

# **Az elektromágneses indukció**

Ha valahol a mágneses tér változik, akkor ott a tér bizonyos pontjai között elektromos potenciálkülönbség jön létre, ami például egy zárt vezető hurokban elektromos áramot hoz létre.

# AZ INDUKCIÓ FAJTÁI

## Mozgási indukció

A mágneses mező megváltozása a tekercs és a mágnes relatív mozgásának következménye.

## Nyugalmi indukció

A mágneses fluxus megváltozásának oka nem a mozgás.

## *kölcsönös indukció*

A primer tekercsben változik a mágneses fluxus nagysága, amely a szekunder tekercsben indukált feszültséget hoz létre.

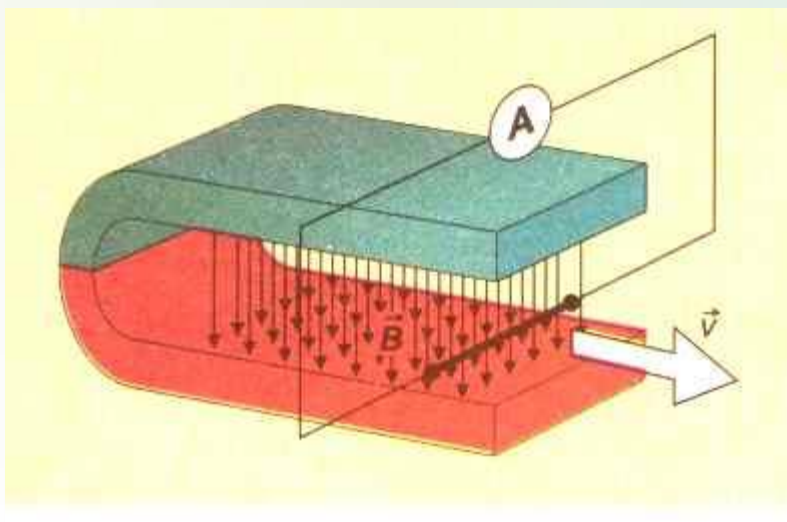
## *önindukció*

Egy tekercs esetén ha változik a mágneses fluxus nagysága, magában a tekercsben indukálódik a feszültség.

## Faraday elektromágneses laborja

# A mozgási indukció

Az  $l$  hosszúságú vezető szálaban lévő töltések a vezető szálabal együtt  $B$ -vel  $\alpha$  szöget bezáró  $v$  sebességgel mozgatjuk. A mozgó töltésekre ható Lorentz-erő választja szét a töltéseket és hozza létre az indukált feszültséget.



Az indukált feszültség nagysága:

$$U_i = B \cdot l \cdot v \cdot \sin \alpha$$

Zárt áramkörben az indukált feszültség hatására létrejön az indukált áram.

# AZ INDUKÁLT ÁRAM IRÁNYA

## LENZ-TÖRVÉNY

Az indukció során a az indukált áram olyan irányú, amely mágneses hatásával akadályozza az őt létrehozó változást, a mozgást.

Film (Lenz ágyú)

# A mozgási indukció alkalmazásai 1.

A mozgási elektromágneses indukció lehetőséget biztosít arra, hogy mechanikai energia befektetése árán elektromos energiát hozzunk létre. Ezen elven működnek a **generátorok**.

