

Basics of Circuit Theory

Chapter-13

Free and transition fluctuations in electrical circuits

Lecturer: Uyanga. O, Ms

Цахилгаан хэлхээн дэх чөлөөт ба шилжилтийн хэлбэлзэл



Агуулга



- 01 Шилжилтийн процесс
- 02 Коммутацын хуулиуд
- 03 R-L хэлхээн дэх шилжилтийн хэлбэлзэл
- 04 R-C хэлхээн дэх шилжилтийн хэлбэлзэл
- 05 Гэрийн даалгавар



1. Шилжилтийн процесс

Шилжилтийн процесс

Цахилгаан хэлхээ нь ажлын нэг горимоос нөгөө горимд шилжихэд далайц, фаз, давтамж, хэлхээний параметрийн утга зэрэг нь өөрчлөгдөхийг шилжилтийн процесс гэдэг.

Жишээ нь : цахилгаан хэлхээг салгах залгах үед үүсдэг.



Шилжилтийн процесс

Цахилгаан хэлхээн дэх хэлбэлзлийг тогтворжсон хэлбэлзэл, тогтворжоогүй хэлбэлзэл гэж ангилна.

Цахилгаан хэлхээний элементүүд дээрх гүйдэл, хүчдэл тогтмол утгатай, эсвэл тогтмолжсон агуургатай үелсэн хуулиар өөрчлөгдөж байвал тогтворжсон найраг хэлбэлзлийн горим бий болдог.



Шилжилтийн процесс

Тогтворжсон нэг төлвөөс нөгөө төлөвт шилжих үед цахилгаан хэлхээнд бий болох хэлбэлзлийг тогтворжоогүй хэлбэлзэл гэнэ. Тогтворжсон нэг төлвөөс нөгөө төлөвт шилжүүлэх процессыг коммутац эсвэл сэлгээ (залгах, салгах) гэнэ.



Шилжилтийн процесс

Сэлгээний өмнөх хугацааг $t = 0 -$, сэлгээний дараах хугацааг $t = 0 +$ гэж тэмдэглэдэг. Тогтворжоогүй хэлбэлзэл маш богино хугацаанд болж өнгөрдөг. Тогтворжоогүй хэлбэлзлийг чөлөөт ба шилжилтийн хэлбэлзэл гэж 2 хуваадаг.



Шилжилтийн процесс

Тэжээлийн үүсвэрийг салгах үед реактив элементүүд (I, C) –эд нөөцлөгдсөн эрчим хүчээр цахилгаан хэлхээнд үүсэх хэлбэлзлийг чөлөөт хэлбэлзэл гэнэ.

Цахилгаан хэлхээнд гадны тэжээлийн үүсгүүрийг тэжээлийн үүсвэрийг залгах салгах эсвэл уг элементийг сэлгэх үед цахилгаан хэлхээнд үүсэх хэлбэлзлийг шилжилтийн хэлбэлзэл гэнэ.



Шилжилтийн процесс

Шилжилтийн үеийн гүйдэл нь тогтворжсон гүйдэл албадмал ба чөлөөт гүйдлийн нийлбэртэй тэнцүү байна.

$$I = I_a + I_{\text{ч}}$$





2. Коммутацын хуулиуд

Коммутацын хуулиуд

Тогтворжоогүй процессыг задлан шинжлэхдээ сэлгээний хуулиудыг ашигладаг.

