

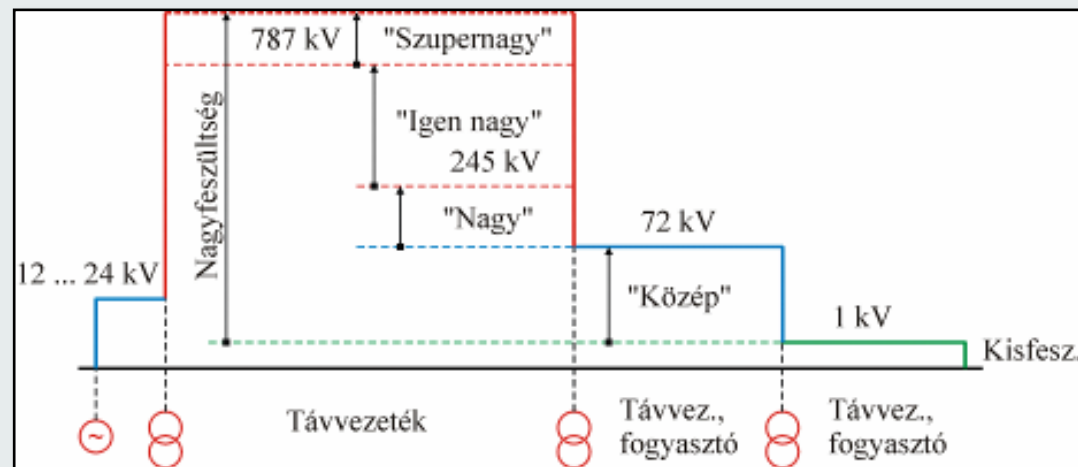
Villamos kapcsolókészülékek

2. előadás

- A villamos elosztóhálózat alapvető tulajdonságai, felépítése
- Alállomások
- Kapcsolókészülékek, készüléktípusok

Az energiaelosztó hálózat alapvető tulajdonságai I.

- A villamos berendezések névleges feszültségei a hálózat megfelelő feszültségszintjeihez igazodik, de azokat általában meghaladja.
- A villamos hálózat névleges frekvenciája Magyarországon 50 Hz.



Az energiaelosztó hálózat alapvető tulajdonságai II.

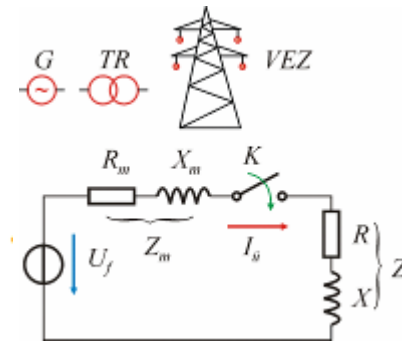
- Normál üzemállapot**

Az üzemi áram legfeljebb I_n **névleges áramot** érheti el, mert csak az folyhat korlátlan ideig a mögöttes soros elemeken, azok káros felmelegedése nélkül.

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

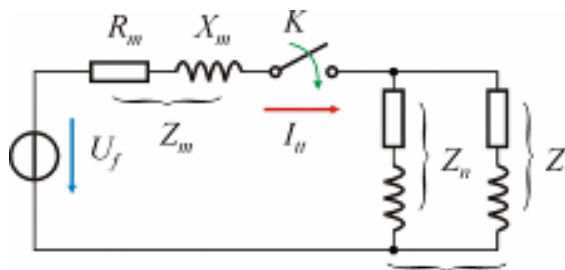
$$Z_m = \sqrt{R_m^2 + X_m^2}$$

$$Z_m \ll Z$$



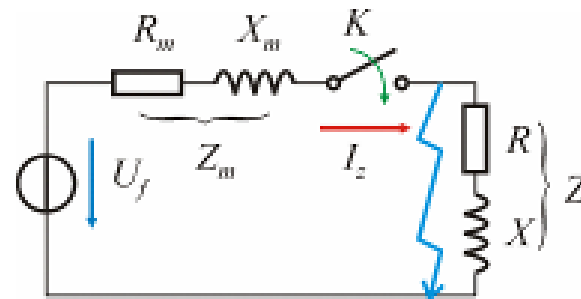
- Hibás üzemállapot –túlterheléses, zárlati**

Túlterhelés:



$$Z_{tt} < Z_n \quad I_{tt} = \frac{U_f}{Z_{tt}} > I_n$$

Zárlat:



$$I_z = \frac{U_f}{Z_m} \gg I_n$$

A villamos átviteli hálózat felépítése, összetevői I.



A villamos átviteli hálózat felépítése, összetevői II.

- Főbb összetevők:
 - Erőművek
 - nukleáris
 - víz
 - széntüzelésű, gáz, biomassza..
 - szél, nap
 - Távvezetékek
 - szabadvezetéki hálózat
 - kábelhálózat
 - Alállomások, transzformátor állomások



A villamos átviteli hálózat felépítése, összetevői II.

- 120 kV-os csőgyűjtősín közelről:



Alállomások I.

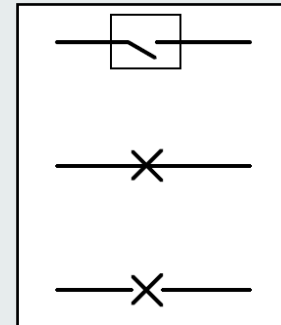
- **Alállomás:**
 - szabad- vagy belsőtéri kapcsolóberendezés
 - transzformátorállomás (NaF/NaF, NaF/KöF, KöF/KiF) vagy kapcsolóállomás (NaF/NaF, KöF/KöF)
- **Az alállomás elsődleges feladata:**
 - erőművi alállomás: a generátor által termelt, a blokk-főtranszformátor által nagyfeszültségre feltranszformált villamos teljesítmény szétosztása az állomásba, mint csomópontba becsatlakozó távvezetékek (szabadvezetékek és kábelek) mint ágak között
 - transzformátorállomások: nagyfeszültségű oldalon a távvezetékek csomópontja, illetve az általuk beszállított teljesítményt letranszformálja a kisebb feszültségre és szétosztja a kimenő vezetékek között
 - kapcsolóállomások: szétosztja a teljesítményt az azonos feszültségű távvezetékek között; építésének fő oka a hálózat megbízhatóságának növelése (hiba esetén csak egy kisebb körzet esik ki a plusz kapcsolóknak köszönhetően)

Alállomások II.

- NAF/NAF alállomások
 - 220/120 kV - Albertfalva
 - 750/400 kV - Albertirsa
- NAF/KÖF alállomások
 - 220/120/35/20/10 kV - Debrecen
 - 220/120/35/20 kV - Szeged
- Transzformátorállomások

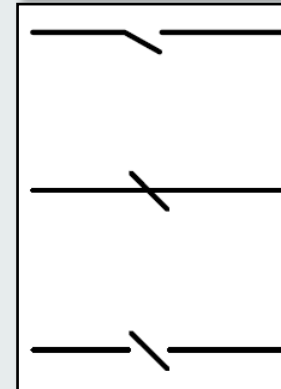
Alállomási berendezések

- Megszakító

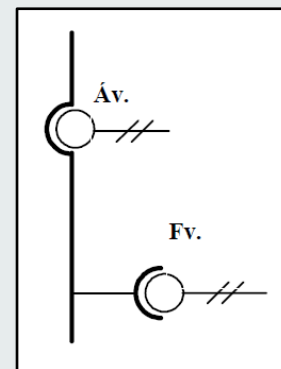


- Szakaszoló

- Földelőszakaszoló



- Áram- és feszültségváltók

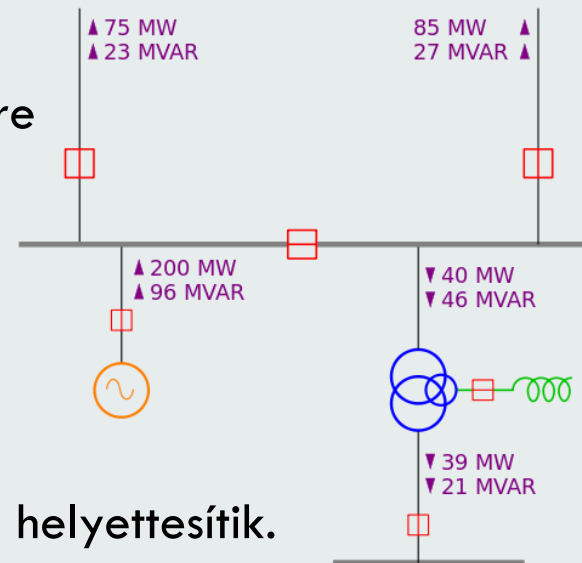


- Túlfeszültség-levezető

NAF/NAF alállomások I.

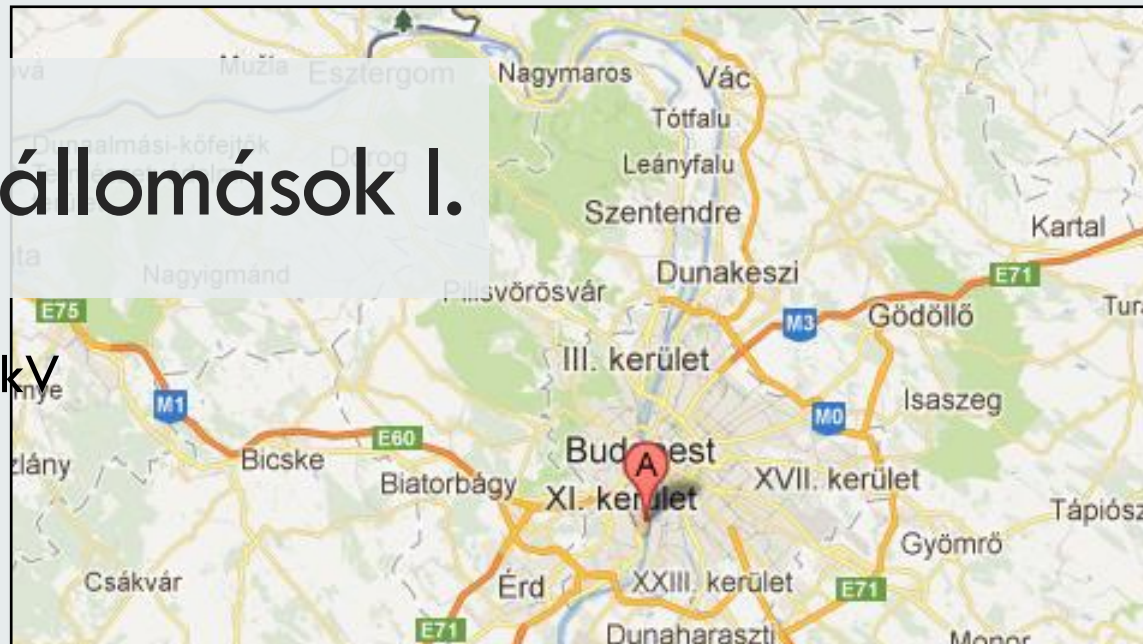
- Alállomás kapcsolási rajzok – egyvonalas séma

- Az egyvonalas séma a háromfázisú rendszerek egyszerűsített megjelenítésére szolgál.
- Az áramköri elemek egységes, szabványosított jelölésekkel jelennek meg az egyvonalas sémában.
- A három fázis külön-külön történő ábrázolása helyett, azokat egy vonallal helyettesítik.
- Az egyvonalas kapcsolási rajz egyik célja az energiaáramlás irányának egyszerű nyomon követése.



NAF/NAF alállomások I.

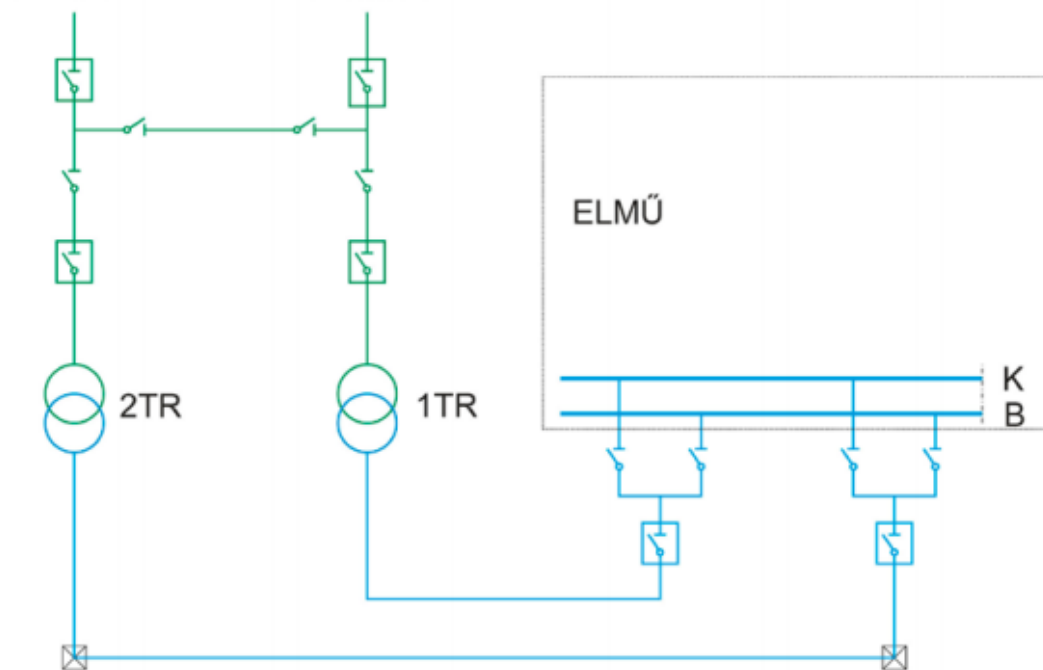
Albertfalva – 220/120 kV



DUME 2

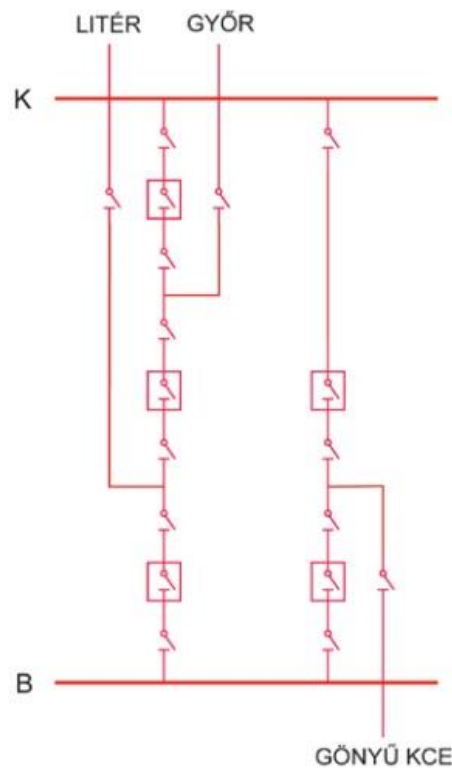
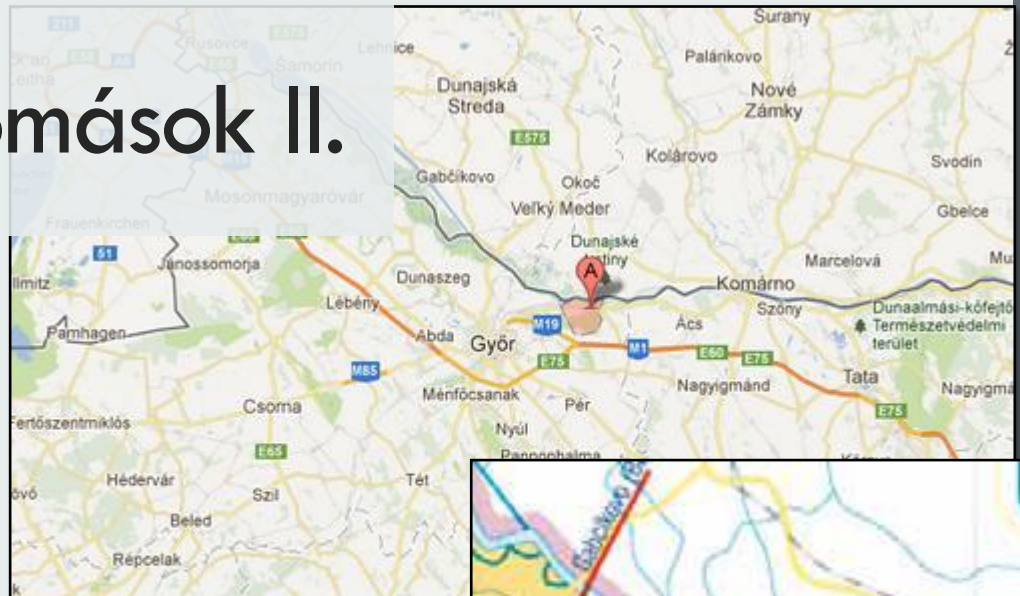
DUME 1

Albertfalva 220/120 kV-os Alállomás
egyvonalas kapcsolási rajza



NAF/NAF alállomások II.

Gönyű - 400 kV

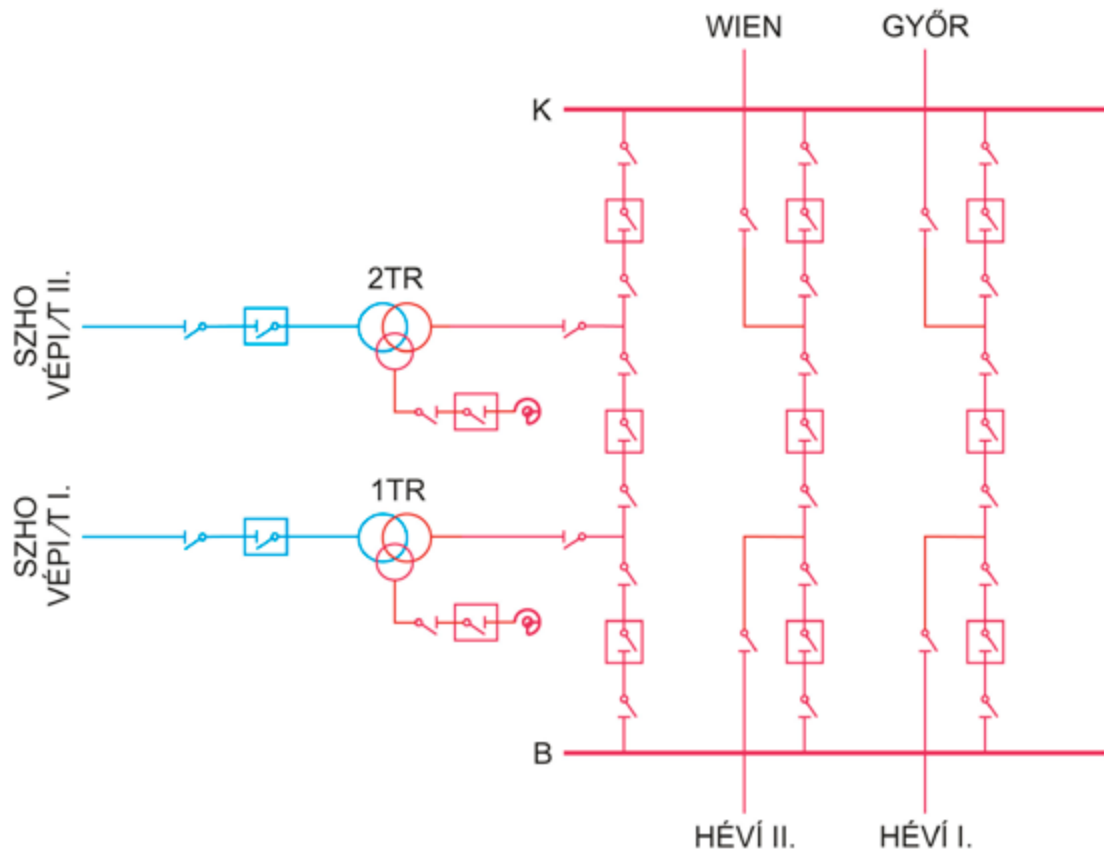


**Gönyű 400 kV-os Alállomás
egyvonalas kapcsolási rajza**



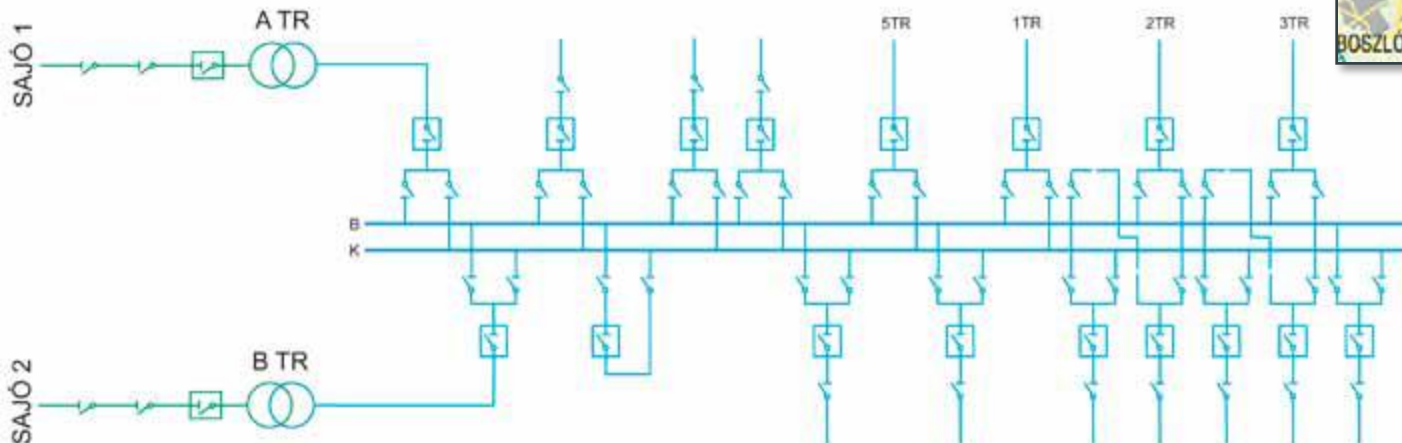
NAF/NAF alállomások III.

- Szombathely - 400/120 kV



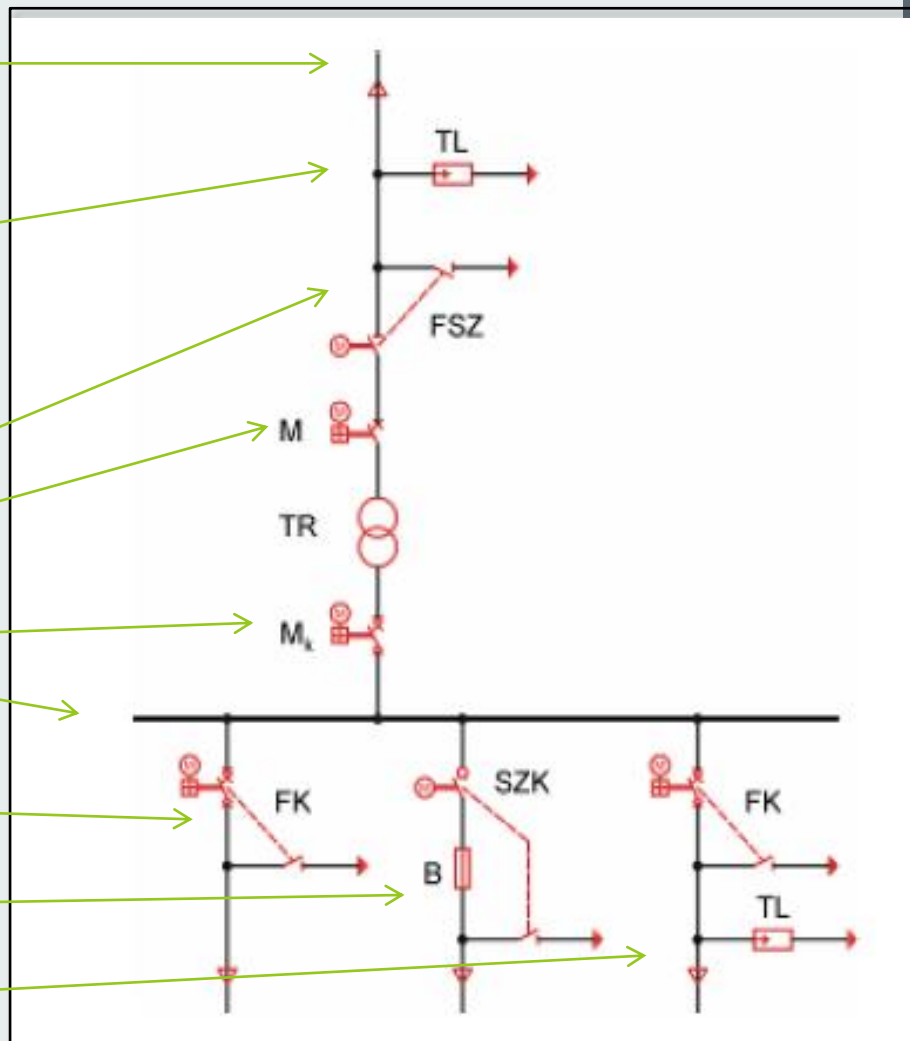
NAF/KÖF alállomások

Debrecen 220/120/35/20/10 kV-os alállomás:



NAF/KÖF alállomások

- Szabadvezeték táplálja az alállomást
A KöF oldalon fémtokozott kapcsolóberendezés található
- a betáplálási ponton túlfeszültség-korlátozó helyezkedik el (szabadvezeték esetén minden esetben szükséges)
- a transzformátor nagyfeszültségű oldala szakaszoló-földelőszakaszoló készüléken és megszakítón keresztül csatlakozik
- a transzformátor KöF oldalán fémtokozott megszakító táplálja a KöF gyűjtőszínt
- Három különböző típusú leágazás:
 - Megszakító földelőkéssel
 - szakaszoló, földelőszakaszoló és olvadóbiztosító
 - megszakító, földelőszakaszoló és túlfeszültség-korlátozó



Az alállomások feladatai

- Üzemeltetés

- Az átviteli hálózat egyes részei illetve az átviteli- és elosztóhálózat közötti összeköttetés biztosítása

- Kapcsolási feladatok

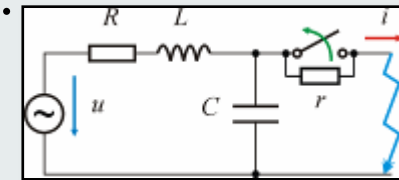
- Zárlatmegszakítás – Hibás üzemi állapot megszüntetése például megszakítással.
 - Hálózat átrendezés – Az energiaáramlás útjának kijelölése például szakaszolókkal.
 - Feszültségmentesítés – A hálózat egyes részeinek feszültségmentesítése, azok egymástól való elszigetelése, elválasztása, pl. karbantartás céljából

Az alállomások kapcsolási feladatai I.

- **Zárlatmegszakítás**

- **Megszakító kapocszár** - a kapcsoló sarkain bekövetkező zárlat, kapcsoló és a zárlat között más hálózati elem nincs.

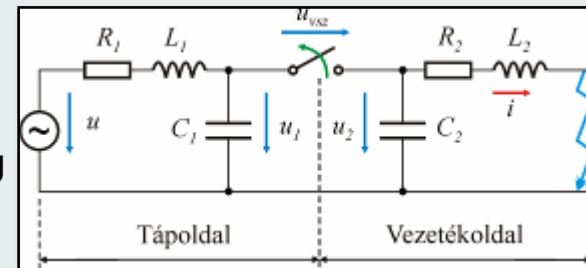
- Egyfrekvenciás visszaszökő feszültség



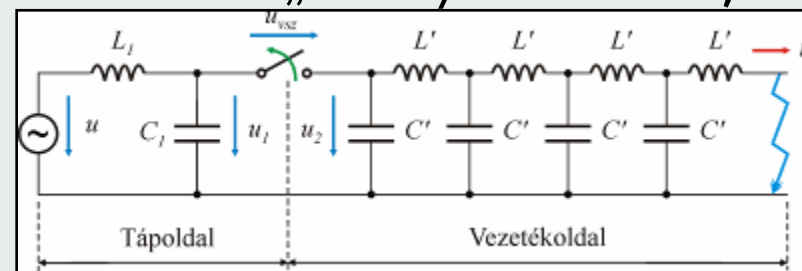
- **Zárlat a megszakító kapcsa után a hálózaton**

A zárlat a megszakító kapcsa után a hálózaton jön létre.

- Többszínvonalas visszaszökő feszültség



- **Kis távolságú zárlat $l=1..10$ km-** kapocszárlati áram megszakítására képes megszakítók, az annál kisebb zárlati áramot több esetben nem tudták megszakítani, ha a zárlat, a kapcsoktól $l=1..10$ km távolságban lévő ú.n. „veszélyes zónában”, távvezetéken vagy kábelben keletkezett.



Az állomások kapcsolási feladatai II.

- Hálózat átrendezése
 - Hálózati részek üzembiztos szétválasztása
 - Áramkörök nyitása zárása
 - Az áram útjának előkészítése, meghatározása

Megszakítók

- Mechanikus kapcsolókészülékek
- Feladatai:
 - Üzemi és üzemszerűtől eltérő áramköri viszonyoknál az áram
 - Vezetése
 - Bekapcsolása
 - Megszakítása
 - Szigetelési feladatok – a földelt tokozat, alapzat stb. és a fázisfeszültségen lévő aktív részek közötti szigetelés fenntartása



Megszakítók típusai I.

- Olaj oltóközegű megszakítók
 - Olajjal oltó megszakítók:
 - nagyolajterű megszakító
 - kisolajterű megszakító
- Nem olaj oltóközegű megszakítók.
 - Légnyomásos megszakító
 - Kénhexafluorid-gázos megszakító:
 - kétnyomókörös független ívoltású
 - egynyomókörös független ívoltású
 - ívrásegítéssel ellátott
 - forgóíves
- Vákuummegszakítók
 - nagyon jó szigetelési tulajdonságok (alig van ionizálható gázmolekula)
 - elpárolgó érintkezőkből mégis keletkezik villamos ív

Megszakítók típusai II.

- Olaj oltóközegű megszakítók
 - Olajjal oltó megszakítók:
 - nagyolajterű megszakító
 - kisolajterű megszakító



Megszakítók típusai III.

- Nem olaj oltóközegű megszakítók.
 - Légn nyomásos megszakító
 - 40 bar száraz levegő
 - 750 kV, 6 megszakító kamra
- Kénhexafluorid-gázos megszakító:
 - kétnyomókörös független ívoltású
 - egynyomókörös független ívoltású
 - ívrásegítéssel ellátott
 - forgóíves



Megszakítók névleges értékei

- Mindig kötelező megadni:
 - Névleges feszültség
 - Névleges frekvencia
 - Névleges szigetelési szint
 - Névleges áram
 - Névleges zárlati megszakítási áram
 - Névleges zárlati bekapcsolási áram
 - Névleges működési sorozat
 - O-0,3s-CO-3min-CO
 - VSF tulajdonságai
- Nem mindig kötelezően megadandó névleges értékek

Szakaszolók



A szakaszolók feladatai

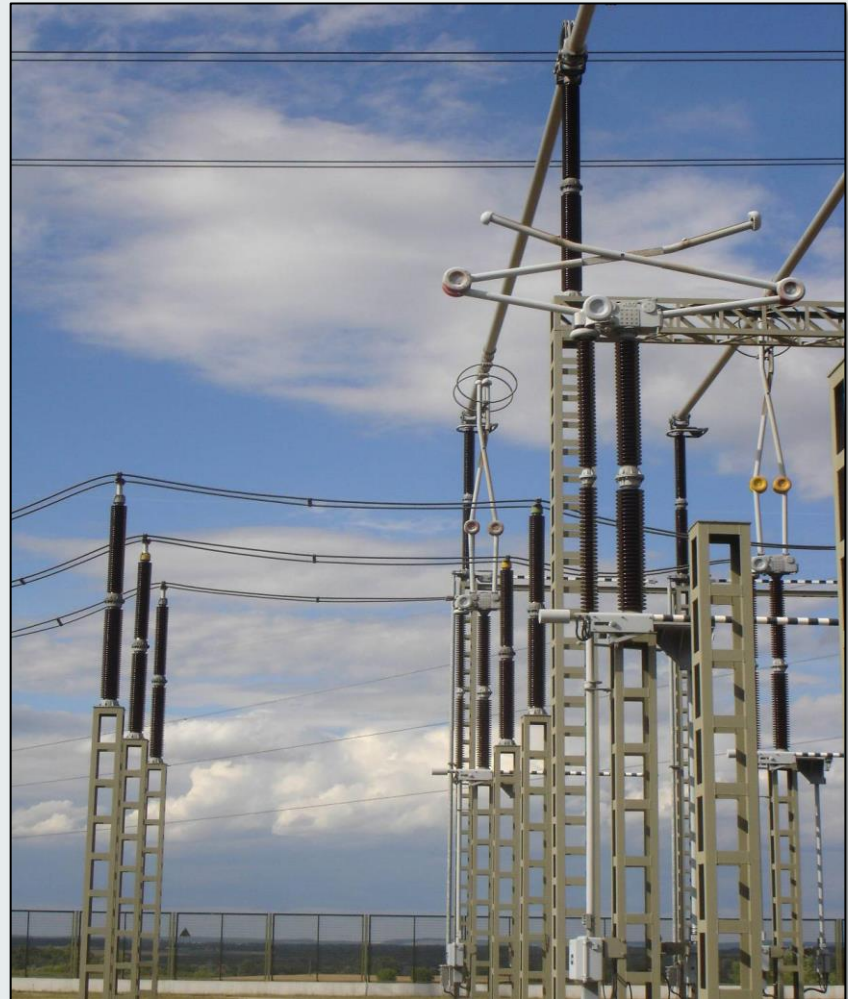
- Mechanikus kapcsolókészülék
- Fő feladatai:
 - Nyitott érintkezők között az előírt villamos követelményeknek tartósan és üzembiztosan megfelelni
 - Hálózati részek üzembiztos és látható szétválasztása
 - Zárt állapotban a névleges áram korlátlan ideig történő vezetése
 - Az áram útjának előkészítése
- Kizárólag terhelésmentes állapotban lehet kapcsolni → minden esetben az árampályában kell megszakítónak lennie

A szakaszolók névleges értékei

- A – már ismert- U_n I_n f_n névleges értékeken kívül a szakaszolókra jellemző a termikus határáram I_{therm} , és időhatár t_{therm} , valamint a dinamikus határáram I_{din}
- Egyéb névleges értékek közül példaként a szakaszoló csatlakozóira ható vezeték húzóerejét említhetjük meg

Földelőszakaszoló

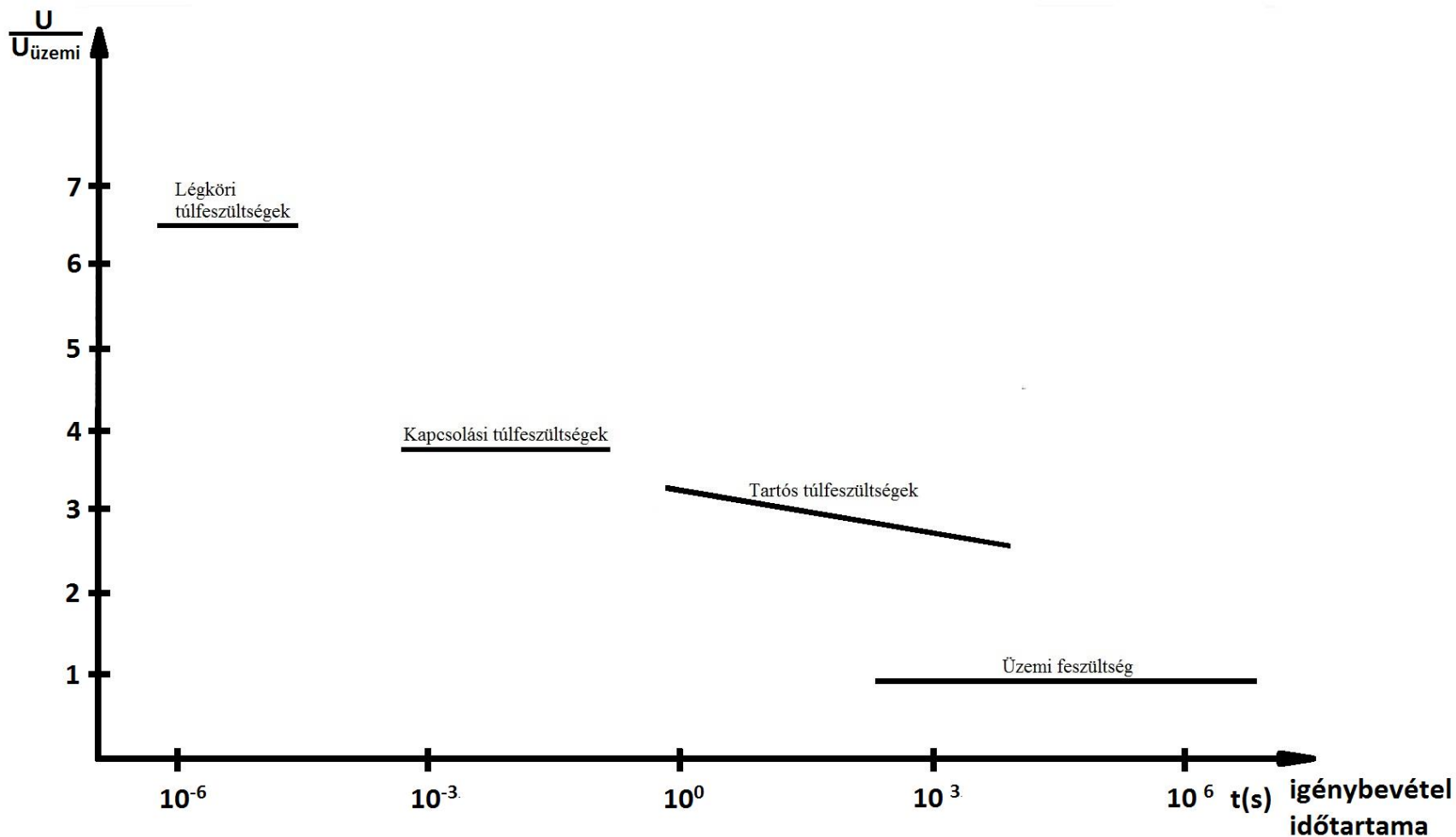
- A szakaszolót gyakran földelőkapcsolóval, vagy földelőkéssel látják el.
- Függőleges működésű 400 kV-os pantográf szakaszoló motoros hajtással, földelő-késsel, csőgyűjtő-sínhez, a kép elő-terében nyitott, hátul zárt állapotban:



Túlfeszültségvédelmi eszközök I.

