

IV-MODUL. O‘ZARO INDUKTIV BOG‘LANGAN ZANJIRLAR

17-ma`ruza. O‘zaro induktiv bog‘langan zanjirlarni hisoblash. Ikki g`altakning mos, qarama-qarshi, ketma-ket va parallel ulanishi.

Reja:

1. Umumiy tushuncha (induktiv bog‘liqlik darajasi tushunchasi).
2. O‘zaro induktiv bo‘lgan zanjirlarni hisoblash.
3. Ikkita cho‘lg‘amni ketma–ket ulanishi.

1. Umumiy tushuncha (induktiv bog‘liqlik darajasi tushunchasi).

Oldingi ma`ruzalarda ko‘rib chiqilgan ba’zi tushunchalarni takrorlaylik. Misol tariqasida 17.1–rasmda keltirilgan sxemani (aniqrog‘i, sxemaning fragmentini–shaxobcha

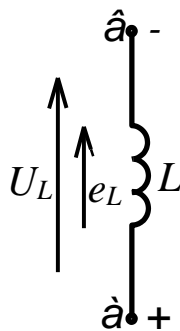
v-sini) qo‘ramiz. Bu cho‘lg‘am sxemasidir. Cho‘lg‘am uchun esa qo‘yidagi ifodaga ega bo‘lamiz:

$$U_L = + \frac{L \cdot di}{dt} \quad (17.1)$$

Bunda $L > 0$, chunki

$$L = \frac{\psi_L}{i} \quad (17.2)$$

o‘zinduksiya oqimi ψ_L va cho‘lg‘amdagi tok i doimo bir xil ishorali tok yo‘nalishi va o‘zinduksiya oqimi chiziqlari o‘zaro ung vint qoidasi orqali bog‘liqdir. Bunda agarda tok haqiqatda a zajimdan v zajimga qarab yo‘nalgan bo‘lsa $i_{ab} > 0$.



17.1–rasm

Ushbu holatda tok ortayotgan bo‘lsin, yoki $di/dt > 0$, u holda kuchlanish ham $U_L = U_{ab} > 0$ (1–rasmdagi «+» va «-» ishoralar).

Demak, cho‘lg‘am uchun ham $U_L = L \cdot di/dt$ bog‘liqlikni tanlash orqali, shartli ravishda i tokning va U_L kuchlanishning musbat yo‘nalishlari, yoki ular strelkalarining bir xil tomonga yo‘nalganligini tanlab olamiz.

Elektromagnit maydon nazariyasi asosida, istalgan tok o‘tkazgichi undan oqib o‘tayotgan tok hosil qilgan magnit maydoni bilan o‘ralgan bo‘ladi va mos holda tokning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi va ushbu tok hosil qilgan magnit oqimining o‘zgarishi o‘zinduksiya E.Yu.K. ning hosil bo‘lishiga olib keladi.

$$e = - \frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{di}{dt} \quad (17.3)$$

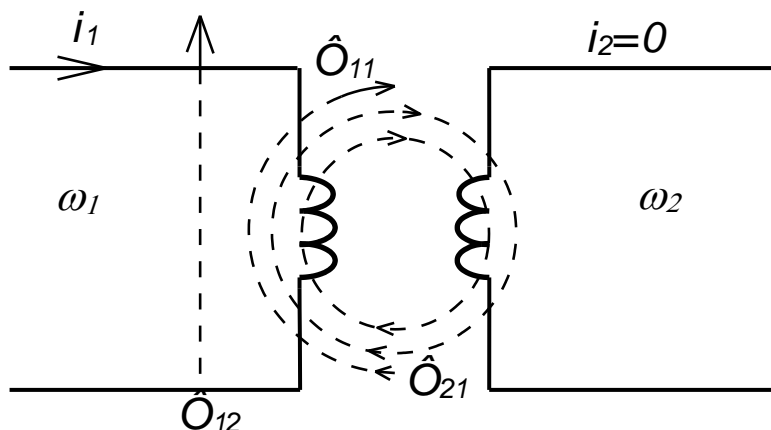
O'tkazgich atrofida hosil bo'lgan magnet maydonida boshqa o'tkazgichni joylashtirish orqali ushbu boshqa o'tkazgichning qismlarida o'zaro induksiya E.Yu.K. ni hosil qiladi, boshqacha aytganda E.Yu.K. ni induksiyalaydi.

$$e_m = - M \cdot di/dt \quad (17.4)$$

Birinchi o'tkazgichdagi tok o'zgarishlari di/dt va ikkinchi o'tkazgichda induksiyalangan E.Yu.K. (17.3) orasidagi proporsionallik koeffitsientini o'zaro induktiv koeffitsienti deb ataladi. Ushbu o'tkazgichlar hosil qilingan zanjirlarni esa induktiv bog'liq zanjirlar deb ataladi.

