

# Basics of Circuit Theory

## Chapter-11

### AC circuit

Lecturer: Uyanga. O, Ms

# Хувьсах гүйдлийн цахилгаан хэлхээ



# Агуулга



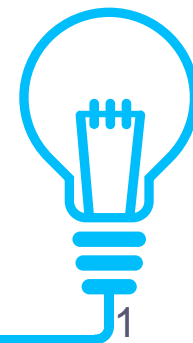
- 01** Бодит эсэргүүцэлтэй хэлхээ
- 02** Бодит эсэргүүцэлтэй хэлхээний чадал
- 03** Нөлөөмжийн ороомогтой хэлхээ
- 04** Багтаамжийн эсэргүүцэлтэй хэлхээ
- 05** Бодит эсэргүүцэл, багтаамж ба нөлөөмжийн ороомгоос бүрдсэн цахилгаан хэлхээ
- 06** Гэрийн даалгавар



# 1. Бодит эсэргүүцэлтэй хэлхээ

## Бодит эсэргүүцэлтэй хэлхээ

Тогтмол гүйдлийн цахилгаан хэлхээнд хүчдэл тогтмол байхад гүйдэл чадал болон цахилгаан буюу соронзон орны энерги нь тогтмол утгатай байдаг. Хувьсах гүйдлийн хэлхээнд явагдах процесс тогтмол гүйдлийнхээс эрс ялгаатай байдаг. Хэлхээнд хувьсах хүчдэл өгөхөд цахилгаан орон ба түүний энерги өөрсчлөгдсөнөөр хувьсах гүйдэл гүйнэ.



## Бодит эсэргүүцэлтэй хэлхээ

Хувьсах гүйдлийн соронзон орны нөлөөгөөр хэлхээнд өөрийн индукцын ЦХХ үүсдэг. ЦХХ нь соронзон урсгалаас хугацаагаар авсан уламжлалтай пропорцианаль хамааралтай  $e = -\frac{d\varphi}{dt}$  байна. Мөн синусийн хуулиар өөрчлөгддөг.

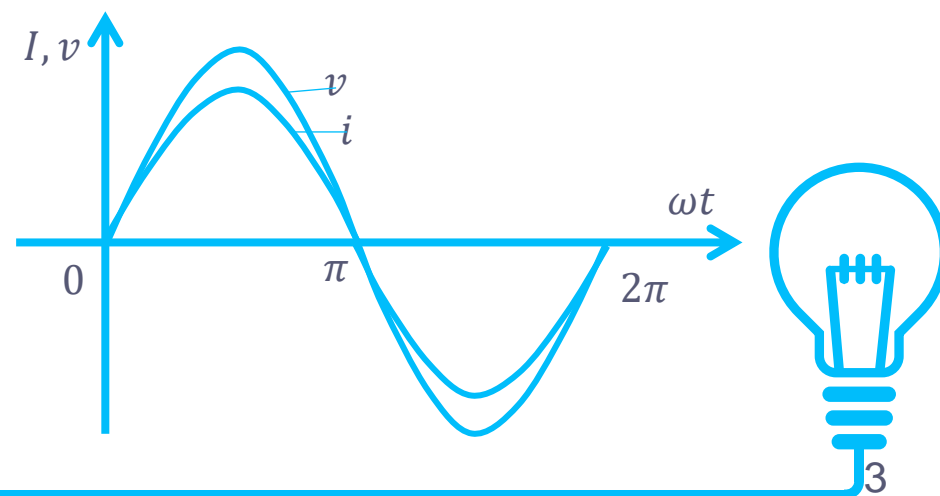
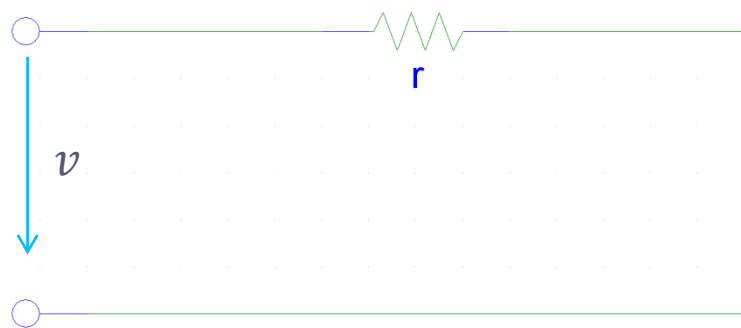
Цахилгаан хэлхээнд цахилгаан соронзон орны энергийг дулааны энерги болгон хувиргахад бодит эсэргүүцэл  $r$ , багтаамж  $C$ , нөлөөмжийн ороомог  $L$  гэсэн элементүүд гол үүргийг гүйцэтгэнэ.