- Túlfeszültségek:
 - Tartós túlfeszültségek
 - Kapcsolási vagy belső túlfeszültségek
 - Léggöri túlfeszültségek

Túlfeszültségvédelmi eszközök II.



Túlfeszültségvédelmi eszközök III.

- A túlfeszültségvédelmi eszközök feladata a hálózaton belüli túlfeszültségek korlátozása
- Folyamatos, automatikus működés
- Az üzem fenntartásához közvetlenül nem járulnak hozzá (bajt viszont okozhatnak...)

Túlfeszültségvédelmi eszközök IV.

- Túlfeszültségvédelmi eszközök:
 - Szikraköz
 - Túlfeszültség-levezető és korlátozó
 - szikraközös
 - szikraköz nélküli fénoxidos

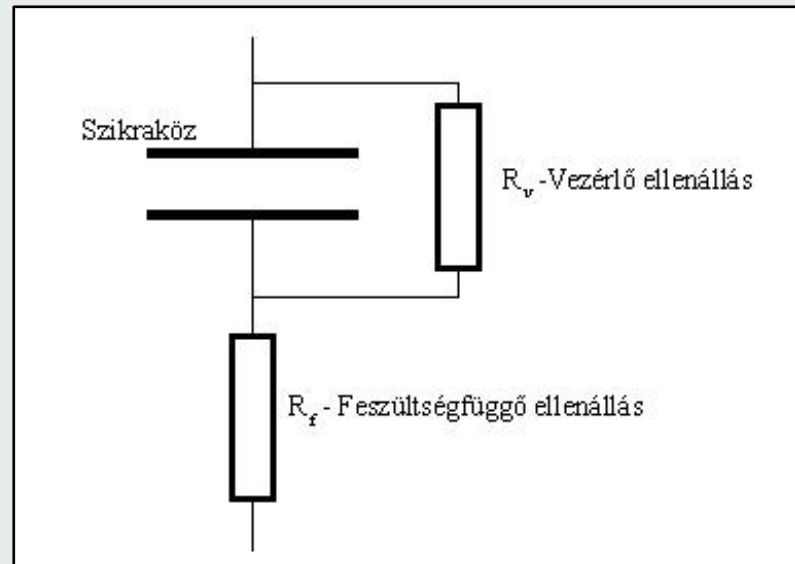
A szikraköz

- A legegyszerűbb túlfeszültségvédelmi eszköz
- Működése:
 - Túlfeszültség hatására átüt
 - Az energia a föld felé levezetődik
 - Megszűnik a túlfeszültség
- A megszólalási feszültség nagy szórása jellemzi
- Tartalék-védelmi eszközként, koordináló szikraközként, szigetelő megóvása érdekében használják



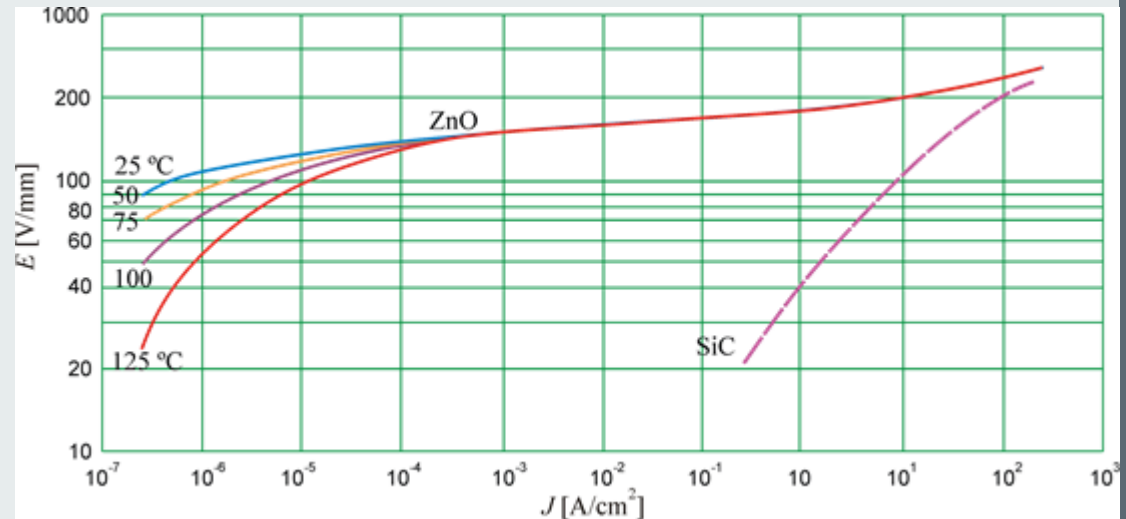
Túlfeszültség-levezető

- Felépítése:
 - Sorba kapcsolt szikraközök, feszültségfüggő ellenállások és feszültségvezérlő ellenállások alkotják
- Működése akkor indul be amikor a túlfeszültség az eszköz kapcsain eléri a szikraközök megszólalási feszültségét
- Hátrány:
 - szikraköz átütési valószínűsége
 - szikraközökben ív alakul ki



Túlfeszültség-korlátozó

- ZnO önmagában is nagyon nemlineáris ellenállású anyag
- más fémoxidok is használhatók



További alállomási eszközök

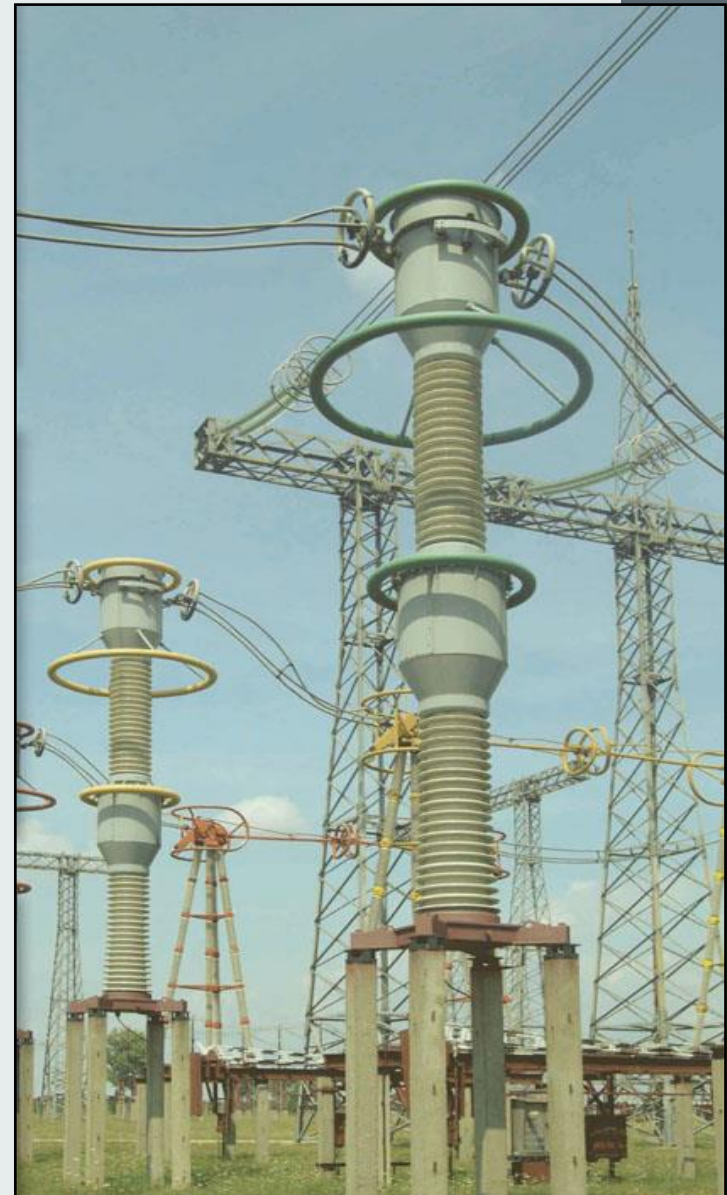
Transzformátor



További alállomási eszközök

Áram- és feszültségváltók

- Az áramváltó:
 - A nagyfeszültségű, néhányszor 100 vagy 1000 A-es áramot a szekunder áramkörökhöz(védelem, mérés) szükséges kisfeszültségű, 1 vagy 5 A-es árammá transzformálja. Szigetelőanyaga SF_6 gáz vagy olaj.
- A feszültségváltó:
 - A nagyfeszültséget (pl. 400 kV-ot) a szekunder áramkörökhöz (védelemhez, méréshez) szükséges 100 vagy 200 V-os kisebb feszültséggé transzformálja.



További alállomási eszközök

Védelmek, automatikák, kommunikáció

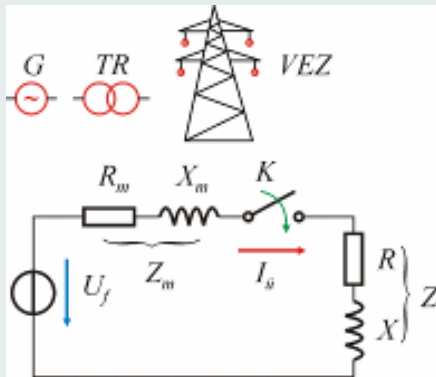


Köszönöm a figyelmet !

Különleges kapcsolási tranziensek

A villamos ív

Az ívvédelem alapjai

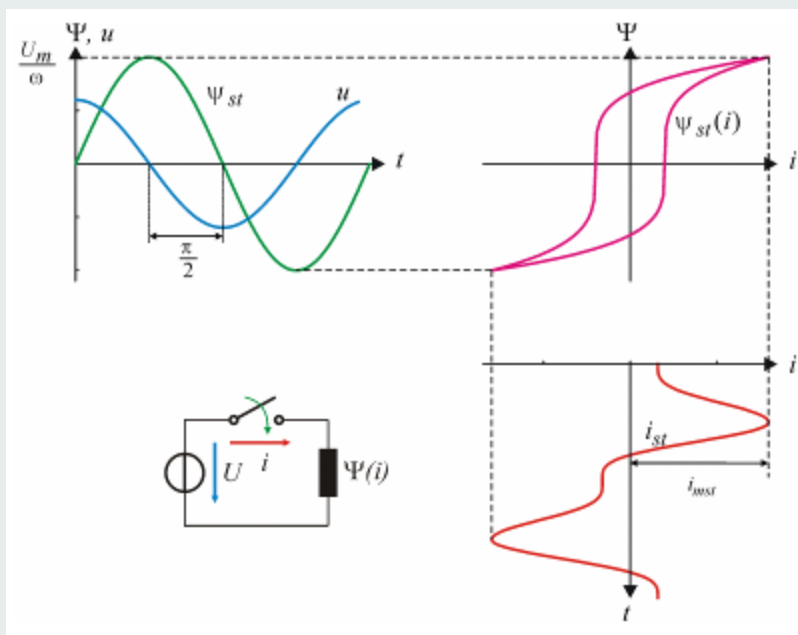
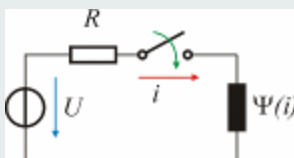


Villamos kapcsolókészülékek 2014

Cselkó Richárd

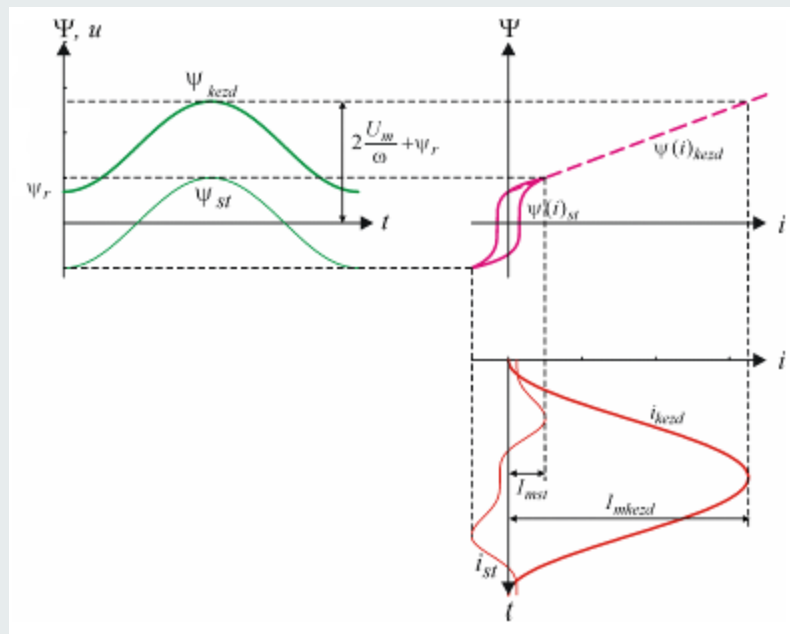
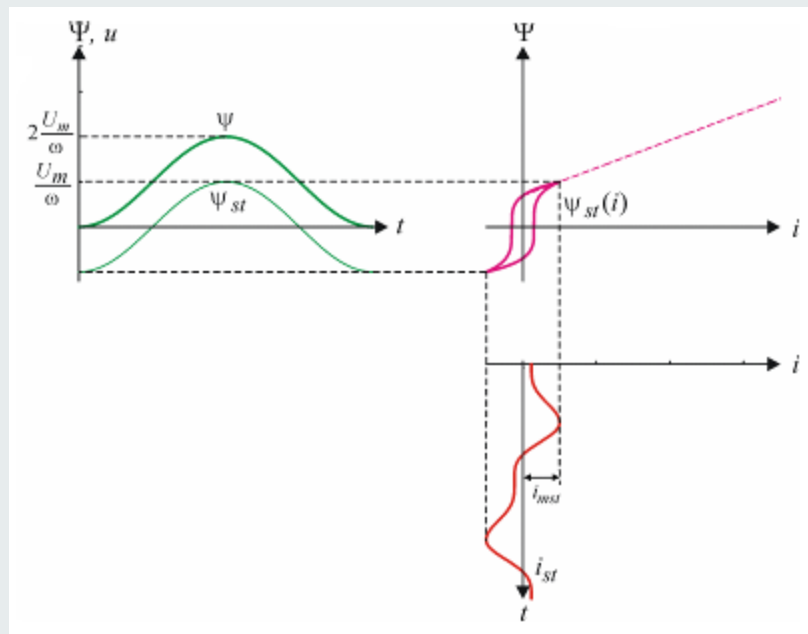
Transzformátorok bekapcsolási áramlökése

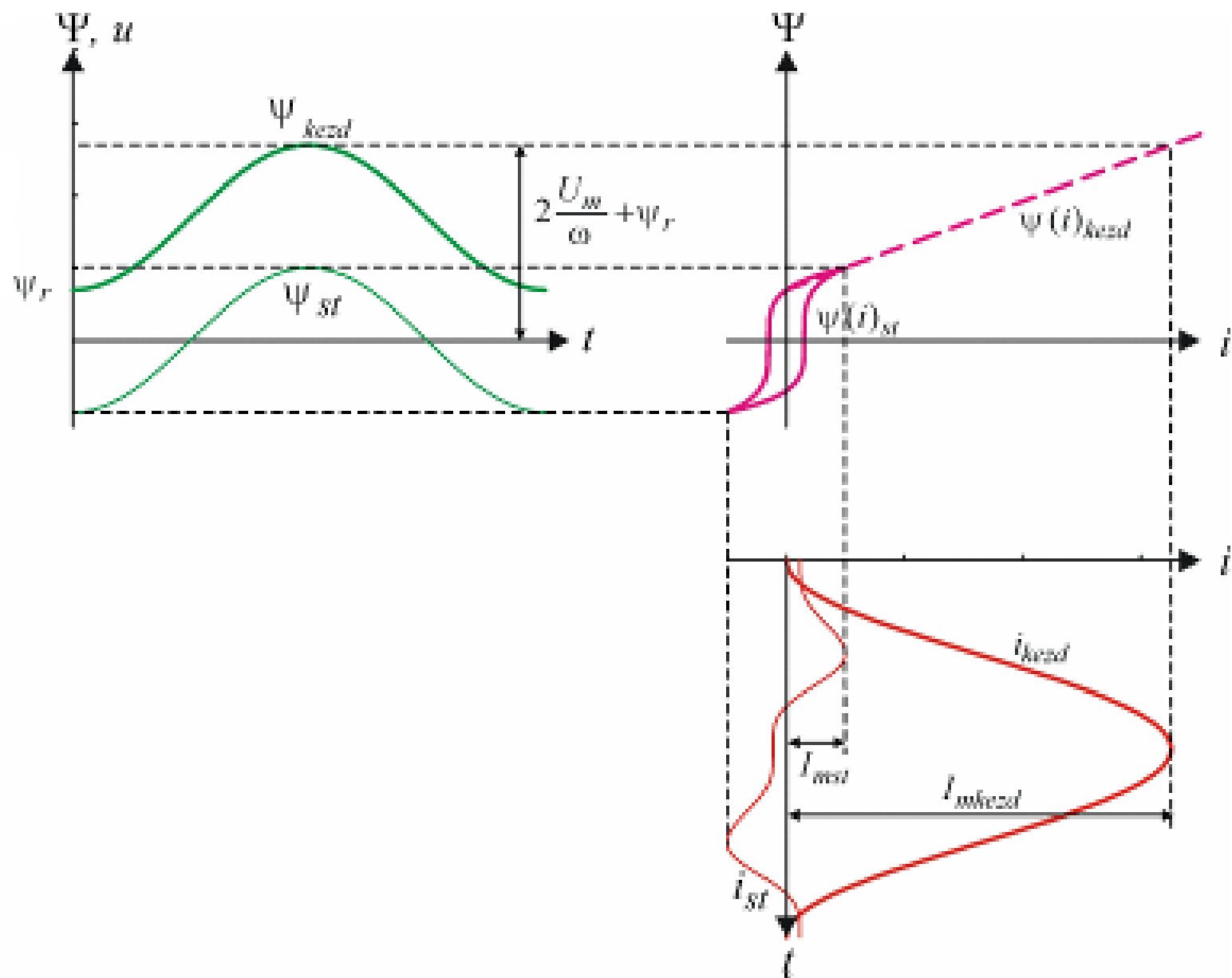
- Üresen járó transzformátor bekapcsolásakor a névleges üresjárási áram 100-szorosa is felléphet, ami a névleges áram 2...8-szorosa is lehet
- A transzformátor fluxusa az áram pillanatértékétől nemlineárisan függ: $U_m \cos(\omega t + \psi) = \frac{d\Psi(i)}{dt} + Ri(t)$



Transzformátorok bekapcsolási áramlökése

- Az áramlökés mértéke erősen függ a vasmag remanens mágnesezettségétől, mert ekkor a kezdeti mágnesezési görbét kell figyelembe venni





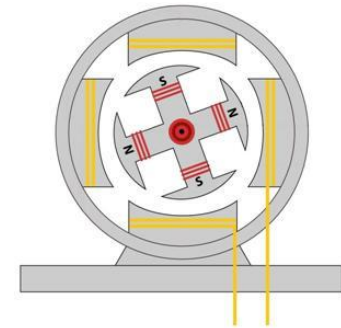
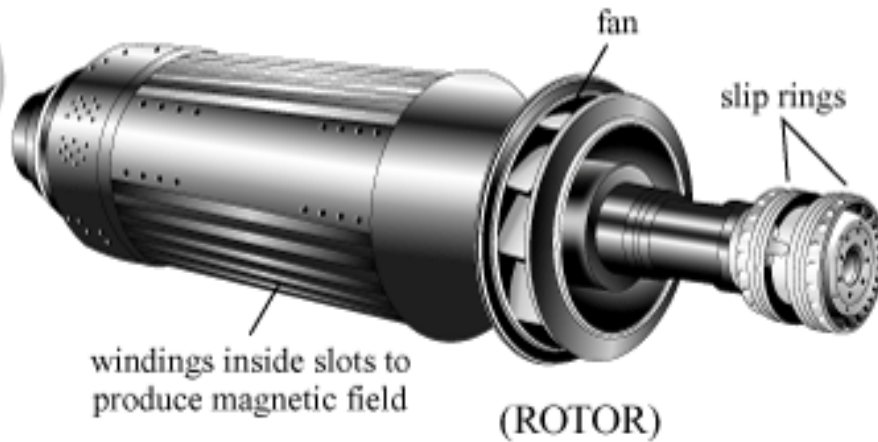
Transzformátorok bekapcsolási áramlökése



Generátor kapcsolárlata



Generátor kapcsolárlata

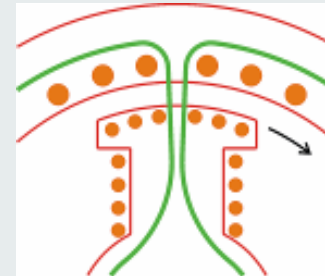
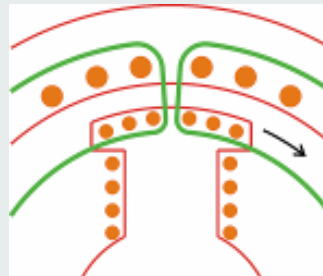
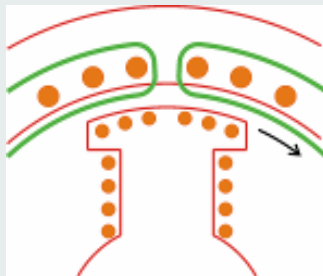


Generátor kapcsolószárlata



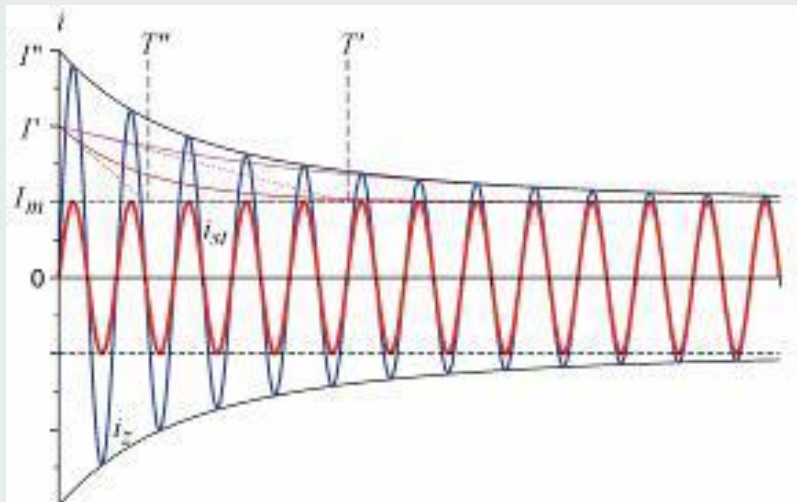
Generátor kapocszárlata

- hálózati hiba $\rightarrow$ állórész árama ugrásszerűen változik
- az állandósult állapot kialakulásáig átmeneti állapot:
 - szubtranzien: $T'' = 10 \dots 50 \text{ ms}$
 - tranziens: $T' = 0,4 \dots 9,5 \text{ s}$időállandókkal.
- fluxusvonalak szubtranzien, tranziens, és állandósult állapotban:



Generátor kapcsolárlata

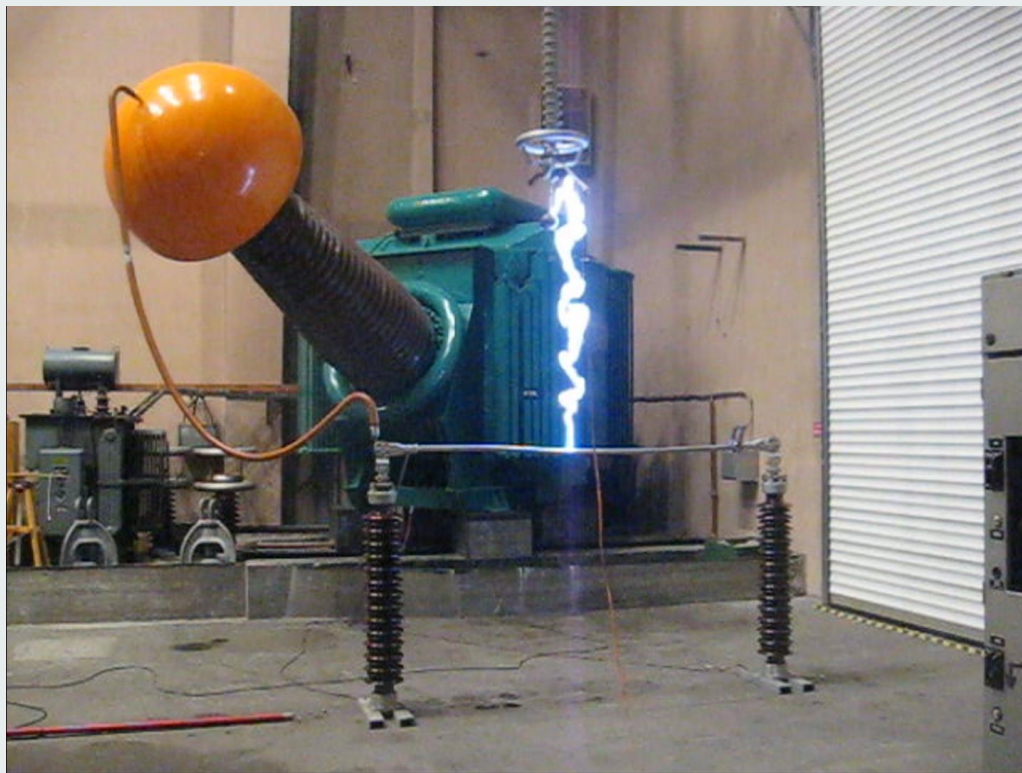
- Szubtranzien: a fluxus a légrésben záródik.
 - Tranzien: a fluxus a csillapítótekerccsel kapcsolódik.
 - Állandósult: a fluxus a forgórész gerjesztőtekerccsel kapcsolódik, a reaktancia a stacioner értékre növekszik.
- $$i_T(t) = \left[I_m + (I' - I_m)e^{-\frac{t}{T_d'}} + (I'' - I')e^{-\frac{t}{T_d''}} \right] \sin(\omega t)$$



Generátor kapocszárlata



A villamos ív



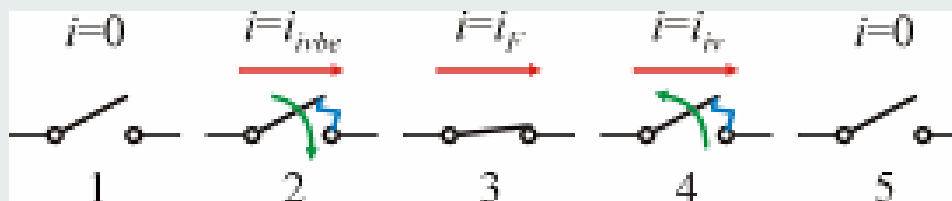
A villamos ív

- A villamos ív gázban lejátszódó kisülés, amelyet nagy áramsűrűség és kis katód-feszültségesítés jellemez:
 - katódesés: 5 - 20 V
 - áramsűrűség: $10 - 10^5 \text{ A/cm}^2$
- Kívánatos:
 - ívkemencékben
 - ívhegesztésnél
 - Ívlámpákban
- Nem kívánatos:
 - kapcsolókban
 - berendezésekben, szigetelők felületén
 - Emberek közelében → ívvédelem



A villamos ív keletkezése

- Gázok átütése után, ha a tápáramkör megfelelően nagy teljesítményű
 - Pl. Townsend-elmélet (lökési ionizáció)
- Kapcsolási folyamatok során
 - Nagyszűrésen be- és kikapcsoláskor is fellép
 - Kikapcsoláskor minden feszültség szinten fellép → befolyásolja a kikapcsolás folyamatát, ívoltage szükséges (van „B-terv” is az ív megszüntetésére, például kikapcsoljuk az összes energiaforrást → kevésbé preferált...)



A villamos ív

Miért beszélünk róla?

- A villamos ív gázban lejátszódó kisülés, amelyet nagy áramsűrűség és kis katód-feszültségesítés jellemez
- Alkalmazásai:
 - ívkemencékben
 - ívhegesztésnél
 - Ívlámpákban
- Nem kívánatos:
 - kapcsolókban
 - berendezésekben, szigetelők felületén
 - Emberek közelében
→ ívvédelem



http://images01.olx-st.com/ui/11/42/65/1308077097_216123765_1-Fotok--D1S-Xenon-lampa-35W.jpg



http://i1.ytimg.com/vi/_FsRZ-I9_F0/hqdefault.jpg

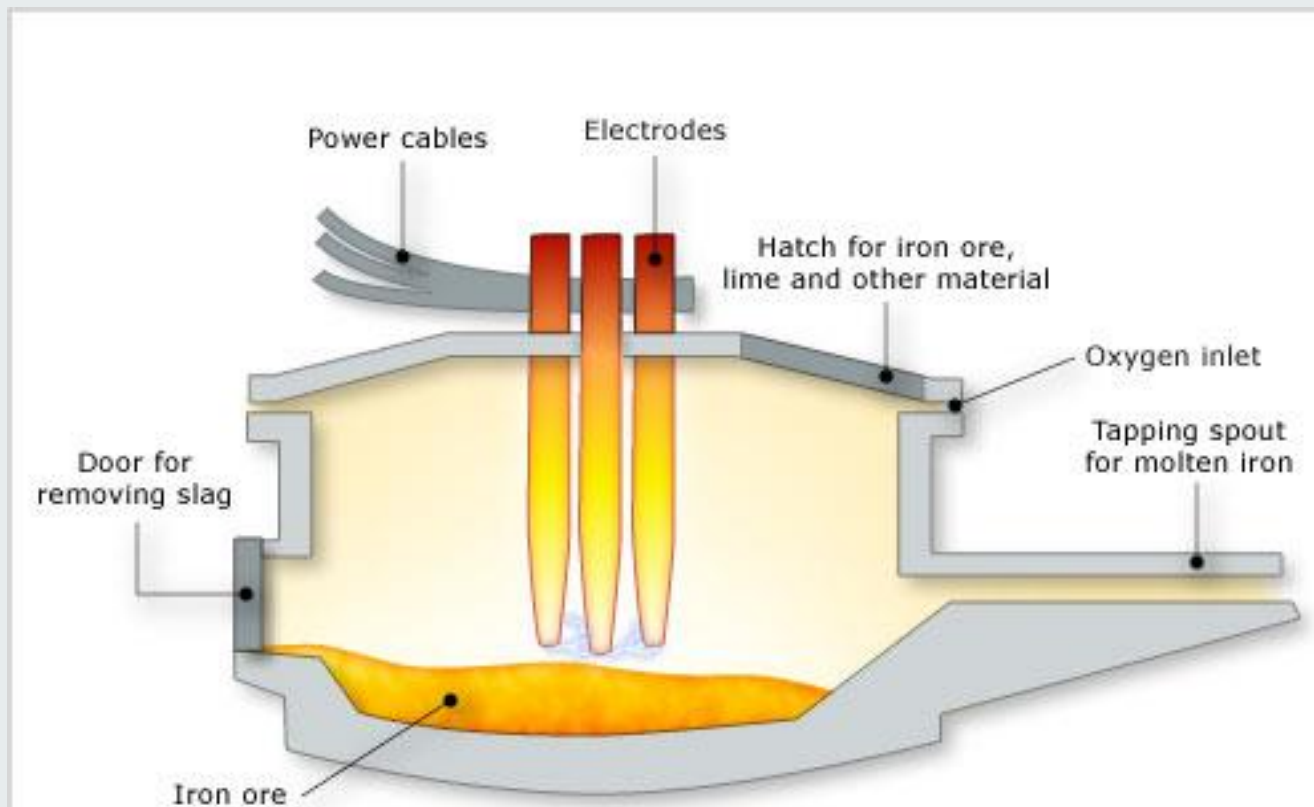


http://www.ebranders.com/images/arc_flash/image9.jpg

A villamos ív

Alkalmazási példa: ívkemence

- az elektródák és a vasérc/vashulladék között ív alakul ki
- az ív hőmérséklete (a benne disszipálódott energia) megolvasztja



A villamos ív

Alkalmazási példa: ívkemence



http://www.siemens.com/press/pool/de/pressebilder/2010/industry_solutions/300dpi/II5201010889-01_300dpi.jpg

A villamos ív

Mit kell tudjunk, hogy kezelni tudjuk?

