

## ÁRAMGENERÁTOR

Az áramgenerátor által szolgáltatott  **$I$  áram konstans**, feszültsége a rákapcsolt  $R$  ellenállástól függ.

Pl:  $I = 1 \text{ A} = \text{konstans}$

Ha  $R = 1 \Omega$ , akkor  $U = I \cdot R = 1 \cdot 1 = 1 \text{ V}$ .

Ha  $R = 10 \Omega$ , akkor  $U = I \cdot R = 1 \cdot 10 = 10 \text{ V}$

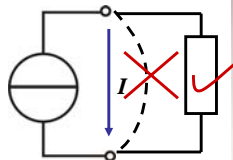
Laboratóriumi analógia: fecskendő



Az áramgenerátor belső ellenállása „végtelen”, ezért nem szabad terheletlenül (fogyasztó nélkül,  $R = \infty$ ) hagyni.

Jele:

$$U = I \cdot \infty = \infty$$



## ELEKTROMOS MUNKA

Elektromos munkavégzés akkor jön létre, ha a vezetéken az  $U$  feszültség  $Q$  töltésmennyiséget hajt át.

Az elektromos munka jele:  $W$

$$W \sim U$$

$$W \sim Q$$

$$W = U \cdot Q \xrightarrow{Q = I \cdot t} W = U \cdot I \cdot t$$

$$[V \cdot C = V \cdot A \cdot s = Ws = J]$$

Az elektromos munka mértékegysége: joule (J), Ws, Wh, kWh (kilowattóra)

$$[1 \text{ kWh} = 1000 \cdot W \cdot 3600 \text{ s} = 3600000 \text{ Ws} = 3,6 \text{ MJ}]$$



~50 Ft / kWh

## ELEKTROMOS TELJESÍTMÉNY

Teljesítménynek nevezzük azt a képességet, amellyel meghatározott **idő** alatt meghatározott **munka** végezhető.

Az elektromos teljesítmény jele:  $P$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} = U \cdot I$$

$$\left[ \frac{J}{s} = \frac{VAs}{s} = VA = W \right]$$

Az elektromos teljesítmény mértékegysége: watt, W, (J/s)

Pl.:

$1 \mu \text{ W}$  (mikrowatt) =  $10^{-6} \text{ W}$

$1 \text{ m W}$  (milliwatt) =  $10^{-3} \text{ W}$

$1 \text{ W}$  (watt) =  $1 \text{ W}$

$1 \text{ k W}$  (kilowatt) =  $10^3 \text{ W}$

$1 \text{ M W}$  (megawatt) =  $10^6 \text{ W}$

$$P = UI = U \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R}$$

$$P = UI = IRI = I^2 R$$

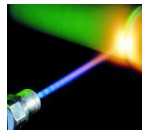
PIRI



100 W  
folyamatos üzem



1000 W  
folyamatos üzem



1 000 000 000 W  
impulzus üzem

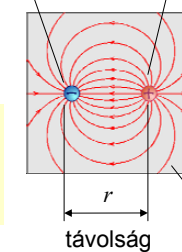
$$\frac{1 \text{ J}}{1 \text{ ns}} = 1 \text{ GW}$$

## ELEKTROMOS TÉR, COULOMB TÖRVÉNY

Az elektromosan töltött részeket körülvevő tér különleges állapotba kerül. A térnek ezt az állapotát **elektromos térnek** nevezzük.

Az elektromos tér ábrázolására **erővonalakat** használunk, amelyek a pozitív töltésből indulnak ki és a negatív töltésben végződnek.

$-Q_1 = Q_2$  töltések



erővonalak

Ellenkező töltésű testek **vonzzák** egymást.

Azonos töltésű testek **taszítják** egymást.

$$F \sim Q_1, Q_2$$

$$F \sim 1/r^2$$

$$F = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

A **Coulomb törvény** ezt az erőt ( $F$ ) írja le:

konstans

## ELEKTROMOS TÉRERŐSSÉG

Az elektromos térerősség azzal az erővel egyenlő, amelyet az elektromos tér 1 C nagyságú töltésre gyakorol.

