

Тема VI Наизменична струја

Физика за 2 година

Професор Виолета Глигоровска

6.1. Наизменична струја

Наизменична струја - физичка појава при која текот на електричниот полнеж периодично ја менува насоката на течење. Англиските скратеници **AC** (*Alternating Current*) и **DC** (*Direct Current*) често се користат за означување на наизменична и еднонасочна струја и напон.

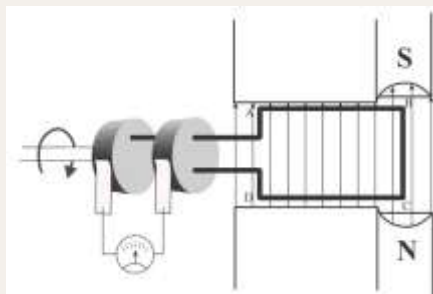
Електричната енергија им се испорачува на крајните потрошувачи (деловни и приватни) во облик на наизменична струја. Вообичаениот бранов облик на наизменичната електрична енергија е синусоидален бранов облик. Во одредени примени, се користат и други облици како триаголниот и квадратниот бранов облик.

Често аудио и радиосигнали се пренесуваат преку електрични водови и тие се пример на наизменична струја. Во овие примени, целта е да се добие назад информацијата кодирана (или модулирана) во наизменичниот сигнал.

Галванските елементи и акумулатори даваат струја што постојано тече во иста насока и има иста јачина. Во техниката денес во многу поголема употреба е наизменичната струја.

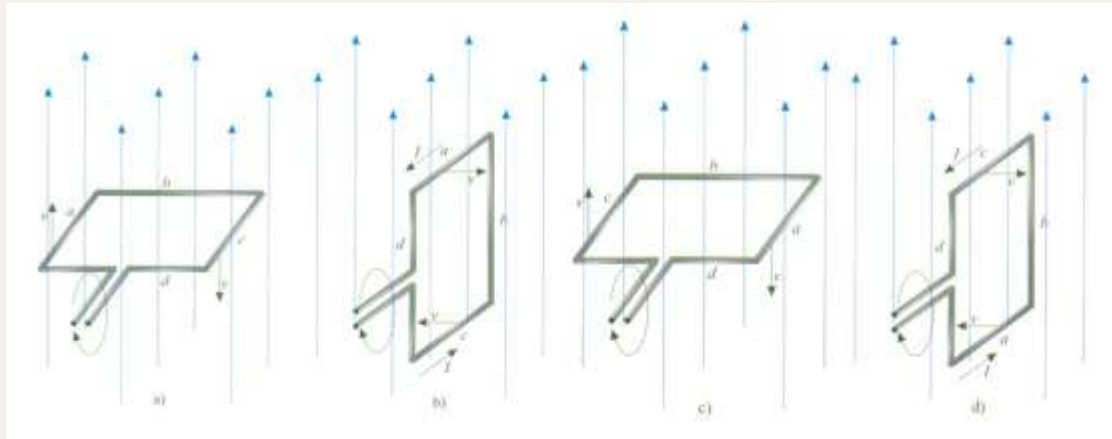
Наизменичната струја се добива помеѓу индукционален генератор. Индукциониот генератор е уред кој со помош на електромагнетна индукција произведува наизменична струја.

Индукциони генератор се состои од метална рамка (ротор) која ротира во хомогено магнетно поле на постојан магнет (статор).



При вртење рамката ги сечи силовите линии на магнетното поле, поминувајќи наизменично покрај едниот и другиот магнет. При ова во рамнината се индуцира струја де во едната насока де во другата насока.