- megkülönböztetése a többi kisülés típustól
- hogyan alakul ki?
- hogyan marad fenn?
- milyen fizikai tulajdonságai vannak, amikor ég
- hogyan viselkedik, ha áramköri elemként tekintünk rá (karakterisztikák)
- hogyan oltható ki?
- +1: milyen veszélyeket jelent az ember számára?



<http://www.baldheretic.com/wp-content/media/arc4.jpg>

A villamos ív

Szélesebb perspektívából

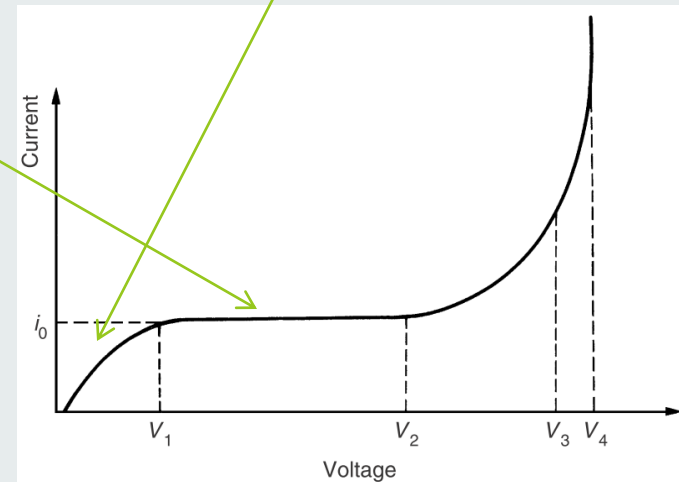
- az ív a **villamos kisülések** egy fajtája
 - kisülés: áram folyik keresztül gázon (vagy fémgőzön)
 - a kisülések kialakulásában, fennmaradásában a legfontosabb jelenségek a **töltéshordozók keletkezése, mozgása, semlegesítődése**
 - mind negatív, mind pozitív töltéshordozók szerepet játszanak a kisülésben, különböző súllyal a különböző részeiben a kisüléseknek
- a kisülések egy lehetséges csoportosítása:
 - nem önfenntartó kisülések
 - önfenntartó kisülések
 - villamos ív



A villamos ív

Más kisülésfajták

- nem önfenntartó kisülés
 - nincs hozzá fénykép – mert nem látható
 - amikor elkezd emelkedni a térerősség nulláról, egy bizonyos ideig az áramsűrűség arányosan nő a térerősséggel
 - aztán hirtelen az áramsűrűség növekedése megáll
 - sőt, nem csak megáll, hanem több nagyságrenden keresztül állandó marad
 - ezt hívjuk telítési áramnak
 - az áramsűrűség nem nő, mert a töltéshordozók forrása nem a villamos tér, hanem külső tényezők (pl. fotoionizáció)

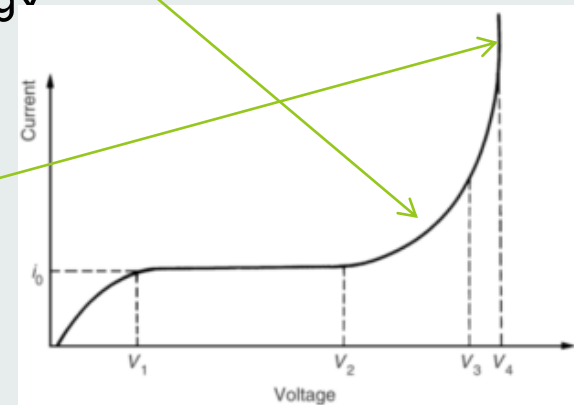


E. Kuffel, W.S. Zaengl, J. Kuffel: High Voltage Engineering – Fundamentals

A villamos ív

Más kisülésfajták

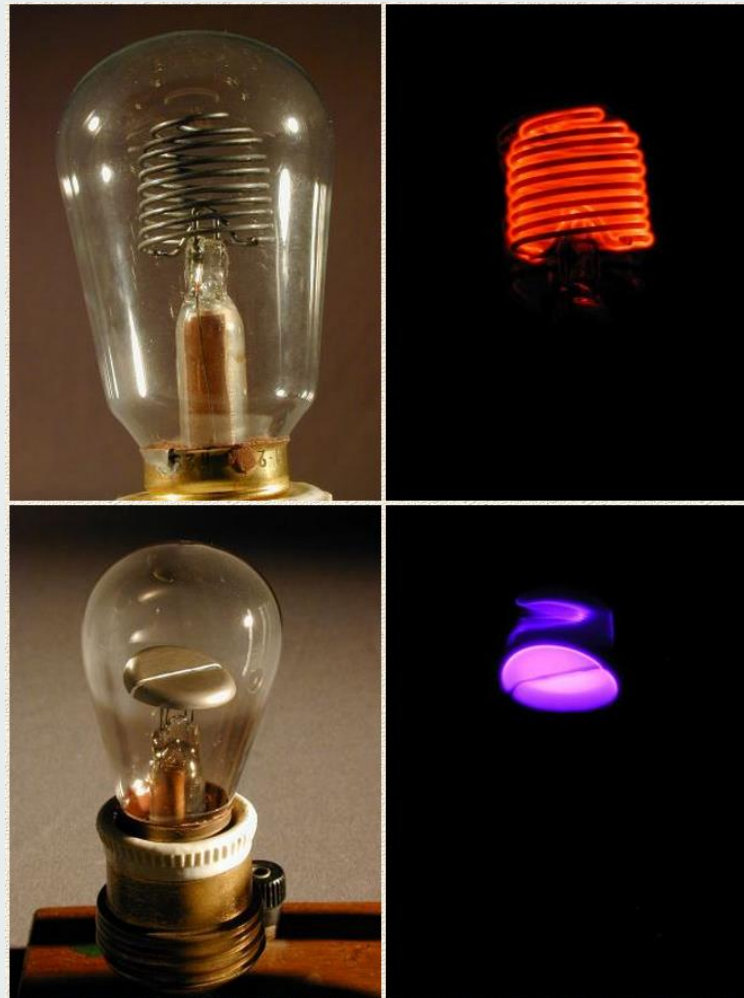
- önfenntartó kisülés
 - a kezdeti szakasza még mindig láthatatlan, sötétkisülésnek is hívják; ahogy nő az áramsűrűség, fokozatosan átmegy látható kisülésbe
 - ebben a szakaszban az áramsűrűség nagyon gyorsan nő, meg a térerősség szint állandó marad
 - a pozitív ionok akkora energiával ütköznek a katódba, hogy képesek elektronokat kiszabadítani onnan
 - tehát nincs szükség külső töltéshordozó-forrásra, a kisülés fenntartja magát ennél a térerősségnél
 - ahogy nő az áram, a töltéshordozók egyre több energiával rendelkeznek, ez a katód hőmérsékletének emelkedését eredményezi
 - ebben az átmeneti szakaszban a térerősség gyorsan csökken



A villamos ív

Más kisülésfajták

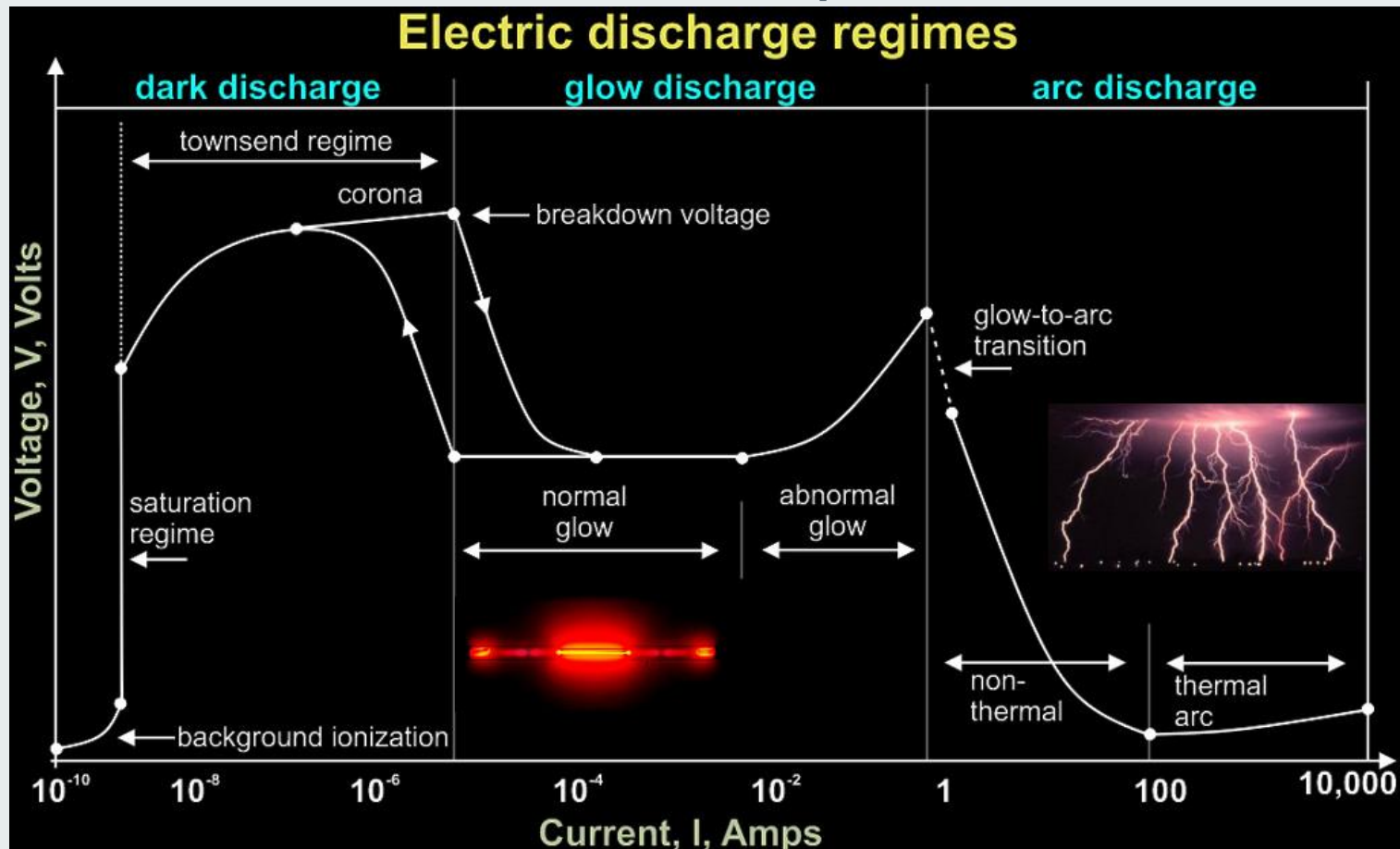
- önfenntartó
kisülés



<http://physik.uibk.ac.at/museum/en/details/tubes/glimm02.html>

A villamos ív

Más kisülésfajták

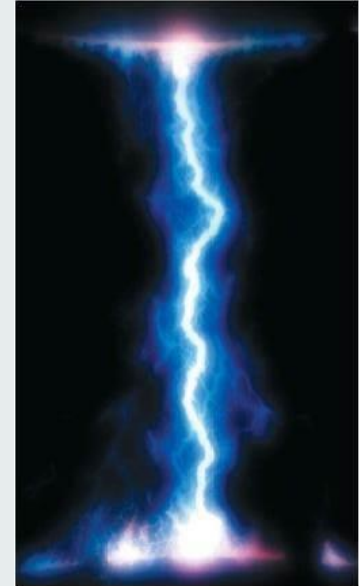


<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/18/Electric-discharge-regimes-illustrated.jpg>

A villamos ív fennmaradása

Inhomogén ívoszlop egyensúlyi állapota:

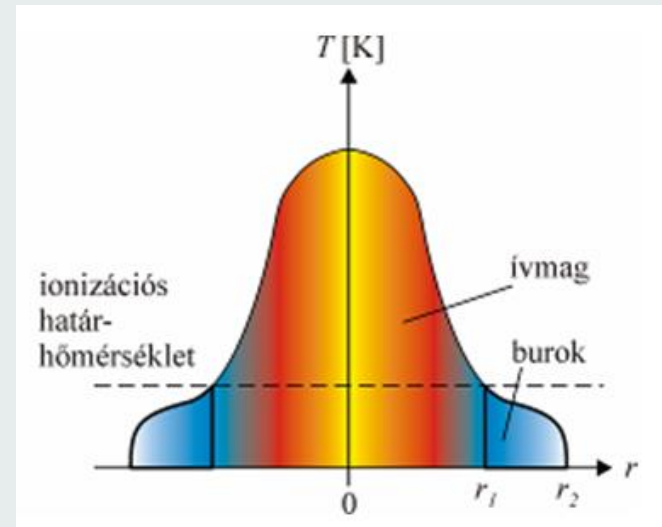
- ionmérleg:
 - túl kevés töltéshordozó: megszűnik az ív
 - állandó mennyiségű töltéshordozó: stabilan égő ív
- energiamérleg:
 - ha az ívben keletkező hő egyenlő vagy nagyobb a leadott hővel, akkor az ív tovább ég
 - ha nagyobb leadott hőteljesítmény a keletkezőnél (például a megszakítóknál szándékos intézkedések miatt): kialszik az ív



A villamos ív

Az energiamérleg:

- a melegedés és hűlés viszonya
- a villamos ívben Joule-hő keletkezik – áram folyik át az íven és feszültség is esik rajta
 - váltakozófeszültségű körben az ív árama és feszültsége közel fázisban vannak (ugyanakkor az ívfeszültség ritkán szinuszos...)
- a villamos ívben keletkező Joule-hő távozik:
 - dominánsan hővezetéssel
 - csak kis mértékben konvekcióval: burkon kívül lehetséges
 - csak kis mértékben sugárzással: a burok elnyeli



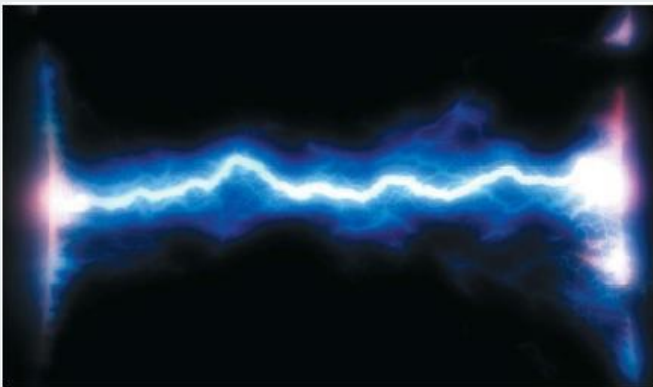
A villamos ív

Az ionmérleg:

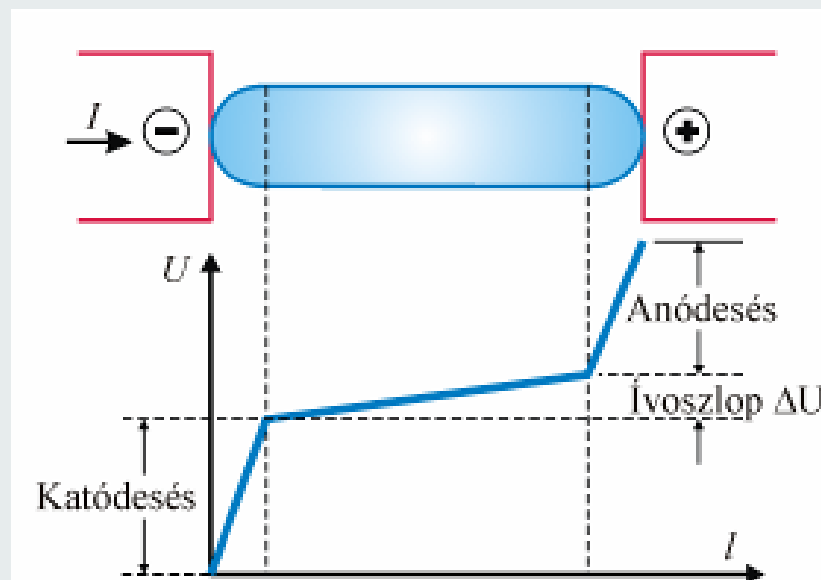
- az ionozott részecskék keletkezésének és semlegesítésének egyensúlya
- ionozott részecskék keletkeznek:
 - ütközési ionizációval (kizárólag az ív kialakulása előtt, az elektronlavinában)
 - termikus ionizációval (az ívben főszerepet játszik)
 - fotoionizációval (jelen van az ívben)
- ionozott részecskék megszűnnek: rekombinációval
 - ív nyújtása
 - elektron abszorpció az anódban
 - elektronegatív oltóközeg alkalmazása:
 - ez igazából nem jelenti a töltéshordozó megszűnését, mert egy negatív ion marad hátra, viszont jelentősen kisebb a mobilitása mint a szabad elektroné, tehát kevésbé vesz részt a kisülés folyamataiban

A villamos ív alapvető részei

- Az ív ionizált gáz, kisméretű talppontokkal
- Az anód- és katódesés tartományának hossza μm nagyságrendbe esik
- Kisfeszültségen az anód- és katód környékén, nagyfeszültségen az ív oszlopában lejátszódó fizikai folyamatoknak van kiemelt szerepe.

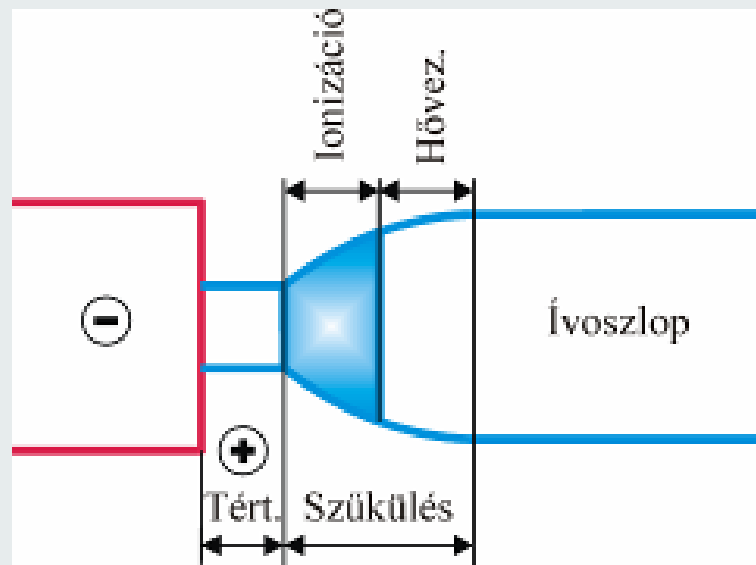


http://pulsepowersolutions.com/wp-content/uploads/2013/01/tech2_arc.png



A villamos ív – a katód közelében lejátszódó folyamatok

- *Hővezetési övezet:* csökken az ívoszlop hőmérséklete, nő a térerősség.
- *Ionizációs övezet:* nő az áramsűrűség, a térerősség és a hőmérséklet.
- *Tértöltési övezet:* a pozitív tértöltés és a negatív katód közötti nagy térerősség, valamint a magas hőmérséklet hatására lépnek ki elektronok a katódból.

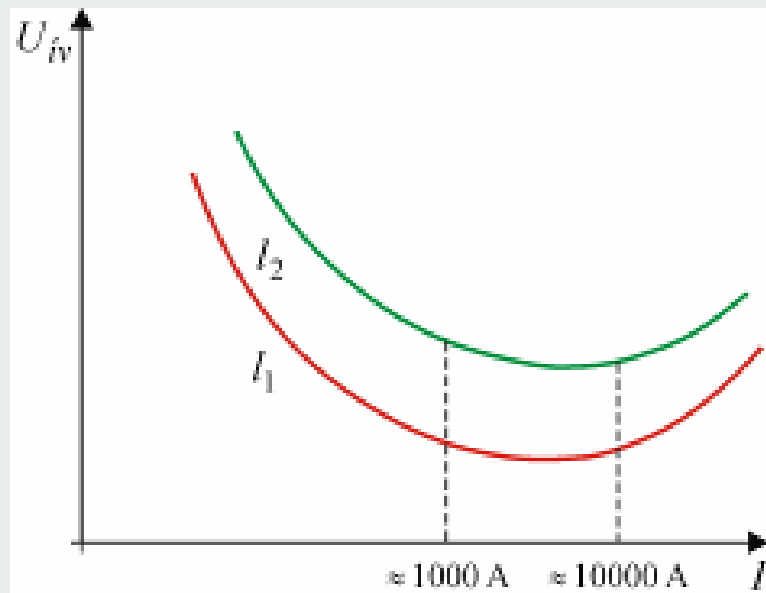


Ívkarakterisztikák

- Ívkarakterisztika: az ív különböző fizikai paraméterének kapcsolata
- Ív paraméterei: áram, feszültség, hossz
- Legtöbb esetben nemlineáris áramköri elem
- **Stacioner ív:** állandósult üzemben levő egyenáramú ív
- **Kvázistacioner ív:** állandósult üzemben levő váltakozó áramú ív
- **Dinamikus ív:** tranziens folyamatokban résztvevő ív

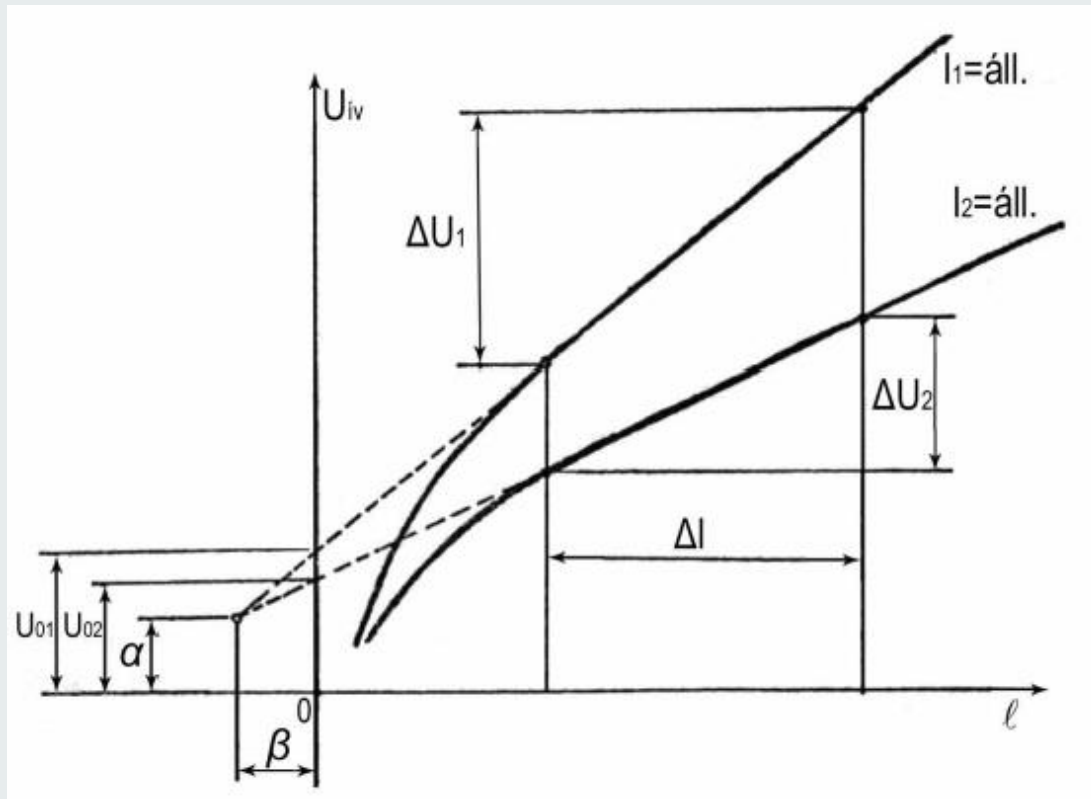
Stacioner ívkarakterisztikák

- Állandó hossz esetén: feszültség-áram-diagram
- Kisebb áramoknál az ív inverz (eső) karakterisztikát mutat
- Bizonyos áramerősség után pozitív meredekség az elektrodinamikus összeszorító erő miatt



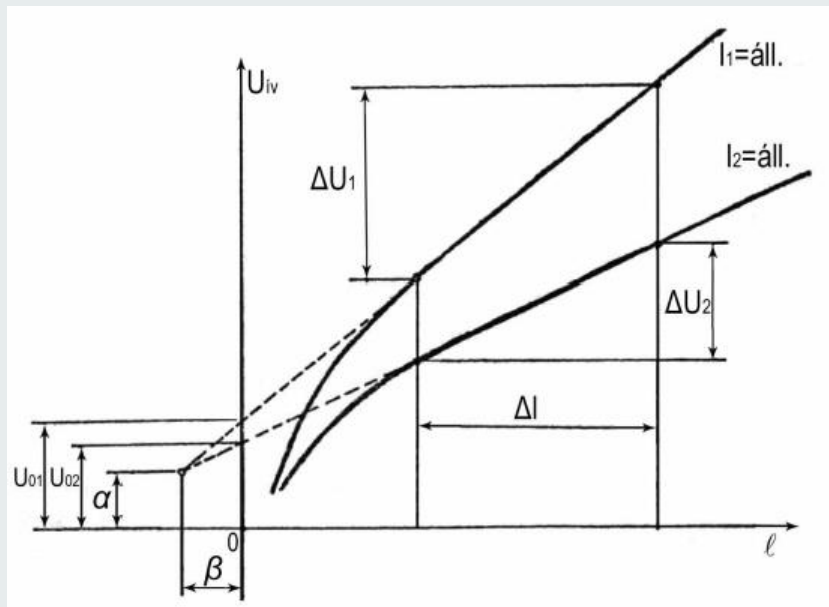
Stacioner ívkarakterisztikák

- állandó áram esetén: feszültség-hossz-diagram



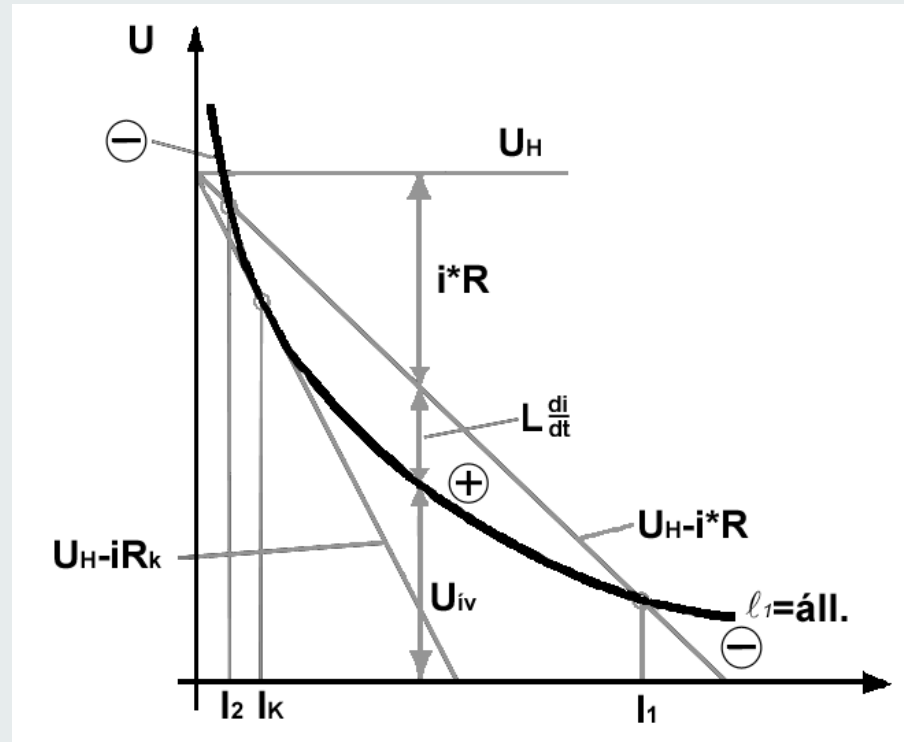
Stacioner ívkarakterisztikák

- A stacioner feszültség-hossz-karakterisztikára tapasztalati karakterisztikák vannak:
 - Ayrton-formula: $U_{iv} = A + Bl + \frac{C+Dl}{I}$
 - A konstansokat empirikus úton határozzák meg adott gázra és adott elektród anyagra



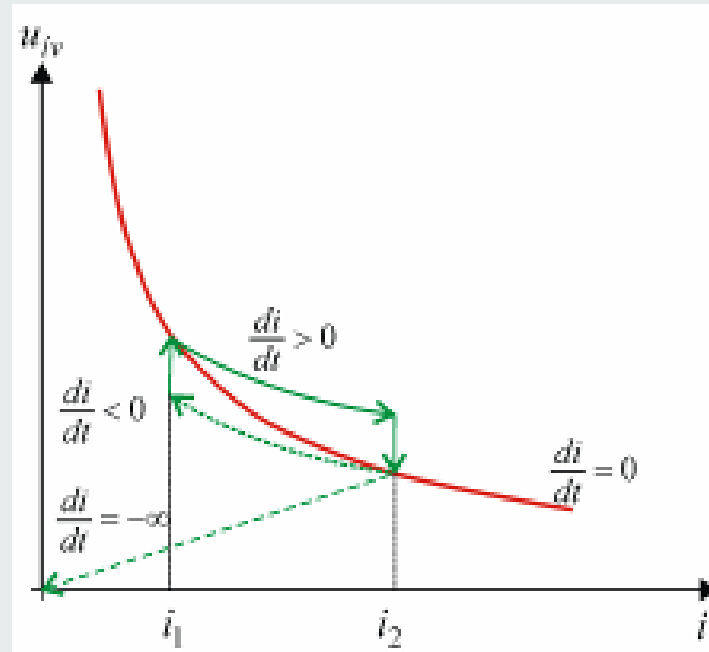
2014.04.24.

