

## 1. Az energiaforrások típusai.

- Kimerülő*: szerves, fosszilis  
nukleáris, hasadó (fúziós)
- Megújuló*: napenergia: közvetlen: sugárzás, fotoszintézis  
közvetett: szél, felszíni folyamatok  
égitestek mozgása: árapály  
izomerő

## 2. Az erőművek általános felépítésének funkcionális diagramja.

Erőmű

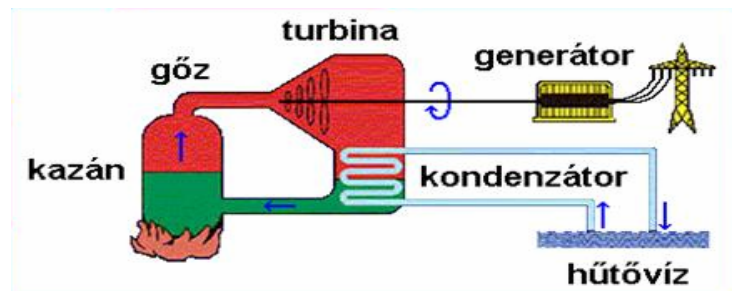
Primerenergia hordozók -> ( turbina -> generátor )-> Villamos elosztó hálózat

V                      V                      V

Hőenergia              Mozgási energia              Villamos energia

## 3. A hőerőművek funkcionális blokkvázlata.

**Fajtái:** gáz (Inota, Kelenföld)  
olaj fűtésű (Vértess) **Működés:**  
szén tüzelésű (Pécs, Visonta, Ajka)



## 4. Szabványos feszültségszintek és jellemzőik.

(750 kV: az Ukrán határtól Albertirsáig  
400 kV: az országos alap hálózat  
200 kV: az országos alap hálózat  
100 (120) kV: az országos alap hálózat  
25 kV: vasúti vontatás  
20 kV: főelosztó hálózat  
10 kV: főelosztó hálózat  
2 kV: elosztó hálózat  
1 kV: elosztóhálózat hálózat  
0.4 kV: elosztói hálózat)

### **Feszültségszintek:**

Törpe:  $U < 50 \text{ V}$   
Kis:  $50 < U < 1 \text{ kV}$   
Közép:  $1 \text{ kV} < U < 100 \text{ kV}$   
Nagy:  $100 \text{ kV} < U$

**Feszültség jellemzők:** Feszültség nagysága:  $U_n \pm 10\%$  a mérések 95%-ában

Kisfesz:  $U_{nf} = 230 \text{ V}$ ;  $U_{nv} = 0.4 \text{ kV}$

Frekvencia:  $50 \text{ Hz} \pm 1\%$  az év 99.5%-ában

Jelalak :az ideális szinuszhoz képesti torzulást a harmonikusok megengedhető szintjével korlátozzák

## 5. A távvezetési oszlopok fajtái.

Csoportosítás: portál, villásfejű oszlop, oszlop

Fajtái: egy rendszerű egy védővezetékes (oszlop)  
egy rendszerű két védővezetékes (villásfejű oszlop, portál)  
két rendszerű egy védővezetékes (oszlop)  
két rendszerű két védővezetékes (oszlop)

**6. Az elosztóhálózatok kialakításának módjai.**

*Sugaras:* egyik végéről táplált, esetleg többszörösen elágazó, nyitott vezetékrendszer

*Gyűrűs:* a sugaras alakzatnál gyakran előforduló tartós villamosenergia-kimaradás elkerülésére a sugaras vezeték nyomvonalát úgy alakítják ki, hogy az azonos táppontból kiinduló sugaras alakzatok gerincvezetékei egy pontban találkozzanak

*Íves:* azonos a gyűrűs hálózatával, csak különböző táppontból indulnak az egyesíthető gerincvezetékek

**Elosztó hálózatok elemei:** **alállomások** (transzformátor, kapcsoló)  
**távvezetékek**  
**oszlopok**  
**kapcsoló berendezések** (szakaszolók, megszakítók)

**7. Szinkron gép hálózatra kapcsolása.**

a) szinkronként indítom indítómotorral

b) aszinkronként indítom oly módon, hogy a forgórészek tekercseit rövidre zárjuk, majd felpörgés után szinkron módba kapcsolok

**8. A többfázisú rendszerek előnyei az egyfázisú rendszerekkel összehasonlítva. Mi az oka a háromfázisú rendszerek elterjedtségének?**

Három a legkisebb olyan fázisszám, ahol a fázisonkénti teljesítmények összege időben állandó.

(Ezt az értéket röviden háromfázisú teljesítménynek hívjuk)

A háromfázisú teljesítmény állandóságának jelentősége: Állandó nyomaték hat a generátorokra állandó nyomatékkal dolgozhatnak a villamos gépek stb. (keves vezeték kell -> olcsó)

**9. A hatásos, meddő és látszólagos teljesítmények értelmezése és számítása egy- és háromfázisú rendszerekben. A névleges értékek fogalma.**

1f: hatásos:  $P = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos \varphi$

meddő:  $Q = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \sin \varphi$

látszólagos:  $S = U_{eff} \cdot I_{eff}$

3f:  $P = 3 \cdot U_{eff(1f)} \cdot I_{eff(1f)} \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot U_{eff(vonal)} \cdot I_{eff(v)} \cdot \cos \varphi$

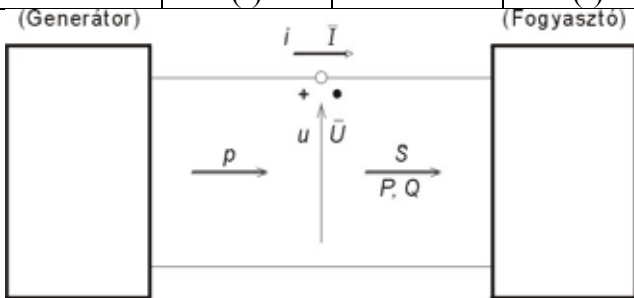
$Q = \sqrt{3} \cdot U_{eff(v)} \cdot I_{eff(v)} \cdot \sin \varphi$

$S = \sqrt{3} \cdot U_{eff(v)} \cdot I_{eff(v)}$

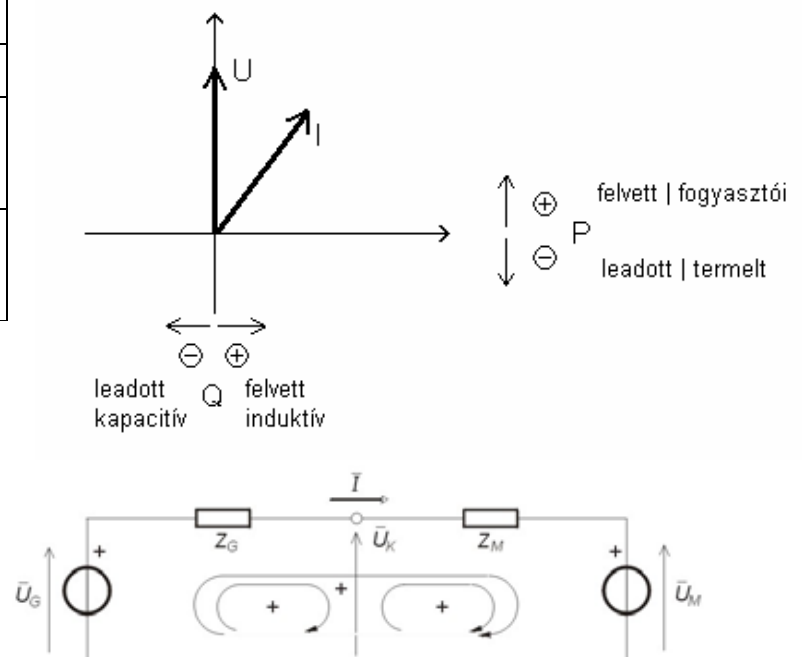
**10. A pozitív vonatkozási irányok, és a teljesítmény-előjelek értelmezése.**

Az egyenletek felírásához pozitív irányrendszer választása is szükséges. Mi az ún. fogyasztói pozitív irányrendszert használjuk, amelyben a felvett teljesítmények előjele pozitív.