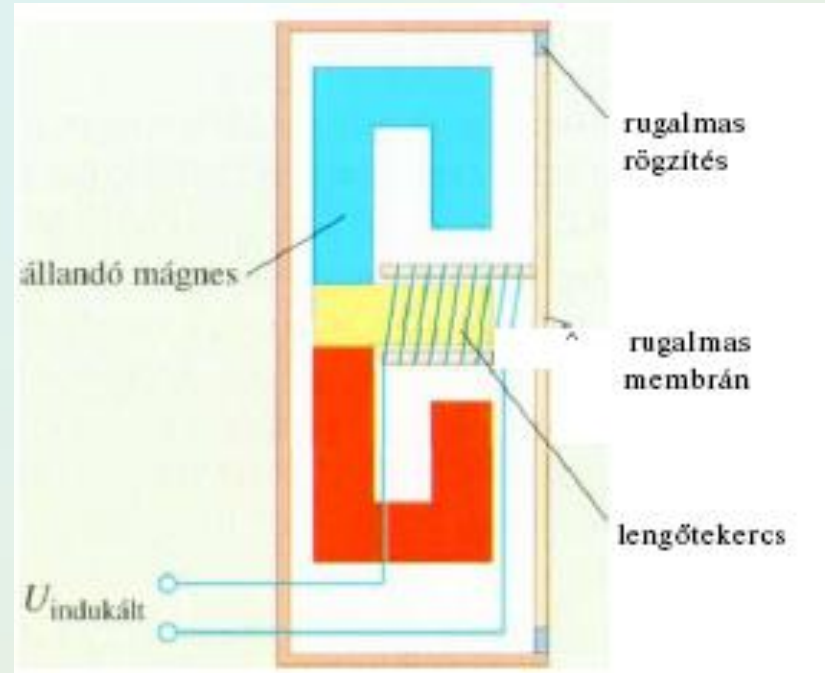
A különböző típusú erőművekben, a generátorok meghajtásának **módjában** van különbség.

- **hőerőművek**: foszilis üzemanyagot (szén, olaj, gáz) égetnek el.
- **vízierőművek**: a turbinák lapátjait a víz energiája forgatja.
- **szélerőművek**: a turbinák lapátjait a szél energiája forgatja.
- **atomerőművek**: a turbinák lapátjait a reaktor hűtése során keletkező gőz hajtja meg.

# A mozgási indukció alkalmazásai 2.

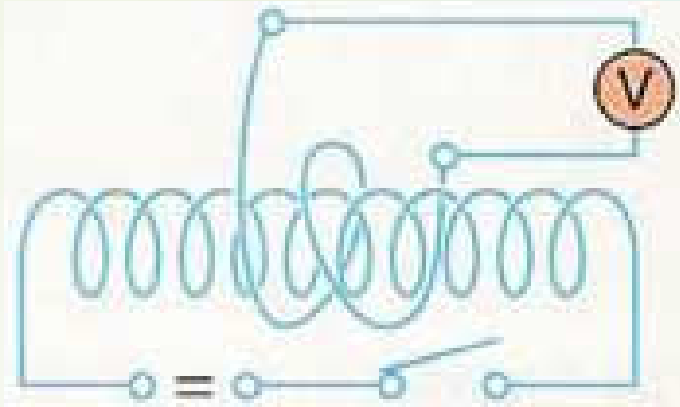
A **dinamikus mikrofon** a mozgási indukció elvén alapszik.

*A hangrezgés hatására a membrán (rugalmas lemez) és a hozzáerősített tekercs is rezeg a rögzített állandó mágnes mezőjében. Így a tekercsben a hangrezgés tulajdonságait hordozó elektromos feszültség indukálódik.*



Napjainkban nagy jelentősége van a **mágneses információtárolásnak és -visszaadásnak (magnetofon, videó, mágneses adattárolók)**.

# A nyugalmi indukció



Nyugalmi indukció során a mágneses mező változik a nyugvó vezető körül.

## A Faraday-féle indukciós törvény:

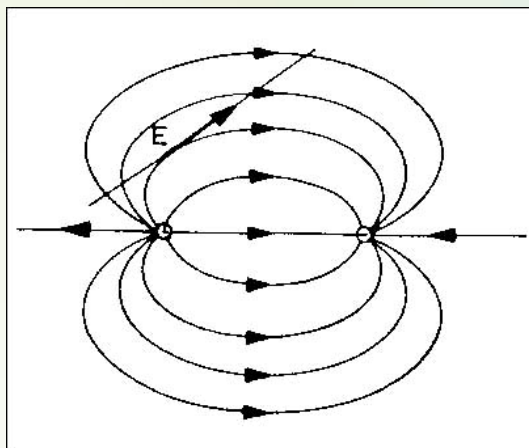
Az indukált feszültség egyenesen arányos a fluxus változás sebességének és a tekercs menetszámának a szorzatával.

$$U_i = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

(a mínusz előjel Lenz-törvényéből következik.)

