

## Elektřina a magnetismus s Vernierem

PAVEL BÖHM

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

### Abstrakt

Obsahem příspěvku jsou dva náměty na experimenty s Vernierem: vzájemné posunutí napětí a proudu na cívce při různých frekvencích a magnetické pole cívkou a jeho závislost na proudu, počtu závitů, materiálu jádra, vzdálenosti a směru. Pro oba experimenty jsou natočené též videonávody.

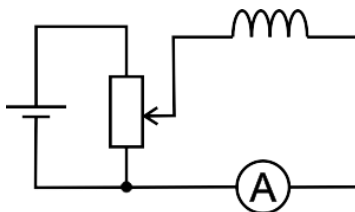
### Použité vybavení

Pomocí počítačem podporovaného experimentu lze zefektivnit jinak zdlouhavé měření a také vizualizovat rychlé děje, které pro člověka jinak nejsou patrné.

Pro účely tohoto článku byl použit školní experimentální systém Vernier a pro snadnou orientaci jsou u příslušných senzorů uvedeny kódy dle [www.vernier.cz](http://www.vernier.cz). Pokud někdo používá jiný měřicí systém (například ISES), je třeba za příslušná čidla dosadit ekvivalenty daného systému.

### Závislost magnetické indukce cívkou na procházejícím proudu

Videonávod pro tento experiment je na [1]. Podle schématu na obr. 1 sestavíme pomocí reostatu dělič napětí připojený k ploché baterii tak, abychom mohli na cívku přivádět napětí od 0 V do 4,5 V. Připojíme k počítači nebo přenosnému dataloggeru Vernier LabQuest současně ampérmetr (DCP-BTA) a teslametr (MG-BTA).



Obr. 1 Zapojení reostatu jako děliče napětí

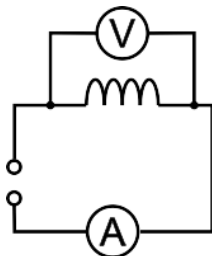
Nastavíme frekvenci měření na 100 Hz. Pak již stačí umístit teslametr do prostředí cívky, spustit měření a plynule změnit polohu jezdce z jedné krajní polohy do druhé.

Tímto způsobem během několika sekund provedeme stovky měření magnetického pole cívky při různých velikostech proudu. Stačí pak nastavit graf tak, aby ukazoval na jedné ose magnetickou indukci a na druhé ose proud. Závislost je na pohled lineární, můžeme též nechat proložit přímkou.

Co dalšího mohou žáci zkoumat? Například jak závisí magnetické pole na počtu závitů nebo na vzdálenosti od cívky, jestli se změní, když do cívky něco vložíme, jestli lze zatočit ... Žáci mohou samostatně tvořit různé hypotézy a experimentálně je potvrzovat či vyvracet.

### **Napětí a proud v cívce při různých frekvencích střídavého proudu**

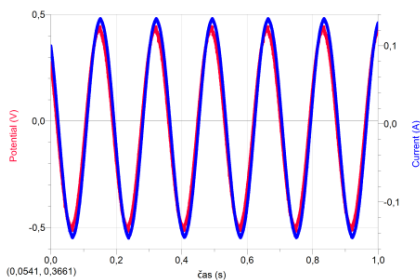
Videonávod pro tento experiment je na [2]. Zapojíme cívku ke generátoru funkcí, k cívce připojíme voltmetr (DVP-BTA) a ampérmetr (DCP-BTA).



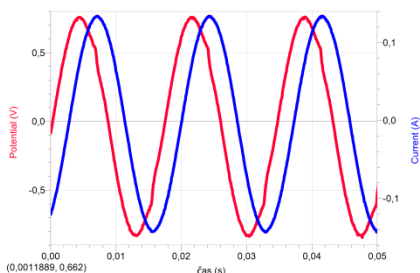
Obr. 2 Zapojení obvodu s generátorem funkcí, cívkou a senzory

Nastavíme frekvenci měření na 10 kHz a měříme postupně proud a napětí při několika různých frekvencích generátoru (5 Hz, 50 Hz, 500 Hz).

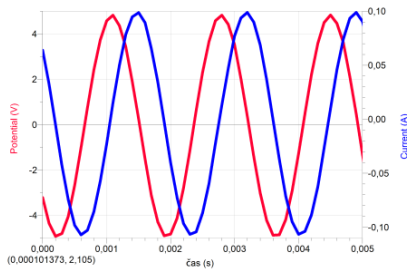
Máme-li program Vernier Logger Pro (je třeba zakoupit), můžeme zobrazovat elegantně proud i napětí do jednoho grafu s tím, že každá veličina má svou vlastní osu (obrázky 3 až 5). Pokud používáme Vernier Logger Lite, který je zdarma, nelze mít v jednom grafu dvě osy, tudíž by zobrazení nebylo tak přehledné. Je proto lepší zobrazit si v tomto případě raději dva grafy pod sebe.



Obr. 3 Frekvence zdroje 5 Hz, fázové posunutí prakticky nulové



Obr. 4 Frekvence zdroje 50 Hz, fázové posunutí zhruba 45°



Obr. 5 Frekvence zdroje 500 Hz, fázové posunutí téměř 90°

Při frekvenci 5 Hz se téměř neprojevuje indukčnost cívky a fázový posun je nulový. Při frekvenci 50 Hz je již fázový posun asi 45°. A při frekvenci 500 Hz se indukčnost projevuje výrazně, fázový posun je téměř 90°.

Žáci následně mohou na základě naměřených hodnot namodelovat tuto reálnou cívku ideální cívku a ideálním rezistorem a poté předpovědět a ověřit chování pro jiné frekvence, třeba 200 Hz nebo 30 Hz.

## Literatura

[1] <http://www.vernier.cz/video/mg-indukce-civky>

[2] <http://www.vernier.cz/video/obvod-s-civkou>