Az elektromos térerősség jele:  $E$

Az elektromos térerősség mértékegysége:  $\frac{V}{m}$

$$E = \frac{F}{Q}$$

$$\frac{N}{C} = \frac{\frac{m}{C}}{\frac{m}{C}} = \frac{VAs}{mAs} = \frac{V}{m}$$

Amikor két pólus között elektromos feszültség van, akkor elektromos tér is van közöttük!



Pl:

Levegő átütési szilárdsága:  $3 \cdot 10^6 \text{ V/m}$

Rádióhullámok a vevőantennában:  $1\text{-}100 \mu\text{V/m}$



Térerősség a sejtmembránon keresztül:  $\sim 10^7 \text{ V/m}$

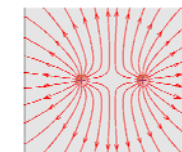


## INHOMOGÉN ÉS HOMOGÉN ELEKTROMOS TÉR

A tér minden pontjában más az erővonalak sűrűsége:

→ inhomogén tér

Pl.: azonos töltések között



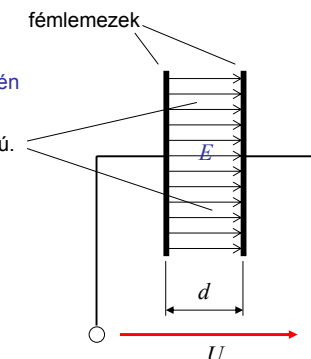
Párhuzamos fémlemezek között, **homogén elektromos tér** alakul ki.

A térerősség mindenütt azonos nagyságú.

$$E \sim U$$

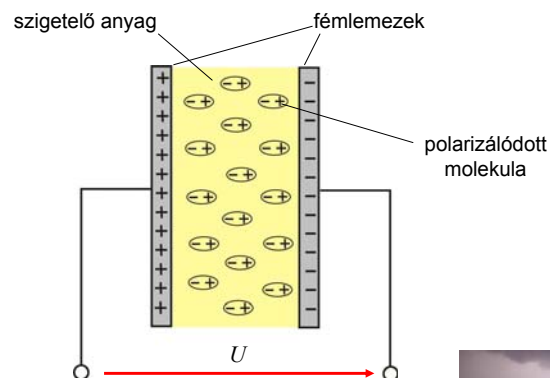
$$E \sim 1/d$$

$$E = \frac{U}{d}$$



## DIELEKTROMOS POLARIZÁCIÓ

A szigetelő anyagok atomjai, molekulái elektromos térben deformálódnak, töltései szétválnak, **polarizálódnak**.



**Átütési feszültségnél** az elektronok leszakadnak, szabad elektronokká válnak, a szigetelőanyagban áram folyik.

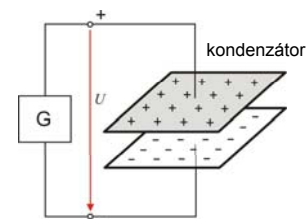
Ez az **átütés** (levegőben szikra, villám).



## KONDENZÁTOR, KAPACITÁS

A **kondenzátor** két egymástól elszigetelt **fémlemez**ből áll.

A kondenzátor lemezei által felvett **töltés** arányos a rájuk kapcsolt **feszültséggel**.



$$Q \sim U$$

Az arányossági tényezőt a kondenzátor **kapacitásának** (töltés felvőképességnek, befogadóképességnek) nevezzük.

A **kondenzátor** jellemzője, hogy elektromos feszültség hatására **töltést** képes tárolni.