- $$U_H = iR + L \frac{di}{dt} + U_{iv}$$



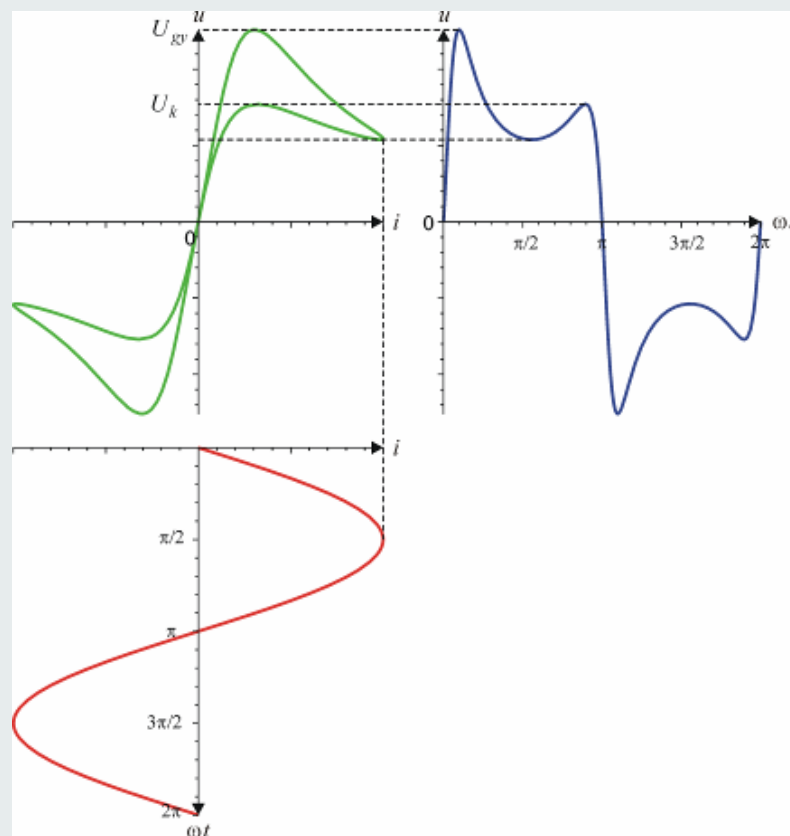
Dinamikus ívkarakterisztika

- Az áram hirtelen megváltozására az ív hőmérséklete, így vezetőképesége nem tud azonnal reagálni
 - Hirtelen áramnövekedésre a stacionernél nagyobb feszültség adódik
 - Hirtelen áramcsökkenésre a stacionernél kisebb feszültség adódik



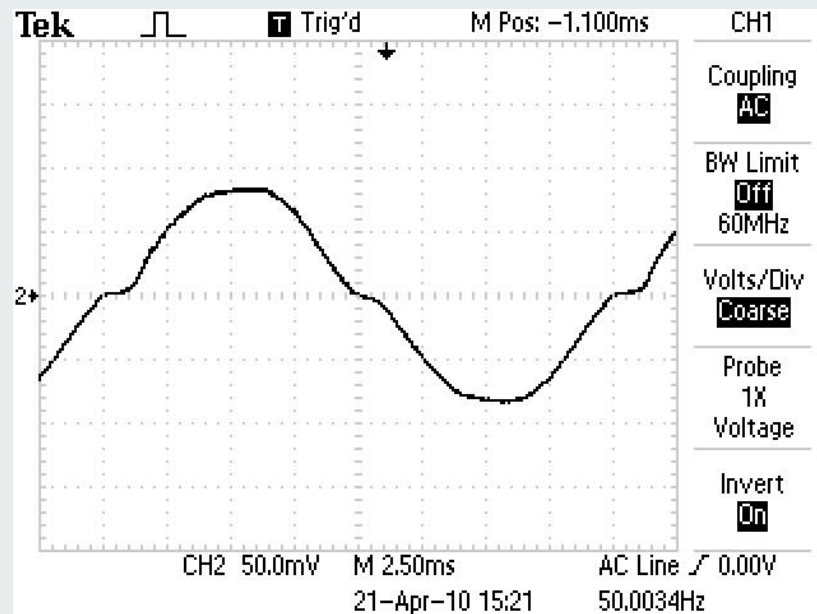
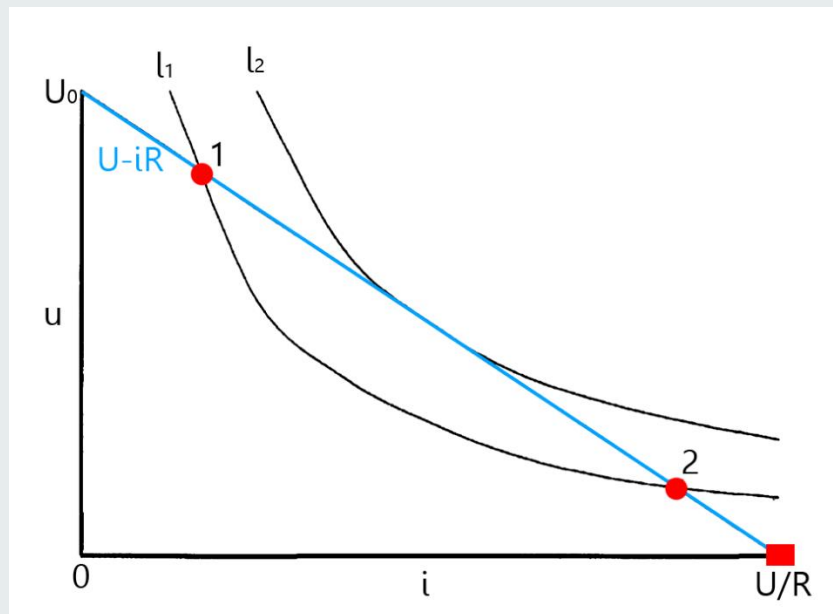
Kvázistacioner ívkarakterisztika

- Váltakozó feszültségű áramkörökben
- NaF esetben az ívfeszültség kicsi $\rightarrow$ szinuszos áram
- Jellegzetes gyújtási, és kialvási feszültségcsúcsok



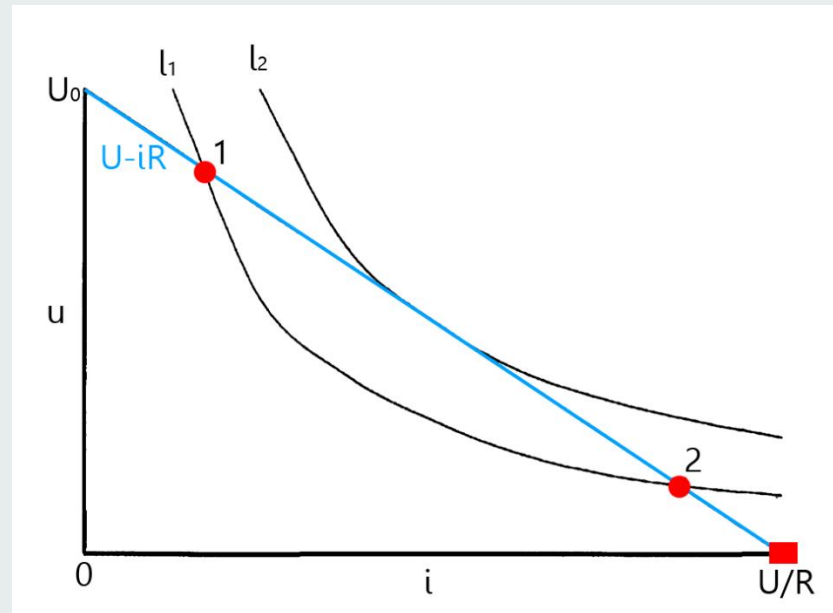
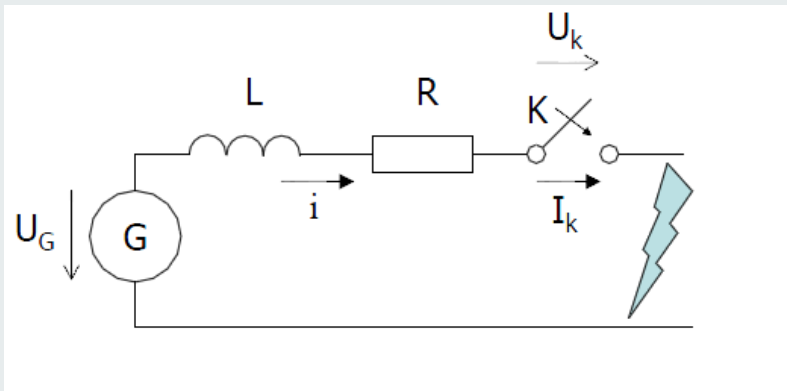
Ívoltage

- Alapesetei az egyenáramú ív oltása és a váltakozóáramú ív oltása



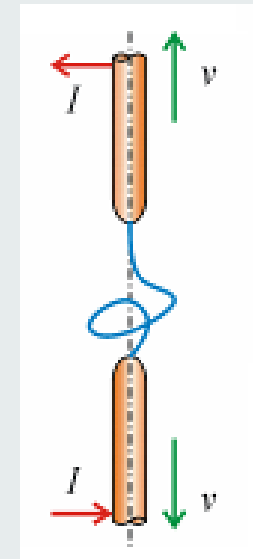
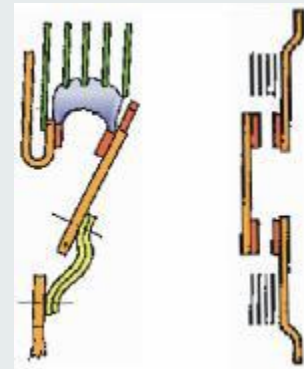
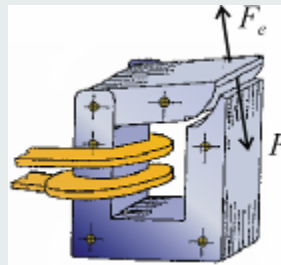
Ívoltás

- Egyenáramú ív kialakításának feltétele, hogy az ívfeszültség a hálózati feszültségnél nagyobb legyen!
 - levezetés az áramkörből: szuperpozíció
 - levezetés szerkesztéssel: munkapont kialakulásának lehetősége



Ívöltési módszerek

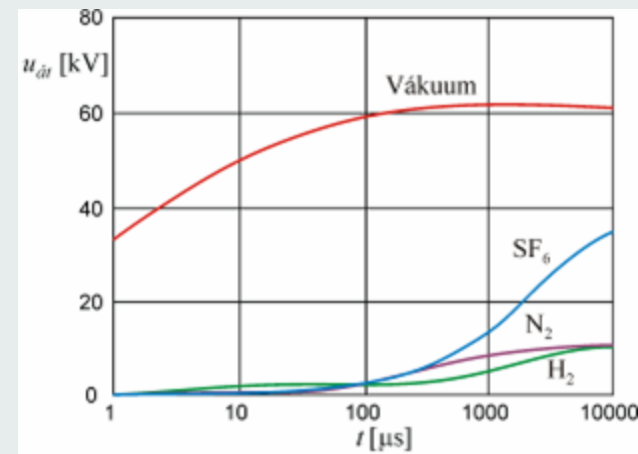
- Ívidőállandó csökkentése → hűtés
- Nullátmenet utáni újragyulladás megakadályozása (maradék ívcsatorna átöblítése nyugalmi állapotban lévő közeggel)
- Ív nyújtása (nagyobb feszültség, nagyobb felület hűléshez)
- Speciális oltóközeg alkalmazása (hővezetés, elektronegativitás)
- Ívfeszültség növelése
- Több megszakítási hely alkalmazása (ívfeszültség + hűtés egyszerre)
 - többszörös anód- és katódesés!



Ívújragyulladás

Ívújragyulladásának lehetősége:

- termikus újragyulladás:
 - VSF hatására utó-, vagy maradékáram folyik
 - ez az utóív termikus egyensúlyát megbonthatja, a hőmérséklet emelkedésével egyre nagyobb áram...
- dielektromos újragyulladás:
 - ha a termikus folyamatok szerepe elhanyagolható,
 - átütés jöhet létre lökésionizáció következtében, amennyiben az érintkezők között kellően gyorsan növekszik a visszaszökő feszültség

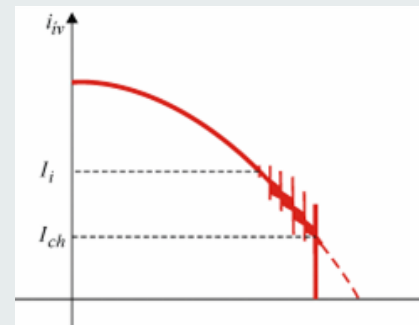
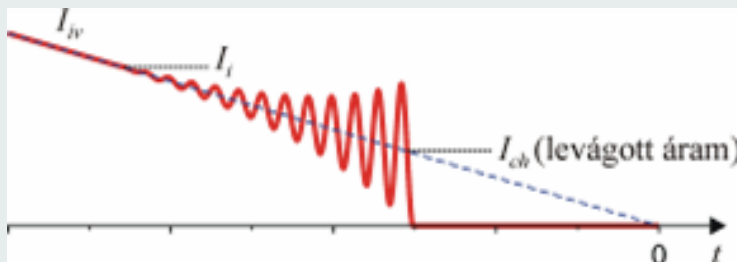


Ívoltás

- az ívoltás egyik legfontosabb eszköze ívidőállandó csökkentése
- nagyobb pillanatértékű áramhoz nagyobb ívidőállandó tartozik
- Az ívidőállandó csökkentésének legfontosabb módszere az ív hűtése
 - Nagyfeszültségen jelentős szerepe van a közegnek amiben ég: a kénhexafluorid egyik nagy előnye a jó hővezető képesség, különösen az ívburok hőmérséklettartományában
 - Kisfeszültségen az elektródák hűtő hatása is erőteljesen érvényesül
 - az ívhez képest igen nagy tömegű elektródok alkalmazása

Ívoltás - áramlevágás

- Az ívoltás egyik legnagyobb nehézsége, hogy a gyors kialvás céljából fogantatosított intézkedések ne vezessenek áramlevágáshoz, azaz az áramnak a nullátmenet előtti hirtelen megszűnéséhez
- Az áramlevágás azért probléma, mert jelentős mennyiségű energia marad az áramkör induktivitásában, így jelentős túlfeszültségek léphetnek fel
- Elsősorban a közép- és nagyfeszültségű vákuum megszakítók sajátja



Ívvédelem

- Angolul: arc flash hazard
- A dolgozók védelme a villamos ív hatásaival szemben
 - égési sérülések
 - légzőszervi károsodások (magas hőmérsékletű gáz, tele mérgező anyagokkal – szigetelőanyagok bomlása, fémgőz)
 - halláskárosodás
 - sérülések a szétrepülő hulladéktól
 - ráadásul a leginkább kitett testrészek az arc és a szem...
- Feszültség alatti vagy feszültség közeli munkavégzés esetén lépéseket kell tenni a hatás csökkentésére
- A védekezés alapjai a véletlenszerűen kialakuló ív energiájának kiszámítása a hálózati paraméterekből és a védelmi beállításokból
 - zárlatszámításból: mekkora áram alakulhat ki
 - védelmi beállításokból: mennyi ideig maradhat fenn az ív



Ívvédelem

- Védekezés:
 - Paraméterek megváltoztatása:
 - Áramkorlátozás (fojtótekercs)
 - Betáplálási pontok darabolása (külön-külön mindegyiknek elég kisebb zárlati teljesítményűnek lenni)
 - Gyorsabb védelmi beállítás
 - Megfelelő készülék kialakítás

Egyéni védőfelszerelések – fontosak, de csak az utolsó védelmi vonalat jelentik!!!

- Íválló ruházat
- Íválló kesztyű
- Arcvédelem, szemüveg



Ívvédelem



Köszönöm a figyelmet!

Villamos kapcsolókészülékek

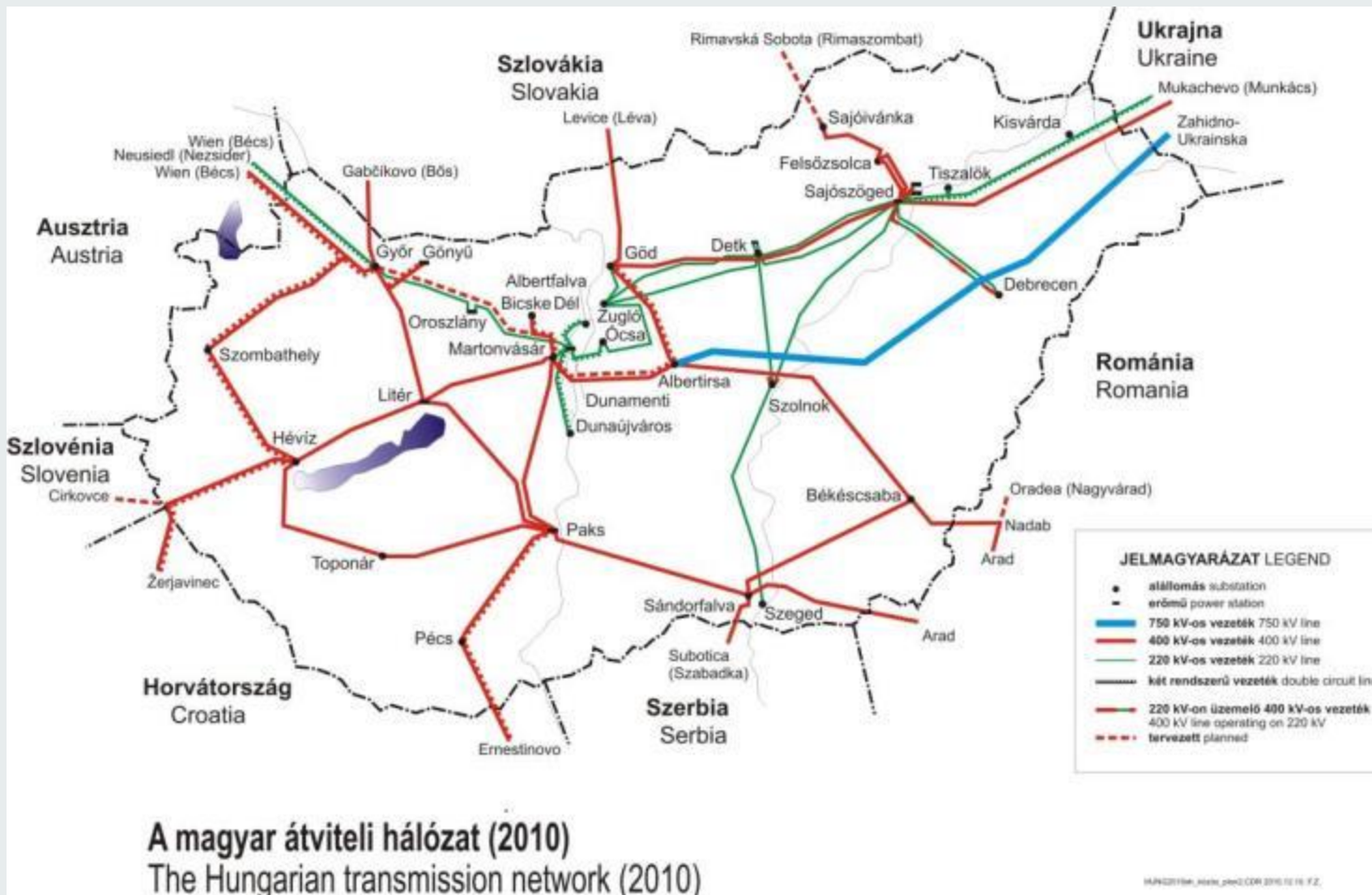
4. előadás

Készülékek a villamosenergia hálózaton:

- Nagyfeszültségű berendezések
 - Tokozott kapcsolóberendezések
 - SF_6 gázos megszakítók
- Középfeszültségű alállomási berendezések
 - Vákuummegszakítók
 - Kisolajterű megszakító
- Hálózati berendezések:
 - Oszlopkapcsolók
 - Távműködtetésű oszlopkapcsolók
- Az SF_6 gáz tulajdonságai és kezelése

NAGYFESZÜLTSGŰ ALÁLLOMÁSI BERENDEZÉSEK ÉS KÉSZÜLÉKEK

Nagyfeszültségű átviteli hálózat



Nagyfeszültségű átviteli hálózat

- 750kV, 400kV, 220kV
- A távvezetékek alállomásokat alállomásokkal illetve erőművekkel kötnek össze
- Készülékek kizárólag alállomásokban elhelyezve



Nagyfeszültségű átviteli hálózat

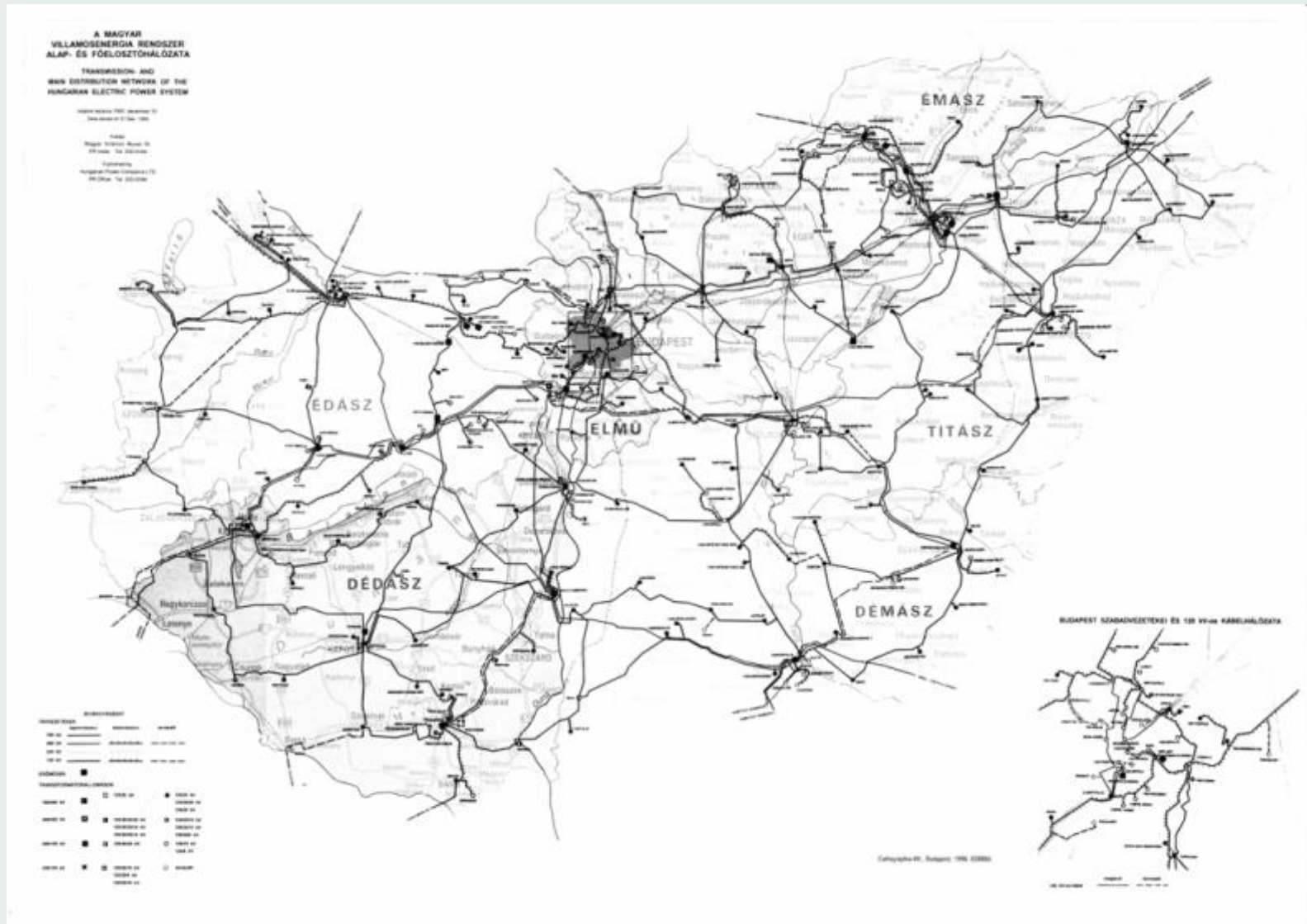


Nagyfeszültségű elosztóhálózat

- 400/120, 220/120kV-os állomásokból induló 120kV-os távvezetékek
- A vezetékek a NaF/NaF alállomásokot kötik össze a NaF/KöF alállomásokkal, de különösen nagy ipari üzemek vételezhetnek közvetlenül 120kV-ról
- Készülékek kizárólag alállomásokban elhelyezve



Nagyfeszültségű elosztóhálózat



Nagyfeszültségű elosztóhálózat



Nagyfeszültségű elosztóhálózat

- végpont: 120/10kV-os alállomás 120 kV-os oldala (120/10kV-os transzformátor csatlakozás)



Alállomási berendezések

- Villamos kapcsolóberendezés: egy adott funkciót ellátó villamos készülékek rendszere, meghatározott kapcsolási séma szerint.
- A villamos berendezések névleges feszültsége a hálózat megfelelő feszültség szintjeihez igazodik, de azokat meghaladja.
 - Pl. 10kV névleges feszültségű hálózat → 12kV névleges feszültségű berendezések; 120kV névleges feszültségű hálózat → 145kV névleges feszültségű eszközök

Alállomási berendezések

- Kapcsolóberendezések fejlődési iránya:
 - Közép és nagyfeszültségű berendezések sűrűn lakott területeken.



- Növekvő energiaigény mellett nem növelhető a helyigény



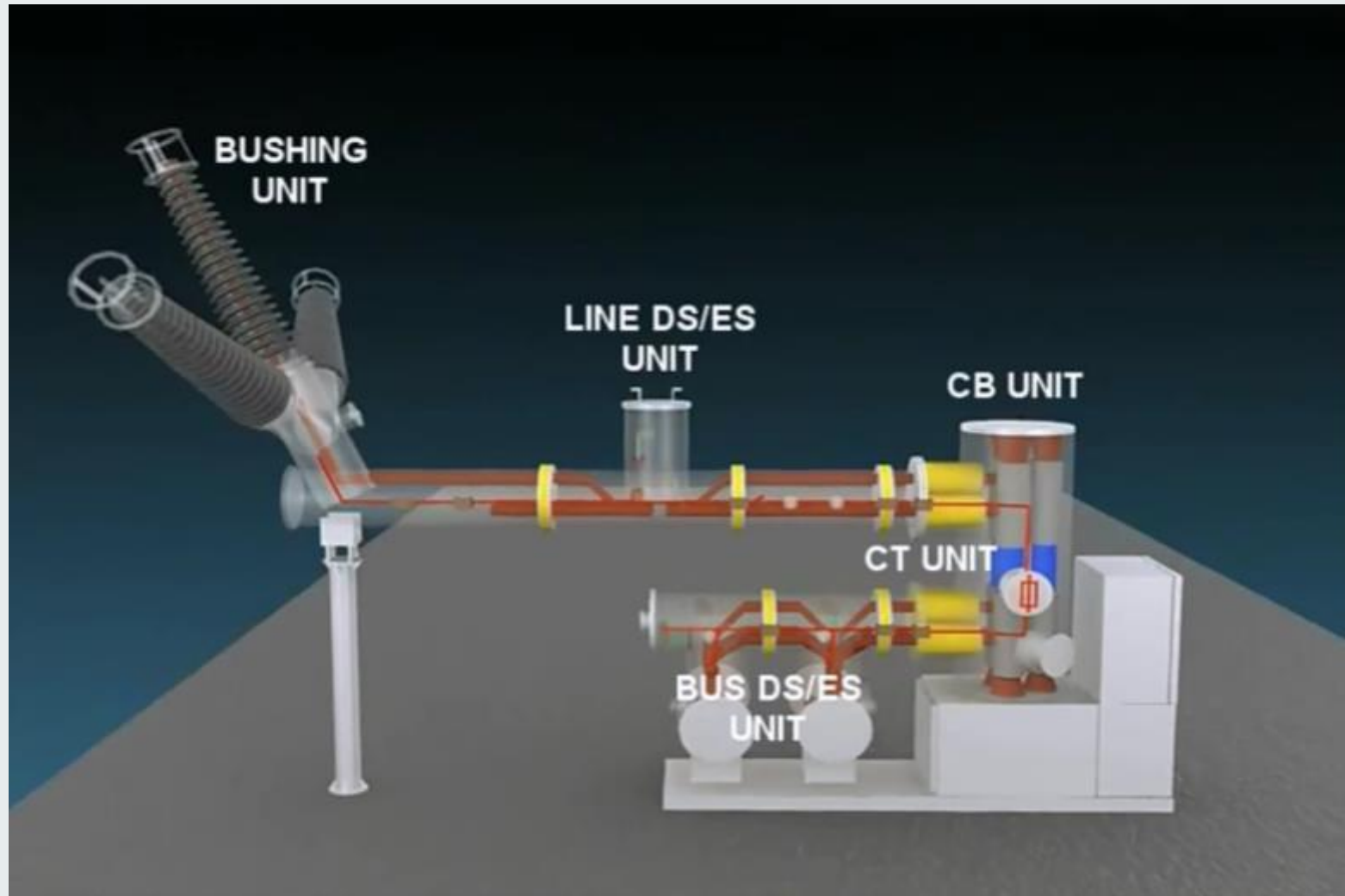
- Fémtokozott nagyfeszültségű, SF₆ szigetelésű és fémtokozott közepfeszültségű, légszigetelésű kapcsolóberendezések terjedése

Nagyfeszültségű, SF₆ gázos, fémtokozott kapcsolóberendezés

- Térfogata: 8-ad része egy hagyományos légszigetelésű belső téri berendezésnek.
- Valamennyi készüléket, és az aktív áramvezető részeket csőszerű földpotenciálón lévő fémtokozással látják el.
- A cső falvastagságát a belső nyomásra méretezik.
- Nyomás: kb 2-3 bar
- Szigetelés: SF₆ de az aktív részeket teflon távtartók is rögzítik
- Feszültség szintek 72,5 kV-tól egészen akár 525 kV-ig
- A készülékek általában egyfázisúak

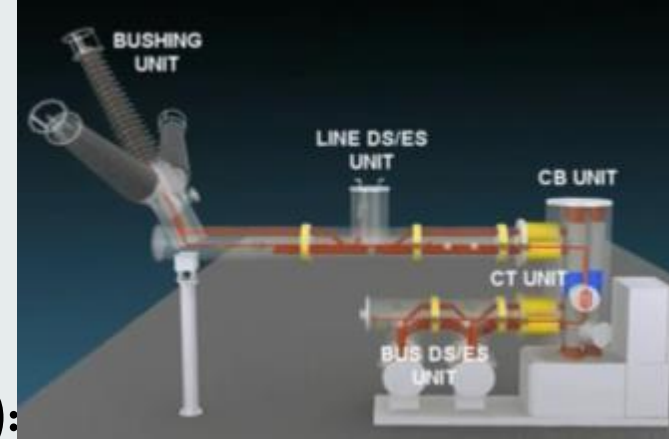


Nagyfeszültségű, SF₆ gázos, fémtokozott kapcsolóberendezés



Nagyfeszültségű, SF₆ gázos, fémtokozott kapcsolóberendezés

- Bushing unit (átvezető szigetelő): feladata kivezetni a nagyfeszültséget a földelt fém tokozatból a szabadvezetéki vagy kábeles csatlakozáshoz
- Line DS/ES (vonali szakaszoló/földelőszakaszoló): szakaszoló, ami képes elválasztani és földelni a távvezetéki csatlakozást a gyűjtősíntől, ha a vezeték ki van kapcsolva karbantartás céljából
- CB unit (megszakító egység): megszakító, ami képes a terhelő és zárlati áramok ki- és bekapcsolására
- CT unit (current transformer, azaz áramváltó egység): mérhető nagyságúra transzformálja le az adott vonal áramát
- Bus DS/ES (gyűjtősín szakaszoló/földelőszakaszoló): a megszakítót el tudja választani a távvezeték feszültségétől



Alállomási berendezések – SF₆ gázos megszakítók



Észak-Amerika: „dead-tank”



Európa: „live tank”

SF₆ gázos megszakítók

Az SF₆ gázos megszakítók használatának előnyei

- Az ívöltő kamra egyszerű felépítése – nem igényel másodlagos oltókamrát
- Nagy teljesítményű zárlatok megszakítása akár 63 kA-en is
- Alacsony számú ívöltő kamra
- Gyors működés
- Nagy villamos teherbíró képesség, hosszú élettartam
- Lehetőség tokozott kapcsolóberendezésben való felhasználásra, kompakt kivitelben
- Szinkronizált, hatékony működés a kapcsolási túlfeszültségek csökkentésére
- Megbízhatóság, elérhető technológia
- Alacsony zajszint

SF₆ gázos megszakítók

A gázáramlás módja szerint két típust különböztethető meg :

- Egynyomásos megszakítók
- Kétnyomásos megszakítók

SF₆ gázos megszakítók

- Egynyomásos megszakítók
 - Egynyomásos-dugattyús megszakítóknál a gáznyomás beállításfüggő, értéke 3-6 bar.
 - A gázáramlásért a mozgóérintkezővel kapcsolódó dugattyú komprimáló hatása felelős.
 - Az üzem során a gáznyomás mindig egyforma, kivéve a kapcsolást.
 - A kapcsolási ütemen kívül a gáz csak szigetelő funkciót tölt be.
 - Kapcsolás során az áramló SF₆ gáz az ív fújásával a megszakítást segíti elő:

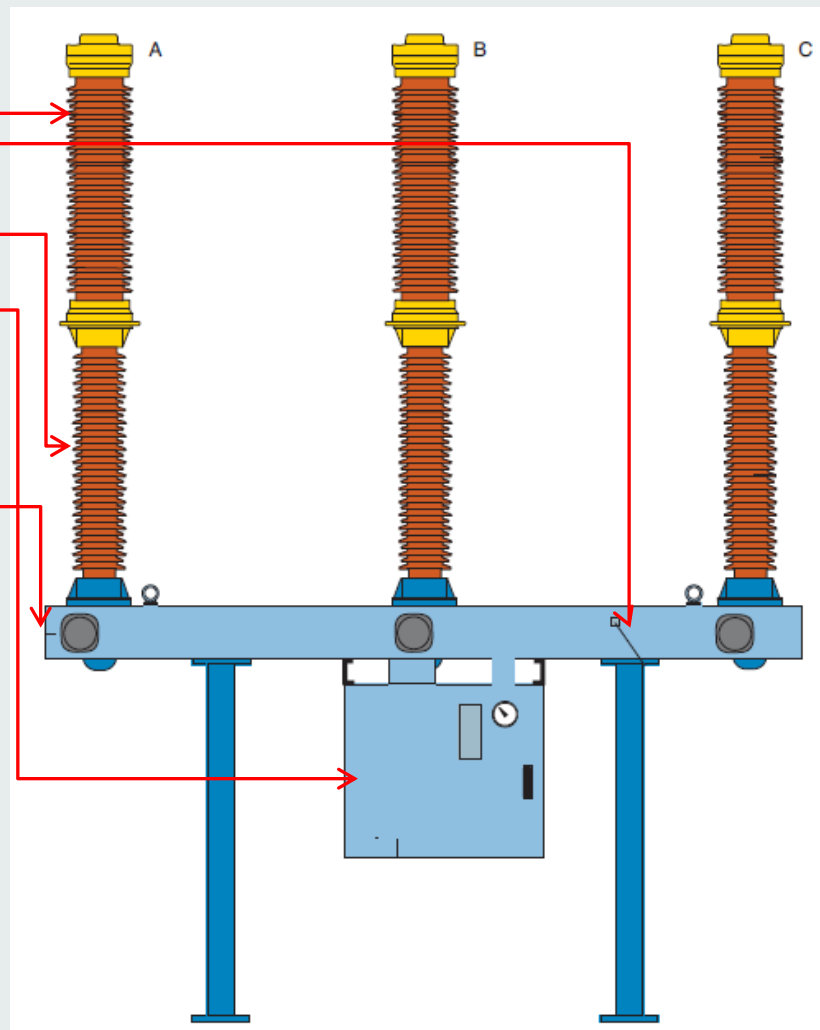
Nyitás alatt az érintkezővel kapcsolódó dugattyú a hengerben lévő gázt összenyomja, amely a fúvókákon keresztül ömlik az oltótérbe.
 - A nagyteljesítményű megszakítóknál légnyomásos vagy hidropneumatikus hajtásokat alkalmaznak.
 - Közepes és kis teljesítményeknél rugóerőtárolós hajtás lehetséges.

SF₆ gázos megszakítók

- Kétnyomásos megszakítók
 - Két, különböző nyomású SF₆ gáz.
 - Kisnyomású és magasnyomású gáztartályok.
 - A kisnyomású gáztartályban több oltókamra egység is található.
 - A nagynyomású gáztartály feladata a gáz, mechanikai szelepeken keresztül történő oltótérbe juttatása kikapcsoláskor.
 - A zárási művelet során nincs gázáramlás.
 - A nagynyomású gáztartályt 10 °C alatt a gázlecsapódás elkerülése érdekében fűteni kell.
 - A hajtás légnyomásos, földpotenciálon.

