# A 70 vizsgakérdés kidolgozva

Minden válasz a ZH-n elvárt szerkezetben: **képlet + ábra + egy összefoglaló mondat**.

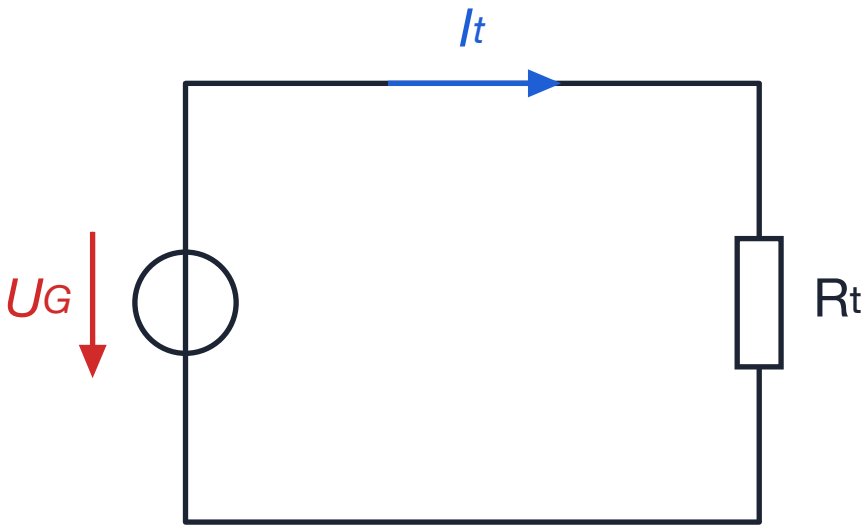
# 1. ZH anyaga

**1.** Adja meg a mértékegységek lehetséges prefixumait (20 db)! 1. ZH

| név | jel | érték | név | jel | érték |
|---|---|---|---|---|---|
| deka | **da** | $10^{1}$ | deci | **d** | $10^{-1}$ |
| hekto | **h** | $10^{2}$ | centi | **c** | $10^{-2}$ |
| kilo | **k** | $10^{3}$ | milli | **m** | $10^{-3}$ |
| mega | **M** | $10^{6}$ | mikro | **µ** | $10^{-6}$ |
| giga | **G** | $10^{9}$ | nano | **n** | $10^{-9}$ |
| tera | **T** | $10^{12}$ | piko | **p** | $10^{-12}$ |
| peta | **P** | $10^{15}$ | femto | **f** | $10^{-15}$ |
| exa | **E** | $10^{18}$ | atto | **a** | $10^{-18}$ |
| zetta | **Z** | $10^{21}$ | zepto | **z** | $10^{-21}$ |
| yotta | **Y** | $10^{24}$ | yokto | **y** | $10^{-24}$ |

A prefixum a mértékegység elé írt szabványos jel, amely a mennyiséget 10 valamely hatványával szorozza, így nem kell sok nullát leírni.

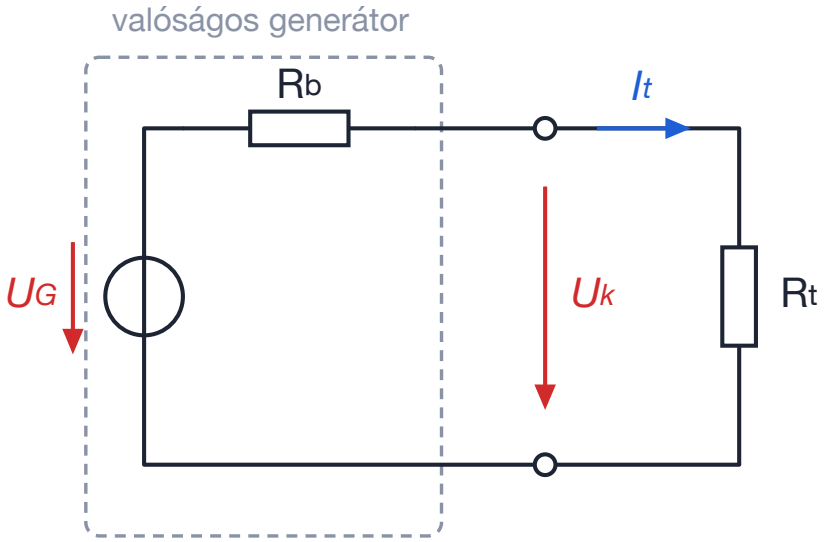
**2.** Értelmezze az ideális feszültséggenerátor fogalmát! 1. ZH

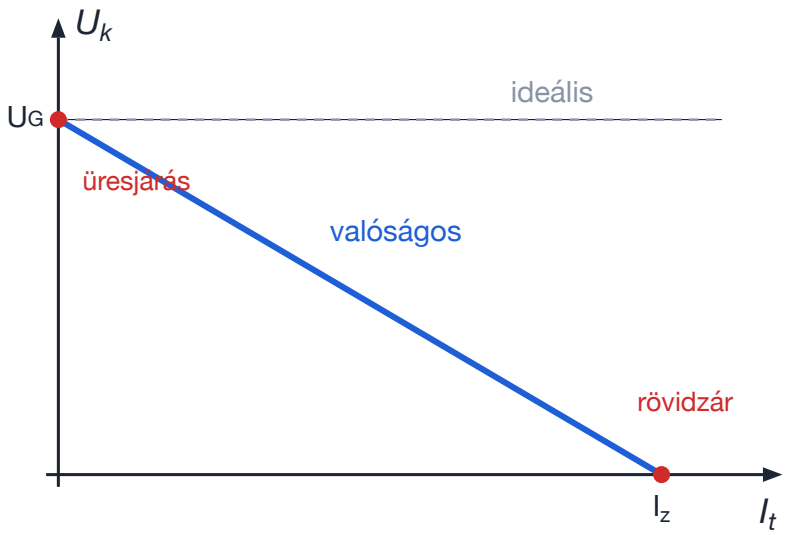



$U_k = U_G$ (független $I_t$-től), $R_b = 0$

Az ideális feszültséggenerátor kapocsfeszültsége bármekkora terhelő áram esetén állandó, a forrásfeszültséggel egyenlő; ez csak belső ellenállás nélkül lehetséges.

**3.** Mit ért valóságos feszültséggenerátor alatt? 1. ZH

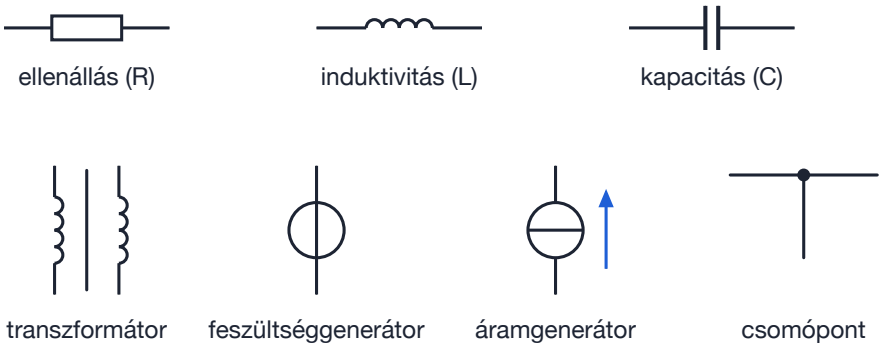



$$U_k = U_G - R_b \cdot I_t,\ I_z = \frac{U_G}{R_b},\ R_b = \frac{U_ü}{I_z}$$

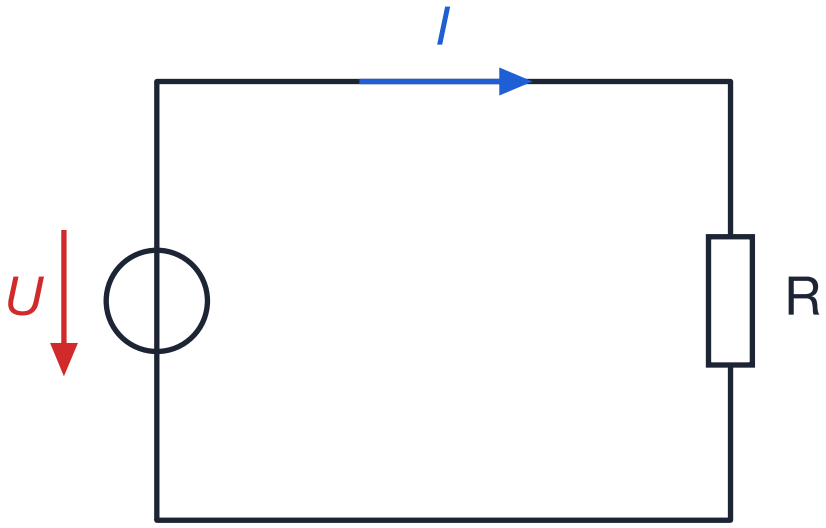
A valóságos generátor egy ideális feszültséggenerátor és egy soros belső ellenállás; terheléskor a belső ellenálláson eső feszültség miatt a kapocsfeszültség a terhelő árammal lineárisan csökken (üresjárásban $U_k = U_G$, rövidzárban $U_k = 0$).

**4.** Adja meg a villamos áramkör passzív építőelemeit! 1. ZH




Passzív elemek: ellenállás (R), kapacitás – kondenzátor (C), induktivitás – tekercs (L) és transzformátor (Tr). Ezek energiát vesznek fel, alakítanak át vagy tárolnak, szemben az aktív elemekkel (generátorok), amelyek energiát adnak le. Az áramkör további elemei: vezeték, csomópont, mérőműszerek (A, V), biztosító.

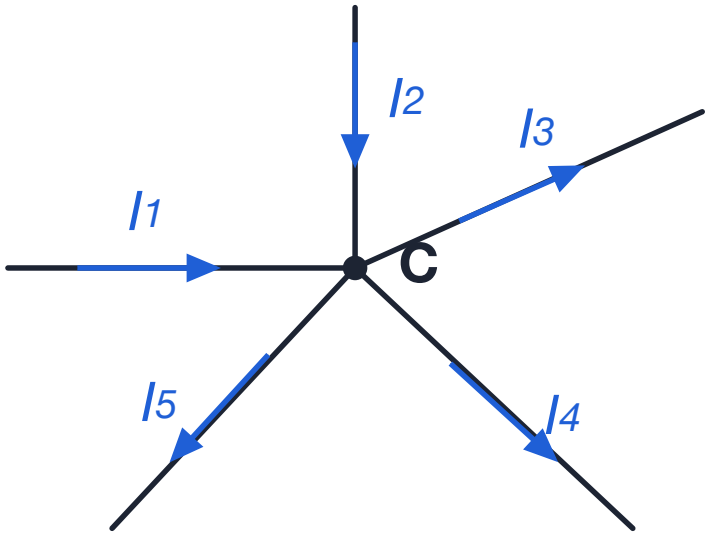
**5.** Adja meg és értelmezze Ohm törvényét! 1. ZH




$$U = R \cdot I,\ I = G \cdot U,\ G = \frac{1}{R}$$

Az ellenálláson átfolyó egyenáram egyenesen arányos a rákapcsolt feszültséggel; az arányossági tényező a vezetés (G = 1/R). Két ismert mennyiségből a harmadik mindig kiszámítható.

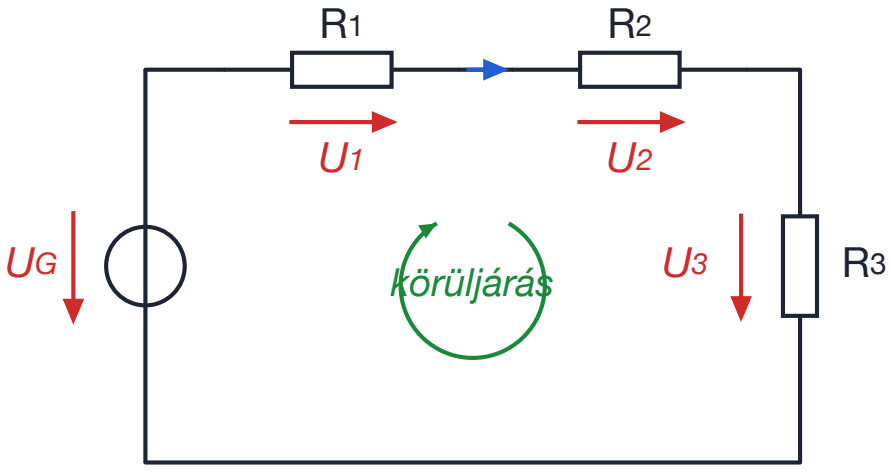
**6.** Értelmezze Kirchhoff első törvényét! 1. ZH




$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5, \sum_{k=1}^{n} I_k = 0$$

Csomóponti törvény: egy csomópontba befolyó és onnan kifolyó áramok algebrai összege nulla, mert a csomópontban töltés nem keletkezik és nem tűnik el.

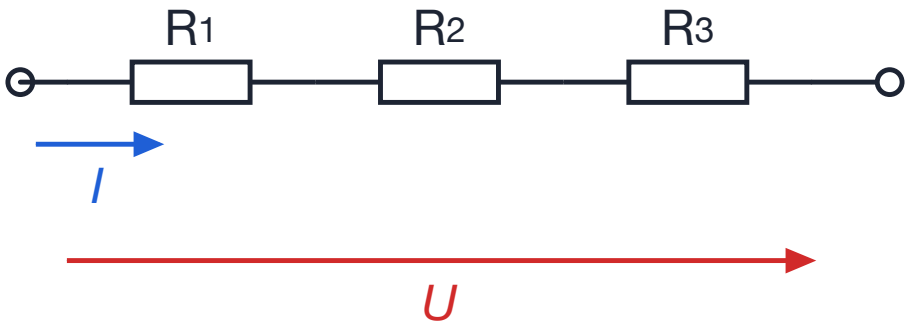
**7.** Értelmezze Kirchhoff második törvényét! 1. ZH




$$U_G = U_1 + U_2 + U_3, \sum_{k=1}^{n} U_k = 0$$

Huroktörvény: zárt áramköri hurokban a részfeszültségek algebrai összege nulla, vagyis a forrásfeszültségek összege egyenlő a fogyasztói feszültségek összegével (a körüljárási iránnyal egyező feszültség pozitív).

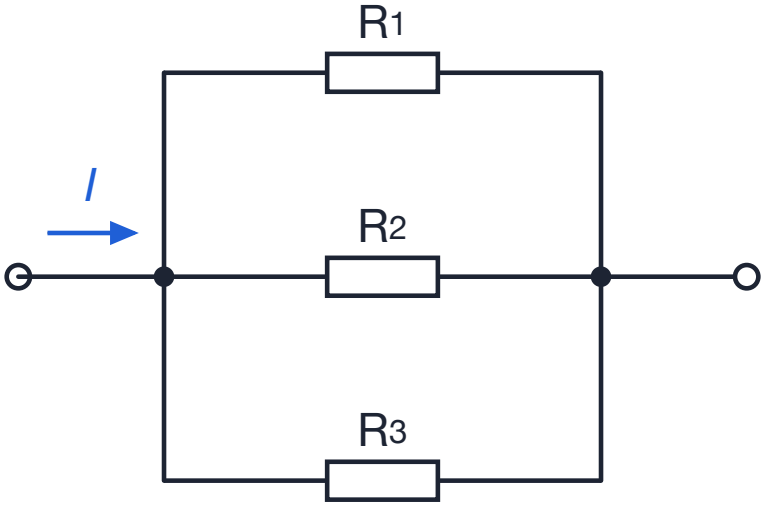
**8.** Hogyan számítjuk ki sorosan kapcsolt ellenállások eredőjét? 1. ZH




$$U = I\,R_1 + I\,R_2 + \ldots + I\,R_n = I\,R_e \rightarrow R_e = \sum_{i=1}^{n} R_i$$

Soros kapcsolásban minden ellenálláson ugyanaz az áram folyik, ezért az eredő ellenállás az ellenállások összege; mindig nagyobb a legnagyobb ellenállásnál.