Магнетното поле е постојано но се менува аголот помеѓу линиите на полето и површината низ која поминуваат силовите линии односно имаме променлив флука. Магнетниот флукс има мах. вредност кога силовите линии стојат нормално на рамката (сл. прва), а е еднаква на нула кога силовите линии се паралелни со површината на рамката (др. слика)



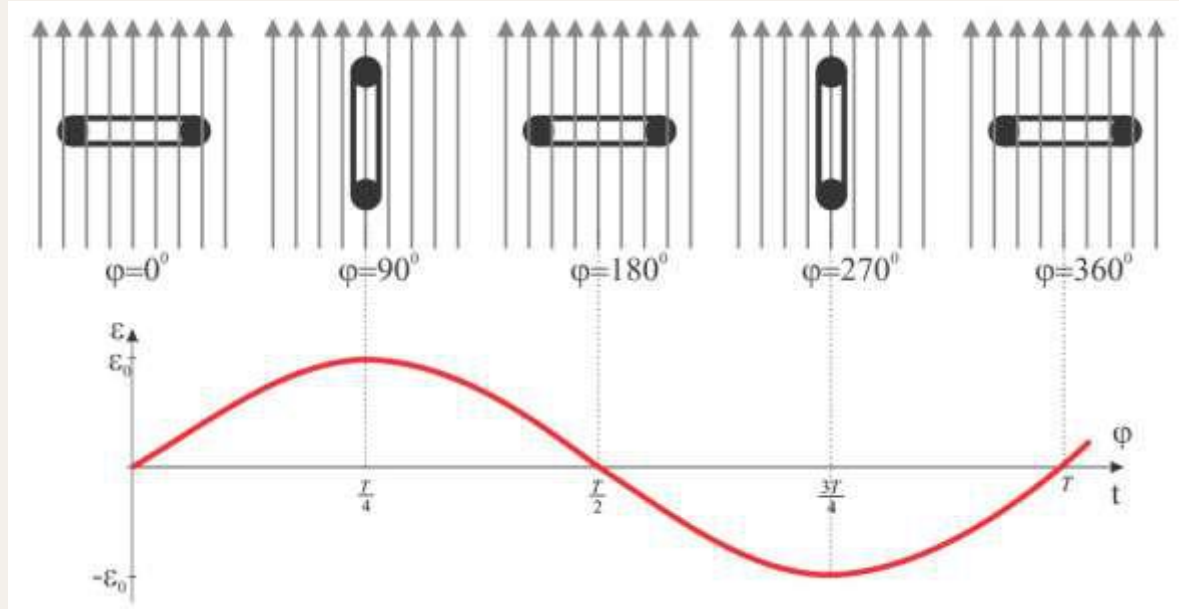
Рамнината ротира во хомогеното магнетно поле со постојана аголна брзина и со своите темиња на рамката ги сече силовите линии на магнетното поле. При тоа се менува магнетниот флукс низ површината од рамката. Најголема промена на флуксот имаме во положба кога површината на рамката е паралелна со линиите на магнетното поле. Во тој момент имаме најголема индуцирана електромоторна сила. Индуцирана електромоторна сила. Имаме најмала во положба кога рамката е нормална на силовите линии.

Вртењето на рамката во хомогеното магнетно поле овозможува во неа да се индуцира наизменична струја. Нејзината јачина се зголемува од нула до мах. вредности (др. слика), потоа паѓа на нула (трета слика), расте во спротивна насока до мах. вредности (четврта слика) и паѓа на нула (прва слика).

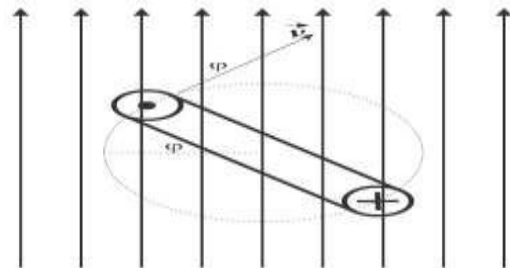
Описнава промена на јачината на електричната струја се одвива во текот на една завртување на рамнината, а понатамошното вртење на рамнината циклично се повторува.

