

# Basics of Circuit Theory

## Chapter-10

### Basic concepts of alternating current

Lecturer: Uyanga. O, Ms

# Хувьсах гүйдлийн үндсэн ойлголтууд



# Агуулга



- 01** Хувьсах гүйдэл
- 02** Хувьсах гүйдлийн цахилгаан хэмжигдэхүүний үндсэн хэмжлүүд
- 03** Синуслэг ЦХХ үүсгэх зарчим
- 04** Хувьсах гүйдлийн фаз болон фазын зөрүү
- 05** Синуслэг хэмжигдэхүүнийг графикаар дүрслэх
- 06** Гэрийн даалгавар



# 1. Хувьсах гүйдэл

# Хувьсах гүйдэл

Хувьсах гүйдэл гэдэг бол хугацааны туршид хэмжээ, чиглэлээ үелэн өөрчилдөг цахилгаан хэмжигдэхүүн юм. Хувьсах гүйдлийн цахилгаан энерги нь тогтмол гүйдэлтэй харьцуулан үзэхэд олон давуу талтай байдаг.

Үүнд:

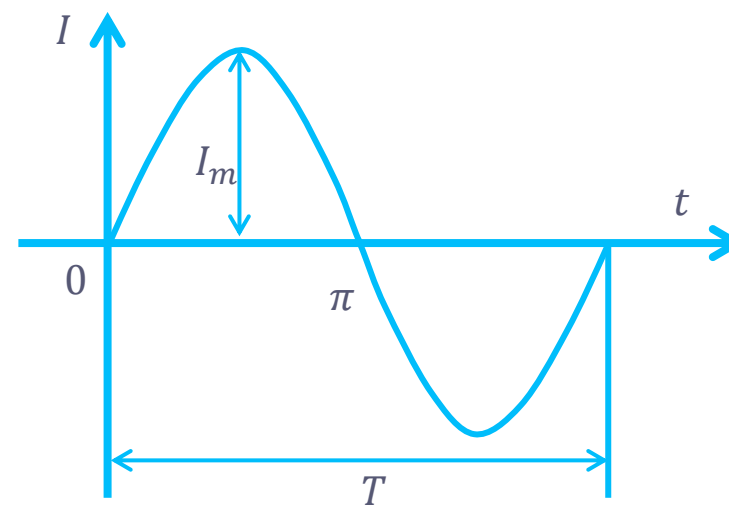
1. Хувьсах гүйдлийн генератор нь тогтмол гүйдлийн генератораас бүтэц хийцийн хувьд хялбар



## Хувьсах гүйдэл

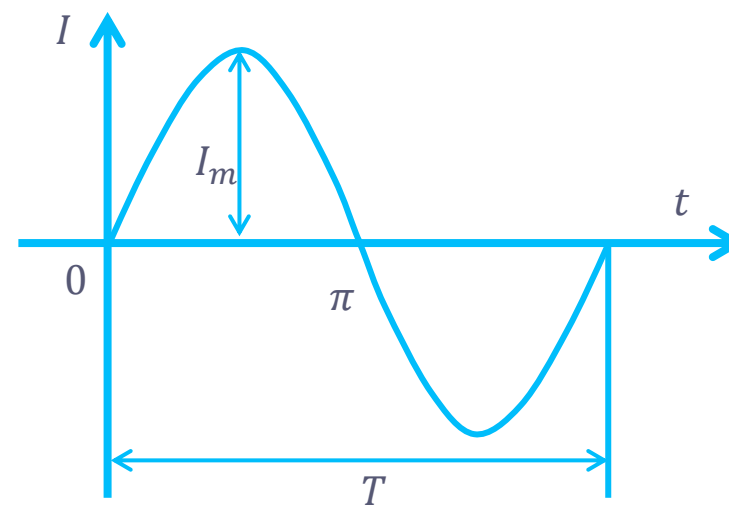
2. Хувьсах гүйдлийн цахилгаан энергийг трансформаторын тусламжтайгаар өндөр хүчдэлд хувиргаж алс хол, алдагдал багатай дамжуулах боломжтой.

3. Нэг буюу олон фазын хэлхээг зохион байгуулахад хялбар найдвартай ажиллагаатай, ашиглагдах хүрээ түгээмэл байдаг.



## Хувьсах гүйдэл

Синусын хуулиар үелэн өөрчлөгдөх хувьсах гүйдлийн графикийг доорх зурагт үзүүлэв. Хэвтээ тэнхлэгт хугацаа босоо тэнхлэгт гүйдэл, гүйдлийн үеийг харуулав. Эгшин зуурын утгын хамгийн өндөр хэсгийг амплитут  $I_m$  гэж нэрлэнэ.