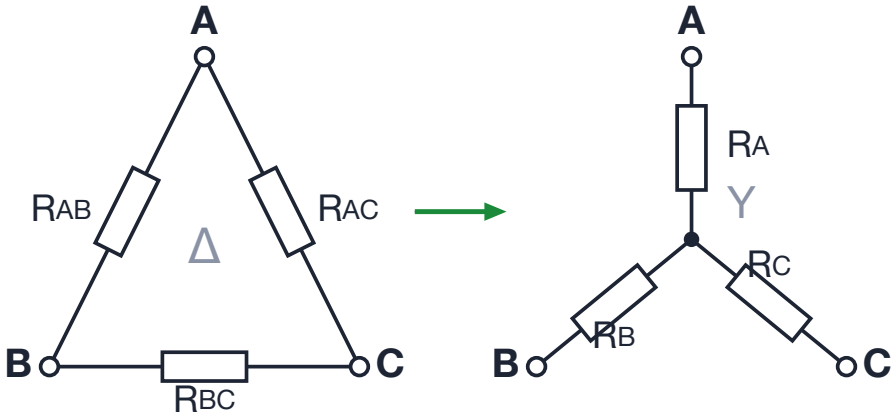
**9.** Hogyan számítjuk ki párhuzamosan kapcsolt ellenállások eredőjét? 1. ZH




$$\frac{1}{R_e} = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{R_i}, \text{ két ellenállásra: } R_e = \frac{R_1\,R_2}{R_1 + R_2}$$

Párhuzamos kapcsolásban minden ellenálláson ugyanaz a feszültség van, a főág árama az ágáramok összege; az eredő ellenállás reciproka a reciprokok összege, és mindig kisebb a legkisebb ellenállásnál.

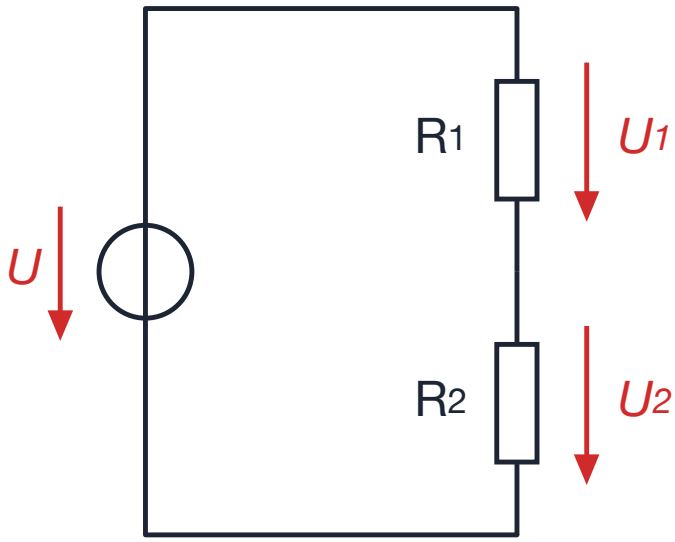
**10.** Adja meg három, háromszögbe kapcsolt ellenállás átszámításának menetét egyenértékű csillagkapcsolásra! 1. ZH




$$R_A = \frac{R_{AB} R_{AC}}{\Sigma R},\ R_B = \frac{R_{AB} R_{BC}}{\Sigma R},\ R_C = \frac{R_{AC} R_{BC}}{\Sigma R},\ \Sigma R = R_{AB} + R_{BC} + R_{AC}$$

A háromszöget úgy alakítjuk csillaggá, hogy bármely két pont között ugyanaz maradjon az eredő ellenállás: egy csillagág a hozzá csatlakozó két háromszögoldal szorzata osztva a három oldal összegével (egyforma elemeknél $R_Y = R_\Delta/3$).

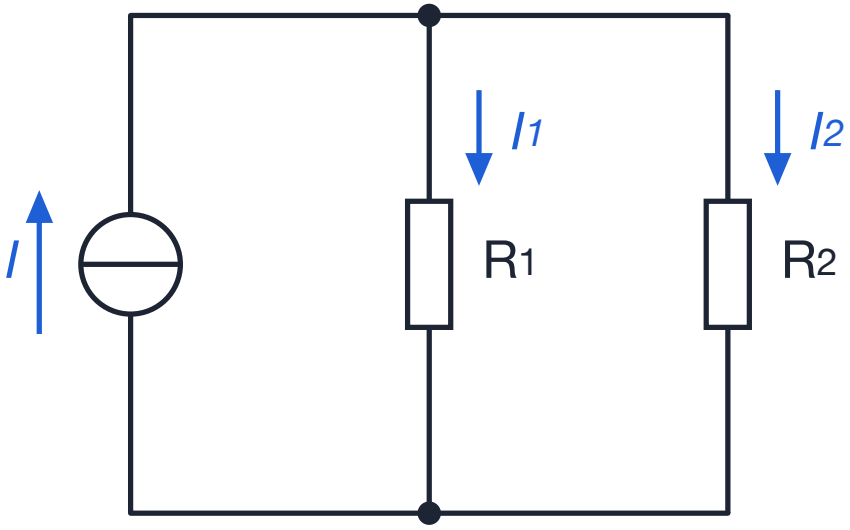
**11.** Adja meg két sorba kapcsolt ellenállás esetén a feszültségosztás képleteit! 1. ZH




$$U_1 = U\,\frac{R_1}{R_1 + R_2},\ U_2 = U\,\frac{R_2}{R_1 + R_2},\ \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

Sorba kapcsolt ellenállásokon a részfeszültségek úgy aránylanak egymáshoz, mint az ellenállások, amelyeken esnek.

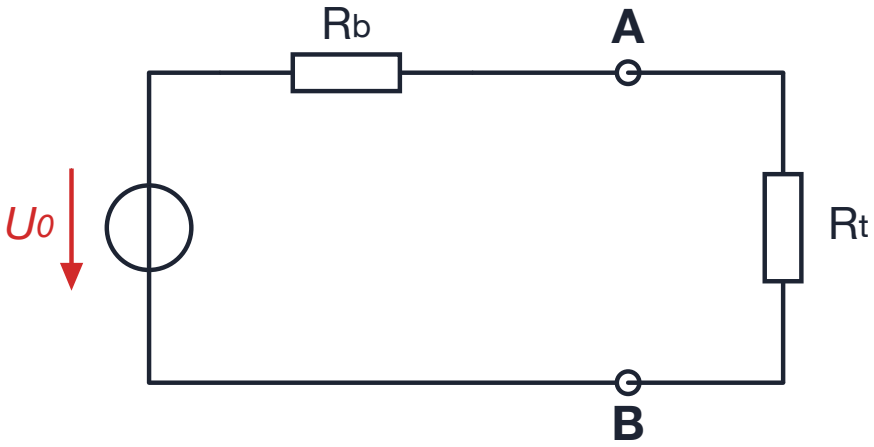
**12.** Adja meg két párhuzamosan kapcsolt ellenállás esetén az áramosztás képleteit! 1. ZH




$$I_1 = I\,\frac{R_2}{R_1 + R_2},\ I_2 = I\,\frac{R_1}{R_1 + R_2},\ \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

Párhuzamosan kapcsolt ellenállások áramai fordítottan aránylanak az ellenállásaikhoz; a számlálóba a másik ág ellenállása kerül.

**13.** Ismertesse a Thévenin-tételt! 1. ZH

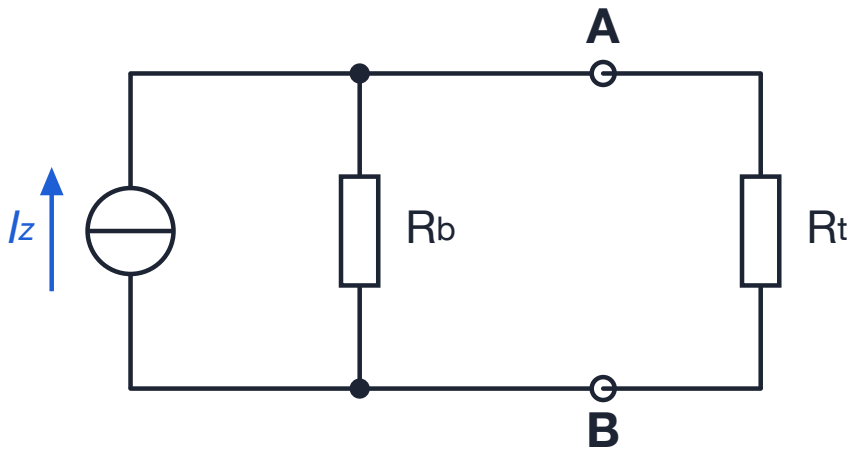



A tetszőleges bonyolultságú aktív kétpólus helyettesíthető egy ideális feszültséggenerátorral és egy vele sorba kapcsolt belső ellenállással.

$$U_0 = U_{AB}\ (\text{üresjárás}),\ R_b = R_{AB}\ (\text{generátorok kiiktatva}),\ I_t = \frac{U_0}{R_b + R_t}$$

A generátorok kiiktatása: a feszültséggenerátort rövidzárral, az áramgenerátort szakadással helyettesítjük.

**14.** Ismertesse a Norton-tételt! 1. ZH

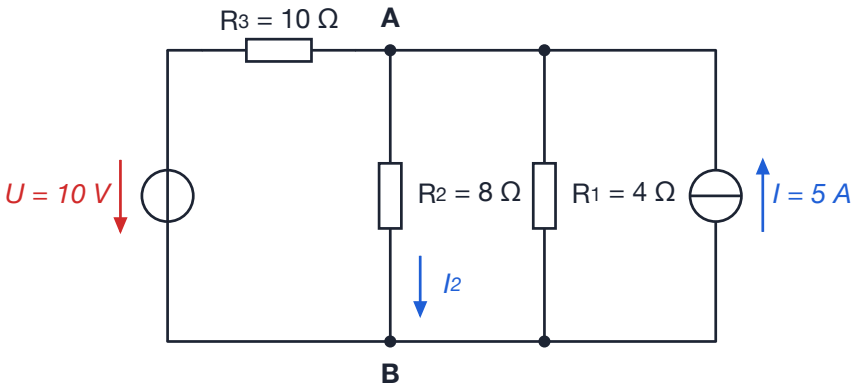



A tetszőleges bonyolultságú aktív kétpólus helyettesíthető egy ideális áramgenerátorral, amelynek árama a kétpólus rövidzárási árama, és egy vele párhuzamos belső vezetéssel.

$$I_z = I_{AB}\ (\text{rövidzár}),\ G_b = \frac{1}{R_b},\ I_t = I_z \cdot \frac{R_b}{R_b + R_t}$$

A belső vezetést a generátorok kiiktatásával (feszültséggenerátor → rövidzár, áramgenerátor → szakadás) számoljuk az A–B pontok között.

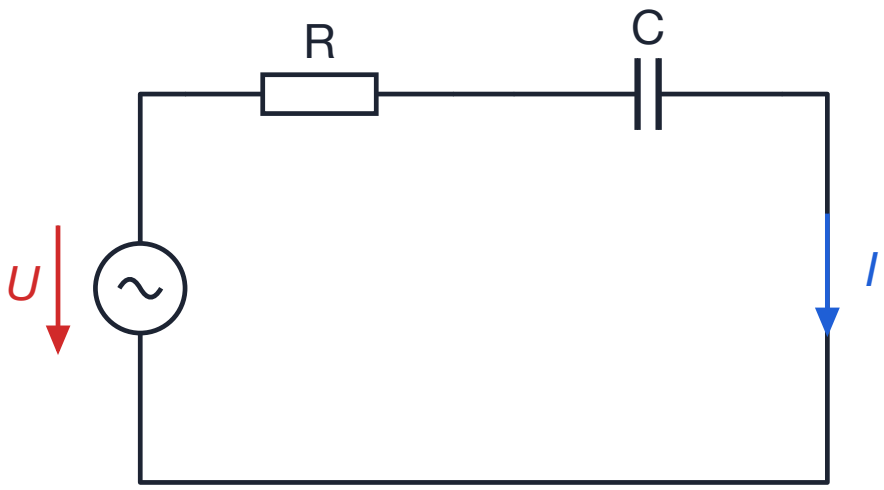
**15.** Ismertesse a szuperpozíció tételét! 1. ZH

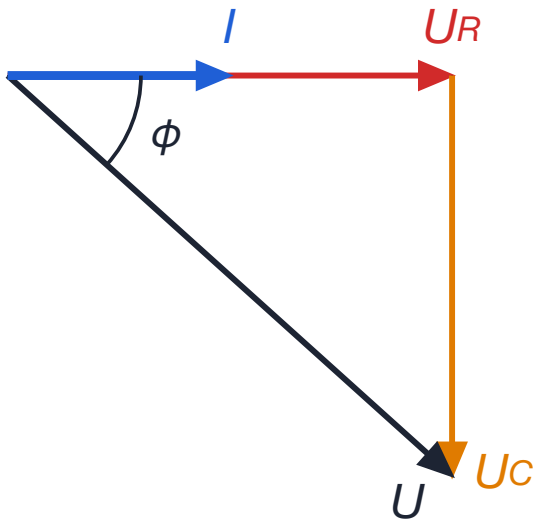



Ha egy lineáris hálózat több generátort tartalmaz, akkor mindegyik generátor a többitől függetlenül hozza létre a maga részáramát. A részáramokat generátoronként külön számoljuk – a többi generátort belső ellenállásával helyettesítve (feszültséggenerátor → rövidzár, áramgenerátor → szakadás) –, majd előjelesen összegezzük.

$$I = I' + I'' + \ldots + I^{(n)}$$

**16.** Soros RC tag esetén rajzolja fel az U–I vektorábrát, és adja meg a kapacitív reaktancia értékét! 1. ZH

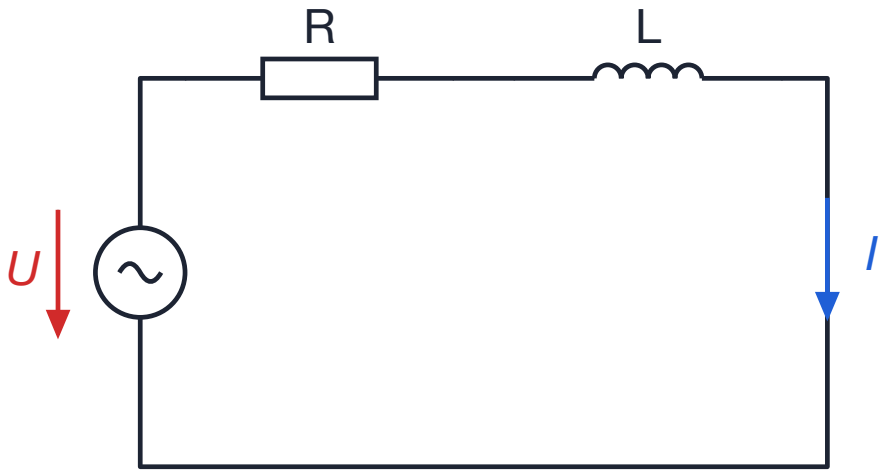


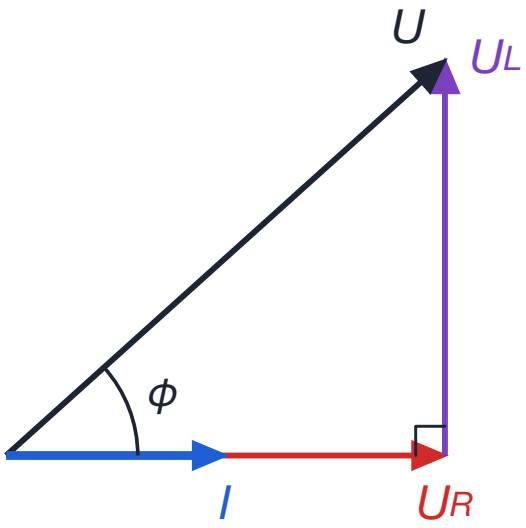




$$U^2 = U_R^2 + U_C^2,\ \text{tg}\ \varphi = \frac{U_C}{U_R},\ X_C = \frac{1}{\omega\, C} = \frac{1}{2\,\pi\, f\, C}$$

Soros RC tagban a feszültség ϕ szöggel késik az áramhoz képest, a kondenzátor feszültsége 90°-ot késik az áramához képest; a kondenzátor áramkorlátozó hatása a kapacitív reaktancia.