## Бодит эсэргүүцэлтэй хэлхээ

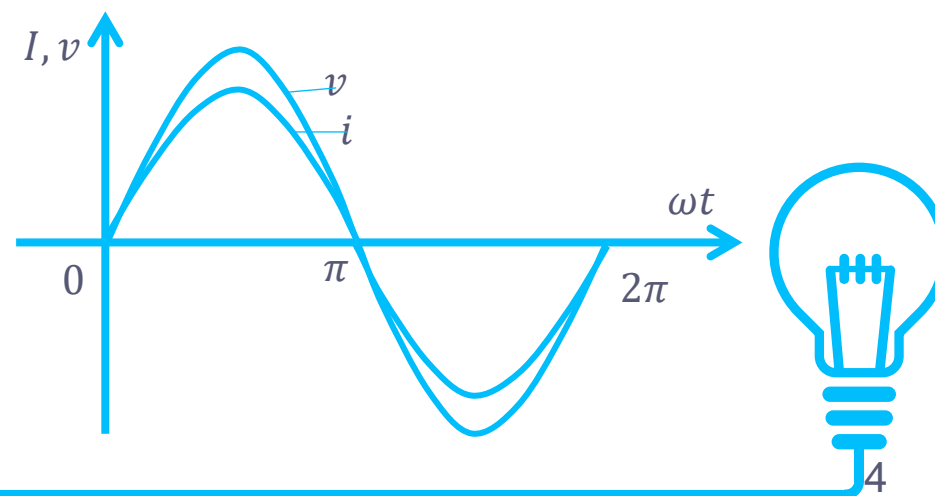
Бодит эсэргүүцэл холбогдсон хувьсах гүйдлийн хэлхээг доор зураганд үзүүлэв. Оролтонд

$v = V_m \sin \omega t$  хүчдэл өгвөл уг хэлхээний гүйдэл Омын хуулиар  $i = \frac{v}{r} = \frac{V_m \sin \omega t}{r}$  болно. Энэ гүйдлийн амплитуд утга нь  $I_m = V_m / r$



## Бодит эсэргүүцэлтэй хэлхээ

Бодит эсэргүүцэлтэй үед фазаараа давхцаж байгааг доорх зурагнаас харж болно. Бодит эсэргүүцэлтэй хэлхээний хувьд омын хууль эгшин зуурын утга болон үйлчлэх утгуудад хүчинтэй байна.





## 2. Бодит эсэргүүцэлтэй хэлхээний чадал

## Бодит эсэргүүцэлтэй хэлхээний чадал

Хүчдэл гүйдлийн эгшин зуурын утгын үржвэр нь чадлыг тодорхойлдог  $p = u * i$ .

Бодит эсэргүүцэлтэй хэлхээний эгшин зуурын чадал нь цахилгаан энергийг дулааны энергид хувиргах хурдыг харуулна.



## Бодит эсэргүүцэлтэй хэлхээний чадал

$t$  хугацаанд  $V = 220\text{В}$ , гүйдэл нь  $I = 2\text{А}$  байх үед эсэргүүцэл нь  $r = \frac{V}{I} = \frac{110}{2} = 55 \Omega$  болдог.

Чадал нь  $P = U * I = 110 * 2 = 220$  ватт болох буюу энэ нь  $t$  хугацаанд цахилгаан энерги дулааны энергид  $220$  Дж/с хурдтайгаар шилжиж байна.



## Бодит эсэргүүцэлтэй хэлхээний чадал

Чадлын томёонд гүйдэл хүчдлийн эгшин зуурын утгыг орлуулбал:

$$p = u * i = V_m \sin \omega t * V_m I_m \sin \omega t = 2VI \sin 2\omega t \text{ болно.}$$

Бодит эсэргүүцэлтэй үеийн чадлын үйлчлэх утга нь гүйдэл хүчдлийн үржвэртэй тэнцүү байна.