2.O'zaro induktiv bo'lgan zanjirlarni hisoblash.

O'zaro induktivlikka ega bo'lgan zanjirlarni hisoblashni ko'rib chiqish uchun misol tariqasida ω_1 va ω_2 o'zaro induktiv bog'liq bo'lgan konturlarni olamiz. Ularda i_1 va i_2 toklar mos holatdagi magnet oqimlari F_{11} va F_{22} larni hosil qiladi. Sxema 1-rasmda tasvirlangan. Ko'rib chiqilayotgan harikkala kontur ham i_1 tok hosil qilgan magnet oqimi liniyalari bilan tutashgan bo'lsin va faraz qilaylikki, $i_2=0$ bo'lsin. U holda magnet oqimi tutashuviga ega bo'lamiz va o'zaro induksiya koeffitsienti qo'yidagi ifodaga teng bo'ladi.



$$\Psi_{11} = W_1 \cdot f_1 \quad \text{va} \quad L_1 = \frac{\Psi_{11}}{i_1} \quad (17.5)$$

Zanjirlararo induktiv bog'liqlik shartiga ko'ra umumiy F_{11} oqimining F_{21} qismi ikkinchi konturda oqim tutashuvining o'zaro induksiyasini qo'yidagi ifodaga asosan $\Psi_{21} = \omega_2 \cdot \Phi_{21}$ bunda $F_{21} < F_{11}$ hosil qiladi. Miqdor jihatidan bu o'zaro induksiya koeffitsienti bilan qo'yidagi formulaga ko'ra aniqlanadi:

$$M_{21} = \frac{\Psi_{21}}{i_1} \quad (17.7)$$

F_{12} va F_{21} magnet oqimlari bir xil magnet qarshilikli R_m va bir xil masofali mo'hit orqali o'zaro tutashadi va demak:

$$\Phi_{12} = \frac{i_2 \omega_2}{R_\mu} \quad \text{va} \quad \Phi_{21} = \frac{i_1 \omega_1}{R_\mu} \quad (17.8)$$

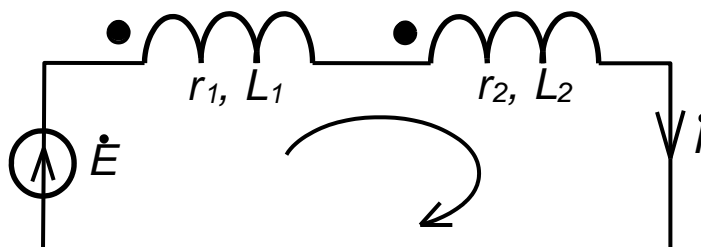
bu yerda $M_{12} = \omega_1 \cdot \Phi_{12} / i_2 = \frac{\omega_1 \omega_2}{R_\mu}$ va

$$M_{21} = \frac{\omega_2 \cdot \Phi_2}{i_1} = \frac{\omega_1 \cdot \omega_2}{R_\mu} \quad (17.9)$$

boshqacha aytganda, o‘zaro induktivliklar $M=M_{12}=M_{21}$ istalgan induktiv bog‘liq bo‘lgan konturlar uchun bir xil bo‘ladi.

3. Ikkita cho‘lg‘amni ketma–ket ulanishi.

Ikkita cho‘lg‘amni o‘zaro ulanish holatlari. Birinchi cho‘lg‘amning oxirgi uchi ikkinchi cho‘lg‘amning boshlang‘ich uchi bilan ulangan holat.



17.2–rasm.

17.2–rasmda keltirilgan zanjirni hisoblash misolini ko‘rib chiqaylik. Bu yerda L_1 va L_2 lar induktiv bog‘liq. O‘zaro induksiya koeffitsenti qo‘yidagicha $M_{12}=M_{21}=M$ berilgan. Kirxgofning 2–qonuniga asosan, 1–rasmda aylanib chiqish yo‘nalishi ko‘rsatilgan kontur uchun tenglama tuzish mumkin. Faraz qilaylik, aylanib chiqish yo‘nalishi va tokning musbat yo‘nalishi bir xil bo‘lsin. Ko‘rib chiqilayotgan konturda beshta E.Yu.K. ta‘sir qiladi. Ular: 1) tashqi manbaning \dot{E} E.Yu.K. i ; 2) va 3) lar; o‘zinduksiya E.Yu.K. lari, mos hollarda; $\dot{E}_{1L} = -j\omega L_1 \dot{I}$ va $\dot{E}_{2L} = -j\omega L_2 \dot{I}$ 4 va 5 lar o‘zaro induksiya E.Yu.K. lari mos hollarda

$$\dot{E}_{1M} = -j\omega M_1 \dot{I} \text{ va } \dot{E}_{2M} = -j\omega M_2 \dot{I}$$