## 2. Хувьсах гүйдлийн цахилгаан хэмжигдэхүүний үндсэн хэмжлүүд

# Хувьсах гүйдлийн цахилгаан хэмжигдэхүүний үндсэн хэмжлүүд

Хугацааны дурын эгшинд синуслэг хуулиар үелэн өөрчлөгдөж байгаа хувьсах гүйдлийн гүйдэл, хүчдэл, ЦХХ-ний утгыг эгшин зуурын гэх бөгөөд  $i, v, e$  гэсэн жижиг үсгүүдээр тэмдэглэдэг.

$$v = V_m * \sin \omega t$$

$$i = I_m * \sin \omega t$$

$$e = E_m * \sin \omega t$$



# Хувьсах гүйдлийн цахилгаан хэмжигдэхүүний үндсэн хэмжлүүд

Синуслэг хэмжигдэхүүн нь хугацаанаас хамаарч хэмжээ чиглэл нь үелэн давтагддаг функц  $F(t + T) = f * (t)$  байна. Энэ үелэн давтагдах хамгийн бага хугацааг үе гэж нэрлээд  $T$  үсгээр тэмдэглэдэг.



# Хувьсах гүйдлийн цахилгаан хэмжигдэхүүний үндсэн хэмжлүүд

Нэг секундын дотор хийгдэж байгаа бүтэн үеийн тоог давтамж гэж нэрлээд  $f$  үсгээр тэмдэглэдэг.

$$f = 1/T$$

Энд:  $T$  үе [сек]

$f$  давтамж [Герц]

Хувьсах хэмжигдэхүүний хугацаа тоолж эхлэх үедэх хувьсах хэмжиглэхүүний  $t = 0$  эгшин зуурын утгыг тодорхойлох өнцгийг фаз  $\varphi$  гэнэ.



# Хувьсах гүйдлийн цахилгаан ХЭМЖИГДЭХҮҮНИЙ ҮНДСЭН ХЭМЖЛҮҮД

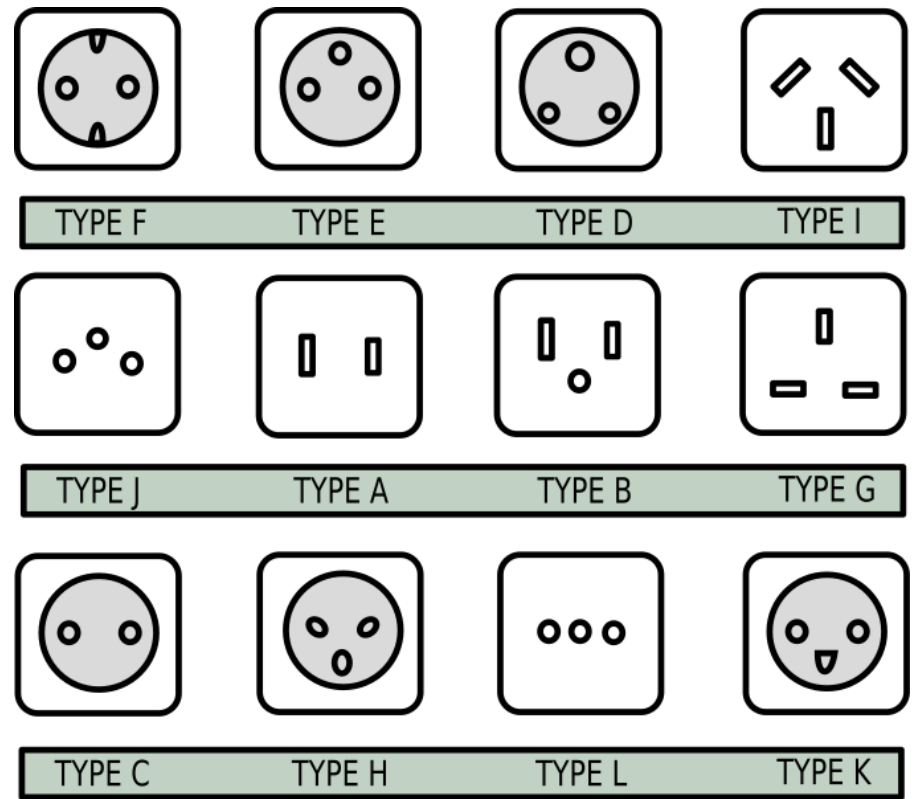
Орон орны хэрэглэгдэх давтамж өөр байна.

