

Ոչ գծային դինամիկան էլեկտրական շղթաներում (10 միավոր)

Կարդացեք առանձին էջում բերված ընդհանուր ցուցումները մինչև խնդրի լուծումը սկսելը:

Ներածություն

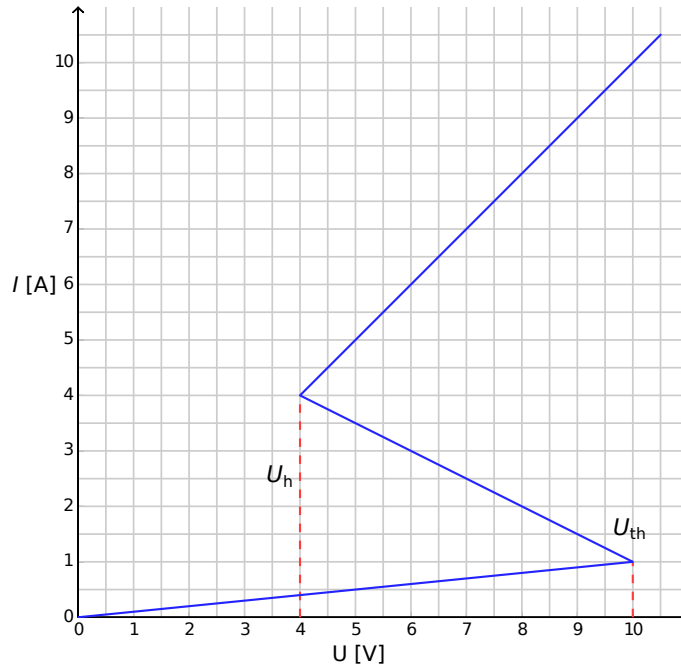
Երկստաբիլ ոչ-գծային կիսահաղորդիչ տարրերը (օրինակ, տիրիստորները) լայնորեն օգտագործվում են էլեկտրոնիկայում, որպես էլեկտրամագնիսական տատանումների անջատիչներ և գեներատորներ: Տիրիստորները ամենաշատը օգտագործվում են կարգավորելու փոփոխական հոսանքը մեծ հզորությամբ էլեկտրոտեխնիկաներում, օրինակ, փոփոխական հոսանքը հաստատունի վերածելը մեգավատ հզորությունների դեպքում: Երկստաբիլ տարրերը կարող են նաև ծառայել որպես օրինակելի համակարգեր ինքնակազմակերպման երևույթների ֆիզիկայում (այս թեման ներառված է խնդրի F մասում), կենսաբանական երևույթներում (տես մաս C) և ժամանակակից ոչ գծային գիտության այլ ոլորտներում:

Նպատակները

Ուսումնասիրել անկայունությունները և ոչ տրիվիալ դինամիկան սխեմաներում, որտեղ առկա են ոչ-գծային $I - V$ բնութագրերով տարրեր: Հայտնաբերելու նման սխեմաների հնարավորությունները տեխնիկայում և կենսաբանական համակարգերի մոդելավորման համար:

Մաս A: Կայուն վիճակներ և անկայունություններ (3 միավոր)

Նկ. 1-ում ցույց է տրված, այսպես կոչված S-ձև ոչ-գծային X տարրի $I - V$ բնութագիրը: Լարման $U_h = 4.00$ V-ից (պահող լարում) մինչև $U_{th} = 10.0$ V (շեմային լարում) տիրույթում $I - V$ բնութագիրը բազմարժեք է: Պարզության համար, Նկ. 1-ի գրաֆիկը ընտրվել է կտոր առ կտոր գծային (յուրաքանչյուր ճյուղ ուղիղ հատված է): Նշենք, վերևի ճյուղի շարունակությունը անցնում է կոորդինատների սկզբնական կետով: Այս մոտարկումը լավ նկարագրում է իրական տիրիստորներին:



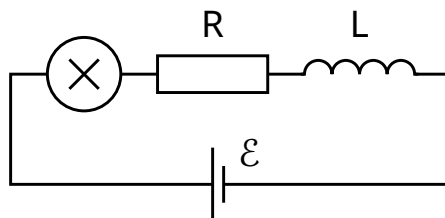
Նկար 1: ոչ գծային X տարրի $I - V$ բնութագիրը :

- A.1** Օգտվելով գրաֆիկից որոշել X տարրի $I - V$ բնութագծի վերին ճյուղի R_{on} դիմադրությունը, և ստորին ճյուղի R_{off} դիմադրությունը: Միջին ճյուղը նկարագրվում է հետևյալ հավասարմամբ՝ 0.4pt

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

Գտե՛ք I_0 և R_{int} պարամետրերի արժեքները:

X տարրը միացված է (տես նկ. 2) հաջորդաբար R դիմադրության, L ինդուկտիվության և \mathcal{E} իդեալական լարման աղբյուրի հետ: Շղթան գտնվում է ստացիոնար վիճակում, եթե հոսանքի ուժը հաստատուն է ժամանակի մեջ $I(t) = \text{const}$:



Նկար 2: X տարրով շղթան, R դիմադրությունը, L ինդուկտոր և \mathcal{E} լարման աղբյուրը:

A.2 Ինչքան է նկ. 2-ում պատկերված շղթայի ստացիոնար վիճակների հնարավոր քանակը \mathcal{E} -ի ֆիքսված արժեքի համար, երբ $R = 3.00 \Omega$ -ի դեպքում: Ինչպես է պատասխանը փոխվում $R = 1.00 \Omega$ -ի դեպքում: 1pt

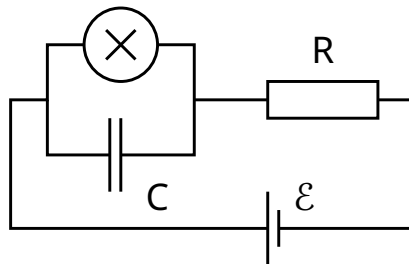
A.3 Ենթադրենք նկ. 2-ում ցույց տրված շղթայում $R = 3.00 \Omega$, $L = 1.00 \mu\text{H}$ և $\mathcal{E} = 15.0 \text{ V}$ է: Որոշել ստացիոնար վիճակում հոսանքի $I_{\text{stationary}}$ և լարման $V_{\text{stationary}}$ արժեքները ոչ գծային X տարրի վրա: 0.6pt

Նկ. 2-ում բերված շղթան գտնվում է ստացիոնար վիճակում և $I(t) = I_{\text{stationary}}$: Շղթայի հոսանքին հաղորդում են մի փոքր շեղում δI և $I = I_{\text{stationary}} + \delta I$: Ստացիոնար վիճակը կոչվում է կայուն, եթե փոքր շեղումից (հոսանքի մեծանալուց կամ փոքրանալուց) հետո հոսանքը վերադառնում է ստացիոնար վիճակի արժեքին: Իսկ եթե համակարգը շարունակում է հեռանալ ստացիոնար վիճակից՝ ստացիոնար վիճակը կոչվում է անկայուն:

A.4 Օգտագործելով **A.3** -ում ստացված թվային արժեքները ուսումնասիրենք $I(t) = I_{\text{stationary}} + \delta I(t)$ ստացիոնար վիճակի կայունությունը: Ինչպես է $\delta I(t)$ -ն փոխվում ժամանակի հետ, այն է, $\delta I(0) > 0$ թե $\delta I(0) < 0$: Արդյո՞ք $I(t) = I_{\text{stationary}}$ ստացիոնար վիճակը կայուն է, թե անկայուն: 1pt

Մաս B. Երկստաբիլ ոչ գծային տարրերը ֆիզիկայում: ռադիոհաղորդիչ (5 միավոր)

Այս անգամ, ոչ գծային X տարրը զուգահեռ է միացված $C = 1.00 \mu\text{F}$ ունակությամբ կոնդենսատորին: Այդ տեղամասը իր հերթին հաջորդաբար միացված է $R = 3.00 \Omega$ դիմադրությանը և իդեալական հաստատուն լարման աղբյուրին $\mathcal{E} = 15.0 \text{ V}$: Պարզվում է, որ այս շղթայում կարող են առաջանալ տատանումներ, որի ընթացքում ոչ-գծային X տարրում հոսանքը թռնում է $I - V$ բնութագրի մի ճյուղից մյուսը մեկ պարբերության ընթացքում:



Նկար 3: Շղթան X տարրով, C ունակությամբ, R դիմադրությամբ և \mathcal{E} լարման աղբյուրով:

B.1 Նկարի տատանման ցիկլը $I - V$ գրաֆիկի վրա, նշիր նաև՝ դրա ուղղությունը (ժամսլաքի կամ ժամսլաքին հակառակ ուղղությամբ): Հիմնավորե՞ք Ձեր պատասխանը համապատասխան հավասարումներով և գծագրերով: 1.8pt

B.2 Դուրս բերել արտահայտություններ, որոնք նկարագրում են մեկ պարբերության ընթացքում համակարգի ծախսած t_1 և t_2 ժամանակները $I - V$ գրաֆիկի յուրաքանչյուր ճյուղի վրա: Գտնել դրանց թվային արժեքները: Գտեք տատանման T պարբերությունը, համարելով, որ $I - V$ գրաֆիկի տարբեր ճյուղերի միջև թռիչքների ժամանակը չնչին է: 1.9pt

B.3 Գնահատել ոչ գծային տարրի ծախսած P միջին հզորությունը մեկ տատանման ընթացքում: Մեծության կարգը նշելը բավարար է: 0.7pt