Сэлгээний 1-р хууль

Сэлгээний дараах агшинд нөлөөлгөөр гүйх гүйдлийн утга, сэлгээний өмнөх утгатай яг адил байна.

$$i_L(0 -) = i_L(0 +)$$



Коммутацын хуулиуд

Хүчдэл

$$U_L(t) = L \left(\frac{di}{dt} \right)$$

Чадал

$$P = Li \left(\frac{di}{dt} \right)$$



Коммутацын хуулиуд

Сэлгээний 2-р хууль

Сэлгээний дараах эхний агшин дах багтаамж дээрх хүчдлийн утга сэлгээний өмнөх утгатай адил байна.

$$U_C(0 -) = U_C(0 +)$$

Цэнэг гүвэлтийн гүйдэл

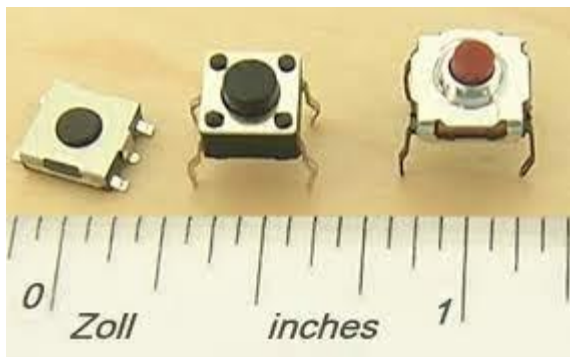
$$i_C = C \left(\frac{du_C}{dt} \right)$$

Чадал

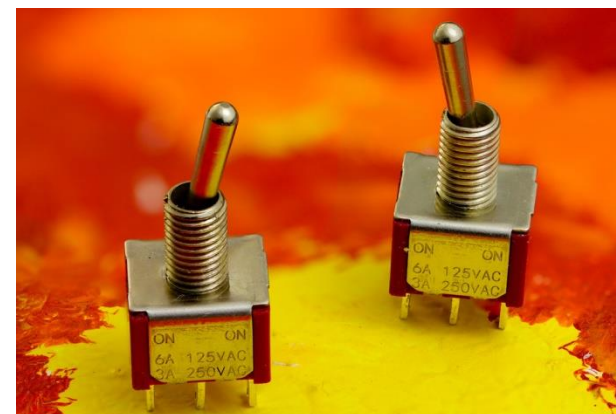
$$P = CU \left(\frac{du_C}{dt} \right)$$



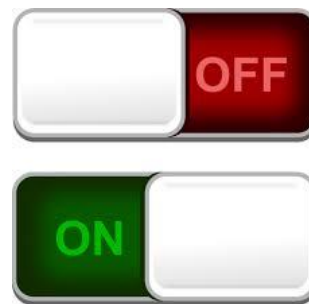
Коммутацын хуулиуд



Picture by
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tactile_switches.jpg



Picture by
<https://www.flickr.com/photos/tudedude/47150352961>



Picture by
<https://publicdomainvectors.org/en/free-clipart/Vector-clip-art-of-on-and-off-button-switches/26178.html>

Хэлхээг залгаж
салгах үед агшин
зуур хийгдэнэ.

Коммутацын хуулиуд

Сэлгэх агшинд нөлөөлөг, багтаамжийн элементүүдэд, эрчим хүч байхгүй анхны нөхцлийг тэг нөхцөл гэж нэрлэнэ

$$\begin{aligned}i_L(0 -) &= i_L(0 +) = 0 \\U_C(0 -) &= U_C(0 +) = 0\end{aligned}$$



Коммутацын хуулиуд

Хэрэв сэлгэх агшинд аль нэг реактив элементэд эрчим хүч нөөцлөгдөж байвал, тийм анхны нөхцлийг тэг биш нөхцөл гэнэ.

$$i_L(0 -) = i_L(0 +) \neq 0$$

$$U_C(0 -) = U_C(0 +) \neq 0$$



Коммутацын хуулиуд

Цахилгаан хэлхээнд явагдах шилжилтийн процессын тооцоог коммутацийн хуулиудын үндсэн дээр хийдэг.

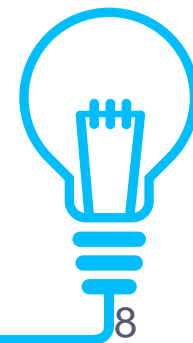
Энэ хуулийн дагуу нөлөөц бүхий салаагаар гүйх гүйдэл агшин зуур өөрчлөгдөөгүй багтаамж дээрх хүчдэл огцом өөрчлөгддөггүй .