**Hidrosztatikai analógia:**

hidrosztatikai nyomás ( $p$ ) = elektromos feszültség ( $U$ )

A folyadék térfogata ( $V$ ) = elektromos töltés ( $Q$ )

Az edény keresztmetszete = kondenzátor kapacitása ( $C$ )

A kapacitás jele:  $C$

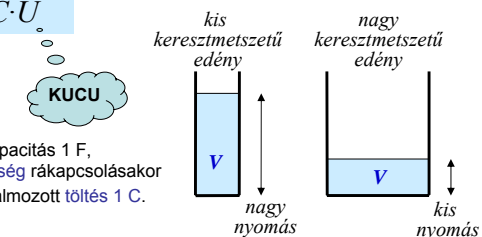
$$Q = C \cdot U$$

A kapacitás mértékegysége: **farad, F**

$$C = \frac{Q}{U}$$

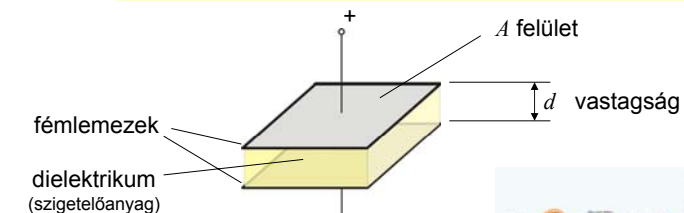
$$\left[ \frac{C}{V} = \frac{As}{V} = F \right]$$

A kapacitás 1 F, ha 1V feszültség rákapcsolásakor a rajta felhalmozott töltés 1 C.



## A KONDENZÁTOR FELÉPÍTÉSE

A kondenzátor két fémlemezből (fémfóliából) és a köztük lévő szigetelőanyagból (dielektrikumból) áll.



A kondenzátor kapacitása a geometriai méreteitől és a dielektrikum anyagi tulajdonságaitól függ:

$$C \sim A$$

$$C \sim \frac{1}{d}$$

$$C = \varepsilon \cdot \frac{A}{d}$$

Ahol az arányossági tényező  $\varepsilon$  az anyagra jellemző dielektromos állandó.

$$1 \text{ mikrofara} = 1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$$

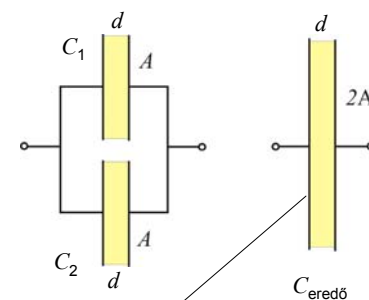
$$1 \text{ nanofara} = 1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$$

