

7. Základní osciloskopická měření

Úkoly

- 1) Seznamte se s přístrojem zvaným osciloskop a proveďte základní osciloskopická měření: kalibraci časové základny pomocí funkčního generátoru a proměření frekvenčních charakteristik RC a LC obvodů.
- 2) Pro oba obvody zvolte vhodně jednu frekvenci a nakreslete příslušný fázorový diagram napětí. Vypočtěte velikost fázového posunu mezi napětím a proudem.

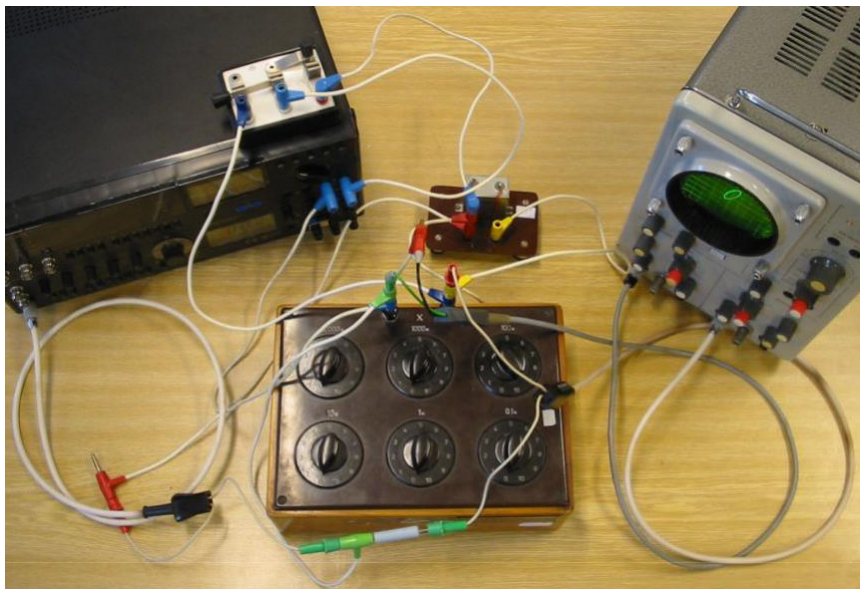


Pojmy k zapamatování

Osciloskop, časová základna, funkční generátor, frekvenční charakteristika, fázorový diagram, fázový posun, Lissajousovy obrazce.



Uspořádání pracoviště



Pomůcky

Měřicí systém MS-9150 (použije se funkční generátor a milivoltmetr), osciloskop, kondenzátor $4\mu\text{F}$, cívka 600z, odporová dekáda, řepínač, vodivé spojky.

Teorie

Osciloskop slouží zejména ke zjišťování průběhu periodických signálů. Skládá se zpravidla z těchto částí: obrazovky, horizontálního zesilovače (pro vstup X), vertikálního zesilovače (pro vstup Y), časové základny (což je generátor pilovitých kmitů měnitelné frekvence) a zdrojů. Neznámý průběh přivádíme na vertikální zesilovač (vstup Y), na horizontální zesilovač přivádíme buď další externí průběh (vstup X) nebo častěji průběh z časové základny (přepnutím příslušného ovládacího prvku). Výsledný obrazec na stínítku vznikne složením obou těchto navzájem kolmých periodických průběhů.

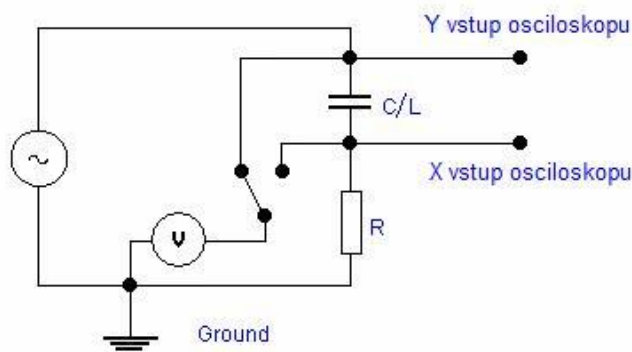


Zapojení pro kalibraci časové základny, resp. pozorování tvaru kmitů tvořených funkčním generátorem je jednoduché. Výstup z funkčního generátoru je přímo veden na Y-ový vstup