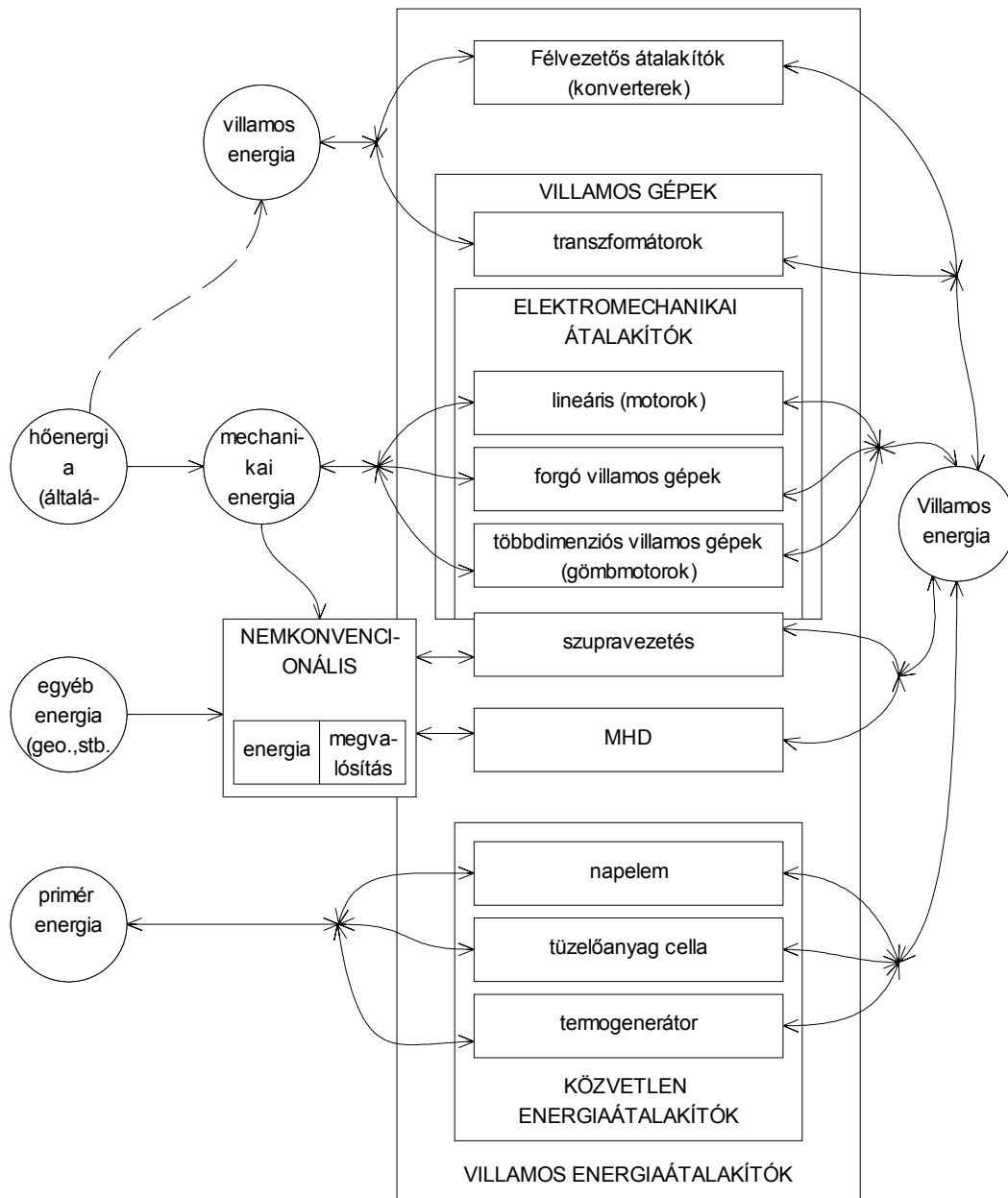
Generátor		Motor	
Hatásos	Meddő	Hatásos	Meddő
termelt (+)	termelői, kapacitív (+)	fogyasztott (+)	fogyasztói, induktív (+)
fogyasztott (-)	fogyasztói, induktív (-)	termelt (-)	termelői, kapacitív (-)



a, jelölések



## 11. A villamos energiaátalakítók osztályozása. A villamos gépek működésének alapelvei.(lsd.köv)



## 12. A villamos energiaátalakítók törvényei.

### **1. TÖRVÉNY**

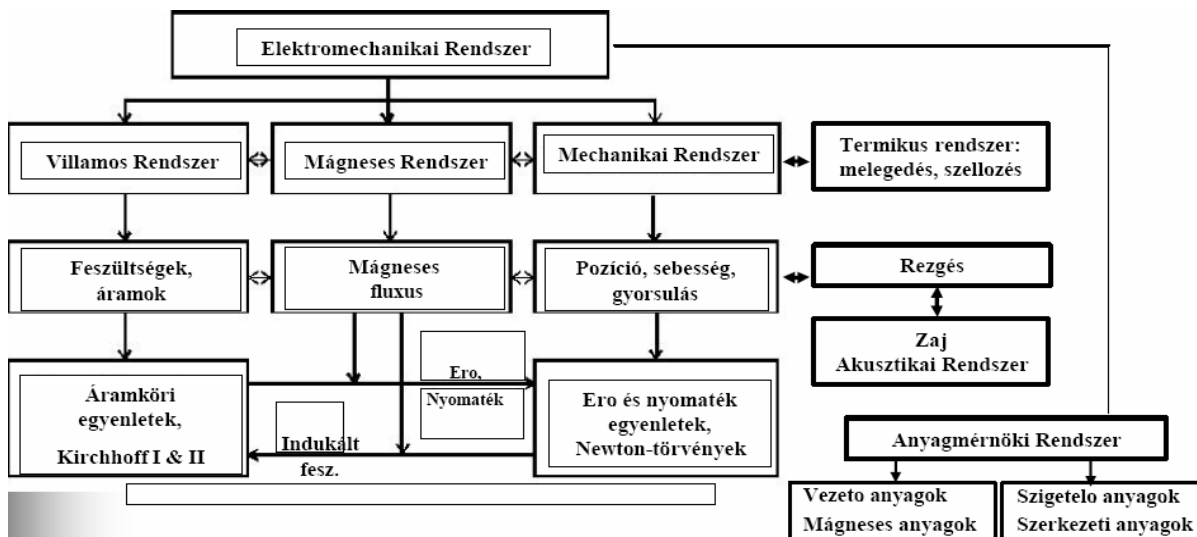
A villamos gépekben az energiaáramlás iránya megfordítható. Egy és ugyanazon gép, például forgógép, motorként és generátorként is üzemelhet. Ezt nevezzük a villamos gép motoros illetve generátoros üzemének vagy üzemállapotának.

### **2. TÖRVÉNY**

Az energiaátalakítás hatásfoka elvileg elérheti a 100%-os hatásfokot. A gyakorlatban a 100% hatásfok nem valósítható meg, de nagyon megközelíthető. Például nagy teljesítményű transzformátorok és erőművi generátorok hatásfoka elérheti, sőt egyes esetekben meg is haladhatja a 99,5 % értéket.

### **3. TÖRVÉNY**

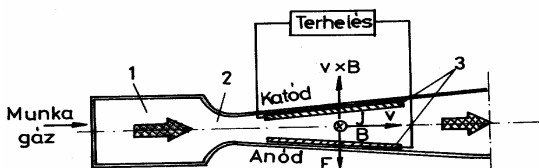
Az átalakító működése két, egymáshoz képest nyugalomban lévő: mágneses vagy villamos mező kölcsönhatásán alapszik. A gyakorlatban túlnyomó többségben a mágneses terek kölcsönhatásán alapuló villamos energia-átalakítók terjedtek el.



### 13. A közvetlen energiaátalakítók működésének alapjai, a legfontosabb (gyakorlatban alkalmazott) közvetlen energia-átalakítók.

-magnetohidrodinamikus (MHD) generátorok,

Az MHD-energiaátalakítás az elektromágneses indukció törvényén alapul, csakúgy, mint az elektromechanikai energiaátalakítás. A két energiaátalakítási mód közötti különbség abban áll, hogy az MHD-generátorokban vezető közegként mágneses térben mozgó ionizált gázt (plazmát) vagy folyékony fémeket alkalmaznak



-elektro-gáz-dinamikus generátorok,

-Nernst-Ettingshausen generátorok,

-hővillamos generátorok

Két különböző anyagú vezető végeit összeszorította. Az egyik érintkezési pontot melegítve azt tapasztalta, hogy a vezetők közelébe helyezett mágnesű kitért. A felfedezett jelenség további vizsgálata céljából, kísérletét számos anyagpáron is elvégezte. A jelenség helyes magyarázatát ennek ellenére nem találta meg, ugyanis úgy képzelte, hogy a mágneses tér szerkezete közvetlenül a hőmérsékletkülönbség hozza létre. Ma már tudjuk, hogy a hőmérsékletkülönbség hatására feszültség keletkezik, mely a körben áramot indít. Ennek az áramnak a mágneses tere térítette el a mágnesűt. Ezt a termoelektromos jelenséget nevezzük ma Seebeck-effektusnak.

-termionikus generátorok,

-fényvillamos generátorok

Az időben állandó feszültség (melyet a továbbiakban fotofeszültségnek fogunk nevezni) annak következtében jön létre, hogy a beeső fotonok többlet töltéshordozókat keltenek. E töltéshordozók a kristályban kialakult belső lokális villamos tér hatására elmozdulnak, ill. felhalmozódnak, így az anyagban tértöltés, ennek hatására pedig fotofeszültség keletkezik. A fényvillamos generátorok gyakorlati alkalmazása felé vezető úton meghatározó jelentőségű volt a fényvillamos jelenség felfedezése p-n átmenetekben. Ezt először szilíciumon, majd ólom-szulfidon (PbS) figyelték meg, 1941-ben.

-termomágneses generátorok,

-ferrovillamos generátorok,

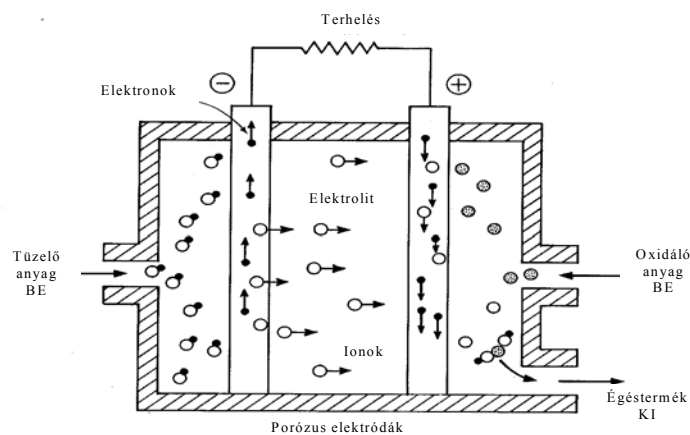
-elektrohidrodinamikus generátorok,

-piezo-villamos generátorok,

-atomenergiát közvetlen villamos energiává alakító berendezések,

-fűzés átalakítók,

-tüzelőanyag elemek,



2. ábra: Tüzelőanyag elem vázlatos felépítése és működése

A 2. ábrának megfelelően olyan elrendezést alakítottunk ki, amelynél az égő anyag és az oxidáló anyag molekuláit nem engedjük keveredni. Induljunk az anód lemezről, melyre a jelen példában hidrogén molekulákat juttatunk. A KATALIZÁTORT tartalmazó anódnak olyan tulajdonsága van, hogy a hidrogén molekulákról, illetve atomokról az elektronokat leválasztva, azokat egy külső, fémes villamosan vezető körbe tereli, a hidrogén ionokat pedig az elektrolitba juttatja. Az elektronok a külső villamos ellenálláson át eljutnak a katód oldalra, ahol az ott képződő oxigén ionok elektron hiányát betöltik és az elektroliton át eljuttatott hidrogén ionokat igénybe véve, neutrális vízmolekulákat képeznek.