# Az elektrosztatikus és az időben változó mágneses mező által keltett elektromos mező összehasonlítása.

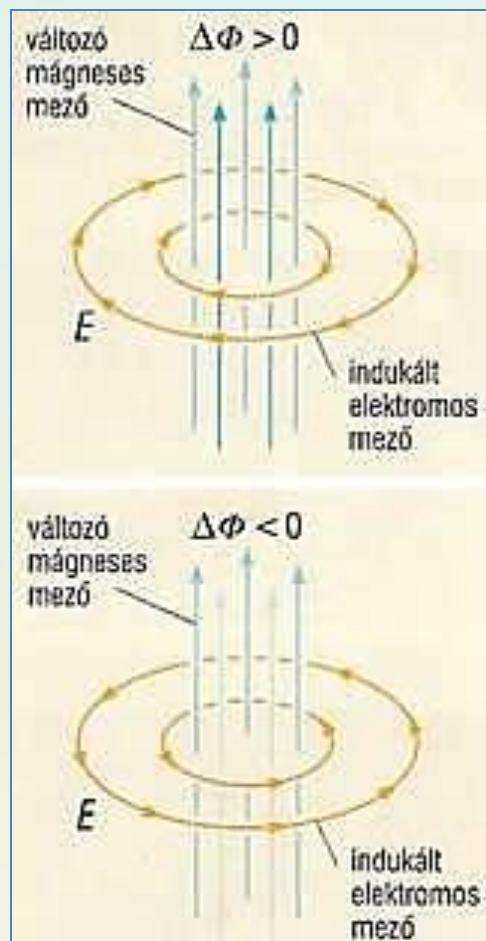
## Sztatikus mező



**Forrásos mező:**  
forrásai a töltések

**Örvénymentes mező:**  
A mező térerősség-vonalai  
nem zárt görbék.

## Indukált elektromos mező

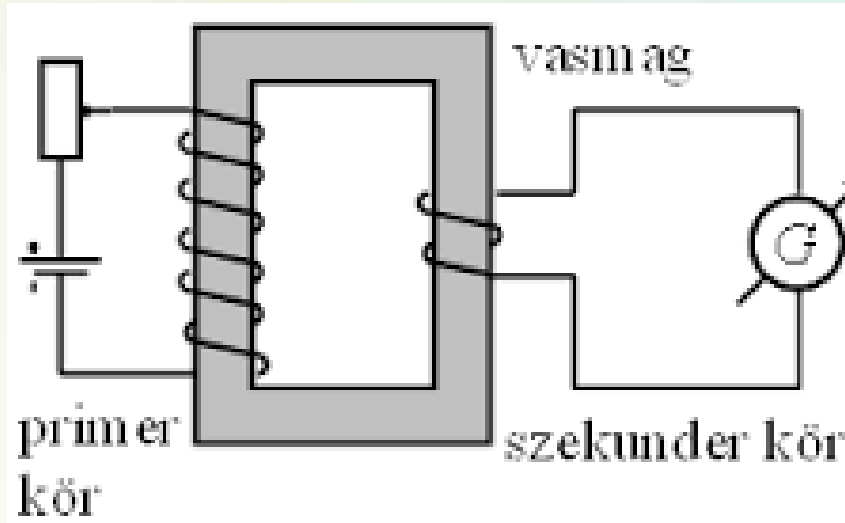


**Forrásmentes mező:**  
mágneses töltések  
nincsenek, a mágnes  
mindig dipólus.

**Örvényes mező:**  
A mező  
Térerősség-vonalai  
zárt görbék.



# A KÖLCSÖNÖS INDUKCIÓ



Kölcsönös indukció  
bemutatható két tekercs  
segítségével.