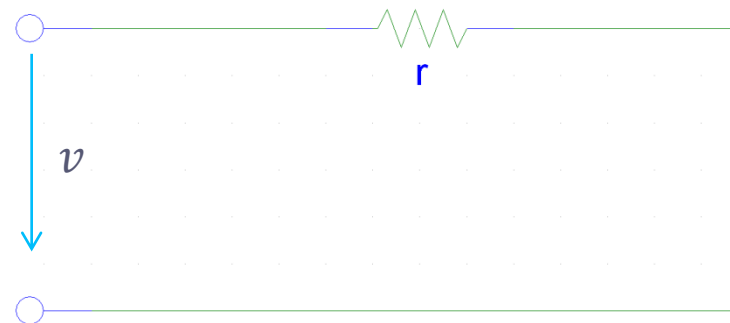


## Бодит эсэргүүцэлтэй хэлхээний чадал

Доорх хэлхээний идэвхитэй эсэргүүцэл  $200 \Omega$ ,  $v = 220\text{В}$  бол гүйдэл болон чадлыг тодорхойлно уу.

$$I = \frac{V}{r} = \frac{200\Omega}{220\text{В}} = 0.9\text{А}$$

$$P = IV = 220 * 0.9 = 198 \text{ Вт}$$



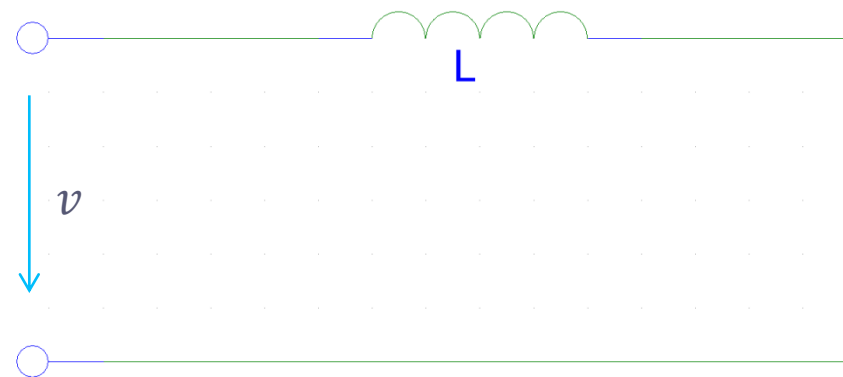


### 3. Нөлөөмжийн ороомогтой ХЭЛХЭЭ

## Нөлөөмжийн ороомогтой хэлхээ

Нөлөөмжийн ороомог буюу индукцийн эсэргүүцэлд трансформатор, бүх цахилгаан төрлийн машинууд хамрагддаг. Доорх хэлхээнд  $i = I_m \sin \omega t$  өгөхөд ороомогт өөрийн индукцийн ЦХХ үүснэ.

$$e_L = L \frac{di}{dt} = -L \frac{d(I_m \sin \omega t)}{dt} = EI_m \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$



## Нөлөөмжийн ороомогтой хэлхээ

Хэлхээний хүчдэл

$$u = LI_m \omega \sin \omega t + \frac{\pi}{2} = V_m \cos \omega t = V_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

Ороомог тодорхой эсэргүүцэлтэй байдаг ба энийг  $X_L = \omega L$

Дээрх томёоноос харахад эсэргүүцэл нь давтамж буюу нөлөөмжтэй шууд пропорцианаль учир (тогмол гүйдлийн хэлхээнд давтамж 0-тэй тэнцүү) хувьсах гүйдлийн хэлхээнд гүйдлийн давтамж нэмэгдэх бүрт нөлөөмжийн эсэргүүцэл ихсэж байна.



## Нөлөөмжийн ороомогтой хэлхээ

Нөлөөмжийн ороомогтой хэлхээнд Омын хууль гүйдэл ба хүчдлийн амплитуд болон үйлчлэх утгын хувьд хүчинтэй бөгөөд эгшин зуурын утганд хүчингүй юм.

$$I = \frac{V}{X_L}$$

Ороомогтой хэлхээний чадлыг хуурмаг чадал гэж нэрлэдэг.