SF₆ gázos megszakítók - Felépítés

- Megszakítóegység
 - Állásjelző
 - Támszigetelő
 - Hajtás egység
 - Megszakító alapkeret
-
- A három pólusoszlopot közös alapkeretre szerelik
 - Megszakító típusa:
Siemens 3AP1 FG – 145 kV



SF₆ gázos megszakítók - Felépítés

Nagyfeszültségű csatlakozó

Érintkező tartó

Ívoldó fúvóka

Hőhenger

Szeleptányér

Szelepcsoport

Vonórúd

Tömítőgyűrű

Ernyőzet

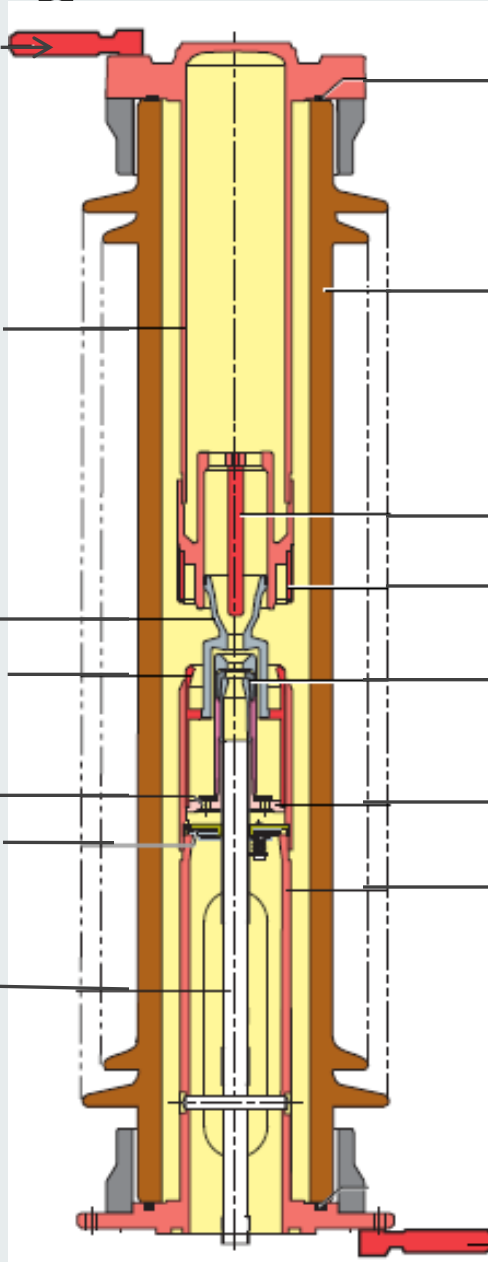
Tüske

Érintkező henger

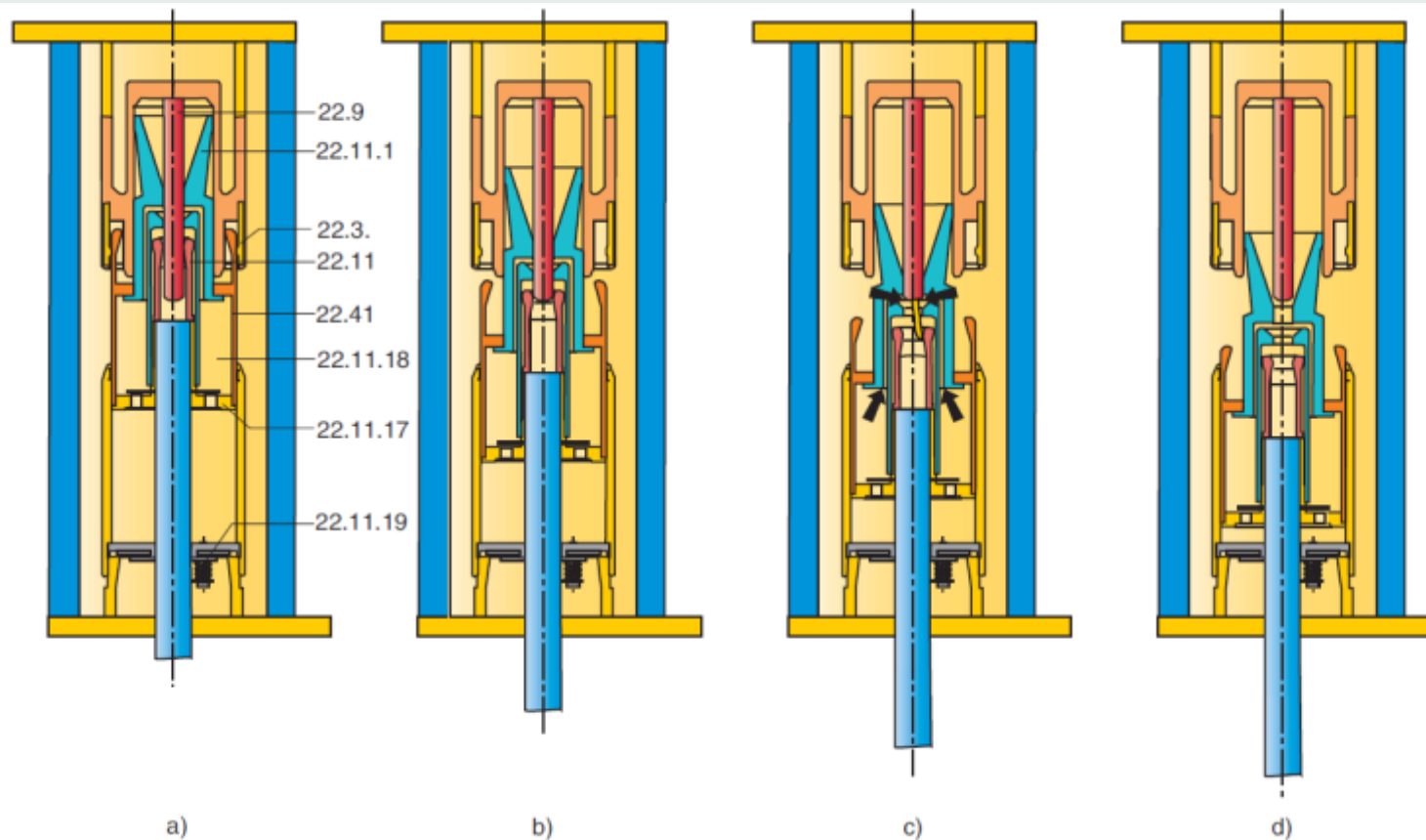
Mozgóérintkező

Dugattyú

Alaplemez



SF₆ gázos megszakítók – A megszakítás folyamata



- a) BE kapcsoló helyzet
- b) Nyitás: főérintkezők KI állásban
- c) Nyitás: ívhúzó érintkezők KI állásban
- d) KI kapcsoló helyzet
- 22.3 Érintkezőujjak
- 22.9 Tüske
- 22.11 Mozgóérintkező
- 22.11.1 Ívoldó fúvoka
- 22.11.17 Dugattyú
- 22.11.18 Visszacsapó szelep
- 22.11.19 Szelepcsoport
- 22.41 Hőhenger

KÖZÉPFESZÜLTSGŰ ALÁLLOMÁSI BERENDEZÉSEK

Középfeszültségű alállomási berendezések

- Középfeszültségű elosztóhálózat
 - 120/20kV, 120/10kV-os alállomásokból induló vezetékek, kábelek
 - A 10 és 20kV-os vezetékek a KöF/KiF (20/0,4kV és 10/0,4kV) alállomásokhoz szállítják az energiát, de nagyobb fogyasztók vételezhetnek
 - KöF/KiF alállomások típusai (a teljesség igénye nélkül):
 - Épített házas transzformátorállomás
 - Kompakt betonházas transzformátorállomás
 - Oszlop transzformátorállomás
 - Beltéri (pl. pince) alállomás
 - Készülékek az alállomásokon túl a hálózat mentén is vannak elhelyezve
 - Oszlopkapcsoló
 - Távműködtetett oszlopkapcsoló
 - Túlfeszültség korlátozó elemek

Középfeszültségű alállomási berendezések

- Középfeszültségű elosztóhálózat
 - Alállomási berendezések szerepe
 - Egy-egy teljes vonal ki-be kapcsolása
 - Az alállomáson belül az energiaáramlás meghatározása (pl. két gyűjtősin esetén melyikről legyen az adott vonal megtáplálva)
 - Hálózaton elhelyezett berendezések szerepe
 - KöF/KiF transzformátorok csatlakoztatása, töltő/terhelőáramának ki-be kapcsolása
 - Egy-egy hálózatrész leválasztása karbantartás vagy hibaelhárítás céljából

Középfeszültségű alállomási berendezések

- Középfeszültségű elosztóhálózat kiindulópontja – 120/10kV-os alállomás, 120/10kV-os transzformátor 10kV-os oldala



Középfeszültségű alállomási berendezések

- Középfeszültségű elosztóhálózat – 10kV-os épített cellás alállomás megszakítója és szakaszolója



Középfeszültségű alállomási berendezések

- Középfeszültségű elosztóhálózat – 10kV-os fémtokozott alállomás



Alállomási berendezések – tokozott kapcsolóberendezések

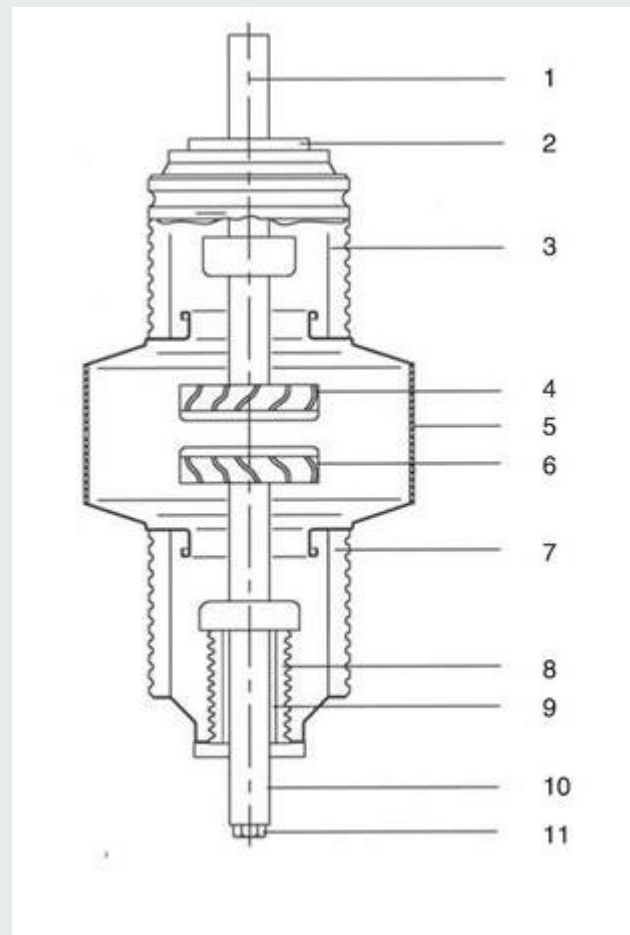


Vákuummegszakítók

- A nagy vákuum – 10^{-5} 10^{-6} Pa, különösen kisebb elektródatávolságoknál, más szigetelőanyagokhoz képest igen jó szigetelő
- Nyomás csökkenése ➡ Molekulák, töltéshordozók átlagos szabad úthosszának sokszorozódása ➡ Az átütés lehetőségének elvi kizárása
- A gyakorlatban mégis történik átütés !
 - Átütés oka: az anód felületébe ütköző igen gyors elektronok, mivel azok leadják kinetikus energiájukat, a felület mikroszkopikus részét elgőzöltetik – átütés jön létre a gőzfelhőből kiindulva a gázokhoz hasonlóan.
- Töltéshordozók keletkezése: elsősorban termikus emisszió útján
- Hőleadás elsődleges módja: sugárzás amely kicsi ➡ nagy ívhőmérséklet ➡ kis ívfeszültség 50-200 V

Vákuummegszakítók

- 1-Rögzített érintkező szára
- 2-Szerkezet záró fedél
- 3-Kerámia szigetelés
- 4-Rögzített érintkező
- 5-Fém „pajzs”
- 6-Mozgó érintkező
- 7-Szigetelő – különleges fénoxid
- 8-Csőmembrán- mozgó tömítés
- 9-Csapágyszívó-vezető persely
- 10-Mozgó érintkező szára
- 11-Működtető mechanizmus csatlakozási pontja



Vákuummegszakítók

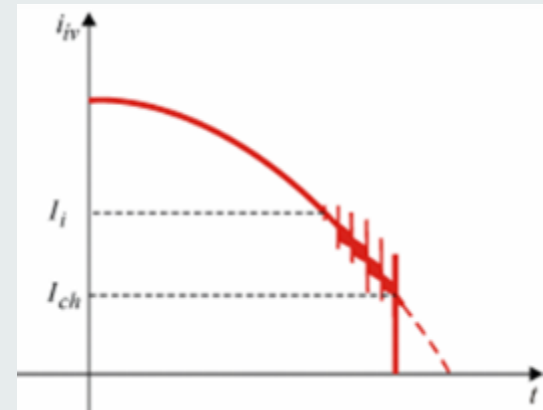
- A szigetelők általában olyan különleges fénoxid kerámiákból készítik amelyekkel létrehozható a fémszerelvényekkel a megfelelő vákuumzáró kötés.
- Az állóérintkező a kamra egyik végéhez van rögzítve.
- A mozgóérintkező tengelyirányban elmozdítható szára egy a mozgó tömítés szerepét ellátó csőmembránon és egy vezető perselyen keresztül van kivezelve a kamra másik végén.
- A szerkezet belső részeit a kondenzálódó fémcseppektől ernyővel védik

Vákuummegszakítók

- Nagy vákuum létrehozása:
 - A kamrákban a nagy vákuumot úgy hozzák létre, hogy azokat 10-30 órán keresztül 200-500 °C hőmérsékleten szívják.
 - A hűlést követően a vákuum a szerkezetben évtizedekig megmarad.
 - A tartósan üzemben kívüli berendezések leromlott vákuuma néhány kisáramú megszakítást követően helyreáll.

Vákuummegszakítók tulajdonságai

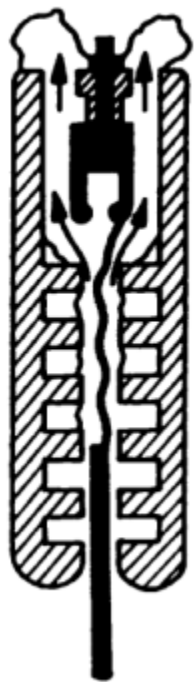
- A vákuummegszakítókat elsősorban közép feszültségen használják
- A zárt vákuum megszakítókamrák előnye, hogy azokat tűz és robbanásveszélyes helyre is lehet telepíteni
- A megszakítás gyors, hiszen az áram már általában az első áram-nullátmenetben megszakad
- Rövid ívidő, kis nyitási távolság, kis energiájú ív jellemzi
- Nagyobb kamra élettartam, egyszerű elektromágneses hajtás
- Hátrány: áramlevágásra való hajlam



Kisolajterű megszakítók

- Új telepítésekkel már nem használatos, de sok található a hálózaton
- Szigetelő- és oltóközegük az olaj. Az oltókamrában keletkező ív olajgőzt illetve bomlási gázt fejleszt, ami nagy nyomást és erőteljes olajáramlást létesít.
- A nyomás az ívet összeszorítja, a gőzfejlődés energiát von el, az olaj áramlása az érintkezőket hűti és az ívcsatornát kiöblíti.
- Az érintkezők szétválása után az áram nullátmenetét követően az újragyulladás a keletkezett gáz nagy nyomása akadályozza meg.
- A megszakítási teljesítmény az oltókamrában megengedhető nyomás függvénye.
- Az ívközegbe fűjt gázt vagy gőzt általában még irányítják is, e szerint megkülönböztetünk hosszanti-, kereszt- és vegyes fűvású rendszert.

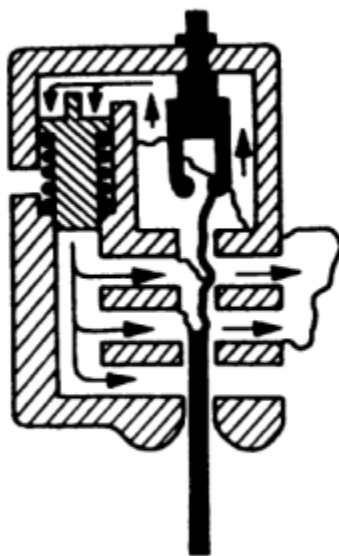
Kisolajterű megszakítók



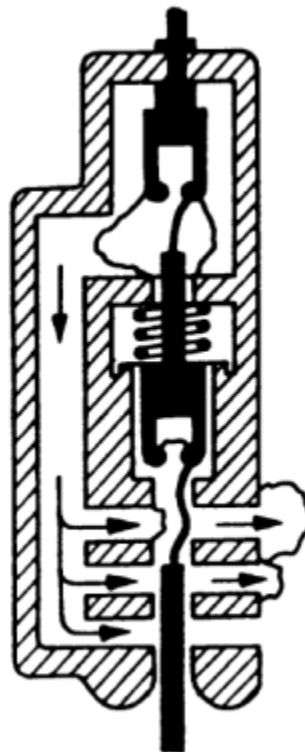
Hosszfúvású



Keresztfúvású
kényszeráramoltatással



Keresztfúvású
differenciáldugattyús
fúvással



Keresztfúvású



Vegyes fúvású

Kisolajterű megszakítók



Kisolajterű megszakítók

- Az oltókamra különleges kialakítású:
 - Nagynyomású megszakítási tér.
 - Nagyszilárdságú öntvények, rétegelt műanyag henger, lehetséges porcelán védelem.
 - Belső rész olaj töltéssel, meghatározott térfogatú légpárnával.
 - A külső térrel csak a gázelvező nyílás köti össze.
 - A megengedettnél nagyobb nyomás elvezetését szelepek biztosítják.

KÖZÉPFESZÜLTSGŰ HÁLÓZATI BERENDEZÉSEK

Középfeszültségű hálózati berendezések

- Középfeszültségű elosztóhálózat – 20kV-os távvezeték



Középfeszültségű hálózati berendezések

- Középfeszültségű elosztóhálózat – 20kV-os oszlopkapcsoló



Középfeszültségű hálózati berendezések

- Középfeszültségű elosztóhálózat – 20kV-os távműködtetett oszlopkapcsoló: önálló hajtással és helyi működtetéssel is rendelkezik



Középfeszültségű hálózati berendezések

- Középfeszültségű elosztóhálózat – Oszloptranzszformátor



Középfeszültségű hálózati berendezések

- Középfeszültségű elosztóhálózat – Kompakt betonházas transzformátorállomás



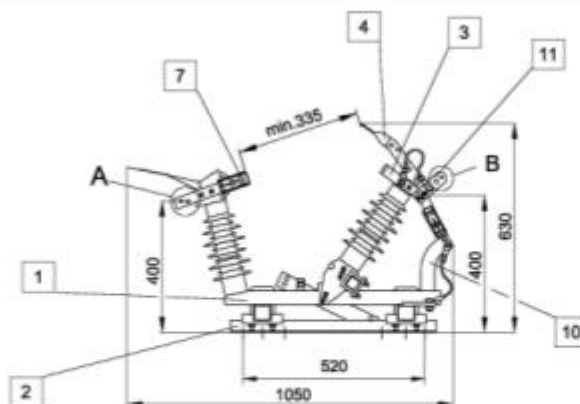
Hálózati berendezések - Oszlopkapcsolók

- Fő alkalmazási terület: a közép feszültségű távvezetékek töltőáramának és a kisebb teljesítményű transzformátorok üresjárási áramának megszakítása. (kapcsolókészülék kombináció)
- Az oszlopkapcsolók telepítését az a gazdasági érv indokolta, hogy így az esetleges üzemzavarok elhárítási ideje és költsége jelentősen lecsökken. Ez a nagy mértékű csökkenés rövid idő alatt megtérülő beruházást jelent.

Oszlopkapcsoló kézi működtetéssel

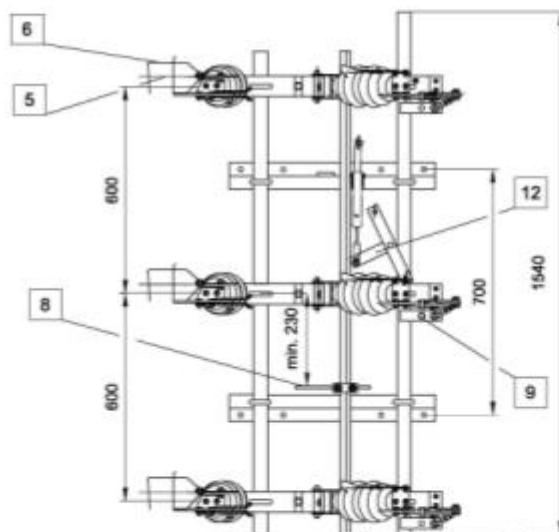


Oszlopkapcsoló kézi működtetéssel

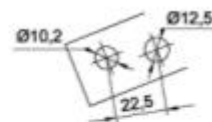


- 1 - szerelt fázis
- 2 - Z tartó
- 3 - főérintkező
- 4 - beakadó horog
- 5 - ívhúzó rugó
- 6 - csillapító
- 7 - önbeálló érintkező
- 8 - hajtókar
- 9 - földelési pont
- 10 - földelő érintkező
- 11 - flexibilis csatlakozó
- 12 - függ. szerelőszet (a készülékhez bandácsolva)

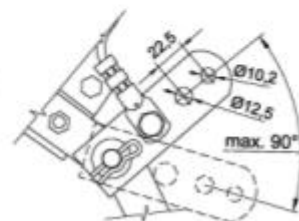
A mozgó szigetelősor elfordulási szöge 60°



A részlet



B részlet



Távműködtetésű oszlopkapcsolók

- Korábban csak helyben, kézi beavatkozással működtethető oszlopkapcsolók üzemeltek, általában szétszórta, sokszor nehezen megközelíthető helyen. Üzemzavar esetén az elhárításhoz szükséges legnagyobb részét a hibahely behatárolása igényeli, mert a hálózat bontásához az oszlopkapcsolókat gyakran feleslegesen fel kell keresni
- Magyarországon az első jelentős számú Távműködtetésű Oszlopkapcsoló telepítés 1995-ben kezdődött
- A távműködtetésű oszlopkapcsolók telepítését az a gazdasági érv indokolta, hogy így az esetleges üzemzavarok elhárítási ideje és költsége jelentősen lecsökken. Ez a nagy mértékű csökkenés rövid idő alatt megtérülő beruházást jelenthet

Távműködtetésű oszlopkapcsolók



Kapcsoló egység
(hajtás + megszakító kamra)



Vezérlő- kommunikációs egység

Távműködtetésű oszlopkapcsolók- TMOK

A távműködtetésű oszlopkapcsolók használatának előnyei

Nem kell a kapcsolóhoz a helyszínre menni,
a hibaelhárítás azonnal megkezdhető



Csökken az erőforrás igény.



Csökken az üzemzavar időtartama,
javul a szolgáltatás színvonala,

Távműködtetésű oszlopkapcsolók

A távműködtetésű oszlopkapcsolók használatának lehetőségei

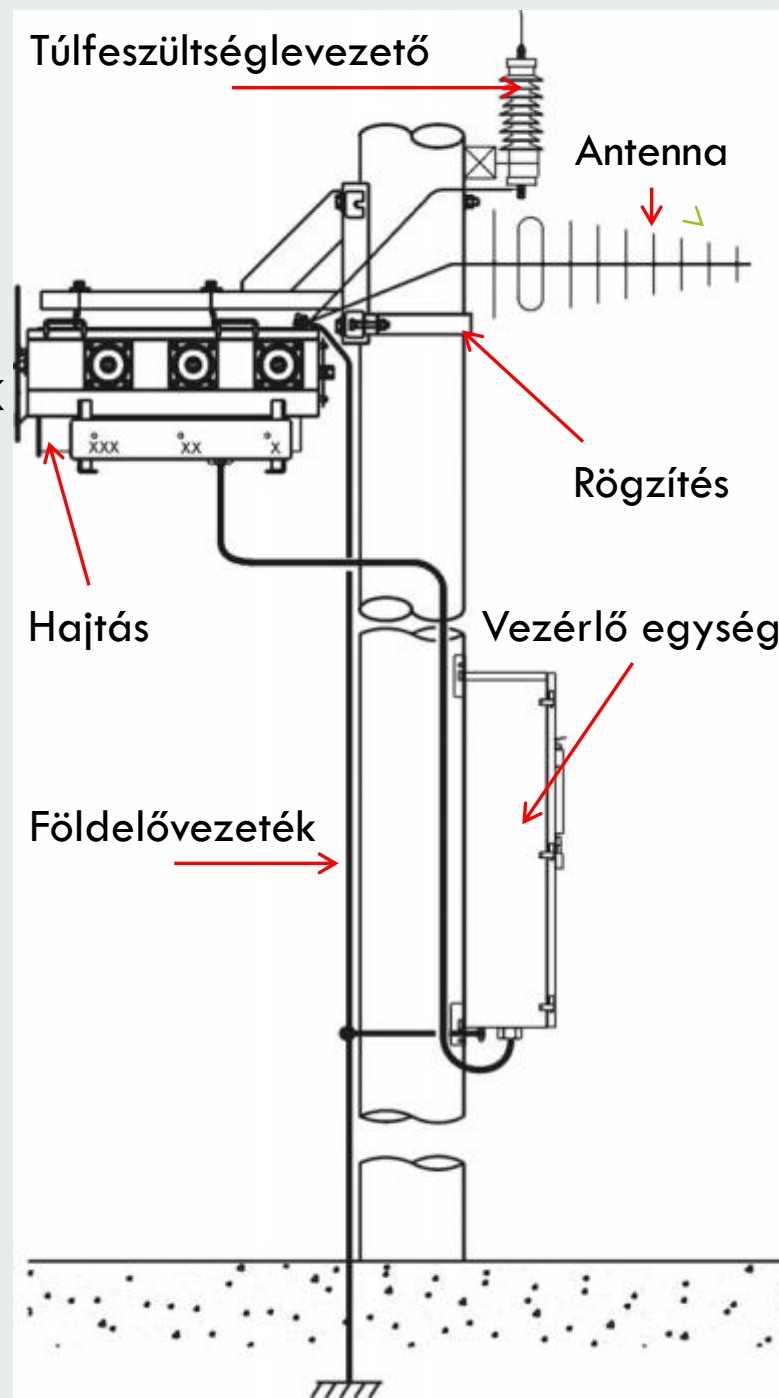
A távműködtetés lényege, hogy az üzemirányító központban vagy kirendeltségen elhelyezett működtető központ segítségével az oszlopkapcsolókat:

- Ki - és bekapcsolhatjuk
- Állapotukat lekérdezhetjük
- Információt kapunk a hibás működésről
- Információt kapunk az akkumulátor töltöttségi állapotáról

Speciális típusuk az ún. **recloser**, amely nem csak távvezérléssel működtethető, hanem saját védelmi és visszakapcsoló automatika funkciókat is magába integrál.

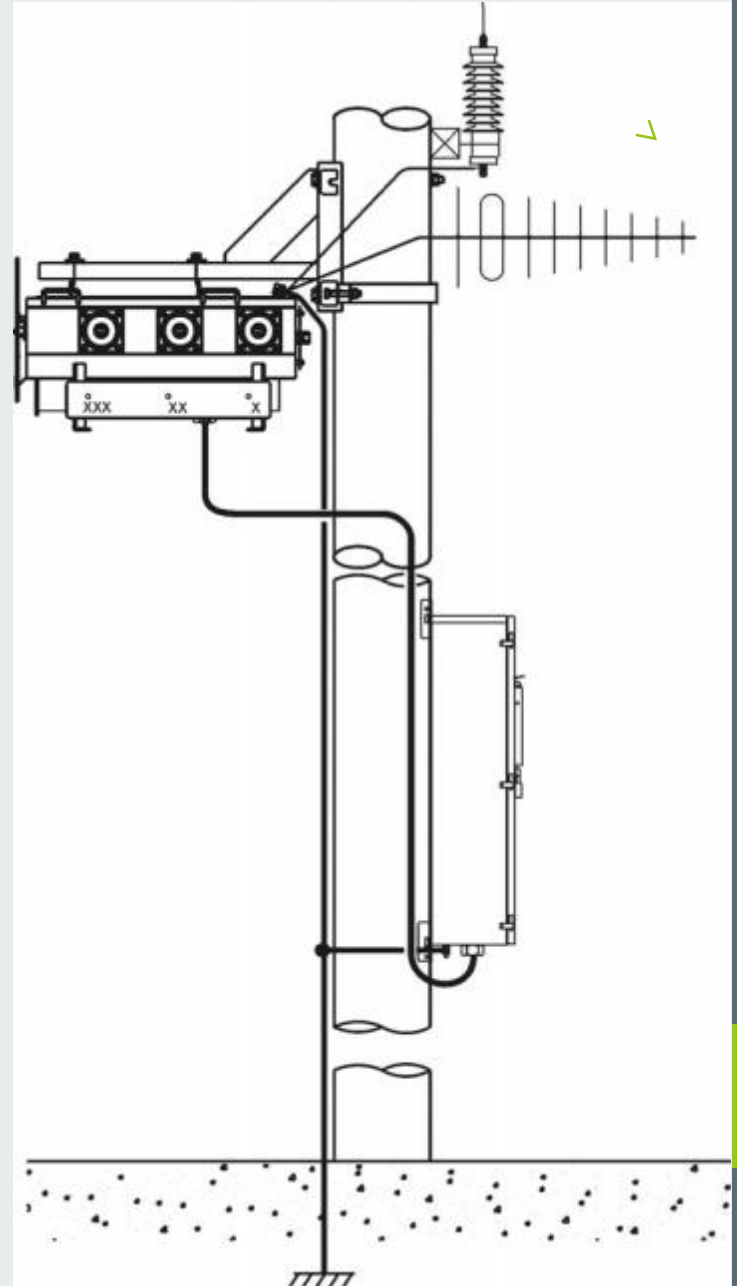
TMOK

Az oszlopkapcsolók és
Távműködtetésű oszlopkapcsolók
vázlatos felépítése →



TMOK

Az oszlopkapcsolók általában a rendszer illetve az oszlop igényeinek megfelelően kerül kialakításra, de a gyakorlatban használt oszlopkapcsolókat általában nagy mértékű rugalmasság jellemzi. A képen mutatott készülék egy műgyanta szigetelős légszigetelésű oszlopkapcsoló, melynek hatásos árammegszakító képessége 250 A (oltókamra cserével akár 630 A is lehetséges), így alkalmas gerincvezetékekbe történő beépítésre.



TMOK – felépítés, tulajdonságok

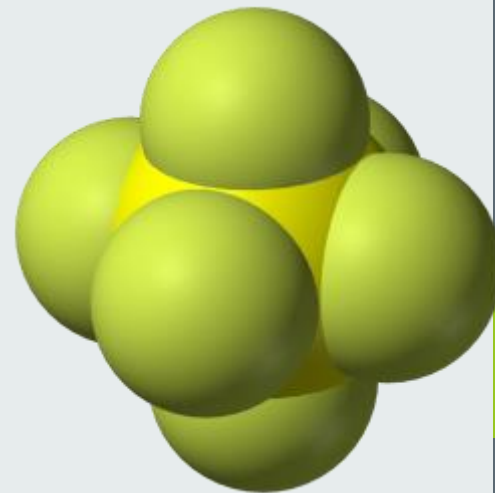
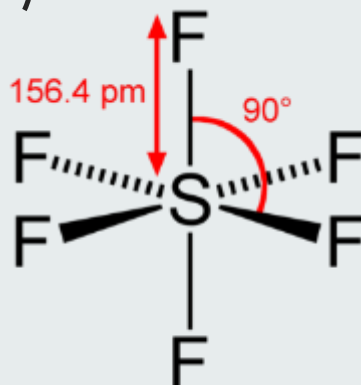
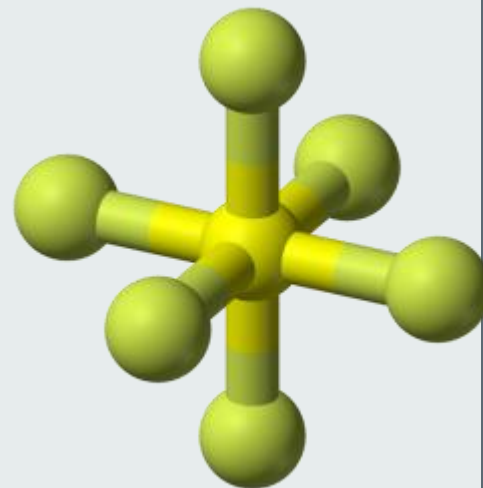


- megfelelő szigetelés
- oltókamrás kivitel
- motoros hajtás a hajtásszekrényben
- egyenáramú vezérlés
- akkumulátoros üzembiztosítás
 - legalább 24 órás áthidalási idővel
- akkumulátortöltő
- zárlatérzékelő egység – fázis és földzárlatok megkülönböztetése és állomási szintig a terhelési áramok értékeinek figyelése
- Általában rádiós kommunikáció – pl 450 MHz- en
- túlfeszültség-védelem: túlfeszültség korlátozók
- feszültség alatti munkavégzésre alkalmas konstrukció

A KÉN-HEXAFLUORID TULAJDONSÁGAI ÉS KEZELÉSE

Az SF₆ gáz - alapvető tulajdonságok

- SF₆ – kén-hexafluorid
- Szervetlen vegyület – természetben nem előforduló, mesterséges anyag
- Oktaéderes molekulaszervezet
- Hat fluoratom kapcsolódik egy központi kénatomhoz
- Színtelen, szagtalan nem mérgező és nem gyúlékony
- A levegőnél ötször nagyobb sűrűség jellemzi (6,14 kg/ m³)



Az SF_6 gáz – Ívmegszakítással kapcsolatos tulajdonságok

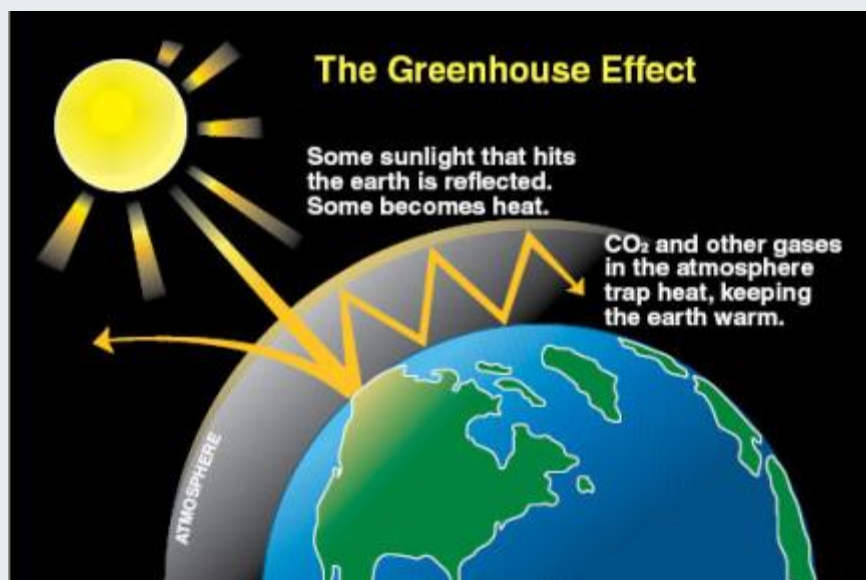
- A megfelelő nyomáson (1-6 bar) a levegő villamos szilárdságánál körülbelül 2,5-3-szor nagyobb villamos szilárdsággal rendelkezik.