Protokol musí obsahovat: jméno autora a spolupracovníka, datum měření, úkol měření, teorii měření (stručně), postup měření, naměřené hodnoty, vypočtené hodnoty (v požadované formě), chybu měření (pokud není uvedeno v zadání jinak), závěr (porovnání s tabelovanými hodnotami, zhodnocení průběhu a přesnosti měření).

osciloskopu. Pozor na uzemnění všech přístrojů. Zemní vodiče jsou označeny většinou zeleně a nesmí být připojeny k uzlům obvodu o různém napětí.

Schéma zapojení pro zjištění fázového posunu mezi proudem a napětím na sériovém zapojení rezistoru a kapacitoru, resp. induktoru, je na obrázku 1. Na vstup X osciloskopu se přivádí napětí z rezistoru R , které je ve fázi s proudem, protékajícím obvodem. Na vstup Y se přivádí napětí na celé sérii RC nebo RL, které je fázorovým součtem napětí na obou prvcích a není obecně ve fázi s proudem.

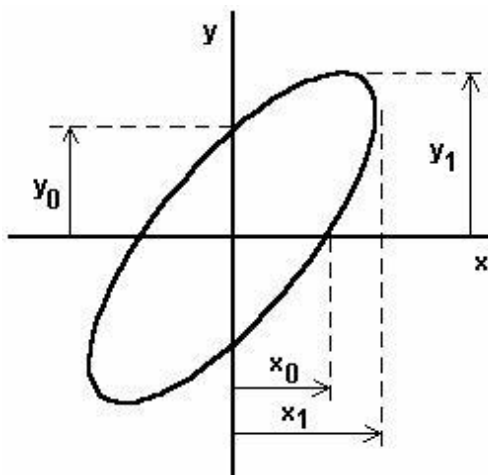


Obr. 1

Frekvenční charakteristikou (jednobranu) nazýváme závislost modulu impedance Z na frekvenci. Měření probíhá tak, že se pro vybrané frekvence změřící napětí na daném jednobranu a proud jím protékající. Modul impedance je pak podílem těchto veličin, tzn.

$|Z| = U/I$. Proud měříme nepřímo přes napětí na známém ohmickém odporu R , který je zařazen v obvodu (obě měřená napětí jsou na obrázku 1 přiváděna na voltmetr pomocí přepínače).

Vhodná frekvence pro zjištění fázového posunu je taková, kdy napětí na odporu je asi 0,25 až 0,75 násobek napětí na celém obvodu RC resp. LC (neboli napětí na obou dílcích prvcích jsou zhruba srovnatelná). Na osciloskopu se objeví skloněná elipsa (Lissajousův obrazec) jako důsledek složení dvou kmitů stejné frekvence, ale různé amplitudy a fáze.



Obr. 2

Fázový posun φ je dán vztahem $\sin \varphi = \frac{x_0}{x_1} = \frac{y_0}{y_1}$, kde veličiny x_0, x_1, y_0, y_1 jsou definovány na obrázku 2.

