

Basics of Circuit Theory

Chapter-8

Composite circuits, Kirchhoff's laws 1 and 2

Lecturer: Uyanga. O, Ms

Нийлмэл цахилгаан хэлхээ, Кирхгофын 1, 2-р хууль



Агуулга



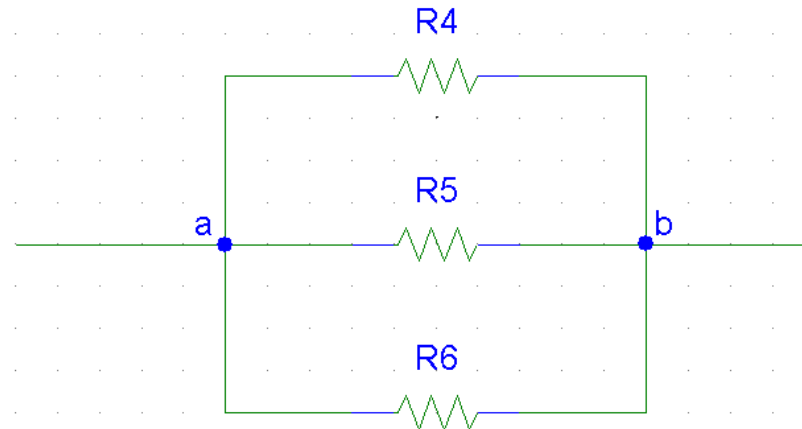
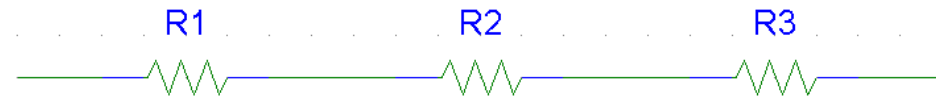
- 01** Нийлмэл цахилгаан хэлхээ ба Омын хууль
- 02** Нийлмэл цахилгаан хэлхээ ба Кирхкофын хууль
- 03** Кирхкофын 1, 2 хуулиар тооцоо хийх
- 04** Жишээ бодлого
- 05** Гэрийн даалгавар



1. Нийлмэл цахилгаан хэлхээ ба Омын хууль

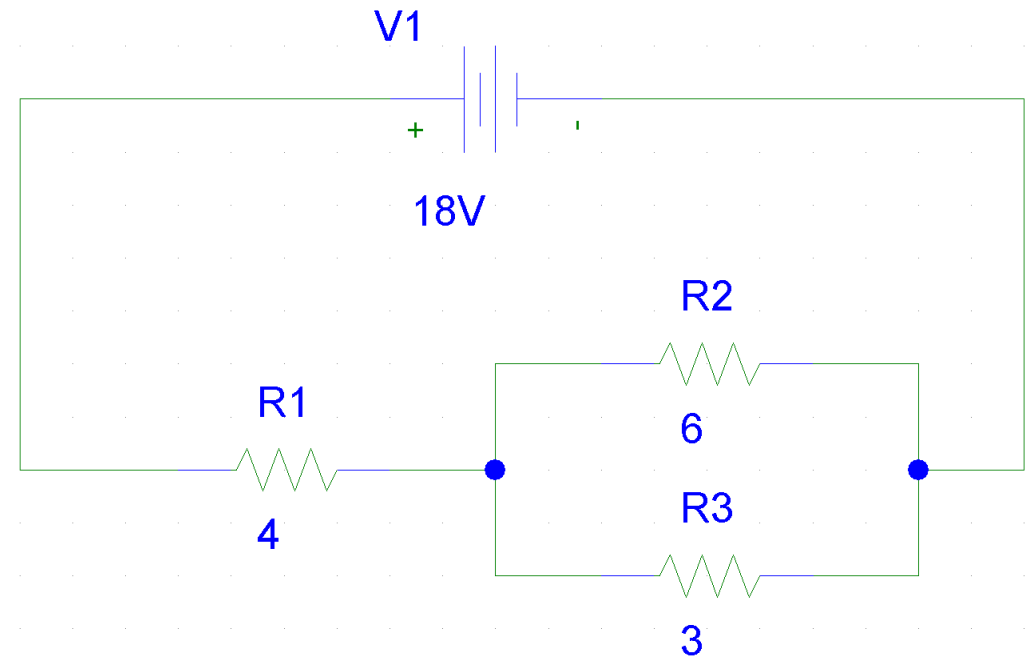
Жишээ нь

4-р хичээл дээр
зэрэгцээ болон цуваа
хэлхээг тооцоолох аргыг
үзсэн.

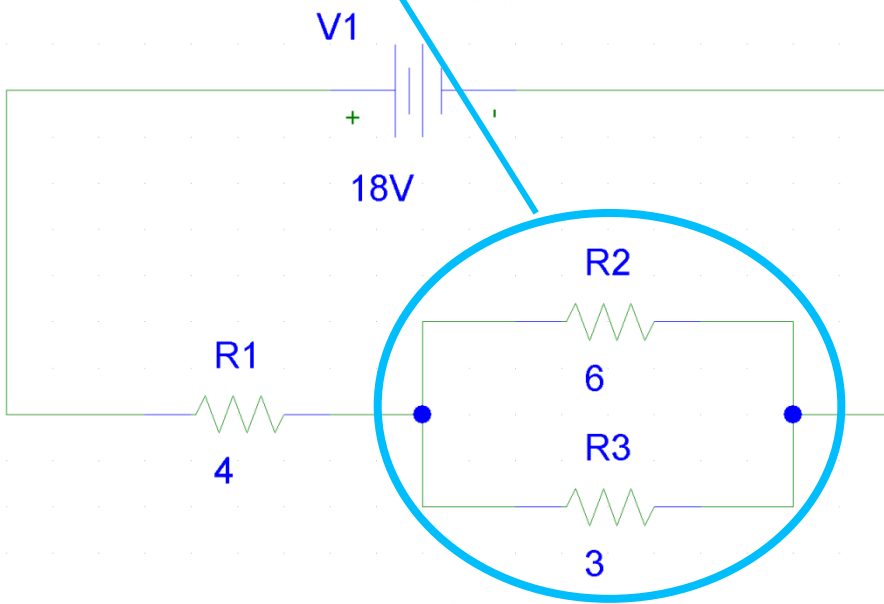


Нийлмэл цахилгаан хэлхээнд тооцоо хийж үзье

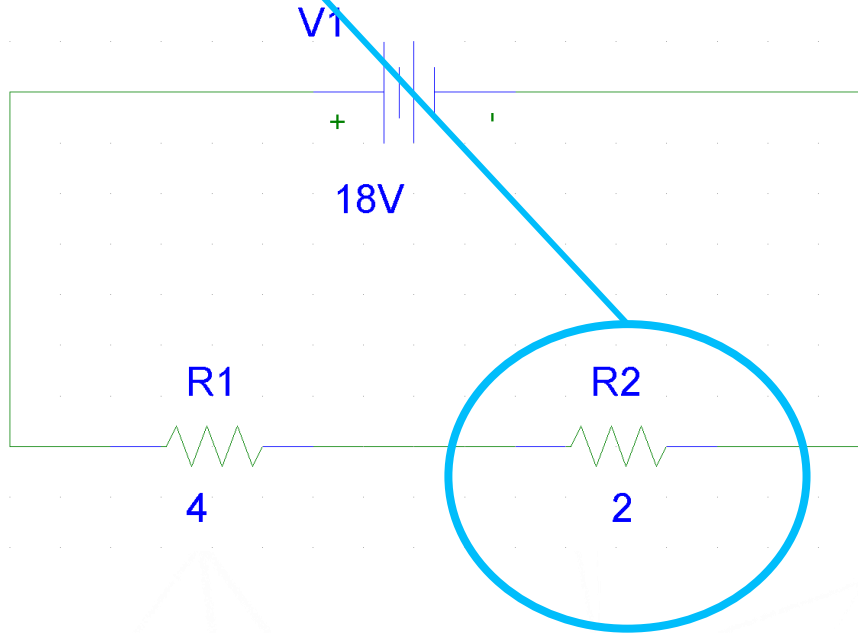
Үүнд хүчдлийн үүсгүүр 18
Вольт 3 ширхэг эсэргүүцэл
байна



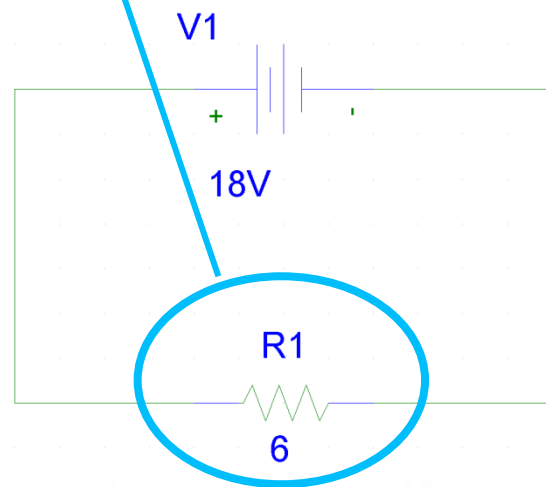
Зэрэгцээ эсэргүүцэл олох томёогоор олно.