.Промената на индуцираната електромоторна сила може да се пресмета со

формулата
$$e = \epsilon_0 \sin(\omega t + \varphi_1) = \epsilon_0 \sin(2\pi \nu t + \varphi_1)$$



Индуцираната електромоторна сила во спроводникот кој е нормален на силовите линии на магнетното поле, а се движи низ полето со брзина, зафаќа агол меѓу силовите линии.:

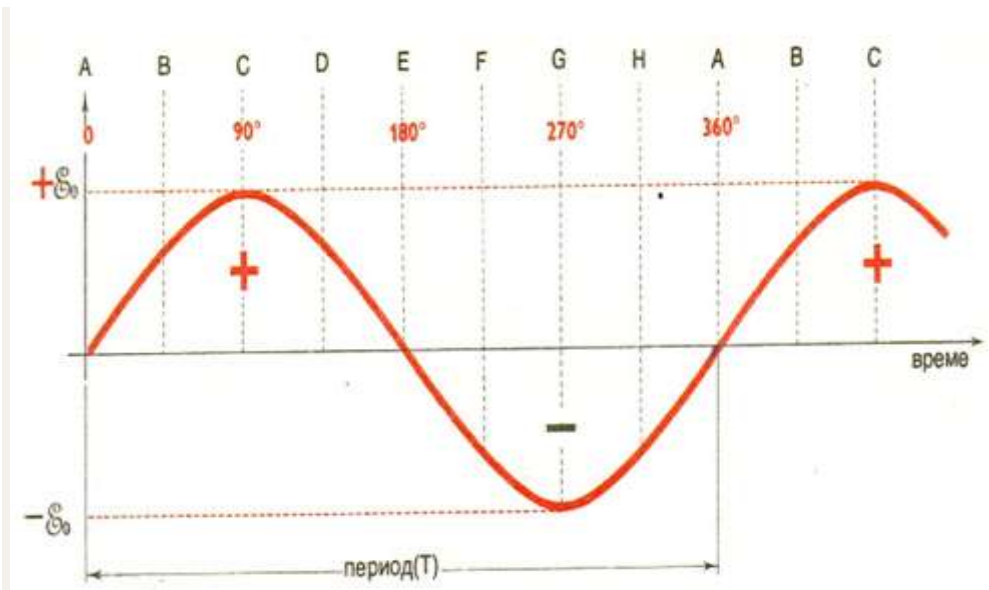


Аголот се менува во текот на времето во зависност од аголната брзина која ротира

$$\epsilon = \epsilon_0 \sin(\omega t + \varphi_1) = \epsilon_0 \sin(2\pi\nu t + \varphi_1)$$

Кога аголот е 90° тогаш индуцираната електромоторна сила има најголема вредност еднаква на единица

Графичката зависност на електромоторната силе од времето



Ако на краиштата на рамката ги приклучиме на некој електричен потрошувач ,тогаш на неговите краишта ќе владее напонот U ,па по законот по кој се менува индуцираната електромоторна сила ,имаме

$$u = U_0 \sin(\omega t + \varphi_2) = U_0 \sin(2\pi\nu t + \varphi_2)$$

Ако отпорот на потрошувачот е R тогаш според Омовиот закон ќе ја добиеме и јачината на струјата.Променливата електромоторна сила дава променлива електрична струја.Наизменичната струја овозможува променлива електромоторна струја па може да се претстави со следнава формула.

$$i = I_0 \sin(\omega t + \varphi_3) = I_0 \sin(2\pi\nu t + \varphi_3)$$

Овој вид на генератор кој може рамката да ротира ,а магнетот е статичен се нарекува **динамо машина**.

Постои и обратен принцип каде роторот е магнет т.е.електромагнет,а статорот е рамката во која се индуцира струја ,па овој генератор е наречен **алтернатор**..Кај електраните најчесто се користат алтернатори.

.За движење на роторот во генераторот потребно е енергија.Роторот најчесто се наоѓа на еден крај на осовината додека на другиот крај се наоѓа турбината.Во хидроелектраните на лопатките на турвината паѓа вода од голема висина и ја движи осовината.Во тој случај кинетичката енергија на водата се претвара во електрична енергија.

Во термоелектраните и нуклеарните електрани турбината се врти со снажен млаз на водена пара која довага од парните котли.

Во нуклеарните електрани ова енергија се добива со фисија на уранот или плутониумот во нуклеарните реактори.

