

Střídavý proud (SŠ)

Voltampérové charakteristiky
různých zdrojů světla

Fyzikální princip

Střídavý proud vzniká v obvodu, který připojíme ke zdroji střídavého napětí. V energetice se využívají zdroje střídavého napětí, které jsou založené na otáčení cívek v magnetickém poli. V ČR se v energetice využívá střídavé napětí nízké frekvence 50 Hz. V některých zemích např. v USA je stanovena frekvence střídavého napětí na 60 Hz.

Ve střídavém obvodu s RLC prvky vzniká fázový posun napětí a proudu a to ovlivňuje výkon střídavého proudu. S rostoucím fázovým rozdílem φ mezi napětím a proudem v obvodu, klesá užitečný neboli činný výkon P střídavého obvodu. Tento výkon odpovídá energii dodávané zdrojem do spotřebiče, kde se nenávratně mění v užitečnou práci nebo teplo. Pro činný výkon P platí vztah:

$$P = U I \cos \varphi, \quad (1)$$

kde U a I jsou efektivní hodnoty střídavého napětí a proudu a $\cos \varphi$ je účinník, který nabývá hodnot od 0 do 1. Účinník $\cos \varphi$ určuje účinnost přenosu energie ze zdroje střídavého proudu do spotřebiče. Jednotkou činného výkonu P je watt (W). Přístroje na měření střídavých veličin např. ampérmetry a voltmetry jsou cejchovány v efektivních hodnotách.

Jalový výkon Q , který nekoná užitečnou práci, je mírou elektromagnetické energie, která se vratně vyměňuje mezi spotřebičem a zdrojem elektrického napětí. Jeho jednotkou je var a lze vypočítat ze vzorce:

$$Q = U I \sin \varphi. \quad (2)$$

U elektrických strojů se uvádí také jejich zdánlivý výkon S , který nemá přímý fyzikální význam. Zdánlivý výkon S lze chápat jako největší možný výkon, kterého lze dosáhnout při nulovém fázovém posunu. Jednotkou zdánlivého výkonu S je voltampér (VA) a lze vypočítat dle vzorce:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}. \quad (3)$$

Ke každému světelnému zdroji lze zakreslit graf závislosti I na U . Tento graf nazýváme voltampérová charakteristika dané součástky. Je-li tímto grafem přímka, pak platí, že se součástka řídí Ohmovým zákonem:

$$I = \frac{U}{R}, \quad (4)$$

kde R je odpor dané součástky (R je konstantní) a tuto součástku nazýváme *lineární*. Pokud grafem závislost I na U je křivka (např. část paraboly), pak řekneme, že se daná součástka neřídí Ohmovým zákonem a nazýváme ji *nelineární*.

Množství světla, které vydává např. žárovka nebo zářivka se udává v jednotkách světelného toku lumen (značka lm). Pokud známe světelný tok ϕ a příkon P_f , pak lze dle vzorce (5) stanovit měrný světelný výkon světelného zdroje P_M , který se udává v jednotkách $\frac{\text{lm}}{\text{W}}$:

$$P_M = \frac{\phi}{P_f}. \quad (5)$$

Při nákupu světelného zdroje je snahou spotřebitelů, pořídit si požadované množství světla za co nejméně peněz (tedy spotřebované elektřiny). Z tohoto důvodu je výhodné pořídit si světelný zdroj, který bude dávat nejvíce lumenů na 1 watt elektrického příkonu (neboli světelný zdroj s největším měrným světelným výkonem).

Cíl

1. Seznámit se s vzdáleně ovládaným experimentem *Voltampérové charakteristiky různých zdrojů světla*.
2. Vypočítat činný, zdánlivý a jalový výkon všech světelných zdrojů.
3. Vypočítat měrný světelný výkon každé žárovky, resp. zářivky.
4. Vytvořit graf voltampérové charakteristiky pro všech šest zdrojů světla.
5. Rozhodnout, zda se jedná o lineární či nelineární součástku.
6. Vypracovat protokol o měření.

