

Электр занжирлардаги ночизикли динамика

Бу масалани ечишга киришишдан олдин, алохида конвертда берилган умумий қоидалар билан танишинг.

Кириш

Бистабил ночизикли ярим ўтказгичли элементлар (масалан тиристорлар) переключател (электр токининг йўналишини ўзгартирувчи асбоб) ва электромагнит тебранишларни генераторлари сифатида электроникада кенг қўлланилади. Тиристорларни асосий ишлатиладиган соҳаси электроникада бўлиб у ўзгарувчан токни бошқаради, масалан мегаватли ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантиради. Бистабил элементлар физикада (бу мавзу В қисмда куриб чиқилади) ўз-ўзини ташкил этиш жараёнларининг модел системалари, биологияда (С қисим) ва бошқа замонавий ночизикли динамикалар сифатида ишлатилиши мумкин.

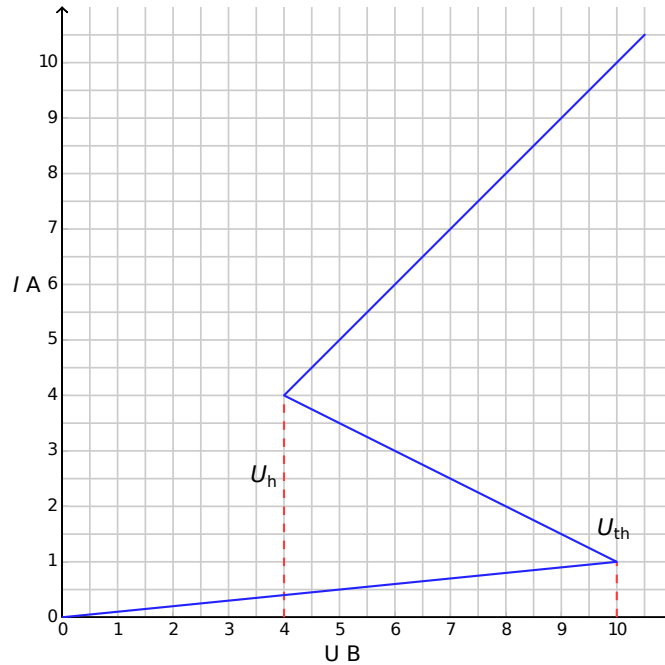
Мақсадлар

Ночизикли $I - V$ (вольт-ампер) характеристикали элементлардан тузилган электр занжирларнинг нотурғун ва тривиал (оддий) бўлмаган хоссаларини ўрганиш.

Инженер ишларида, биологик тизимларни моделлаштиришда бунга ўхшаш схемаларни ишлатиш имкониятларини топамиз.

А-қисм. Турғун ҳолатлар ва нобарқарорликлар (3 балл)

1-расмда, X ночизикли элементнинг S- шаклидаги деб аталувчи $I-V$ (вольт-ампер) характеристикаси (тавсифи) келтирилган. Кучланиш $U_h = 4.00 V$ (тўхтатувчи (энг кичик) кучланиш) дан $U_{th} = 10.0 V$ (энг юқори кучланиш) гача $I - V$ (вольт-ампер) характеристикаси кўп қийматли. Соддалик учун ҳисоблашларда шу нарсани имконияти бор деб ҳисоблаймиз, 1-расмдаги графиклар бўлакличизикли (ҳар бир график қисми чизикли). Агар графикни юқори қисмини давом этирилса, у координата бошидан ўтади. Бу яқинлашишда ҳақиқий тиристорлар хусусиятлари етарли даражада яхши ифодаланади.



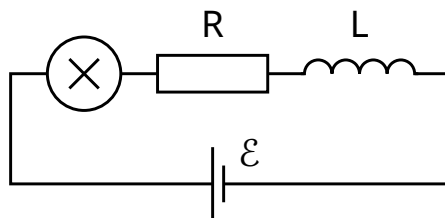
1-расм: Ночизиқли X элементнинг $(I - V)$ вольт-ампер характеристикаси (таснифи).

- A.1** Мос равишда $I - V$ (вольт-ампер) характеристикасининг юқори қисмининг R_{on} ва паст қисмининг R_{off} қаршилигини график ёрдамида топинг. Ўрта қисми куйидаги формула билан ифодаланади 0.4pt

$$I = I_0 - \frac{U}{R_{\text{int}}}. \quad (1)$$

I_0 ва R_{int} параметрлар қийматларини топинг.