A két tekercset közös  
vasmaggal kapcsoljuk össze.

Ha az első (primer)  
tekercsben változtatjuk az  
áram erősségét, akkor a  
második (szekunder)  
tekercsben feszültség  
mérhető.

Gyakorlati alkalmazás: pl. [transzformátor](#)

# A KÖLCSÖNÖS INDUKCIÓ

## A jelenség magyarázata a következő:

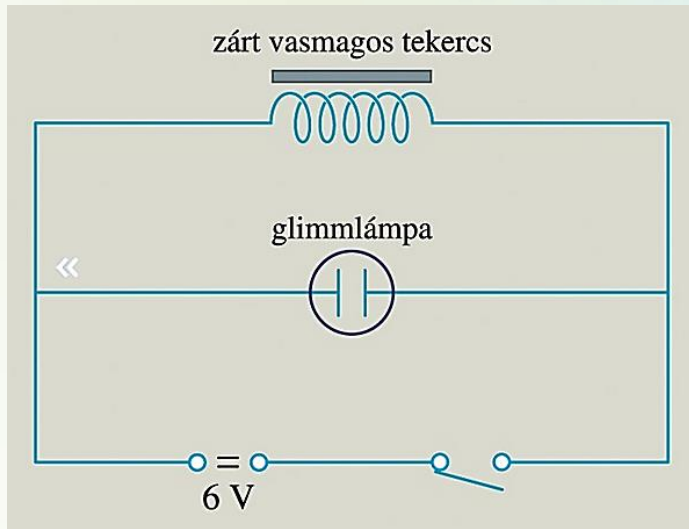
Az első tekercsben az áramerősség változása miatt egy időben változó mágneses mező alakul ki. A közös vasmag miatt ez a változás a második tekercsben is fennáll. A mágneses mező változása egy örvényes elektromos mezőt indukál, ami kölcsönhatásba lép a második tekercsben lévő elektronokkal.

A kölcsönös indukció során az indukált feszültség egyenesen arányos az áramerősség-változás sebességével, az arányossági tényező a kölcsönös indukciós együttható mínusz egyszerese.

$$U_i = -L_{12} \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Ahol  $L_{12}$  a kölcsönös indukciós együttható.

# AZ ÖNINDUKCIÓ 1.



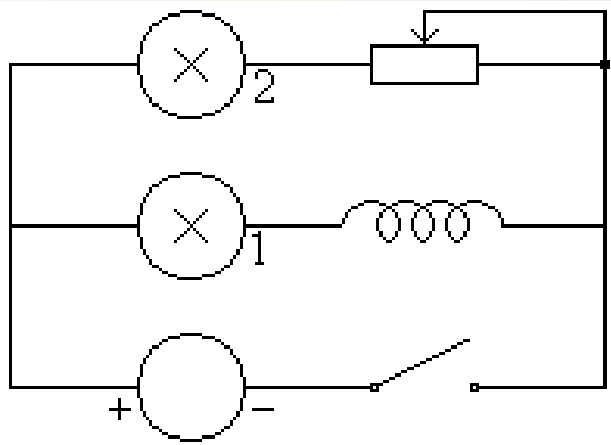
Kapcsoljunk néhány voltos áramforrás sarkaihoz párhuzamosan egy zárt vasmagos tekercset és egy glimmlámpát (ködfénylámpát), melynek gyújtási feszültsége 100 V körüli érték! Az áramkör zárásakor semmi különöset nem észlelünk.

Az áramforrás feszültsége kevés a glimmlámpa begyújtásához. Az áramkör megszakításának pillanatában azonban felvillan a glimmlámpa!

## A jelenség magyarázata:

A kikapcsoláskor keletkező indukált feszültség hozzáadódik a telep feszültségéhez, amellyel együtt már eléri a „gyújtási” feszültséget.

