

Měření impedance a výkonů v obvodu s cívkou se železným jádrem

Laboratorní cvičení č. 5

- Cíle cvičení:**
- seznámení se s principem identifikace lineárního modelu cívky,
 - seznámení se s měřením výkonů v obvodu v HUS digitálním klešťovým měřidlem,
 - uvědomit si a zachovávat přísná bezpečnostní opatření při měření s vyššími napětími,
 - srovnat a kriticky vyhodnotit naměřené výsledky s teoretickými základy.

- Použité přístroje a pomůcky:**
- laboratorní zdroj střídavého napětí Diametral AC250K2D-S (1 ks),
 - digitální klešťový multimetr F09 (1 ks),
 - ruční digitální multimetr Metex M3650 nebo analogický typ (2 ks),
 - propojovací kabely.

Úloha č. 1. Seznámení se s laboratorním zdrojem střídavého napětí Diametral AC250 (5 minut)

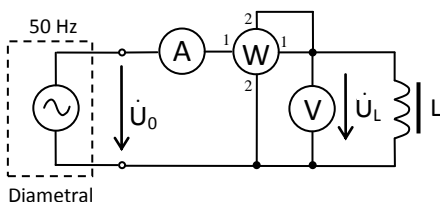
1. Zapnutí a vypnutí zdroje kolébkovým přepínačem vpravo nahoře, viz **obr.1** v obrazové příloze na konci návodu.
2. Nastavování napětí klávesnicí, vybavení napětí na výstup, jemná korekce napětí.
3. Pozor při vyšších napětích, nedotýkejte se živých částí! Postupujte vždy podle pokynů učitele!

Úloha č. 2. Seznámení se s digitálním klešťovým multimetrem F09 (5 minut)

1. Zapnutí a vypnutí měřidla, nastavení typu měřené veličiny, přepínání mezi měřeními stejnosměrnými (DC) a střídavými (AC), měření kmitočtu, podsvícení klávesnice, viz **obr.2** v obrazové příloze.
2. Kromě mnoha výhod tohoto přístroje je třeba počítat s menší rozlišovací schopností při měření malých výkonů. Jedná se o provozní, nikoliv laboratorní přístroj. Pro zvýšení jeho citlivosti při měření proudu (výkonů) proveďte opatření podle pokynů učitele (namotání několika závitů kolem měřících kleští).

Úloha č. 3. Určení parametrů lineárního modelu cívky nepřímou metodou, měření výkonů (60 minut)

1. Zapojte obvod podle **obr.3.1**. Po kontrole učitelem měřte postupně napětí, proud, výkony a účinník podle tabulky **tab.1**. Napětí a proud odečítejte na ručních multimetrech Metex (nebo podobném typu), výkony a účinník měřte klešťovým multimetrem F09. U multimetrů přepínačem pečlivě předem nastavte měření požadovaných veličin (napětí, proud) a vhodný rozsah (raději zpočátku vyšší). Napětí U_0 na **obr.3.1** je napětí nastavené klávesnicí přímo na zdroji Diametral, napětí U_L je měřené digitálním voltmetrem přímo na cívce. Do tabulky **tab.1** zapisujte obě hodnoty. Na závěr měření změřte frekvenci střídavého napětí multimetrem F09 (tlačítko Hz). Údaj zaznamenejte nad tabulku.



Obr.3.1. Schéma pro měření výkonů v obvodu s cívkou.

2. Jedním z cílů této části je výpočet parametrů lineárního sériového modelu cívky podle **obr.3.2**. Pro výpočet celkového ztrátového odporu (zahrnuje všechny ohmické ztráty) vyjdeme z obecného vztahu pro činný výkon:

$P_{\epsilon} = U \cdot I \cdot \cos \varphi$. Pro samotný odpor platí Ohmův zákon: $U = R_{SN} \cdot I$. Dosazením tohoto vztahu do vztahu pro činný výkon obdržíme: $P_{\epsilon} = R_{SN} \cdot I^2$ ($\cos \varphi = 1$). Z tabulky **tab.1** při výpočtu uvažujte maximální naměřené

údaje. Pak platí: $P_{\epsilon \max} = R_{SN} \cdot I_{\max}^2 \Rightarrow R_{SN} = \frac{P_{\epsilon \max}}{I_{\max}^2} = \dots \Omega$.

Tab.1. Tabulka pro měření napětí, proudu, výkonů a účinníku.

F= Hz

U ₀ [V]	U _L [V]	I [A]	Pč [W]	Pj [Var]	Ps [VA]	cosφ
20						
40						
60						
80						
100						
120						
140						
160						
180						
200						
220						

POZOR: při měření na vyšších napětích vzrůstá nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Řiďte se pokyny učitele!



Obr.3.2. Lineární sériový model cívky při nepřímém měření.