№	Улс	Нэг фазын хүчдэл (Вольт)	3-фазын хүчдэл (Volts)	Давтамж (Герц)	Холбогч утаснуудын тоо (газардуулгын утсыг оруулаагүй)	Залгуурын төрөл
1	Австрали	230 В	400 В	50 Гц	3, 4	I
2	Канад	120 В	120/208 В / 240 В / 480 В / 347/600 В	60 Гц	3, 4	A/B
3	Солонгос, Өмнөд	220 В	380 В	60 Гц	4	C/F
4	Монгол	230 В	400 В	50 Гц	4	C/E
5	Америкийн Нэгдсэн Улс (АНУ)	120 В	120/208 В / 277/480 В / 120/240 В / 240 В / 480 В	60 Гц	3, 4	A/B
6	Орос (албан ёсоор Оросын Холбооны Улс)	220 В	380 В	50 Гц	4	C/F
7	Япон	100 В	200 В	50 / 60 Гц	3	A/B

[https://www.generatorsource.com/Voltages\\_and\\_Hz\\_by\\_Country.aspx](https://www.generatorsource.com/Voltages_and_Hz_by_Country.aspx)

# Хувьсах гүйдлийн цахилгаан ХЭМЖИГДЭХҮҮНИЙ ҮНДСЭН ХЭМЖЛҮҮД

Залгуурын төрөл олон янз байдаг.



[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plug\\_types\\_2.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plug_types_2.svg)

# Хувьсах гүйдлийн цахилгаан хэмжигдэхүүний үндсэн хэмжлүүд

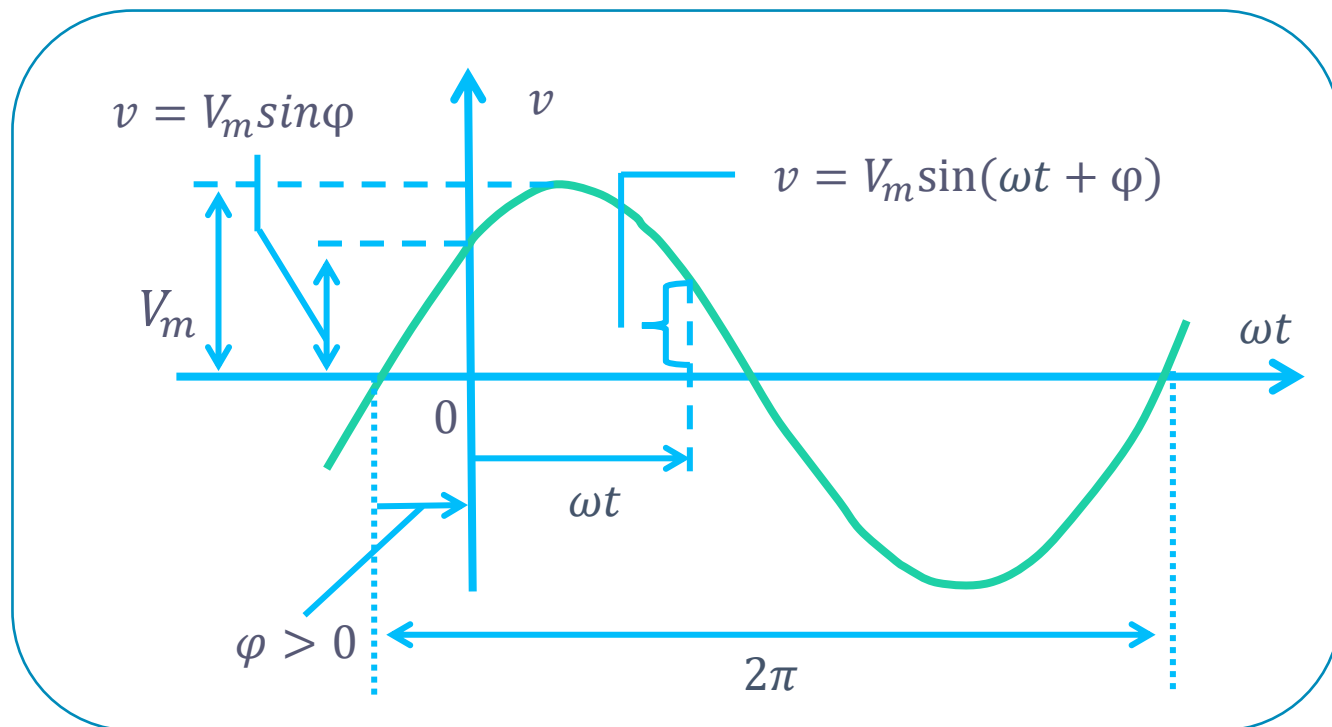
Хувьсах хэмжигдэхүүний хугацааны эгшин бүрд тодорхойлогдох утгуудыг эгшин зуурын утга гэнэ. Эгшин зуурын утгыг жижиг үсгээр тэмдэглэдэг.