# AZ ÖNINDUKCIÓ 2.



Az áramkörbe két teljesen azonos teljesítményű izzót kapcsolunk. Az áramkör zárásakor az 1-es izzó később kezd el teljes fényerővel világítani. Kikapcsoláskor pedig később alszik el.

## **A jelenség magyarázata:**

A kapcsoló zárásakor (nyitásakor) az áramerősség nagysága a tekercsben a nullához képest folyamatosan nő (csökken). Így a tekercs belsejében egy időben változó mágneses tér alakul ki. Ez egy örvényes elektromos mezőt hoz létre, amely által indított áram akadályozza az áram növekedését ill. kikapcsoláskor a megszűnését. (Lenz-törvény).

# AZ ÖNINDUKCIÓS FESZÜLTSG

Az önindukciós feszültség kifejezhető a áramerősség változás sebességével:

$$U_{ind} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Az **L** arányossági tényező most a tekercs öninduktivitása vagy más néven *önindukciós együtthatója*. A **–** előjel a Lenz-szabályra utal.

Ahol **L** az önindukciós együttható.

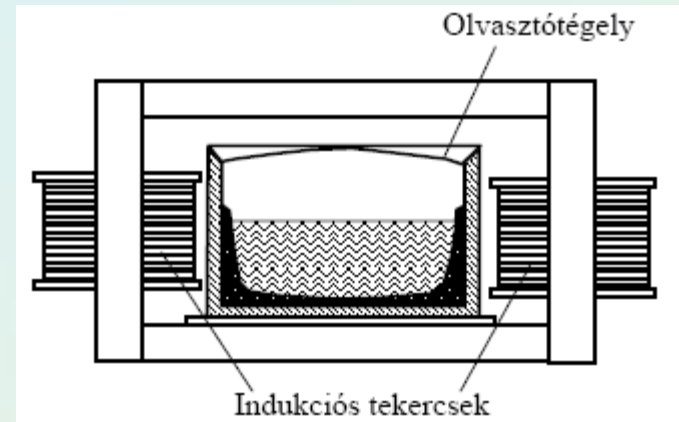
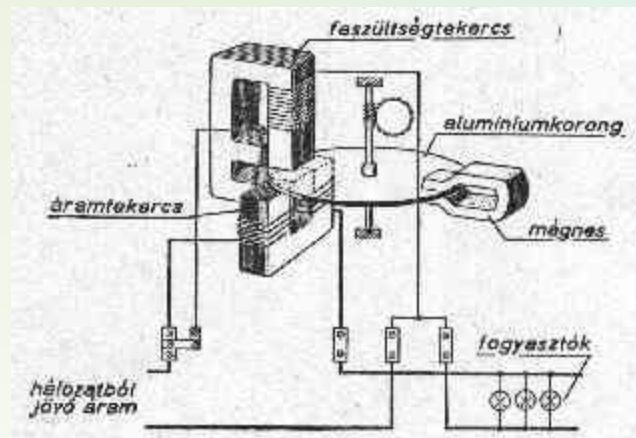
# AZ ÖRVÉNYÁRAMOK ÉS ALKALMAZÁSUK

Tömör vezetőkben (nem áramkörökben) változó mágneses mezők vagy az anyag mágneses mezőben való mozgása által keltett elektromos áram.



Az inga lengése  
lefékeződik  
Az örvényáram  
hatására.

A villanyóra tárcsája  
az örvényáramok  
hatására kezd el forogni.



**Az indukciós kemence:**  
a keletkező örvényáramok az  
anyagban hővé alakulnak és  
a behelyezett fémet gyorsan  
megolvasztják.

# A VÁLTAKOZÓ ÁRAM ELŐÁLLÍTÁSA

Előállítás: a mozgási indukció elvén történik.