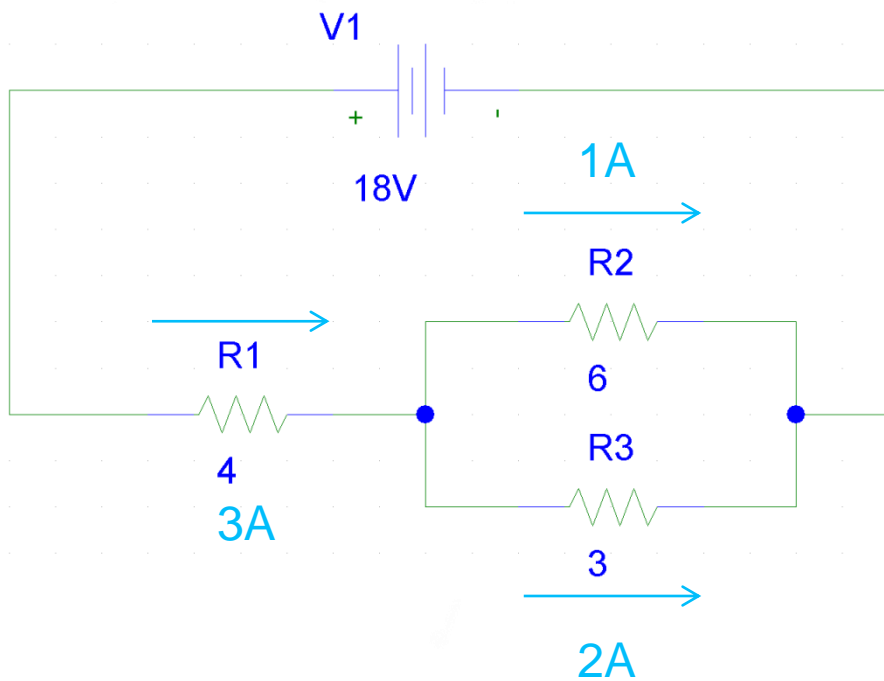
Цуваа эсэргүүцэл олох томёогоор олно.



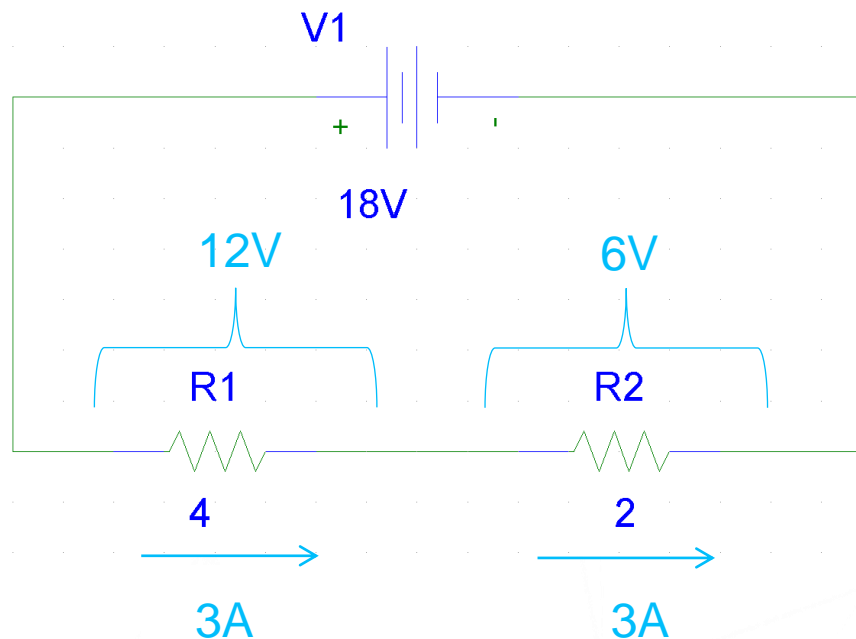
Ингээд нийт эсэргүүцлийг оллоо.



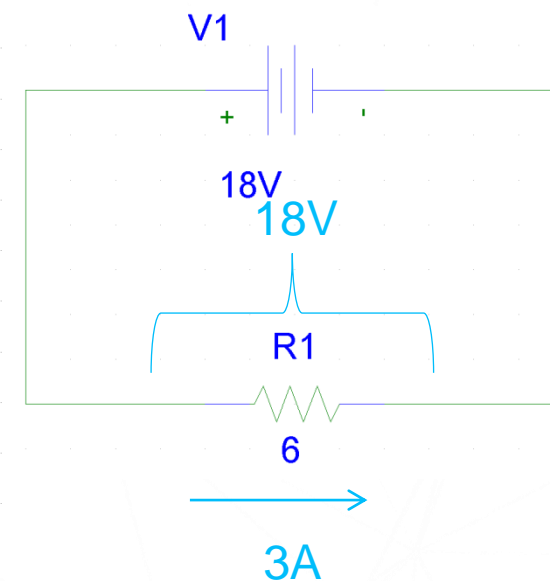
Зэрэгцээ хэлхээгээр гүйдэл хуваагдана.



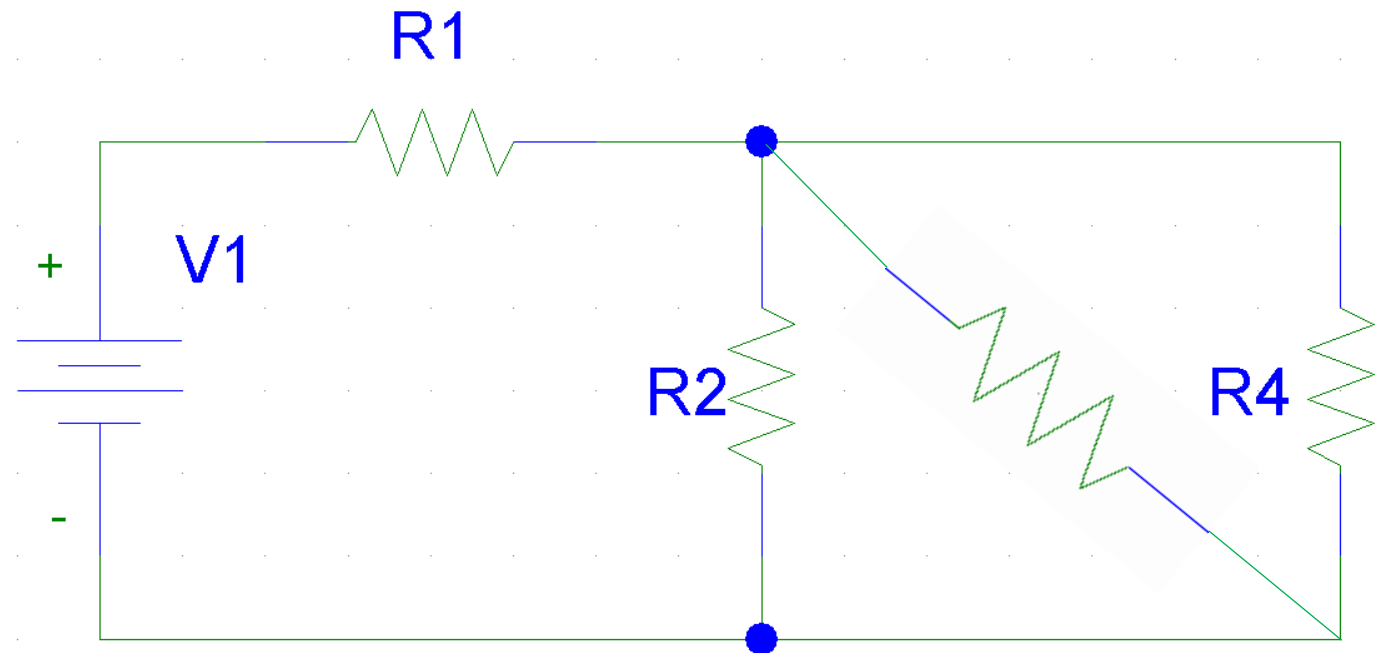
Цуваа хэлхээгээр гүйдэл ижил утгатай.



Нийт гүйдэл



Иймэрхүү нийлмэл цахилгаан хэлхээг тооцоолон бодоход хүндрэлтэй байдаг

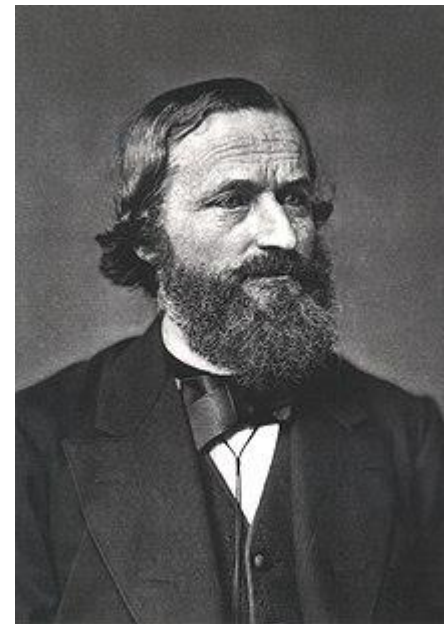




2. Нийлмэл цахилгаан хэлхээ ба Кирхкофын хууль

Кирхгофын I ба II хууль

Цахилгаан хэлхээг задлан шинжлэхэд 1847 онд нээсэн Кирхгофын I ба II хуулиудыг ашиглах бөгөөд эдгээр хуулиуд нь цахилгаан хэлхээг тооцоолох үндэс болдог.



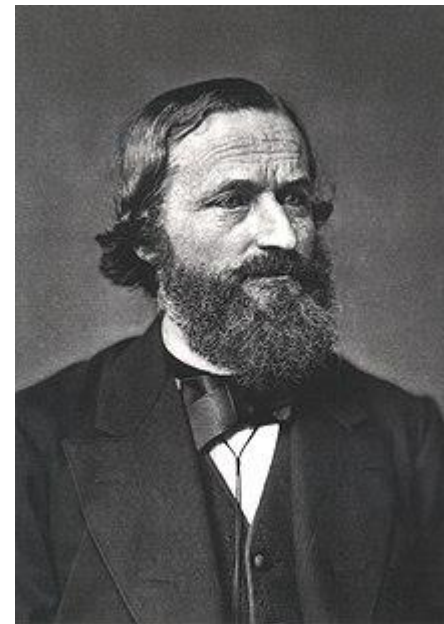
Picture by

https://en.wikipedia.org/wiki/Gustav_Kirchhoff



Кирхгофын I ба II хууль

Нийлмэл цахилгаан хэлхээнд тооцоо хийхдээ Омын хуулиас гадна Кирхкофын хуулийг хэрэглэдэг.