#### **14. A szupravezetők alaptulajdonságai és alkalmazási területei.**

Az I. típusúnál a mágneses indukciós vonalak nem hatolnak bele az anyagba, a II. típusúnál a széleibe bele tud hatolni.

*I. típusú:* Nagy mágneses indukció gerjesztésére alkalmas elektromágnesek készítése során kiderült, hogy amennyiben a külső mágneses indukció vagy az áramerősség egy - ugyancsak kritikusnak nevezett - értéket meghalad, a vizsgált anyag elveszti szupravezető tulajdonságát.

A szupravezető állapotot tehát döntően három jellemző szabja meg.

Ezek a kritikus paraméterek:  $T_{kr}$ ,  $I_{kr}$ ,  $B_{kr}$ . A kritikus indukció és áramerősség függ a hőmérséklettől

I. típusú szupravezetőben az indukció értéke minden esetben zérus.

Az I. és II. típusú szupravezetők közötti különbség a mágneses tulajdonságokban mutatkozik meg.

Valamely  $B_{kr1}$  (alsó kritikus indukció) értékéig a II. típusúak is diamágnesesek és érvényes rájuk a

Meissner-effektus. A külső mágneses teret tovább növelve azonban az anyag nem veszti el szupravezető tulajdonságát: a mágneses tér behatol a szupravezetőbe, amely ún. kevert állapotba kerül. Ez az állapot mindaddig fennmarad, amíg a mágneses indukció el nem éri a  $B_{kr2}$ -vel jelölt (felső kritikus indukció) értékét, ahol a szupravezető - normális vezetési állapotba megy át.

A disszipatív folyamat megakadályozható akkor, ha az örvényeket a Lorentz-erők ellenében rögzítjük (pinning). Rögzítőcentrumok (pinning-center) lehetnek a rácsszimmetriák, pl. a diszlokációk, a szemcsehatárok.

##### Alkalmazás:

1. Egyenáramú: Vezető veszteségének kiküszöbölése, gépek és berendezések súlyának csökkentése

-szupravezetős elektromágnesekben való alkalmazások

-szinkron generátoroknál és motoroknál

2. Váltakozó áramú:

-súly-és méretcsökkentés, ill. az egységteljesítmény növelése a hatásfok növelésével

-energiaátviteli transzformátorok tekercselésében

-váltakozóáramú kábeleken

-zárlati áramkorlátozó

## 15. A mágneses anyagok tulajdonságai. A mágneses hiszterézis, vasvesztés.

$\mu_r$  : relatív permeabilitás:  $B/B_0$

**dia**: - állandó mágnes inhomogén tere tasztítja

- $B_0$  külső tér hatására az atomi köráramokban indukált áramok következménye
- diamágneses momentum csak olyan anyagnál érzékelhető, amelynek nincs állandó mágneses momentuma

- $\mu_r$  állandó

**para**: - állandó mágnes inhomogén tere vonzza

- $\mu_r$  állandó
- pályájukon keringő elektron köráramok és az elektronspinek állandó mágneses momentumai vektori eredője

**ferro**: - állandó mágnes inhomogén tere vonzza

- $\mu_r B_0$  függvénye
- doménekből áll, melyek eredő mágnesezettsége különböző irányú, külső tér hatására egy irányba állnak
- a mágneses momentumért az elektronok saját mágneses momentuma felelős

**hiszterézis**:  $B(H)$  görbe

$H_c$ : koercitív erő

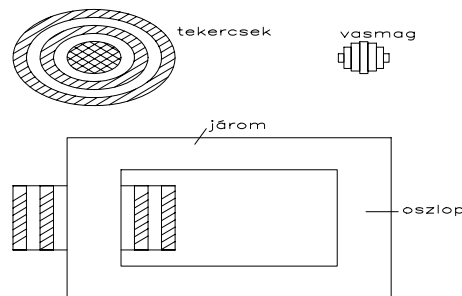
$B_t$ : telítési mágnesség

$B_r$ : remanens mágnesség

**vasvesztés**: talán **hiszterézisvesztés**: egy teljes hiszterézis ciklus alatt hővé disszipálódott vesztés a hiszt. hurok által bezárt terület ( $\oint \bar{B}d\bar{H}$ )

## 16. Az energiaátviteli transzformátorok működési elve, az indukált feszültség számítása.

A transzformátorok aktív részei: a tekercsek és a vasmag. A transzformátor sematikus rajza látható az alábbi ábrán.



### 3.1.1 A vasmag

A vasmag az alábbi feladatokat látja el:

- Elősegíti, hogy a szükséges mágneses indukciót minél kisebb gerjesztő (mágnesező) áram hozza létre.
- Elősegíti a mágneses fluxus előírt útvonalra történő terelését.
- A vasvesztés csökkentése érdekében *lemezelt*
- A kör keresztmetszet minél jobb közelítése érdekében *lépcsőzött*

### 3.1.2 A tekercselés

1. A Legegyszerűbb az ábrán is látható hengeres tekercselés.
2. A tekercsek egymásba vannak tolva, a két tekercs közötti szoros csatolás végett.
3. Kívül van a nagyfeszültségű, belül kisfeszültségű tekercs, mert így könnyebb a szigetelés megoldása.

### 3.1.3 Az indukált feszültség számítása

Állandósult állapotban az indukált feszültség fazora kifejezhető a hálózati körfrekvencia,  $\omega=2\pi f$ , ahol  $f$  a hálózati frekvencia, a primer és szekunder menetszámok,  $N_1$  és  $N_2$ , valamint a főfluxus,  $\Phi_m$  segítségével:

$$\begin{aligned}\bar{U}_{1i} &= j\omega N_1 \bar{\Phi}_m & \bar{U}_{2i} &= j\omega N_2 \bar{\Phi}_m \\ \frac{\bar{U}_{1i}}{\bar{U}_{2i}} &= \frac{N_1}{N_2} = n = \text{menetszám - áttétel} \neq \text{feszültség - áttétel} \\ U_{ieff} &= \frac{U_{imax}}{\sqrt{2}} & & \text{Csak ha szinuszos!}\end{aligned}$$

Az indukált feszültség effektív értékét az alábbi összefüggés szerint számíthatjuk:

$$U_{ieff} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} f N_1 \Phi_m$$

## 17. A gerjesztések egyensúlyának törvénye.

mely megmondja a mindenkor átmenő teljesítményt,  $UI=P$  teljesítmény állandó mindkét oldalon, ezért például  $U_1$  „feltranszformálása” kisebb  $I_1$ -el jár

Ismét használjuk fel a GERJESZTÉSEK INVARIÁNCIÁJÁT:

$$\begin{aligned}\Psi_{m1} &= N_1 \Lambda_m (\bar{I}_1 N_1 + \bar{I}_2 N_2) = N_1 \Lambda_m (\bar{I}_1 N_1 + I_2' N_1) = \\ &= \underbrace{N_1^2 \Lambda_m}_{L_{m1}} (\bar{I}_1 + \bar{I}_2') = L_{m1} \underbrace{(\bar{I}_1 + \bar{I}_2')}_{I_{m1}}\end{aligned}$$

Azaz:  $\bar{\Psi}_{mi} = L_{m1} \bar{I}_{m1}$

$$\bar{U}_{i1} = j\omega_1 \bar{\Psi}_{m1} = j\omega_1 \underbrace{L_{m1}}_{X_{m1}} \bar{I}_{m1} = jX_{m1} \bar{I}_{m1}$$

És: Mivel a feszültségkényszer miatt

$$\bar{F} \cong \text{áll} \Rightarrow \bar{I}_{m1} \approx \text{áll}$$

Ezért:  $\bar{I}_{m1} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2' \cong \text{áll}$  Ez a gerjesztések egyensúlyának törvénye.

## 18. A gerjesztés- és a teljesítmény-invariancia elve és alkalmazása.

**gerjesztés invariancia:**

$\bar{F} = N_1 \bar{I}_1 + N_2 \bar{I}_2$  a primer és szekunder tekercs gerjesztéseinek vektorösszege!

A transzformátor feszültségkényszer alatt dolgozik. ezért:

$$U_1 = \dot{a} l l \Rightarrow U_i \approx \dot{a} l l \Rightarrow \Phi \approx \dot{a} l l \Rightarrow B \cong \dot{a} l l \Rightarrow F \approx \dot{a} l l$$

$$\uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow$$

$$r, x \approx 0 \quad U \propto \Phi \quad \Phi \propto B \times A$$

Tehát: A feszültség-kényszer miatt a transzformátor eredő gerjesztése a terhelési állapottól közel függetlenül

$$\bar{F} \approx \text{áll} = N_1 \bar{I}_1 + N_2 \bar{I}_2$$

Vagyis: Bármelyik áram „kicserélhető”, helyettesíthető, ha a helyettesítő tekercs menetszámát menetszám úgy választjuk meg, hogy:

$$N_i I_i = N_i' I_i'$$

Használjuk fel: , hogy  $\frac{U_{1i}}{U_{2i}} = n$  menetszámáttétel.

Ezekkel:  $N_2 I_2 = N_1 \frac{N_2}{N_1} I_2 = N_1 \frac{1}{n} I_2 = N_1 \left( \frac{I_2}{n} \right) = N_1 I_2'$

$$I_2' = \frac{I_2}{n}$$

Következmény: az  $N_2$  menetszámú tekercs helyettesíthető  $N_1$  menetszámú tekercsel úgy, hogy az eredeti és a helyettesítő tekercs gerjesztései azonosak.