Во електраните роторот се врти со одредена фреквенција, додека вредноста на електромоторната сила се подесува со бројот на намотките на роторот (поголем број на намотки овозможува поголема електромоторна сила.

Во Европа наизменична струја има фреквенција 50Hz. Фреквенцијата од 50Hz значи да електроните во спроводникот осцилираат лево – десно со таа фреквенција, односно прават 50 пуни осцилации во една секунда.

<https://youtu.be/vdzpxgVn6N0>

Бидејќи вредностите на напонот и јачината на наизменичната струја стално се менуваат, потребно е да дефинираме, што подразбираме под јачина и напон на наизменична струја. Наизменичната струја се мери односно се проценуваат ефектите, односно работата што ја извршуваат. Најдобро е да се спореди неговото топлотно дејство, со топлотното дејство на еднонасочната струја. Можеме да споредиме дејството кој ја извршува наизменичната струја на спроводникот со дејството на еднонасочната струја на истиот спроводник под исти услови (иста отпорност и за исто време.)

Во спроводникот се ослободува топлина која не зависи од насоката на струјата. Лесно се заклучува дека секогаш може да се најде јачината на струјата која се споредува со наизменичната струја остваруваат исти ефекти. Таа вредност на еднонасочната струја се вика ефективна вредност и наизменичната струја.

Ефективните вредности на напонот и јачината на електричната струја се еднакви со напонот, односно јачината на еднонасочната струја која за исто време остварува исти вредности како и наизменичната струја.

$$\epsilon_{\epsilon} = \frac{\epsilon_0}{\sqrt{2}}, U_{\epsilon} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}, I_{\epsilon} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

Да ја измериме ефективната јачина или ефективниот напон на наизменичната струја треба да ја пропуштиме низ о кроз термички амперметар или волтметар.

При течење на наизменична струја низ омски отпор целата електрична енергија се претвара во топлинска енергија.

6.2. Поврзување на потрошувачи во електрично коло со наизменична струја

6.2.1. Поврзување потрошувач со омски отпор

Под поимот омски или активен отпор се подразбира потрошувач кои има занемарлив индуктивен и електричен капацитет. Ако поврзиме потрошувач во струјно коло со извор од наизменична струја кој се менува по законот сл 1.

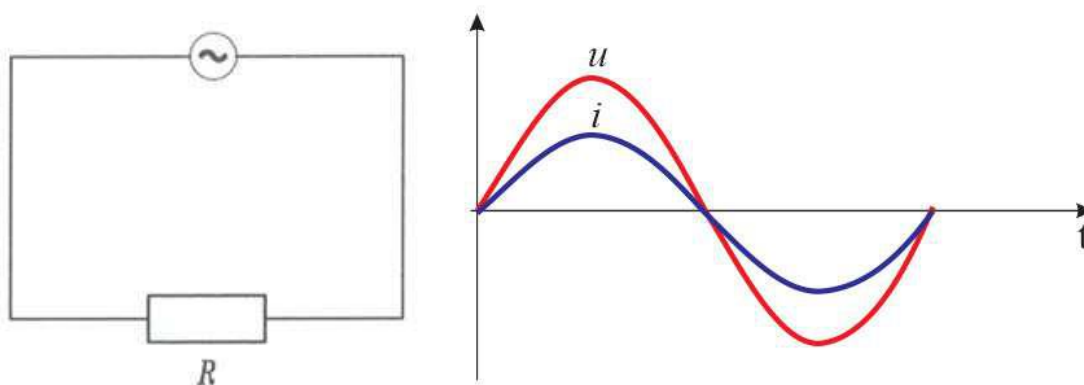
$$e = \varepsilon_0 \sin(\omega t + \varphi_1) = \varepsilon_0 \sin(2\pi\nu t + \varphi_1)$$