Tekercspárok között mágnest forgatunk, vagy homogén mágneses térben tekercset forgatunk állandó szögsebességgel. Az indukálódott feszültség az idővel szinuszosan arányos.

$$U = U_0 \cdot \sin \omega t$$

**U**: a pillanatnyi feszültség

**U<sub>0</sub>**: a feszültség maximális értéke (csúcsfeszültség)

**ω**: körfrekvencia (értéke megegyezik a váltakozó áramú generátor forgó mágnesének szögsebességével)

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

**f**: a váltakozó áram frekvenciája

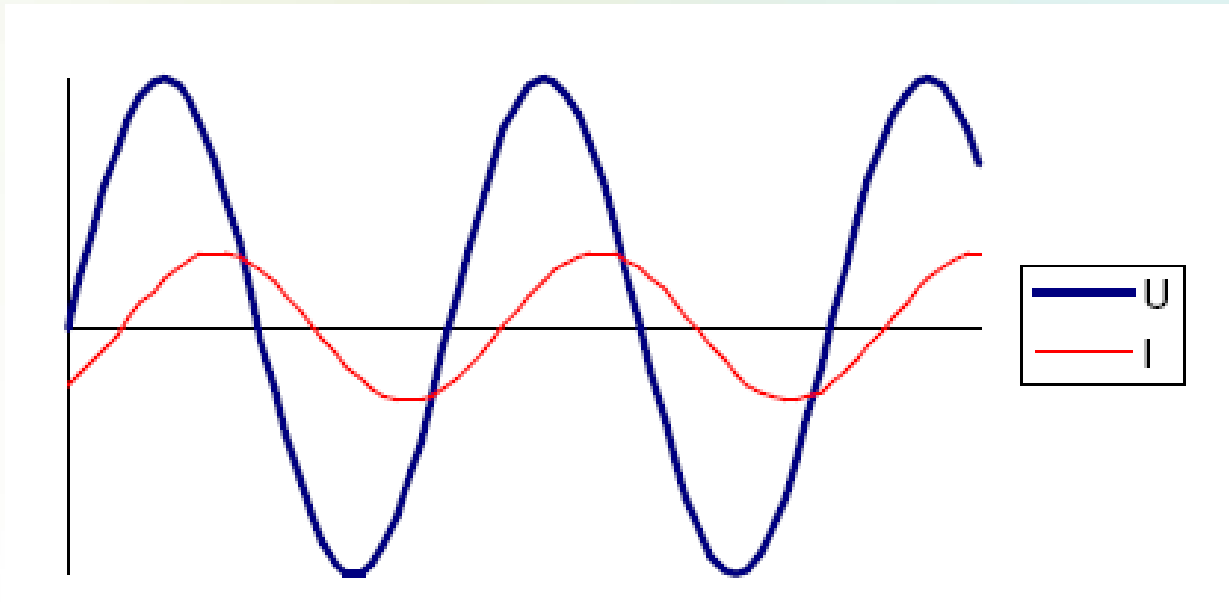
(megegyezik a generátor forgórészének fordulatszámával).

# A VÁLTAKOZÓ ÁRAM

Az indukált áram erőssége szintén szinusz függvénnyel írható le:

$$I = I_0 \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

a feszültség és az áram közötti fázis különbség



Az áram és a feszültség sok esetben nem egy időben veszik fel a maximumot, minimumot - nincsenek azonos fázisban.



# Effektív feszültség és áram

Fontos szerepet játszik a váltakozó áram hőhatása. A váltakozó áram hőhatás szempontjából vett átlagos értékét **effektív értéknek** nevezzük.

Az effektív érték egy olyan egyenfeszültséggel egyenlő, amelynek hőhatása ugyanazon fogyasztón, ugyanannyi idő alatt megegyezik a váltakozó áram hőhatásával.