Bunda o‘zinduksiya E.Yu.K.lari E_{1L} va E_{2L} larning musbat yo‘nalishlari zanjirda tokning musbat yo‘nalishi bilan mos tushadi. Harikkala cho‘lg‘amlardagi toklarning musbat yo‘nalishlari nuqtalardan cho‘lg‘amga qarab olingan va harikkala cho‘lg‘am uchun o‘zaro induksiya E.Yu.K. lari $Y_{e_{1m}}$ va $Y_{e_{2m}}$ larning musbat yo‘nalishlari ham nuqtalardan cho‘lg‘amga qarab yo‘nalgan bo‘ladi. Demak, barcha E.Yu.K. lar tenglamaga bir xil ishoraga ega bo‘lgan hollarda kiradilar.

$$\dot{E} + \dot{E}_{1L} + \dot{E}_{1M} + \dot{E}_{2L} + \dot{E}_{2M} = \dot{I}(r_1 + r_2) \quad (17.10)$$

$\dot{U}_L = -\dot{E}_L$ va $\dot{U}_M = -\dot{E}_M$ ekanligini hisobga olib

$$\dot{E} = \dot{U}_{1L} + \dot{U}_{1M} + \dot{U}_{2L} + \dot{U}_{2M} + \dot{I} \cdot (r_1 + r_2) \quad (17.11)$$

ga ega bo‘lamiz, kuchlanishlar pasayishini hisoblashda qo‘yidagiga ega bo‘lamiz:

$$\dot{E} = j\omega L_1 \dot{I} + j\omega M \dot{I} + j\omega L_2 \dot{I} + j\omega M \dot{I} + \dot{I} \cdot (r_1 + r_2) \quad (17.12)$$

(17.12) ning ba‘zi hadlarini guruhlab hosilqilamiz.

$$\dot{E} = \dot{I} \cdot (r_1 + r_2) + j\omega(L_1 + L_2 + 2M) \dot{I} = \dot{I}(r_3 + j\omega L_3) = \dot{I}Z_3 \quad (17.13)$$

(17.13) dagi $L_e=L_1+L_2+2M$ kattalik butun zanjirning ekvivalent induktivligi deb ataladi. Ushbu induktivlik doimo musbatdir ($\omega_m>0$), chunki magnit maydonining energiyasi doimo musbatdir.

L_e o‘zaro induktivlikning ishorasiga bog‘liqdir. $M>0$ (yoki $M=|M|$) bo‘lgan holdamoslashgan qo‘shilishga ega bo‘lamiz, $M<0$ (yoki $M=-|M|$) bo‘lganida esa qarama–qarshi qo‘shilishga (ulanishga) ega bo‘lamiz. Birinchi holda o‘zinduksiya

magnit oqimlari va o‘zaro induksiya oqimlari yo‘nalishi bo‘yicha mos tushadilar. Bu esa butun zanjir ekvivalent induktivligining ko‘paytmasiga olib keladi.

$$L_{\text{Э}}^I = L_1 + L_2 + 2|M|$$

Ikkinchi holatda o‘z induksiya va o‘zaro induksiya magnit oqimlari bir–biriga qarab yoki o‘zaro qarama–qarshi yo‘nalganligi sababli butun zanjirning ekvivalent induktivligi kamayishiga olib keladi.

$$L_{\text{Э}}^{II} = L_1 + L_2 - 2|M|$$

Muhandislik hisoblarida o‘lchash orqali ekvivalent induktivlar L^I , va L^{II}_E ni aniqlab cho‘lg‘amlarini moslashgan va qarama–qarshi ulashlar orqali ularning o‘zaro induktivligining absolyut qiymatlarini qo‘yidagi ifodada hisoblash mumkin:

$$L^I - L^{II} = 4|M| \text{ yoki } |M| = \frac{(L^I - L^{II})}{4} \quad (17.14)$$

Amaliyotda moslashgan ulanishdan qarama–qarshi ulanishga o‘tishni cho‘lg‘amlardan birining uchi, ikkinchi cho‘lg‘amning boshqa uchiga qayta ulash orqali bajariladi. Bu holda o‘zaro induksiya koeffitsientining ishorasi musbat bo‘ladi. Agarda ekvivalent induktivlikning qiymati ortsa.

Nazorat savollari:

1. G‘altakda qanday magnit hodisalarni sodir etiladi?
2. G‘altakdagi tokning yo‘nalishi va o‘z induksiya oqimi chiziqlarning yo‘nalishi qanday qonun orqali bog‘langan?
3. O‘z induksiya E.Yu.K. ni nima hosil qiladi?
4. O‘zaro induksiya E.Yu.K. formulasini yozing.
5. Mos ulanishdan qarama–qarshi ulanishga qanday o‘tiladi?
6. O‘zaro induksiya koeffitsienti qachon musbat bo‘ladi?