Элемент X резистор R , индуктив ғалтак L ва идеал кучланиш манбасига \mathcal{E} кетма кет уланган (2-расм). Агар тоқ кучи вақт бўйича ўзгармас $I(t) = \text{const}$ бўлса, одатда бундай электр занжири стационар (турғун) ҳолатда бўлади.



2-расм: X элемент, қаршилиқ R , индуктив ғалтак L ва кучланиш манбаси \mathcal{E} дан иборат электр занжир.

A.2 Берилган \mathcal{E} ва $R = 3.00 \Omega$ катталикларда электр занжири нечта турғун холатларга эга бўла олади? $R = 1.00 \Omega$ бўлганда жавоблар қандай ўзгаради? 1pt

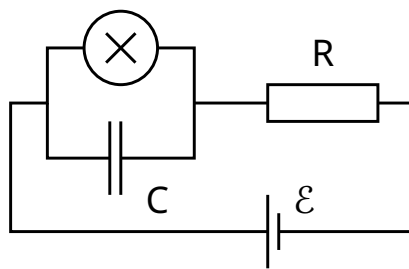
A.3 2-расмда электр занжирида $R = 3.00 \Omega$, $L = 1.00 \mu\text{H}$ ва $\mathcal{E} = 15.0 \text{ V}$. Стационар (турғун) холатдаги ночизиқли элемент X дан ўтувчи ток $I_{\text{stationary}}$ ни ва унга тушувчи кучланишни $V_{\text{stationary}}$ катталикларини топинг. 0.6pt

2-расмдаги электр занжири турғун холатда $I(t) = I_{\text{stationary}}$. Шундай холатни куриб чиқамиз, унча катта бўлмаган δI флукуация тоқи мавжуд бўлсин: $I = I_{\text{stationary}} + \delta I$. Агар $|\delta I(t)|$ вақт давомида камайса, унда стационар холат *турғун* деб аталади. Агар вақт ўтиши билан $|\delta I(t)|$ ошиши кузатилса, стационар холат *нотурғун* деб аталади.

A.4 **A.3** да олинган сонли қийматларни ишлатиб, стационар холатни турғунлигини ўрганинг $I(t) = I_{\text{stationary}}$. Вақт ўтиши билан $\delta I(t)$ қандай ўзгаради, агар $\delta I(0) > 0$ ва $\delta I(0) < 0$ бўлса? Бу турғунми ёки нотурғун? 1pt

В-қисм. Физикада бистабил ночизиқли элементлар: радиопередатчиклар (5 балл)

Бу бўлимда биз электр занжирининг янги схемасини (конфигурациясини) ўрганамиз (3-расм). Бунда ночизиқли элемент X конденсатор $C = 1.00 \mu\text{F}$ билан параллел уланган. Бу блокка эса резистор $R = 3.00 \Omega$ ва идеал ўзгармас кучланиш манбаси $\mathcal{E} = 15.0 \text{ V}$ кетма кет уланган. Маълум бўлишича, ушбу занжирда тебраниш пайдо бўлади, ва таърифланаётган, ночизиқли элемент хоссаси сакраб сакраб ўзгаради ва $I - V$ характеристиканинг у ёки бу қисмларини тебранишнинг бир даврида ифодалайди.



3-расм: элемент X , конденсатор C , қаршилик R ва \mathcal{E} кучланишли манбадан иборат бўлган электр занжир.

B.1 Расмда $I - V$ (вольт-ампер) характеристикасида битта тебранишнинг графигини чизинг ҳамда тебранишнинг йўналишини (соат стрелкаси йўналиши бўйича ёки соат стрелкасига қарама қарши) курсатинг. Жавобингизни формулалар, схемалар билан асосланг. 1.8pt

B.2 Бир давр тебранишда $I - V$ (вольт-ампер) характеристикасининг графигининг хар бир қисмида бўладиган t_1 ва t_2 вақтларни ифодаловчи тенгламани топинг. Уларни сонли қийматини ҳисобланг. $I - V$ графикнинг (вольт-ампер) характеристикасидаги бўлақларининг орасида кўчишда сарфланадиган вақтни ҳисобга олмаса ҳам бўлади деб қабул қилиб, тебраниш даври T нинг сон қийматини топинг. 1.9pt

B.3 Ночизиқли элемент томонидан бир давр тебранишда кетадиган (йўқоладиган, исроф бўладиган) ўртача қувватни баҳоланг. Сонли катталигини (магнитуда катталигини) келтириш етарли. 0.7pt