Коммутацын хуулиуд

Шилжилтийн үеийн гүйдэл нь тогтворжсон гүйдэл болон чөлөөт гүйдэл хоёрын нийлбэрээр тодорхойлдог.

Тогтворжсон гүйдлийг олохын тулд шилжилт явагдаж дууссаны дараах тогтворжсон горимын тооцоог хийдэг.



Коммутацын хуулиуд

Тогтворжоогүй хэлбэлзлийг задлан шинжлэхийн тулд RC болон RL хэлхээг авч үздэг. Энэхүү хэлхээг авч үзэхдээ хэлбэлзэл илэрхийлсэн тэгшитгэлүүдийг авч үзнэ. Цахилгаан шугаман хэлхээн дэх тогтворжоогүй процессуудын шинжилгээ нь Кирхкофын хуулиудаар зохиосон дифференциал тэгшитгэлүүдийн шийд болдог.





4. R-C хэлхээн дэх шилжилтийн хэлбэлзэл

Коммутацын хуулиуд

Ердийн RC хэлхээнд хүчдлийн уналт $e(t)$ үйлчилбэл $i(t)$ гүйдэл гүйж R ба C элементүүд дээр v_R ба v_C унана. Эдгээр хүчдлүүдийг Кирхкофын 2-р хуулиар олъё. $e(t) = v_R + v_C$. Эдгээр хүчдлийн утгыг гүйдлээр илэрхийлбэл: $Ri(t) + \frac{1}{c} \int i(t)dt = e(t)$ нэгдүгээр эрэмбийн нэгэн төрлийн биш интеграл шугаман тэгшитгэл болдог.

