

## НАИЗМЕНИЧНА СТРУЈА

Батерије и акумулатори дају једносмјерну струју (увек исти смјер).

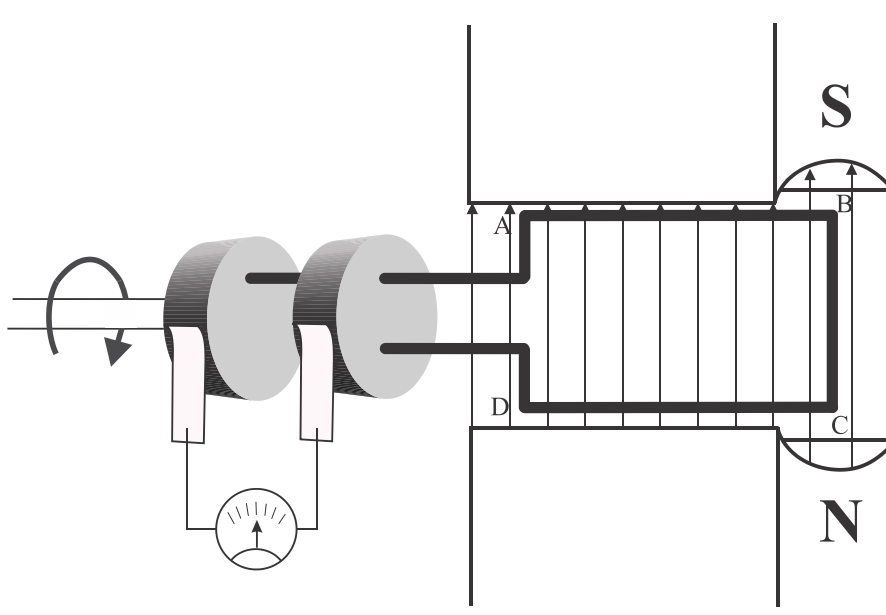
Ако се магнет стално увлачи и извлачи или ако се прекидач примарног кола стално укључује и искључује – у секундарном колу слободни електрони се крећу кроз проводник час у једном час у другом смјеру – наизмјенично мијењају смјер кретања.

- При увлачењу магнета јавља се електрична струја једног смјера
- При извлачењу магнета јавља се електрична струја другог смјера

Електрична струја чија се јачина и смјер наизмјенично (периодично) мијењају назива се **наизмјенична струја**.

Наизмјенична струја се добија помоћу **индукционих генератора**<sup>1</sup>. Њихов рад се заснива на електромагнетној индукцији.

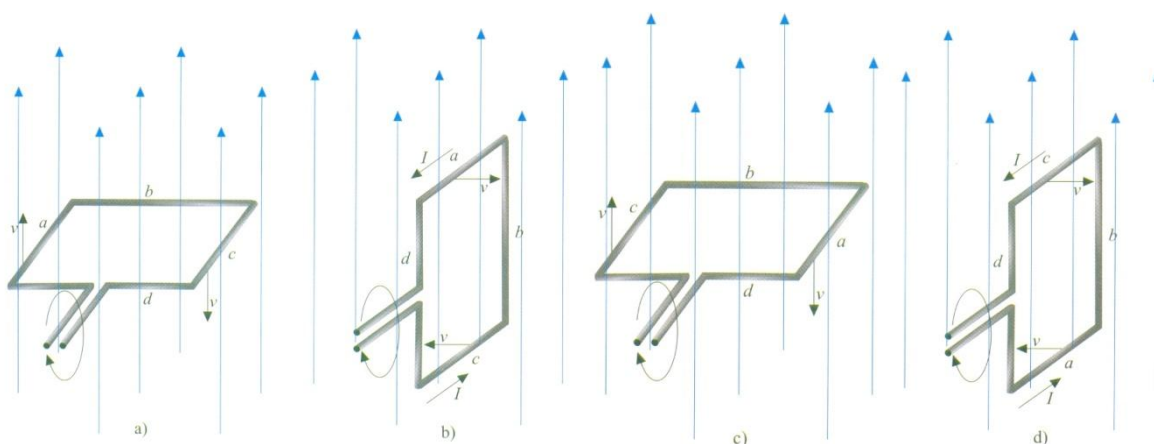
Индукциони генератор се састоји од металног рама (ротор) који ротира у хомогеном магнетном пољу сталног магнета (статор).



<sup>1</sup>Индукциони генератори су уређаји у којима се помоћу електромагнетне индукције производи наизменична струја.

При окретању рама његове стране пресецају линије магнетног поља, пролазећи наизмјенично поред једног и другог магнетног пола. При овоме у раму се индукује струја час једног, час другог смјера.