Picture by

https://en.wikipedia.org/wiki/Gustav_Kirchhoff



Гүйдлийн хууль буюу Кирхгофын I хууль

Цахилгаан хэлхээний дурын зангилаан дээрх гүйдлүүдийн алгебр нийлбэр тэгтэй тэнцүү байна.

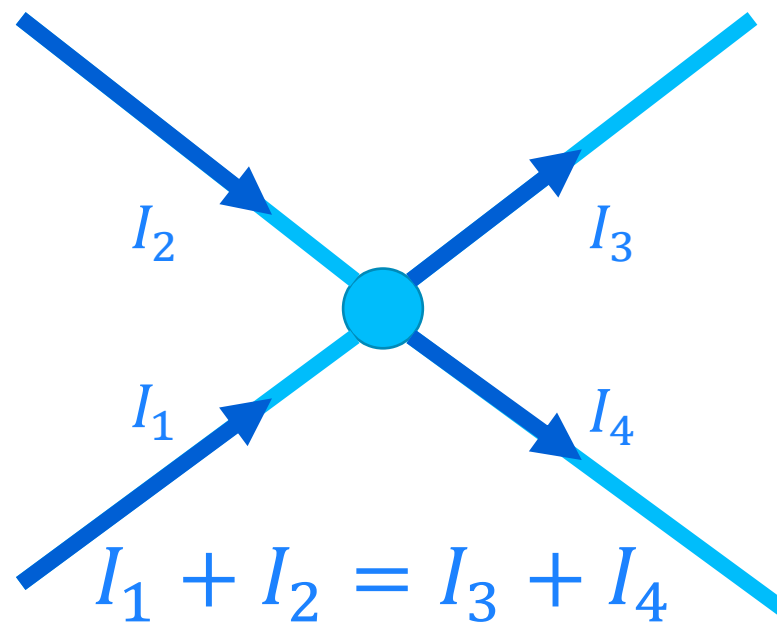
Энэ хуулийг ашиглаж уг зангилаа руу орж байгаа, зангилаанаас гарч байгаа гүйдлүүдийн хувьд тэгшитгэл зохионо.

$$\sum I = 0$$



Гүйдлийн хууль буюу Кирхгофын I хууль

Жишээ нь болгон гүйдлүүдийн чигийг зааж өгье.



Хүчдлийн хууль буюу Кирхгофын II хууль

Цахилгаан хэлхээний дурын хүрээний дээрх хүчдлүүдийн алгебр нийлбэр тэгтэй тэнцүү байна.

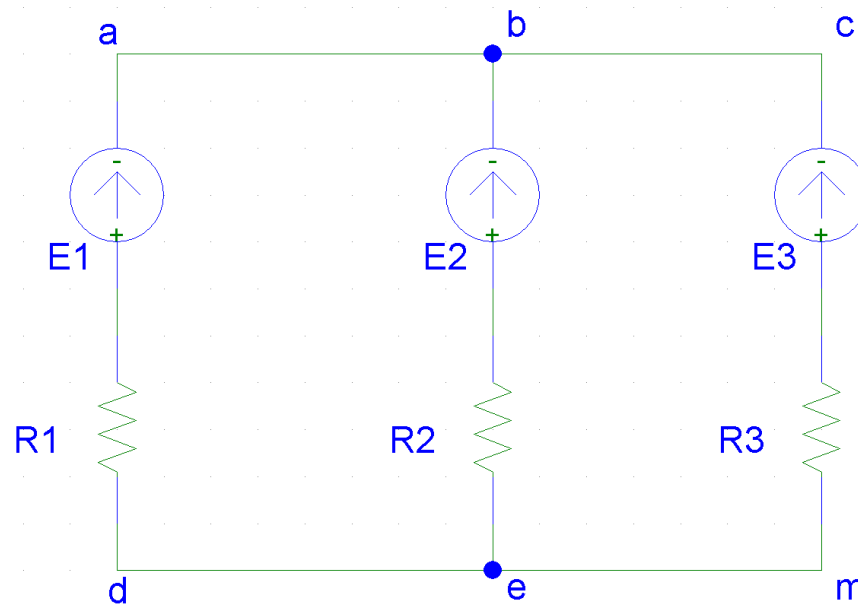
Энэ хуулийг ашиглаж уг хүрээ руу орж байгаа, хүрээнээс гарч байгаа хүчдлийн хувьд тэгшитгэл зохионо.

$$\sum E = \sum IR$$



Кирхгофын хуулийг цахилгаан хэлхээнд хэрэглэх

Цахилгаан хөдөлгөгч хүчний чиглэл туйлаас, хүчдлийн чиглэл гүйдлээс хамаарна. Салааны гүйдлийн чиглэл хүрээний гүйдлийн чиглэлтэй давхацвал нэмэх, эсрэг тохиолдолд хасах тэмдэгээр авна.



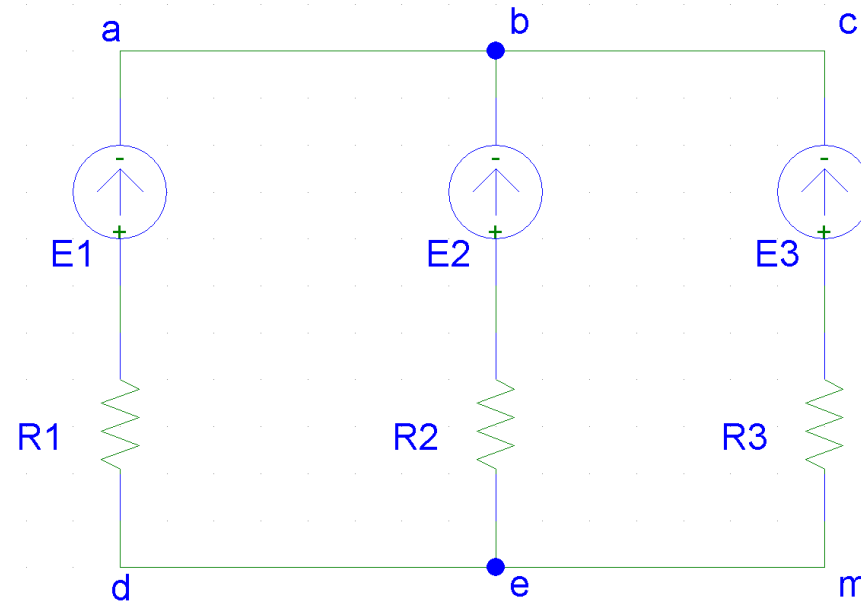
Кирхгофын хуулийг цахилгаан хэлхээнд хэрэглэх

Доорх хэлхээг харвал:

be- зангилаа

be, bade, bсme-салаа

abeda, bсmeb, асmda-хүрээ



Кирхгофын хуулийг цахилгаан хэлхээнд хэрэглэх

Цахилгаан хэлхээний ЦХХ, эсэргүүцлүүд мэдэгдэж байвал гүйдлийг дараах аргаар олно. Үүнд:

- Салааны гүйдлийн чиглэлийг өөрөө дураараа сонгож аваад n зангилааны тоог нэгээр хорогдуулан кирхгофын I хуулиар $n-1$ тэгшитгэл бичнэ.
 - Хүрээний гүйдлийн чиглэлийг өөрөө сонгоод m салааны тооноос n зангилааны тоог хасаад нэгийг нэмж Кирхгофын II хуулиар $m-n+1$ гэж тэгшитгэл бичнэ.



Кирхгофын хуулийг цахилгаан хэлхээнд хэрэглэх

Тэгшитгэлийг бодож тооцоо хийсний дараа гүйдэл хасах утгатай гарвал чиглэлийг өөрчилж түрүүчийн авсан чиглэлийн эсрэг зурж нэмэх болгоно.



Кирхгофын хуулийг цахилгаан хэлхээнд хэрэглэх

Хэд хэдэн үүсгэвэртэй цахилгаан хэлхээг нийлмэл цахилгаан хэлхээ гэнэ. Ийм цахилгаан хэлхээ нь зангилаа, салаа, хүрээнээс бүрдэнэ.

3-аас дээш гүйдэл нэг цэгт уулзсаныг зангилаа, 2 зангилааны хооронд гүйдэл нэг утгатай байх хэлхээний хэсгийг салаа, гүйдэл битүүрэх хэсгийг хүрээ гэнэ.



Нийлмэл цахилгаан хэлхээ

Цахилгаан хэлхээний элементүүдийн холболтын цэгийг зангилаа гэнэ.

Хэрэв 2 элемент холбогдсон байвал ердийн зангилаа гэх бөгөөд хоёроос дээш тооны элемент холбогдсон бол нийлмэл зангилаа болно.