Жишээ нь хүчдэл:  $v = V_m * \sin(\omega t + \varphi)$  гэх мэтээр бичиж тэмдэглэдэг.



# Хувьсах гүйдлийн цахилгаан хэмжигдэхүүний үндсэн хэмжлүүд

$\omega = 2\pi/T = 2\pi f$  [радиус/секунд] өнцгийн давтамж.  
Хувьсах хэмжигдэхүүний эгшин зуурын утгуудаас хамгийн  
их утгыг агуургын утга ( $V_m, I_m$ ) гэнэ.



# Хувьсах гүйдлийн цахилгаан хэмжигдэхүүний үндсэн хэмжлүүд

Жишээ:

Цахилгаан системийн хэлхээний давтамж  $f = 60$  Гц бол үеийг тодорхойл.

$$f = \frac{1}{T} \rightarrow T = \frac{1}{60} = 0.016 \text{ с}$$





## 3. Синуслэг ЦХХ үүсгэх зарчим

## Синуслэг ЦХХ үүсгэх зарчим

Синуслэг ЦХХ –ийг Цахилгаан соронзон машин синхрон генераторын тусламжаар үйлдвэрлэж хувиарлан ашигладаг. Синхрон генератор нь ротор, статор гэсэн үндсэн хэсгээс тогтдог. Статорын дотор талын ховилд хувьсах гүйдлийн ороомог байрлана.



## Синуслэг ЦХХ үүсгэх зарчим

Ийм генераторын ротор нь хөдөлгөөнтэй хэсэг хөдөлгөөнгүй байрласан статорын дотор талд эргэлдэх хөдөлгөөн хийх боломжтойгоор байрладаг.



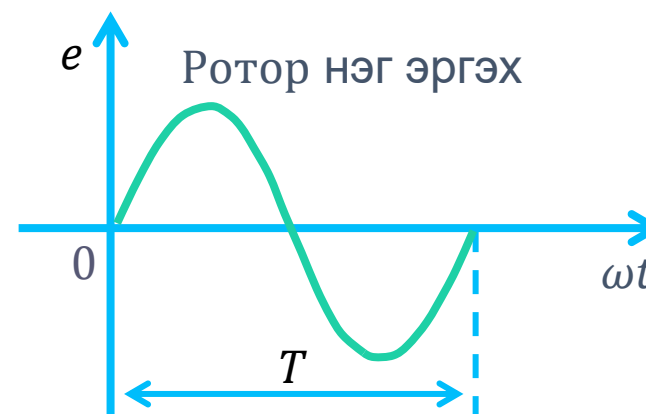
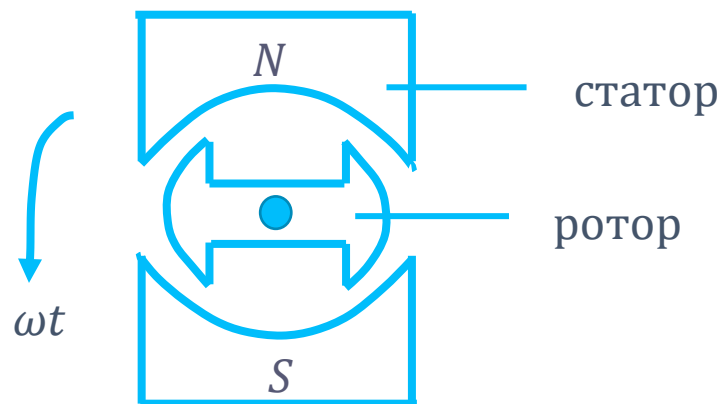
## Синуслэг ЦХХ үүсгэх зарчим

Синхрон генераторын роторыг дулааны, усны, салхины бусад хүчүүдийг ашиглан эргэлдэх хөдөлгөөнд оруулдаг. Роторыг эргэлдэх хөдөлгөөнд оруулсанаар статорт хувьсах соронзон орон үүсч ороомогт Фрадейн хуулийн дагуу соронзон индукцийн ЦХХ үүсдэг.