$$1 \text{ pikofara} = 1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$$



leydeni palack

## KONDENZÁTOROK PÁRHUZAMOS KAPCSOLÁSA

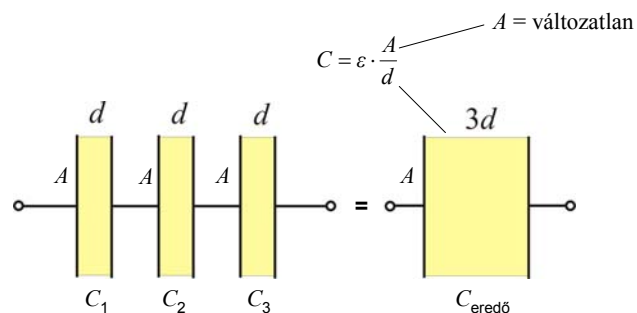


$$C = \varepsilon \cdot \frac{A}{d}$$

$$C_1 + C_2 = C_{\text{eredő}}$$

$d = \text{változatlan}$

## KONDENZÁTOROK SOROS KAPCSOLÁSA

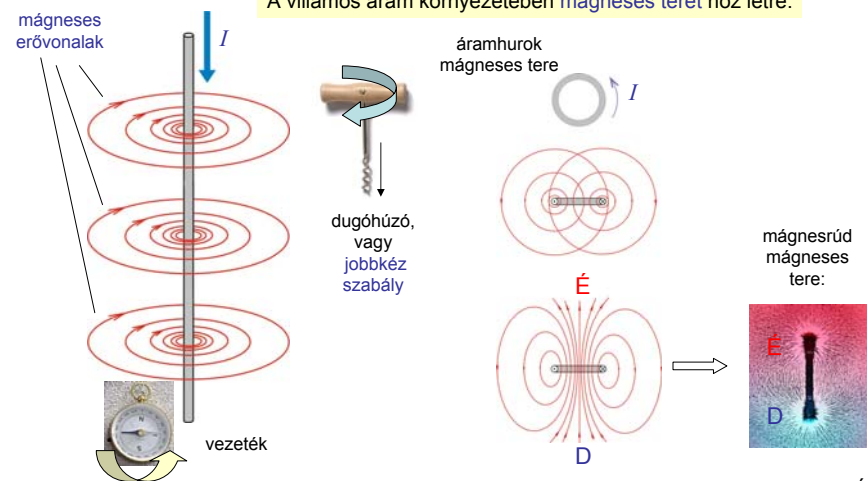


$$\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{C_{\text{eredő}}}$$

## MÁGNESES TÉR KELETKEZÉSE ÉS ÁBRÁZOLÁSA

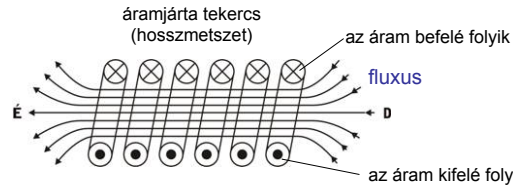
A mozgásban lévő elektromos töltéshordozók a körülöttük lévő teret különleges állapotba hozzák. Ezt **mágneses térnek** nevezzük és **erővonalakkal** ábrázoljuk.

A villamos áram környezetében **mágneses teret** hoz létre.



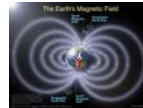
## MÁGNESES FLUXUS ÉS INDUKCIÓ

Áramtól átjárt tekercs mágneses erővonalainak összességét **mágneses fluxusnak** nevezzük.



A mágneses **fluxus** jele:  $\Phi$   
mértékegysége: **weber, Wb**

A Föld mágneses indukciója  
Magyarországon:  $\sim 50 \mu\text{T}$



Az MRI mágneses indukciója:  $\sim 1\text{T}$



**Mágneses indukció** (fluxussűrűség):  
az a **fluxus** (erővonalszám),  
amely egységnyi **felületen** merőlegesen áthalad.

A mágneses **indukció** jele:  **$B$**

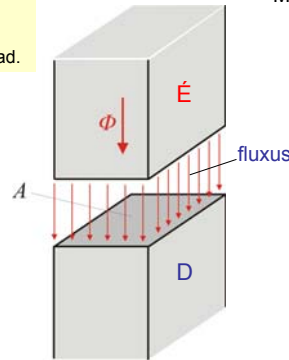
Homogén mágneses térben a  
**mágneses indukció**:

$$B \sim \Phi$$

$$B \sim I/A$$

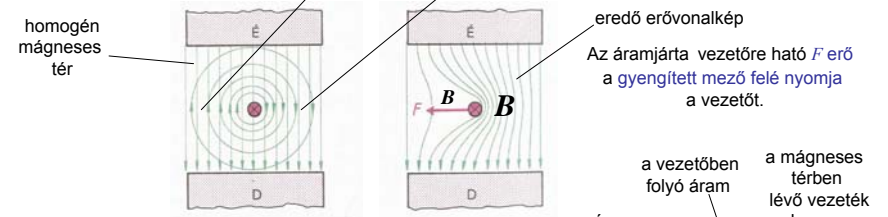
$$B = \frac{\Phi}{A}$$

Mértékegysége:  $\frac{\text{Wb}}{\text{m}^2} = \text{T}$ , **tesla, T**

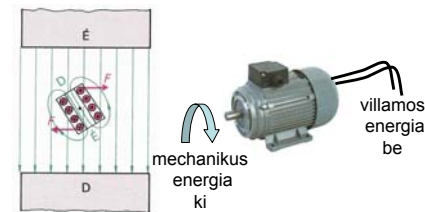


## MÁGNESES TÉR ERŐHATÁSA

Az áramjárta vezető mágneses terének **erővonalai**, és a külső mágneses tér **erővonalai** irányuktól függően hol **gyengítik**, hol **erősítik** egymást (szuperpozíció).



