

Цахилгаан хэлхээн дэх шугаман бус динамик

Эхлээд өөр дугтуйнд байгаа ерөнхий зааврыг унш.

Удиртгал

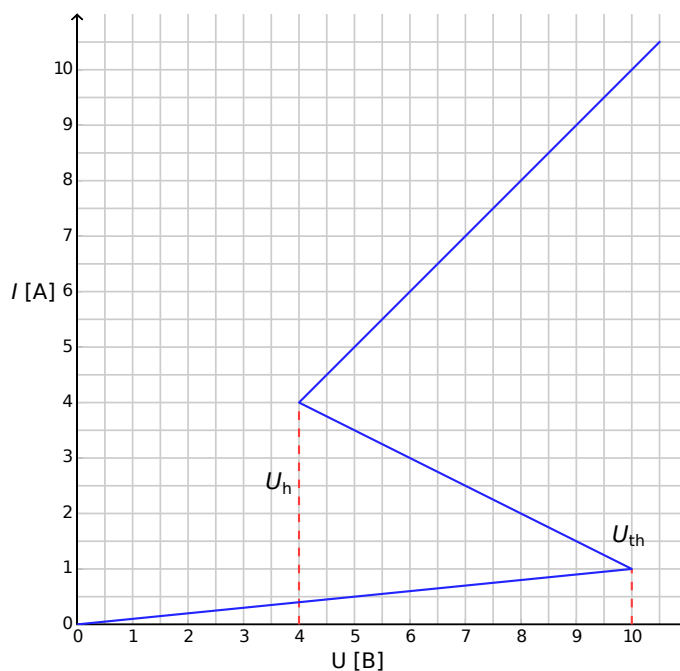
Электроникт хоёр-төлөв бүхий шугаман бус хагас дамжуулагч (жишээ нь, тристор) элементийг сэлгүүр (switch) болон цахилгаан соронзон хэлбэлзлийн үүсгүүр болгон өргөнөөр хэрэглэдэг. Тристорыг голчлон өндөр чадлын электроникт, тухайлбал мегаваттын эрэмбэтэй, хувьсах (AC) гүйдлийг тогтмол (DC) гүйдэл болгон шулуутгахад хэрэглэдэг. Хоёр-төлөвт элемент нь өөрөө цэгцрэх үзэгдлийн модель ч болж чаддаг. Өөрөө цэгцрэх үзэгдэл нь физикт (В хэсэг), биологид (С хэсэг) болон бусад шугаман бус шинжлэх ухаанд ч ажиглагддаг.

Зорилго

$I-V$ тодорхойлогч муруй нь шугаман бус байх элемент байдаг. Ийм шугаман бус элемент агуулсан хэлхээний тогтворгүйжилт болон сонирхолтой динамикийг судлах, уг хэлхээг инженерийн болон биологийн системийг модельчлоход ашиглах боломжуудыг судлах.

А хэсэг. Тэнцвэрт төлөв ба түүний тогтворгүйжилт (3 оноо)

Нэгдүгээр зурагт харуулсан S -хэлбэртэй $I-V$ хамаарал бүхий шугаман бус X элемент авч үзье. Хүчдэлийн $U_h = 4.00$ В (баригч-holding хүчдэл) ба $U_{th} = 10.0$ В (босго-threshold хүчдэл) хооронд орших мужид энэхүү $I-V$ хамаарал нь нэг утгатай биш (Зур. 1 үз). Хялбарчлахын тулд, нэгдүгээр зураг дээр байгаа графикийг хэсэг хэсэгтээ шулуун байх гурван мөчиртэй сонгосон болно. Энэ ойролцоолол бодит тристертэй сайн таардаг.



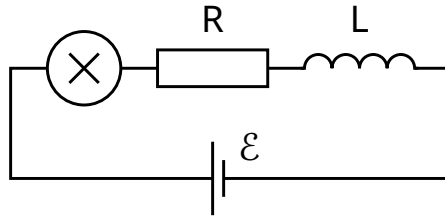
Зураг 1: X шугаман бус элементийн $I-V$ хамаарал (характеристик)

- A.1 Өгөгдсөн графикийг ашиглан X элементийн $I - V$ хамаарлын дээд мөчирт болон доод мөчирт харгалзах $R_{\text{on}}, R_{\text{off}}$ эсэргүүцлийг тус тус тодорхойл. Дунд мөчир нь 0.4pt

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

тэгшитгэлд захирагдана гээд I_0 ба R_{int} параметруудийн утгыг ол.

