Vlastní a vzájemná indukčnost cívky

L je vlastní indukčnost cívky[H] (henry - Vs/A).
Cívka má indukčnost 1 H , jestliže při změně proudu 1A/s se v ní indukuje napětí 1V.

Vlastní indukčnost je základní parametr cívek. Udává, jak silné magnetické pole vybudí cívka působením proudu, jak moc se „brání“ změnám proudu, který jí protéká. Indukované napětí působí proti změně budícího proudu.

$\underline{L = N^2 \mu_0 \mu_r S/l}$

tento vzorec platí pro ideální případ. Pro skutečné výpočty v praxi se používají častěji empirické vzorce.

Relativní permeabilita μ_r závisí na budícím proudu. Z toho vyplývá, že i indukčnost závisí na proudu. **Cívka s feromagnetickým jádrem** je proto součástka s **nelineární** VA charakteristikou. Dá se linearizovat vzduchovou mezerou.

Příklad: Stanovte vlastní indukčnost vzduchové jednovrstvé cívky se 30 závity, průměr vodiče je 0,8 mm. Jádro cívky má průměr 1,2 cm^2.

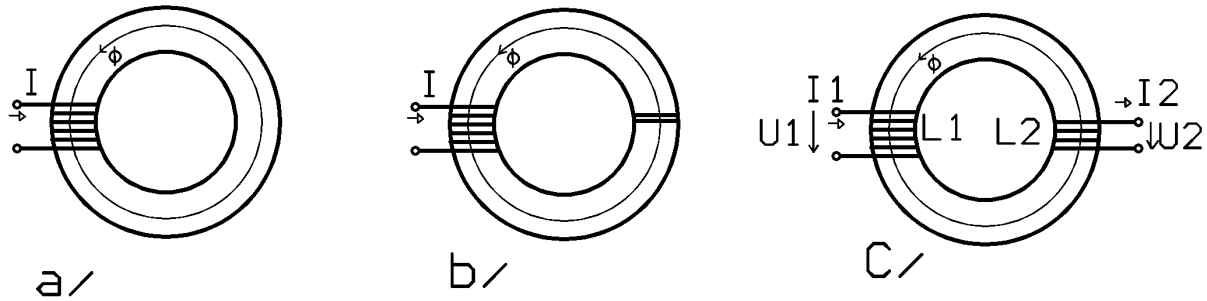
Nejprve vypočítáme **délku cívky** $l = d \cdot N = 0{,}8 \cdot 30 = 24\ mm = 24 \cdot 10^{-3}\ m$
$L = N^2 \mu_0 S/l = 30^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 1{,}2 \cdot 10^{-4} / (24 \cdot 10^{-3}) = 5{,}65 \cdot 10^{-6}\ H = 5{,}65\ \mu H$

Všimněte si, že indukčnost je tím větší, čím kratší je cívka. Znamená to vinout závity těsně vedle sebe. Co se týká průměru vodiče, musíme jej vypočítat tak, abychom neměli příliš velkou proudovou hustotu a odpor vinutí.

Praktický postup při návrhu cívky je následující: Nejprve zvolíme vhodné jádro, výše uvedeným způsobem vypočítáme počet závitů. Poté cívku navineme a změříme její indukčnost . Na základě předpokladu, že indukčnost cívky je přímo úměrná druhé mocnině počtu závitů
($\underline{L = k \cdot N^2}$ – platí pokud se rozměry cívky příliš nezmění) upravíme počet závitů (viz následující příklad)

Příklad: Cívka s $N_1 = 60$ závity má indukčnost $L_1 = 20\ \mu H$. Jak musíme změnit počet závitů, aby indukčnost klesla na 15 μH?
$N_1/N_2 = \sqrt{(L_1/L_2)} = \sqrt{(15/20)} = 0{,}866$ $N_2 = 52$ závitů

Příklad: Vypočtěte vlastní indukčnost cívky navinuté na toroidnín kroužku. Cívka má 800 závitů, délka středové indukční čáry je 15 cm. Jádro má průřez 4 cm^2 a je z materiálu o relativní permeabilitě $\mu_r = 500$.
$L = N^2 \mu_0 \mu_r S/l = 800^2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 500 \cdot 4 \cdot 10^{-4} / (15 \cdot 10^{-2}) = 1{,}071\ H$



Obrázek: a / Toroidní jádro s jedním vinutím, uzavřené
b/ Toroidní jádro s jedním vinutím a se vzduchovou mezerou

c/ Cívky na společném jádře, mezi kterými je vzájemná indukčnost

Máme-li **na společném jádru dvě vinutí**, vzniká mezi nimi **vzájemná indukčnost**, kterou definujeme podobně jako vlastní indukčnost. Do jednoho vinutí – primárního – přivádíme elektrický proud. Na druhém vinutí – sekundárním – měříme napětí.

Vzájemnou indukčnost M definujeme podobně jako vlastní indukčnost pomocí napětí, které se indukuje v sekundární cívce při změně proudu v primární cívce.

Jednotkou vzájemné indukčnosti je H (henry). Vzájemná indukčnost není prvkem elektronického obvodu, vyjadřuje pouze vzájemnou vazbu mezi dvěma vlastními indukčnostmi.

Máme-li dvě cívky na společném feromagnetickém jádru, můžeme předpokládat, že se celkový magnetický tok ϕ nerozptyluje, protože relativní permeabilita feromagnetického materiálu je mnohem větší než 1. To znamená, že magnetický odpor vzduchu je mnohem větší než magnetický odpor jádra.

$M = N_1 N_2 G_m$

rovnici umocníme

$M^2 = N_1^2 N_2^2 G_m = N_1 G_m \cdot N_2 G_m = L_1 L_2$

$$\underline{\mathbf{M = \sqrt{(L_1 L_2)}}}$$

Ve skutečnosti existuje určitý rozptyl a $\underline{\mathbf{M<\sqrt{(L_1 L_2)}}}$

$\underline{\mathbf{M = k \cdot \sqrt{(L_1 L_2)}, \text{ kde } k<1}}$ a nazývá se **činitel vazby**

Vodiče, které jsou blízko sebe a kterými prochází časově proměnný proud, se chovají jako cívky se vzájemnou indukčností. Působením proudu se v okolí jednoho vodiče vytvoří magnetické pole. To indukuje v druhém vodiči napětí. Tak vzniká **rušení.**

Obdobně jako rezistory a kondenzátory můžeme cívky spojovat paralelně nebo sériově.

Sériové spojení dvou cívek bez vzájemné indukčnosti $\underline{\mathbf{L = L_1 + L_2}}$

Sériové spojení dvou cívek se vzájemnou indukčností $\underline{\mathbf{L = L_1 + L_2 \pm 2M}}$

magnetická pole se buď sčítají nebo odčítají.

Paralelní spojení dvou cívek bez vzájemné indukčnosti $\underline{\mathbf{L = L_1 \cdot L_2 / (L_1 + L_2)}}$