**17.** Soros RL tag esetén rajzolja fel az U–I vektorábrát, és adja meg az induktív reaktancia értékét! 1. ZH

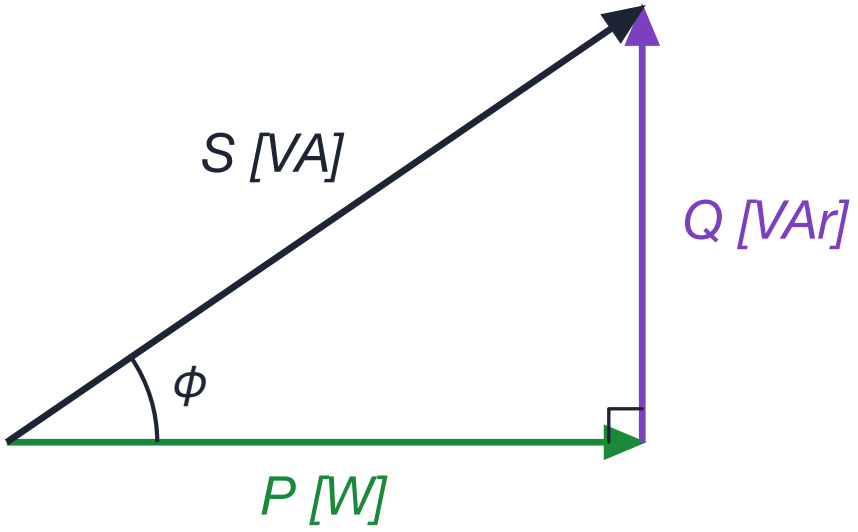



$$U^2 = U_R^2 + U_L^2,\ \text{tg}\,\varphi = \frac{U_L}{U_R} = \frac{X_L}{R},\ X_L = \omega\, L = 2\,\pi\, f\, L$$

Soros RL tagban a feszültség ϕ szöggel siet az áramhoz képest, a tekercs feszültsége 90°-ot siet az áramához képest; a tekercs áramkorlátozó hatása az induktív reaktancia.

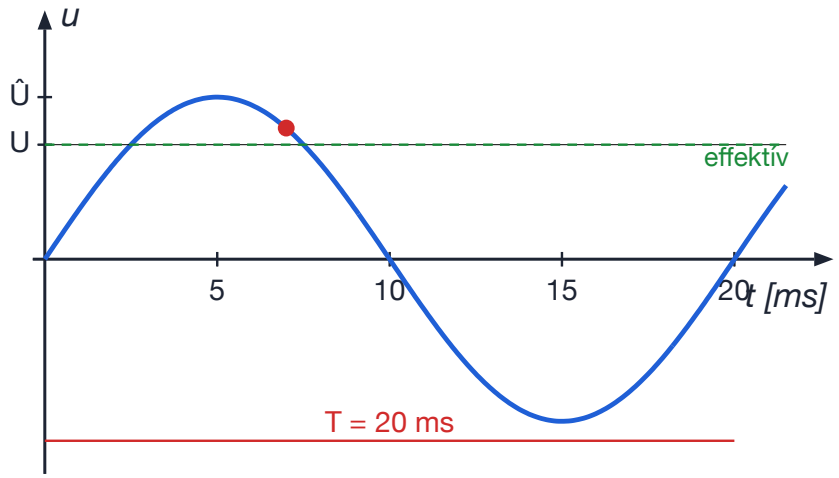
**18.** Értelmezze az egyfázisú teljesítményeket és a teljesítménytényező fogalmát! 1. ZH




$$P = U\,I\cos\varphi\ [W],\ Q = U\,I\sin\varphi\ [VAr],\ S = U\,I\ [VA],\ S^2 = P^2 + Q^2,\ \cos\varphi = \frac{P}{S}$$

A hatásos teljesítmény munkát végez (hővé, mechanikai energiává alakul), a meddő teljesítmény a mágneses és villamos tér között ingázik, a látszólagos a feszültség és áram szorzata; a teljesítménytényező megmutatja, a látszólagos teljesítmény hányad része alakul hatásos teljesítménnyé.

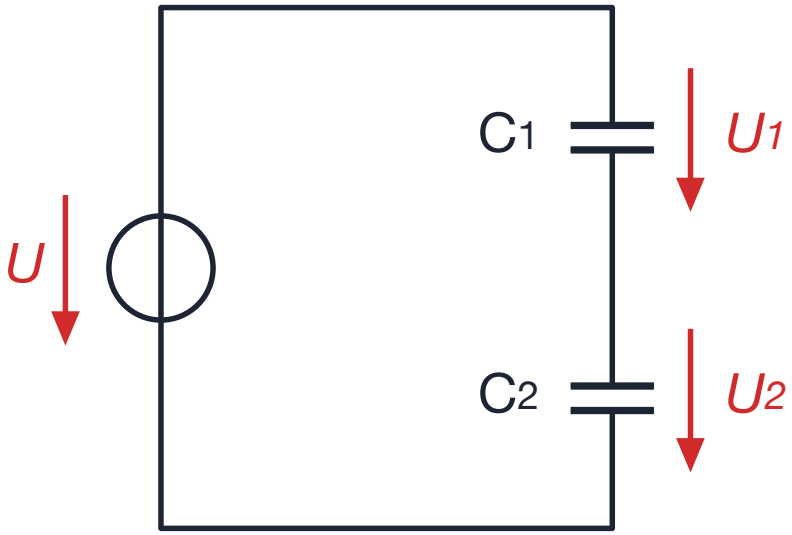
**19.** Értelmezze az effektív érték fogalmát! 1. ZH




$$P_{átlag} = \frac{\hat{U}\,\hat{I}}{2} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\hat{I}}{\sqrt{2}},\ U = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} = 0{,}707\ \hat{U},\ I = 0{,}707\ \hat{I}$$

A szinuszos mennyiség effektív értéke az az egyenfeszültség (egyenáram), amely ugyanazon az ellenálláson azonos hőhatást (átlagteljesítményt) hoz létre (RMS – négyzetes középérték).

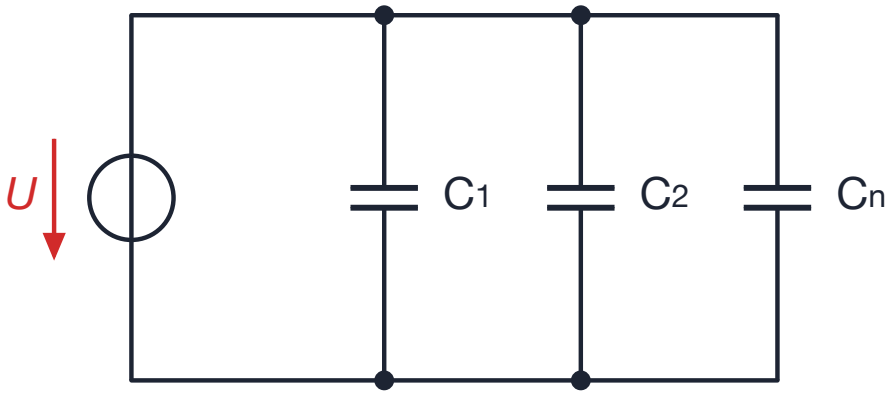
**20.** Határozza meg két sorosan kapcsolt kondenzátor eredőjét! 1. ZH




$$Q = C_1 U_1 = C_2 U_2,\ U = U_1 + U_2 \rightarrow \frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2},\ C_e = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

Sorba kapcsolt kondenzátorok fegyverzetein ugyanakkora töltés halmozódik fel, a feszültségek összeadódnak; ezért az eredő kapacitás reciproka a reciprokok összege ($C_e$ = $C_1$ replusz $C_2$).

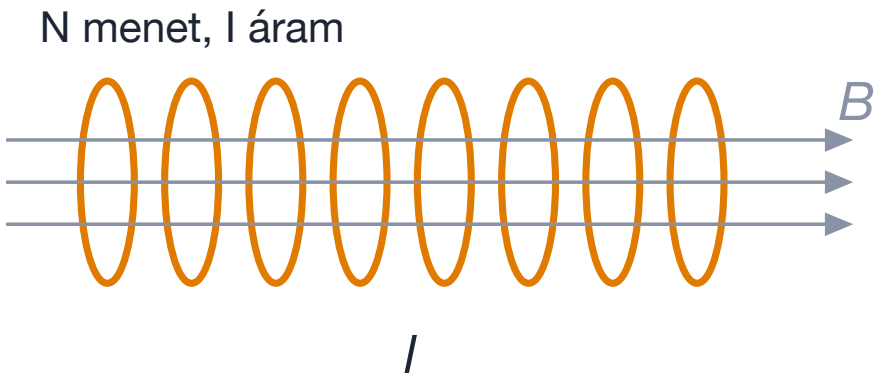
**21.** Határozza meg két párhuzamosan kapcsolt kondenzátor eredőjét! 1. ZH




$$Q_e = Q_1 + Q_2 = C_1 U + C_2 U = C_e U \rightarrow C_e = C_1 + C_2 = \sum_{i=1}^{n} C_i$$

Párhuzamosan kapcsolt kondenzátorokon azonos a feszültség, a töltések összeadódnak, ezért az eredő kapacitás a kapacitások összege.

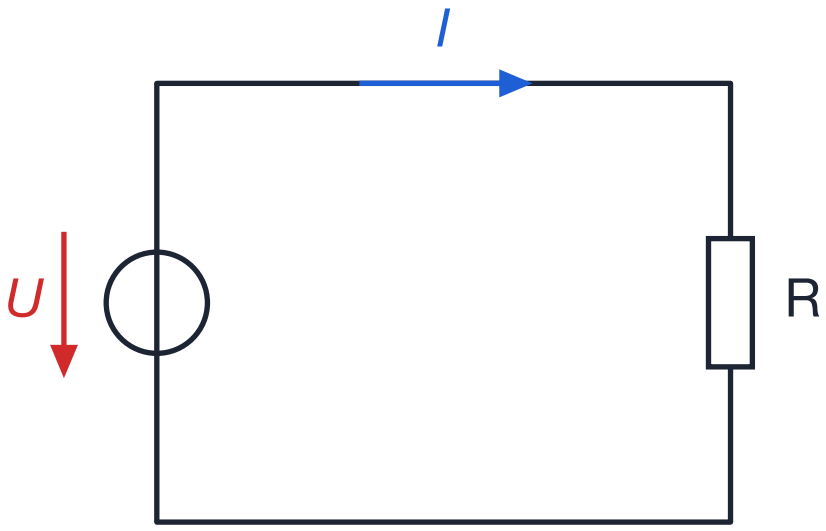
**22.** A gerjesztési törvény alapján írja fel a mágneses indukció nagyságát! 1. ZH




$$\Theta = N\,I = H\,l,\; B = \mu_0\,H = \mu_0\,\frac{N\,I}{l},\; \text{vasmaggal: } B = \mu_r\,\mu_0\,\frac{N\,I}{l},\; \Phi = B\,A$$

A gerjesztési törvény szerint a tekercs gerjesztése (N·I) egyenlő a térerősség és az erővonalhossz szorzatával; ebből a tekercs belsejében az indukció légmagos esetben $\mu_0 NI/l$, vasmag esetén $\mu_r$-szer nagyobb.

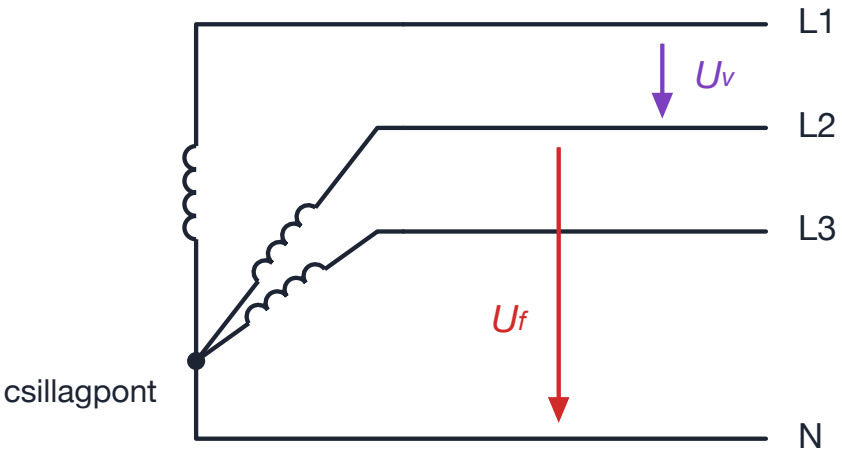
**23.** Hogyan számítható a villamos teljesítmény egyenáramú mennyiségek esetén? 1. ZH

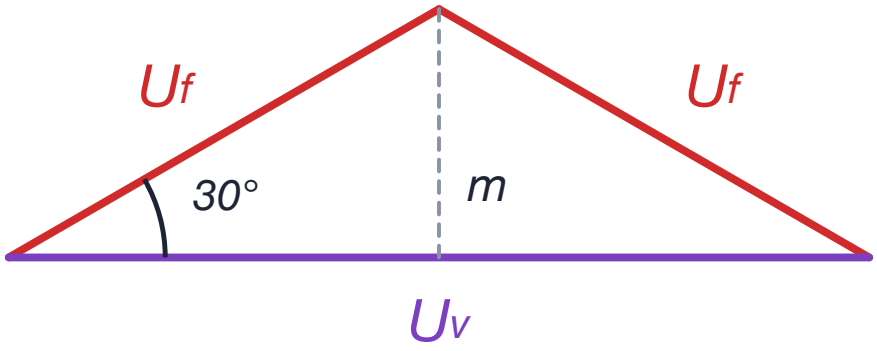



$$P = \frac{W}{t} = U \cdot I = I^2\,R = \frac{U^2}{R}\;[W],\; W = U\,I\,t$$

Az egyenáramú teljesítmény az időegység alatt végzett villamos munka, a feszültség és az áram szorzata; Ohm törvényével az áram vagy a feszültség négyzetével is kifejezhető.