Во тој случај напонот на краевите од потрошувачот се менува како и ЕМС на изворот

$$u = U_0 \sin(\omega t + \varphi_2) = U_0 \sin(2\pi\nu t + \varphi_2)$$

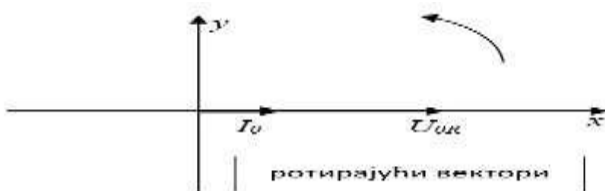
Па со примена на Омовиот закон ќе ја добиеме вредноста на јачината на струјата

$$i = I_0 \sin(\omega t + \varphi_3) = I_0 \sin(2\pi\nu t + \varphi_3)$$



Од графичкиот приказ гледаме дека струјата и напонот се во фаза, што значи ако расте јачината расте и напонот или обратно.

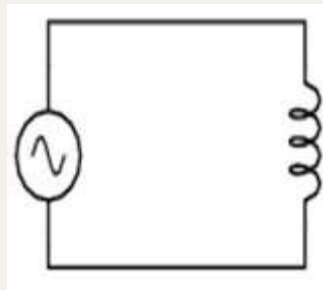
Векторски ако се претстави напонот и струјата, векторите ќе имаат исти насоки.



6.2.2. Поврзување потрошувач со индуктивен отпор

На извор (генератор) наизменичната струја се вклучува калем (соленид). Коефициентот на самоиндукција (индуктивност) L .

Наизменичната струја во калемот создава променлив магнетен флукс. Поради тоа во калемот се јавува електромоторна сила самоиндукција која го менува секој потаст на наизменичната струја и делува како одличена отпорност. Таа отпорност се јавува во секој калем при промена на јачината на наизменичната струја поради самоиндукцијата па се нарекува индуктивност на отпорот.

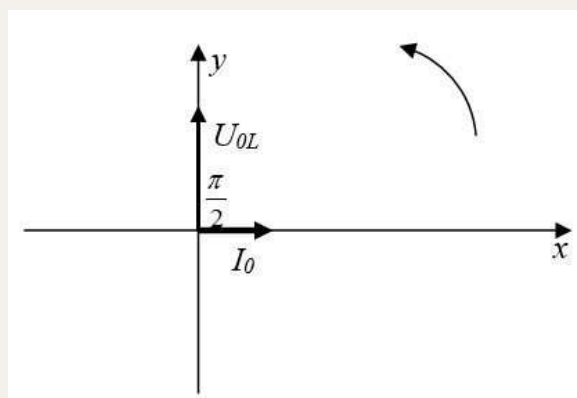
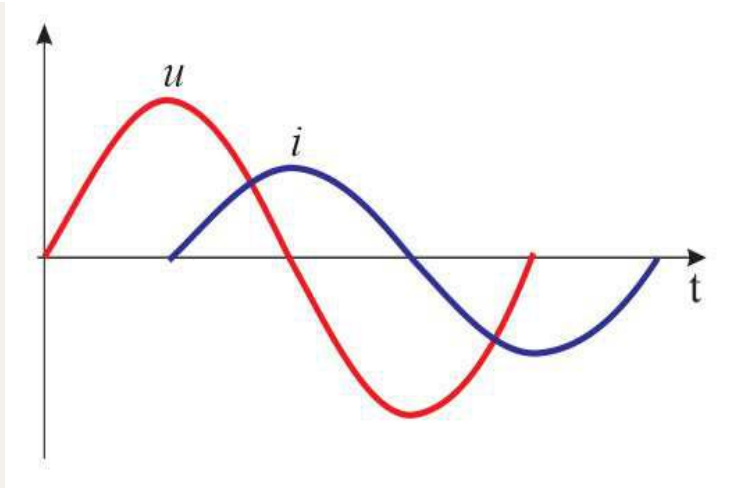


Јачината на струјата постојана се менува. Според Ленцовото правило насоката на самоиндуцираната струја секогаш се спротивставува на промената што ја предизвикала. Струјата се зголемува, самоиндуцираната струја секогаш ќе биде во спротивна насока, а кога се намалува ќе има иста насока како и струјата.

