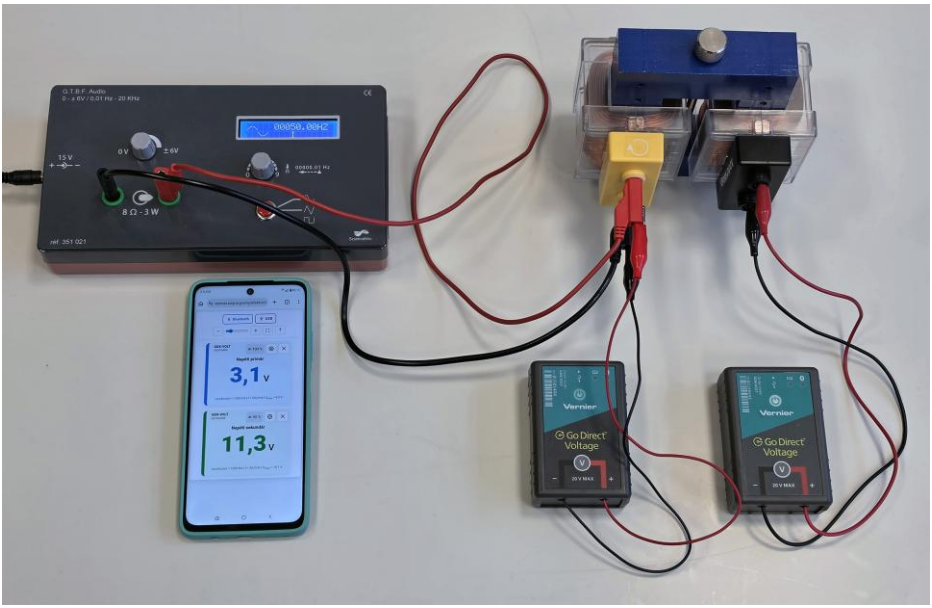
Transformační poměr transformátoru

Pomůcky

Dva voltmetry Vernier GDX-VOLT, rozebíratelný školní transformátor (jádro tvaru U a I), po jedné cívce s 300, 600 a 1200 závity), zdroj střídavého napětí (3 V, 50 Hz), vodiče, webová aplikace https://vernier.cz/efektivninapeti.



Teorie

Transformátor tvoří dvě cívky na společném železném jádře. Střídavý proud v primární cívce (primáru) vytváří v jádře proměnné magnetické pole, které v sekundární cívce (sekundáru) indukuje střídavé napětí. Pro ideální transformátor platí, že poměr počtů závitů N obou cívek je roven poměru napětí U na cívkách. Tomuto číslu p se říká *transformační poměr*.

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} = p$$

Na rozdíl od ideálního transformátoru má skutečný transformátor napětí na sekundární cívce o něco menší. Hlavní příčinou je skutečnost, že se část magnetického pole uzavírá mimo sekundární cívku a neprochází jí.

Příprava měření

1. Na jádro nasaďte cívku se 300 závity jako primární a cívku se 600 závity jako sekundární. Jádro uzavřete a pevně dotáhněte.
2. Primární cívku připojte ke zdroji (zatím vypnutému). První voltmetr připojte paralelně k primární cívce, druhý k sekundární.
3. V prohlížeči Chrome nebo Edge spusťte aplikaci **Efektivní napětí** a připojte nejdříve voltmetr primáru, potom sekundáru. První připojený voltmetr se jmenuje *Napětí primár* (modrý), druhý *Napětí sekundár* (zelený).
4. V aplikaci klikněte na ozubené kolo u primáru a změňte počet desetinných míst na hodnotu 1. Uložte nastavení a totéž proveďte pro sekundár.
5. Na zdroji nastavte střídavé napětí přibližně 3 V s frekvencí 50 Hz a zdroj zapněte. Zkontrolujte, že napětí na primáru nepřesahuje 3,5 V. Napětí na primáru už neměňte.

Proč nastavit na primáru právě 3 V? GDX-VOLT měří okamžité napětí v rozsahu ±20 V. Sinusové střídavé napětí má amplitudu √2krát větší než efektivní hodnotu, takže při efektivním napětí zhruba 14 V už amplituda (nejvyšší okamžité napětí) dosahuje 20 V. Největší transformační poměr 300 → 1200 závitů zvýší napětí čtyřikrát: ze 3 V vznikne necelých 12 V (amplituda zhruba 16 V). Nejmenší poměr 1200 → 300 dá ještě dobře měřitelných 0,7 V.

Provedení experimentu

1. Jakmile se měřené hodnoty ustálí, zapište efektivní napětí na primární i sekundární cívce do tabulky.
2. Zdroj vypněte, vyměňte cívky podle dalšího řádku tabulky a jádro opět uzavřete spojkou. Cívky měňte vždy jen při vypnutém zdroji! Zdroj znovu nezapínejte, dokud není transformátor opět sestavený.
3. Takto proměřte všech šest kombinací cívek.

Ukázka naměřených dat

počet závitů primáru	počet závitů sekundáru	napětí na primáru U_1	napětí na sekundáru U_2	poměr napětí U_2/U_1	poměr závitů N_2/N_1
300	600	3,1 V	5,6 V	1,8	2
300	1200	3,1 V	11,3 V	3,5	4
600	300	3,1 V	1,4 V	0,45	0,5
600	1200	3,1 V	5,7 V	1,8	2
1200	300	3,1 V	0,7 V	0,23	0,25
1200	600	3,1 V	1,4 V	0,45	0,5

Závěr

Poměr napětí na sekundární a primární cívce odpovídá poměru počtů jejich závitů. V našem měření byl naměřený poměr napětí zhruba o 10 % menší než poměr závitů. Příčinou je hlavně rozptyl magnetického pole mimo sekundární cívku.

Kombinace se stejným poměrem závitů (300 → 600 a 600 → 1200) dávají stejný poměr napětí – rozhoduje tedy poměr počtů závitů, ne jejich samotný počet.

Poznámky

- Aplikace *Efektivní napětí* (**https://vernier.cz/efektivninapeti**) ukazuje efektivní hodnotu napětí, stejně jako multimetr přepnutý na střídavý rozsah.
- **Dejte pozor, aby zobrazená efektivní hodnota napětí nikdy nepřekračovala 14 V, protože v takovém případě maximální okamžité hodnoty střídavého napětí již dosahují horního rozsahu čidla (20 V).**
- Zdroj napětí vždy před rozebíráním a sestavováním transformátoru odpojte.