**24.** Ismertesse a háromfázisú csillagkapcsolású rendszer tulajdonságait! 1. ZH

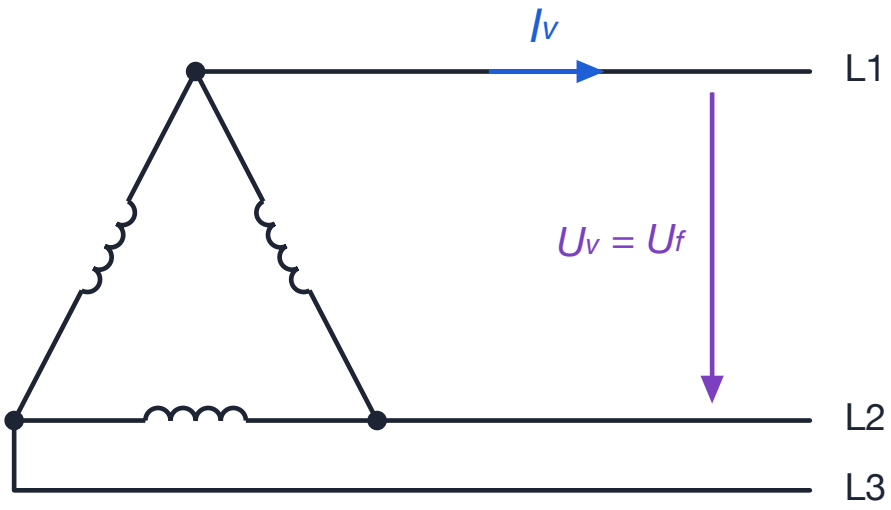



$U_v = \sqrt{3} \cdot U_f$, $I_v = I_f$

Csillagkapcsolásban a tekercsvégeket a csillagpontba kötjük; az energiaszállításhoz négy vezeték kell (3 fázis + nulla), de két feszültségszint áll rendelkezésre: a fázisfeszültség (fázis–nulla) és a √3-szor nagyobb vonali feszültség (fázis–fázis).

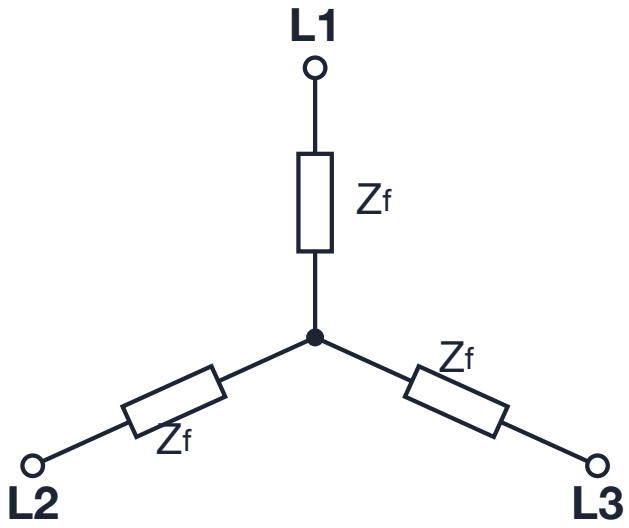
**25.** Ismertesse a háromfázisú deltakapcsolású generátor tulajdonságait! 1. ZH




$$U_v = U_f,\ I_v = \sqrt{3} \cdot I_f$$

Deltakapcsolásban a tekercseket sorba (körbe) kötjük – ez a 120°-os fáziseltolás miatt lehetséges, mert a feszültségek összege minden pillanatban nulla; csak három vezeték kell, a vonali feszültség a fázisfeszültséggel egyenlő, a vonali áram a fázisáram √3-szorosa.

**26.** Ismertesse a szimmetrikus háromfázisú rendszerek teljesítményének számítását! 1. ZH




$$P = 3\,U_f\,I_f \cos\varphi = \sqrt{3}\,U_v\,I_v \cos\varphi,\ Q = \sqrt{3}\,U_v\,I_v \sin\varphi,\ S = \sqrt{3}\,U_v\,I_v$$

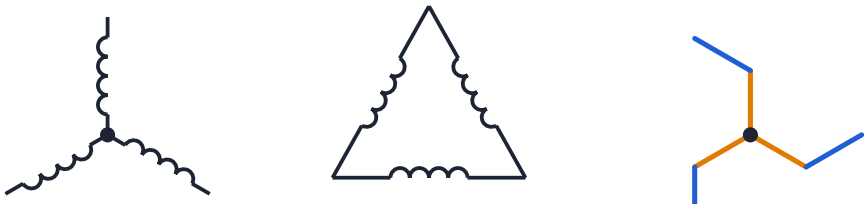
Szimmetrikus terhelésnél mindhárom fázis teljesítménye azonos, így a teljes teljesítmény egy fázis teljesítményének háromszorosa; vonali adatokkal kifejezve – csillag- és deltakapcsolásban egyaránt – √3 a szorzó.

**27.** Írja fel az u(t) = 100 sin(314t – π/4) [V] időfüggvényű feszültség komplex effektív értékét algebrai és vektoros alakban! 1. ZH

$$\overline{U} = \frac{100}{\sqrt{2}}\,[\cos(-45°) + j\,\sin(-45°)] = (50 - j50)\ \mathrm{V} = 70{,}7\ \angle\ -45°\ \mathrm{V}$$

Az effektív érték a csúcsérték osztva √2-vel (70,7 V), a fázisszög a kezdőfázis (–π/4 = –45°); ebből algebrai alakban a valós rész U·cos φ, a képzetes rész U·sin φ.

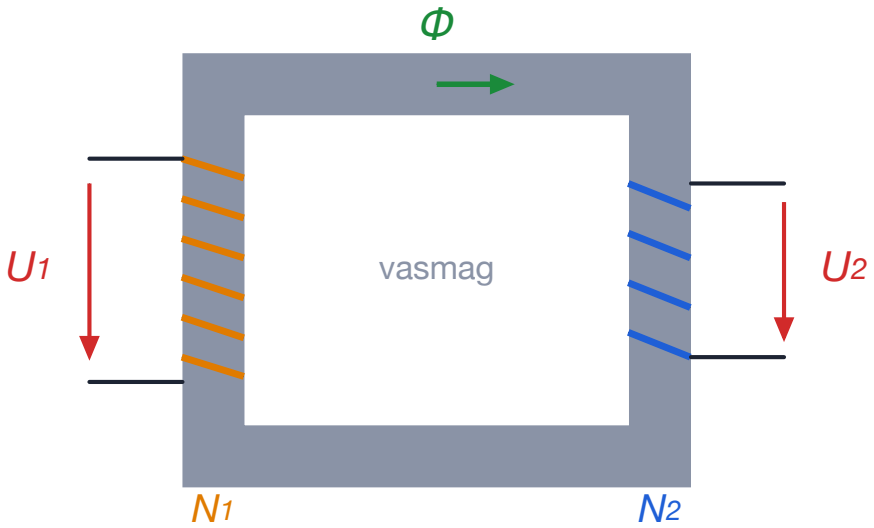
**28.** Transzformátoroknál milyen kapcsolási csoportokat ismer? 1. ZH



csillag (Y, y) delta (D, d) zeg-zug (Z, z)

A háromfázisú transzformátor tekercsei delta (D, d), csillag (Y, y) és zeg-zug (Z, z) kapcsolásúak lehetnek (nagy betű: nagyfeszültségű, kis betű: kisfeszültségű oldal). A kapcsolási csoport jelzőszáma a két oldal közötti fáziseltolás 30°-os egységekben (pl. Dy5: 5·30° = 150°); kivezetett csillagpontnál n vagy N betű kerül a jelölésbe.

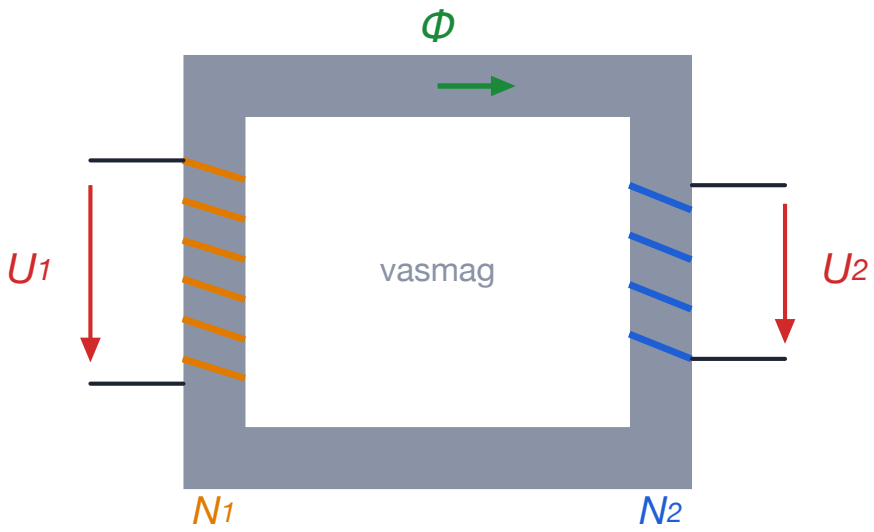
**29.** Írja fel a transzformátorban az indukált feszültség képletét! 1. ZH




$$U_i = \frac{2\pi}{\sqrt{2}}\,f\,N\,\Phi_{max} = 4{,}44 \cdot f \cdot N \cdot \Phi_{max}\ (U_{imax} = N\,\omega\,B\,A)$$

Szinuszos fluxusváltozás esetén a tekercsben indukált feszültség effektív értéke arányos a frekvenciával, a menetszámmal és a fluxus csúcsértékével (a transzformátor főegyenlete).

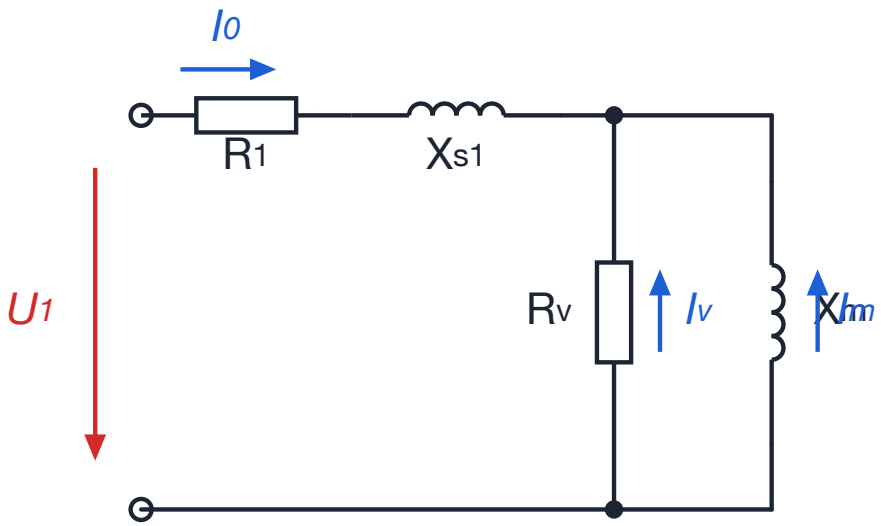
**30.** Mit ért impedancia-transzformáció alatt? 1. ZH

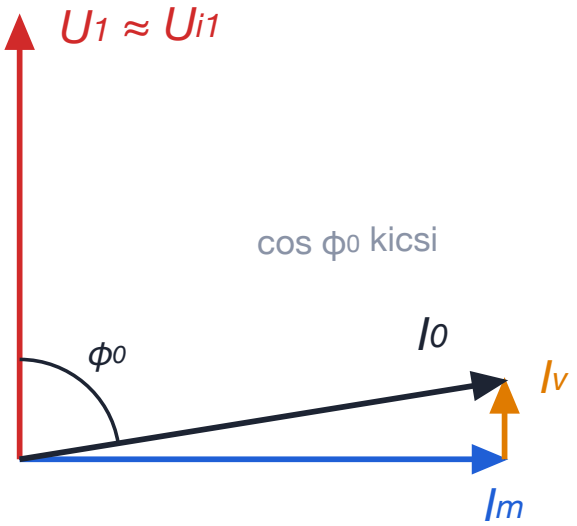



$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{U_1/I_1}{U_2/I_2} = \frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{N_1}{N_2} = a^2,\ Z_1 = a^2\, Z_2,\ a = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

A szekunder oldalra kötött $Z_2$ impedanciát a primer oldalról az áttétel négyzetével szorozva látjuk; ezt ellenállás-illesztésre (teljesítményillesztésre) használják.

**31.** Jellemezze a transzformátor üresjárási állapotát! 1. ZH

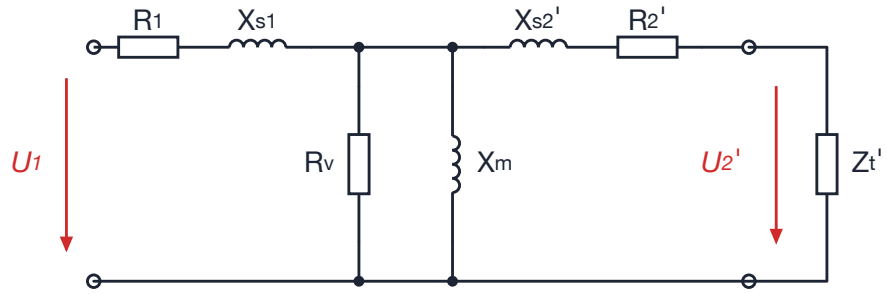



$$\bar{I}_0 = \bar{I}_m + \bar{I}_v,\ \cos\varphi_0 \approx 0{,}16$$

Üresjárásban a szekunder kapcsok szabadok ($I_2 = 0$); a primer oldalon csak a kis üresjárási áram folyik, amely főleg a fluxust létrehozó mágnesező áramból és a vasveszteséget fedező veszteségi áramból áll, ezért a teljesítménytényező kicsi. Elemek: $R_1$ primer ellenállás, $X_{s1}$ primer szórási reaktancia, $R_v$ ($R_0$) vasveszteség, $X_m$ ($X_0$) főfluxus.