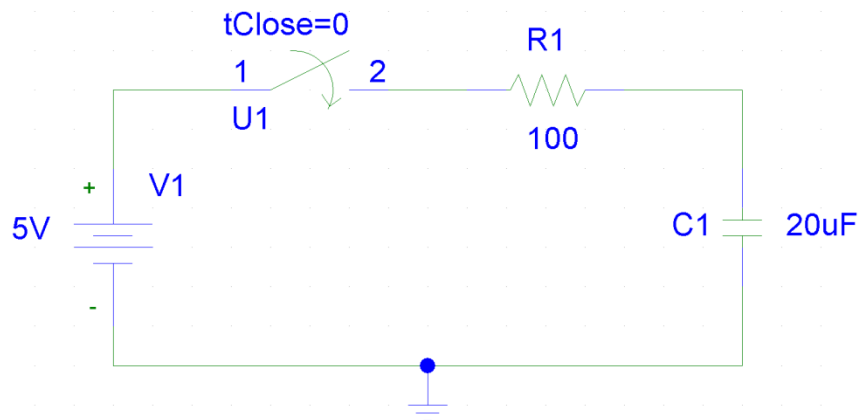


Коммутацын хуулиуд

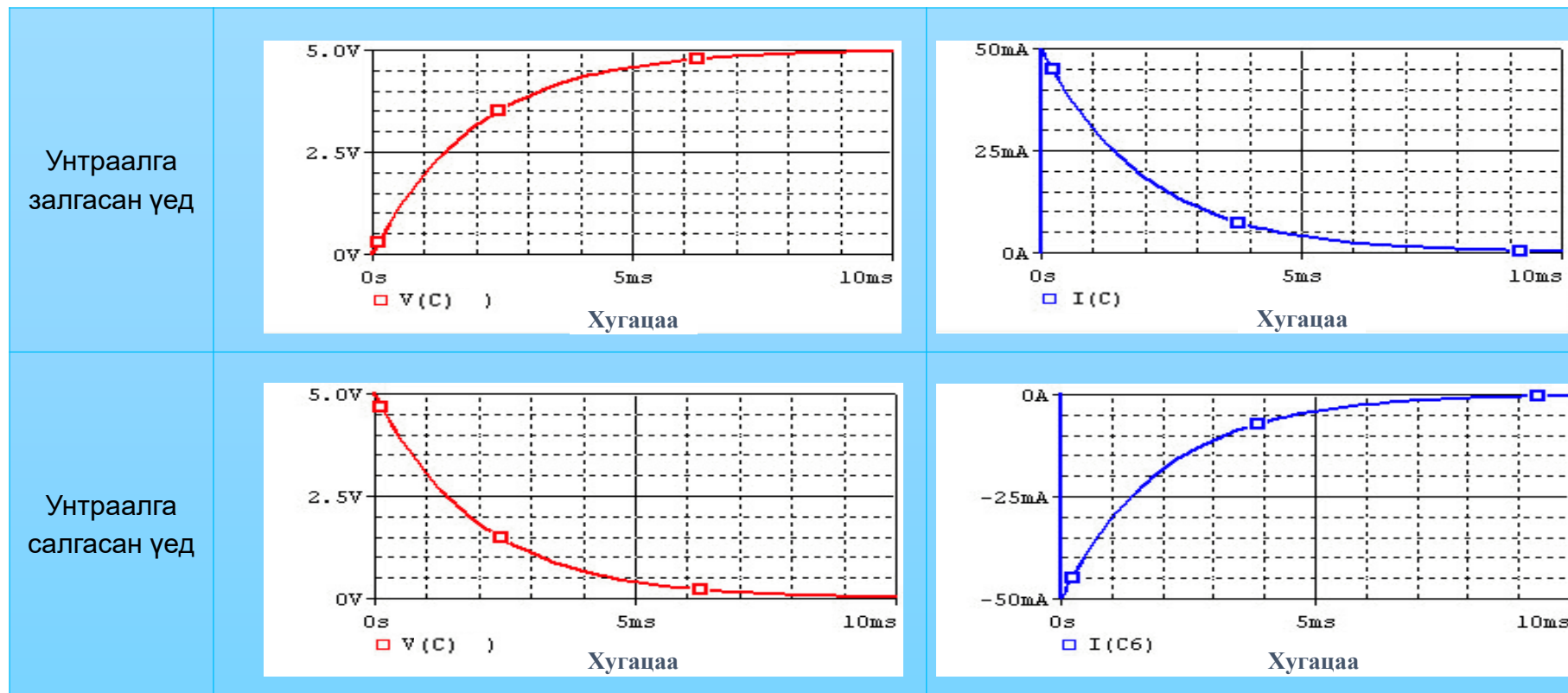
Түлхүүрийг залгасны дараа багтаамж цэнэглэгдэнэ. Үүнд Кирхкофын II хуулиар тэгшитгэл зохионо. $v_R + v_C = E$

Багтаамж залгасан хэлхээн дэх гүйдэл $i = C \frac{dv}{dt}$ –тэй тэнцүү тул эсэргүүцэл дээр унах хүчдэл $v_R = RC \frac{du}{dt}$ болно.

Орлуулбал: $RC \frac{du}{dt} + v_C = E$ болно.



R-C хэлхээн дэх шилжилтийн хэлбэлзэл



Хүчдлийн өөрчлөлт

Гүйдлийн өөрчлөлт

R-C хэлхээн дэх шилжилтийн хэлбэлзэл

Конденсатор дээрх хүчдэлийн утга

$$V_C(t) = E - Ee^{-\frac{t}{\tau}} = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

τ – хугацааны ТОГТМОЛ

Резистор дээрх хүчдэлийн уналт

$$V_R(t) = i(t)R = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$$





3. R-L хэлхээн дэх шилжилтийн хэлбэлзэл

R-L хэлхээн дэх шилжилтийн хэлбэлзэл

Сэлгээ хийх хугацаанд огцом өсөж, сэлгээ хийсний дараа тогтмол утгатай болдог үйлчлэлийг шаталсан үйлчлэл гэнэ.