Индуктивниот отпор на калемот има коефициент на самоиндукција (L) и фреквенција на наизменичната струја (R_L):

Мерна единица за индуктивну отпорност је ом. Мерњееата покажале да после вклучување на индуктивниот калем, индуктивниот отпор во колото со наизменична струја предизвикува промена на јачината на струјата, во однос на напонот за четвртина периода..

На сликата е преставена зависноста на струјата и напонот во однос на времето.

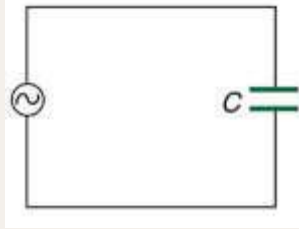


Индуктивниот отпор на наизменичната струја ќе зависи од индуктивноста и од коофициентот на самоиндукција.

$$X_L = \omega L$$

6.2.3. Поврзување потрошувач со капацитативен отпор

Кога во колота се приклучи кондензатор на извор на наизменична струја. за кратко време ќе се наполни, па ќе престане да тече протече струја низ него. Значи кондензаторот во колото со еднонасочна струја претставува прекин на струјата. значи немаме течење на струја.



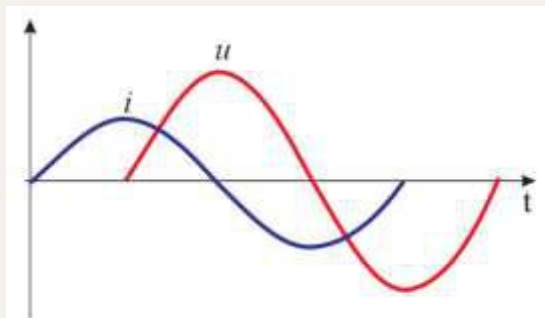
Кога кондензаторот се најде во коло со наизменична струја значи во една насока он ќе се полни до максимална вредност, односно максимален напон ќе има. Кога струјата ја промени насоката кондензаторот првин се празни, па се полни до максимална наелектризираност односно напон но во спротивна насока. Ова наизменично полнење и празнење се периодично се повторуваат во однос на фреквенцијата, па струјата на наизменичната на одреден начин помине низ кондензаторот. За наизменичната струја кондензаторот преставува некоја врста на отпорност наречена капацитативен отпор.

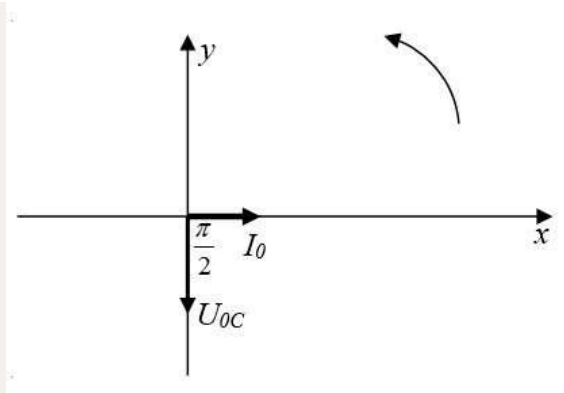
Капацитативниот отпор на калемот зависи обратнопропорционално од кружната фреквенција и од капацитетот на кондензаторот.

$$X_c = \frac{1}{\omega C}$$

Мерна единица за индуктивниот отпор је ом.

Кај кондензаторот имаме спротивен случј во однос на индуктивниот отпор, струјата е понапред од напонот. Временската разлика е четвртина периода. Кога струјата падне на нула, напонот има максимална вредност и обратно. На графикот се гледа таа зависност.