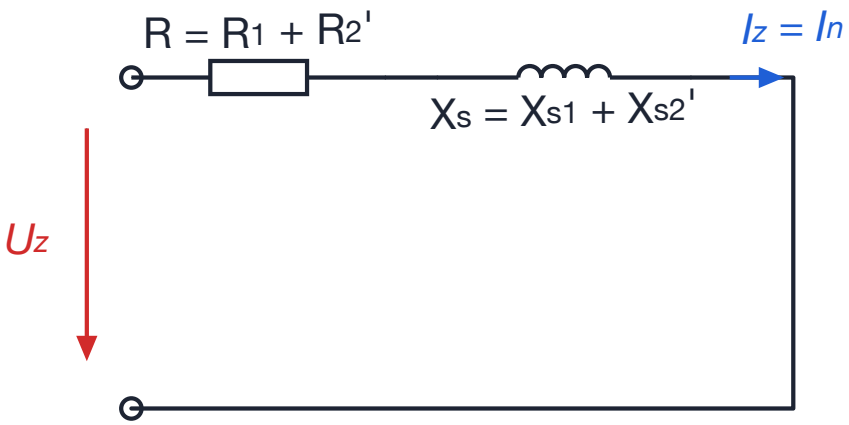
**32.** Rajzolja fel a transzformátor helyettesítő kapcsolási rajzát, illetve adja meg a tanult redukciók képleteit! 1. ZH

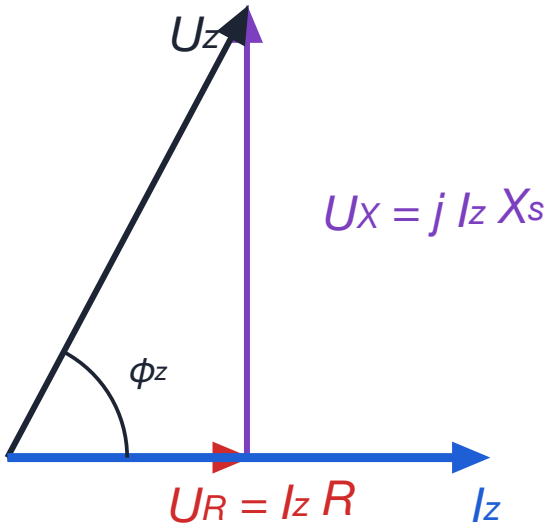



$$U_2' = a\,U_2,\ I_2' = \frac{I_2}{a},\ X_{s2}' = a^2\,X_{s2},\ R_2' = a^2\,R_2$$

A helyettesítő kapcsolás a tekercsellenállásokat, a szórási reaktanciákat, valamint a vasveszteséget és a főfluxust jelképező párhuzamos ágat tartalmazza; a szekunder mennyiségeket a primer oldalra redukáljuk, hogy egy áramkörként számolhassunk.

**33.** Jellemezze a transzformátor rövidzárási állapotát! 1. ZH

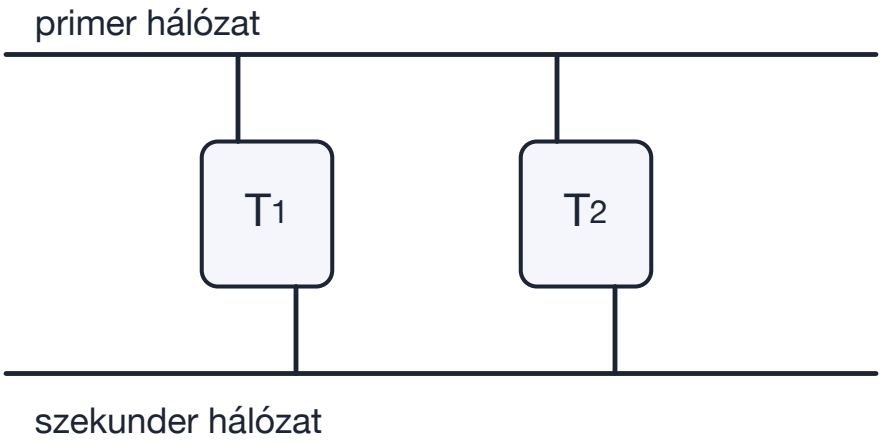



$R = R_1 + R_2'$, $X_s = X_{s1} + X_{s2}'$, $\cos \varphi_z = \frac{U_R}{U_Z} \approx 0{,}4 \ldots 0{,}5$, $\varepsilon = \frac{U_{1z}}{U_{1n}}\ 100\ \%$

Rövidzárásban a szekunder kapcsok rövidre vannak zárva, és a primer feszültség csak akkora ($U_{1z}$), hogy a névleges áram folyjon; a vasveszteség ekkor elhanyagolható, a helyettesítő képben csak a soros ellenállás és szórási reaktancia marad.

**34.** Írja fel a transzformátor párhuzamos üzemének feltételeit! 1. ZH

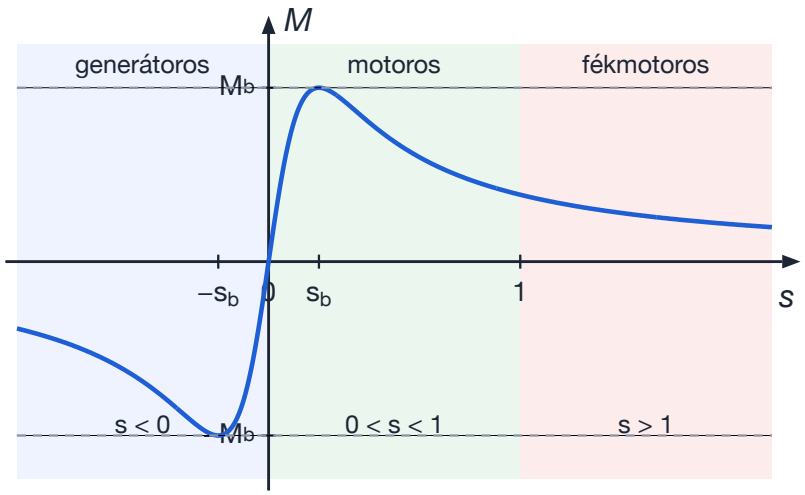



$a_1 = a_2$, azonos kapcsolási csoport, $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$

Párhuzamos üzemben ne folyjon kiegyenlítő áram, és a terhelés a névleges teljesítmények arányában oszoljon meg; ehhez azonos névleges feszültségek (áttétel), azonos fázishelyzetű fázisfeszültségek (kapcsolási csoport) és egyenlő dropok kellenek.

# 2. ZH anyaga

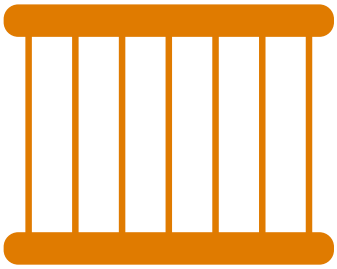
**35.** Adja meg aszinkron motorok esetén a nyomaték számításának képletét (Kloss-képlet)! 2. ZH



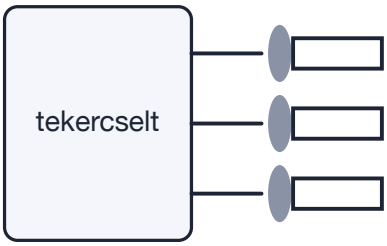

$$M = M_b \frac{2}{\frac{s}{s_b} + \frac{s_b}{s}}, \; s = \frac{n_0 - n}{n_0} \cdot 100\,\%, \; s_b = \pm \frac{R_2'}{X_s}$$

A Kloss-képlet az aszinkron motor nyomatékát a szlip függvényében adja meg a billenőnyomaték és a billenő szlip ismeretében.

**36.** Aszinkron motor esetén milyen forgórésztípusokat ismer, és mik a legfontosabb tulajdonságaik? 2. ZH



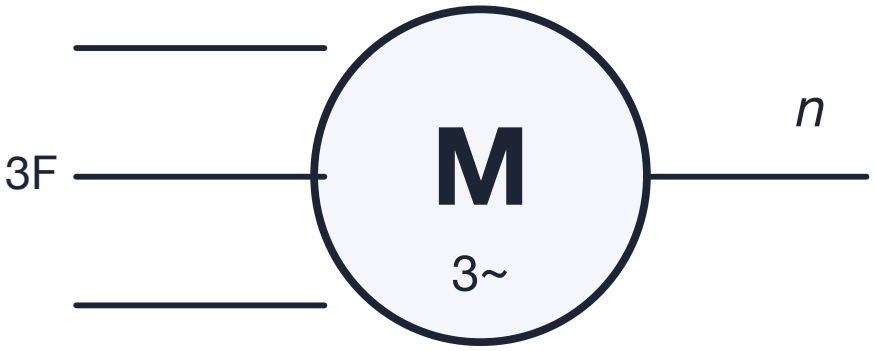
kalickás (rövidre zárt)




csúszógyűrűs + indító R

| **Kalickás (rövidre zárt) forgórész** | **Tekercselt, csúszógyűrűs forgórész** |
|---|---|
| egyszerű szerkezet | bonyolult felépítés |
| üzembiztos működés | drága kivitel |
| olcsó megoldás | nagy indítónyomaték |
| | kíméletes indítás indító-ellenállásokkal |

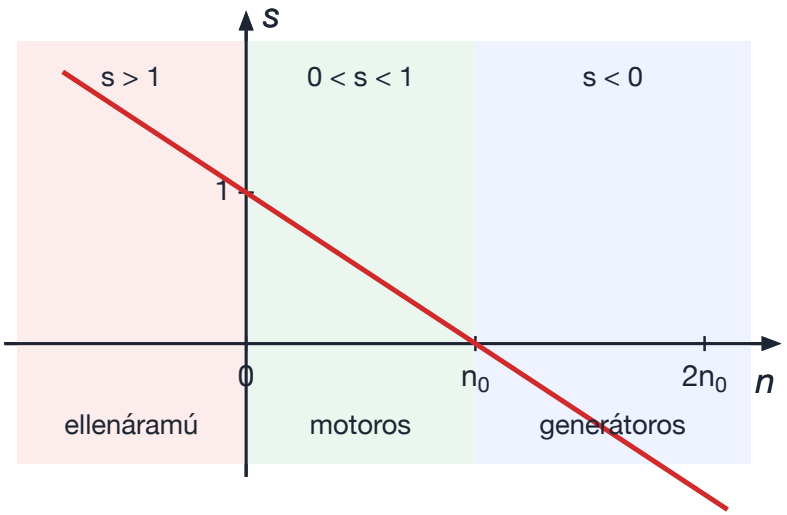
**37.** Aszinkron motor esetén hogyan számítható a primer és szekunder indukált feszültség nagysága és a forgó mágneses mező fordulatszáma? 2. ZH




$$n_0 = \frac{60\, f_1}{p},\ U_{i1} = 4{,}44\, N_1\, f_1\, \Phi_{max}\, \xi_1,\ U_{i2} = 4{,}44\, N_2\, f_2\, \Phi_{max}\, \xi_2,\ f_2 = s\, f_1$$

A háromfázisú hálózatra kapcsolt állórész-tekercselés $n_0$ fordulatszámú forgó mágneses mezőt hoz létre, amely az állórészben $U_{i1}$, a forgórész vezetőiben $U_{i2}$ feszültséget indukál; a forgórész árama és a mező kölcsönhatása nyomatékot hoz létre (álló helyzetben $f_1 = f_2$).

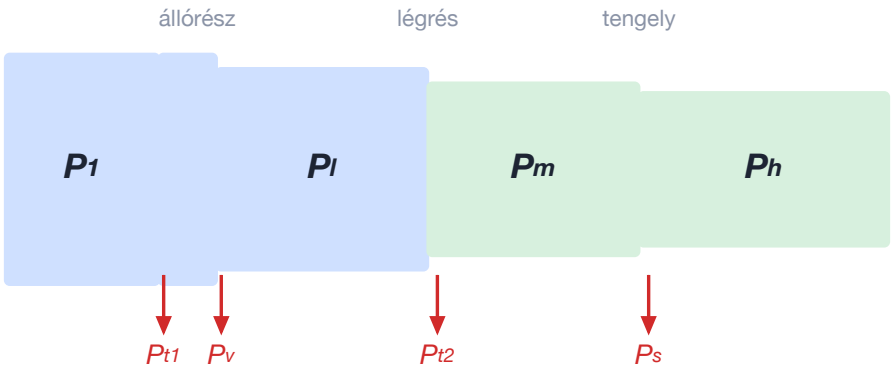
**38.** Adja meg a szlip számításának lehetséges módjait és a szlip–fordulatszám jelleggörbét! 2. ZH




$$s = \frac{n_0 - n}{n_0} \cdot 100\ \%,\ n = n_0\,(1 - s),\ s_n = 3 \ldots 7\ \%,\ s = \frac{f_2}{f_1}$$

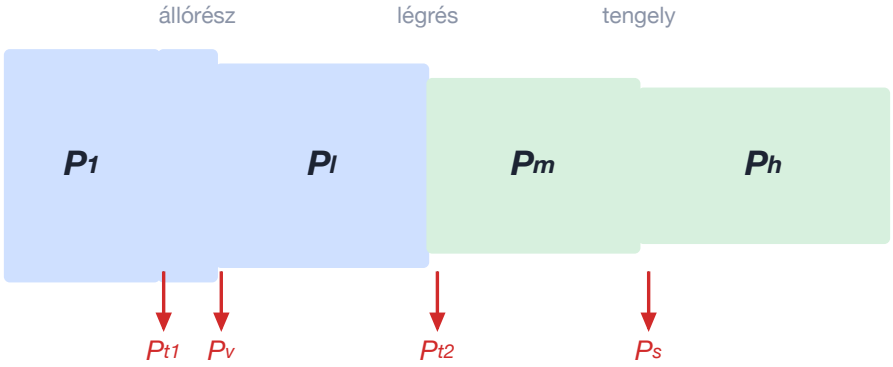
A szlip a forgó mező és a forgórész fordulatszámának a szinkron fordulatszámhoz viszonyított különbsége; 0 és 1 között motoros, 0 alatt generátoros, 1 felett ellenáramú (fék) üzem.

**39.** Aszinkron motor esetén adja meg a teljesítményszalag felépítését! 2. ZH




A felvett $P_1$ teljesítményből az állórész tekercsveszteségе ($P_{t1}$) és vasvesztesége ($P_v$) levonása után marad a légrés-teljesítmény ($P_l$); ebből a forgórész tekercsvesztesége ($P_{t2}$) után a mechanikai teljesítmény ($P_m$), majd a súrlódási veszteség ($P_s$) után a tengelyen leadott hasznos teljesítmény ($P_h$) adódik.

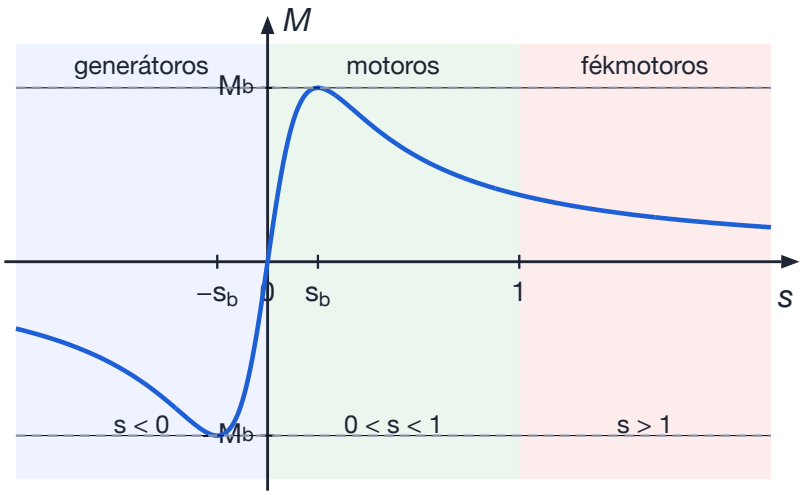
**40.** Aszinkron motor esetén adja meg a légrés-, a mechanikai és a tengelyteljesítmény számításának módját! 2. ZH




$$P_{t1} = 3\, I_1^2\, R_1,\ P_v = 3\,\frac{U_i^2}{R_0},\ P_l = P_1 - P_{t1} - P_v = M\,\omega_0$$

$$P_m = M\,\omega = P_l - P_{t2} = P_l\,(1 - s),\ P_{t2} = s\,P_l = M\,(\omega_0 - \omega),\ P_2 = P_h = M_t\,\omega$$

**41.** Nyomaték–szlip jelleggörbe segítségével adja meg az aszinkron motor lehetséges üzemállapotait! 2. ZH




Fékmotoros (ellenáramú) üzem: s > 1; motoros üzem: 0 < s < 1; generátoros üzem: s < 0. A görbe motoros és generátoros oldalán egy-egy billenőnyomaték ($M_{bM}$, $M_{bG}$) van.