$$e(t) \begin{cases} E & t \leq 0 - \\ 0 & t \geq 0 + \end{cases}$$

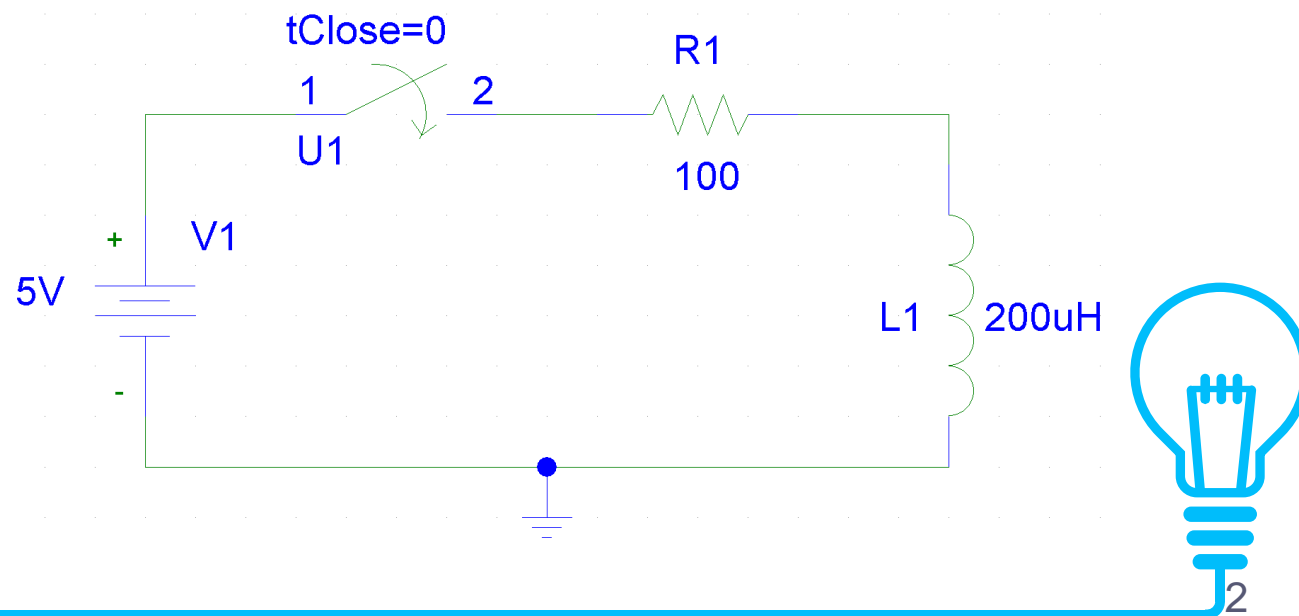
$R - L$ хэлхээг нэгдүгээр эрэмбийн шугаман, нэгэн төрлийн биш дифференциал тэгшитгэл бичье.