$$Q_L = UI = I^2 \omega L = I^2 X_L$$



## Нөлөөмжийн ороомогтой хэлхээ

Нөлөөмжийн ороомогтой хэлхээний нөлөөмж нь  $L = 100 \text{ мГн}$ , хэлхээний хүчдэл нь  $110\text{В}$ , түүний давтамж нь  $50\text{Гц}$  бол хэлхээний гүйдэл, хуурмаг чадал, эсэргүүцлийг тодорхойлно уу

$$X_L = \omega L = 2\pi fL = 2 * 3.14 * 100 * 10^{-3} = 31,4 \Omega$$

$$I = \frac{V}{X_L} = \frac{110\text{В}}{31,4\Omega} = 3.5 \text{ А}$$

$$Q = VI = 110 * 3.5 = 385 \text{ Вт}$$

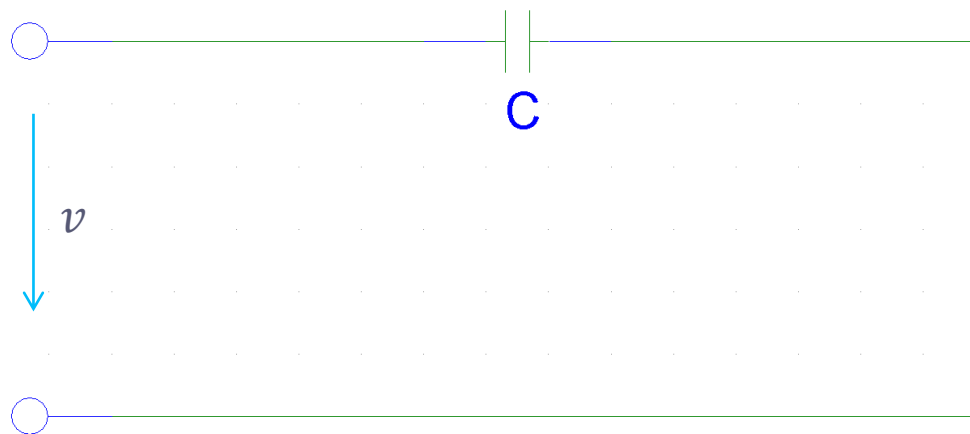




## 4.Багтаамжийн эсэргүүцэлтэй ХЭЛХЭЭ

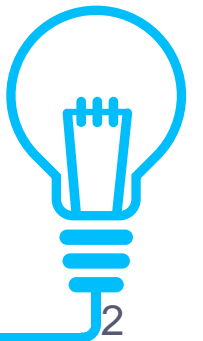
## Багтаамжийн эсэргүүцэлтэй хэлхээ

Багтаамжийн эсэргүүцэлтэй хэлхээнд  $v = V_m \sin \omega t$  хувьсах хүчдэл өгье. Багтаамжийн эсэргүүцэл давтамж өсөхөд буурах ба тогтмол гүйдлийн үед  $t = 0$  учир багтаамжийн эсэргүүцэл  $X_C$  нь хязгааргүй тул тогтмол гүйдлийн ялтсыг нэвтрлэдэггүй.  $X_C = \frac{1}{\omega C}$  нь байна.



## Багтаамжийн эсэргүүцэлтэй хэлхээ

Багтаамжит эсэргүүцэлтэй хэлхээнд Омын хууль амплитуд болон үйлчлэх утгын хувьд хүчинтэй бөгөөд эгшин зуурын утгын хувьд хүчингүй байна.



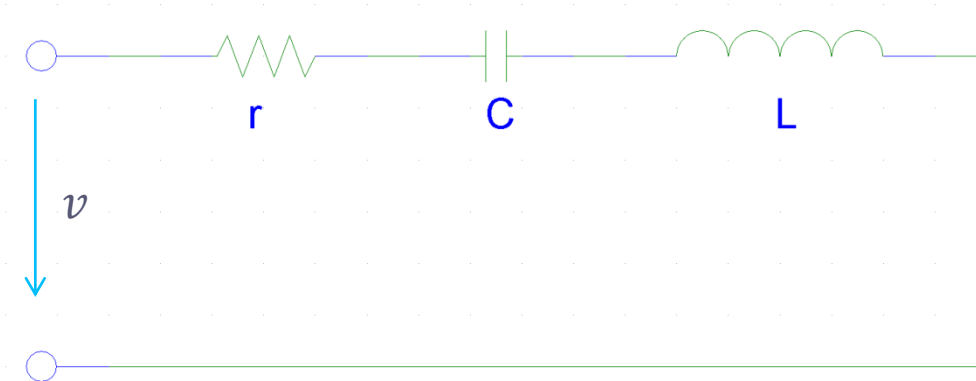
## Багтаамжийн эсэргүүцэлтэй хэлхээ

Хувьсах гүйдлийн цахилгаан хэлхээнд бодит эсэргүүцэл, багтаамж, нөлөөмжийн ороомгийг цуваагаар залгая. Энэ хэлхээнд  $i = I_m \sin \omega t$  хувьсах гүйдэл өгвөл эсэргүүцэл тус бүр дээрх хүчдэл доор үзүүлсэн шиг байна :

$$v_r = V_m \sin \omega t$$

$$v_L = V_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

$$v_C = V_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$





5. Бодит эсэргүүцэл, багтаамж  
ба нөлөөмжийн ороомгоос  
бүрдсэн цахилгаан хэлхээ