**teljesítmény invariancia:**

energiaátviteli transzformátort vizsgálunk, ezért célszerű az a választás a paraméterek úgy változására, hogy a teljesítmény is invariáns legyen.

Ez teljesül, hiszen

$$S_2 = U_2 I_2 = (n U_2) \left( \frac{I_2}{n} \right) = U_2' \cdot I_2'$$

Hasonlóan, például:

$$P_{i2} = R_2 I_2^2 = R_2 \left( \frac{I_2}{n} \right)^2 n^2 = n^2 R_2 (I_2')^2 = R_2' (I_2')^2,$$

Láthatóan:  $R_2' = n^2 R_2$

$$X_s' = n^2 X_s$$

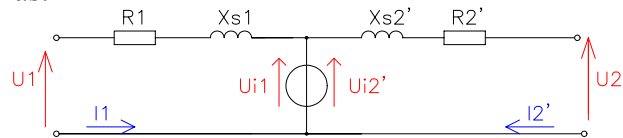
Általában:  $Z_2' = n^2 Z_2$

Az új változókkal a feszültség-egyenlet:

$$\begin{aligned} \bar{U}_1 &= R_1 \bar{I}_1 + j X_{s1} \bar{I}_1 + \bar{U}_{i1} \\ \bar{U}_2' &= R_2' \bar{I}_2' + j X_{s2}' \bar{I}_2' + U_{i2}' \end{aligned} \quad \bar{U}_{i1} = U_{i2}'$$

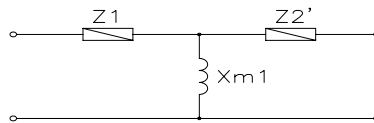
**19. A transzformátor teljes és egyszerűsített helyettesítő kapcsolásai.**

az „aktív” helyettesítő kapcsolás:



Sokszor kényelmesebb a „passzív” kapcsolás, amelyben az aktív feszültségforrások helyett „passzív”, induktivitásokon eső feszültségeket használunk.

A „passzív” helyettesítő kapcsolás:

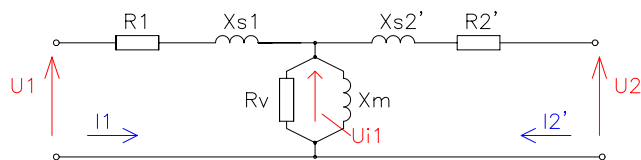


Ez a kapcsolás még nem teljes, mert vasveszteségek is keletkeznek. A vasveszteségek közel arányosak az oszlopindukció, és ezzel az indukált feszültség négyzetével:

$$P_{vas} \sim B_0^2 \sim U_i^2$$

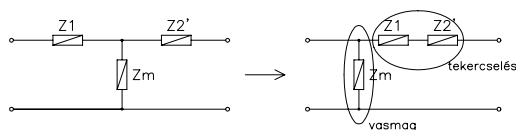
Tudjuk, hogy  $U_i \propto X_{m1} \rightarrow R_v \parallel X_{m1}$ , vagyis a vasveszteséget képviselő ellenállás „természetes” helye az  $X_m$  főmezőreaktanciával párhuzamos ágba található.

**A TELJES PASSZÍV HELYETTESÍTŐ KAPCSOLÁS**

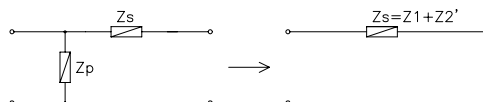


Milyen egyszerűsítések szokásosak?

a)  $U_i \approx U_{i1}$

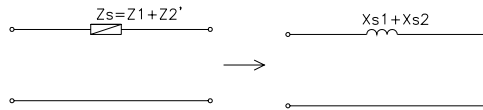


b)  $Z_p \gg Z_1, Z_2$

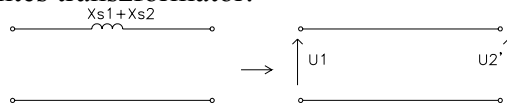




c)  $r_1, r_2' < X_{s1}, X_{s2}'$

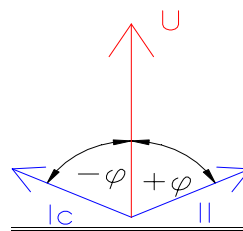
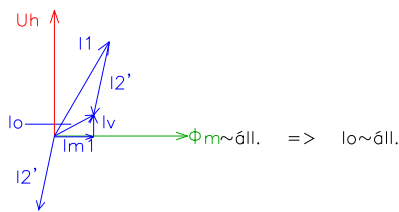


d) Ideális, veszteség- és szórásmentes transzformátor:



**20. A transzformátor helyettesítő kapcsolásában szereplő paraméterek értelmezése. A paraméterek redukálása és szokásos nagyságrendjei.** Lsd: előző

**21. A transzformátor fázorábrája. Üresjárási, terhelési és rövidzárási állapot. A százalékos feszültségesés (drop) fogalma.**

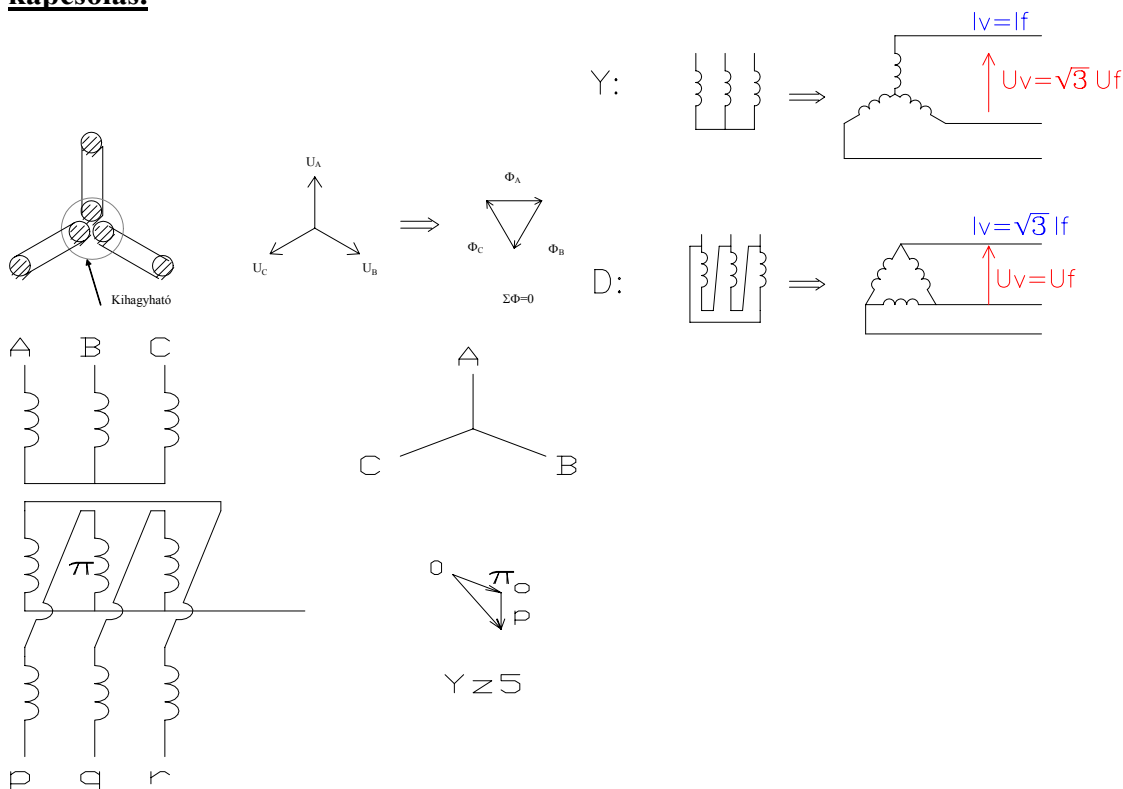


**Fázorábra Zárati fázorok**

$\bar{\varepsilon} = \varepsilon_R + j\varepsilon_x$   
 $|\varepsilon| = \sqrt{\varepsilon_R^2 + \varepsilon_x^2} = \text{DROP}$

Az  $\varepsilon$ -nal jelölt drop tehát nem más, mint a transzformátor rövidzárási feszültségesése százalékos (viszonylagos) értékben megadva. Szokásos nagysága a transzformátor terhelésétől függően 5–15%; nagyobb névleges teljesítményhez általában nagyobb drop tartozik a zárati áramok korlátozása érdekében.

**22. Háromfázisú transzformátorok felépítése, a tekercsek kapcsolása, óraszám, párhuzamos kapcsolás.**

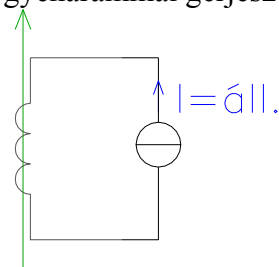


A megfelelő primer és szekunder feszültségek vektorai közötti fáziseltérést jelöli az óraszám. A fáziseltérés 30° egész számú többszöröse lehet csak.

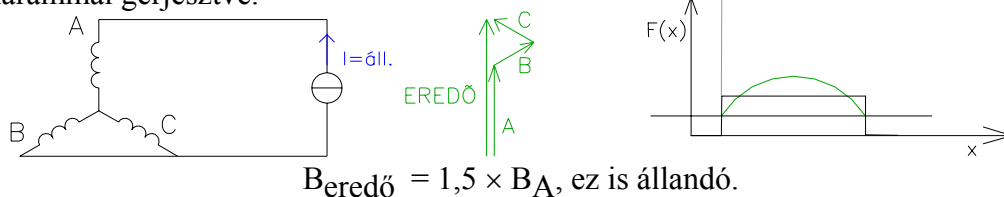
## 23. Villamos gépek mágneses mezői: állandó, lüktető és forgó mezők.