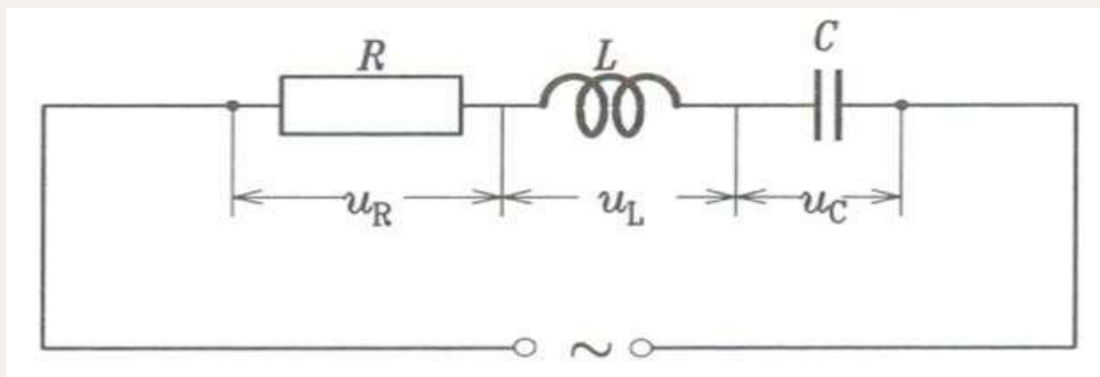




Индуктивниот и капацитативниот отпор се пасивни отпори во коло со наизменична струја и се нарекуваат реактивни отпори. Во нив нема претварање на електричната енергија во топлинска.

6.3. Омов закон за електрично коло со наизменична струја

Со амперметарот и волтметарот ги мериме ефективните вредности на јачината на струјата и напонот.



Во колото се сврзани сериски омски, индуктивен и капацитативен отпор. Волтметарот знаеме дека во секое коло се поврзува паралелно па вкупниот напон ќе преставува збир на сите три потрошувачи.

$$U = U_r + U_c + U_l$$

Со примена на Омовиот закон ќе го добиеме вкупниот напон за сите три потрошувачи.

$$U^2 = U_r^2 + (U_l - U_c)^2$$

$$I = U / Z$$

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

Z претставува вкупниот отпор на сите три потрошувачи наречена импеданса.

Резонанција на напонот – Во електричното кола каде имавме сврзани три отпорници сериски и ако ги измериме напоните на сите отпорници ќе видиме дека нема да важи Кирхофовиот закон. Ако ги менуваме коефициентите на индуктивноста или на кондензаторот, можеме да дотераме да имаат нивните отпорници исти вредности. Во тој случај омскиот отпор е еднаков на нула, па се изедначуваат отпорите на индуктивниот и капацитативниот отпор. Овој случај се вика резонанција на напонот.

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}$$

Кога е задоволен условот на резонанција тогаш низ колото тече максимална струја.

6.4. Работа и моќност на наизменичната струја

Работата што ја врши еднонасочната струја зависи од јачината на струјата, напонот и времето.

$$A = U I t$$

А моќноста е извршена работа за единица време

$$P = U_e I_e$$

Кога низ некое коло тече наизменична струја во спроводниците на колото се ослободува топлина. Тоа значи наизменичната струја исто како и еднонасочната струја вршат работа. Бидејќи напонот и јачината на струјата постојано се менуваат во текот на времето, разликуваме активна моќност, реактивна моќност и ефективна моќност. Напонот и струјата се менуваат по синусната функција па имаме

$$U = U_{\max} \sin \omega t$$

$$I = I_{\max} \sin \omega t$$

Заменуваме во првата формула па ќе ја добиеме моќност на наизменичната струја

$$P = U I = U_{\max} \sin \omega t \cdot I_{\max} \sin \omega t = I_{\text{ef}} U_{\text{ef}} \cos \varphi$$

Активната моќност покажува колкав дел од електричната енергија неповратно му се дава на струјното коло, односно колкав дел од енергијата се претвара во топлинска, светлинска, хемиска енергија и др. вид.