# Бодит эсэргүүцэл, багтаамж ба нөлөөмжийн ороомгоос бүрдсэн цахилгаан хэлхээ

Эндээс амплитуд ба үйлчлэх утгыг олъё.

$$v_r = I * r$$

$$v_L = I * X_L$$

$$v_C = I * X_C$$

Дээрх хэлхээний бүрэн хүчдлийн амплитуд ба үйлчлэх

утгыг олбол:  $V_m = \sqrt{(V_{rm})^2 + (V_{Lm} - V_{Cm})^2}$

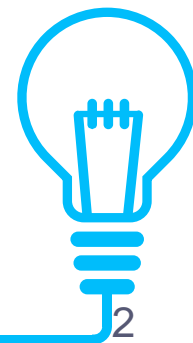


# Бодит эсэргүүцэл, багтаамж ба нөлөөмжийн ороомгоос бүрдсэн цахилгаан хэлхээ

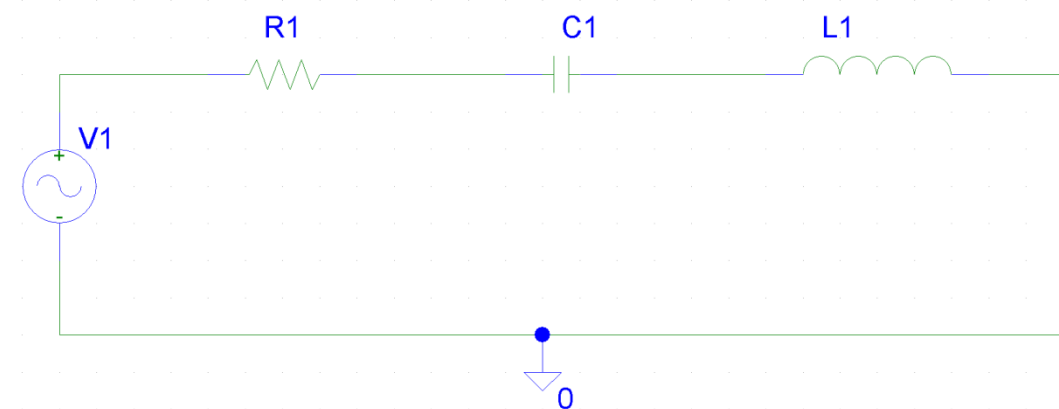
Хэлхээний бүрэн комплекс эсэргүүцэл

$$Z = \frac{V}{I} = \sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Бүрэн чадал нь  $S = P^2 + Q^2$



# Жишээ



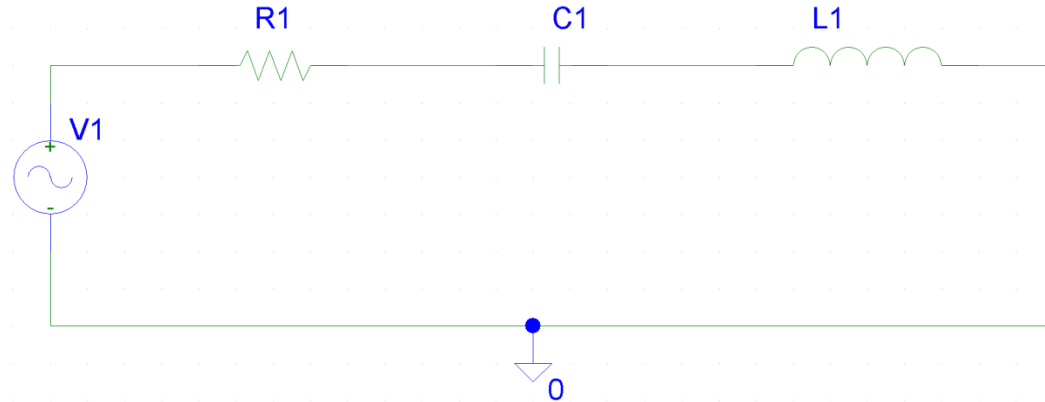
Хувьсах гүйдлийн хэлхээнд  $r, X_L, X_C$  эсэргүүцлийг цуваагаар холбогдсон гэж үзье. Хэлхээний хүчдлийн үүсгүүр  $220\text{В}$ ,  $L = 90\text{м Гн}$ ,  $C = 60\mu\text{Ф}$ ,  $r = 50\Omega$ ,  $f = 60\text{ Гц}$  бол хэлхээний гүйдэл, эсэргүүцэл тус бүр дээр унах хүчдлийн утгуудыг, чадлуудыг олно уу.