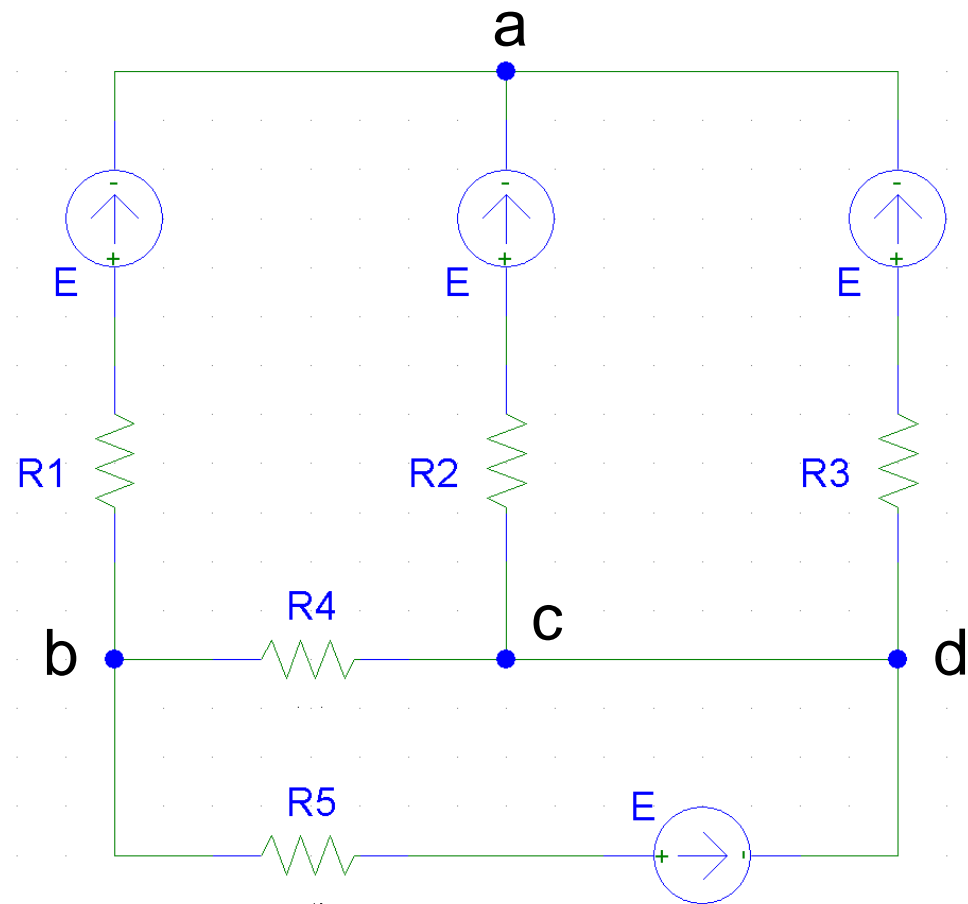


Кирхгофын хуулийг цахилгаан хэлхээнд хэрэглэх

Зангилаа хөх $abdc$ ● цэгүүд зангилаа юм.

$acba$, $adca$, $bcdb$ –үүд хүрээ юм.

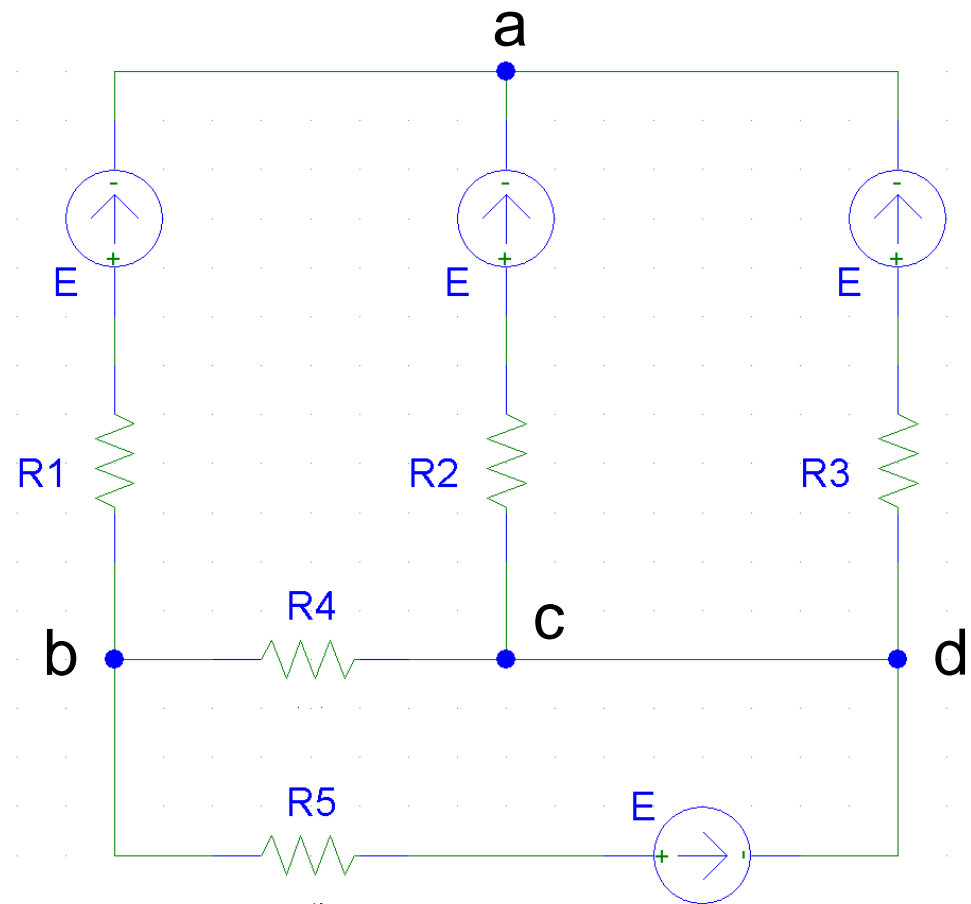
Тэгвэл салаа нь 2 зангилааг холбосон хоорондын холбоосыг хэлнэ.



Кирхгофын хуулийг цахилгаан хэлхээнд хэрэглэх

Энэ хэлхээ нь 4 зангилаанаас бүрджээ. (abcd)

Эндээс харахад cd зангилааны хооронд хэрэглэгч байхгүй байгаа тул нэг гэж үзнэ.



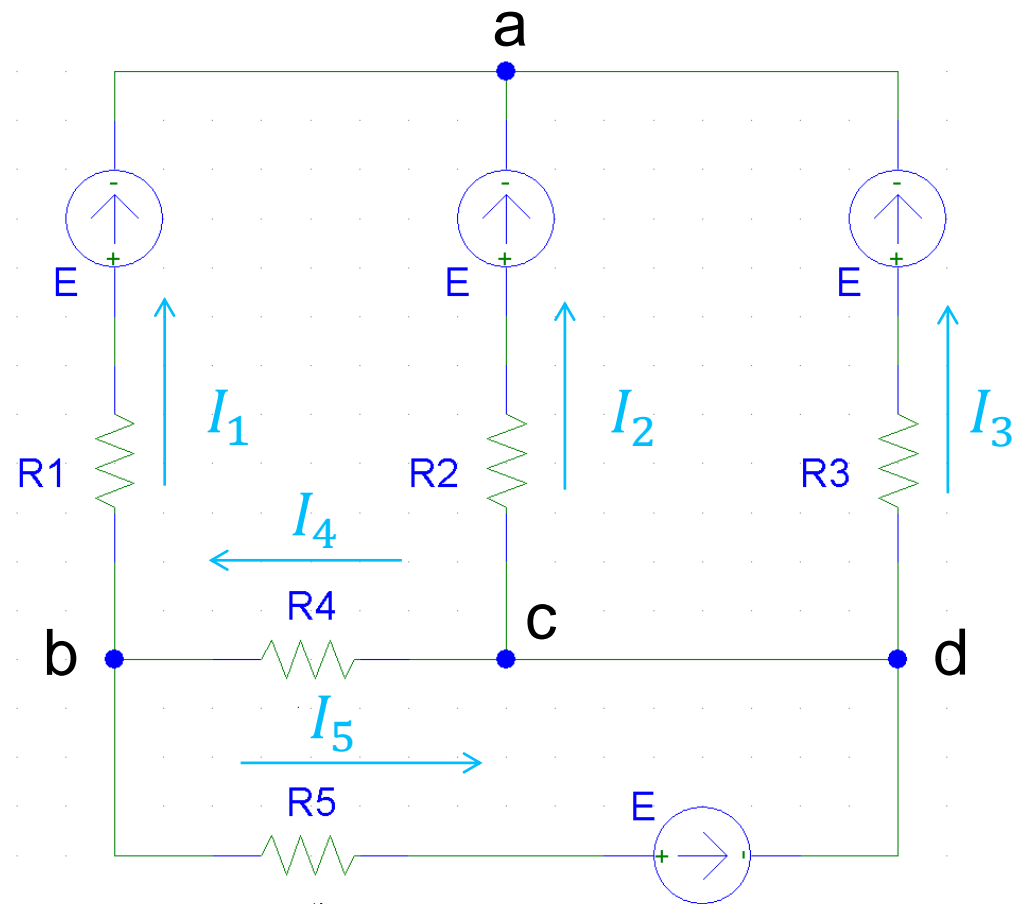
Кирхгофын хуулийг цахилгаан хэлхээнд хэрэглэх

Энэхүү хэлхээ нь зангилаанаас бүрдсэн тэгшитгэл зохионо.

$$\text{a зангилаанд } I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

$$\text{c зангилаанд } I_5 - I_3 - I_2 - I_4 = 0$$

3
2



5 үл мэдэгдэх гүйдэл байна



Кирхгофын хуулийг цахилгаан хэлхээнд хэрэглэх

acba хүрээнд:

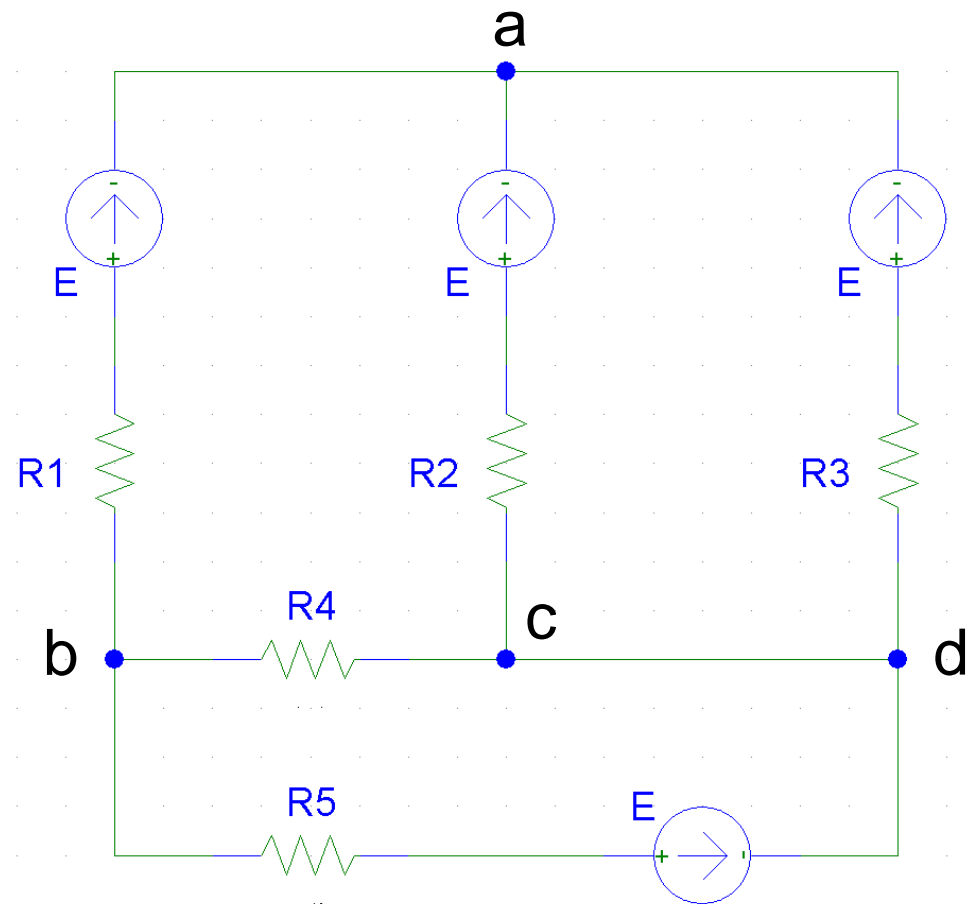
$$E_1 - E_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2 + I_4 R_4$$

adca хүрээнд:

$$E_2 - E_3 = I_2 R_2 - I_3 R_3$$

bcdcb хүрээнд:

$$E_5 = I_5 R_5 + I_4 R_4$$



Кирхкофын 1, 2 хуулиар тооцоо хийх

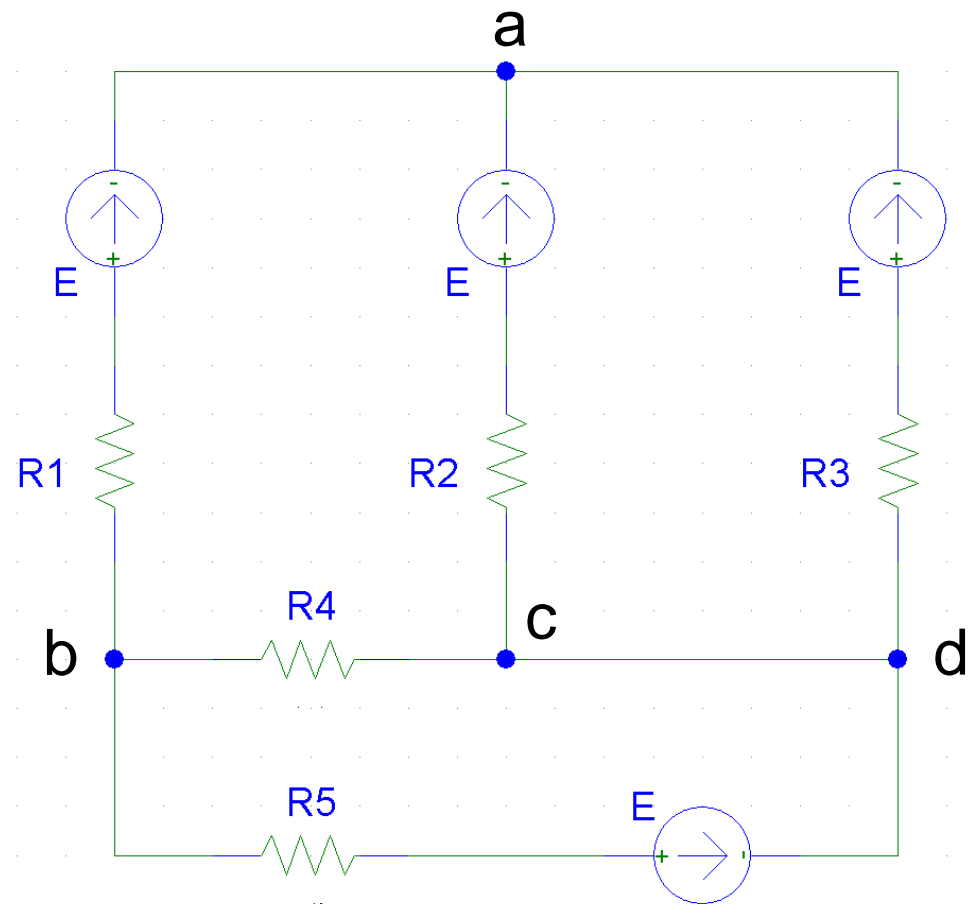
Дээрхи тэгшитгэлийг бодсоны дараа тооцоо зөв бурууг шалгахын тулд чадлын балансыг зохиодог. Энэ нь энерги хадгалагдах хуультай адилхан юм. Энерги үүсгүүрийн чадлын алгебр нийлбэр хэрэглэгчдийн чадлын арифметик нийлбэртэй тэнцүү байна.



Кирхгофын хуулийг цахилгаан хэлхээнд хэрэглэх

Энэ схемийн чадлын балансын ТЭГШИТГЭЛ

$$E_5 I_5 + E_1 I_1 - E_2 I_2 - E_3 I_3 = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5 \quad \text{БОЛНО}$$





3. Кирхкофын 1, 2 хуулиар ТООЦОО ХИЙХ

Кирхкофын 1, 2 хуулиар тооцоо хийх

Кирхкофын 1, 2 хуулийг ашиглаж тооцоо хийхдээ үл мэдэгдэгчийг олох Гауссын аргыг аргыг хэрэглэх нь тохиромжтой байдаг.



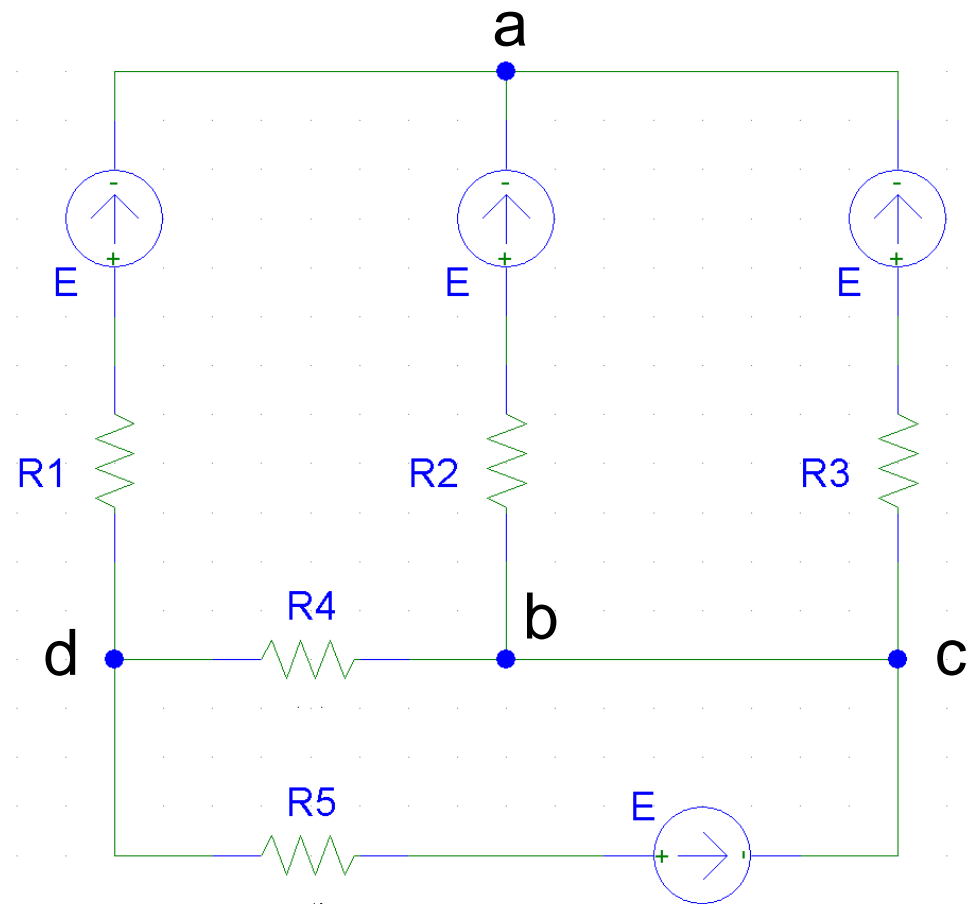
Кирхгофын 1, 2 хуулиар тооцоо хийх

Энэхүү хэлхээний салаа тус бүрийн гүйдлийг олж шалгаж үзье.