**Motor elv:**



a vezetőben folyó áram  
mágneses indukció  
a mágneses térben lévő vezeték hossza

$$F \sim B$$

$$F \sim I$$

$$F \sim l$$

A homogén mágneses térre merőleges vezetőre ható **erő**:

$$F = B \cdot I \cdot l$$

## A LORENZ ERŐ

$$F = B \cdot I \cdot l$$

A **Lorenz erő** a  **$B$**  mágneses térben  $v$  sebességgel mozgó  $Q$  töltésre ható  **$F$**  erőt írja le.

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$\frac{l}{t} = v$$

A **Lorenz erő**:

$$F = B \cdot \frac{Q}{t} \cdot l = B \cdot Q \cdot v$$

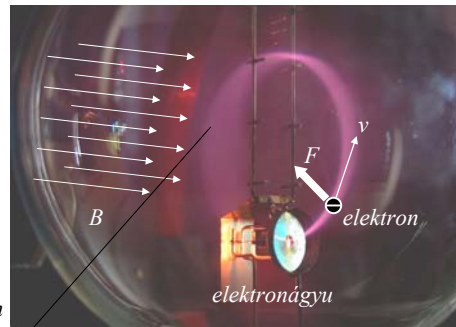
mivel  $B \perp v \perp F$

merőlegesek egymásra

$F$  centripetális erőként hat

Az elektron vákuumban körpályán mozog.

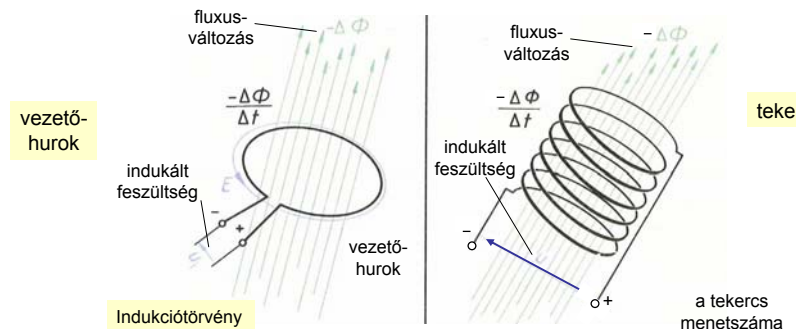
(az ábrán a csekély gáztöltés ionizációs fénye jelzi az elektronok pályáját)



## MÁGNESES INDUKCIÓ

Ha a **mágneses fluxus megváltozik**, akkor annak környezetében **elektromos tér** keletkezik, **indukálódik**.

Ha egy vezetőhurok időben **változó fluxusú** mágneses teret fog közre, akkor **elektromos feszültség** indukálódik benne.



Indukciótörvény egy hurokban:

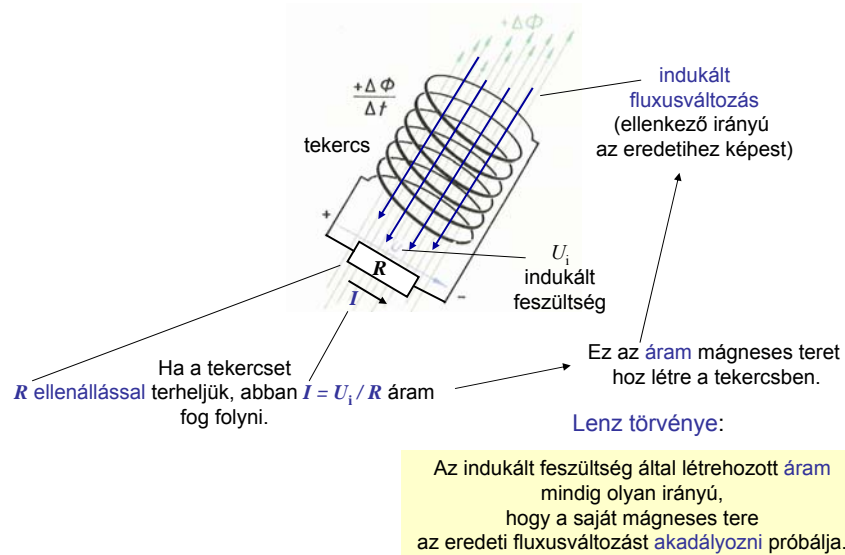
$$U_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