## Жишээ

$$X_L = \omega L = 2\pi f l = 2 * 3.14 * 60 * 90 * 10^{-3} = 33.912 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 * 314 * 60 * 60 * 10^{-6}} = 44.24 \Omega$$



## Жишээ

$$Z = \sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{50^2 + (33.912 - 44.24)^2} = 51.05\Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{51.05} = 4.3A$$

$$V_r = I * r = 4.3 * 50 = 215B$$

$$V_C = I * X_C = 4.3 * 44.24 = 190.232B$$

$$V_L = I * X_L = 4.3 * 33.912 = 145.82B$$



## Жишээ

$$V = \sqrt{(V_r)^2 + (V_L - V_C)^2} = \sqrt{215^2 + (145.82 - 190.232)^2} \\ = 220\text{В}$$

Хүчдлүүдийн алгебр нийлбэр хэлхээний хүчдэлтэй тэнцүү болно. Эсэргүүцэл болон гүйдлийг зөв бодсоныг харуулна.

$$\cos \varphi = \frac{r}{Z} = \frac{50}{51,05} = 0.97$$

$$\sin \varphi = \frac{X}{Z} = \frac{33.912 - 44.24}{51,05} = -0.202$$

$$\tan \varphi = \frac{X_L - X_C}{r} = \frac{33.912 - 44.24}{50} = -0,2$$



## Жишээ

$$P = VI \cos \varphi = 220 * 4.3 * 0.97 = 917,62 \text{ Вт}$$

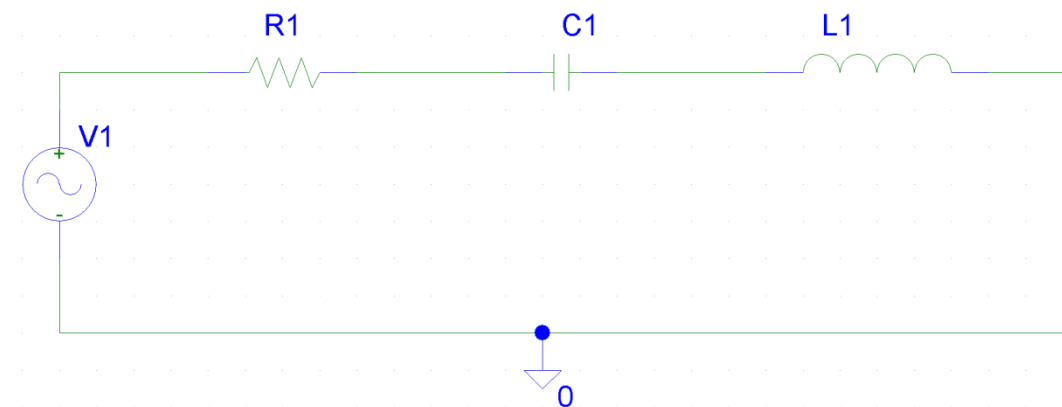
$$Q = VI \sin \varphi = 220 * 4.3 * 0.202 = 191,38 \text{ Вт}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{917,62^2 + 191,38^2} = 937 \text{ Вт}$$

$$S = VI = 220 * 4,3 = 946 \text{ Вт}$$



# Гэрийн даалгавар



Хувьсах гүйдлийн хэлхээнд  $r, X_L, X_C$  эсэргүүцлийг цуваагаар холбогдсон гэж үзье. Хэлхээний хүчдлийн үүсгүүр  $110\text{В}$ ,  $L = 10\text{м Гн}$ ,  $C = 20\mu\text{Ф}$ ,  $r = 30\Omega$ ,  $f = 50\text{ Гц}$  бол хэлхээний гүйдэл, эсэргүүцэл тус бүр дээр унах хүчдлийн утгуудыг, чадлуудыг 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 concept for students. In addition, we have a blue background to catch the attention of the students.