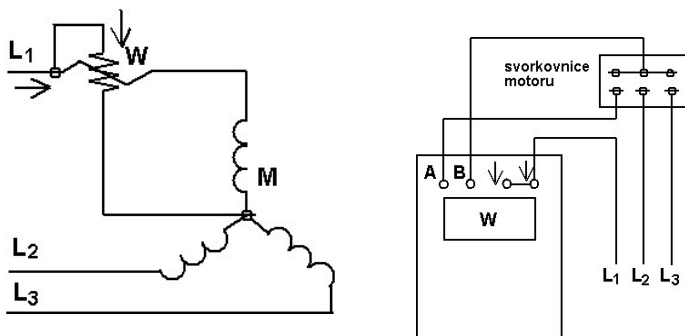
souměrně zatížená třífázová soustava

1). při souměrném zatížení můžeme použít jeden wattmetr a naměřený údaj vynásobit třemi.

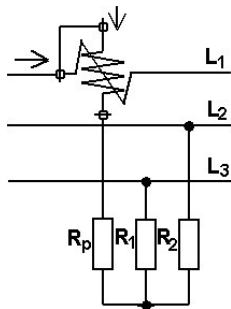
$P = 3 \cdot P_1 = 3 \cdot k_w \alpha$ (P_1 - výkon měřený wattmetrem, k_w - konstanta wattmetru, α - výchylka wattmetru)
zapojení motoru do trojúhelníku



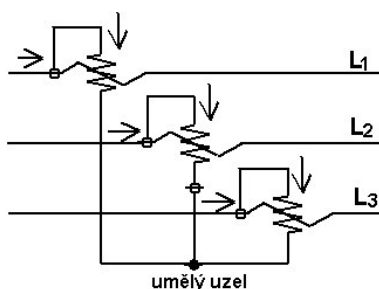
2). Je-li přístupný uzel soustavy (nulový bod), zapojení do hvězdy



3). Pokud je uzel nepřístupný, vytvoříme ho uměle pomocí odporů

nesouměrně zatížená třífázová soustava

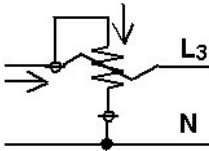
při nesouměrném zatížení v třívodičové soustavě se použijí tři wattmetry a jejich výkon se sečte. Uzel se vytvoří spojením konců napěťových cívek jednotlivých wattmetrů.



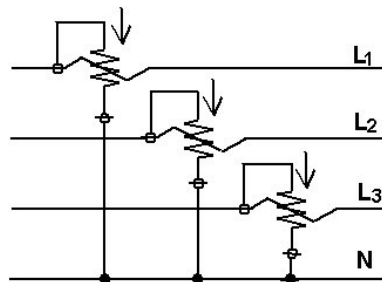
Měření výkonu v proudové soustavě čtyřvodičovésouměrně zatížená třífázová soustava

1). s jedním wattmetrem

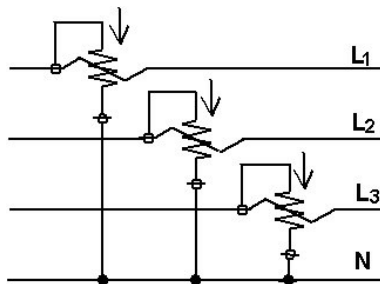
L_1 při souměrném zatížení můžeme použít jeden wattmetr a naměřený údaj vynásobit třemi.
 $P = 3 \cdot P_1 = 3 \cdot k_w \cdot \alpha$ (P_1 - výkon měřený wattmetrem, k_w - konstanta wattmetru, α -
 L_2 výchylka wattmetru)



2). se třemi wattmetry



při použití tří wattmetrů se celkový výkon rovná součtu výkonů jednotlivých wattmetrů.
 $P = P_1 + P_2 + P_3$

nesouměrně zatížená třífázová soustava

při nesouměrném zatížení, kdy se spotřebiče připojují jednak mezi fázové vodiče a mezi fázový vodič a nulový vodič (elektromotory, žárovky a jiné spotřebiče), se použijí tři wattmetry. Celkový výkon se vypočítá podle vzorce $P = P_1 + P_2 + P_3$.
 Tři wattmetry se musí použít proto, že v každé fázi může mít výkon různou velikost.

Rozvaděčové wattmetry se konstruují tak, že mají v jednom přístroji tři měřící ústrojí která jsou navzájem spojená. Výchylka ručky je pak úměrná výkonu všech tří fází. Při zapojování je třeba dbát na správnost zapojení, aby moment některého ústrojí nepůsobil opačným směrem.

Běžné wattmetry jsou konstruovány pro měření výkonu zátěže s účinnkem $\cos \varphi = 1$, tzn. že ukazují plnou výchylku, pokud proudovou cívkou prochází jmenovitý proud, na napěťové cívkce je jmenovité napětí a je-li napětí a proud ve stejné fázi (zátěž odporová).

Elektrická práce:

- je mírou přeměny elektrické energie na jiné druhy energie
- elektrická práce se vykonává posuneme-li náboj Q mezi dvěma místy, mezi nimiž je napětí
- elektrickou práci vypočítáme $W = U \cdot I \cdot t$ a značíme ji W , jednotkou je Ws
- elektrickou práci měříme elektroměrem
- elektrická práce může být - stejnosměrná
 - střídavá - 1-fázová
 - 3-fázová
- 1-fázový elektroměr má soustavu výhradně indukční s postupným magnetickým polem
- uspořádání svorkovnice je normalizováno
- 3-fázový elektroměr ve 4-vodičové soustavě NN se užívají elektroměry se 3 měřícími soustavami
- elektroměr má 2 Al kotouče

U 3-vodičové soustavy mohou mít elektroměry jen dvě měřící soustavy.