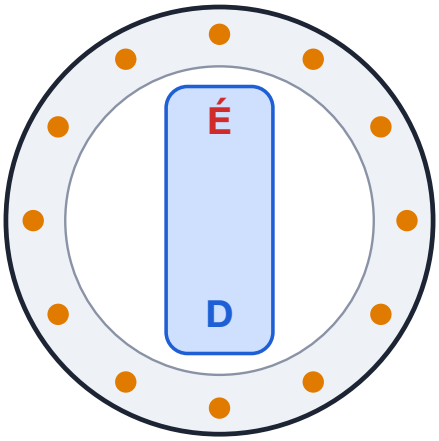
**42.** Szinkron gép esetén hogyan számítható a gép fordulatszáma? 2. ZH

$$n = \frac{f}{p} \cdot 60\ [\frac{1}{\text{min}}]$$

A szinkron gép fordulatszámát csak a frekvencia (f) és a póluspárok száma (p) határozza meg (n a fordulatszám); 50 Hz-en p = 1, 2, 3, 4 esetén 3000, 1500, 1000, 750 1/min.

**43.** Adja meg a szinkron gép fő részeit, és jellemezze azokat néhány szóban! 2. ZH

állórész: 3F tekercselés




forgórész: DC gerjesztés

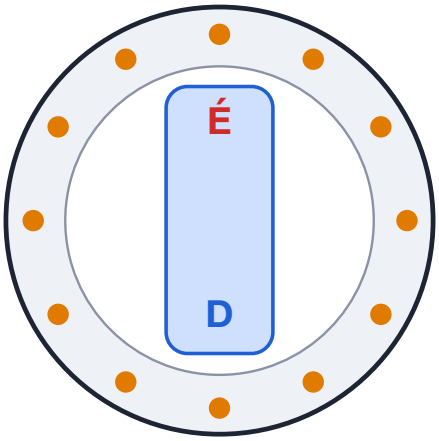
- **Állórész**: lemezelt vastest, hegesztett acéllemez váz fogja össze; nyitott vagy félig zárt hornyokban a tekercselemek; a házat két oldalról öntöttvas pajzs zárja le.
- **Forgórész**: egyenáramú gerjesztőtekercs a mágneses tér előállítására; csúszógyűrűk a gerjesztőáram hozzávezetésére, ezekhez szén- vagy bronzkefék csatlakoznak.

**44.** Hogyan jönnek létre a szinkron gépek egyes üzemállapotai? 2. ZH

- **Motor**: az állórészre háromfázisú feszültséget kapcsolnak, a forgórész tekercsét egyenárammal gerjesztik.
- **Generátor**: a forgórészre helyezik el az egyenárammal gerjesztett pólusokat, ezeket forgatják; az állórészben feszültség indukálódik.

**45.** Ismertesse a szinkron generátor működési elvét! 2. ZH

állórész: 3F tekercselés




forgórész: DC gerjesztés

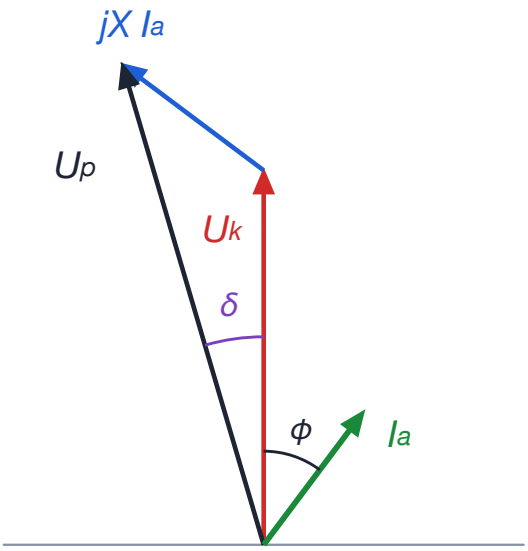
Az állórészen elhelyezett, egymástól 120°-ra eltolt tekercseket metszi a forgórészen elhelyezett, egyenárammal gerjesztett tekercs forgó mágneses tere, így bennük háromfázisú váltakozó feszültség indukálódik ($f = n \cdot p/60$).

**46.** Adja meg a szinkron generátor hálózatra kapcsolásának feltételeit! 2. ZH

A szinkron generátort a hálózatra kapcsolás előtt szinkronizálni kell: üresjárásban a forgó póluskerék az állórész tekercseiben feszültséget indukál, amelynek frekvenciában, fázisban, fázissorrendben (és amplitúdóban) meg kell egyeznie a hálózati feszültséggel.

- frekvencia beállítása: fordulatszám változtatásával
- amplitúdó beállítása: gerjesztőárammal
- fázis beállítása: a fordulatszám nagyon finom állításával

**47.** Értelmezze a δ terhelési szöget! 2. ZH

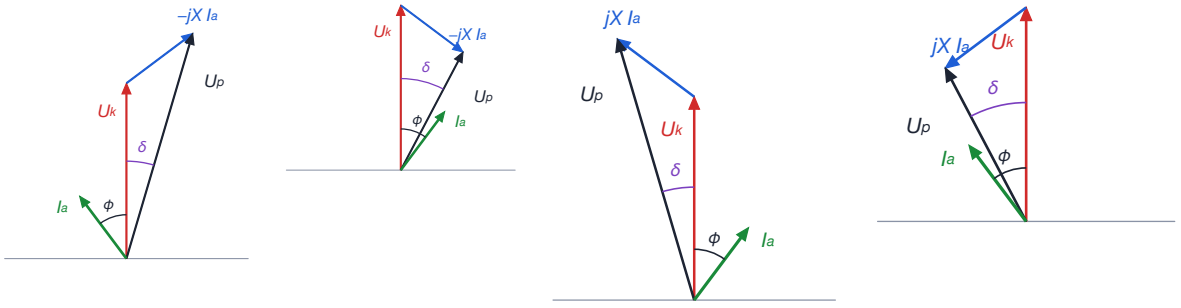



$$\overline{U}_p = \overline{U}_k + j\,X\,\overline{I}_a,\; M = \frac{3\,U_k\,U_p}{X\,\omega_0}\,\sin\delta$$

A terhelési szög a pólusfeszültség ($U_p$) és a kapocsfeszültség ($U_k$) közötti szög; a terheléssel nő, a nyomaték sin δ-val arányos, δ = 90°-nál a gép billen.

**48.** Adja meg a szinkron gép lehetséges üzemállapotait magyarázó vektorábra segítségével! 2. ZH

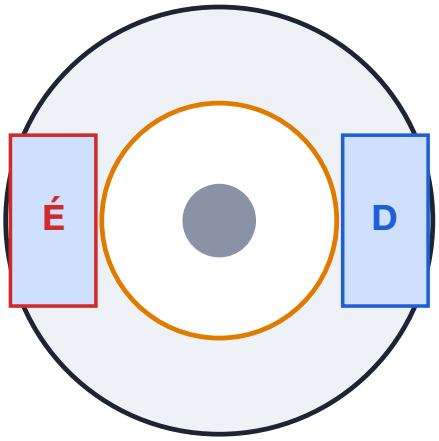
**Motoros, kapacitív** **Motoros, induktív** **Generátoros, induktív** **Generátoros, kapacitív**




Motoros üzem kapacitív jelleggel (túlgerjesztett): meddő energiát termel; motoros üzem induktív jelleggel (alulgerjesztett): meddő energiát vesz fel; generátoros üzem induktív terhelésnél: meddőt termel; generátoros üzem kapacitív terhelésnél: meddőt vesz fel.

**49.** Adja meg az egyenáramú gép fő szerkezeti részeit! 2. ZH

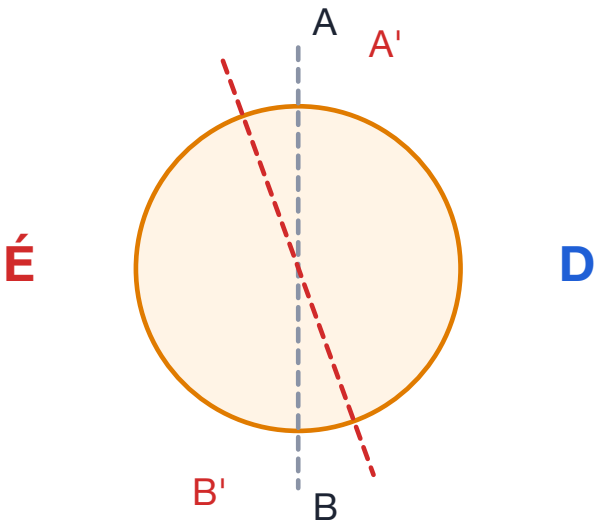
állórész: főpólusok, gerjesztőtekercs




forgórész (armatúra) + kommutátor

- **Állórész**: tömör vastest; a pólusokon gerjesztőtekercs (egyenárammal gerjesztve).
- **Forgórész**: lemezelt vastest; hornyokban az armatúratekercs.
- **Kommutátor és kefék**: a forgó tekercs áramának egyenirányítása, ill. átfordítása.

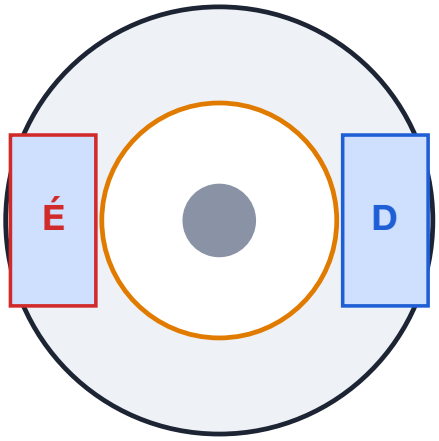
**50.** Mi az armatúra-visszahatás jelensége? 2. ZH




Ha a forgórészben nem folyik áram, a semleges zóna a főpólus fluxusára merőleges (A–B). Ha az armatúrában is folyik áram, az is mágneses mezőt hoz létre; az eredő mező e kettő eredője lesz, ezért a semleges zóna helye megváltozik (A′–B′). Ha a kefék az eredeti A–B vonalban maradnak, kefeszikrázás lép fel; kiküszöbölése kompenzáló tekercseléssel és segédpólusokkal.

**51.** Adja meg az egyenáramú gépben az indukált feszültség és a nyomaték kiszámításának képletét! 2. ZH

állórész: főpólusok, gerjesztőtekercs

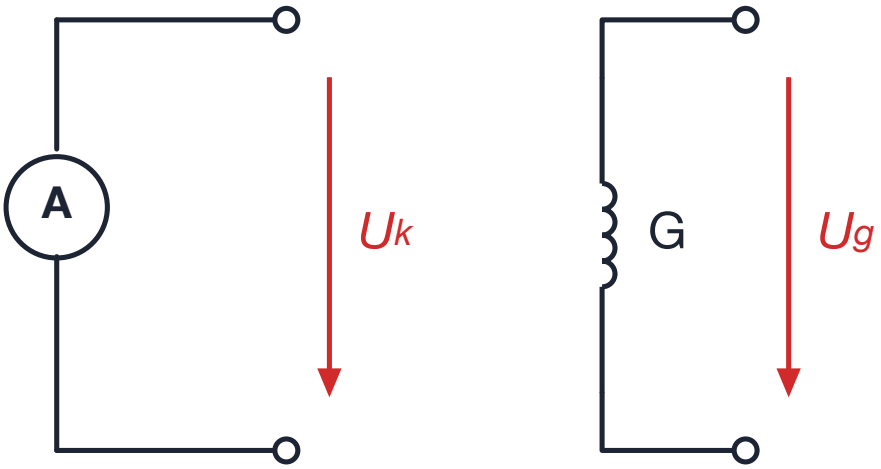



forgórész (armatúra) + kommutátor

$$U_i = k\,\Phi\,\omega,\; P_{mech} = P_{vill}\colon M\,\omega = U_i\,I_a = k\,\Phi\,I_a\,\omega \rightarrow M = k\,\Phi\,I_a,\; k = \frac{2\,N\,p}{\pi}$$

Az indukált feszültség a főpólus terében forgó armatúrában indukálódó feszültség középértéke (k: gépállandó, Φ: fluxus [Wb], ω: körfrekvencia [rad/s], $I_a$: armatúraáram [A], N: vezetőkeretek száma, p: póluspárok száma).

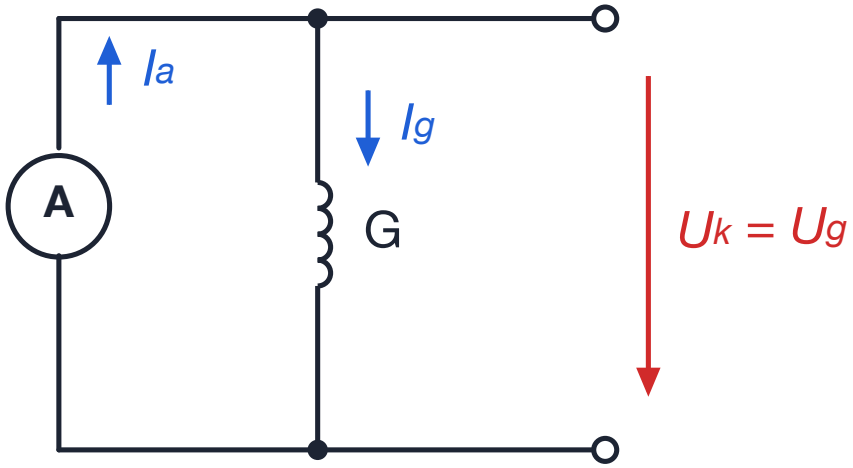
**52.** Adja meg a külső gerjesztésű egyenáramú gép kapcsolási rajzát és fő jellemzőit! 2. ZH




független forrás

Külső gerjesztésnél az $U_g$ gerjesztőfeszültség független áramforrásból ered; ennek a gépnek a legdinamikusabbak a működési jellemzői, és ez a legjobban szabályozható.