$$E = v_R + v_L \quad L \frac{di}{dt} + Ri = E$$

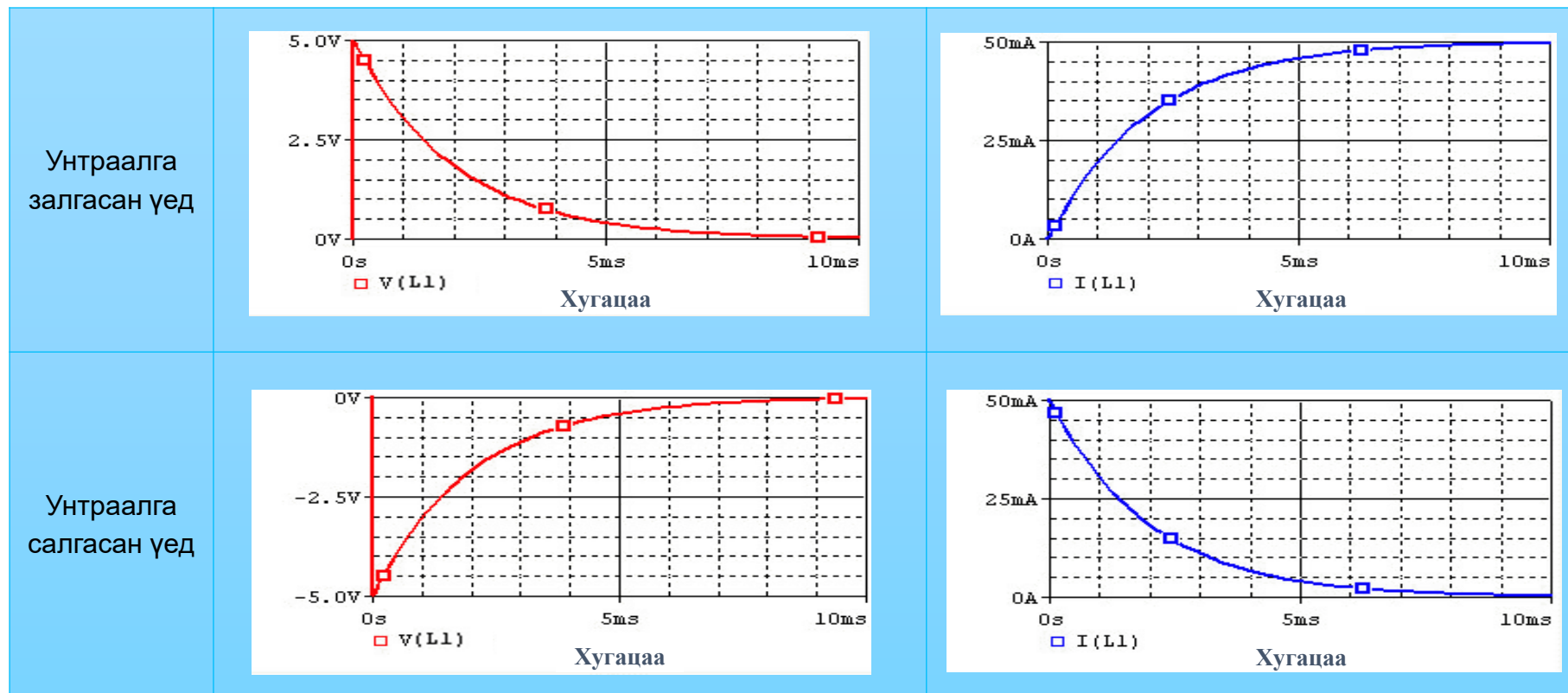


R-L хэлхээн дэх шилжилтийн хэлбэлзэл

Хугацааны тогтмол τ нь гүйдэл тогтворжсон утга хүртлэх өсөх хугацааг заадаг. L болон R дээр унах хүчдэл шилжилтийн процесс явагдах хугацаанд өөрчлөгдөнө. Эсэргүүцэл дээр унах хүчдэл тэгээс E хүртэл өснө.



R-C хэлхээн дэх шилжилтийн хэлбэлзэл



Хүчдлийн өөрчлөлт

Гүйдлийн өөрчлөлт

R-L хэлхээн дэх шилжилтийн хэлбэлзэл

Резистор дээр унах хүчдэл тэгээс E (ЦХХ) хүртэл өсдөг.