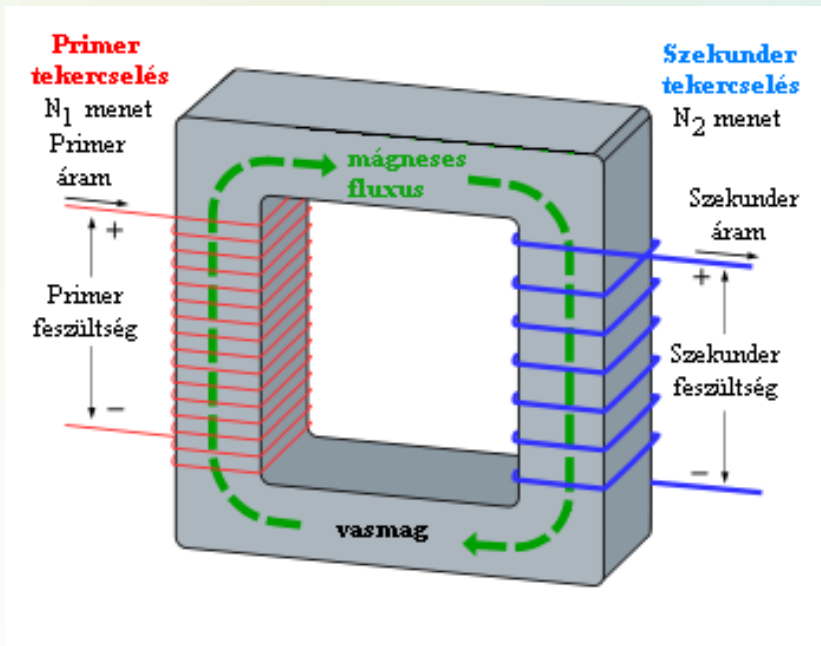
$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

A Magyarországon használt váltakozó áramnál:  $f = 50\text{Hz}$   $\omega = 314\text{Hz}$

# A TRANSZFORMÁTOR

A transzformátor olyan *váltakozó feszültséget* átalakító berendezés, amelyben egy vasmagra két (vagy több) tekercset csévélnek fel.



Kapcsolat a menetszámok, feszültségek és áramerősségek között:

$$\frac{U_p}{U_{sz}} = \frac{N_p}{N_{sz}} = \frac{I_{sz}}{I_p}$$

*A transzformátort, magyar villamosmérnökök alkották meg.*

*(Déry Miksa, Bláthy Ottó, Zipernovszky Károly)*

[filmbejátszás](#)

# A váltakozó áram hatásai

**Hőhatás:** *A vezetékben mozgó elektronok súrlódása okozza. Az egyen ill. a váltakozó áram hőhatása megegyezik.*

## **Mágneses hatás:**

A váltakozó áram iránya és nagysága is folyton változik, ezért az általa keltett mágneses tér is állandóan változik.

## **Vegyhatás:**

A pólusok felcserélődése miatt elektrolízisre alkalmatlan a váltakozó áram.

## **Élettani hatás:**

A szervezetünkre veszélyes: (égési sérülések, izomgörcs), a veszélyesség mértéke függ az áramerősségtől, áthaladási vonalától, időtől. a szervezetünk ellenállásától.

# Ellenállások váltakozó áramú áramkörökben

## ohmos ellenállás:

Értéke egyen és váltakozó áram esetén megegyezik.

Jele: R.             $[R] = \Omega$

## induktív ellenállás:

A tekercs indukcióból adódó ellenállását nevezzük. Jele:  $X_L$

Az induktív ellenállás arányos a váltakozó áram frekvenciájával, és függ a tekercs önindukciós együtthatójától.