# Синуслэг ЦХХ үүсгэх зарчим

$P=1$  хос туйлын тоо

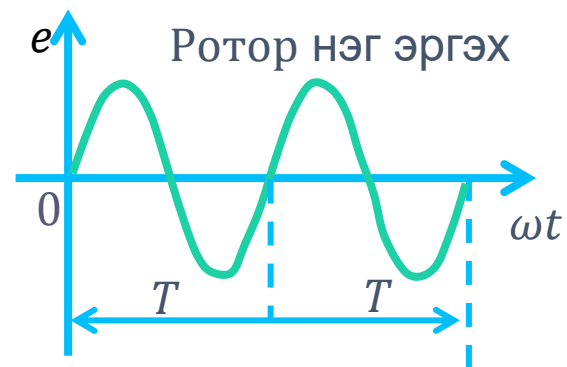
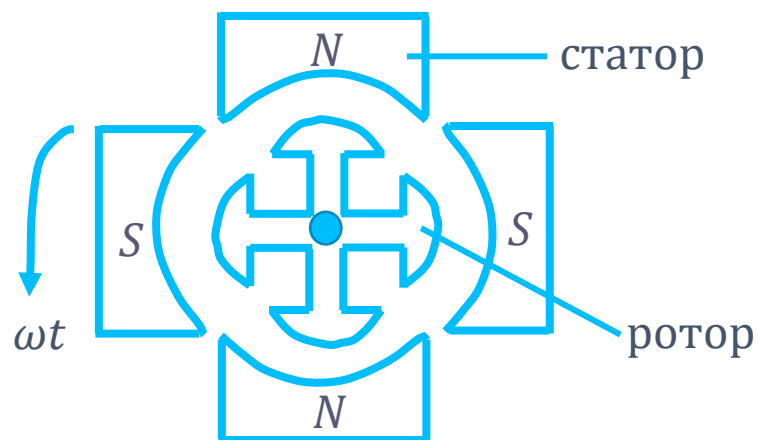


Долгионы диаграмм



# Синуслэг ЦХХ үүсгэх зарчим

$P=2$  хос туйлын тоо



Долгионы диаграмм



## Синуслэг ЦХХ үүсгэх зарчим

$$e = B * l$$

Үүнд:  $B$ -соронзон индукц  
 $l$ -ороомгийн утасны урт

Синхрон генераторт үүсэх ЦХХ нь хос туйлаас хамаардаг.

Синхрон генераторын ротор нь ( $n$ =эргэлт/мин) эргэлттэй ( $p$ ) хос туйлтай бол ЦХХ-ний давтамж

$$f = p \frac{n}{60}$$

$n$ -роторын нэг минутанд эргэх тоо 60 нэг минутанд байх эргэх тоо юм



# Синуслэг ЦХХ үүсгэх зарчим

Жишээ:

Хоёр хос туйлт  $p=2$  генераторын эргэлтийн хурд 1800эр/мин бол хувьсах гүйдлийн давтамжийг ол.

$$f = p \frac{n}{60} = 2 * \frac{1800}{60} = 60 \text{ Гц}$$



## Синуслэг ЦХХ үүсгэх зарчим

Жишээ:

Генераторын эргэлтийн хурд 360 эр/мин, хувьсах гүйдлийн давтамж нь  $f = 60$  Гц бол хос туйлын тоог тодорхойл.