Магнетно поље је стално али се мијења угао између линија поља и површине кроз коју пролазе, што је довољно за промјену флукса. Магнетни флукс је највећи када је површина обухваћена рамом нормалана на линије магнетног поља (прва слика), а једнак је нули када је површина паралелна са линијама магнетног поља (друга слика).



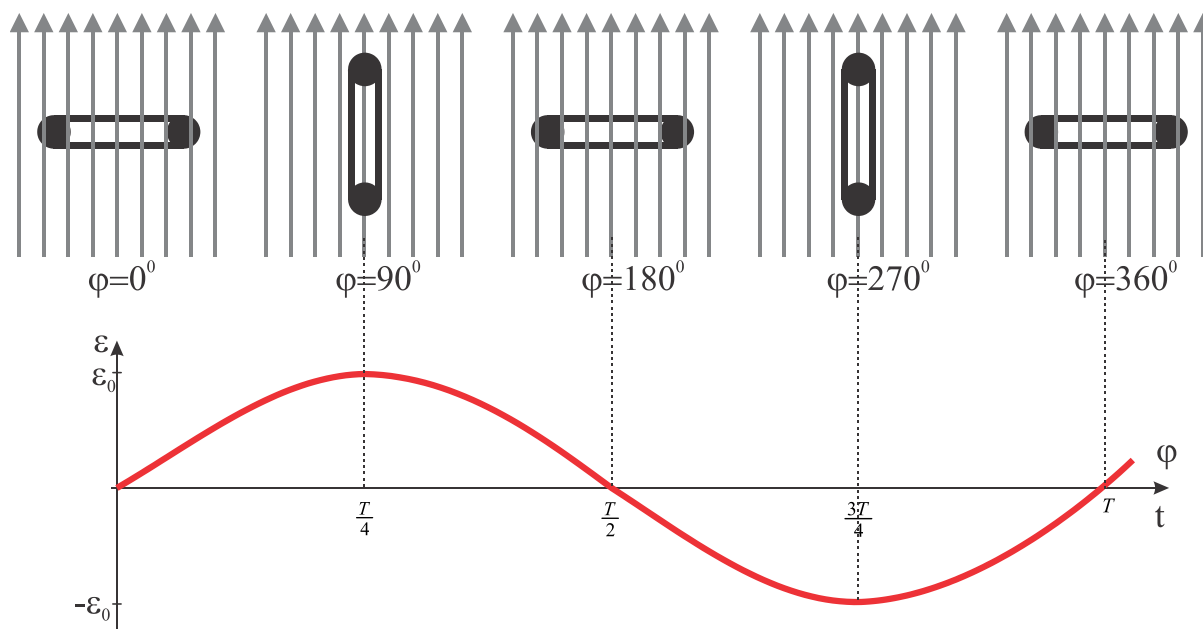
Рам ротира у хомогеном магнетном пољу сталном угаоном брзином  $\omega$  (угаона брзина – кружна фреквенција) и својим страницама АВ (а) и CD (с) пресеца линије магнетног поља. Том приликом се мијења магнетни флукс кроз површину обухваћену рамом. Највећа промјена флукса је када рам пролази кроз положај када је површина обухваћена рамом паралелна са линијама магнетног поља (друга слика). У том тренутку је највећа и индукована електромоторна сила. Индукована електромоторна сила је најмања у положају када је површина обухваћена рамом нормална на линије магнетног поља (прва слика).

Када се рам обрне за пола круга странице АВ (а) и CD (с) замијене место. Даљим окретањем рама кроз странице АВ (а) и CD (с) добија се струја супротног смјера и знака индуковане електромоторне силе.

Окретањем рама у хомогеном магнетном пољу у њему се индукује наизмјенична електрична струја. Њена јачина расте од нуле (прва слика) до максималне вриједности

(друга слика), затим пада на нулу (трећа слика), расте у супротном смјеру до максималане вриједности (четврта слика) и пада на нулу (прва слика). Описана промјена јачине електричне струје догађа се у току једног обртања рама. Даљим обртањем рама циклус се понавља.

Промјена индуковане електромоторне силе у раму у току једног обртаја:



Ова врста генератора – која за ротор има жичани рам, а за статор сталне магнете – назива се **динамо машина**.

Постоји и обрнут принцип, где је ротор магнет, тј. електромагнет, а статор има намотаје жице у којима се индукује струја. Оваква врста генератора назива се **алтернатор**. Код електрана се за производњу електричне енергије углавном користе алтернатори.