### 3.1.4 Állandó (álló) mező

a) Egy tekercs egyenárammal gerjesztve.

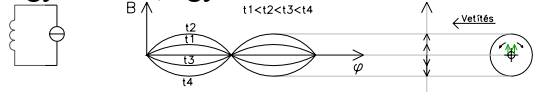


b) Több tekercs, térben háromfázisúan elhelyezve és egyenárammal gerjesztve.



### 3.1.5 Lüktető mező

Egy tekercs, egyfázisú váltakozóárammal gerjesztve.



A lüktetőmező *térbeli állóhullám*, lineáris esetben összetehető két forgó mezőből.

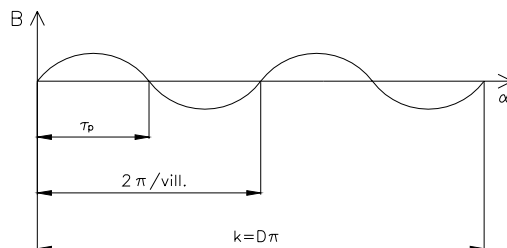
FERRARIS TÉTELE: a lüktető mező felbontható két, egymással ellentétes irányban, azonos szögsebességgel forgó mezőre, amelyek amplitúdója (hossza) a lüktető mező amplitúdójának fele.

### 3.1.6 Forgó mező

#### 3.1.6.1 A forgó mező létrehozása

A forgómező létrehozásához:

Többfázisú tekercsrenc }  
 SZÜKSÉGES  
 Többfázisú áram (gerjesztés) rendszer



$2\pi / \text{geom.}$

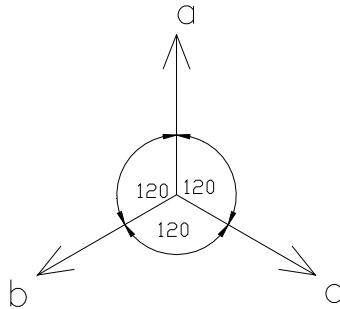
$$\tau_p = \frac{D\pi}{2p}$$

pólusosztás

$$\alpha_v = p \alpha_g$$

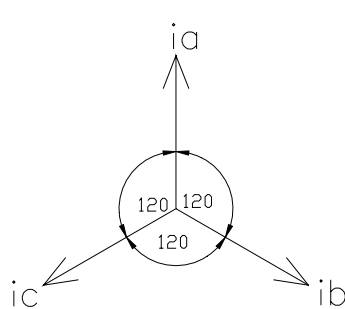
a villamos és a geometriai szög kapcsolata

TEKERCEK TENGELYE  
A TÉRBEN



AMI A TÉRBEN "ELŐRE" VAN,

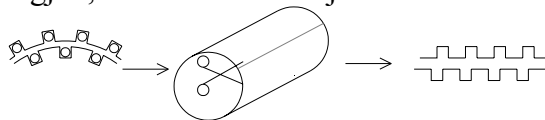
A TEKERCEK ÁRAMAI  
AZ IDŐBEN



AZ AZ IDŐBEN "HÁTRA" VAN

**24. Szinuszos térbeli mezőeloszlás létrehozása. A gerjesztési görbe szerkesztése, az indukcióvektor értelmezése.**

A számítás egyszerűsítése érdekében a hengeres álló- és forgórészt egy képzeletbeli ollóval a hengerpalást-felület egyik alkotója mentén felvágjuk, és a síkban kiterítjük.



Alkalmazzuk a gerjesztési törvényt! A légrésen, valamint az álló- és forgórész-vastesten át záródó integrálási útvonalakat felvéve, és elhanyagolva a vastestre eső mágneses feszültségeket ( $\mu_{vas}=\infty$  közelítés), kapjuk a gerjesztés kerület menti eloszlását., esetünkben egy ún. *lépcsős görbét*. A lépcsős görbe Fourier-sora adja meg a gerjesztéseloszlás, valamint—lineáris esetben—a légrésindukció—eloszlás alapharmonikusát és felharmonikusait.

$$B_1 = \frac{4}{\pi} B_m,$$

az alapharmonikus indukció,

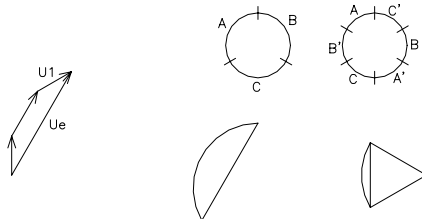
$$q = \frac{Z}{2pm},$$

a fázisonkénti és pólusonkénti

**25. Elosztott és koncentrált tekercselések. Váltakozóáramú tekercselés indukált feszültsége, tekercselési tényezők.**

A bal oldali ábra mutatja az eredő indukált feszültség szerkesztését  $q=3$  esetén.

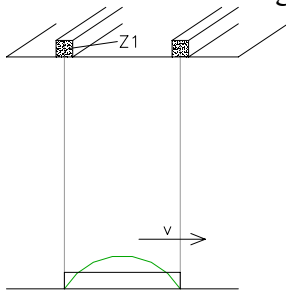
A középső és a jobb oldali ábra  $q=\infty$  feltételezéssel készült. A középső ábrán a fásissáv szélessége  $120^\circ$  (nem szokásos), míg a jobb oldali ábrán a fázissáv a szokásos  $60^\circ$ .



$$\xi_e = \frac{U_e}{\sum |U_1|} \quad \xi_e = \frac{\text{húr}}{\text{ív}} \quad \xi_e = \frac{\frac{\pi}{3}}{1} = \frac{\pi}{3}$$

Tehát a tekercselési tényező megmutatja, hogy a tekercselés elosztottsága következtében milyen mértékben csökken az (alapharmonikus) indukált feszültség.

### Az indukált feszültség számítása



$$N_1 = \frac{z_1}{2} \quad N = \text{menetszám, } z_1 = \text{hornyonkénti vezetős szám}$$

$$U_1(t) = b(x) l_1 \cdot v \cdot z_1$$

$v$  = kerületi sebesség

$$U_{1\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} b_{\text{max}} \cdot l_1 \cdot v \cdot z_1$$

$$b_{\text{köz}} = \frac{2}{\pi} b_{\text{max}}$$

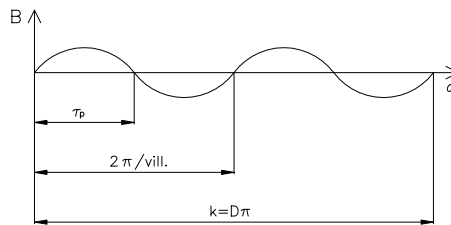
$$v = R \omega_0 = \frac{p \tau_p}{\pi} \cdot \omega_0 = \frac{\tau_p}{\pi} \omega_0 p = \frac{\tau_p}{\pi} \cdot \omega_1$$

Ha  $q = 1$   $U_{1\text{eff}} = 4,44 \cdot f_1 \cdot N_1 \cdot \Phi_{\text{max}}$

Ha  $q \neq 1$   $U_{1\text{eff}} = 4,44 \cdot f_1 \cdot N_1 \cdot \xi_1 \cdot \Phi_{\text{max}}$

## 26. Forgó mező létrehozása többfázisú tekercsrendszerrel. A körforgó mező amplitúdója és szögsebessége.

A forgómező létrehozásához: Többfázisú tekercsrendszer, SZÜKSÉGES, Többfázisú áram (gerjesztés)rendszer



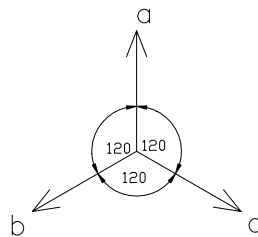
$2\pi/\text{geom.}$

$$\tau_p = \frac{D\pi}{2p} \quad \text{pólusosztás}$$

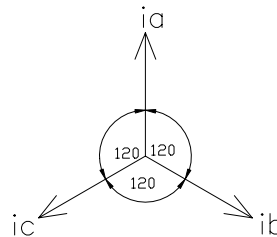
$$\alpha_{\text{v}} = p \alpha_{\text{g}}$$

a villamos és a geometriai szög kapcsolata

TEKERECSEK TENGELYE  
A TÉRBEN



A TEKERECSEK ÁRAMAI  
AZ IDŐBEN



AMI A TÉRBEN "ELŐRE" VAN,

AZ AZ IDŐBEN "HÁTRA" VAN

Tetszőleges  $m$  FÁZIS ESETÉN

$$B_{\text{eredő}}(x, t)|_m = \frac{m}{2} B_m \cos\left(\omega_1 t - \frac{x}{\tau_p} \pi\right)$$

Az eredő mező amplitúdója általánosságban:

$$B_{e,\text{max}} = \frac{m}{2} B_{1f,\text{max}}$$

A forgó mező tulajdonságai

I. Kerület mentén állandó szögsebességgel haladó hullám.

Ha  $\omega_1 = \text{áll}$ , akkor a maximum-hely:

$$\omega_1 t = \frac{x}{\tau_p} \pi \quad \omega_1 \text{ a hálózati körfrekvencia}$$

---


$$x = R \omega_0 t$$

$$\tau_p = \frac{2R\pi}{2p} = \frac{R\pi}{p} \quad R \text{ a forgó- vagy állórész sugara}$$

$$\omega_1 t = \frac{R \omega_0 t}{R \pi} \pi$$

$$\omega_1 = p \omega_0 \quad \omega_0 = \text{szinkron szögsebesség}$$

$$\omega_0 = \frac{\omega_1}{p}$$

II.  $\omega_0$  nem függ a fázisszámtól

Az „ $m$ ” és „ $n$ ” fázisú rendszerek ekvivalensek, ha

$$\frac{m}{2} B_{m, \max} = \frac{n}{2} B_{n, \max}$$

LINEÁRIS ESETBEN

$$m N_m I_m = n N_n I_n$$

Ebből  $m/n$  állórész/forgórész fázisszám esetén

$$n_U = \frac{N_m}{N_n} \begin{pmatrix} \xi_m \\ \xi_n \end{pmatrix} \rightarrow U_2 = n_U U_2 \xi \text{ a tekercselési tényező (ld. 2. fejezet)}$$

$$n_I = \frac{m N_m}{n N_n} \begin{pmatrix} \xi_m \\ \xi_n \end{pmatrix} \rightarrow I_2 = \frac{I_2}{n_I}$$

III. A nyomatékképzés feltétele az álló és a forgórész pólusszám egyezése.

A két mezőnek,  $B_{st}$  és  $B_{rot}$  relatív nyugalomban kell lennie:

$$\omega_{0, st} = \omega_{0, r}$$

$$\Downarrow$$

**Pst = Prot** Ez a nyomatékképzés szükséges feltétele „gerjesztett” tekercsrendszerekben.

$$\omega_{st}|_B = \omega_{rot}|_B + \omega_{mech} \quad \text{Ez az ún. **frekvencia-feltétel**,$$

ahol  $\omega_{st}|_B$  a státor illetve  $\omega_{rot}|_B$  a rotor mező szögsebessége a státorhoz illetve a rotorhoz képest.