$$p = f \frac{60}{n} = 60 * \frac{60}{360} = 1$$



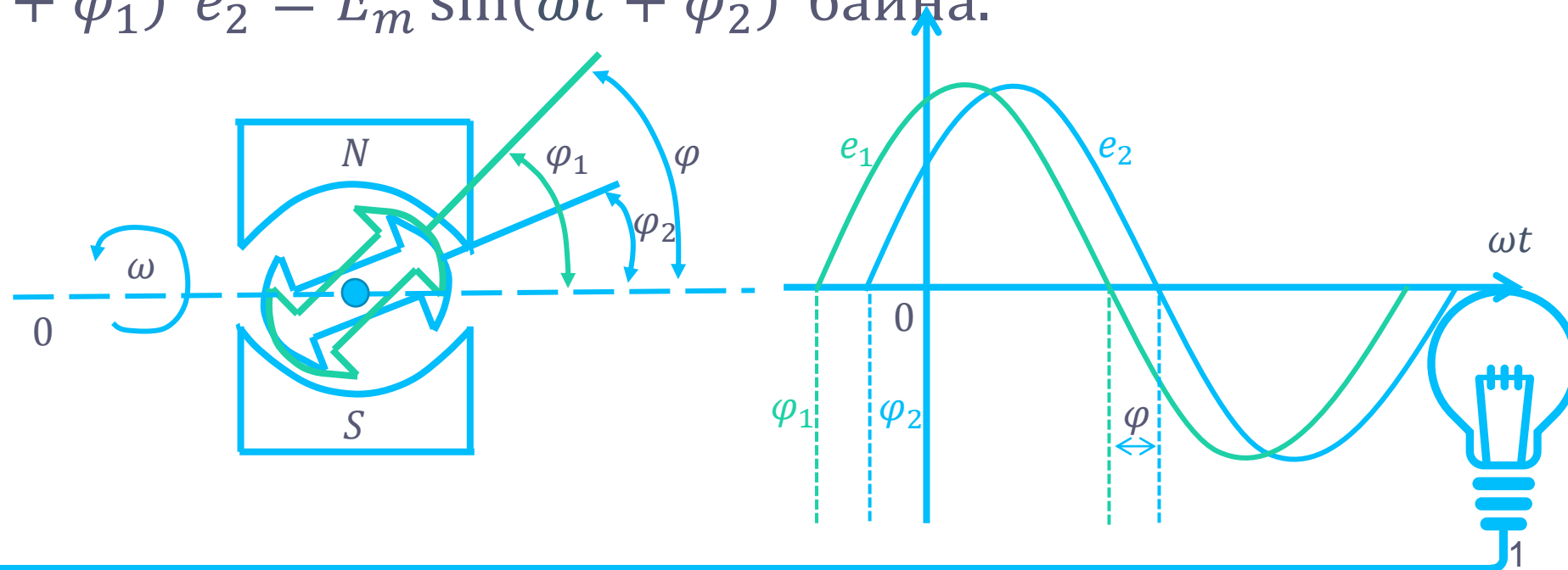


## 4. Хувьсах гүйдлийн фаз болон фазын зөрүү

## Хувьсах гүйдлийн фаз болон фазын зөрүү

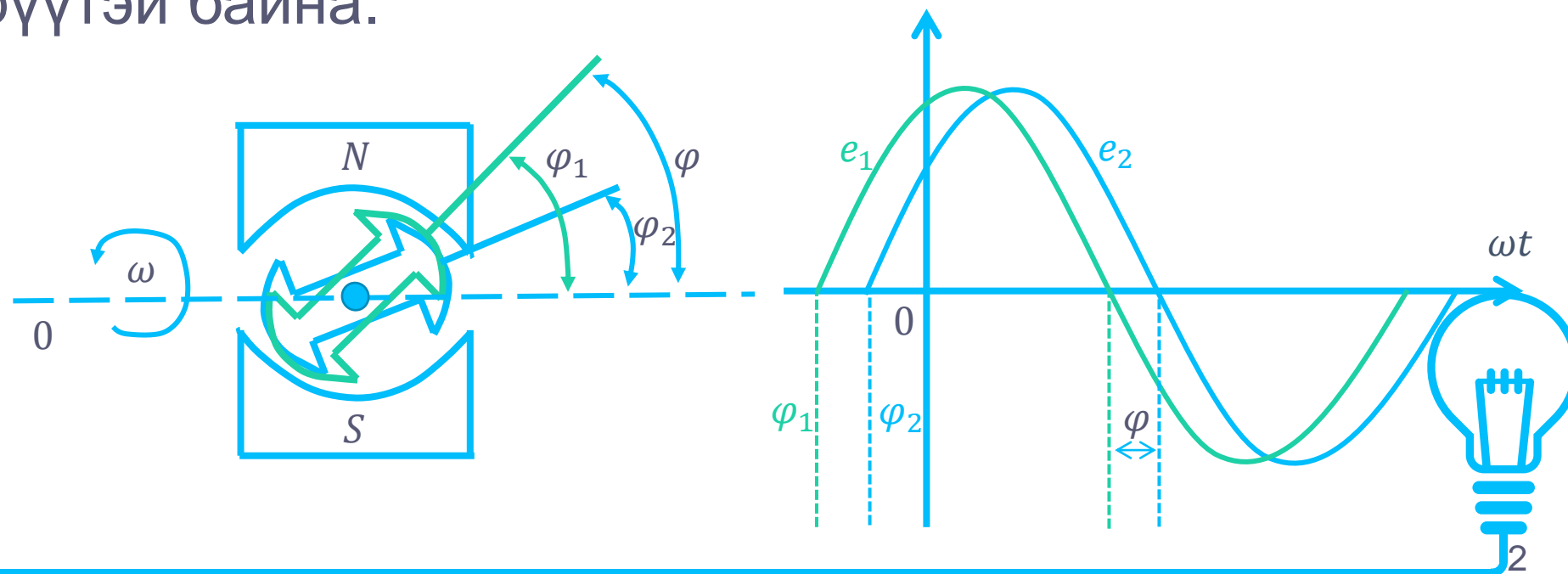
Ротор нь  $\omega$  хурдтайгаар цагийн зүүний эсрэг  $t$  хугацаанд эхний байрлалаас  $\omega t$  өнцгөөр эргэхэд  $\alpha_1 = \varphi_1 + \omega t$ ,  $\alpha_2 = \varphi_2 + \omega t$  бөгөөд энэ үеийн ЦХХ-ний эгшин зуурын утгыг бичвэл