За покретање ротора у генератору потребна је енергија. Ротор се обично налази на једном крају осовине, док се на њеном другом крају налази турбина. У хидроелектрани

на лопатице турбине пада вода са велике висине и окреће осовину. У овом случају кинетичка енергија ове воде се претвара у електричну енергију. У термоелектранама и нуклеарним електранама турбину окреће снажан млаз водене паре који потиче из парног котла. Код њих се једино разликује извор енергије потребне да изазове кључање воде у котлу. У термоелектранама та енергија се добија сагоревањем неког фосилног горива: угља нафте... У нуклеарним електранама ова енергија се добија фисијом уранијума или плутонијума у нуклеарном реактору. Постоје још електране које користе енергију плиме и осеке или енергију ветра.

Вријеме трајања једног обртаја назива се период наизменичне струје ( $T$ ).

Број обртаја проводника у једној секунди назива се фреквенција ( $f$ ).

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \omega = 2\pi f \quad f = \frac{1}{T}$$

У електранама се ротор окреће одређеном фреквенцијом, док се вриједност електромоторне силе подешава бројем намотаја на ротору (већи број намотаја већа електромоторна сила).

У Европи наизмјенична струја има фреквенцију 50Hz. Фреквенција 50Hz значи да електрони у проводнику осцилују лијево – десно том фреквенцијом, тј. да они праве 50 пуних осцилација у једној секунди. Ово се постиже тако што се ротор генератора обрће са 50 обртаја у секунди, тј. 3000 обртаја у минути. Као и електрони и наизменична струја мења смер кретања 100 пута у секунди.

## ТРАНСФОРМАТОРИ

Једносмјерна електрична струја:

- централе обично у градовима (близу потрошача)
- једносмјерна струја не може да се преноси на велике даљине - велики губитак (због отпорности проводника)

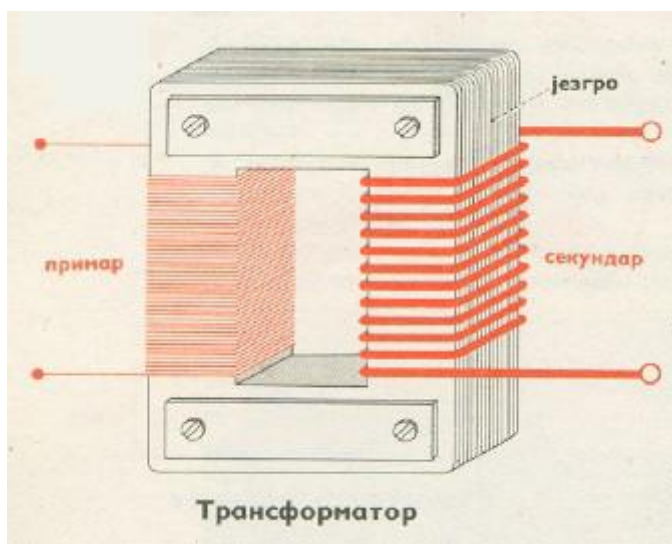
Тесла:

- доказао да на даљину може да се економично преноси једино наизмјенична струја
- прва велика хидроцентрала на Нијагари.

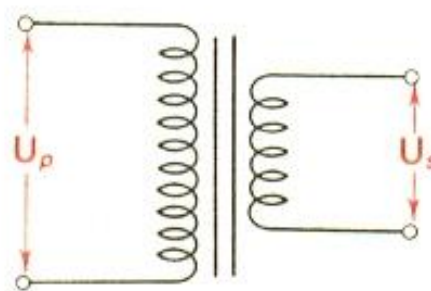
Тесла је поставио систем преноса електричне енергије на даљину трансформацијом наизменичне струје, при чему се мијења њен напон и јачина.

**Уређаји помоћу којих се врши промјена напона и јачине наизмјеничне струје називају се трансформатори.**

Трансформатор се састоји од примарног и секундарног калема (примара и секундара). Они су намотани на раму од меког гвожђа који чини **језгро** трансформатора.



симбол за приказ трансформатора са језгром



Принцип рада:

- примар се укључује на извор наизмјеничне струје;
- наизмјенична електрична струја изазива промјенљиво магнетно поље у језгру трансформатора;
- промјенљиво магнетно поље индукује струју у навојима секундара;
- потрошач се прикључује на секундар.

Гвоздено језгро омогућава да се кроз њега преноси флукс из примарног у секундарни калем. Промјена магнетног флукса у једном навоју примара једнака је промени флукса у једном навоју секундара.