## 27. Forgógépek nyomatékképzésének feltétele: a frekvencia-feltétel. Az egyes géptípusok származtatása.

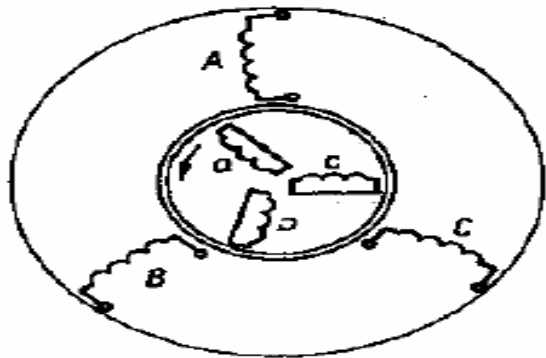
A korábbi pontokban körvonalazott fizikai körképben láttuk, hogy gépeink használhatóságának szükségszerű feltétele az, hogy legyen átlagos nyomatékuk. Ez a feltétel egyúttal állandósult állapotuknak is egyik alapvető feltétele, pontosabban a villamos gépből és a hajtott gépből vagy csak a villamos gépből álló rendszer mechanikai állandósult üzemének egyik feltétele, bár e feltételre sok tranzienst üzemállapotban is szükség van, ill. önmagától teljesül. Bemutattuk, hogy az átlagos nyomaték kialakulásához viszont az álló és forgórész áramoknak és a mechanikai fordulatszámoknak ki kell elégítenie az ún. frekvenciafeltételt (9). E feltételből az elvileg lehetséges géptípusok is meghatározhatók.

frekvencia feltétel:  $f_a = f_f + f_m$

## 28. A mágneses hiszterézis és a mágneses reluktancia jelenségeinek felhasználása a hiszterézis- és a reluktancia-motorokban.

A hiszterézis jelensége a hengeres és reluktancianyomatékon kívül egy harmadik nyomatékfajtát, a hiszterézisnyomatékot hozza létre. Ez lemezelt vasmagú gépben kicsi és csak permanens mágneses vasanyag esetén jelentős fajlagos értékű. Elsősorban törpe és kis gépekben hasznosítják. Helyezzük a lemezelt lágvasas hengerre húzott kemény mágneses anyagból készült, egyelőre lefogott gyűrűt szinuszos térbeli eloszlású, kétpólusú forgó mágneses térbe. A szemléletesség növelése céljából helyettesítsük először (9. ábra) a forgómezt - az állórészt - egyenárammal gerjesztett mechanikusan forgatott pólusokkal. Az indukció legyen a gyűrűben radiális irányban változatlan  $B_{tang} \approx 0$ , és csak váltakozó átmágnesezését tételezzünk fel, forgót nem. Ez a felépítés a számítások céljaira szolgáló idealizált modell. A gépek valóságos kialakítása nagyon változatos. Törpe szinkrongépek felépítése és üzeme nagyon egyszerűsödik, ha a forgórész gerjesztetlen kiálló pólusos lágvas. Az ilyen gépet *reluktanciamotor*nak nevezzük. Közepes és nagy szinkrongépek nyomatékát a reluktancianyomaték megnöveli és merevebb jellegűvé teszi.

## 29. Háromfázisú aszinkron gép felépítése és működési elve, az állandósult nyomaték kialakulásának feltétele.



22. ábra. Háromfázisú indukciós gép vázlata

frekvencia feltételt minden fordulatszámon automatikusan kielégíti. Az 22. ábrán az állórész háromfázisú tekercselését a tekercstengelyeket jobban kiemelő, jelképes ábrázolással tüntettük fel. Helyezkedjék el a forgórészen is egy háromfázisú tekercselés, és annak kapcsai legyenek rövidre zárva. Kapcsoljuk most az állórész-tekercselést szimmetrikus háromfázisú (50 Hz frekvenciájú) feszültségrendszerre. Ekkor az állórész-tekercselés szimmetrikus áramrendszere az előbbieken ismertett módon létrehozza az állórész forgómezejét. Ez a most még nyugvó forgórésztekercsekben 50 Hz frekvenciájú feszültségeket indukál, a relatív sebességnek megfelelően.

Hatásukra a rövidrezárt tekercsekben az impedanciákkal megszabott nagyságú és fáziseltolású szimmetrikus rendszert képező áramok - vagy eddigi képeinknek jobban megfelelően az utóbbiak forgó mezejének - kölcsönhatása nyomatékot hoz létre. A nyomaték hatására - ha ez nagyobb a mechanikai terhelő nyomatéknál - a forgórész forogni kezd.

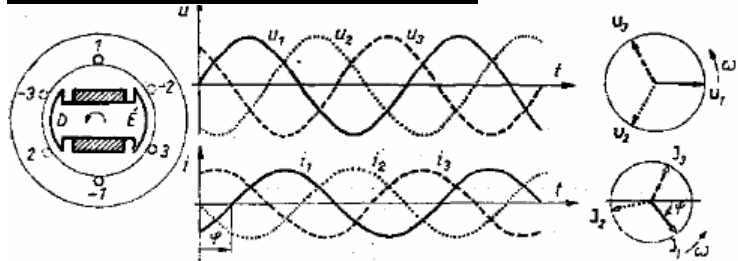
A szinkrongép csak egyetlen, a szinkron fordulatszámon képes nyomatékot kifejteni, ugyanakkor az aszinkrongépnek csak ezen a fordulatszámon nincs nyomatéka. Az átlagos nyomatékképzés elektromechanikai feltételéhez az álló- és forgórésztekercsek állandósult áramai, tehát villamosan állandósult állapot tartozik.

## 30. Csúszógyűrűs és kalickás forgórész. A szlip fogalma.

Az indukciós motornak két szokásos gyakorlati kivitele használatos. Az ún. csúszógyűrűs gép háromfázisú, forgórész-tekercselésének kapcsait indítási célból csúszógyűrűkön kivezetik. A másik az ún. kalickás forgórész, a forgórész hornyaiban elhelyezett, gyakran kiöntéssel készített rudakból és azokat két végükön összekötő rövidrezáró gyűrűkből áll, így a tekercselés mókuskalicka alakot ölt (24. ábra). A kalicka a rudak számának megfelelő fázisszámú sokfázisú tekercselés, amelynek árameloszlása az indukáló hatás és a gerjesztések egyensúlyának megfelelően mindig az állórész pólusszámával egyező pólusszámra áll be.

Szlip: Mivel az indukciós gép működésének alapja a mező és a forgórész közötti relatív fordulatszám, az  $n_r = n_l - n$  fordulatszám-különbség, a forgórész elmaradása a mezőhöz képest a gép üzemállapotainak fontos jellemzője. A csuszamlásnak vagy szlipnek a szinkron fordulatszámra vonatkoztatott érték az  $s = n_f / n_l$ ,  $s = (n_l - n) / n_l$  viszonylagos értékeit szokás megadni. Névleges üzemben a szlip 1-6% közötti érték. A nagyobb érték vonatkozik a kisebb teljesítményű gépekre.

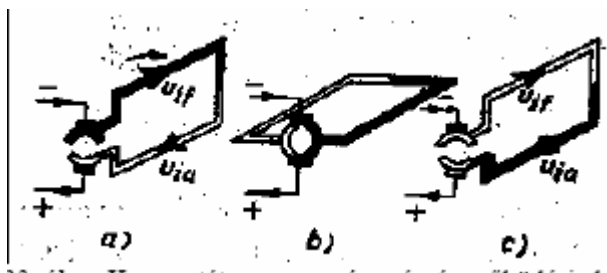
## 31. A szinkron gép felépítése és működési elve. Az állandósult nyomaték kialakulásának feltétele. A szinkron fordulatszám.



A forgórész vagy póluskerék mezeje az ún. pólusmező mechanikailag forgatott forgómező, amelyet a forgórész gerjesztőtekercsének egyenáramú gerjesztésével létesített nyugvó mező forgatásával nyertünk. Az állórész villamosan előállított forgómezejét armatúramezőnek, vagy armatúra visszahatásnak nevezik. Armatúrának a villamos

gépeknek azt a részét nevezik, amelyben állandósult állapotban feszültség indukálódik. Üresjárásban a légrésben csak a pólusmező található. Terheléskor az armatúramező is megjelenik, és az üresjárású mező helyébe a két mező összegzésével nyert eredő mező lép. Az armatúra mező tehát visszahat az őt keltő pólusmezőre és módosítja azt. Ezt a visszahatást és ezáltal a generátor állandósult üzemét a két mező viszonylagos nagysága és kölcsönös térbeli helyzete határozza meg. a szinkrongép csak egyetlen, a szinkron fordulatszámon képes nyomatékot kifejteni. A gép átlagos nyomatékot egyetlen fordulatszámon, az állórészmező fordulatszáman, az ún. szinkron fordulatszámon képes csak kifejteni. Innen a neve: szinkrongép. Az álló- és forgórész, mint előbb láttuk, helyet is cserélhet.