Уг X элементийг R эсэргүүцэл, L индукцлэлтэй цуваа холбож идеаль \mathcal{E} хүчдэлийн үүсгүүртэй холбов (Зур. 2). Хэрэв гүйдэл тогтворжвол, $I(t) = \text{const}$, хэлхээг тэнцвэрт төлөвт орлоо гэнэ.



Зураг 2: Өгөгдсөн X элемент, R эсэргүүцэл, L индукцлэл, \mathcal{E} хүчдэл үүсгэгч бүхий хэлхээ.

- A.2 Тогтмол \mathcal{E} ба $R = 3.00 \Omega$ утганд, Зураг 2-т үзүүлсэн хэлхээнд үүсэх тэнцвэрт төлөвийн тоо хэд байх боломжтой вэ? Хэрэв $R = 1.00 \Omega$ бол энэ боломж хэд болж өөрчлөгдөх вэ? 1pt

- A.3 Зураг 2-т үзүүлсэн хэлхээнд $R = 3.00 \Omega$, $L = 1.00 \text{ мкГн}$ ба $\mathcal{E} = 15.0 \text{ В}$ байг. 0.6pt
Тэгвэл тэнцвэрт төлөвт харгалзах $I_{\text{stationary}}$ гүйдлийн утга болон шугаман бус X элемент дээр унах $V_{\text{stationary}}$ хүчдэлийн утгыг тооцоол.

Зураг 2 дээр үзүүлсэн хэлхээний тэнцвэрт төлвийн гүйдэл $I(t) = I_{\text{stationary}}$ байг. Хэрэв уг гүйдлийг бага зэрэг өөрчлөхөд (ихсэж ч, багасаж ч болно) эргэж тэнцвэрт төлөвтөө орж байвал үүнийг тогтвортой, харин уг тэнцвэрт төлвөөсөө улам холдоод явчихвал тогтворгүй тэнцвэрт байсан гэнэ.

- A.4 A.3 хэсэгт олсон $I(t) = I_{\text{stationary}}$ тоон утгын хувьд хэлхээг тогтвортой эсэхийг судалж тогтоо. Уг тэнцвэрт төлөв тогтвортой юу, тогтворгүй юу? 1pt

В хэсэг. Физик дэх шугаман бус хоёр-төлөвт элемент: радио нэвтрүүлэгч (5 оноо)

Одоо хэлхээний өөр хувилбарыг судлая (Зур. 3 үз). Шугаман бус X элементийг $C = 1.00 \text{ мкФ}$ конденсатортой зэрэгцээ холбоод, $R = 3.00 \Omega$ эсэргүүцэл ба $\mathcal{E} = 15.0 \text{ В}$ хүчдэл үүсгэгчтэй цуваа холбожээ. Энэ үед хэлхээний шугаман бус X элементийн төлөв нь $I - V$ тодорхойлогч муруйнхаа мөчир хооронд үсэрч буух замаар давтагдах цикл үүсгэдэг байна.

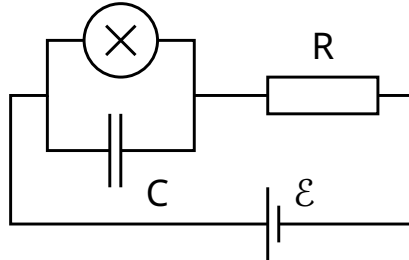


Figure 3: Шугаман бус X элемент, C багтаамж, R эсэргүүцэл, \mathcal{E} хүчдэлийн үүсгүүр бүхий хэлхээ

B.1 $I - V$ график дээр нэг бүтэн цикл хэрхэн явагдахыг чиглэл (цагийн зүүний дагуу, эсвэл эсрэг байхыг) оруулан зур. Учрыг тэгшитгэл болон тойм зураг оруулан тайлбарла. 1.8pt

B.2 Нэг бүтэн циклд $I - V$ графикийн мөчир тус бүрийг дамжин өнгөрөх t_1 болон t_2 хугацааг олох тэгшитгэл бич. Тэдгээрийн тоон утгуудыг нь тооцоолж ол. Нэг мөчрөөс нөгөө мөчирт үсрэх хугацааг тооцохооргүй бага гэж үзээд нэг бүтэн цикл хийх T үеийн тоон утгыг ол. 1.9pt

B.3 Циклийн нэг бүтэн үеийн турш шугаман бус элемент дээр шингээгдэх дундаж чадлын P утгыг үнэл. Утгынх нь эрэмбэ байхад л хангалттай. 0.7pt