На основу Фарадејевог закона следи да је:

- напон на примару је приближно једнак индукованој електромоторној сили

$$U_p = \varepsilon_p$$

- напон на крајевима секундара једнак је индукованој електромоторној сили

$$U_s = \varepsilon_s$$

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_s} = \frac{U_p}{U_s} = \frac{n_p}{n_s}$$

$$\frac{U_p}{U_s} = \frac{n_p}{n_s} \quad \text{једначина трансформатора}$$

$U_p$ - напон примара,  $n_p$  - број навоја примара

$U_s$ - напон секундара,  $n_s$  - број навоја секундара

**Напони<sup>2</sup> примара и секундара су сразмјерни бројевима њихових навоја.**

Ако секундар има више навоја од примара, напон на секундару ће бити виши од напона на примару.

Промјена напона помоћу трансформатора постиже се промјеном односа броја навојака примарног и секундарног калема.

Када не би било губитака снага секундарног кола била би једнака снази примарног кола.

$$P_p = P_s$$

$$U_p I_p = U_s I_s$$

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

---

<sup>2</sup>ефективне вредности напона

При трансформацији наизмјеничне струје однос напона примара и секундара обрнуто је сразмеран јачинама њихових струја.

**Колико се повиси напон, толико пута се смањи јачина електричне струје и обрнуто.**

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{n_p}{n_s}$$

**Јачине струја примара и секундара обрнуто су сразмјерне бројевима њихових навоја.**

Ако се мјери јачина струје уочава се да ће струја у секундару бити онолико пута јача колико је на њему мање навоја него на примару.

Ако би се примар повезао на извор једносмерне струје у језгру би се јавило стално магнетно поље које не индукује струју. Осим краткотрајно при укључивању односно искључивању.

**Једносмерна струја не може да се трансформише.**

У реалним трансформаторима увек постоје губици: све магнетне линије се не затварају кроз језгро, због загревања навоја, због индуковања вртложних струја...

Због смањења губитака због појаве вртложних струја језгра трансформатора се праве слагањем танких лимова.

Због постојања губитака, увек је

$$\begin{aligned} P_p > P_s \\ U_p I_p > U_s I_s \end{aligned}$$

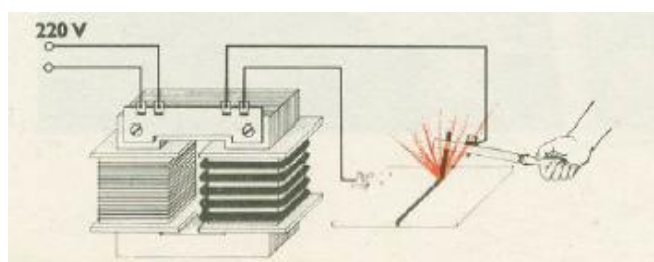
Квалитет трансформатора се процењује на основу коефицијента корисног дејства:

$$\eta = \frac{U_s I_s}{U_p I_p}$$

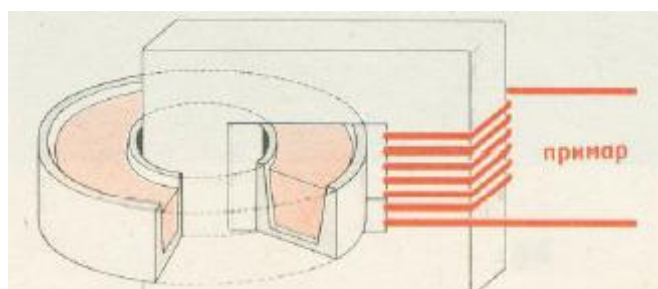
Трансформатори се убрајају у уређаје са највећим степеном корисног дејства, који се креће и до 99%. То значи да се приликом трансформације врло мали део енергије (1%) губи. Зато је снага секундара нешто мања од снаге примара.

### Примери примјене трансформатора

**Апарат за електрично заваривање** - трансформатор чији секундар има само неколико навоја дебеле жице - даје струје ниског напона, али велике јачине



**Индукциона пећ** - секундар представља метал који се топи - индукује се струја велике јачине - ослобађа се велика количина топлоте



### Пренос електричне струје на даљину

Електрична струја поришведена у генераторима далеководима се преноси до потрошача. Приликом проласка струје кроз далековода, проводници се загревају, што представља губитак електричне енергије.

$$Q = I^2 R t \text{ Цул-Ленцов закон}$$

Губици могу да се смање смањивањем отпорности проводника и смањивањем јачине електричне струје.



Смањивање отпорности може да се врши употребом проводника већег попречног пресека и избором материјала који имају малу специфичну отпорност. Смањење отпорности проводника је ограничено техничким и економским разлозима.

Проблем смањења јачине електричне струје једноставно се решава трансформаторима. За исту снагу, колико пута се повећа напон толико пута се смањи јачина струје.

Напон у далеководима је и до неколико стотина киловолти.

Код нас се углавном у домаћинствима користи напон од 220V. Пошто се пренос електричне енергије на велике удаљености врши при високом напона, а потом се он близини потрошача снижава.

