

## Erkin elektromagnit tebranishlar

### Tajriba maqsadi

- Elektr tebranishlar konturi bilan tanishish.
- Tebranish konturinih xususiy chastotasini aniqlash.
- Tebranish zanjirida tok va kuchlanish o'zgarishini tahlil qilish.

### Qisqacha nazariya

Bugungi kunda kommunikatsiya va hisoblash texnikalarini elektromagnit tebranish konturlarisiz ta'savur qilib bo'lmaydi. Ideal LC elektromagnit tebranish konturida energiya yo'qotilishi, so'nish bo'lmaydi. Ammo bu hol faqat nazariy jihatdan mumkin. Amalda esa tebranish konturlarida elektromagnit tebranishlar kam bo'lsada so'nadi. Misol qilib so'nuvchi garmonik ossilyatorni keltirish mumkin.

Tebranish konturi bir biriga ulangan kondensator va induktiv g'altakdan iborat bo'ladi. So'nuvchi tebranish konturida L va C zanjiriga ketma-ket ravishda aktiv qarshilik ham mavjud bo'ladi.

Kirxgofning ikkinchi qonuni bo'yicha,

$$\sum_i U_i = 0 \quad (I)$$

Bu tenglama zanjirdagi barcha kuchlanishlar yig'indisi nolga teng ekanligini bildiradi. Bu qonun ichki qarshilikka ega bo'lgan tebranish konturida ham o'rinlidir (1-rasmga qarang):

$$U_C + U_R - U_{ind} = \frac{Q}{C} + R \cdot I + L \cdot \dot{I} = 0 \quad (II)$$

Ma'lumki, kondensator sig'imi  $C = Q/U_C$ , aktiv qarshilik kuchlanishi  $U_R = R \cdot I$  (Om qonuni) va g'altakdagi reaktiv kuchlanishi  $U_{ind} = -L \cdot \dot{I}$  kabi aniqlanadi.

I tok kuchining differensial tenglamasini (II) tenglama hadlarini L ga bo'lib,  $\dot{Q} = I$ , deb hisoblab hosil qilamiz:

$$I \cdot \omega_0^2 + I \cdot \gamma + \dot{I} = 0 \quad (III)$$

Be erda  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  -xususiy chastota,  $\gamma = \frac{R}{L}$  konturning asilligi. Bu matematik differensial tenglamani yechish uchta xususiy holga olib keladi. Tenglama

$$I(t) = I_0 \cdot e^{-i\omega t}$$

Kabi yechimga olib keladi, bu erda  $I_0$  tebranish amplitudasi,

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2} \text{ :tebranish chastotasi.}$$

- Birinchi hol  $\omega_0^2 - \gamma^2 < 0$ .
- Bu holda sistema muvozanat holatiga eksponenta qonuniyat asosida tebranishlar hosil qilmasdan qaytadi.

– Ikkinchi hol  $\omega_0^2 - \gamma^2 = 0$ .

– Bu hol 2-rasm: Kuchlanish va tok tebranishlari.

kritik(keskin) so'nish holati deyiladi. Sistema tebranishlar-siz tezda muvozanat holatiga qaytadi.

– Uchinchi hol  $\omega_0^2 - \gamma^2 > 0$ .

– Bunda sistemada tebranishlar kuzatiladi va amplitude eksponensial qonun bo'yicha kamayib boradi, so'nish kuzatiladi. 2-rasmga qarang.

Bu tajribada faqat oxirgi holatni kuzatish mumkin. Kondensatordai boshlang'ich kuchlanish  $U_0$  bo'lsa, induktiv g'altakda o'tuvchi tok kuchi quyidagicha aniqlanadi:

$$I(t) = I_0 \cdot e^{-\gamma t} \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad (IV)$$

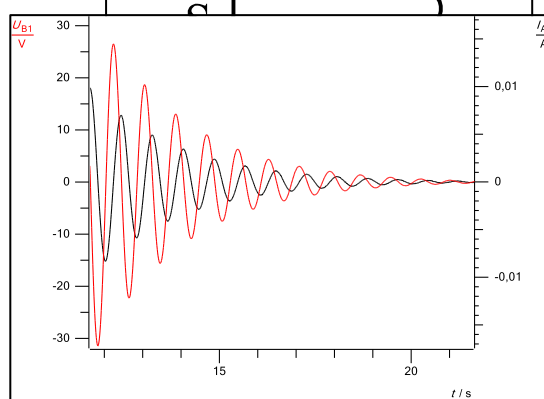
bu erda boshlang'ich tok kuchi  $I_0 = \frac{U_0}{\omega L}$ ,  $\omega$  -yuqorida keltirilgani kabi.

Kondensatordagi kuchlanish undagi zaryad miqdoriga mutonosib, shuning uchun zaryad miqdori tok kuchining integraliga proporsional bo'ladi. IV tenglamadagi kosinus tok kuchi va kuchlanish qiymatlari orasida 90° faza siljishi borligini bildiradi.

$$U(t) = U_0 \cdot e^{-\gamma t} \cdot \cos(\omega \cdot t) \quad (V)$$



1-rasm: Kalitli tebranish konturi.