$$V_R(t) = i(t)R = E(1 - e^{-\frac{1}{\tau}})$$

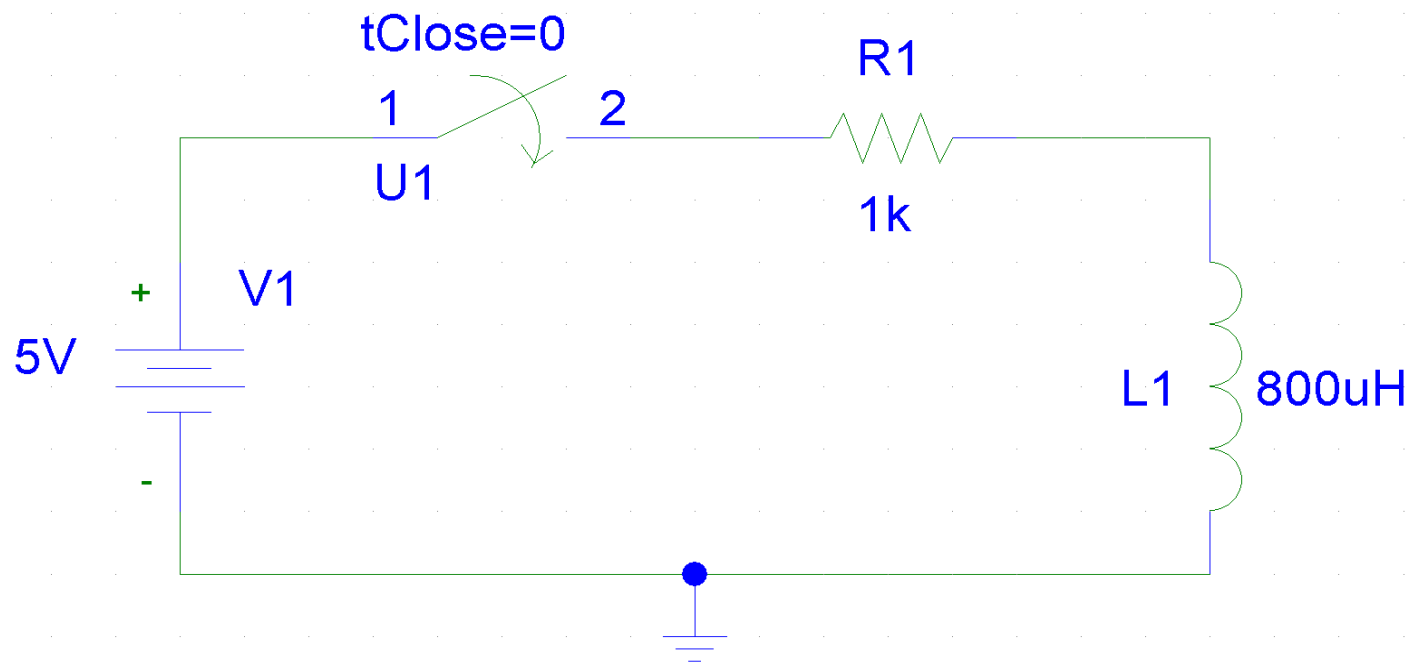
Ороомог дээрх хүчдэл E -ээс 0 хүртэл багасдаг.

$$V_L(t) = E - V_R(t) = Ee^{-\frac{1}{\tau}}$$



Гэрийн даалгавар

Доорх хэлхээг Pspice программ дээр зураад хүчдэл гүйдлийн өөрчлөлтийг харна уу





Thank you for
attention

Анхаарал
хандуулсанд
баярлалаа

Textbook

1. "Basics of Electrical technik" Sh. Angar, N. Dashnyam, S.Lyamkhtsetseg, M. Khuyagdorj, D. Ulzii-Orshikh, 1999
2. "Fundamentals of Electronics", O.Bat-Otgon, 2008
3. "Theory of circuits", B. Dovdon, ISBN 99929-65-17-7
4. "Theory of electrical circuits", Z. Buyankhishig, E. Narantuya, ISBN 978-9997320933



Power point template design by <https://www.free-powerpoint-templates-design.com/computer-hardware-technology-powerpoint-templates>



JR WIL

Social Media Marketing PowerPoint Templates
Social Media Marketing PowerPoint Templates: This template is based on Social Media Marketing. Choose a blue background to emphasize trust and tidiness, and include a variety of...

Plant Dollar coins PowerPoint Templates
Plant Dollar coins PowerPoint Templates: This is an illustrative concept that is used in plants. All the shapes are edited, so...

Global Education PowerPoint Templates
Global Education PowerPoint Templates: This template is a concept for students. In addition, we have a light blue background to catch the attention of the students.