$$e_1 = E_m \sin(\omega t + \varphi_1) \quad e_2 = E_m \sin(\omega t + \varphi_2) \text{ байна.}$$



## Хувьсах гүйдлийн фаз болон фазын зөрүү

Цахилгаан өнцөг  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  нь хугацааны эхний эгшин дэх ЦХХ-ийг тодорхойлдог. Эдгээр өнцгүүдийг эхний фаз гэнэ. ЦХХ эхний фазууд нь харилцан хугацаанаас эхлэх тул амплитуд утгандаа нэгэн зэрэг хүрэхгүй, тодорхой хугацааны зөрүүтэй байна.



## Хувьсах гүйдлийн фаз болон фазын зөрүү

Хугацааны энэ зөрүүг эхний фазын ялгавар буюу фазын зөрүү гэнэ.  $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$

Хувьсах гүйдэл нь амплитут утгатай, тодорхой үе, давтамжтай байдаг.





## 5. Синуслэг хэмжигдэхүүнийг графикаар дүрслэх

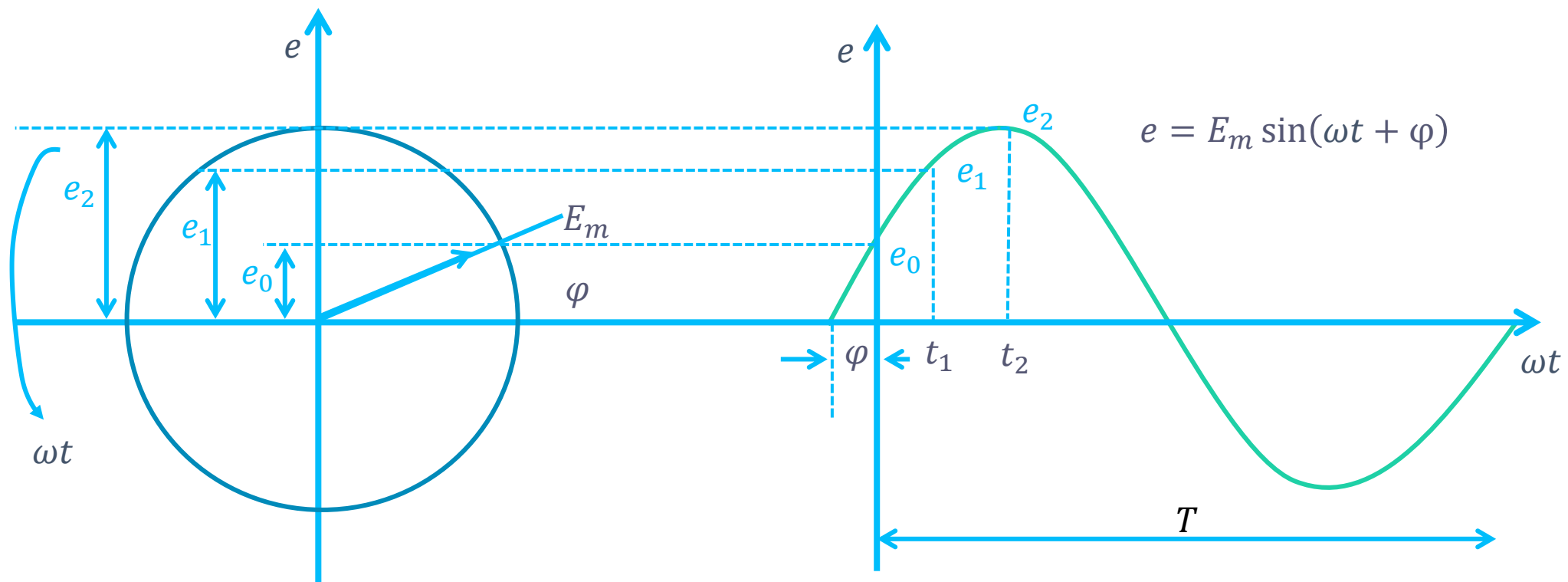
# Синуслэг хэмжигдэхүүнийг графикаар дүрслэх