### 32. A egyenáramú gép felépítése és működési elve. Az elektronikus kommutáció elve.



Az előzőekben megismert vezérelt áramirányítás a szokásos egyenáramú gépen a tengelyre ékelt mechanikai áramirányítóval, a *kommutátorral* történik. Az 33. ábrán a kommutátor két félhengerből és azokon csúszó, nyugvó kefékből áll. Az egyetlen menetből álló tekercs felső, „feketén” rajzolt vezetőjében az *a* helyzetben pl. a papír síkjába mutató feszültség indukálódik, így a felső kefe

polaritása negatív. Félfordulat után a két tekercsoldal helyet cserél, de a kefék polaritása változatlan (*c* ábra). Az indukált feszültség alapharmonikusát véve figyelembe, két oldalasan egyenirányított szinuszcörtét kapunk a kefék között, a gép kapcsain. A közbeeső *b* vízszintes helyzetben az egyik szegmensről a másikra átcsúszó kefék a tekercset rövidre zárják. A következőkben látjuk, majd, hogy ekkor történik az áram irányváltása, a kommutáció. A kommutáció következtében elemi generátorunk *ue* feszültsége és motorunk *m* nyomatéka már egyenirányú, de nem állandó (30b és 31b ábrák). Indukált feszültség a motorban is keletkezik - üresjárásban ez tart egyensúlyt hálózati feszültséggel - és a nyomatékképzés a generátorban is létrejön, ez tart egyensúlyt a hálózati feszültséggel - a veszteségi nyomatéktól eltekintve - a hajtónyomatékkal.

### 33. A háromfázisú vektorok (Park-vektorok) módszere. A Park-vektor fizikai bevezetése, az alkalmazás feltétele.

Az egységes gépelmélet egyik kitűnő eszköze a háromfázisú vektorok módszere, amely a mátrixszámítással közvetlen matematikai kapcsolatba hozható. A következőkben bemutatásra kerülő fizikai értelmezés, ill. fizikai bevezetés az alapja a vektoroknak a szűkebb, a villamos gépek elméletében használatos másik nevének, a térvektor elnevezésnek. A háromfázisú vektor név tehát az általánosabb. A térvektor elnevezést és értelmezést előbbi szűkebb területre vonatkozó alfajának tekinthetjük. Szokásos még a Park-vektor elnevezés is.

A Park-vektort a fázisáramok tetszőleges összetartozó pillanatértékeire egy adott kiragadott időpontra definiáltuk és rajzoltuk fel. Az tehát az áramok tetszőleges időbeli változásakor alkalmazható. A fázisvektorok összegzésének feltétele a kerület menti szinuszos változás. Az eredő térvektorok alkalmazásának feltétele így definíciójuk értelmében - a szimmetrikus felépítésű háromfázisú tekercselés mellett az egyes mennyiségek szinuszos kerület menti eloszlása. Ugyanez a feltétele a fázistranszformáció bevezetésének is.

### 34. A fázismennyiségek számítása a Park-vektorból. A zérus sorrendű komponens kezelése. Az állandósult állapot, pozitív sorrendű szimmetrikus állapot.

Egy fázistekercs áramának tetszőlegesen kiragadott pillanatértékéhez tehát a tekercs tengelyének irányában elhelyezkedő rögzített helyzetű, a pillanatérték nagyságával és előjelével megszabott hosszúságú és értelmű áram fázis-térvektor tartozik. Az egyes fázistekercsek tengelyeit a 0, 120 fok, ill. 240 fok térbeli szöggel elforgatott egységvektorok, tehát **1**, **a** és **a<sup>2</sup>** jelölik ki. Tetszőlegesen kiragadott pillanatban a három fázistekercs áramainak összetartozó pillanatértékeihez tartozó áram fázis-térvektorait a tekercsek tengelyeiben, tehát az **1**, **a**, **a<sup>2</sup>** irányokban - értelemre helyesen - felrajzolva és vektorosan összegezve a

háromfázisú tekercselés térvektorát nyerjük. Így a háromfázisú eredőáram az  $i_a + ai_b + a^2i_c$

Az eredő áramtérvektort - alább látható okokból célszerűen nem a három fázisvektor összegével hanem

$$i = \frac{2}{3}(i_a + ai_b + a^2i_c)$$

annak 2/3 részével jellemezzük:

Ez az áram háromfázisú vektora, Park-vektora

vagy térvektora. A három fázisáramot egyetlen mennyiségben összefoglalva jellemeztük.

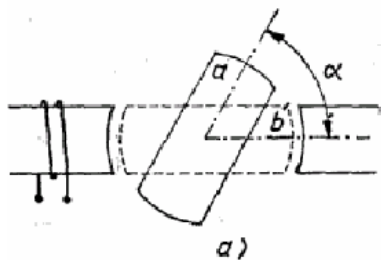
Az állandósult pozitív sorrendű szimmetrikus állapotban az áramvektor kifejezése definíciója alapján:

$$i = \frac{2}{3}[I_+ \cos(\omega t + \varphi_+) + aI_+ \cos(\omega t + \varphi_+ - 120^\circ) + a^2I_+ \cos(\omega t + \varphi_+ - 120^\circ)]$$

A fázisáramok itt egyenlő nagyságú, egymástól időben egyező szögekkel eltolt és a választott fázissorrenddel megegyező sorrendű, tehát tiszta pozitív sorrendű szimmetrikus áramrendszert alkotnak.

### 35. Nyomatékképzés elektromechanikai átalakítóknál. A mágneses energia és a nyomaték kapcsolata. Az egy- és kétkerceses gép nyomatéka lineáris mágneses karakterisztikák esetén.

Gépeinkben ritkábban csak az egyik, rendszerint mindkét oldalon vannak tekercsek. Az első esetben *egy oldalról gerjesztett*, a másodikban *két oldalról gerjesztett* gépekről vagy rendszerekről beszélünk.



Egyoldalról gerjesztett gép mágneses energiája:

$$m = \left( \frac{\partial W_t'}{\partial \alpha} \right)_{i=\text{áll.}} = - \left( \frac{\partial W_t}{\partial \alpha} \right)_{\psi=\text{áll.}} \quad \text{ahol } m = \text{nyomaték} \quad W_t = \text{mágneses tér energiája}$$

$$m = \frac{1}{2} i \frac{\partial \psi}{\partial \alpha} \Big|_{i=\text{áll.}} = - \frac{1}{2} \psi \frac{\partial i}{\partial \alpha} \Big|_{\psi=\text{áll.}} = \frac{1}{2} i^2 \frac{dl}{d\alpha}$$

A lineáris esetben :

A mágneses energia megváltozásának és a nyomatéknak a kapcsolata független attól, hogy a vizsgált tekercs teljes mágneses energiáját a változás előtt és után hány tekercs árama hozta létre, és így a nyert összefüggések értelemszerűen egy, két vagy több tekercs esetére is érvényesek.

### 36. Mikor beszélünk villamos, mágneses ill. elektromágneses erőtérrel?

**Villamos:** Az elektromos töltés, illetve változó mágneses mező környezetét kitöltő sajátos anyag, amely a benne levő elektromos töltésű testekre erőt fejt ki. Energiát hordoz. Jellemzésére az elektromos térerősség és az elektromos potenciál szolgál.

**Mágneses:** az állandó mágneseknek és az áramoknak az a környezete, amelyben valamely más állandó mágnesen vagy elektromos áramon mágneses erőhatások észlelhetők. Energiát, lendületet, perdületet hordoz.

**Elektromágneses:** az anyag sajátos változata, amely az elektromos töltések és elektromos áramok közötti kölcsönhatást létesíti. az elektromos töltésű testekre, áramvezetőkre fejt ki erőt. Elsősorban elektromos töltések és áramok keltik, de maguk a változó mezők is visszahatnak rá. Energiát, lendületet, perdületet hordoz.

### 37. A villamos energia rendszer és a környezet egymásra hatása.

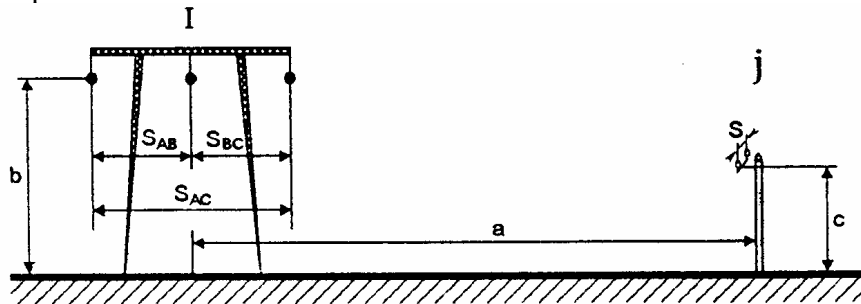
- A környezet hat a villamosenergia-rendszerre
- A villamosenergia-rendszer hat a környezetre
- Szennyezőanyagok kibocsátása
- üvegházhatású gázok
- villám
- Mekkora az a sugárzási szint, ami már káros?



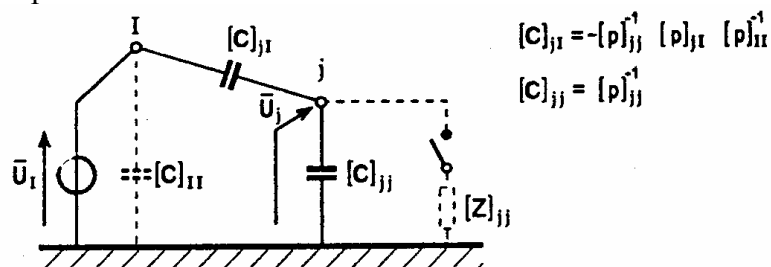
### 38. Milyen csatolási módokkal hatnak egymásra a mesterséges rendszerek?

