

Lastna in medsebojna induktivnost (povzetki ugotovitev)

O lastni in medsebojni induktivnosti smo že kar nekaj povedali. Induktivnost predstavlja neposredno zvezo med fluksom v navitju in tokom (virom), predvsem pa je pojem induktivnosti neposredno povezan z energijo magnetnega polja in inducirano napetostjo. V tem poglavju bomo ponovili nekaj ugotovitev predhodnih poglavij in dodali še nekaj novih.

Lastna induktivnost.

Ugotovili smo, da je za določitev lastne induktivnosti potrebno določiti fluks skozi (lastne) ovoje, ki jih povzroča tok v lastnem navitju. Upoštevati je potrebno magnetni sklep, torej fluks skozi ovoje pomnožiti s številom obojev, kar da

$$L = \frac{\Psi}{I} = \frac{N\Phi}{I}. \quad (13.1)$$

V primeru, da je navitje porazdeljeno tako, da ne gre celotni fluks skozi vse ovoje, induktivnost določimo kot $L = \frac{\Psi}{I} = \frac{\Psi_1 + \Psi_2 + \dots}{I}$.

Podobno kot za kapacitivnost lahko tudi za induktivnost ugotovimo, da je odvisna od snovno geometrijskih lastnosti.

Induktivnost kot zveza med tokom in fluksom.

Induktivnost nam predstavlja zvezo med tokom v navitju in fluksom oziroma magnetnim sklepom skozi navitje: $\Psi = LI$.

Induktivnost kot mera za sposobnost shranjevanja magnetne energije.

Magnetna energija v polju tuljave je sorazmerna produktu induktivnosti in kvadrata toka: $W = \frac{1}{2} Li^2$. Induktivnost je torej mera zmožnosti tuljave za shranjevanje magnetne energije¹.

¹ Spomnimo se lahko na poglavje o energiji polja v elektrostatičnem polju (OE1), kjer smo ugotovili, da je kapacitivnost mera za shranjevanje energije v elektrostatičnem polju kondenzatorja: $W_e = \frac{CU^2}{2}$

Izračun lastne induktivnosti iz energije magnetnega polja.

Lastno induktivnost lahko izračunamo iz energije magnetnega polja, iz enačbe

$W = \frac{LI^2}{2}$, če le poznamo energijo, ki jo povzroča tok I . To pa lahko dobimo iz

gostote magnetnega polja oz. integracijo gostote energije $w_{mag}(t) = \int_{B(t)} \vec{H} d\vec{B}$ in

$$W = \int_V w_{mag} dV.$$

Induktivnost kot mera za velikost inducirane napetosti.

Poleg tega je pojem induktivnosti neposredno povezan z inducirano napetostjo:

$$u_i = -L \frac{di}{dt}.$$

Izračun sile iz izraza za energijo tuljave.

Tudi magnetno silo lahko izrazimo s pomočjo spremembe induktivnosti in/ali toka.

Kot primer vzemimo možnost premikanja tuljave v smeri osi X :

$$F_x = \pm \frac{\partial W}{\partial x} = \pm \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial x} (Li^2) = \pm \frac{1}{2} \left(L \frac{\partial i^2}{\partial x} + i^2 \frac{\partial L}{\partial x} \right).$$

Predznak je odvisen od tega, ali pride energija potrebna za premik iz vira (+) ali pa se porabi za premik energija shranjena v polju (-).

Medsebojna induktivnost. Če nas zanima fluks v navitju, ki je posledica vzbujanja v drugem (ne lastnem) navitju, govorimo o medsebojni induktivnosti. Definiramo jo kot

$$M_{21} = \frac{N_2 \cdot \Phi_{21}}{I_1}, \quad (13.2)$$

kjer je Φ_{21} fluks skozi drugo tuljavo zaradi toka skozi prvo tuljavo. Analogno lahko

definiramo M_{12} kot $M_{12} = \frac{N_1 \cdot \Phi_{12}}{I_2}$.

Če imamo opravka z linearnimi magnetnimi materiali (če je μ_r konstanten), sta M_{21} in M_{12} kar enaka, torej $M = M_{21} = M_{12}$.

POZOR: Pri računanju medsebojne induktivnosti moramo en od virov »odklopiti«. Če računamo M_{21} , skozi navitje 1 »spustimo« tok I_1 in določimo fluks, ki gre skozi tuljavo 2.

Faktor sklopa.

Če je magnetna povezava med tuljavama 1 in 2 linearna, velja med lastnima induktivnostima in medsebojno induktivnostjo tuljave zveza

$$M = k\sqrt{L_1 L_2} \quad (13.3)$$

Induktivnost pri nelinearnih magnetnih strukturah.

V primeru uporabe feromagnetnih materialov jed zveza med B in H nelinearna, v tem smislu postane nelinearna tudi permeabilnost in induktivnost. Upoštevanje nelinearnosti je odvisno od in uporabe (oblika vzbujačnega signala) in želene natančnosti izračuna. Natančnejša analiza presega obseg tega predmeta.

Primeri kolokvijskih in izpitnih nalog:

prvi kolokvij, 11. april 2005
1. kolokvij, 3. maj 2004
prvi kolokvij, 15. april 2004
Prvi kolokvij, 22. april 2003
23.04 2002
Izpit, 28. avgust 2006
izpit, 4. februar 2005,
Izpit, 29.03.2004
Izpit, 30. 1. 2004
izpit, 6. februar 2003
Izpit 26. 6. 2002
izpit, 4. 12. 2001
2. kolokvij, 12. 6. 2003