Активната моќност : $P_a = U_e I_e \cos \varphi$ ($\cos \varphi$ - фактор снаге

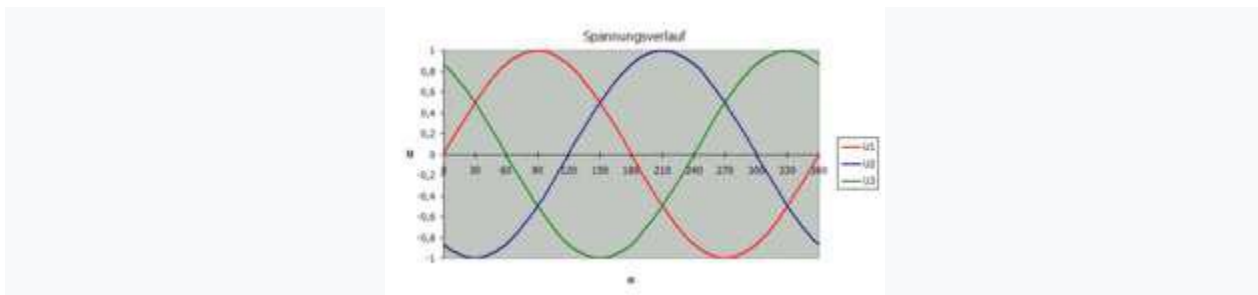
Реактивната моќност покажува колкав дел од енергијата се потрошила за формирање на магнетно поле или електрично поле. .

Реактивната моќност $P_r = U_e I_e \sin \varphi$

6.5. Трифазни струи

<https://prezi.com/kxsipm5rqefg/presentation/>

Во техниката од најголемо значење имаат трифазните струи. Знаеме дека со користење на ротација на рамката во магнетното поле во неа се индуцира синусоидна струја. Оваа трофазна струја е систем од три наизменични струи меѓу кои се фазно поместени. Фазното поместување се симетрични поставени под агол од 120° ($2\pi/3$ радијани).



<https://prezi.com/cmxc7wjbunxn/presentation/>

6.6. Трансформатори

Променливата струја во примарот создава променлив магнетен флуks во јадрото на трансформаторот и променливо магнетно поле во внатрешноста на секундарот. Ова променливо магнетно поле на секундарот индуцира променлива ЕМС или напон во секундарот како резултат на електромагнетната индукција. Примарот и секундарот се намотани околу јадрото ао бесконечно силна магнетна пермиабилност—пропусливост за да сите магнетни флуksови поминуваат низ двете примарна и секундарна намотка. Со извор на струја поврзан на примарот и импеданција поврзана со секундарот, струите од трансформаторот течат во посочените насоки.

Според Фарадеевиот закон, кога магнетниот флуks поминува низ примарот и секундарот во идеален трансформатор напонот што се создава во секоја од намотките е пропорционален со бројот на навивките на намотките.

$$\frac{U_p}{U_s} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

Једначина која повезује величине у примару и секундару трансформатора:

(N_s N_p и- бројеви наа навивки на примарниот и секундарниот калем

U_p и U_s - напони на краевите на примарното, односно секундарното коло,

I_p и I_s - струја во примарното и секундарното

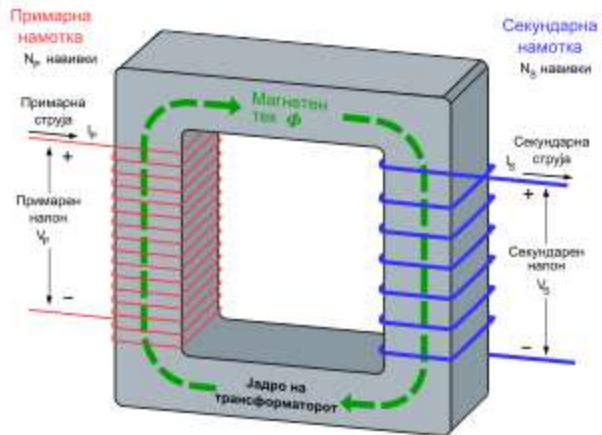
$$N_s = N_1 \quad N_p = N_2 \quad I_p = I_2 \quad I_s = I_1$$

Коэффициент трансформации

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \approx \frac{I_2}{I_1}$$

Вывод: 1) $K < 1$, если $N_2 > N_1$ – понижает
2). $K > 1$ если $N_2 < N_1$ или $U_2 < U_1$ – понижает U

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1}$$



Овие лекции можете да ги изработите сите одеднаш или ако саката првин една половина па после друга половина. Користете го и учебникот.

Поздрав проф.Вики