- **Kiváló villamos szigetelő** – Nagy zárlati teljesítményű hálózatok megszakítóiban is alkalmazható
- Hővezetőképessége 2000 K környékén körülbelül 10-szerese a nitrogénének.
- A kén-hexafluoridban égő ív azonos gáznyomás és áramerősség esetén jóval kisebb átmérőjű, mint levegőben. Az ív kialvásakor a gáztér ionjainak rekombinációja gyorsabb és a gáztér villamos szilárdsága sokkal gyorsabban tér vissza
- Erős elektronegatív gáz, emiatt gyorsan tud visszatérni szigetelő állapotba (meredekebb VSF esetén is sikeres ívoltagezés)

Az SF₆ gáz – negatív tulajdonságok

- Könnyen szabaduló, könnyen elszökő gáz, kis mértékben oldódik vízben és igen jó infraelnyelő, ezért potenciálisan üvegházhatású gáz.
- A természetbe kerülése után hosszú ideig az atmoszférában marad.
- A kén-hexafluorid a legerősebb ismert üvegházgáz, a GWP-jét kb. 22000-re teszik



Az SF₆ gáz – negatív tulajdonságok

- Az SF₆ gáz élettanilag inert gázként ismert, egyedül zárt térben felhalmozódva okozhat fulladást (sűrűség!)
- Bomlástermékei, amelyek elektromos kisülések (pl.: ív, szikra, korona) hatására keletkeznek viszont erősen mérgezők

(például : S₂OF₁₀, CF₄, COF₂, F₂, HF, H₂S, NF₃ stb.)

- IDLH (immediately dangerous to life of health) érték egyes esetekben nagyon kicsi
Oxigén-difluorid (F₂O): 0,5 ppm
Kén-pentafluorid (S₂F₁₀): 1 ppm

Az SF_6 gáz – negatív tulajdonságok

- Az SF_6 gáz élettanilag inert gázként ismert, egyedül zárt térben felhalmozódva okozhat fulladást (sűrűség!)



Az SF₆ gáz – kezelés

- Az üvegházhatást okozó hatása miatt kizárólag zárt rendszerekben alkalmazható
 - Elhasználódása esetén le kell szivattyúzni az adott berendezésből és gondoskodni kell a megfelelő tárolásról, lebontásról
 - Minden, SF₆-ot meghatározott mennyiség fölött alkalmazó cégnek nyilvántartást kell vezetnie az éves elhasznált mennyiségről, a berendezésekben lévő gáz tömegéről és a szivárgásokból származó kibocsátásokról
 - Törekedni kell a gáz újrahasznosítására (gáztisztító berendezések)
- Mérgező bomlástermékei miatt a szakszemélyzet különleges védelmére van szükség
 - Speciális munkafolyamatok:
 - Gáz leszivattyúzása (közel vákuumra)
 - Ipari, vegyi anyagok szűrésére alkalmas porszívóval a gáztér megtisztítása a bomlástermékektől
 - Védőfelszerelések: erre a célja alkalmas védőszemüveg, kesztyű, maszk

Az SF₆ gáz – a kép árnyalása

Üvegházhatást okozó volta miatt a villamosenergia-ipart leszámítva szinte minden területen betiltották vagy elhanyagolható szintűre csökkentették az alkalmazását. A villamos készülékek esetében azonban mindeddig nem találtak olyan anyagot, amellyel helyettesíteni lehetne.

Mivel az SF₆-ot kizárólag zárt rendszerű készülékekben használják, ideális esetben, nincs kibocsátás a környezetbe.

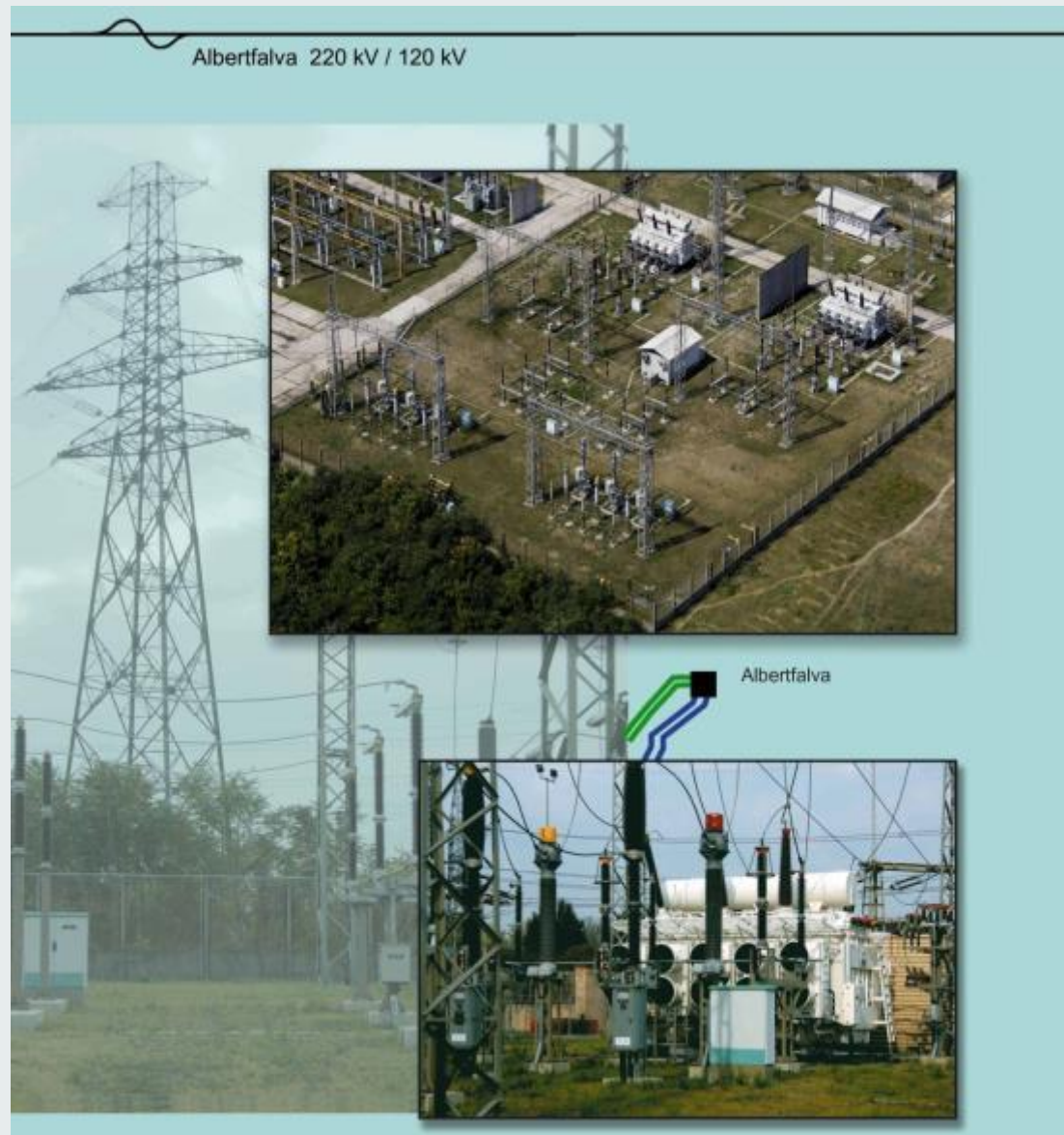
A mai modern technológia segítségével, megfelelő felügyelet és karbantartás mellett a gáz levegőbe távozása minimálisra csökkenthető, hatása az egyéb környezetkárosító tényezők hatásához képest eltörpül.

Az SF₆ gáz – a kép árnyalása

- A mai SF₆-os technológiákat figyelembe véve a teljes élettartam alatt okozott globális felmelegedésben is kisebb környezeti hatása van az SF₆-os berendezések alkalmazásának.
- Az SF₆ gázos berendezések élettartama akár 10 évvel is nagyobb lehet egy hasonló, légszigetelésű berendezésénél.
- Az SF₆ sokkal jobb szigetelő és ívmegszakító képességgel bír, így sokkal kompaktabb, kisebb anyagigényű alállomások építhetők.
- A jelentősen kisebb méreteknek köszönhetően a kén-hexafluoridos alállomások közelebb vihetők a fogyasztókhoz. Mivel a 110/20 kV-os transzformátorok elhelyezhetők a belvárosban, az energia nagyfeszültségen, kisebb veszteséggel érkezik a fogyasztókhoz.
- A mai SF₆ gázos berendezésekkel akár 20-30 %-kal kevesebb energiavesztéssel szállítható az energia a fogyasztókhoz, mint légszigetelésű berendezésekkel
- (ez természetesen nem jelenti azt, hogy ne keressünk még környezetbarátabb helyettesítő technológiát)

Köszönöm a figyelmet !

- Május 15-i óra
Albertfalva
alállomás
meglátogatása!



Irodalomjegyzék, videók

- Dr. Koller László, Novák Balázs: VER villamos készülékei és berendezései - BMEVIVEM177 – TÁMOP jegyzet, 2010 Budapest
- Dr Koller László: Nagyfeszültségű kapcsolóberendezések
- SIEMENS 3AP1-FG kezelési útmutató megszakító gépkönyv
- Schneider MG075 kezelési útmutató, gépkönyv
- Schneider PM6 kezelési útmutató, gépkönyv
- Elektrotechnika folyóirat 2000. 93. évf. 2. szám
- Elektrotechnika folyóirat 1995. 88. évf. 7. szám
- http://climatecommission.gov.au/wp-content/uploads/greenhouse_effect2.jpg
- <http://www.youtube.com/watch?v=zJR29xD7xIk>
- <http://www.youtube.com/watch?v=d2vlibZPi3w>
- <http://www.youtube.com/watch?v=1PJTq2xQiQ0>

Nagyfeszültségű berendezések diagnosztikája

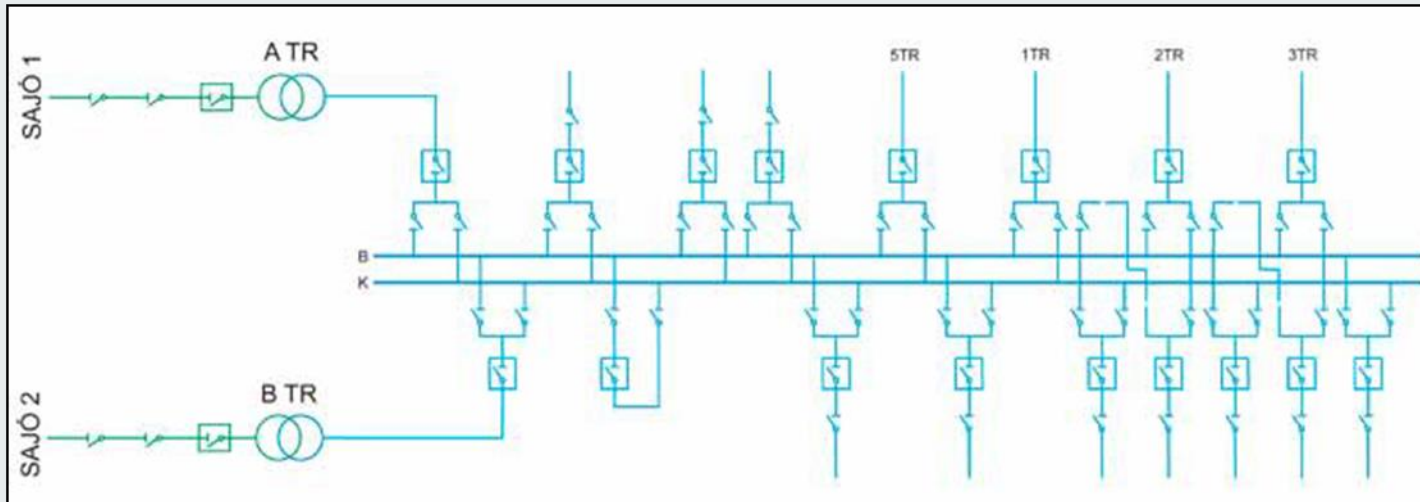


Villamos kapcsolókészülékek
Cselkó Richárd



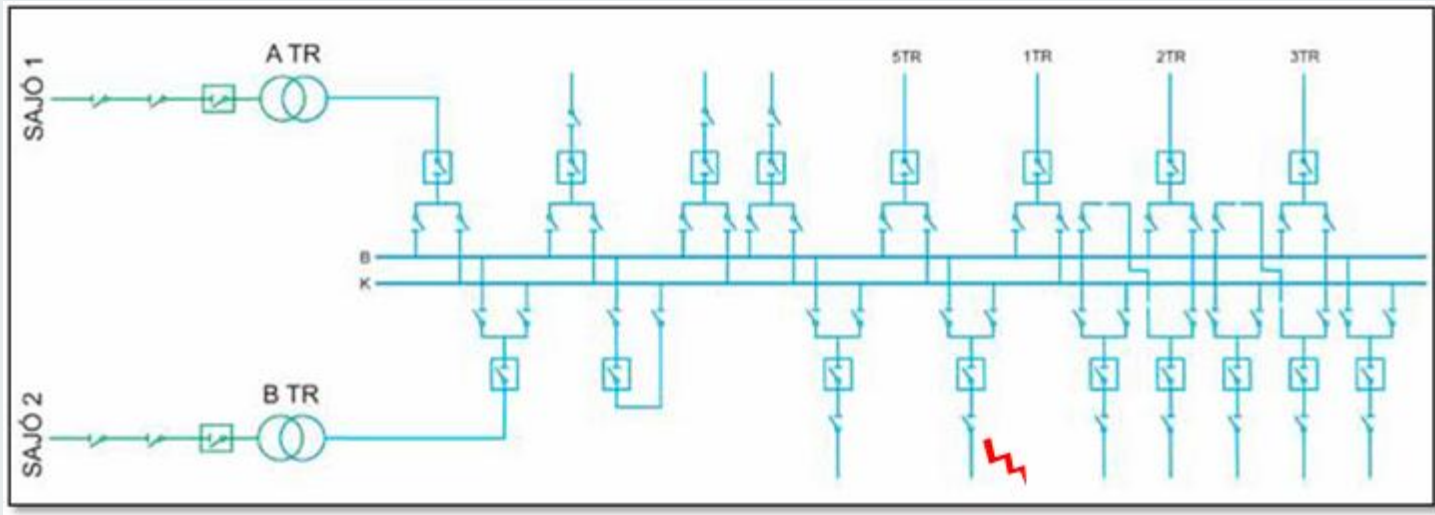
A diagnosztika fontossága

- Miért nagyon nagy baj, ha meghibásodik egy megszakító?



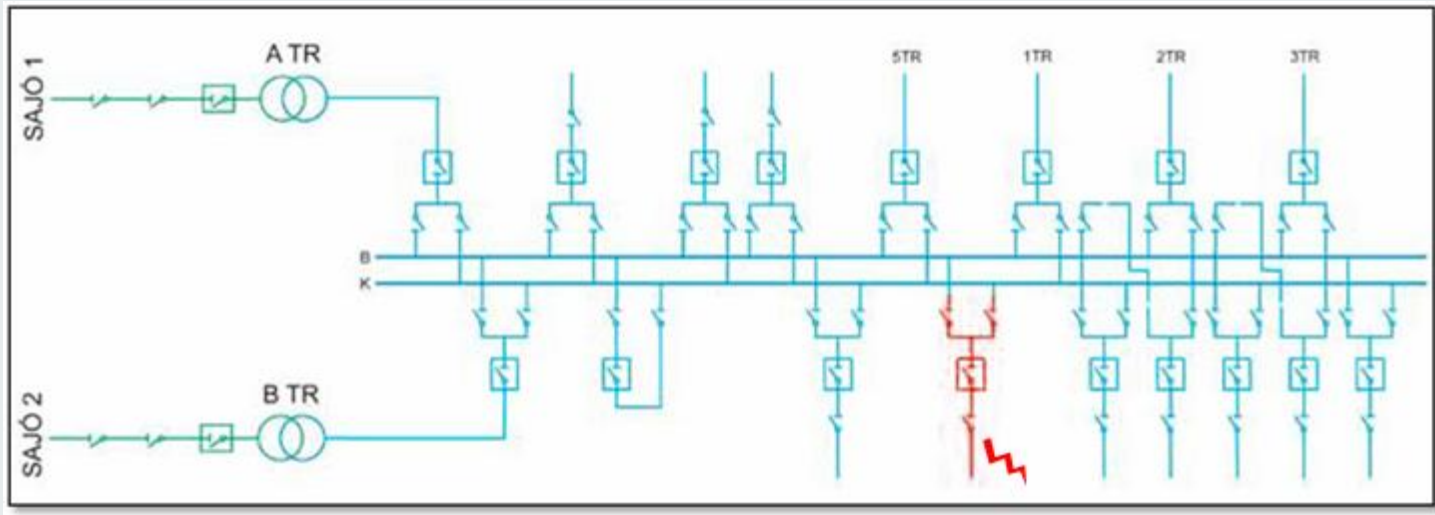
A diagnosztika fontossága

- Miért nagyon nagy baj, ha meghibásodik egy megszakító?



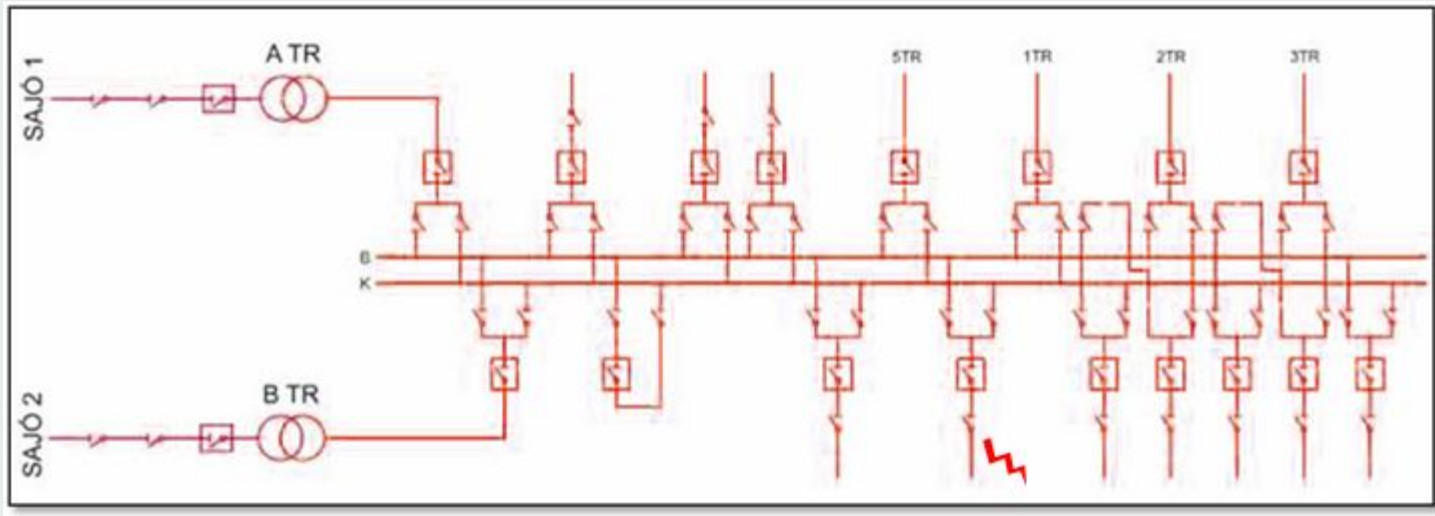
A diagnosztika fontossága

- Miért nagyon nagy baj, ha meghibásodik egy megszakító?



A diagnosztika fontossága

- Miért nagyon nagy baj, ha meghibásodik egy megszakító?



- Egy kisebb körzetet érintő meghibásodás helyett a teljes állomás leül, nagy kiterjedésű feszültségkimaradás következhet be és az átviteli hálózat üzembiztonsága is csökken

A diagnosztika célja távoli megközelítésből

- Eszközgazdálkodás (asset management) része
- Ez alapozza meg a karbantartási és csere döntéseket
- Az asset menedzsment célja, hogy egy **teljes eszközcsoportra** az **elvárt megbízhatósági szint** figyelembe vételével meghatározza a **szükséges ráfordításokat** és ezen belül meghatározza a **karbantartások és beruházások hosszú távon** fenntartható egyensúlyát.
 - Meghibásodás kockázata mindig fennáll
 - Nem lehet az összes meghibásodás elkerülése a cél
 - Üzemeltetői pénzügyi célok
 - Fogyasztói pénzügyi célok

Diagnosztika célja

- A VER kapcsolóberendezései:
 - Stratégiai fontosságúak
 - Drágák
- A karbantartás:
 - Önmaga is drága
 - Fontos, hogy a megfelelő eszközökre költünk a véges kereteket
 - Prioritást kell felállítani → melyiket újítsuk fel/cseréljük le?



Karbantartási stratégiák



Diagnosztika eredményének felhasználása állapotfüggő karbantartás megalapozására

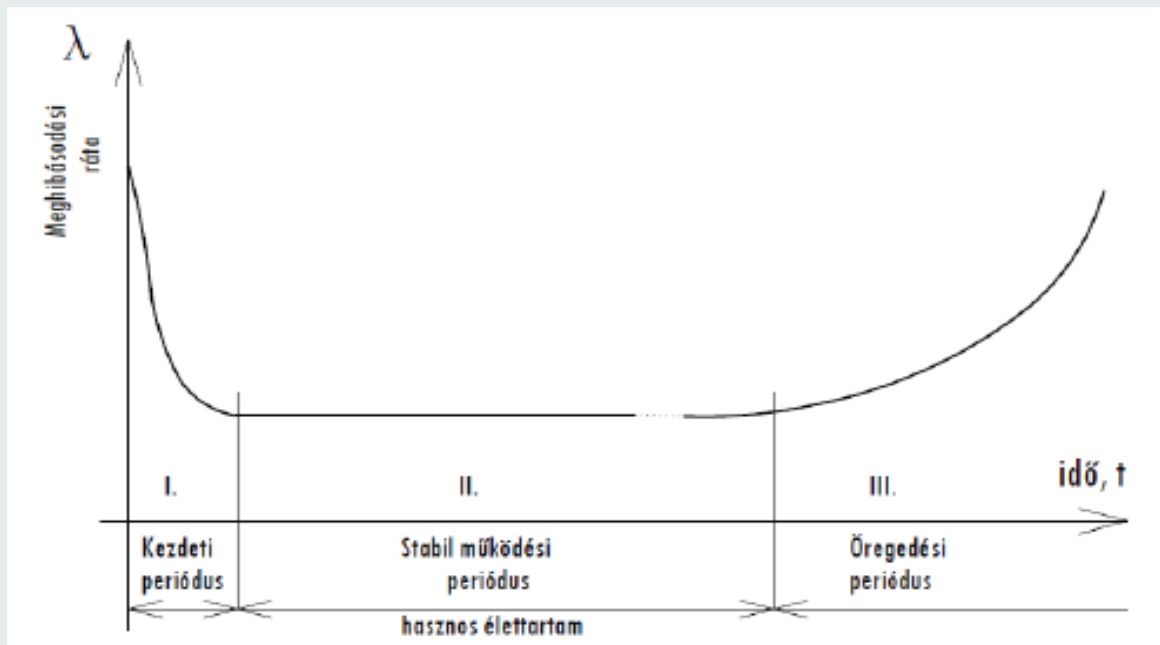
- A diagnosztika feladata, hogy az egyes meghibásodások kockázatára felhívja a figyelmet
- Ha sok eszközt kell összehasonlítani, akkor az egyes mérések eredményét állapottényezővé szokták integrálni
 - Tkp. egy szám, ami jellemzi az állapotot
- A döntésekhez azonban ismerni kell a kritikussági tényezőt is → pl. hány fogyasztót érint a kiesés, van-e közöttük különösen érzékeny (pl. kórház vagy folytonos ellátást igénylő ipari fogyasztó)
- Ha sok eszközről van szó, akkor nem lesz homogén az információ rendelkezésre állása, tehát az állapot ismeretének megbízhatóságát is figyelembe kell venni



Felújítási, kicserélési prioritás

Meghibásodási valószínűség az élettartam folyamán

- Az eszközök életpályája az ún. kád-görbével jellemezhető
 - kezdeti periódus: gyermekbetegségek
 - stabil működési periódus: csak véletlenszerű hibák
 - öregedési periódus: öregedésből adódó meghibásodások



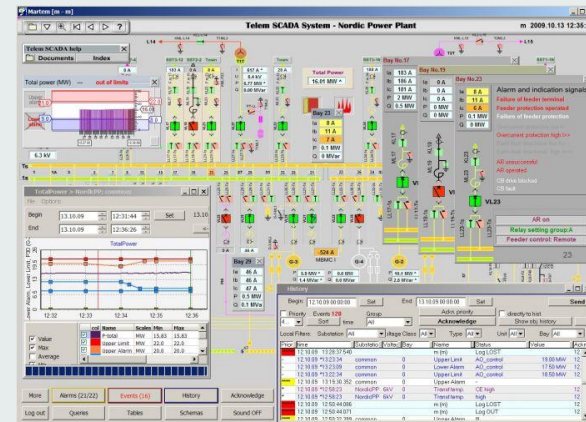
Beavatkozási lehetőségek az egyes szakaszokban

- Kezdeti periódus: gyermekbetegségek
 - Ezek elsősorban gyártáskor vagy telepítéskor keletkezett hibák
 - Megelőzhetőek részletes átvételi vizsgálatokkal, (beszerelés utáni működéspróbák, diagnosztikai mérések)
- Stabil működési periódus: csak véletlenszerű hibák
 - Jellegükből adódóan a véletlenszerű hibák ellen nem lehet védekezni (jellemzően extrém külső hatások miatt következnek be)
 - Normál karbantartás alacsonyan tudja tartani a hibák számát
- Öregedési periódus: öregedésből adódó meghibásodások
 - Az alkatrészek öregedése és kopása miatt egyre több hiba
 - A hibaszám kordában tartásához intenzív diagnosztika és karbantartás kell
 - A bekövetkezett hibák alapján előre becsülhető a szükséges beavatkozások trendje (pl. Weibull-eloszlással)

Megszakító menedzsment

Bemeneti paraméterek:

- Szabványok
- Gyártói ajánlások
- SCADA statisztikák
- Diagnosztikai jegyzőkönyvek
- Szemrevételezési eredmények
- Meteorológiai információk



Megszakító diagnosztika

- Oltó- és szigetelőközeg (Olaj/SF₆) állapota, mennyisége
- Vezetőképesség (érintkezők állapota)
- Szigetelőképesség
- Hajtás állapota, statikus és dinamikus mechanikai mutatók
- Kondenzátorok állapota
- Szekunder berendezések állapota
- Szemrevételezéses tapasztalatok

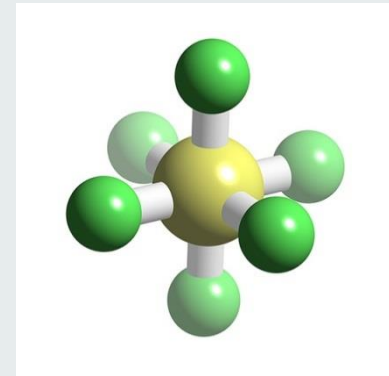
Oltóközeg

- Olajszigetelésű megszakítók:
 - átütési feszültség → milyen a szigetelőképessége?
 - hibagáz-analízis → milyen folyamatok mentek végbe?
- SF₆ szigetelésű megszakítók
 - szivárgás → összehasonlítás a legutóbbi méréssel
 - nyomás → elegendő? nincs robbanásveszély?
 - összetétel → nincs robbanásveszély?

Megszakító olajdiagnosztika

- Átütési szilárdság: 20..60kV (2.5cm síkelektrodaköz)
- Hibagáz-analízis [ppm]:
 - hidrogén, metán, etán, etilén, acetilén
 - szén-monoxid, szén-dioxid
 - nitrigén, oxigén
- Szemcsék: méret szerint csoportosítva [karát]
- Nedvesség [ppm]

SF₆ diagnosztika

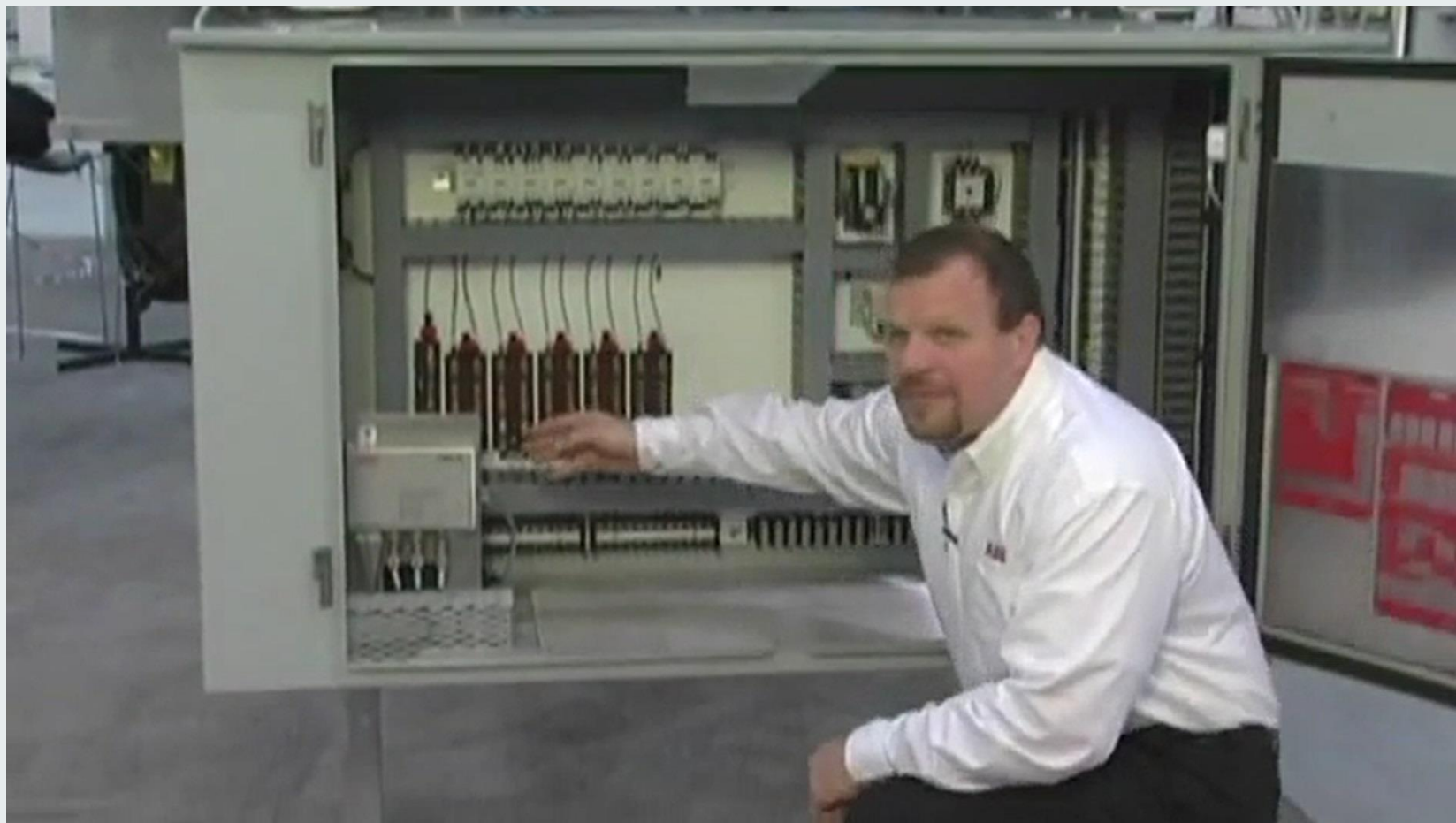


- Kitűnő dielektrikum
- Elektronegatív
- Kisülésekre nézve regeneratív
- Nagyfeszültségen az olaj kiváltására
- Alacsonyabb feszültségen is elterjedt
- A villamos ív hőmérsékletén reakcióba léphet:
 - atmoszférikus oxigénnel és vízzel
 - a megszakító szerkezet Teflonjából származó szénnel
 - a kontaktusokból származó wolframmal, rézzel és alumíniummal
- Szivároghat a berendezésből

SF₆ diagnosztika

- Mért jellemzők
 - Szivárgás ellenőrzés
 - Nyomás
 - Hőmérséklet
 - Százalékos összetétel
 - Harmatpont
 - SO₂ tartalom
 - Túlzottan sok bomlástermék azt jelzi, hogy túl hosszan áll fenn az ív, lassú a megszakítás

SF₆ szivárgás megelőzése



Szigetelőkéesség

- A megszakító feszültség alatt álló részei és a földelt részei, földelt fémtok közötti szigetelést biztosítani kell
 - Oltó- és szigetelőközeg
 - Távtartók (epoxi) → mechanikai tartást is biztosítani kell
- Szivárgóáram mérés
 - nedvesség
 - savasodás
- Részleges kisülések
 - Zárványok a távtartókon belül
 - Szálló részecskék
- Általános állapot
 - Kúszókisülések a szigetelők felületén