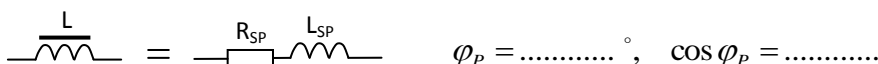
3. Ze vztahu pro činný výkon vypočtete účinník: $\cos \varphi_N = \frac{P_{\check{c} \max}}{U_{\max} I_{\max}} = \dots \Rightarrow \varphi_N = \dots \text{ } ^\circ$.

Z fázorového diagramu impedance podle **obr.3.2** plyne: $\tan \varphi_N = \frac{\omega L_{SN}}{R_{SN}} \Rightarrow L_{SN} = \frac{R_{SN} \cdot \tan \varphi_N}{2\pi F} = \dots \text{ } H$.

Hodnoty R_{SN} a L_{SN} dopište do schématu na **obr.3.2**. Vypočtený účinník porovnejte se změřeným a vyjádřete se k případným rozdílům.

Úloha č. 4. Určení parametrů lineárního modelu cívky přímou metodou (10 minut)

1. Parametry lineárního modelu cívky stanovte přímým měřením, viz **obr.3.3**. Sériový odpor vinutí cívky R_{SP} změřte ručním multimetrem, měřícím stejnosměrnou metodou. Přístroj nastavte pro měření elektrického odporu s vhodným rozsahem. Poté změřte vlastní indukčnost cívky L_{SP} laboratorním mostem RLCG, nastaveným na kmitočet 100 Hz. Oba změřené údaje doplňte do schématu na **obr.3.3** a porovnejte s hodnotami R_{SN} a L_{SN}; případné rozdíly okomentujte. Vypočtete fázový úhel φ_P a srovnajte s φ_N.



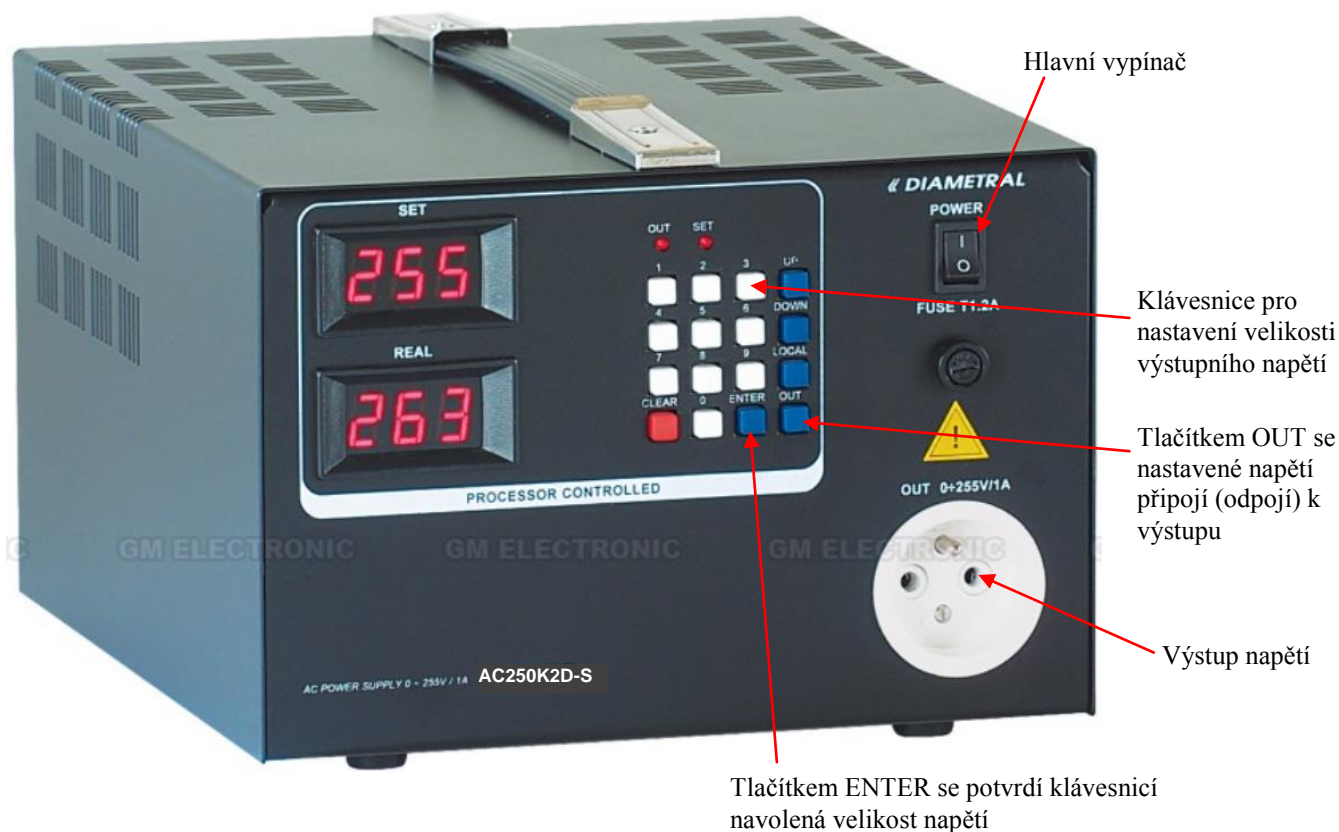
Obr.3.3. Sériový lineární model cívky při přímém měření.