$X_L = L \cdot \omega$              $[X_L] = \Omega$

# Kapacitív ellenállás

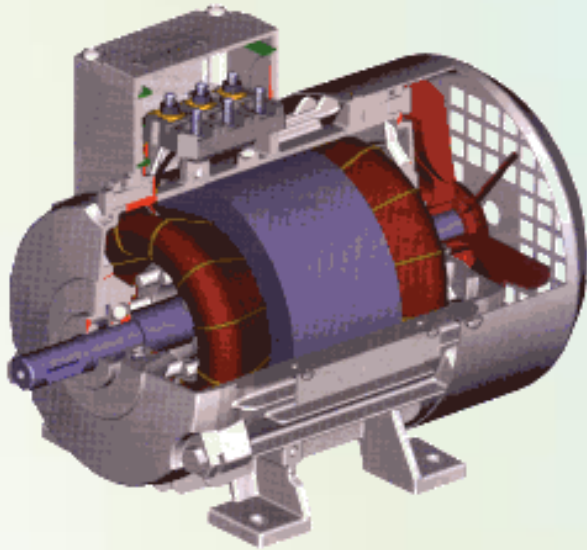
A kondenzátor a váltakozó áramot nem szakítja meg: az egyik fél periódusban feltöltődik, a másikba kisül. Ez a folyamat periodikusan ismétlődik.

A kondenzátor váltakozó áramú ellenállását kapacitív ellenállásnak nevezzük:

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

C: a kondenzátor kapacitása  
 $\omega$ : a körfrekvencia ( $\omega = 2\pi f$ )

# A VÁLTAKOZÓ ÁRAMÚ ESZKÖZÖK



A **motorok** elektromos energiát alakítanak mechanikai energiává.



A **generátorok** mechanikai energiát alakítanak át a mozgási indukció elve alapján elektromos energiává.

# A villamos energia szállítása

Az elektromos energiát az elektromos távvezeték-hálózatok juttatják el a forrástól a felhasználás helyére – ami több ezer kilométerre is lehet –, ahol szétosztják a fogyasztók között.

A forrás bármilyen erőmű lehet. Közben állomások, transzformátorok, távvezeték-oszlopok és kábelek biztosítják az elektromosság állandó áramlását.

Kisfilmek: [1.](#) [2.](#)



# Érintésvédelem

Áramütésről akkor beszélünk, amikor valamely áramforrás áramköre az ember testén keresztül záródik, és ennek következtében a testen keresztül folyó áram az élettani hatásai miatt az egészséget, vagy súlyosabb esetben az életet veszélyezteti.

Az ilyen típusú veszélyhelyzet elleni védekezést nevezik érintésvédelemnek. Minden villamos üzemű szerkezetet el kell látni érintésvédelemmel, melynek módszereit a szabványok érintésvédelmi osztályokba sorolással határozzák meg:

- 1. Érintésvédelmi osztály* (Védőföldelés)
- 2. Érintésvédelmi osztály* (Kettős szigetelés)
- 3. Érintésvédelmi osztály* (Törpefeszültség)



# Elsősegélynyújtás : Sokk – áramütés 1.

A súlyos áramütést szenvedett sérült gyakran eszméletét veszti, esetleg a légzése is leállhat. Az áramütés helyén mély égési seb, esetleg belső sérülés is kialakulhat. Áramütés után mindig kérjen orvosi tanácsot, még az enyhébbnek látszó sérülések esetén is.



## Mit tegyünk ?

A súlyos áramütés gyakran öntudatvesztést, súlyos égést okoz és megállíthatja a légzést is. Ne nyúljon a sérülthöz addig, amíg meg nem győződött arról, hogy az elektromos érintkezés megszakadt.

# Elsősegélynyújtás : Sokk – áramütés 2.

## Mit tehet Ön mint elsősegélynyújtó?

1. Ellenőrizze, hogy továbbra is van-e elektromos összeköttetés.
2. Ha van, a következő módszerekkel szakíthatja meg:
  - kapcsolja ki az áramforrást,
  - húzza ki a dugaszt az aljzatból a vezeték meghúzásával,
  - száraz szigetelő anyaggal távolítsa el a hibás elektromos eszközt (készüléket), vagy árammal teli vezetéket a sérültről.

(Megfelelő szigetelő anyagok a bot, fa vagy műanyag szék, gumi, nagyméretű könyv, összecsavart újság. Ne használjon semmilyen fémből készült eszközt.)