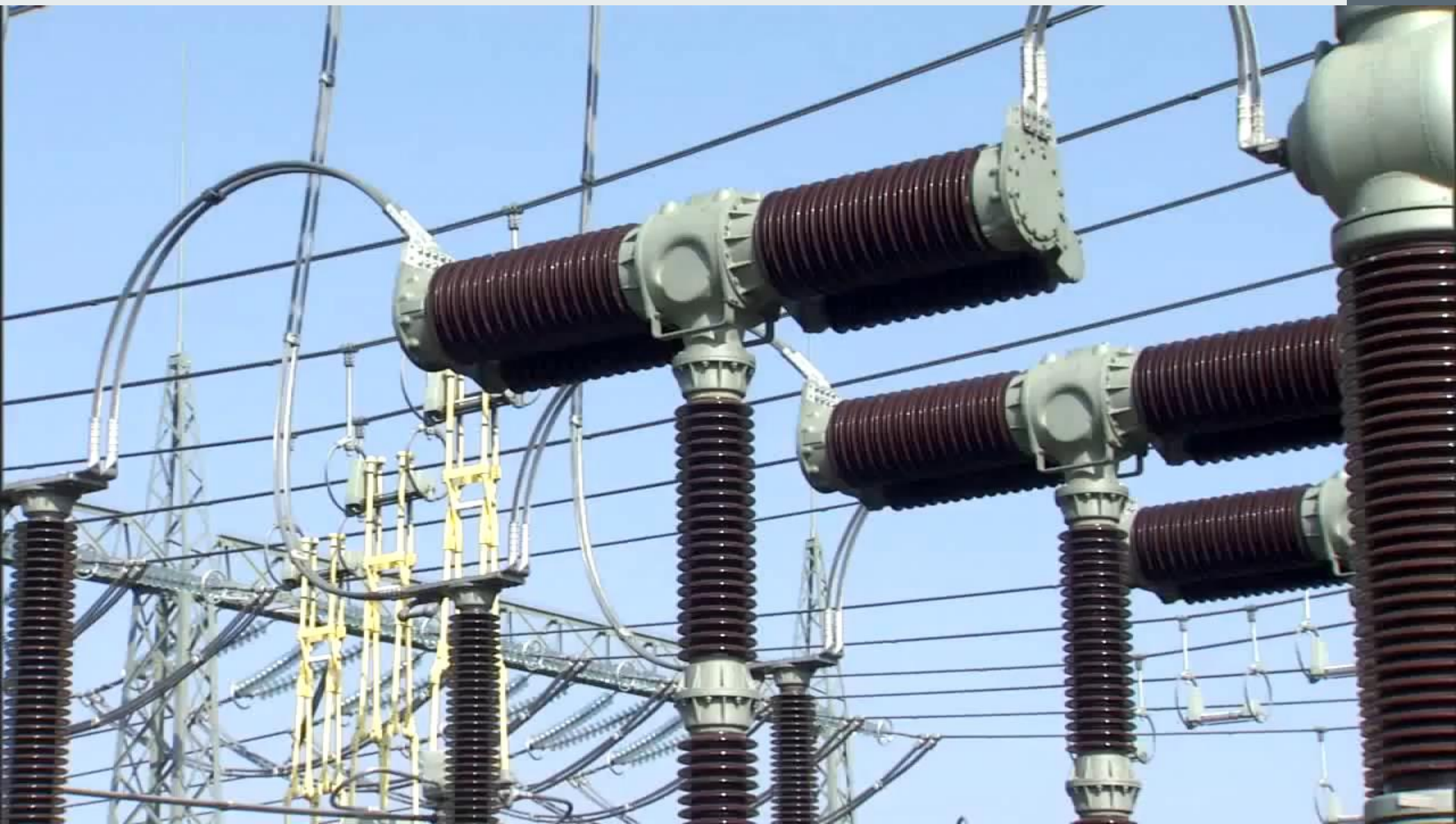
Szigetelőképeség – részkisülések mérése



When the sensor is held against the switchgear panels, the display shows the level of activity recorded

Átmeneti ellenállás

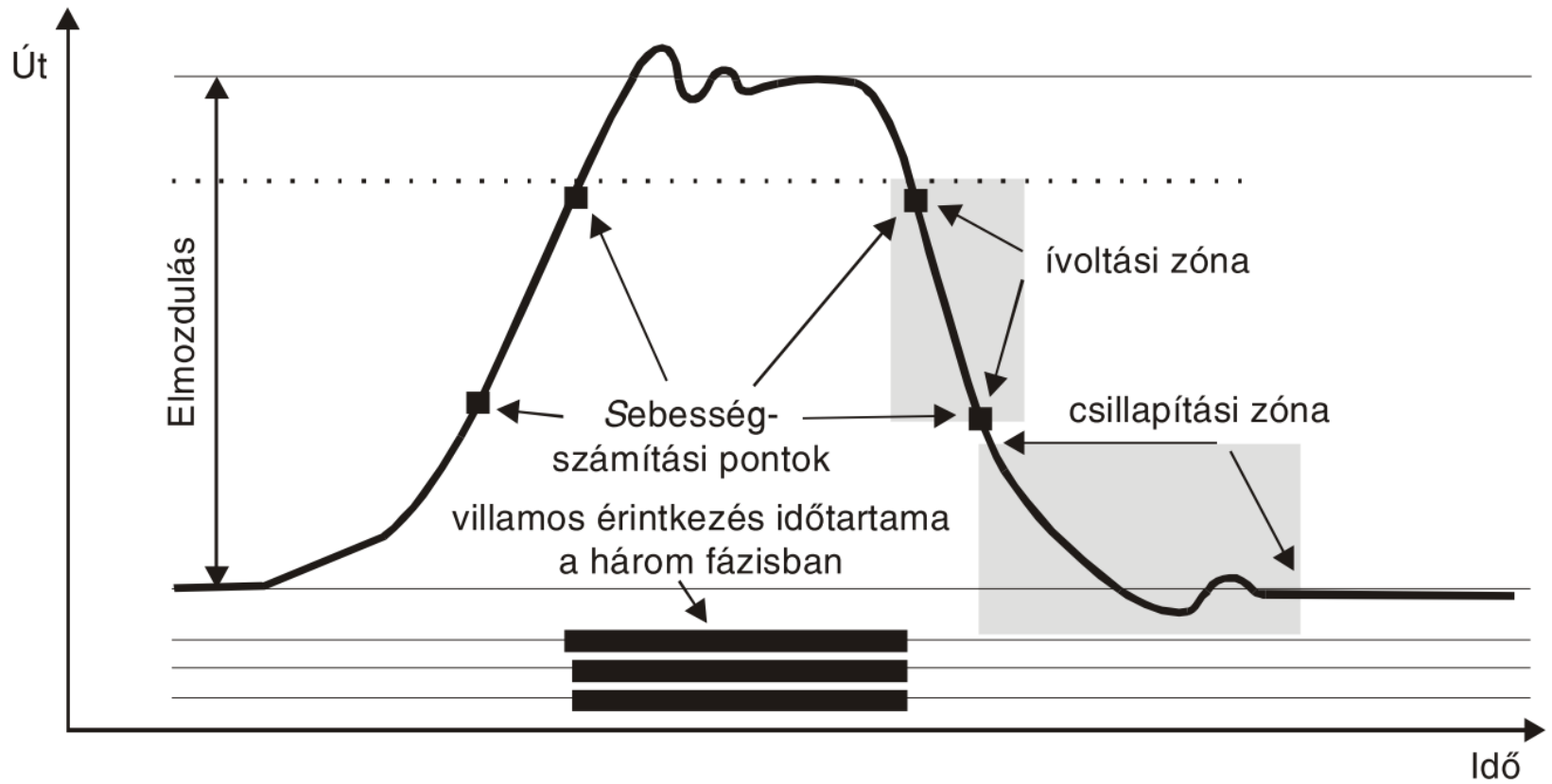
- Megnövekedésének veszélyei
 - Veszteség, hegedés
 - Korróziót vagy az érintkezők nem megfelelő beállítását jelzi
- Diagnosztika
 - Melegedésmérés előtt és utáni érték 20%-on belül legyen
 - A főérintkező ellenállása kisebb legyen, mint $50\mu\Omega$
- Statikus főáramköri ellenállás mérés: 50A és a névleges áram közötti egyenáram áthajtása a zárt érintkezőkön, majd feszültségesésből az átmeneti ellenállás számítása (négyvezetékes mérés)
- Dinamikus ellenállás mérés: ki- vagy bekapcsolási művelet folyamán mérik
 - Az áramvezetésben részt vevő érintkező elemek diagnosztikai vizsgálatra alkalmas
 - Pl. ívhúzó érintkező fogyása



Mechanikai paraméterek, hajtás

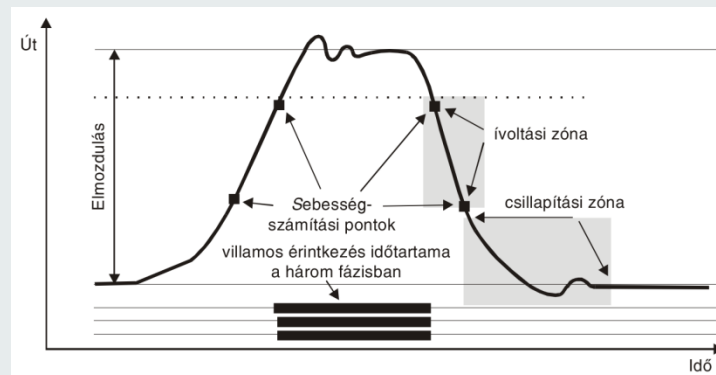
- Kiemelt fontosságú, a súlyos meghibásodások bő kétharmada mechanikai meghibásodás
- Statikus paraméterek
 - Érintkezők beállítása (átmeneti ellenállásban is megjelenhet)
- Dinamikus paraméterek: út-idő diagram
 - Kikapcsolási idő
 - Bekapcsolási idő
 - Együttfutás
 - Érintkezők túlfutása, csillapítás
- Motor állapota
 - Felhúzási idő
 - Árammérés : van-e szorulás a mechanizmusban, kell-e kenés

Mechanikai paraméterek, hajtás



Mechanikai paraméterek, hajtás

- Íváltáskor megfelelő sebességgel kell mozogniuk az érintkezőknek
- Amikor belépünk a csillapítási zónába, már nem szabad visszagyújtania az ívnek
- Mozgásdiagramból kiolvasható paraméterek
 - A kapcsolási út
 - A mozgóérintkező behatolási mélysége az állóérintkezőbe
 - Az érintkező túlfutása
 - A görbe két, megadott pontja között számítható az átlagsebesség
- Korszerű berendezéseknél a mérés az oltótér bontása nélkül elvégezhető
- Jellegzetes mérések: kikapcsolás, bekapcsolás, bekapcsolás-kikapcsolás, kikapcsolás- Δt -bekapcsolás-kikapcsolás



Mechanikai paraméterek, hajtás

- Önidők mérése
 - Ki önidő: külső vezérlő impulzus kiadásától a megszakító főérintkezőinek villamos szétválásáig eltelt idő
 - Be önidő: külső vezérlő impulzus kiadásától a megszakító főérintkezőinek villamos érintkezéséig eltelt idő
 - Valós bekapcsolásnál a közeledő érintkezők közötti átütés, kikapcsolásnál az ívmegszakítás ideje módosítja
- Együttfutás mérése
 - Kikapcsolásnál nem egyszerre szakad meg az áram, aszimmetrikus viszonyok maradnak, általában súlyosbítva a körülményeket
 - Bekapcsolásnál előátívelés jöhet létre, hasonlóképpen aszimmetrikus viszonyok miatt kedvezőtlen helyzetet eredményezve
- Csillapítás mérése: a nagy sebességre felgyorsított érintkezőket a megfelelő helyen meg kell állítani

Megszakítók diagnosztikája



Egyéb vizsgálatok

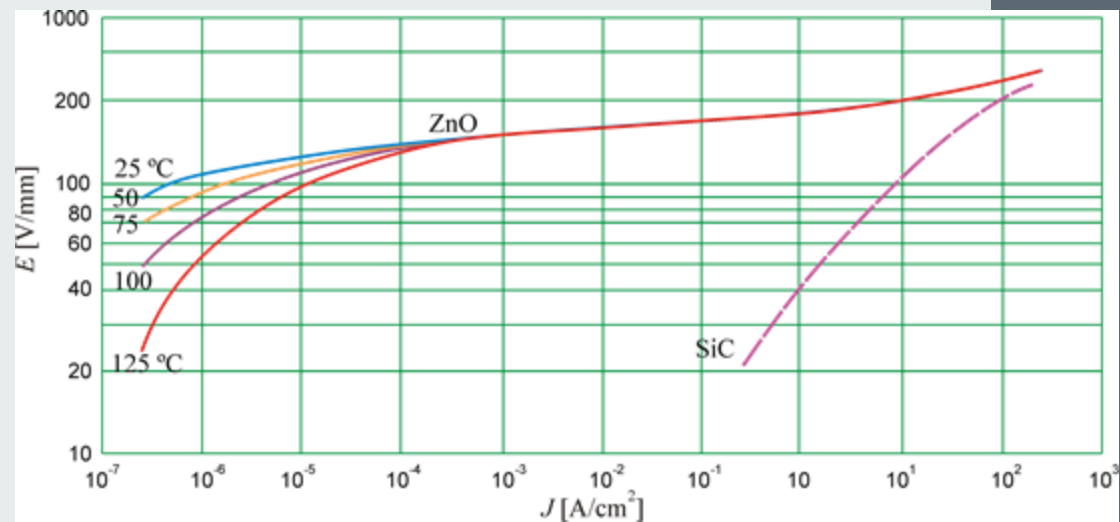
- Termovízió
 - Előtte megfelelő nagyságú árammal kell meghajtani az érintkezőket
 - Érintkezőkre: alumínium, réz kisebb, mint 75°C ; ezüst kisebb, mint 105°C
 - Vezetőkre: alumínium, réz kisebb, mint 90°C ; ezüst kisebb, mint 125°C
- Rezgésmérés
- Kondenzátor ellenőrzése
 - Kapacitás $\rightarrow$ milyen mértékben változik?
 - Veszteségi tényező $\rightarrow$ milyen mértékben melegszik?
 - Részleges kisülések $\rightarrow$ zárványok? gyenge pontok?
- Szekunder és egyéb berendezések
 - Szemrevételezés
 - Általános állapot
 - Csatlakozások állapota

Szakaszolók

- Sokkal egyszerűbb felépítés és feladatok, mint megszakítóknál
→ diagnosztika is sokkal korlátozottabb terjedelmű
- Szemrevételezés
 - gyakorlatilag minden lényeges része látható és ellenőrizhető
 - érintkezők elhasználódása, leégése
 - szigetelők, szerelvények ellenőrzése (repedések, sérülések, törések)
- Érintkező kopás mérése
- Kontaktusnyomás ellenőrzése
- Érintkező beállítás és állapot ellenőrzése statikus átmeneti ellenállás méréssel (ugyanaz, mint megszakítónál)
- Hajtás ellenőrzése (gyakorlatban: próbaműködtetések)

ZnO túlfeszültségkorlátozók diagnosztikája

- ZnO önmagában is nagyon nemlineáris ellenállású anyag
- más fénoxidok is használhatók

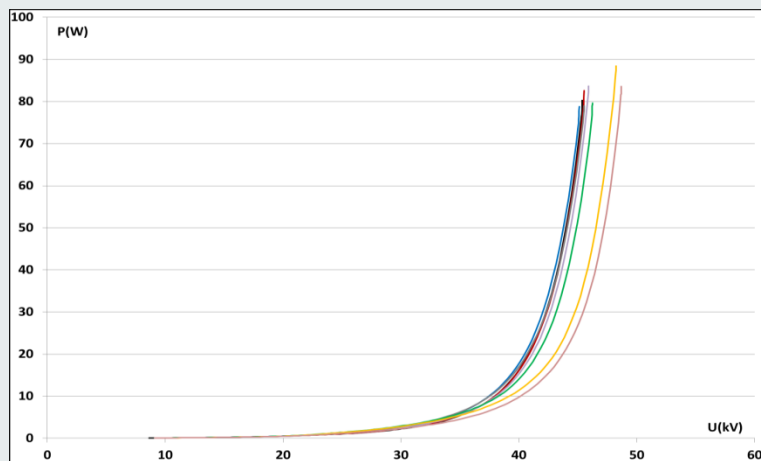


ZnO túlfeszültségkorlátozók diagnosztikája

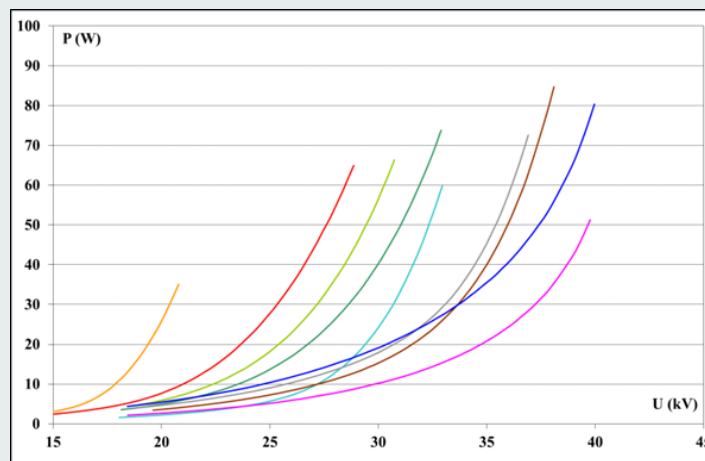
- normál üzemi állapot (üzemi feszültség) és a levezetés állapota, illetve a közöttük lévő átmenet lehetőséget teremt diagnosztikai mérésekre
- Névleges feszültség 40...100%-a között mérhető jellemzők:
 - szivárgási áram effektív értéke (online mérésre is alkalmas)
 - szivárgási áram 3. felharmonikusának értéke
 - teljesítményveszteség értéke
 - teljes felharmonikus tartalom (THD) értéke
- Ezek diagnosztikai értékei mind a korlátozó üzemi feszültségen és levezetéskor mutatott viselkedésének különbözőségéből adódnak

ZnO túlfeszültségkorlátozók diagnosztikája

- Üzemi feszültség $\rightarrow$ a ZnO szemcsék közötti kapacitív áram dominál
- Feszültségemelkedés $\rightarrow$ elkezd vezetni, az áram egyre inkább rezisztív jellegűvé válik, emiatt a veszteségi teljesítmény is növekszik
- Feszültségfüggő méréseknél nemlineáris, jól kivehető könyökponttal rendelkező karakterisztikának kell adódnia
- Több „pogácsából” álló korlátozóknál egy-egy pogácsa hibája is megmutatkozik



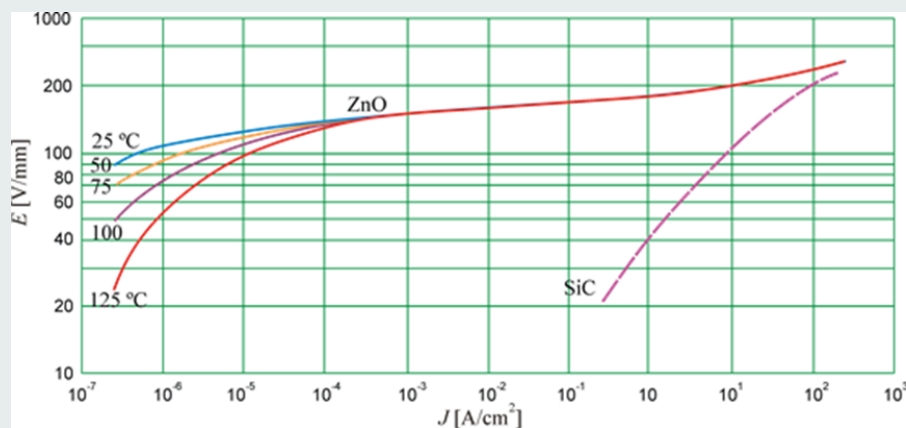
Jó korlátozó P(U) diagramja



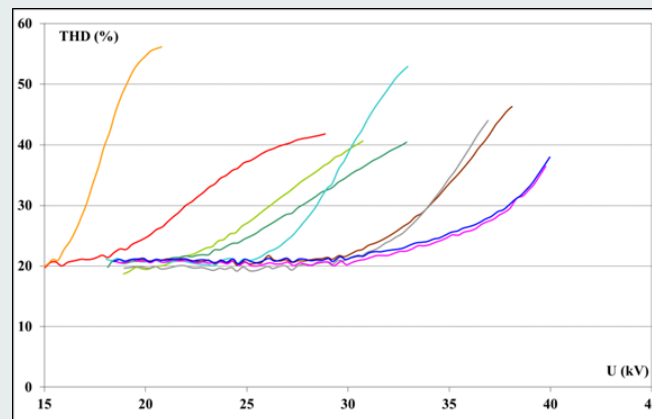
Hibás korlátozó P(U) diagramja

ZnO túlfeszültségkorlátozók diagnosztikája

- 3. felharmonikus és THD mérés
 - a korlátozó nemlineáris hálózati elem
 - a felvett áramra nem csak az a jellemző, hogy a növekvő feszültséggel nő a csúcsértéke, hanem – nemlineáris jellegéből adódóan – egy perióduson belül is függ a pillanatnyi felvett áram és a pillanatnyi feszültség aránya, azaz torzult, felharmonikus tartalommal bíró áramot fog felvenni
 - a felharmonikus tartalom feszültségfüggő mérése szintén megadja, hogy a korlátozó könyökpontja megfelelő helyen van-e



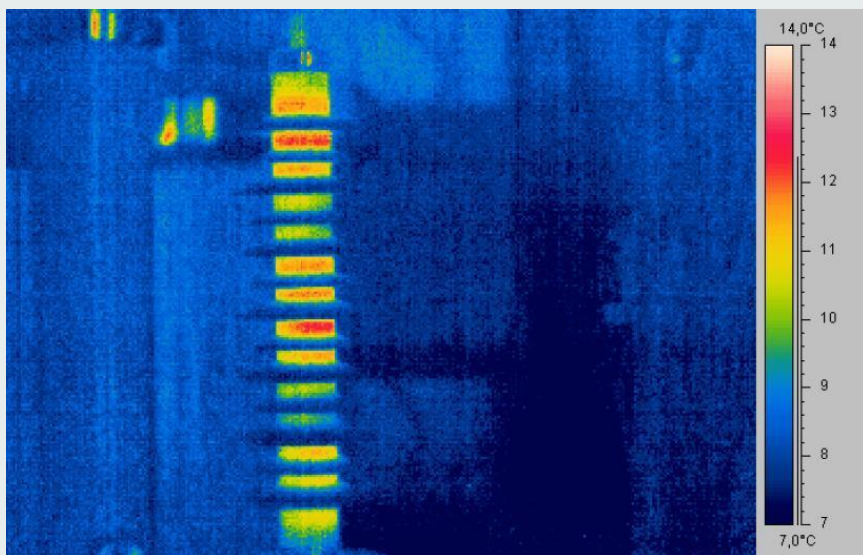
ZnO $J(E)$ görbéje



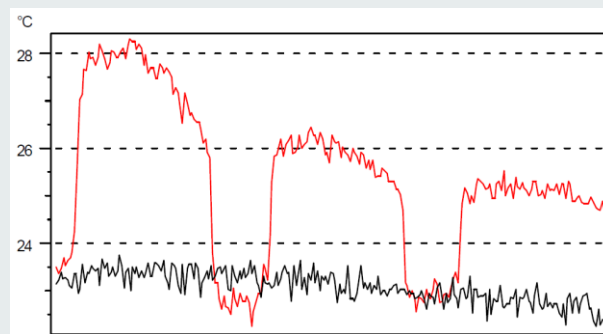
Hibás és jó állapotú
Korlátozók THD(U) diagramja

ZnO túlfeszültségkorlátozók diagnosztikája

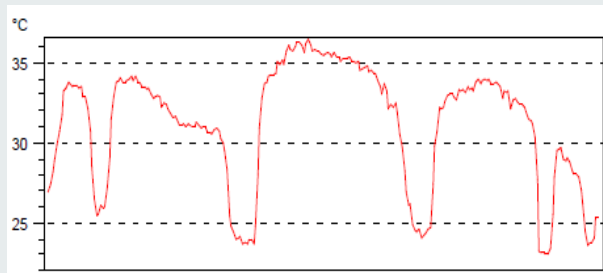
- Infravörös termográfia
 - az üzemi feszültségen átfolyó áram is okoz minimális hőmérséklet emelkedést
 - ki tudja mutatni, hogy a korlátozónak konkrétan melyik eleme hibásodott meg (a többenél csak összesített diagramokat kapunk!)
 - online mérésre is alkalmas, egyes esetekben a beépített hőérzékelő elemek miatt hőkamerára sincs szükség



Jó állapotú korlátozó hőkamerás képe

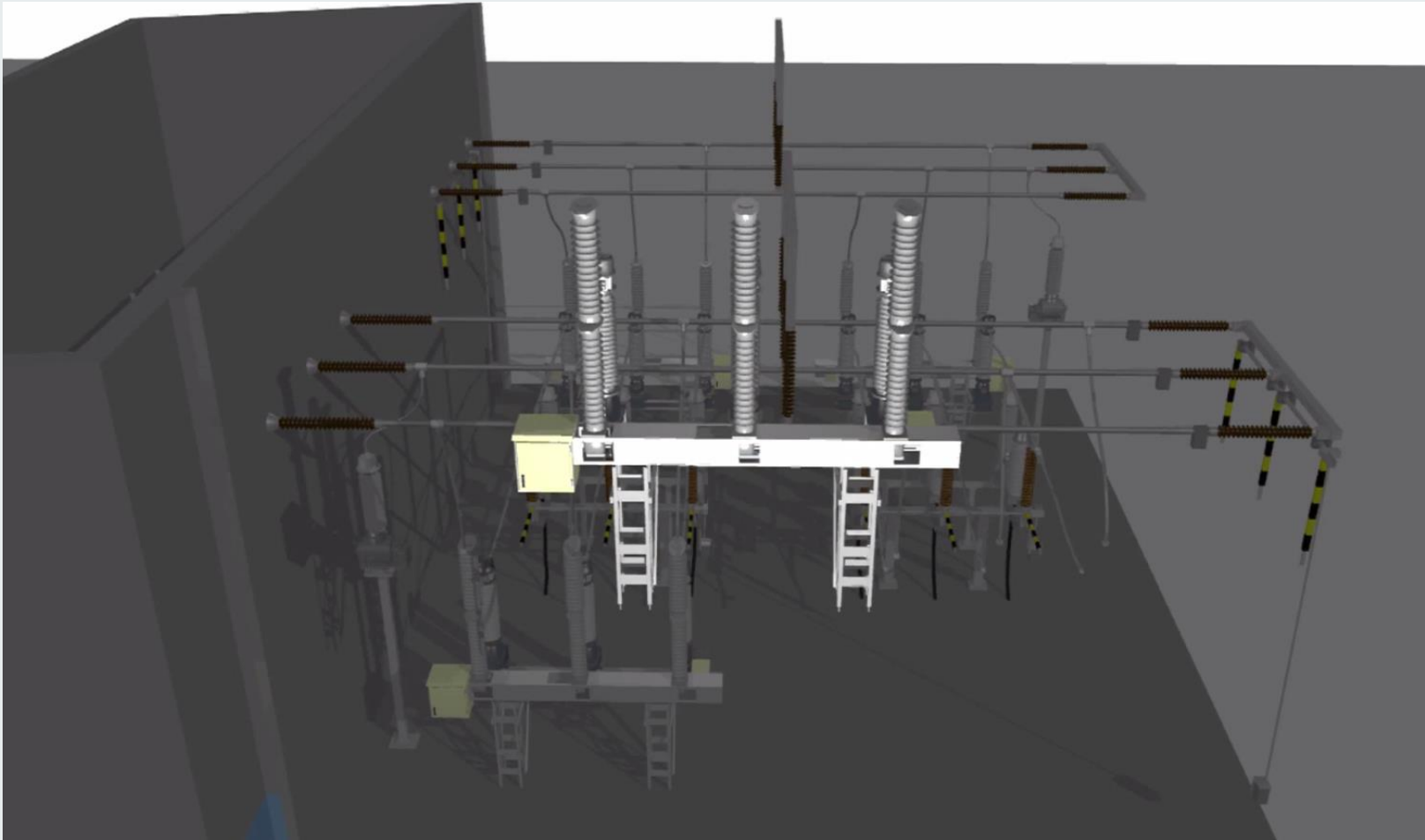


Megfelelő állapotú korlátozó hőmérsékleteloszlása



Hibás korlátozó hőmérsékleteloszlása

És hogy a diagnosztika és karbantartás se járjon kieséssel...



És hogy a diagnosztika és karbantartás se járjon kieséssel...



Köszönöm a figyelmet!

Az előadáson bemutatott videók

- Circuit breaker diagnostics
<http://www.youtube.com/watch?v=vCcvDZCJ6lk>
- How to Track & Reduce SF₆ Gas Emissions in Dead Tank Circuit Breakers
<http://www.youtube.com/watch?v=FcaHpFTKOL4>
- Live removal of a disconnecting link in a 132kV substation
<http://www.youtube.com/watch?v=VfwpF68Di8k>
- Handheld partial discharge TEV and acoustic sensor
<http://www.youtube.com/watch?v=OY9sDp7W0XY>
- Contact resistance measurements
<http://www.youtube.com/watch?v=c9mpMXZ1KOI>

Kisfeszültségű kapcsolókészülékek



- Alkalmazások
- Készülékek és kapcsolások
- Szabványok

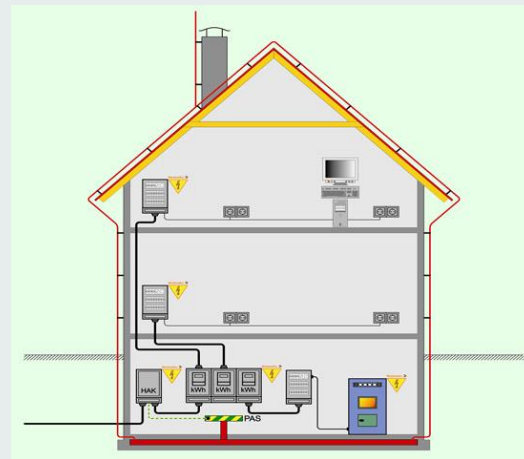


Villamos kapcsolókészülékek 2014
Cselkó Richárd

ALKALMAZÁSOK

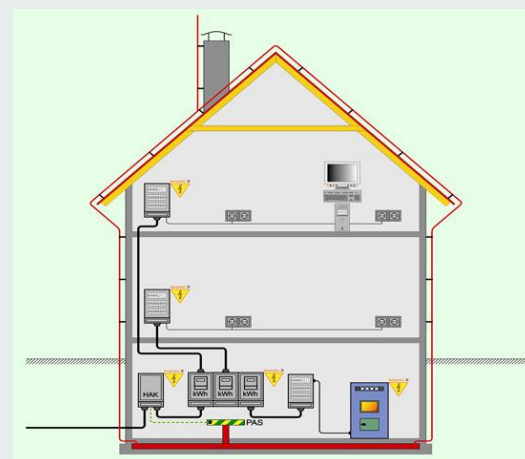
Alkalmazási területek

- Családi ház
- Irodaház
- Ipartelep



Családi ház

- Általában a mérőnél van az első túláramvédelmi szerv (kismegszakító)
 - Minősülhet tűzvédelmi főkapcsolónak is
- A lakáselosztóban az egész hálózatot ÁVK-val védetté tesszük
- Az elmenő áramkörök védelmét kismegszakítók végzik
 - Így áramütés ellen és zárlat ellen is védett lesz a hálózat
- Negatívum: ha az ÁVK működésbe lép bármelyik áramkörön, a kimaradás az egész házat érinteni fogja



Ipari létesítmény

- A főelosztóban általában kompakt megszakító/olvadó szakaszoló kerül elhelyezésre, mely az egész létesítmény áramfelvételét/védelmét így korlátozza
- Itt tűzvédelmi főkapcsolót kell elhelyezni, mely az egész épületet feszültségmentesíti. (kivétel azon fogyasztókat, melyek kiemelve, s tűz esetén is működniük kell: hő és füstelvezetés, légutánpótlás, stb.)
- A szelektivitást figyelembe véve innentől mindenféle készülék előfordulhat alkalmazási környezettől és szabványoktól függően



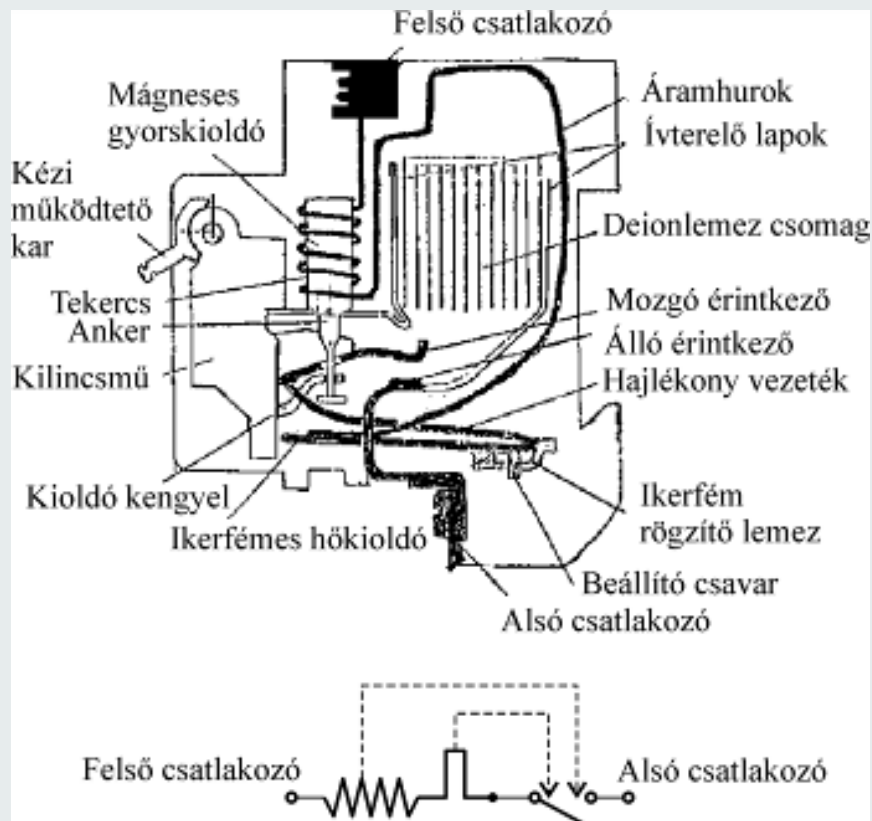
KÉSZÜLÉKEK ÉS KAPCSOLÁSOK

Készülékek és kapcsolások

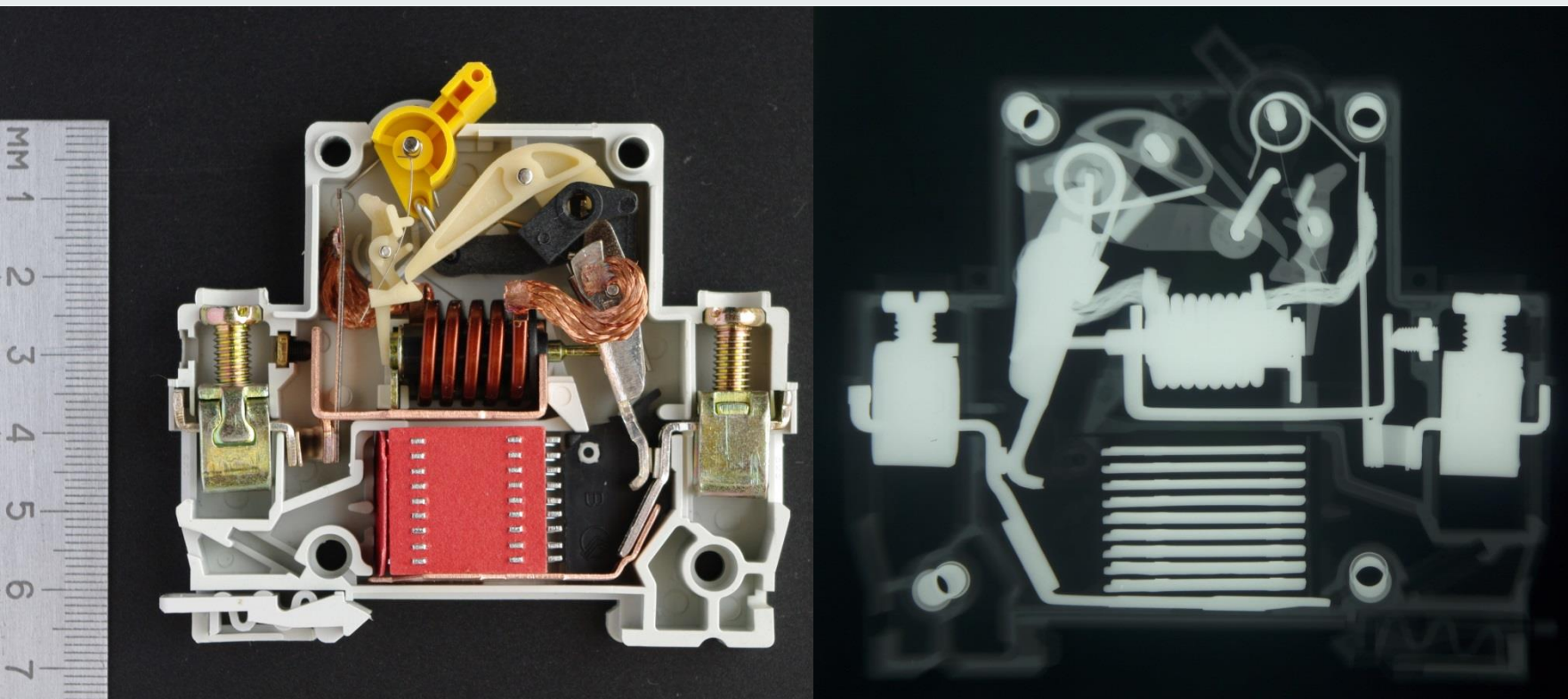
- Kismegszakító
- Olvadóbiztosító
- Áram-védőkapcsoló
- Túlfeszültség korlátozó
- Kontaktor
- Mágneskapcsoló
- Impulzusrelé
- Lépcsőházi időrelé
- Digitális kapcsolóóra
- Alkonykapcsoló
- Érintésvédelem
- Motorkapcsolások

Kismegszakító

- A kismegszakítók feladata a villamos hálózatokon zárlatból vagy túlterhelésből adódó meghibásodások kiküszöbölése. Túlterhelés esetében a kioldás ikerfémes hőkioldóval, zárlat esetén elektromágneses gyorskioldóval történik.
- Egyszerű beépíthetőség
- Kis névleges áramhoz ($I_e = 4 \dots 125 \text{ A}$) nagy zárlati megszakító képesség ($I_z = 3 \dots 25 \text{ kA}$) tartozik.