fluxusváltozás  
idő, amely alatt a fluxusváltozás megtörténik

Indukciótörvény  $N$  db hurokban (tekercs):

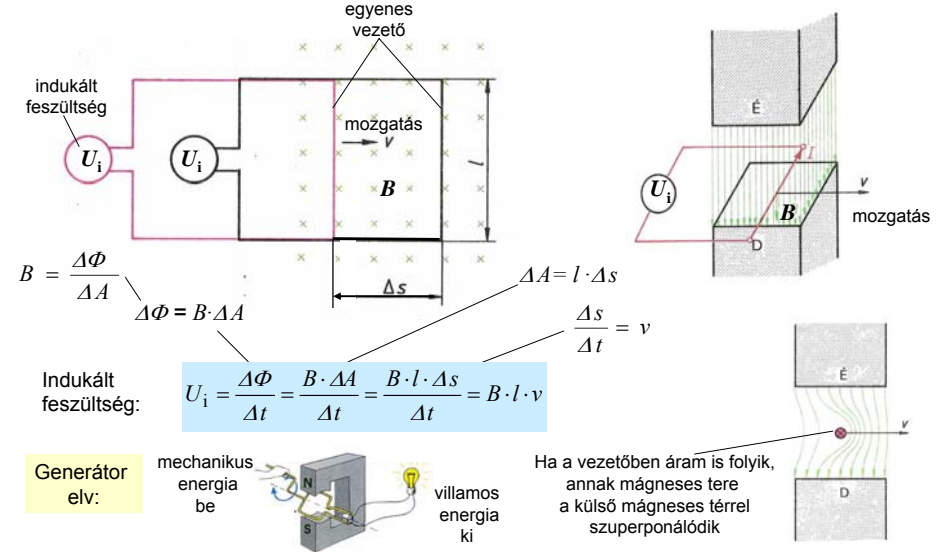
$$U_i = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