Pomůcky

Počítač s připojením na internet.

Schéma



Obr. 1: Webová stránka, z které lze experiment vzdáleně ovládat.

Na webové stránce <http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/> (viz obr. 1) se můžete v horním panelu seznámit s výhodami vzdáleně ovládaných experimentů, také jsou v této liště odkazy na mnoho dalších vzdáleně ovládaných experimentů. Pokud chcete přejít ke vzdálenému měření, klikněte na tlačítko s červeným nápisem "*Vzdálené experimenty*" (číslo 1) a poté si vyberte první experiment "*Voltampérové charakteristiky šesti různých zdrojů světla*" číslo 2). Na další webové stránce (viz obr. 2) si můžete přečíst fyzikální princip daného měření a návod, jak experiment ovládat. Také si zde můžete stáhnout protokol, který lze použít pro měření ve školním praktiku. Důležitou položkou na této stránce je odkaz na sestavu experimentu, kde jsou uvedeny základní charakteristiky jednotlivých měřených zdrojů světla. Pokud chcete přejít přímo k měření, je třeba kliknout na záložku se žlutým názvem "*Spustit experiment*" (číslo 3). Otevře se vám nová webová stránka. V levé části této stránky (číslo 4) jsou dvě on-line videa ze dvou webových kamer. Jedna kamera zobrazuje aktuální změny v laboratoři, na druhé se ukazují hodnoty účinníku $\cos \varphi$ z digitálního wattmetru. V pravé části webové stránky je ovládací panel. V horní části tohoto panelu si můžete zvolit číslo žárovky (1-6), kterou budete proměřovat (číslo 5) a také jazykovou verzi ovládacího panelu (česky x anglicky). Dále můžete

nastavovat střídavé napětí v rozsahu 1V – 250V (číslo 6). Hodnoty střídavého napětí a střídavého proudu lze ukládat do tabulky a současně se také zobrazují v grafické podobě (číslo 7). Hodnoty proudu a napětí lze stáhnout např. do Excelu. K ovládání experimentu je stanovena maximální doba 3 minuty (číslo 8), ale pokud aktivně experimentujete, tak se čas v průběhu experimentování vždy znovu nastaví na maximální hodnotu.



Obr. 2: Webová stránka, z které lze experiment vzdáleně ovládat.

Postup měření

1. Zapněte počítač a připojte se na internet. Experiment je umístěn na webové stránce <http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/> (viz obr. 1-2).
2. Pokud by se na této stránce vyskytly chyby, vyzkoušejte experiment v jiném webovém prohlížeči a zkontrolujte, zda máte nainstalovanou nejnovější verzi programu JAVA, která je zdarma dostupná např. z adresy <http://java.com/>. Experiment může v jeden okamžik ovládat vždy pouze jeden uživatel. Může se tedy stát, že experiment bude obsazen. Počkejte několik minut a zkuste se připojit k experimentu později.
3. Pokud je vše v pořádku lze přejít k měření. Nejprve se seznámte s ovládáním experimentu a proveďte jedno zkušební měření, kde se seznámíte s funkcemi jednotlivých tlačítek (Nastavit, Přidat, Smazat apod.). Ovládací panel si přepněte do české verze pomocí tlačítka "CZ".
4. Na webové stránce, ze které se experiment ovládá, klikněte na číslo žárovky (v horní části ovládacího panelu), kterou chcete proměřovat (1-6). (Ovládací panel si totiž "pamatuje" poslední žárovku, kterou měřil uživatel před vámi.)
5. V panelu v pravé části webové stránky zadávejte napětí v rozmezí 1V – 250V. Hodnoty zadávejte po 20V. Po zapsání hodnoty napětí do ovládacího panelu klikněte na tlačítko Nastavit. Poté několik vteřin počkejte a do tab. 1 запиšte hodnotu střídavého napětí a proudu. Současně si do tabulky zapisujte hodnoty účinníku $\cos \varphi$, které se zobrazují na druhé webové kameře.