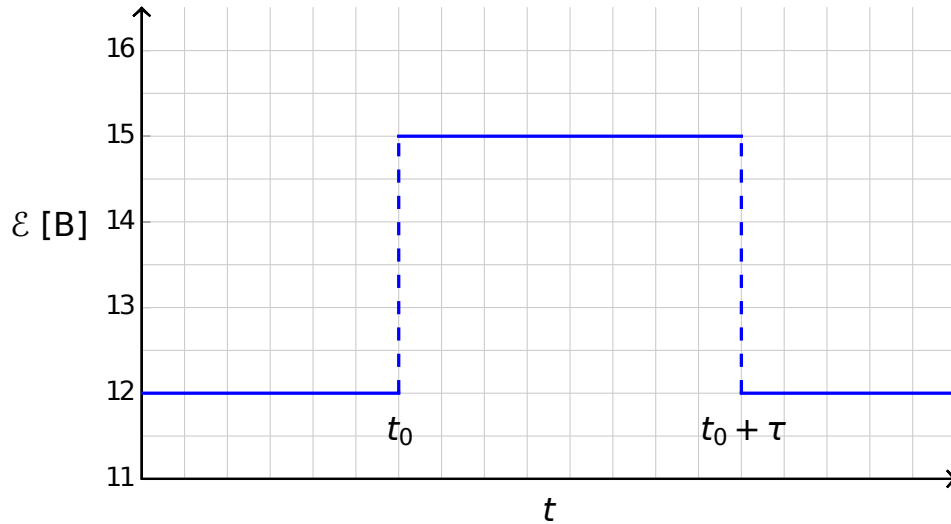
Гуравдугаар зурагт үзүүлсэн хэлхээг радио дамжуулж нэвтрүүлэхэд ашигладаг (Зур. 3). Үүний тулд X элементийг s урттай шулуун антены нэг үзүүрт холбодог. Нөгөө үзүүрийг сул гэж үзнэ. Антенд цахилгаан соронзон зогсоо долгио үүснэ. Долгионы үе T нь B.2 бодлогынхтой адил бөгөөд антен дахь долгионы хурд вакуум дахь хурдтайгаа ижил гэнэ.

B.4 Антений s урт нь 1 км хэмжээнээс хэтрэхээргүй байх хамгийн тохиромжтой уртын хэмжээ ямар байж болох вэ? 0.6pt

С хэсэг. Биологи дахь хоёр-төлөвт шугаман бус элемент: нейристор (2 оноо)

Бодлогын энэ хэсэгт, хоёр-төлөвт шугаман бус элементийг биологийн процессийг загварчлахад хэрэглэе. Хүний тархины нейрон нь дараах шинжтэй байдаг. Үүнд: нейроныг гадны дохиогоор өдөөх юм бол нэг бүтэн хэлбэлзэл хийгээд анхны төлөвтөө ордог ба үүнийг өдөөгдөх чанар гэнэ. Энэ чанарын улмаас нервийн системийг бүрдүүлэгч холбоост нейронуудаар дохионы пульс дамждаг байна. Энэхүү өдөөлт ба пульс дамжилтыг хиймлээр дуурайх хагас дамжуулагч чипийг нейристор гэнэ (нейрон+транзистор).

Өмнөх хэсэгт судалсан шугаман бус X элемент агуулсан хэлхээгээр энгийн нейристорын загвар бүтээе. Ингэхийн тулд Зур. 3-ийн хэлхээний $\mathcal{E} = 15.0$ В хүчдэлийг $\mathcal{E}' = 12.0$ В болтол нь бууруулъя. Ингэхэд хэлбэлзэл зогсох ба хэлхээ тэнцвэрийн төлөвт орно. Харин хүчдэлийн утгыг огцом $\mathcal{E} = 15.0$ В утгатай болтол өсгөж τ хугацаанд хадгалаад буцааж гэнэт \mathcal{E}' утгатай болгоё (Зур. 4 үз). Уг системийн төлөв нь $\tau < \tau_{\text{crit}}$ болон $\tau > \tau_{\text{crit}}$ байх үед чанарын ялгаатай байх тийм критик τ_{crit} хугацааны утга оршин байдаг ажээ.



Зураг 4: Хүчдэл үүсгэгчийн үүсгэх хүчдэл хугацаанаас хэрхэн хамаарах байдал

C.1 Шугаман бус X элементээр гүйх $I_X(t)$ гүйдлийн хугацааны хамаарлыг харуулах графикийг $\tau < \tau_{\text{crit}}$ болон $\tau > \tau_{\text{crit}}$ мужид тоймлон зур. 1.2pt

C.2 Системийн чанарт өөрчлөлт орох τ_{crit} хугацааны критик утгыг олох илэрхийлэл ба тоон утгыг ол. 0.6pt

C.3 $\tau = 1.00 \times 10^{-6}$ с бүхий хэлхээ нейристор болж чадах уу? 0.2pt