**Qurilma tarkibi**

|                                                         |         |
|---------------------------------------------------------|---------|
| 1 Yuqori induktivli chulg'am                            | 517 011 |
| 1 Kondensator, 40 $\mu\text{F}$ .....                   | 517 021 |
| 2 Asos taglik, bir juft.....                            | 301 339 |
| 1 Bridging plugs, STE 2/19, set of 10.....              | 501 48  |
| 1 DC ta'minlash manbai 0... $\pm 15$ V.....             | 501 45  |
| 1 Multimeter LD analogli 20 .....                       | 531 120 |
| 1 Qo'l sekundomeri, mexanik.....                        | 313 07  |
| 2 Ulash simlari, 19 A, 100 sm, qizil/ko'k, juftli ..... | 501 46  |

**Tajriba qurilmasi**

Qurilma 3-rasmda keltirilgan.

- Dastlab, kondensatorni razryadlash uchun qisqa tutashtir-ing.
- Induktiv g'altak va kondensatorni asos taglikka o'rnat-ing.
- Induktiv g'altak va kondensatorni bir chiziqli joylashtir-ing va ularni ikkita shtepsellar bilan ulang.
- Kondensatorga o'zgaras tok manbaini ulang, o'rtadagi yerga ulash chiqishiga ualamang.
- Kuchlanish muruvatini 0 V ga qo'ying.
- Multimeterni induktiv g'altakka parallel ulang va DC kuchlanishni 3 V ga qo'ying.
- Ta'minlash manbaini stendga ulang.
- Qo'l sekundomerini ishga tayyorlaang.



3-rasm: Tajriba qurilmasi.

**Tajribaning borishi**

- Kondensator ostidagi kalitni chap tomonga ulang, 3-rasm asosida (kalit 1-rasmda «S» biklan belgilangan).
- Ta'minlash manbaini ulang.
- Ta'minlash kuchlanishini 3 V qilib tanlang.
- Kuchlanish ortishdan to'xtamaguncha va kondensator to'la zaryadlanmaguncha kuting.
- Endi kalitni manbadan induktiv g'altakga ulang va tebranish konturiga kuchlanish bering.
- Kuchlanishning ikki maksimumi orasidagi vaqtni aniqlash uchun qo'l sekundomeridan foydalaning.
- Kondensatorni zaryadlash uchun oxirgi uch amalni takror-lang va boshqa kuchlanish maksimumlari orasidagi vaqtni 4 marta o'lchang.

- Ta'minlash manbaini tarmoqdan uzing va kondensatorni ta'minlash manbidan ajrating.
- Razryadlash uchun kondensator qutblarini qisqa tutashtir-ing.

**O'lchash namunasi**

| O'lchashlar     | $\Delta t$ |
|-----------------|------------|
| 1               | 0.80       |
| 2               | 0.84       |
| 3               | 0.83       |
| 4               | 0.82       |
| 5               | 0.83       |
| O'rtacha qiymat | 0.824      |

**Baholash-solishtirish**

Dastlab, Ikki maksimum orasidagi  $\Delta t$  vaqtning o'rtacha qiymatini hisoblang. Bunda  $\Delta t$  ni topish uchun T davrni topish-ning Tomson formulasidan foydalaning:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C} \quad (\text{VI})$$

Bundan, L va C ko'paytmasini topish mumkin.:

$$L \cdot C = \frac{\Delta t^2}{4 \cdot \pi^2} \quad (\text{VII})$$

Nazariya va tajribani solishtirish uchun LC ning aniq qiymatlarini  $H F$  ni bilgan holda (qurilmaga qarang) aniqlash mumkin:

|             | Nazariya bo'yicha  | Tajribada            |
|-------------|--------------------|----------------------|
| $L \cdot C$ | $0.02 \text{ s}^2$ | $0.0172 \text{ s}^2$ |

**Natijalar**

Ko'rish mumkinki LC qiymatlarning nazariya va tajribada olin-ganlari orasida farq bor. Elektr qarshilik nazariya qiymatidan taqriban 0.4% ga kamroq. Shuning uchun farqning sababini boshqa joydan qidirish lozim. Bu erdagi asosiy sabab indukti-vlikning tok kuchiga bog'liqligidir. G'altak o'zagi magnit singdir-uvchanligi magnit maydoni kuchlanganligiga bog'liq va u o'z navbatida tok kuchiga chiziqli bog'liq bo'ladi.

**Texnika xavfsizligi yo'riqnomasi**

Tajriba qurilmasida tajribalar hayot uchun xavfsiz-past kuchlanishlarda olib borilishi zarur:

- DC –o'zgaras tok kuchlanishi maximum- 60 V,
  - AC –o'zgaruvchan tok kuchlanishi maximum- 25 V.
- Quyidagilar bilan tajriba o'tkazilganda hamisha hayot uchun xavfsiz-past kuchlanishdan foydalanish zarur:
- Yuqori induktivlikli g'altak
  - STE plug-in elements

Kuchlanish xavsiz kuchlanishdan katta bo'lganda doimo maxsus xavfsiz ulash konnektorlardan foydalaning. Zanjirga kondensator ulashdan oldin kondensator uchlarini qisqa tutashtirib razryadlang (Kondensator-da katta kuchlanish saqlangan bo'lishi mumkin). Induktiv g'altaklarni darhol manbadan ajratmang, razryadlanishini kuting. Kuchlanishning sakrashi kuztilishi mumkin.