## LENZ TÖRVÉNYE

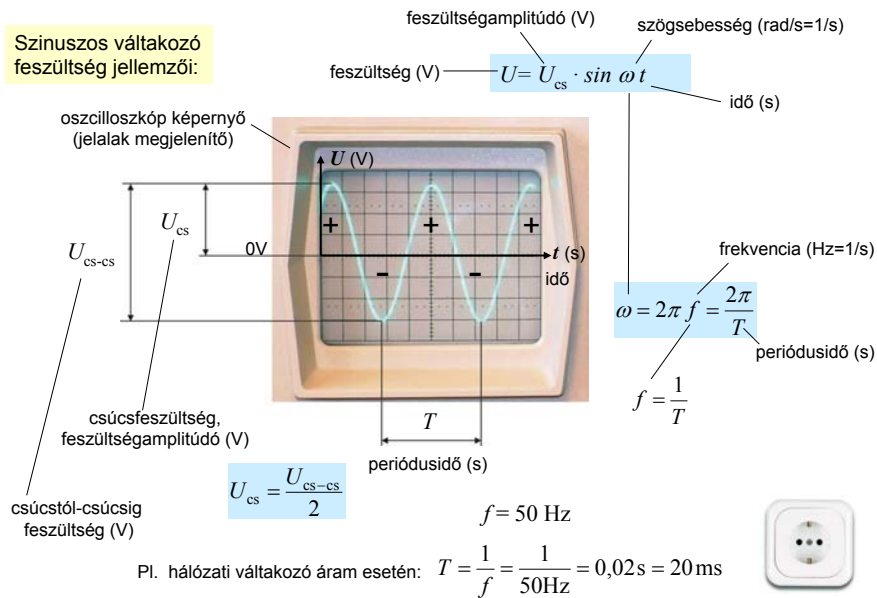


## EGYENES VEZETŐ MOZGATÁSA MÁGNESES TÉRBEN

Homogén mágneses térben az erővonalakra merőlegesen  $l$  hosszúságú vezetőt mozgatunk  $v$  sebességgel:



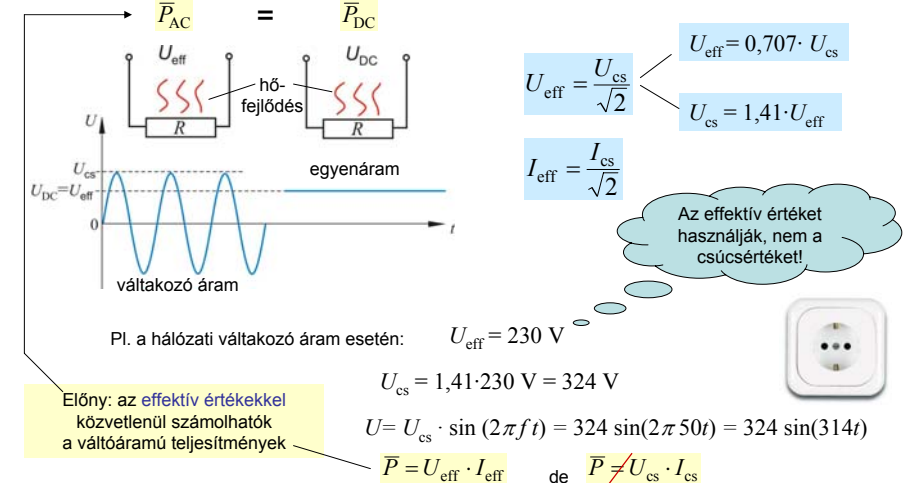
## VÁLTAKOZÓ ÁRAM (AC)



## EFFEKTÍV ÉRTÉK

Színuszosan váltakozó áram, vagy feszültség **effektív értéke** az az egyenáram, vagy feszültség, amely ugyanakkora ellenálláson **átlagosan** ugyanakkora teljesítményt hoz létre.

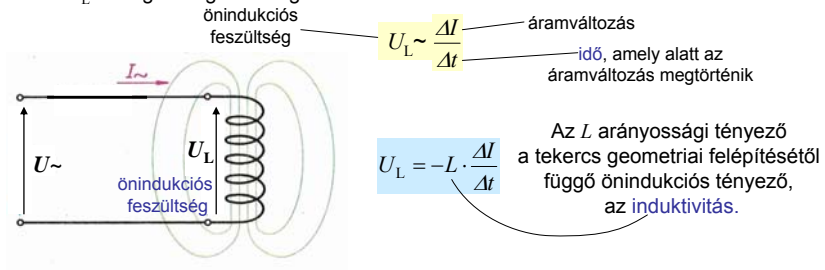
Színuszos váltakozó áram esetén:





## ÖNINDUKCIÓ

- Egy tekercsbe **váltakozó áramot** vezetünk.
- A tekercs körül folyamatosan változó mágneses tér keletkezik.
- Ugyanez a változó mágneses tér olyan  $U_L$  feszültséget indukál a tekercsben, amely a külső  $U$  feszültség, ill. az  $I$  áram változása ellen hat.
- Az  $U_L$  mindig a meglévő mágneses tér fenntartására törekszik.



Az induktivitás mértékegysége: **henry, H**



A tekercs induktivitása 1H, ha 1A egyenletes áramváltozás 1s alatt 1V önindukciós feszültséget hoz létre.