Postup práce

- 1) Propojte generátor se vstupem Y osciloskopu (např. pomocí válečkových spojek) a seznámte se s ovládáním generátoru a osciloskopu (příp. s pomocí vedoucího praktika). Na osciloskopu nalezněte a proveďte funkci těchto ovládacích prvků: změna horizontálního a vertikálního rozsahu zobrazení osciloskopu (projeví se zvětšením obrazu v daném směru), horizontální a vertikální posuv obrazu, přepínač časová základna/vstup X apod. Pozorujte průběhy signálů různých tvarů, amplitud a frekvencí, které volíte na generátoru.
- 2) Kalibrujte časovou základnu následujícím způsobem. Zapojte obvod. Zapněte časovou základnu a nastavujte měřítko časové osy (čas/díl) na několik menších hodnot. Ke každé z těchto hodnot měřítka nastavte na funkčním generátoru takovou frekvenci, abyste pozorovali stojící obraz aspoň jednoho kmitu. Odečtěte, kolik dílků osy X na obrazovce odpovídá kmitu a ověřte, zda perioda kmitu odpovídá frekvenci nastavené na generátoru.
- 3) Zapojte sériový RC obvod podle obrázku 1, na kterém také nastavte odpor zhruba 400 Ω . Pro různé frekvence na vstupu zaznamenávejte dvojice napětí (pomocí přepínače na obrázku 2) a podle teorie z nich dopočítejte modul impedance. Vykreslením závislosti modulu impedance na frekvenci získáte frekvenční charakteristiku RC obvodu.
- 4) Na generátoru zvolte vhodně jednu frekvenci a nakreslete příslušný fázorový diagram napětí. Na osciloskopu pozorujte Lissajousův obrazec – elipsu. Vysvětlete tento jev. Obraz na osciloskopu nastavte co nejostřeji a z parametrů pozorované elipsy (veličiny x_0, x_1, y_0, y_1 jsou popsány na obrázku 2) vypočítejte velikost fázového posunu mezi napětím a proudem.
- 5) Zopakujte body 5 a 6 postupu práce pro sériový RL obvod.



Výstupy

- 1) Tabulka hodnot užitých frekvencí, napětí na prvcích R, C resp. R, L, vypočtených proudů na prvku C resp. L a modulů impedancí.
- 2) Grafy frekvenčních charakteristik daných RC a RL obvodů.
- 3) Fázorové diagramy napětí pro daný RC a RL obvod při vhodné frekvenci.
- 4) Náčrty elips pozorovaných na osciloskopu.
- 5) Vypočtené fázové posuny na základě parametrů odečtených z pozorovaných elips.



Kontrolní otázky

- 1) K čemu slouží osciloskop?
- 2) Jaké základní části a ovládací prvky má osciloskop? Co je to časová základna?
- 3) K čemu slouží funkční generátor?
- 4) Definujte frekvenční charakteristiku jednobranu. Porovnejte kvalitativně frekvenční charakteristiku prvku sériového RC a RL obvodu.
- 5) Definujte fázorový diagram napětí, resp. proudů.



Protokol musí obsahovat: jméno autora a spolupracovníka, datum měření, úkol měření, teorii měření (stručně), postup měření, naměřené hodnoty, vypočtené hodnoty (v požadované formě), chybu měření (pokud není uvedeno v zadání jinak), závěr (porovnání s tabelovanými hodnotami, zhodnocení průběhu a přesnosti měření).

- 6) Definujte obecně fázový posun. Jaký je zásadní rozdíl mezi fázovým posunem napětí vůči proudu pro sériový RC a RL obvod?

Literatura



Teorie

- 1) LIAO, S., DOURMASHKIN, P., BELCHER, J. W., *Elektřina a magnetismus (kurz MIT Physics 8.02)*. <http://www.aldebaran.cz/>, 2006.
- 2) HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J., *Fyzika, část 3*. 1. vydání Brno: VUTIUM, 2000.
- 3) MECHLOVÁ, E. A KOL., *Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz fyziky*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 1999.

Měření

- 4) BROŽ, J. A KOL., *Základy fyzikálních měření I*. 2. vydání Praha: SPN, 1983.
- 5) BROŽ, J. A KOL., *Základy fyzikálních měření II*. 1. vydání Praha: SPN, 1974.
- 6) MÁDR, V., KNEJZLÍK, J., KOPEČNÝ, J. *Fyzikální měření*. Praha: SNTL, 1991.
- 7) SMÉKAL, P., *Fyzikální praktikum II*. 1. vydání Ostrava: PdF OU.
- 8) HAJKO, V. A KOL., *Fyzika v experimentoch*. 1. vydání Bratislava: Veda, 1988.