Vyhodnocení měření a závěr

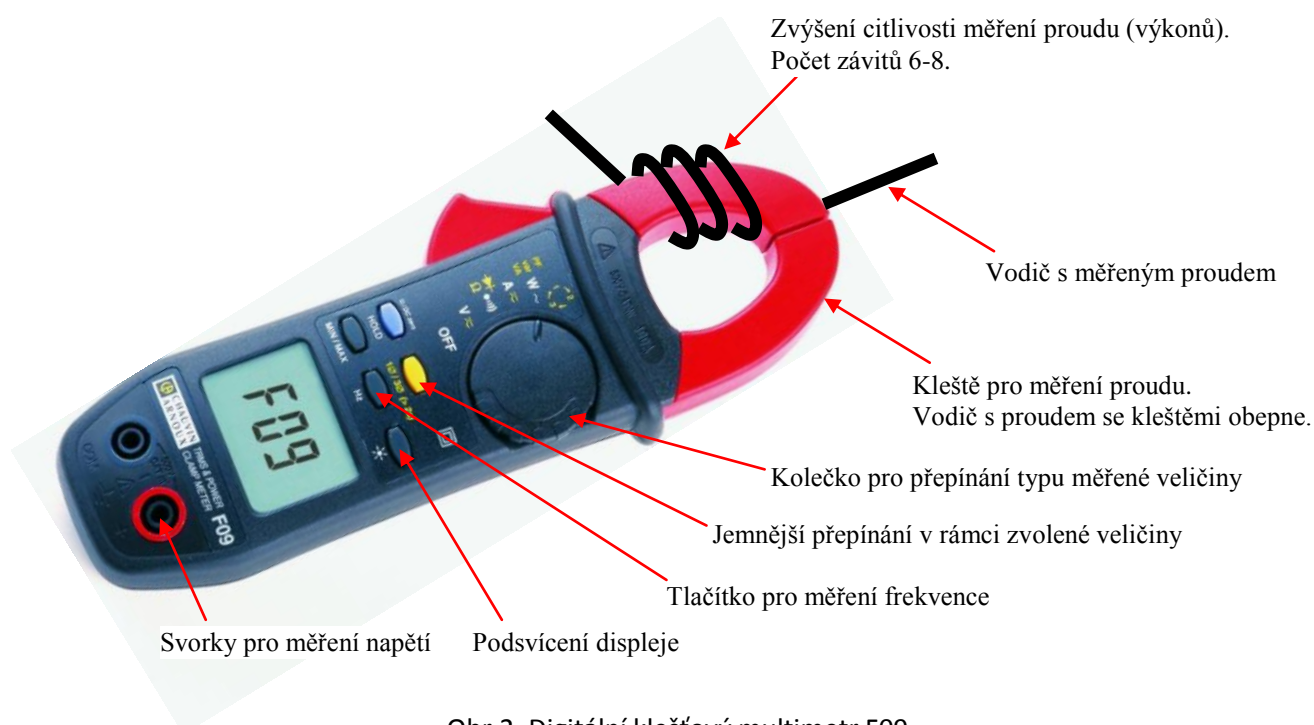
Ve vašich sešitech, které nahrazují protokol o měření, bude první (titulní) strana vyhrazena názvu laboratorní úlohy velkými písmeny, datu měření a jménu toho, kdo měřil. Dále si do sešitu vlepíte strany 1 a 2 tohoto zadání, nejlépe mírně oříznuté a požadované grafy na milimetrovém papíru, viz výše. V sešitě dále mohou být zápisky a poznámky, jsou-li potřeba a povinný závěr, v němž vyhodnotíte měření. Zejména se vyjádřete k těmto bodům:

- Jak se od sebe liší výkony činný, jalový a zdánlivý?
- Co je to účinník a jaký má praktický význam?
- Jaké jsou možné meze platnosti lineárního sériového modelu cívky se železným jádrem?
- Jsou výše popsaná měření, resp. vyhodnocení parametrů modelu a účinníku, kmitočtově závislá?
- Na milimetrový papír vynesete závislosti I=f(U) a Pč=f(U), viz **tab.1** a nakreslete fázorové digramy impedancí cívky podle **obr.3.2** a **obr.3.3**.

Obrazová příloha k jednotlivým úlohám



Obr.1. Stabilizovaný střídavý laboratorní zdroj Diametral AC250K2D-S.



Obr.2. Digitální klešťový multimetr F09.