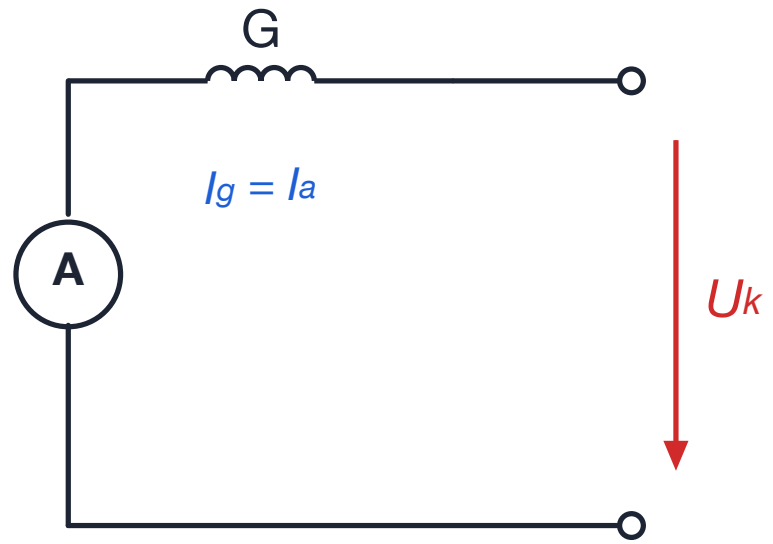
**53.** Adja meg a párhuzamos gerjesztésű egyenáramú gép kapcsolási rajzát és fő jellemzőit! 2. ZH

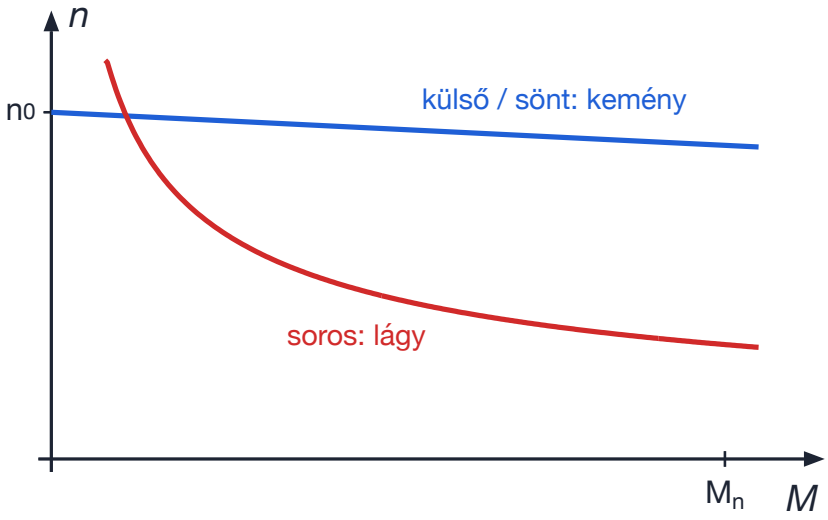



$U_g = U_k$, $I = I_a \mp I_g$

Párhuzamos (sönt) gerjesztésnél a gerjesztőtekercs párhuzamosan van kötve az armatúratekercseléssel; a söntgenerátor rövidzárbiztos ($I_{max} > I_z$), ezért gépjárművek villamosenergia-forrásaként használták.

**54.** Adja meg a soros gerjesztésű egyenáramú gép kapcsolási rajzát és fő jellemzőit! 2. ZH




$I_g = I_a$, $M = k\, I_a^2$

Soros gerjesztésnél a gerjesztőtekercs sorba van kapcsolva az armatúratekercseléssel; kis fordulatszámon igen nagy a nyomatéka, ezért gépjárművek indítómotorjaként (és villamosokban, kéziszerszámokban) használják. Terhelés nélkül indítani tilos.

**55.** Hogyan tudjuk változtatni az egyenáramú motor működési jellemzőit? 2. ZH

| | |
|---|---|
| Indítás | az indítási áramfelvétel csökkentése előtét-ellenállással, kapocsfeszültség-csökkentéssel |
| Forgásirány-váltás | a gerjesztőtekercs vagy az armatúratekercs pólusainak felcserélésével |
| Fordulatszám-változtatás | kapocsfeszültség-csökkentéssel, áramfelvétel-szabályozással, fluxusgyengítéssel |
| Fékezés | ellenáramú féküzem, rekuperációs fékezés, dinamikus fékezés |

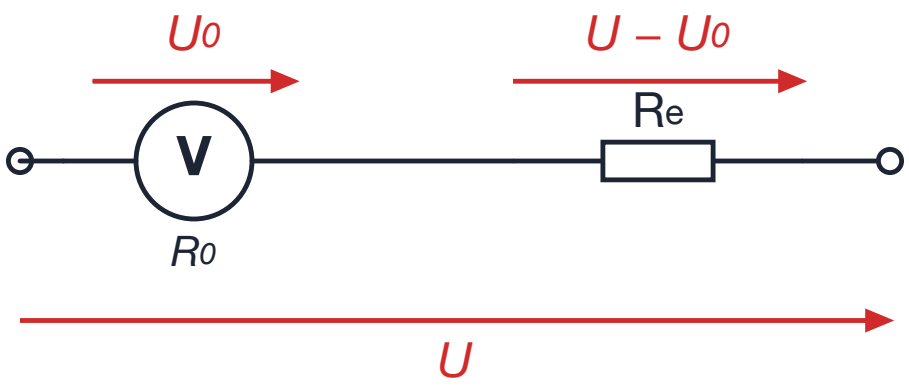
**56.** Milyen szabványos osztálypontosságokat ismer? Adja meg az abszolút és relatív hiba kiszámításának képletét! 2. ZH

| **Osztályjel** | **Hibahatár** | **A műszer jellege** |
|---|---|---|
| 0,05; 0,1; 0,2 | ±0,05; ±0,1; ±0,2 % | laboratóriumi |
| 0,5 | ±0,5 % | laboratóriumi és üzemi |
| 1; 1,5; 2,5; 5 | ±1; ±1,5; ±2,5; ±5 % | üzemi |

$$H = x_m - x_h,\ h = \frac{\pm H}{x_h} \cdot 100\ \%$$

Az analóg műszerek mérési hibáját a relatív hiba jellemzi (H: abszolút hiba, $x_m$: mért érték, $x_h$: helyes érték); az osztálypontosság a végkitérésre vonatkoztatott legnagyobb hiba.

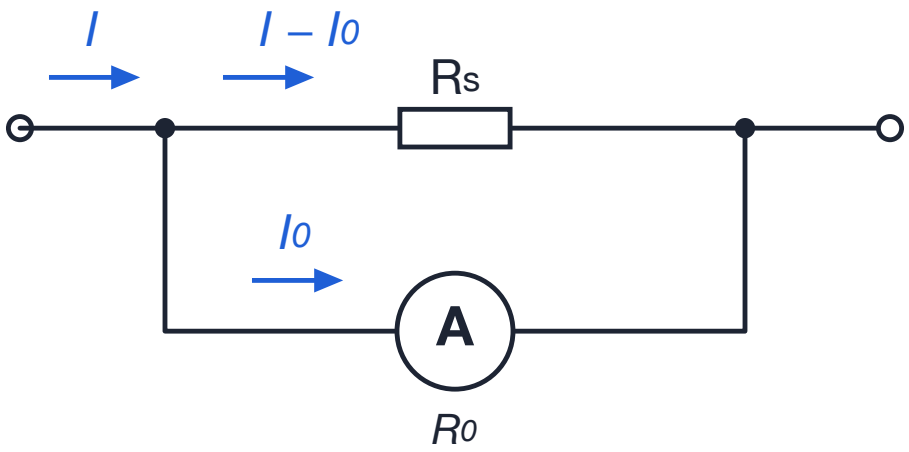
**57.** Hogyan lehet egy feszültségmérő műszer méréshatárát növelni? 2. ZH




$$R_e = (n-1)\,R_0,\ n = \frac{U}{U_0},\ R_0 = \frac{U_0}{I_0}$$

Előtét-ellenállást kötünk a műszerrel sorba; ezen esik a mérendő és az alapműszer feszültségének különbsége ($U - U_0$).

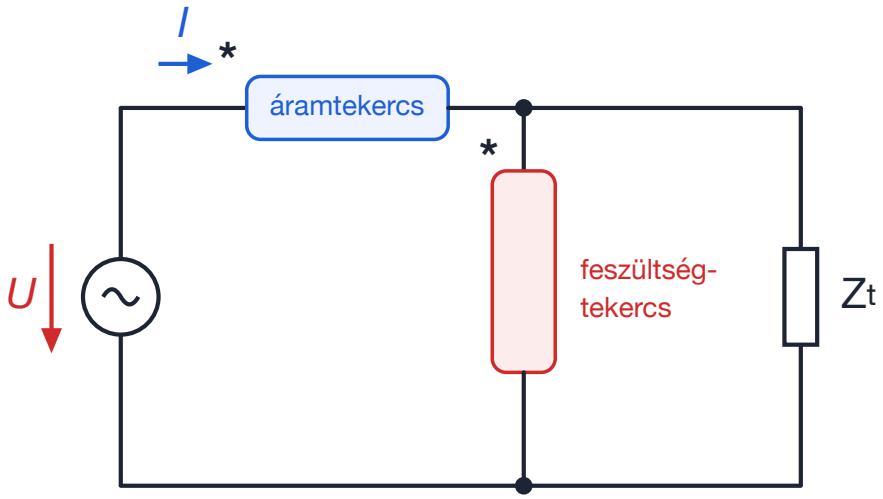
**58.** Hogyan lehet egy árammérő műszer méréshatárát növelni? 2. ZH




$$R_s = \frac{R_0}{n-1},\ n = \frac{I}{I_0},\ R_0 = \frac{U_0}{I_0}$$

Sönt-ellenállást kötünk a műszerrel párhuzamosan; a többletáram ($I - I_0$) a söntön folyik. Nagy áramoknál a csatlakozás átmeneti ellenállása miatt a söntöt külön (definíciós) mérőkapcsokkal alakítják ki.

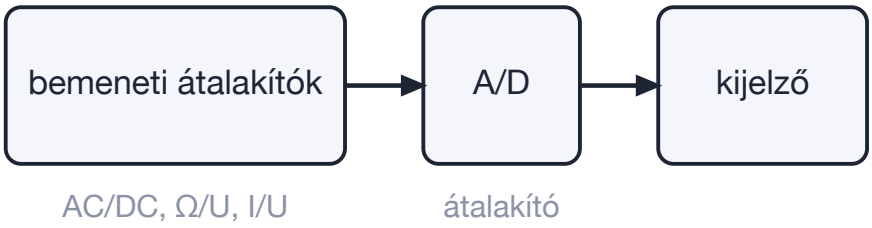
**59.** Hogyan kell teljesítménymérést végezni? 2. ZH




$P = U\,I$ (egyenáramon), $P = U\,I\cos\varphi$ (váltakozó áramon)

A terhelésen átfolyó áramot az áramtekercsre (soros bekötés), a terhelésen eső feszültséget a feszültségtekercsre (párhuzamos bekötés) kapcsoljuk; a tekercsek kezdetét * jelöli, a feszültség-méréshatár előtét-ellenállással állítható.

**60.** Milyen fő részekből épül fel egy digitális műszer? 2. ZH



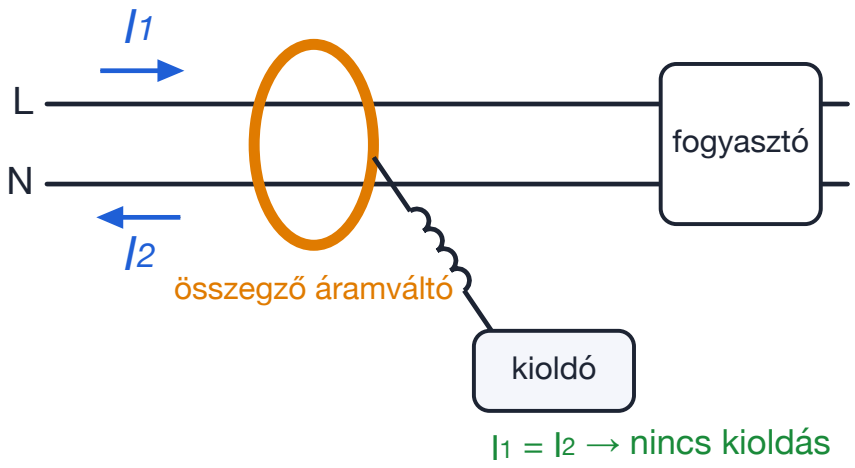

Bemeneti átalakítók (AC/DC, Ω/U, I/U), analóg–digitális átalakító (ADC) és kijelző. Mérési módok: egyenfeszültség (DV), váltakozó feszültség (AV), ellenállás (R), váltakozó áram (AC), egyenáram (DC).

**61.** Mi az IP-védettség? 2. ZH

| **1. jegy** | **szilárd tárgyak, por** | **2. jegy** | **víz** |
|---|---|---|---|
| 0 | nincs védelem | 0 | nincs védelem |
| 1 | > 50 mm-es tárgyak ellen | 1 | függőlegesen csepegő víz ellen |
| 2 | > 12 mm-es tárgyak ellen | 2 | max. 15°-ban ferdén csepegő víz ellen |
| 3 | > 2,5 mm-es tárgyak ellen | 3 | permetező víz ellen (max. 60°) |
| 4 | > 1 mm-es tárgyak ellen | 4 | fröccsenő víz ellen minden irányból |
| 5 | por ellen védett (nem káros mértékű behatolás) | 5 | kisnyomású vízsugár ellen |
| 6 | teljesen pormentes | 6 | erős vízsugár ellen |
| | | 7 | rövid ideig tartó vízbe merítés ellen (0,15–1 m, 30 perc) |
| | | 8 | tartós víz alatti használatra (1 m-nél mélyebben) |

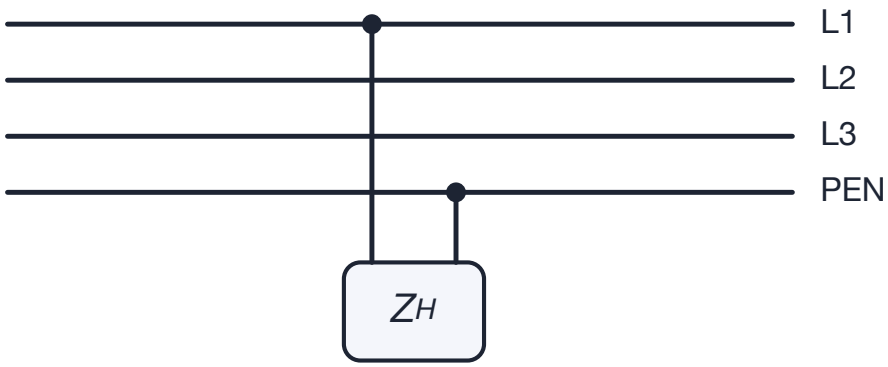
IP: International Protection; a villamos berendezés burkolatának védettségét jelöli két számjeggyel: az első a szilárd tárgyak (por) elleni (0–6), a második a víz elleni (0–8) védelem fokát adja meg.

**62.** Mi az a FI (vagy ÉV) relé? 2. ZH




A hibaáram-védőkapcsoló (FI-relé: Fehlerstrom Indikator, hibaáramjelző) feladata, hogy 0,2 s-on belül lekapcsolja a készülék minden pólusát, ha szigetelési hiba miatt veszélyes érintési feszültség jönne létre. A hálózattól a védendő készülékig vezető összes vezetéket egy összegző áramváltón kell átvezetni: hiba esetén a be- és kifolyó áramok összege nem nulla, ez kioldást okoz.