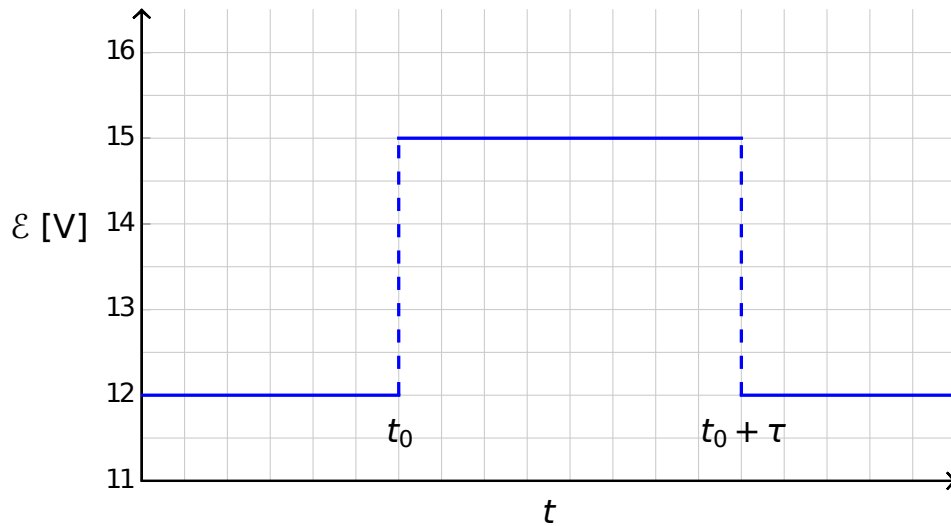
Նկ. 3-ում պատկերված շղթան օգտագործվում է ռադիոհաղորդիչ սարքելու համար: Այս նպատակով է X տարրը հաջորդաբար միացվում է s երկարությամբ գծային ալեհավաքի (երկար ուղիղ լարի) ծայրին: Լարի մյուս ծայրը ազատ է: Անտենայում առաջանում է կանգուն ալիք: Էլեկտրամագնիսական ալիքների արագությունը անտենայում և օդում համարել նույնը: Ռադիոհաղորդիչը օգտագործում է համակարգի հիմնական T հարմոնիկը, որը ստացվել է **B.2** հարցում:

B.4 Ինչքան է s -ի օպտիմալ արժեքը իմանալով, որ դա չի կարող գերազանցել 1 կմ-ը: 0.6pt

Մաս C: Երկստաբիլ ոչ գծային տարրերը կենսաբանությունում՝ նեյրիստոր (2 միավոր)

Խնդրի այս մասում, մենք դիտարկում ենք երկստաբիլ ոչ գծային տարրերի կիրառությունը կենսաբանական գործընթացների մոդելավորման մեջ: Մարդու ուղեղի նեյրոնը ունի հետևյալ հատկությունը, երբ գրգռվում է արտաքին ազդանշանով, այն կատարում է մեկ տատանում և վերադառնում է իր նախնական վիճակին: Այս հատկությունը կոչվում է գրգռունակություն: Շնորհիվ այս հատկության, ազդակները կարող են տարածվել կապված նեյրոնների ցանցով, որոնք կազմում են նյարդային համակարգը: Կիսահաղորդչային միկրոսխեման, որը նախատեսված է նմանակելու գրգռունակությունը և ազդակի տարածումը կոչվում է նեյրիստոր (նեյրոն և տրանզիստոր բառերից):

Մենք փորձելու ենք մոդելավորել մի պարզ նեյրիստոր օգտագործելով շղթա՝ ոչ-գծային X տարրով, որը մենք ուսումնասիրել ենք նախկինում: Այնուհետև, Նկ. 3-ում պատկերված շղթայի հոսանքի աղբյուրի \mathcal{E} -ն նվազեցնում ենք մինչև $\mathcal{E}' = 12.0$ V: Տատանումները դադարում են, եւ համակարգը վերադառնում է իր ստացիոնար վիճակին: Այնուհետև, էլշու-ն կտրուկ մեծացնում են մինչև $\mathcal{E} = 15.0$ V, և τ ($\tau < T$) ժամանակ հետո կրկին վերադարձնում են \mathcal{E}' արժեքի (տես Նկ. 4): Պարզվում է, որ կա որոշակի τ_{crit} . կրիտիկական արժեք, իսկ համակարգը ցույց է տալիս որակապես այլ վարք $\tau < \tau_{crit}$ դեպքում և մեկ այլ վարք՝ $\tau > \tau_{crit}$ դեպքում:



Նկար 4: Լարման աղբյուրի էլՇու-ի կախումը ժամանակից:

- | | | |
|------------|--|-------|
| C.1 | Կառուցել ոչ գծային X տարրով անցնող $I_X(t)$ հոսանքի ուժի ժամանակից կախվածության գրաֆիկները՝ $\tau < \tau_{\text{crit}}$ և $\tau > \tau_{\text{crit}}$ արժեքների դեպքում: | 1.2pt |
| C.2 | Գտնել կրիտիկական τ_{crit} -ի արտահայտությունը և թվային արժեքը, որի դեպքում համակարգը մի վարքից անցնում է մեկ այլ վարքի: | 0.6pt |
| C.3 | Շղթան, որի դեպքում $\tau = 1.00 \times 10^{-6}$ s, կարճը է ծառայել, որպես նեյրիստոր: | 0.2pt |