$$E_1 = 10 \text{ В}, E_2 = 8 \text{ В}, E_3 = 12 \text{ В},$$

$$E_5 = 14 \text{ В}, R_1 = R_5 = 3 \Omega,$$

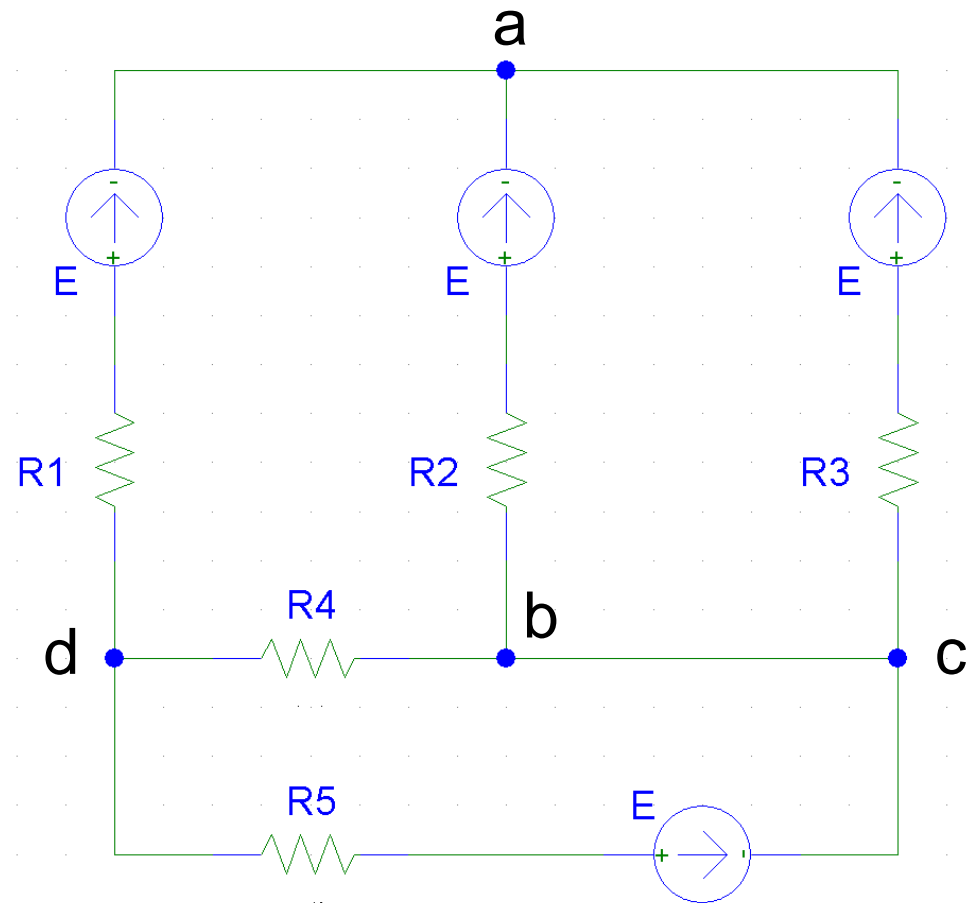
$$R_2 = R_4 = 4 \Omega, R_3 = 2 \Omega$$



Кирхкофын 1, 2 хуулиар тооцоо хийх

а зангилаанд $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

d зангилаанд $I_4 - I_1 - I_5 = 0$



Кирхгофын 1, 2 хуулиар тооцоо хийх

abda хүрээнд:

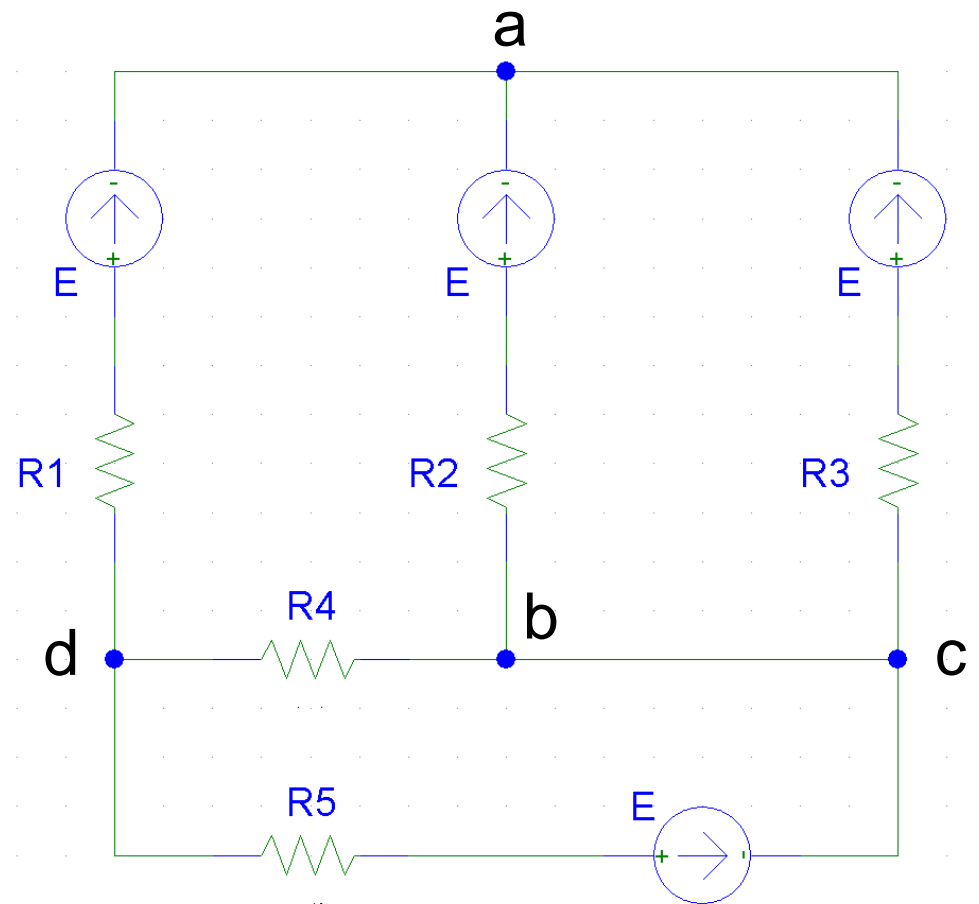
$$E_1 - E_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2 + I_4 R_4$$

bacb хүрээнд:

$$E_2 - E_3 = I_2 R_2 - I_3 R_3$$

dbcd хүрээнд:

$$E_5 = I_5 R_5 + I_4 R_4$$



Кирхгофын 1, 2 хуулиар тооцоо хийх

Тэгшитгэлд тоон утгыг орлуулья:

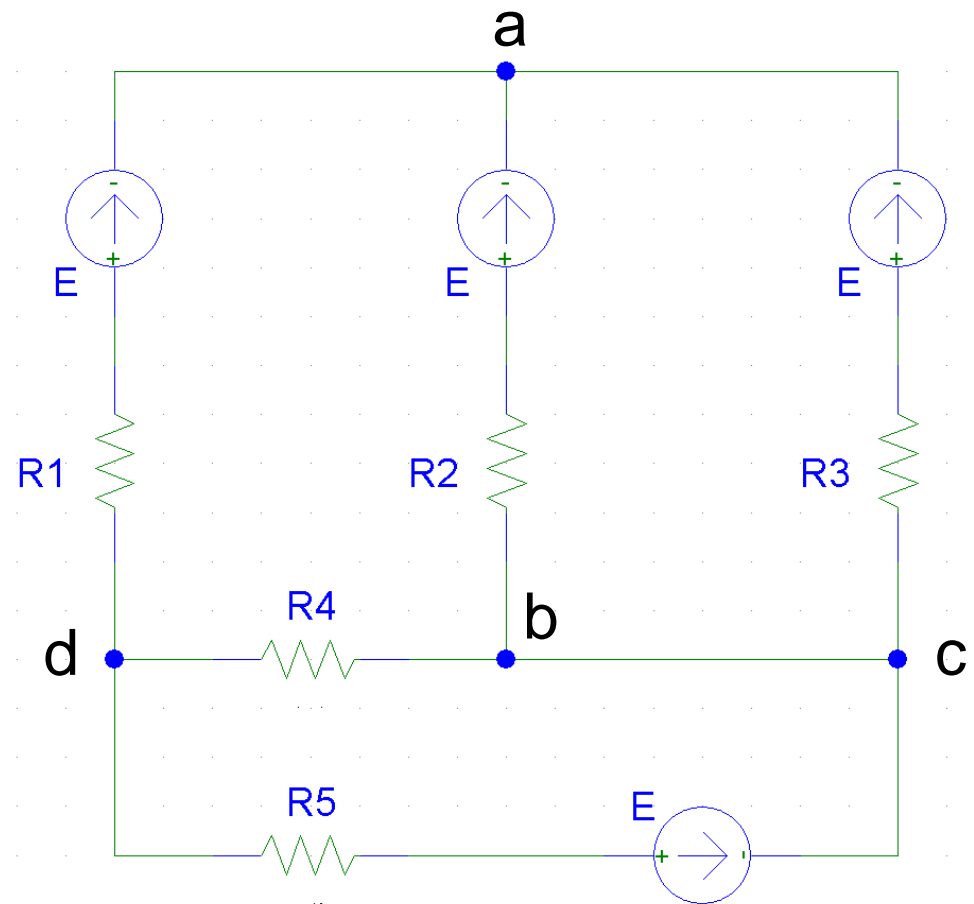
$$10 - 8 = I_1 3 - I_2 4 + I_4 4$$

bacb хүрээнд:

$$8 - 12 = I_2 4 - I_3 2$$

dbc d хүрээнд:

$$14 = I_5 4 + I_4 5$$

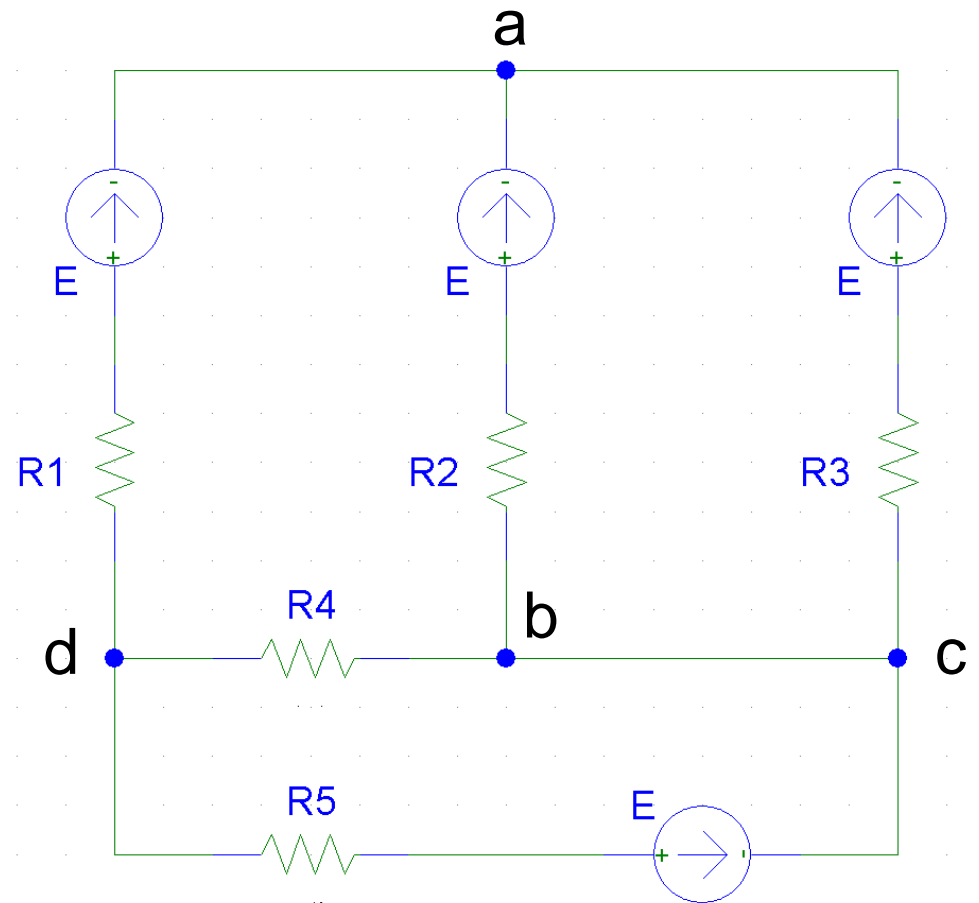


Кирхгофын 1, 2 хуулиар тооцоо хийх

$I_1 = 2 - 3I_2$ Энэ гаргаж ирсэн гүйдлээ. Хүрээний $10 - 8 = I_1 3 - I_2 4 + I_4 4$ эхний тэгшитгэлд орлуулъя.

$$2 = (2 - 3I_2)3 - I_2 4 + I_4 4$$

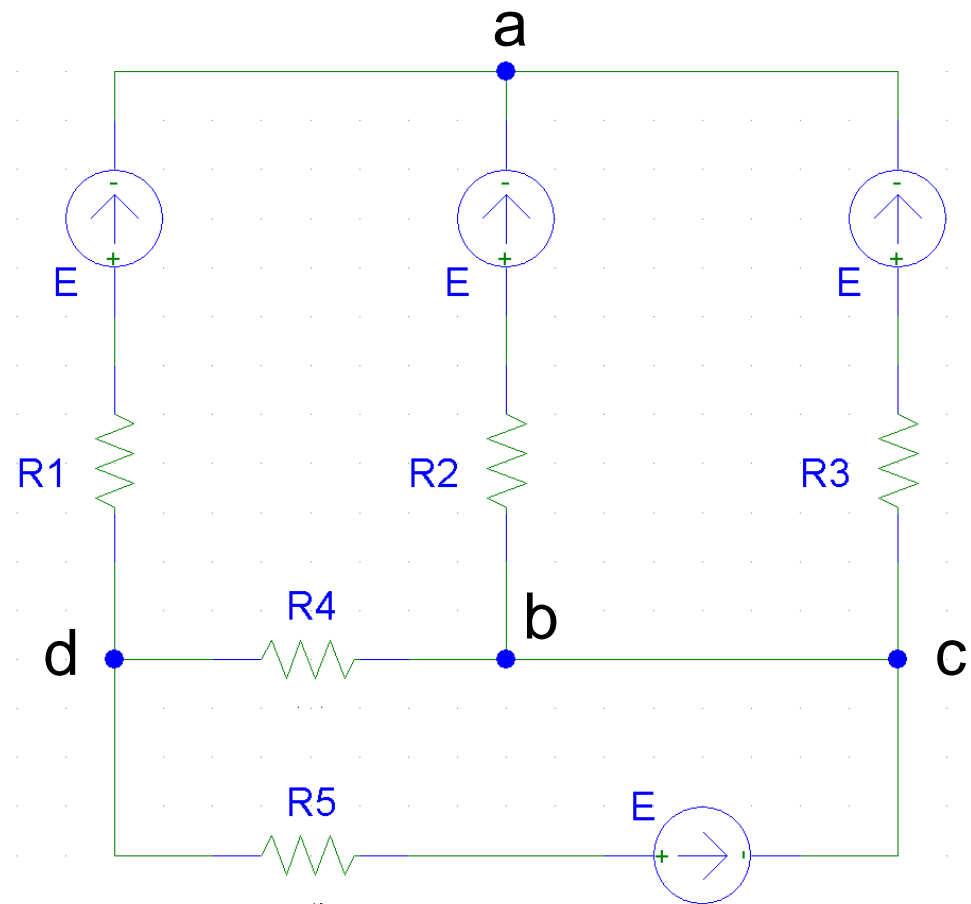
$$8 = -13I_2 + 4I_4 \text{ болно.}$$



Кирхгофын 1, 2 хуулиар тооцоо хийх

Орлуулж олсон $8 = -13I_2 + 4I_4$ тэгшитгэлээ $dbcd$ хүрээний $E_5 = I_5R_5 + I_4R_4$ –тэй эмхэтгээд системт тэгшитгэл болгоё.

$$\begin{cases} 8 = -13I_2 + 4I_4 \\ 14 = 3I_4 + 4I_5 \end{cases}$$



Кирхгофын 1, 2 хуулиар тооцоо хийх

$$\begin{cases} 8 = -13I_2 + 4I_4 \\ 14 = 3I_5 + 4I_4 \end{cases}$$

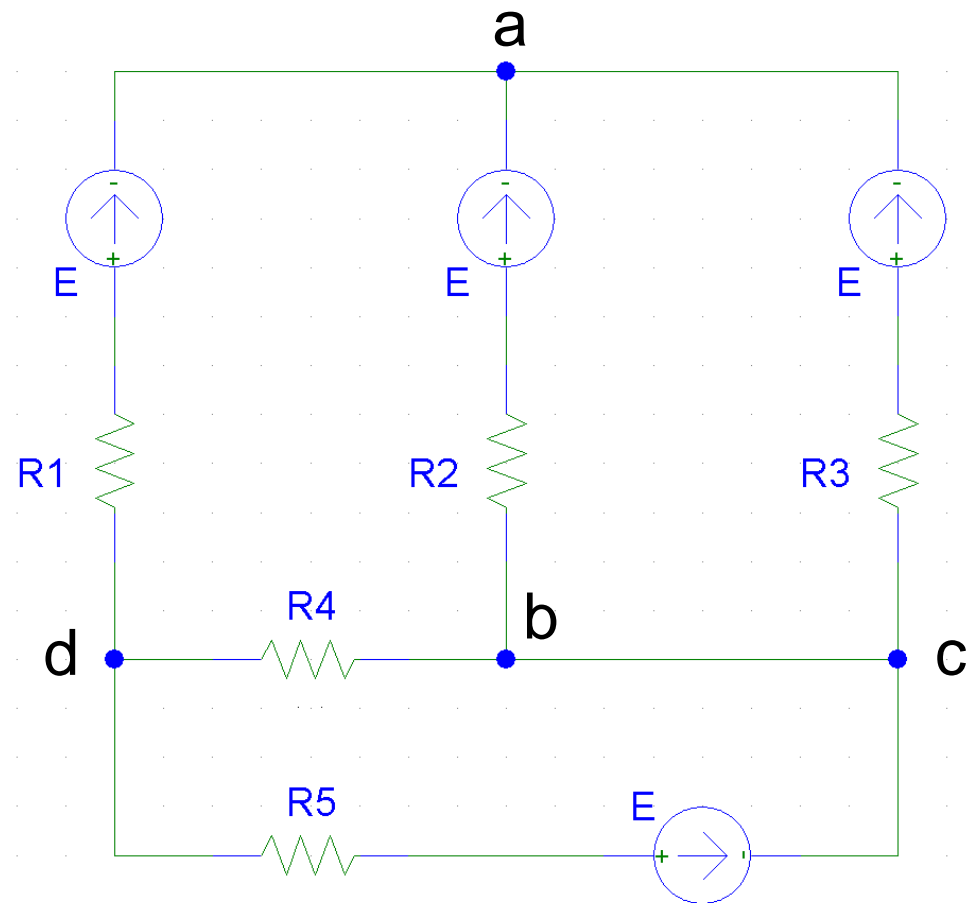
$$I_5 = I_4 + 3I_2 + 2 \leftarrow \text{d зангилаан дээрх гүйдэл}$$

