Úloha č. 2.

Teplotní závislost permeability feritů

Úkol měření:

1. Změřte teplotní závislost indukčnosti $L = f(\vartheta)$ jednoho vzorku toroidní feritové cívky.
2. Spočtěte počáteční relativní permeabilitu $\mu_{r\,poč.}$.
3. Nakreslete graf $\mu_{r\,poč.} = f(\vartheta)$.
4. Stanovte maximální pracovní teplotu feritu $\vartheta_{max.}$.

Tabulky naměřených hodnot:

(Tabulka viz přiložený list)

Měřili jsme na vzorku č. 2, z čehož plynou následující hodnoty:

počet závitů: N = 10;

délka střední magnetické siločáry l_S = 0,0216 m

průřez jádra cívky: S = 1,86.10^{-5} m^2

Příklad výpočtu:

Ls [mH]	Rs [Ω]	t1 [℃]	t2 [℃]	f [kHz]	t [℃]	μ [-]
0,126	0,273	24,8	24,7	1	24,75	1164,3981

počáteční relativní permabilita: μ;

$$\mu = \frac{1}{\mu_0}\frac{L \cdot l_S}{S \cdot N^2} = \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-7}}\frac{0{,}126 \cdot 0{,}0216}{1{,}86 \cdot 10^{-5} \cdot 10^2} = 1164{,}4[-]$$

Grafy:

Viz. přiložené listy s grafy.

Závěr:

Dle úkolu měření uvádím pro tento vzorek feritu jeho maximální pracovní teplotu $\vartheta_{max.}$ – odečteme ji z grafu takto:

relativní permeabilita při ϑ = 20°C … μ_{20} = cca 1160 (-)

pokles permeability na 50% μ_{20} → (μ_{20} / 2) → $\vartheta_{max.}$ = 131,2 °C

Kvůli velkému spádu křivky se bohužel nepodařilo tuto teplotu určit s velkou přesností, jedná se pouze o odhad, kdy jsem si mezi dvěma okolními (naměřenými) body proložil jakoby přímku. Tato teplota se uvádí, protože poloha Curieovy teploty se mění s obsahem cizích příměsí ve feritovém materiálu (Curieova teplota klesá), a tak potřebuji vědět, jaké nároky ještě můžu na daný materiál mít, například v cívce - jak velký proud může protékat okolo jádra, aniž by se jádro zahřálo natolik, že by ztratilo magnetické vlastnosti…

Při našem měření jsme ověřili, že feritové materiály ztrácejí po překročení Curieovy teploty svoje magnetické vlastnosti a to, jak je vidět z grafu, na velmi malém teplotním rozmezí je pak patrný pokles permeability na nulu. K tomuto ději dochází v důsledku rekonstrukce krystalové mřížky. Tomu, že tento děj je vratný (po ochlazení materiál znovu získá magnetické vlastnosti) můžeme věřit, protože v laboratoři se vzorky nevyměňují, po naměření za Curieovu teplotu se ochladí a po ochlazení lze měřit znovu.