- kapacitív csatolás
- induktív csatolás
- konduktív csatolás

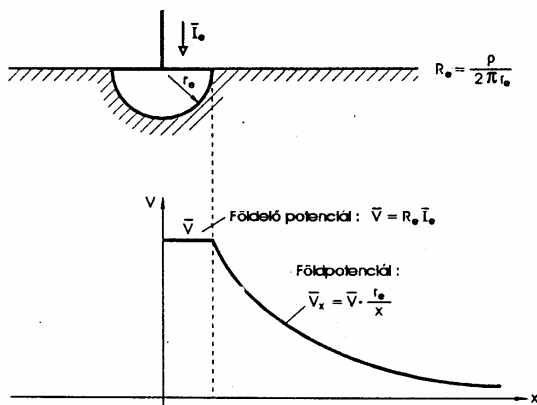
Kapacitív1



Kapacitív2



konduktív:



### 39. Az EMC fogalma, tartalma és területei.

EMC: elektromágneses kompatibilitás

- Kisfrekvenciás hatások (LFI)
- Elektromágneses impulzusok (EMP)
- Elektrosztatikus kisülések (ESD)
- Rádiófrekvenciás hatások (RFI)

### 40. A villamos és mágneses erőtér élettani hatásai.

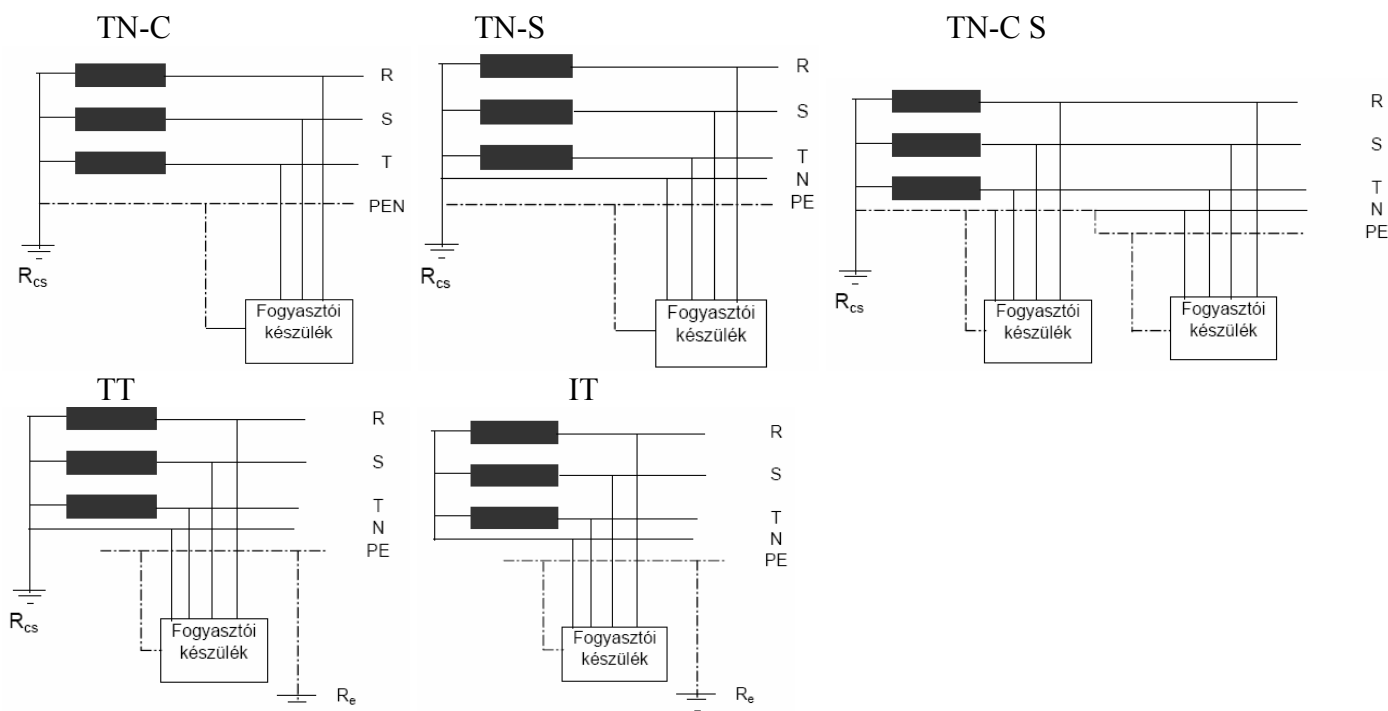
biológiai hatás Folyamatos expozíció: az expozíció időben folytonos

Modulált expozíció: az expozíció időben szakaszos

BIOLÓGIAI HATÁSOK az expozíció tárgya alapján: Sejt, Szövet, Szerv, Szervezet, Populáció

Élettani hatás: - Kórélettani hatás - Visszafordíthatatlan betegség - Halál

#### **41. Az érintésvédelmi rendszerek ismertetése.**



#### **42. Milyen hatások veszélyeztetik a biztonságos áramellátást?**

Villám, földrengés, feszültségletörés, feszültségkimaradás, zárlat, nagy bekapcsolási áramlökések, káros felharmonikusok

#### **43. A biztonságos energiaellátás kritériumrendszere**

Cél: A folyamatos és megbízható villamos energiaellátás biztosítása kritikus üzemviteli körülmények között

#### **44. A fogyasztók osztályozása az ellátás biztonsága iránti igényük szerint:**

- Szünetmentes fogyasztók: a kiesési idő gyakorlatilag 0, pl.: központi számítógép, lélegeztetőgép ☺, biztonsági berendezések
- Szükségellátást igénylő fogyasztók: a kiesési idő kb. 1 perc, pl.: hűtőgépek, kazánvezérlés
- Normál fogyasztók: pl.: világítás, dugaszoló aljzat

#### **45. A túlfeszültségek keletkezése:**

- Kapcsolási túlfeszültség
- Légtér túlfeszültség: A légkörben elektrosztatikus illetve egyéb okok miatt kialakuló töltésfelhők létrehozhatnak olyan kisüléseket, melyek különböző módokon behatolva a villamos energia hálózatba túlfeszültségeket okozhatnak. Pl.: villám

#### **46. Hogyan ronthatja a fogyasztó a villamos energia minőségét?**

Fogyasztó hálózata

- sínezés, vezetékvezetés,
- a rossz csatlakozások, laza vezetékkötések a nagy fesz. esésen túl RF zavarást, beégést, tüzet, hibás működést eredményezhetnek : ezek helytelen megválasztása mind a fogyasztó felelőssége.
- egyenlőtlen terheléselosztás
- meghibásodott / elöregedett berendezések

#### **47. Milyen eszközökkel javítható a villamos energiaellátás minősége?**

Káros felharmonikusok csökkentése:

- külön hálózat a nemlineáris fogyasztóknak
- növelt nullvezető keresztmetszet

Letörés ellen:

- elosztott terhelés
- bekapcsolási áramlökécsökkentése
- energiatárolók
- növelt vezető keresztmetszet

#### **48. Épületinformatikai rendszerek ismertetése:**

Ezek közé tartoznak a:

- Vagyonvédelmi (tűz, betörés, kamerarendszer)
- Épületautomatizálási (világítás, fűtés, klíma, épületgépészet, terhelésmenedzsment)
- ipari automatizálási rendszerek

A rendszerek érzékelőkből és beavatkozókából állnak, amelyek egy buszrendszerre csatlakoznak.

A buszrendszer lehet:

- centralizált
- hierarchikus
- nyitott vezérlési rendszer

A buszrendszerre egy központ is csatlakozik, ennek a feladata:

- jelek gyűjtése
- beavatkozás a jelek feldolgozása alapján
- naplózás
- a rendszer állapotának megjelenítése

#### **49. Milyen alrendszerekből tevődik össze az épületinformatikai rendszer?**

Irányított rendszerek:

- Villamosenergia ellátó rendszer,
- Épületgépészeti rendszer,
- Vagyon- és betörésvédelmi rendszer,
- Tűz-, gázvédelmi rendszer,
- Beléptető rendszer,
- Zártláncú kamerarendszer,

Irányító rendszerek

- Mérőberendezések,
- Biztonsági berendezések,
- Vezérlő berendezések,
- Szabályozó berendezések

#### **50. Ismertesse két tetszőleges épületinformatikai rendszer buszrendszerét!**

		<b>LonWorks</b>	<b>PROFIBUS</b>	<b>CAN</b>	<b>INTERBUS</b>	<b>EIB</b>
<b>Kommunikáció típusa</b>		Egyenrangú	Irányított (master/slave)	Egyenrangú	Irányított (master/slave)	Egyenrangú
<b>Buszhozzáférés</b>		predictive p-persistent CSMA	Master/slave, logikai token	Nem destruktív CSMA/CA	Keretösszegzés	nem destruktív CSMA/CA
<b>Topológia</b>	fa	x	-	-	látszólagos	x
	csillag	x	-	-	-	x
	lineáris busz	x	x	x	-	x
	gyűrű	-	-	-	x	-
<b>Átviteli közeg</b>	sodrott érpár	x	x	x	x	x
	üvegszál	x	x	-	x	-
	IR	x	-	-	x	x
	rádiós	x	-	-	x	-
	erősá.háló.	x	-	-	-	x
<b>Átviteli sebesség</b> [kbit/s]		5,4 - 1250	9,6 - 12000	50 - 1000	500	9,6
<b>Átjáró TCP/IP-re</b>		van	van	van	van	van
<b>Nyílt rendszer</b>		LonMark	x	CANopen, DeviceNet	x	x