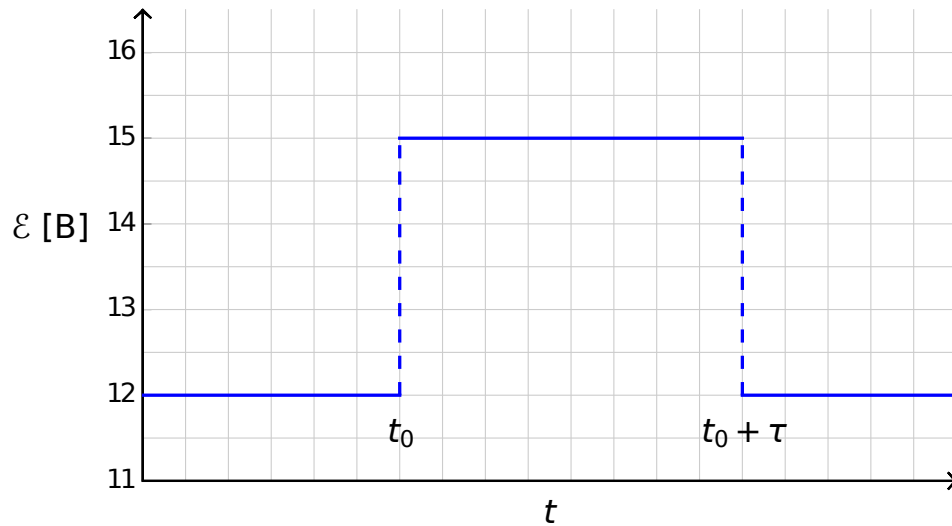
3- расмда кўрсатилган электр занжири радиоузатувчи (радиостанция) яратиш учун тузилган. Бунинг учун, X элемент s узунликка эга бўлган чизикли антеннанинг учларидан бирига уланади. Антенна бу узун ва тўғри симдир. Унинг иккинчи учи бўш бўлади. Антеннада тик электромагнит тўлқин (стоячая электромагнитная волна) пайдо бўлади. Ундаги электромагнит тўлқин тезлиги вакуумдаги тезлик билан бир хил. Радиоузатувчи (радиостанция) системанинг асосий гармоникасига мослаб T даврга созланади (B.2 банддан).

B.4 Агар s 1 км дан катта қийматни қабул қила олмаса, унинг кандай оптимал қиймати мавжуд? 0.6pt

С-қисм. Биологияда бистабил ночизиқли элементлар: нейристор (2 балл)

Бу бўлимда биз бистабил ночизиқли элементларни биологик жараёнларни моделлаштириш учун ишлатилишини кўриб чиқамиз. Нейрон одам организмида қуйидаги хоссаларга эга: ташқи сигнал ёрдамида уйғотилганда, у бир давр тебранади, кейн эса ўзининг олдинги ҳолатига қайтади. Бу функция уйғанувчанлик деб юритилади. Ушбу хосса туфайли импульслар асаб системасини ташкил қилувчи нейронлар боғланган тармоқда тарқалади. Импульсларни уйғанувчанлигини ва тарқалишини имитация қиладиган (ўхшатадиган) ярим ўтказгичли чип нейристор деб номланади (нейрон ва транзистор сўзларидан олинган).

X ночизиқли элементдан иборат бўлган биз юқорида кўриб чиққан схемани назарга олиб, оддий нейристорни моделлашга ҳаракат қиламиз. Шу мақсадда 3-расмдаги схемани \mathcal{E} кучланиши катталиги $\mathcal{E}' = 12.0 \text{ V}$ гача камаяди. Тебраниш сўнади ва система ўзининг турғун ҳолатига ўтади. Кейин кучланиш $\mathcal{E} = 15.0 \text{ V}$ қийматгача кескин кўпаяди ва бироз τ вақт ўтиши билан ($\tau < T$), яна \mathcal{E}' катталикгача камаяди (4-расм). Маълум бўлишича, шундай критик τ_{crit} киймат мавжуд бўлиб, бунда система $\tau < \tau_{\text{crit}}$ ва $\tau > \tau_{\text{crit}}$ ларда ўзини тутиши билан бир биридан сифатли фарқланади.



4-расм: Кучланиш манбасининг кучланишини вақт функцияси.

C.1 $\tau < \tau_{\text{crit}}$ ва $\tau > \tau_{\text{crit}}$ ларда ночизиқли элемент X дан ўтувчи $I_X(t)$ токнинг вақтга боғланиш графигини чизинг. 1.2pt

C.2 τ_{crit} критик вақтни ифодаловчи формулани топинг ва унинг қандай сон қийматида системанинг холати (ўзини тутиши) ўзгаришини топинг. 0.6pt

C.3 $\tau = 1.00 \times 10^{-6}$ s да схема нейристор бўла оладими йўқми? 0.2pt