Tab. 1

Žárovka č.		
Měřené napětí [V]	Měřený proud [A]	Účinník $\cos \varphi$

- Z naměřených hodnot (viz tab. 1) vytvořte graf závislosti I na U . Rozhodněte, zda je tato závislost lineární nebo nelineární.
- Vyberte si jeden řádek z naměřených hodnot (viz tab. 1) a určete fázový posun φ [°] ve střídavém obvodu. Dále pro tuto vybranou hodnotu I a U vypočítejte činný, jalový a zdánlivý výkon měřeného světelného zdroje a výsledky запиšte do tab. 2.

Tab. 2

Měřené napětí [V]		Žárovka č.:	
Měřený proud [A]		$P =$	W
Účinnost $\cos \varphi$		$Q =$	var
Fázový posun φ [°]		$S =$	VA

- Z hodnot v tab. 2 vytvořte vektorový diagram z činného, zdánlivého a jalového výkonu.
- Na webové stránce v části "*Sestava experimentu*" si vyhledejte veškeré informace o světelném zdroji, který jste právě proměřovali a запиšte tyto údaje do tab. 3. Z údajů v tab. 3 vypočítejte měrný světelný výkon světelného zdroje P_M .

Tab. 3

Číslo	Typ	Příkon P_f [W]	Energetická třída	Životnost [hod]	Světelný tok ϕ [lm]

- Nyní si v ovládacím panelu vyberte jiný typ světelného zdroje (1-6) a zcela analogicky opakujte body 5-9 z tohoto postupu. Celkem proměřte všech 6 světelných zdrojů. Pokud se chcete ze stránky odhlásit, stačí ji zavřít. (Nejpozději do 3 minut po vašem opuštění ovládací stránky se napětí na zdroji automaticky nastaví na hodnotu 0V, není tedy potřeba vypínat žárovky před opuštěním webové stránky.)
- Do jednoho společného grafu zakreslete voltampérové charakteristiky pro všech šest různých světelných zdrojů.
- Porovnejte měrné světelné výkony jednotlivých žárovek, resp. zářivek.
- Vypracujte protokol o měření, který má standardní části: Úvod, Teoretická část, Experimentální část (naměřená data, grafy, výpočty a tabulky), Závěr a Zhodnocení měření.

Doplňující otázky

- Na základě jakých fyzikálních principů vyzařuje neúsporná žárovka, halogenová žárovka, LED žárovka a úsporná zářivka?
- Jaké jsou rozdíly mezi činným, jalovým a zdánlivým výkonem ve střídavém obvodu?
- K jaké hodnotě se musí v obvodu RLC co nejvíce blížit účinnost $\cos \varphi$, aby byl činný výkon maximální?
- Pokuste se provést podobný experiment ve své školní laboratoři fyziky. Jaké pomůcky budou k tomuto pokusu potřeba?

Použitá literatura

- Lepil, O., Šedivý, P.: *Fyzika pro gymnázia. Elektřina a magnetismus*. Prometheus, Praha, 2000.
- Látal, F.: *Vzdáleně ovládaná laboratoř* [online]. [cit. 2010-8-23]. Vzdáleně ovládané experimenty. Dostupné z WWW: <<http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/>>.
- Reichl, J.: *Fyzika* [online]. [cit. 2010-8-31]. Encyklopedie fyziky. Dostupné z WWW: <<http://fyzika.jreichl.com/>>.
- Halliday, D., Resnick, R., Walker, J.: *Fyzika. Část 3. Elektřina a magnetismus*. VUTIUM, Brno, 2006.
- Stavebnictví a interiér: Elektroinstalace, zdroje elektřiny a světla* [online]. [cit. 2010-09-27]. Světelná účinnost zdrojů světla (žárovky, kompaktní zářivky, výbojky a dalších). Dostupné z WWW: <<http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/zarovka-usporna-zarovka-mnozstvi-svetla/>>.
- Energetický poradce PRE* [online]. [cit. 2010-09-27]. Slovník odborných výrazů. Dostupné z WWW: <<http://www.energetickyporadce.cz/slovník/>>.