

VPLYV VÍRIVÝCH PRÚDOV NA IMPEDANCIU CIEVKY

Úlohy:

- 1) Odmerať impedanciu cievky v závislosti na meniacej sa frekvencii
 - a) cievky bez jadra,
 - b) s vodivým nemagnetickým jadrom,
 - c) s masívnym feromagnetickým jadrom,
 - c) s feritovým jadrom.
- 2) Nakresliť modulovú a fázovú frekvenčnú charakteristiku. (Frekvenčnú stupnicu vyniesť v logaritmickej stupnici od 50 Hz do 50 kHz).

Teória:

Impedanciu cievky pre nízke frekvencie možno vyjadriť vzťahom:

$$Z = R + j\omega L$$

R je odpor vinutia a L je vlastná indukčnosť cievky. Pri vyšších frekvenciách odpor rastie vplyvom vírivých prúdov v jadre cievky. Reaktancia cievky sa taktiež s frekvenciou mení. Výpočet vlastnej indukčnosti sa robí podľa približných vzťahov, ktoré platia pre konkrétne geometrické usporiadanie cievky a pre daný materiál jadra.

a) Cievka bez jadra: $Z_0 = Z_0 \angle \varphi_0$

Obklopujúce prostredie je vzduch. Uplatní sa iba geometrické usporiadanie cievky. Výpočet vlastnej indukčnosti nie je jednoduchý.

b) Cievka s vodivým nemagnetickým jadrom: $Z_{Al} = Z_{Al} \angle \varphi_{Al}$

Vo vodivom jadre (Al, Cu, zliatiny, $\mu = \mu_0$) vznikajú vírivé prúdy, ktoré zoslabujú magnetické pole vyvolané prúdom v cievke. Indukčnosť L je menšia ako pri rovnakej cievke bez jadra.

c) Cievka s masívnym feromagnetickým jadrom: $Z_{Fe} = Z_{Fe} \angle \varphi_{Fe}$

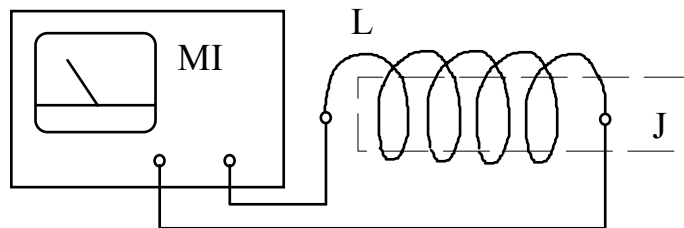
Pomery v jadre sú zložitejšie. Feromagnetické jadro podrobené účinku striedavého magnetického poľa sa zahrieva. Hysterézne straty rastú s frekvenciou lineárne a straty vírivými prúdmi rastú s kvadrátom frekvencie. Energia magnetického poľa klesá a s ňou tiež indukčnosť. Pri nižších frekvenciách bude výsledná indukčnosť väčšia ako pri cievke bez jadra.

Ak by feromagnetické jadro bolo zložené z tenkých železných plechov, znížili by sa straty vírivými prúdmi a vzrástla by indukčnosť. Čím je jadro v smere indukčných čiar jemnejšie delené, tým sú straty menšie a pri veľmi hustom delení dosiahnu konečnú hodnotu.

d) Cievka s feritovým jadrom: $Z_{fer} = Z_{fer} \angle \varphi_{fer}$

Ferity sú kompaktné materiály s merným odporom 10^5 až 10^{11} krát väčším ako pri železe. Vírivé prúdy takmer nevznikajú, a tým odpadajú straty vírivými prúdmi, ktoré znižujú indukčnosť. Cievka si zachová svoju indukčnosť aj pri vyšších frekvenciách.

Zapojenie:



- Prístroje: MI – Merač impedancie BM 507 Tesla,
 L – Cievka (150 závitov),
 J – Jadro cievky (Al, Fe, ferit).

Tabuľka nameraných hodnôt:

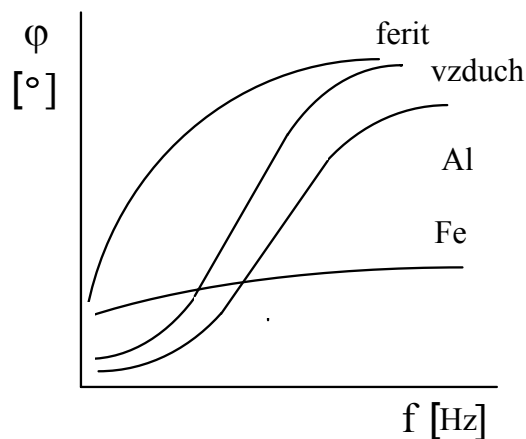
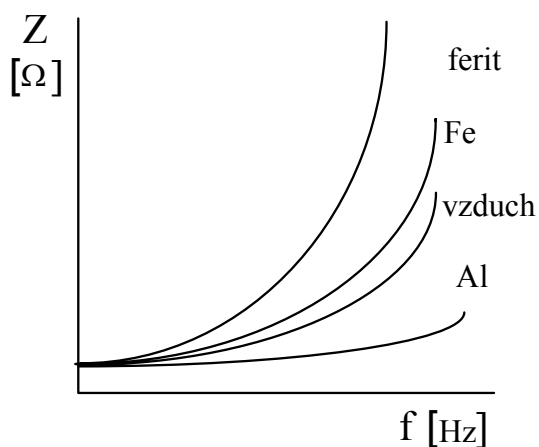
Jadro	Vzduch		Al		Fe		ferit	
f [Hz]	Z_o	φ_o	Z_{Al}	φ_{Al}	Z_{Fe}	φ_{Fe}	Z_{fer}	φ_{fer}

Merať pri frekvenciách:

50, 500 Hz, 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50 kHz.

Cievka sa pripojí na merač impedancie. Pri nastavenej frekvencii sa postupne vymieňajú jadrá a odčíta sa Z a φ a až potom sa prejde na ďalšiu frekvenciu.

Na mm – papier formátu A4 vyniesť závislosti:



Dodatok:

Merač impedancie Tesla BM 507

Nastavenie frekvencie:

frekvenčný rozsah tlačidlo vľavo dole

frekvencia – nastavenie tlačidlom vľavo na stupnici vľavo hore.

Rozsah Z sa volí tlačidlami vpravo (označenie Ω), pri frekvencii 50 Hz sa začína na rozsahu 10 Ω .