Синуслэг хэмжигдэхүүнийг графикаар дүрслэхдээ долгионы ба векторын диаграммаар дүрсэлдэг.

Долгионы диаграмм гэдэг нь: эргэх векторын тусламжтай байгуулсан хувьсах хэмжигдэхүүнийг өөрчлөгдөх хуулиар нь зурж дүрслэхийг хэлнэ. [ $E = V/cm$ ]



# Синуслэг хэмжигдэхүүнийг графикаар дүрслэх



Долгионы диаграмм байгуулах



## Синуслэг хэмжигдэхүүнийг графикаар дүрслэх

Эргэх векторыг цагийн зүүний эсрэг ( $\omega t$ ) хурдаар эргүүлнэ. Эргэх векторын масштаб [ $M_e = B/\text{см}$ ] хэмжээ нь синуслэг хэмжигдэхүүний агууриг  $E_m$  хэмжээтэй тэнцүү, векторын босоо тэнхлэг дэх хэмжигдэхүүний эгшин зуурын утгыг, хэвтээ тэнхлэг дэх проекц нь тооллын хугацааг, вектор хэмжигдэхүүн, хэвтээ тэнхлэг хооронд  $t = 0$  үед анхны фаз  $\varphi$  тус тус заана.



# Синуслэг хэмжигдэхүүнийг графикаар дүрслэх

Вектороор дүрслэх гэдэг нь: Синуслэг хэмжигдэхүүнийг агуургын ба үйлчлэх утгаар, масштаб хэмжээг сонгон авч байгуулна.

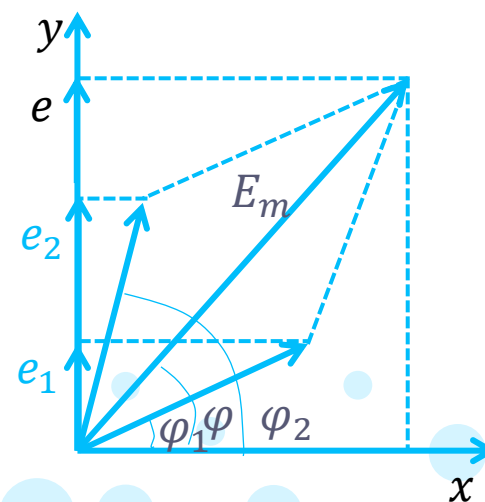
$V_m$  -ийн масштаб хэмжээг  $[Mv=B/\text{см}]$  гэж авна. Нэг векторын диаграм дээр дүрслэгдсэн синуслэг хэмжигдэхүүнийг нэмж хасахад хялбар байна.

Вектор диаграмаар нэг координат дээр дүрслэгдэгдсэн хэмжигдэхүүнийг нэмж хасахад хялбар байна.



# Синуслэг хэмжигдэхүүнийг графикаар дүрслэх

Вектороор дүрслэх гэдэг нь: Нэг координат дээр дүрслэгдсэн синуслэг хэмжигдэхүүн нь цагийн зүүний дагуу эргэлтээр хамгийн их утганд (агуургийн) хүрч байгаа нь фазаараа түрүүлж байна. Нэг координат дээр векторын диаграммаар дүрслэгдсэн векторуудыг нэмж хасахад хялбар байдаг.



## Гэрийн даалгавар

1. Цахилгаан системийн хэлхээний давтамж  $f = 35$  Гц бол үеийг тодорхойлно уу.
2. Дөрвөн хос туйлт  $p=4$  генераторын эргэлтийн хурд 3600 эр/мин бол хувьсах гүйдлийн давтамжийг олно уу.
3. Генераторын эргэлтийн хурд 250 эр/мин, хувьсах гүйдлийн давтамж нь  $f = 50$  Гц бол хос туйлын тоог тодорхойлно 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**