

とりあえず、空芯コイルとして考える (少々乱暴ですが、「とりあえず」の大雑把な計算ですから)。

漏れ磁束を考えない場合. コイルの巻き幅を l [m], 断面積の平均を S [m²], 空気の透磁率を $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ [H/m] とすると, 磁気抵抗は $R_m = l/(\mu_0 S)$ である. 巻き数を N とすると, コイルに電流 I [A] が流れるときの起磁力は NI だから, そのときの磁束 Φ [Wb] は

$$\Phi = \frac{NI}{R_m} = \frac{\mu_0 SNI}{l}.$$

電流 I の変化に対する自己誘導起電力 e [V] は

$$e = -N \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0 S N^2}{l} \frac{dI}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$$

となる. よって,

$$L = \frac{\mu_0 S N^2}{l} \text{ [H]}.$$

漏れ磁束を考える場合. 実際には, 上記の最後の式に長岡係数 λ がかかる:

$$L = \lambda \frac{\mu_0 S N^2}{l} \text{ [H]}.$$

今回の場合. 巻き幅を $l = 75$ mm とする. これと直径 $2r = 24$ mm に対する長岡係数を数表¹から求めたら, $\lambda = 0.876829$ であった. また, $S \doteq 4.5$ cm² である. よって, $L = 0.4$ mH となるような N の値を求めると,

$$\begin{aligned} 0.4 \times 10^{-3} &= 0.876829 \times \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4.5 \times 10^{-4}}{7.5 \times 10^{-2}} \times N^2 \\ \Rightarrow N^2 &= \frac{7.5 \times 10^{-2} \times 0.4 \times 10^{-3}}{0.876829 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 4.5 \times 10^{-4}} \doteq 60504 \\ \Rightarrow N &\doteq \sqrt{60504} \doteq 246. \end{aligned}$$

まあどうせ, とりあえずの概算だし, $N = 250$ ということで.

¹ 「長岡係数表」でググってみてください…