$$\square 14 = 3(I_4 + 3I_2 + 2) + 4I_4$$

$$\square 8 = 7I_4 + 9I_2$$

Тэгшитгэлээс I_4 – ийг олбол:

$$I_4 = \frac{8+13I_2}{4} \text{ болно.}$$



Кирхкофын 1, 2 хуулиар тооцоо хийх

$$I_4 = \frac{8 + 13I_2}{4} \longrightarrow 8 = 7\left(\frac{8 + 13I_2}{4}\right) + 9I_2 \longrightarrow 8 = \frac{56 + 91I_2}{4} + 9I_2$$

$$32 = 56 + 91I_2 + 36I_2 \longrightarrow -24 = 127I_2 \longrightarrow I_2 = -0.189A$$

$$I_4 = 1.38A$$

$$14 = 3I_5 + 4I_4 \longrightarrow I_5 = 2.82A$$

$$I_1 = 2 - 3I_2 \longrightarrow I_1 = -1.433A$$

$$-4 = I_2 4 - I_3 2 \longrightarrow I_3 = 1.622A$$



Кирхкофын 1, 2 хуулиар тооцоо хийх

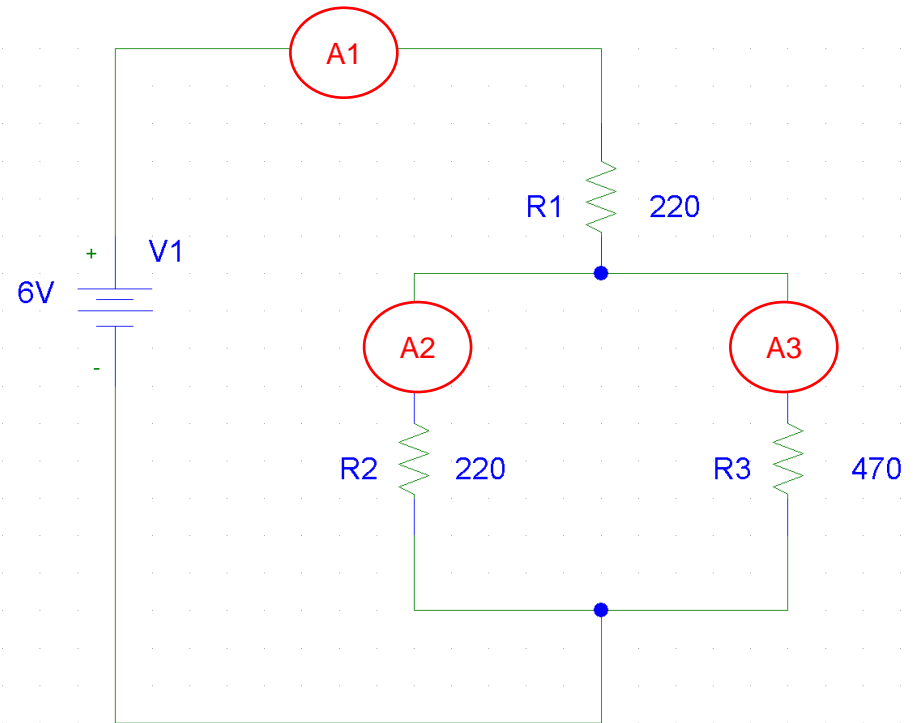
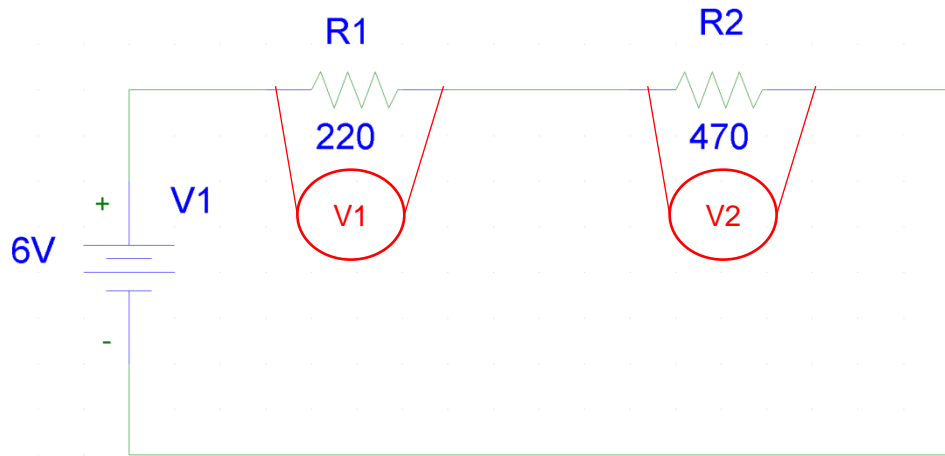
Нийлмэл цахилгаан хэлхээг Кирхкофын хуулиар бодоход төвөгтэй байдаг тул дараах хэдэн аргуудыг бас хэрэглэж болдог. Үүнд

1. Мөчрийн гүйдлийн арга
2. Хүрээний гүйдлийн арга
3. Зангилааны хүчдлийн арга
4. Давхцуулах арга
5. Дүйц үүсгүүрийн арга



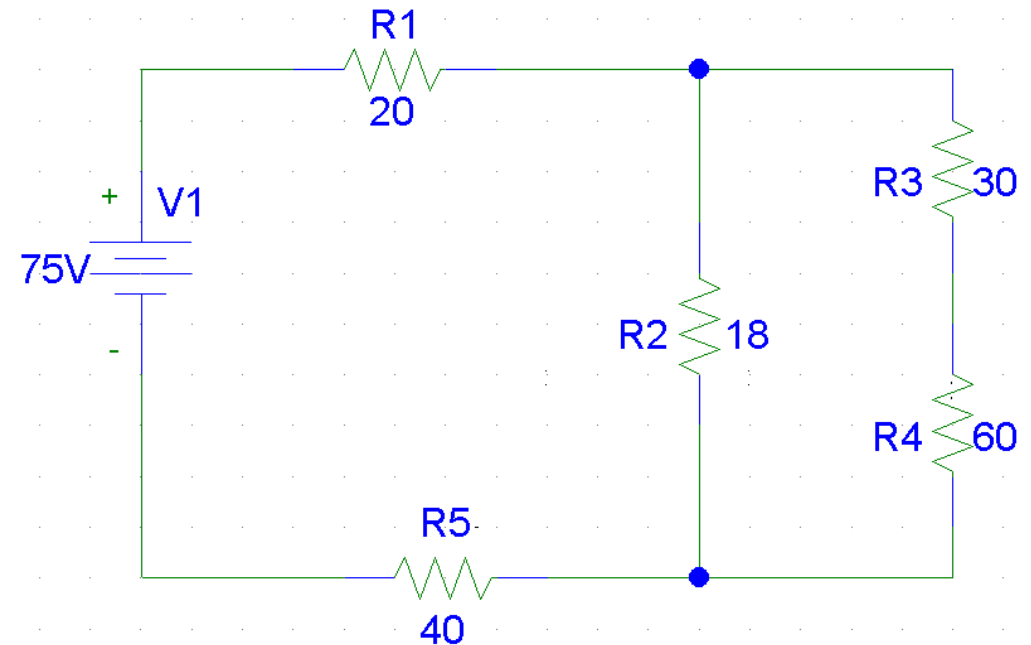
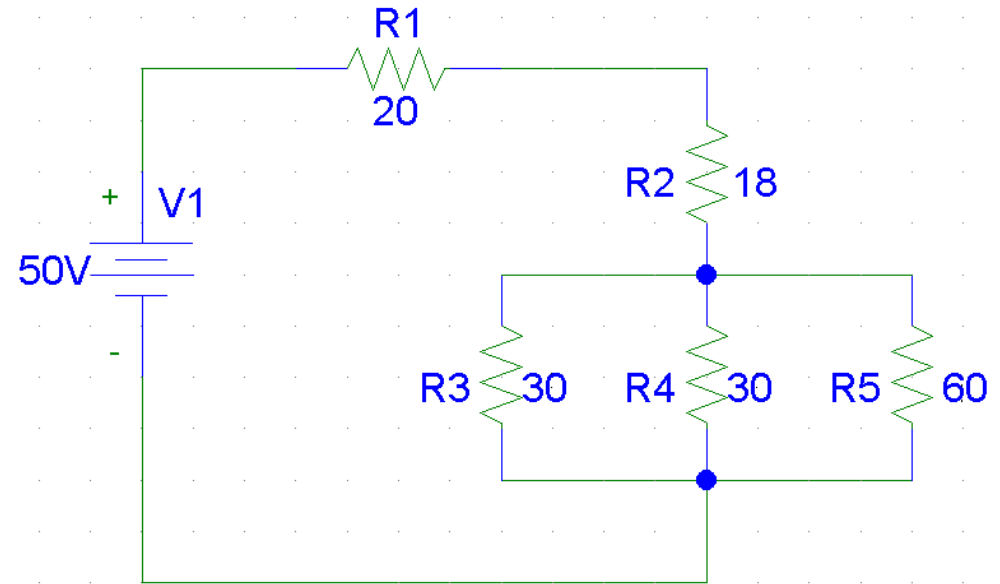
Гэрийн даалгавар

Доорх хэлхээний улааруулсан утгуудыг олно уу.



Гэрийн даалгавар

Хоёр хэлхээний нийт эсэргүүцэл болон гүйдлийн утгуудыг олно 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 by many plants. All the shapes are edited, so...

Global Education PowerPoint Templates
Global Education PowerPoint Templates: This template is a collection of slides for students. In addition, we have a blue background to catch the eye.

Free PPT Templates
59 Slides

Free PPT Templates
48 Slides

Free PPT Templates