**63.** Hogyan mérhető a földelő hurok impedanciája? 2. ZH

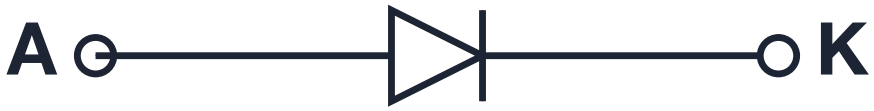



hurok: fázis → hibahely → PE/PEN → vissza

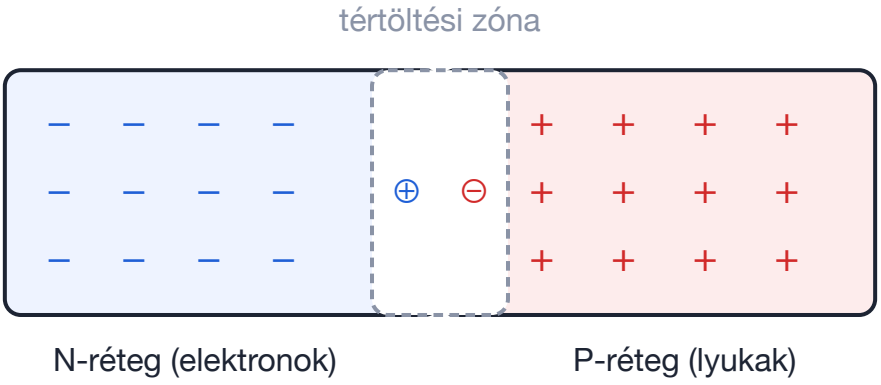
$$Z_H \leq \frac{U_0}{I_a}$$

$Z_H$ a hurokimpedancia, $U_0$ a feszültség a terheletlen fázisvezető és a PEN, illetve PE vezető között, $I_a$ a túláramvédelem lekapcsolási árama; a műszernek veszélyes érintési feszültség ($U_L$ > 50 V) esetén 0,2 s-on belül le kell kapcsolnia.

**64.** Adja meg a dióda rajzjelét, és rajzolja le a PN-átmenetet! 2. ZH

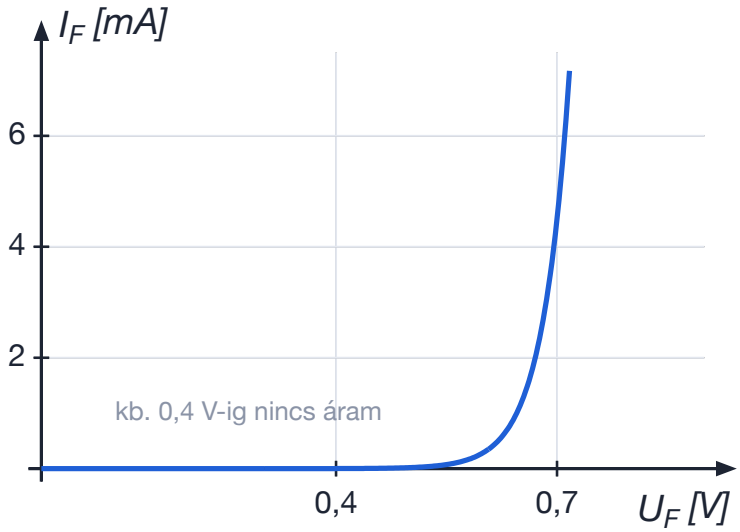



anód → katód



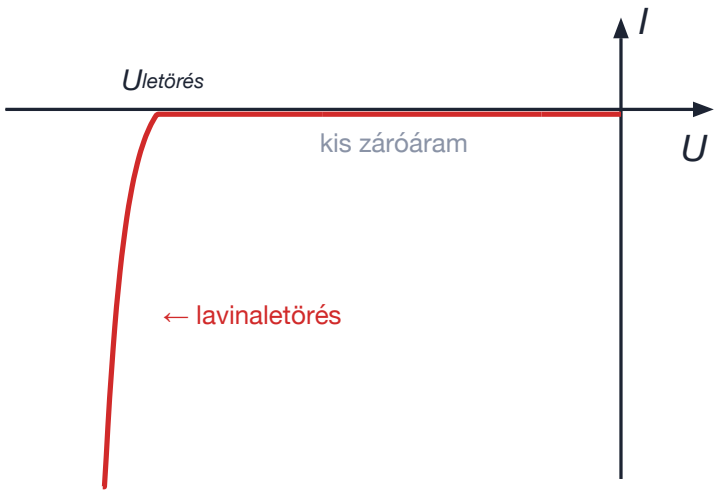

A dióda egy PN-átmenet: az N-zónában donor ionok és szabad elektronok, a P-zónában akceptor ionok és lyukak vannak; a határon rekombináció miatt tértöltési zóna alakul ki. Az anód (A) a P-, a katód (K) az N-oldal.

**65.** Rajzolja fel a dióda valóságos nyitóirányú karakterisztikáját! 2. ZH



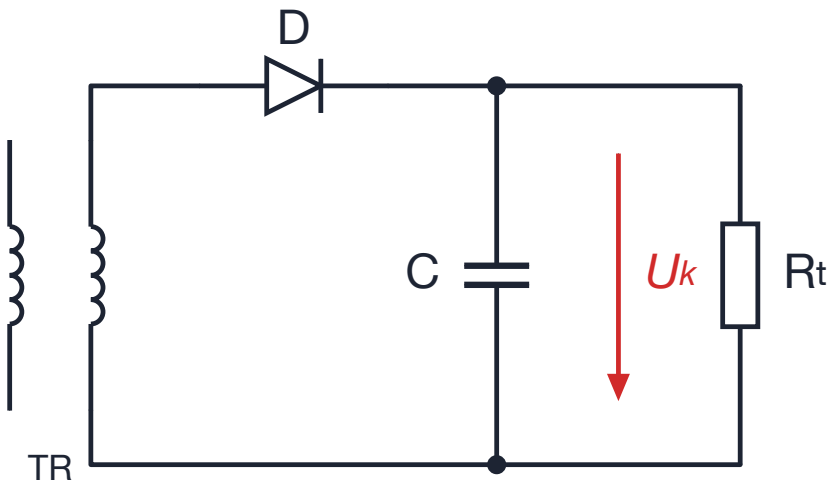

A nyitóirányú karakterisztika kezdeti szakaszán, kb. 0,4 V alatt gyakorlatilag nem folyik áram, utána exponenciálisan növekszik 0,7 V-ig, ezután a nyitóirányú feszültséggel közel arányos a változása. A dióda váltakozó feszültség egyenirányítására alkalmas.

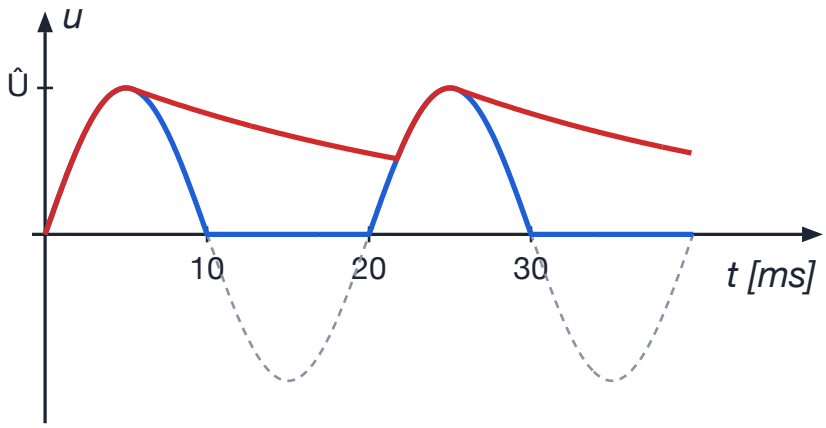
**66.** Rajzolja fel a dióda valóságos záróirányú karakterisztikáját! 2. ZH




A záróirányú karakterisztika kezdeti szakaszán, a könyökpontig gyakorlatilag nem folyik áram, utána exponenciálisan növekszik a lavinaletörésig, ahol az áram a kristály olvadását okozhatja. Az áramot korlátozva a záróirányú szakasz feszültségstabilizálásra használható.

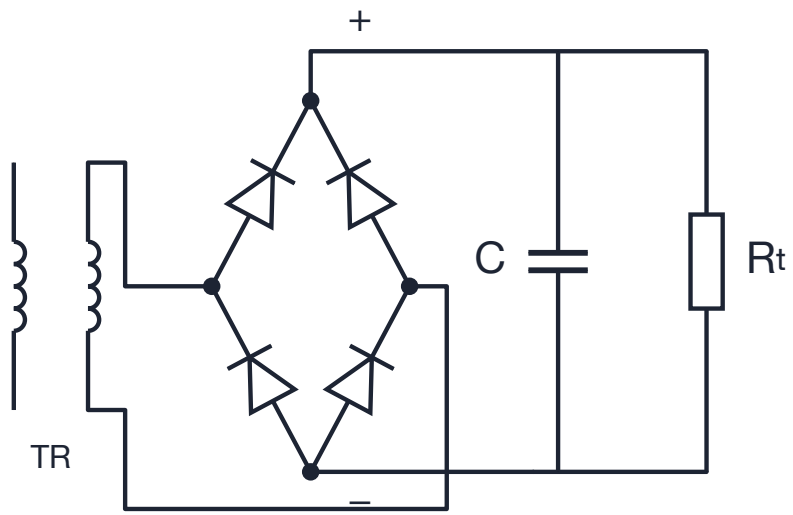
**67.** Rajzolja fel az egyutas, együtemű diódás kapcsolást R terheléssel és simító kondenzátorral! 2. ZH

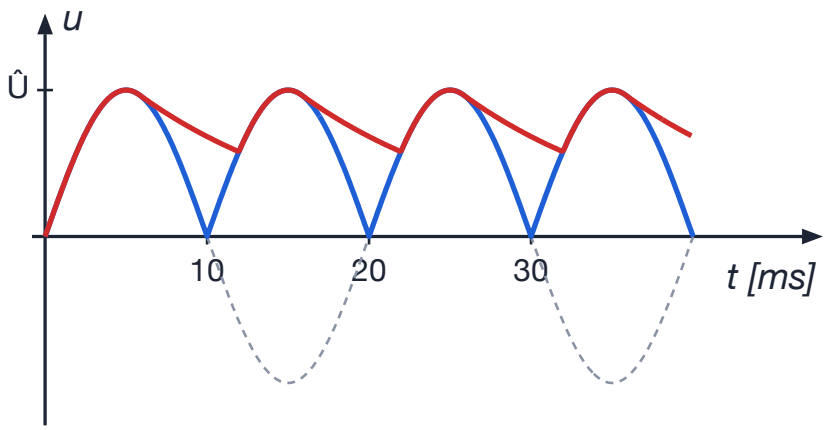



Az egyutas kapcsolás csak a pozitív félhullámot egyenirányítja; a simító kondenzátor a csúcsértékre töltődik, és a terhelésen át lassan kisül, így a kimenet lüktető egyenfeszültség.

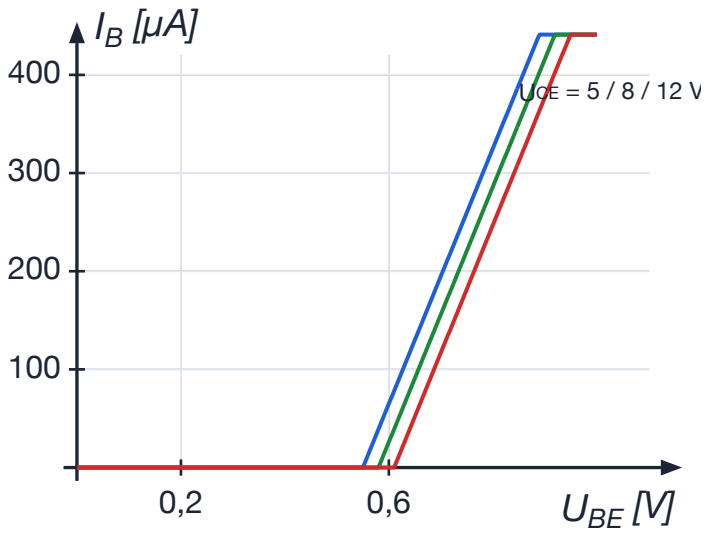
**68.** Rajzolja fel a kétutas, kétütemű diódás kapcsolást R = 100 Ω-os terheléssel és simító kondenzátorral! 2. ZH

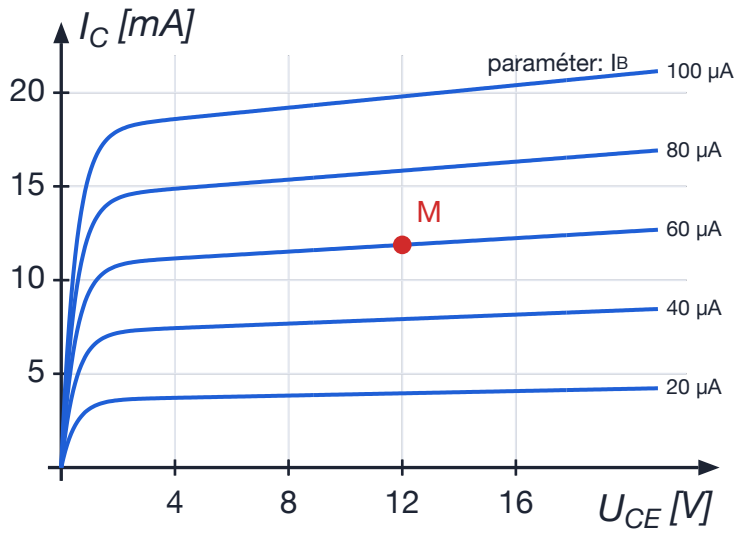



A Graetz-hídban mindkét félperiódusban két-két dióda vezet, ezért a kimeneti egyenfeszültség középértéke közel kétszerese az egyutasénak, és a kétszeres frekvenciájú lüktetés miatt kisebb a hullámosság (pl. C = 1000 µF, $R_t$ = 100 Ω).

**69.** Rajzolja fel az emitterkapcsolás be- és kimeneti karakterisztikáját! 2. ZH




$$r_{BE} = \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_B}, \; r_{CE} = \frac{\Delta U_{CE}}{\Delta I_C}$$

A bemeneti $I_B(U_{BE})$ görbe a dióda nyitóirányú jelleggörbéje ($U_{CE}$ kissé eltolja); a kimeneti karakterisztika az $I_B$ paramétertől függően mutatja az $I_C$ kollektoráram függését $U_{CE}$-től; a telítési pont után a meredekség alig változik.

**70.** Milyen tranzisztoros alapkapcsolásokat ismer? 2. ZH



**emitterkapcsolás**



**báziskapcsolás**



**kollektorkapcsolás**

Attól függően, hogy a bipoláris tranzisztor három kivezetése közül melyik kettő a bemenet és a kimenet, háromféle alapkapcsolás lehetséges: a) közös emitteres vagy emitterkapcsolás, b) közös bázisú vagy báziskapcsolás, c) közös kollektoros vagy kollektorkapcsolás. A három kapcsolási módban más-más értékűek a be- és kimeneti ellenállások, az erősítések, a fázistolás és a frekvenciafüggő tulajdonságok.

| | **emitterkapcsolás** | **báziskapcsolás** | **kollektorkapcsolás** |
|---|---|---|---|
| közös elektróda | emitter | bázis | kollektor |
| fázisfordítás | van (180°) | nincs | nincs |
| bemeneti ellenállás | közepes (1–50 kΩ) | kicsi (1–50 Ω) | nagy (100 kΩ–5 MΩ) |
| kimeneti ellenállás | közepes (10–100 kΩ) | közepes (1–10 kΩ) | kicsi (10–1000 Ω) |
| feszültségerősítés | nagy (10–100) | nagy (10–100) | < 1 (0,95–0,995) |
| áramerősítés | nagy (10–100) | < 1 (0,1–0,99) | nagy (10–100) |
| teljesítményerősítés | nagyon nagy ($10^3$–$10^4$) | = feszültségerősítés | = áramerősítés |