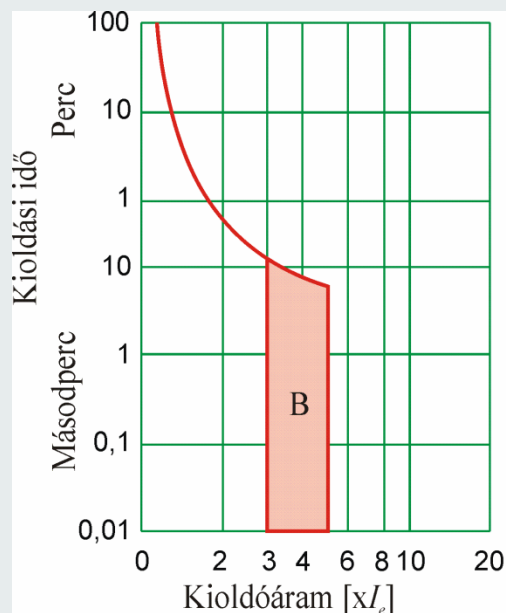
Kismegszakító



Kismegszakító

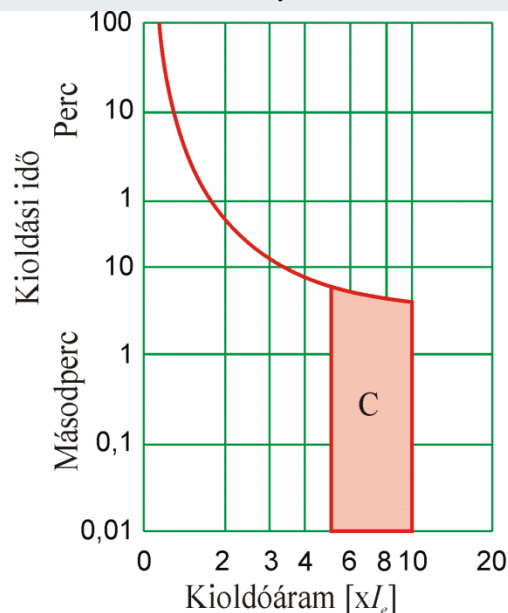
B jelleggörbe:

Főként vezeték- és kábelvédelem lakóépületeknél (világítási és dugaszoló aljzat áramkörök)



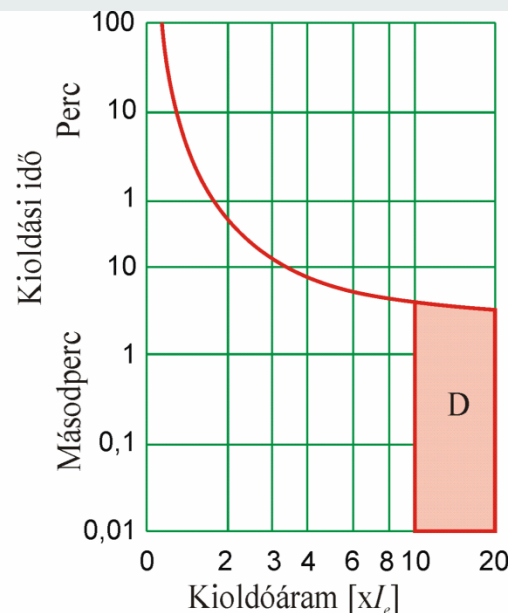
C jelleggörbe:

Nagy bekapcsolási áramfelvételű berendezések kábel- és vezetékvédelmére, háztartási célra (lámpacsoportok, motorok, stb.)



D jelleggörbe:

Igen nagy bekapcsolási áramfelvételű berendezések kábel- és vezetékvédelmére (hegesztő-transzformátorok, motorok, stb.)



Kismegszakító

Kiválasztás

- Meg kell határozni és ellenőrizni kell a megszakító **villamos, mechanikai** jellemzőit, **beépítési és környezeti feltételeit** a **működtetésre, vezérlésre és hajtásra** vonatkozó, valamint a **védelmekkel** kapcsolatos követelményeket.
- Megszakítók kioldóinak karakterisztikáit egyeztetni kell.

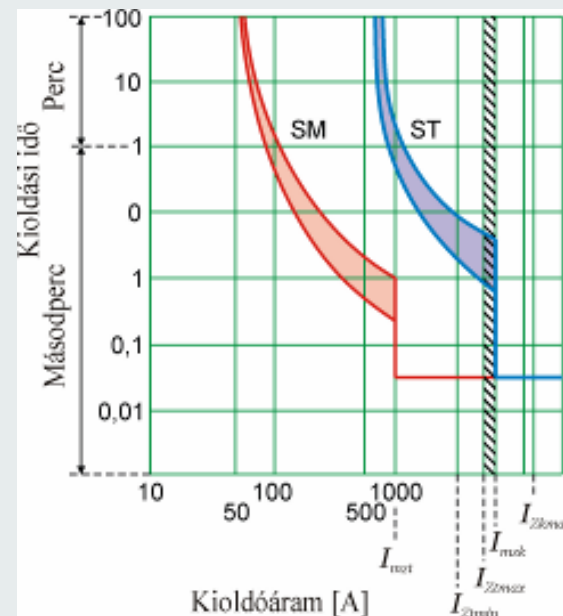
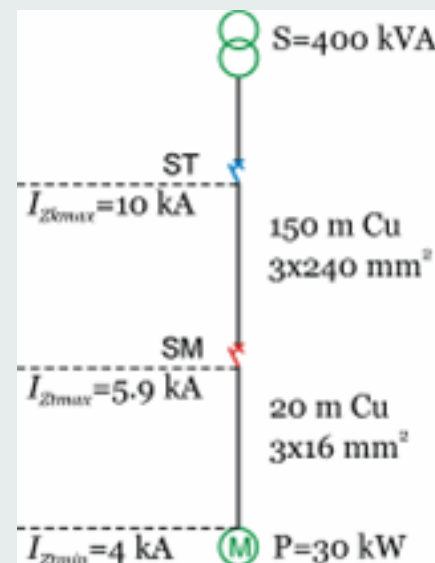
Szelektivitási módok:

- *Áramlépcsőzés*
- *Időlépcsőzés*
- *Gyorsvisszakapcsolással szelektáló rendszer*
- *Logikai szelektivitással működő rendszer*
- *Kaszádolás*

Kismegszakító

- **Áramlépcsőzés**

1. A tápponttól távolabbi megszakító I_{ztmin} legkisebb zárlati árama nagyobb legyen, mint ezen megszakító zárlati kioldójának I_{mzt} megszólalási árama ($I_{ztmin} > I_{mzt}$). Teljesül, mert $I_{ztmin} = 4 \text{ kA} > I_{mzt} = 1 \text{ kA}$.
2. A tápponttól távolabbi megszakító I_{ztmax} legnagyobb (kapocszárlati) árama megfelelő biztonsággal kisebb legyen, mint a tápponthoz közelebbi megszakító kioldójának I_{mzk} megszólalási árama ($I_{ztmax} < I_{mzk}$). Teljesül, a vizsgált esetben ($I_{ztmax} = 5,9 \text{ kA} < I_{mzk} = 6 \text{ kA}$).

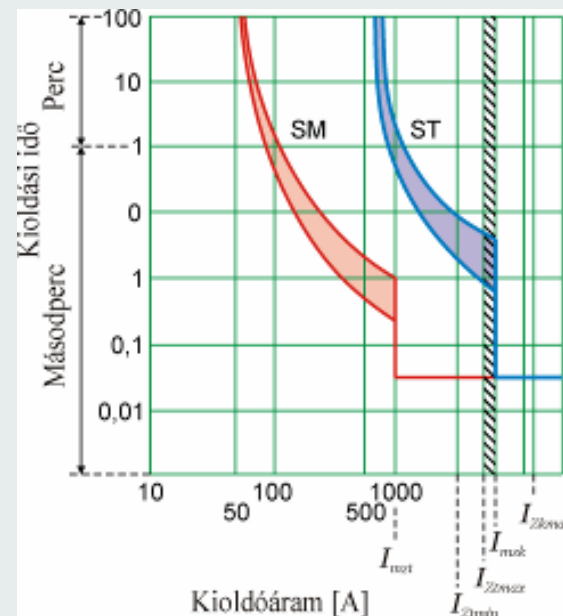
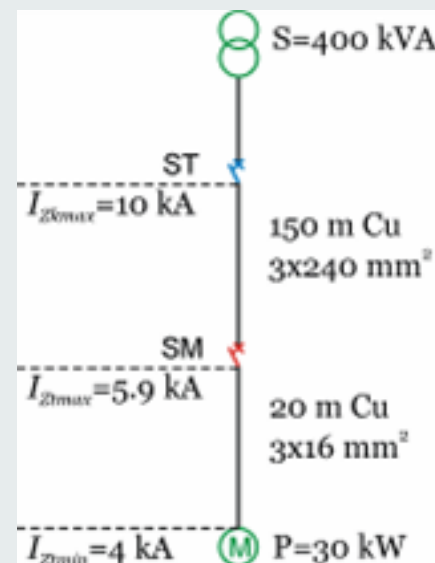


Kismegszakító

- **Áramlépcsőzés**

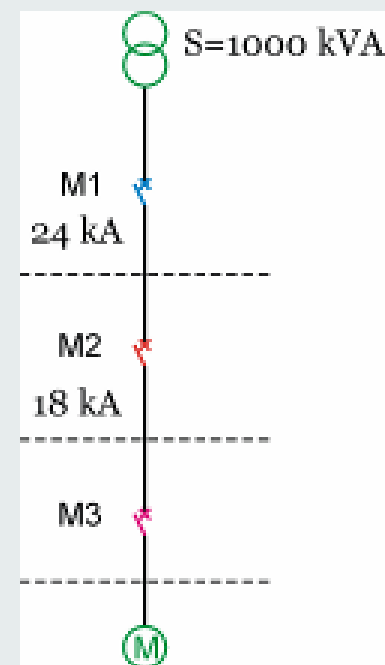
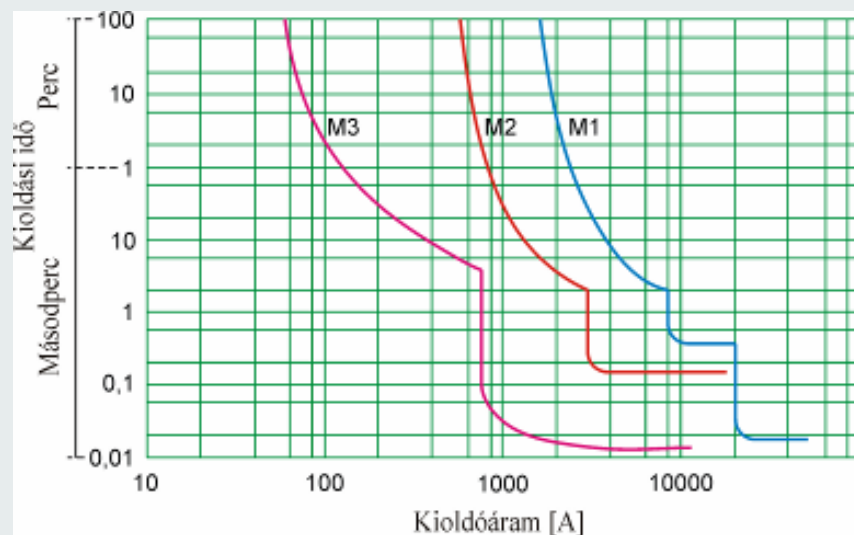
3. A tápponthoz közelebbi megszakító I_{zkmax} kapocsárlati árama nagyobb legyen, mint ezen megszakító zárlati kioldójának I_{mzk} megszólalási árama ($I_{zkmax} > I_{mzk}$). Ez szintén teljesül, mert $I_{zkmax} = 10 \text{ kA}$; $I_{mzk} = 6 \text{ kA}$.

4. Az $I_{ztmax} < I_z < I_{mzk}$ áramtartományban a tápponthoz közelebbi ST megszakítónak kell működnie a túlterhelési kioldója karakterisztikájának megfelelő időkésleltetéssel. Esetünkben az $I_{ztmax} = 5,9 < I_z < I_{mzk} = 6 \text{ kA}$ (a 2.18 ábrán vonalkázással jelölt) tartományban az ST megszakítót túlterhelési kioldója mintegy 0,9...8 s időkésleltetéssel kapcsolja ki.



Kismegszakító

- **Időlépcsőzés**
- Áramlépcsőzés nem valósítható meg, mert a megszakítókat összekötő vezetékek kicsiny impedanciája miatt a zárlati áram nem csökken kellőképpen a tápponttól a fogyasztó irányában.



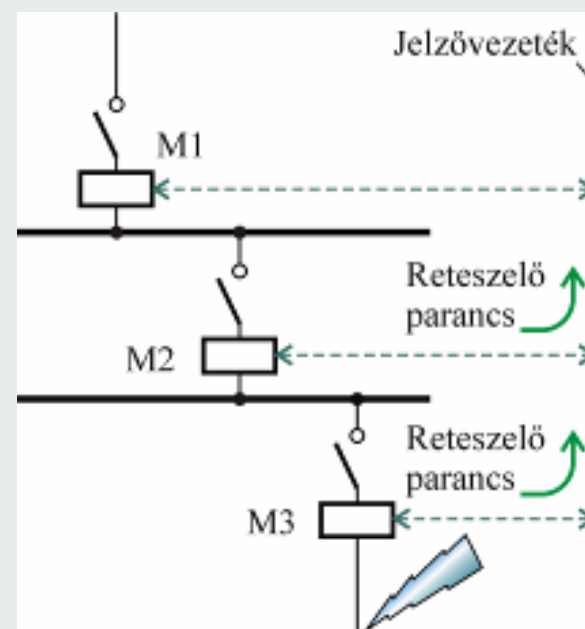
Kismegszakító

- **Gyorsvisszakapcsolással szelektáló rendszer**
- Bekövetkező végponti zárlat megszakítása után pl. a tápponti megszakító kétszer, a közbülső egyszer, a végponti egyszer sem kapcsol vissza. Végezetül csak a zárlatos szakasz kapcsolódik ki.
- Csak gyorsvisszakapcsolásra alkalmas hajtással rendelkező megszakítók használhatók.
- Fokozott mechanikai és villamos igénybevételnek vannak kitéve.
- Hátránya, hogy bár csak rövid időre, de hibátlan szakaszok is kikapcsolódnak.

Kismegszakító

Logikai szelektivitással működő rendszer

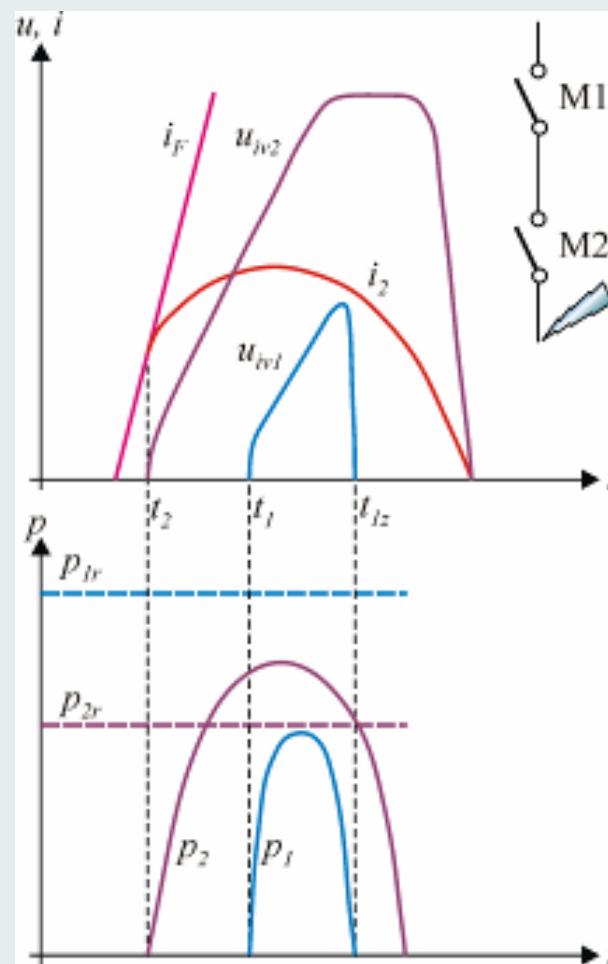
- Megszakítókat késleltethető elektronikus kioldó egységgel kell ellátni, amelyek be-és kimenetei egymással információátvitelt biztosító vezető köti össze.
- Alacsonyszintű bemenet esetén (ha nincs vezetékoldali zárlat) csökkentett időkésleltetésű ($t \leq 0,1$ s) készenléti helyzetben vannak.
- Vezetékoldali zárlat fellépése esetén az elektronika bemenetén magas szintű jel lép fel, ilyenkor saját időkésleltetési állapotára áll át, és kimenetén (magas szintű jel megjelenésével) reteszelő parancsot továbbít a felette lévő megszakító elektronikájának.
- A zárlat helyéhez legközelebbi M3 megszakító elektronikája semmiféle parancsot nem kap, csak ez a megszakító működik.



Kismegszakító

Kaskádolás

- Egy áramkorlátozó kismegszakító terhelésoldalán használható a független rövidzárlati áramértéknél kisebb megszakítóképeségű kismegszakító (az ún. kaskádolási táblázatoknak megfelelően)
- A megszakítóképeség megnő a hálózatoldalon elhelyezkedő áramkorlátozó készüléknek köszönhetően
- Lényeges megtakarítás



Kismegszakító

- Segédérintkező:

Hiba fellépésekor (túlterhelés vagy rövidzárlat) és a kismegszakító kézzel vagy távkioldással (pl. munkaáramú kioldóval) történő lekapcsolásakor a segédérintkezők pillanatnyi helyzete jelzésre vagy más vezérlési feladatokra használható fel.

- Jelzőérintkező:

Hiba fellépésekor (túlterhelés vagy zárlat), valamint távkioldáskor (pl. munkaáramú kioldó hatására). Kioldott kismegszakító esetén a Reset-kapcsolóval pl. a fennálló riasztásjelzés kikapcsolható.

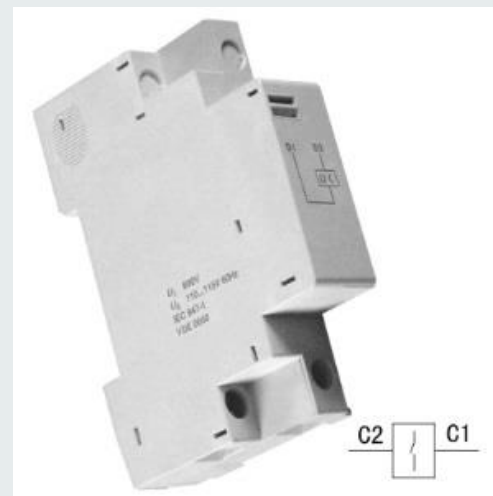


Kismegszakító távműködtetése

- Munkaáramú kioldó:

A kismegszakító kioldása a mágnesetekercs vezérlésével, mind nyomógommbal (impulzusjellel), mind kapcsolóval lehetséges

Alkalmazás: a kismegszakító távlekapcsolása (pl. biztonsági szempontok miatt)



- Feszültségcsökkenési kioldó:

A kismegszakító kioldása a feszültség lecsökkenésekor. Kioldás tartós feszültség-kimaradás és rövididejű feszültség-kiesés esetén.

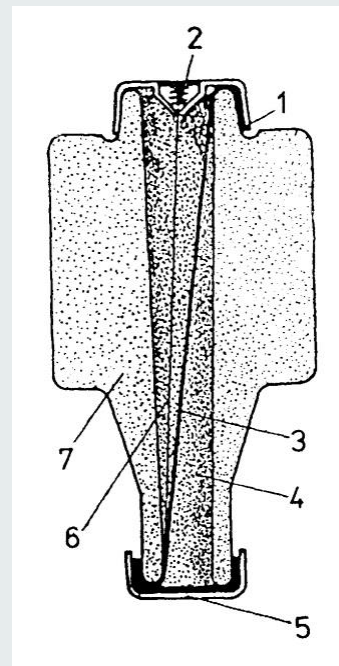
Alkalmazás: Biztonság növelése, pl. motoroknál (körfűrészek hajtómotorjainál, stb.)



Olvadóbiztosító

A közép-és kisfeszültségű olvadóbiztosító olyan kapcsolókészülék, amely az áramkörbe beiktatott olvadó-elemének (egy vagy több párhuzamosan kapcsolt olvadószálának) megolvadásával és az azt követő ív oltásával automatikusan megszakítja az áramkört, ha az áramerősség egy **meghatározott értéket meghatározott ideig** meghalad.

- Szerkezeti kialakításuk szerint:
 - D-rendszerű, késes, csöves.
- Kiolvadási jelleggörbájük szerint:
 - gyors (hirtelen),
 - késleltetett (lomha),
 - igen gyors (ultragyors),
 - kombinált (lomha-gyors).



Olvadóbiztosító

Kettős feladat:

- elsősorban a zárlatok elleni védelem (a túlterhelések elleni védelem korlátozott)
- névleges, vagy annál kisebb áramokat korlátlan ideig vezetnie kell

Zárlati működési jelleg szerinti osztályozás:

- Megszakító jellegű
- Áramkorlátozó jellegű

Csak a zárlati áram egyszeri automatikus megszakítására szolgál!

Olvadóbiztosító

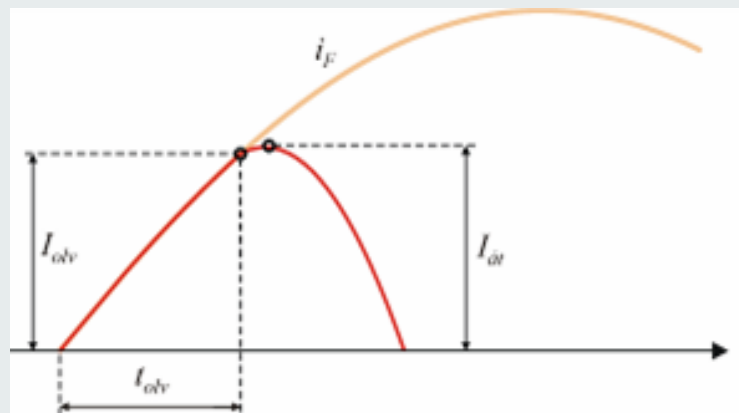
Működés zárlatkor

Az olvadóbiztosító zárlati méretezése tulajdonképpen az *áramkorlátozó képességre* való méretezést jelenti.

Valójában azonban nem az átengedett áramra, hanem a kiolvadási áramcsúcsra méretezünk.

Az egyenlet bal oldalán szereplő *kiolvadási Joule-integrál* (jelölése: $(I^2 t)_{olv}$) az olvadó elem A keresztmetszetével (párhuzamos szálak esetén a szálak keresztmetszetének összegével) arányos. Az egyenletből tehát kiszámítható adott kiolvadási időhöz, tehát gyakorlatilag az áramkorlátozási képességhez szükséges olvadó elem-keresztmetszet.

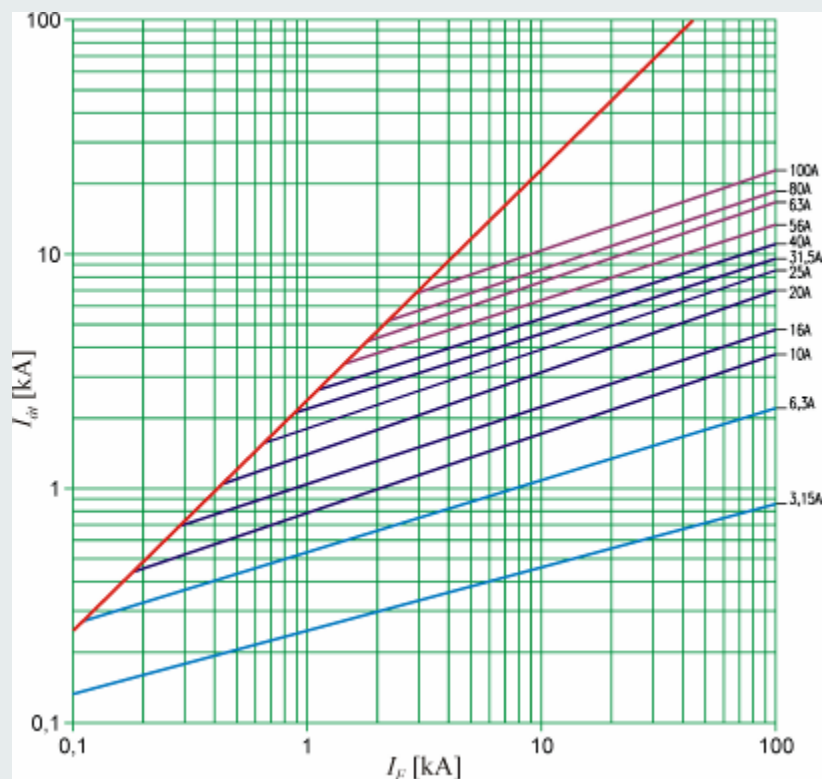
$$\int_0^{t_{olv}} i^2 dt = A^2 \cdot \frac{c_0}{\rho_0 \alpha'_0} \ln \frac{1 + \alpha'(\vartheta_{olv} - \vartheta_0)}{1 + \alpha'_0(\vartheta_k - \vartheta_0)},$$



Zárlati áramok időfüggvénye

Olvadóbiztosító

A Joule-integrálokat is a független zárlati és a névleges áram (I_z és I_n) függvényében diagramokon adják meg a gyártók. Az ábrán láthatók a közép feszültségű ($I_n = 3, 15 \dots 100$ A) névleges áramerősségű biztosítók áramkorlátozási jelleggörbéi.



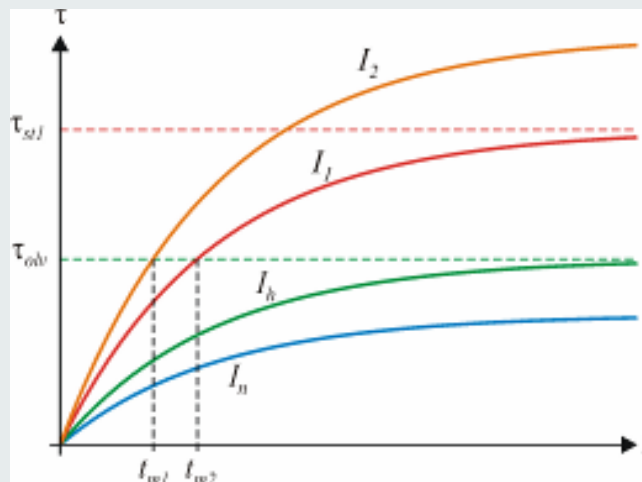
Olvadóbiztosító

Működés túlterheléskor

Túlterhelés esetén - a hosszú működési idő miatt - a bekapcsolási áramtranziensek hatását elhanyagolva, az olvadó elemben keletkező hőteljesítmény az áram effektív értékének (I) négyzetével vehető arányosnak. Ennek hatására melegszik fel az olvadó elem, és elérve olvadási hőmérsékletét kiolvad.

Melegedési diagramok

- Paraméterei az áramok
- Feltételezzük, hogy nem folyt áram, vagy ha igen akkor már visszahúlt.



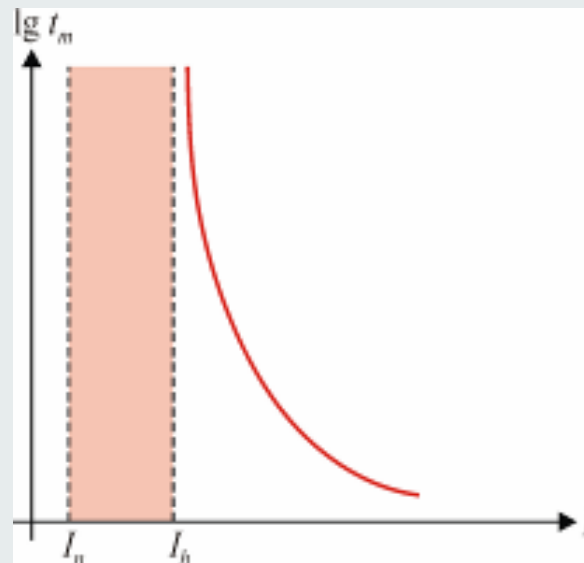
Olvadóbiztosító

Elvi áram-működési idő karakterisztika

Az olvadóbetét névleges árama (I_n) kisebb a határáramnál ($I_n < I_h$), bár kedvező volna, ha azonos lenne a határárammal, de ez elvben két okból sem lenne betartható:

1. Az olvadó elem az olvadáspont környékén üzemelne állandó jelleggel, ezért oxidáció és diffúzió miatt bekövetkező öregedés miatt hamar tönkremenne, valamint
2. Az olvadáspont környékén, a fajlagos ellenállás növekedése miatt, 4...5-szörös ellenállása (és vesztesége) lenne az olvadó elemnek.

Mivel olvadóbetétre mindig a névleges áramot adják meg, ebből következik, hogy a biztosító az $I = (1,3...2,0) \cdot I_e$ vagy az $I = (1,2...1,5) \cdot I_e$ túlterhelési áramtartományban (vonalkázott tartomány) nem biztosítja a védelmet.



Olvadóbiztosító

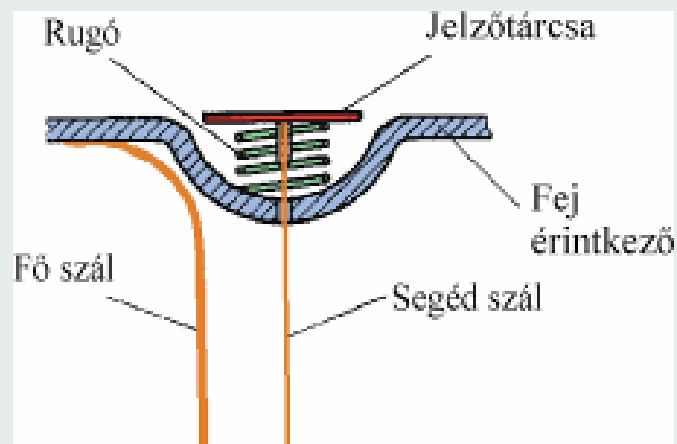
Szerkezeti felépítés

A betétekben lévő olvadó elemek anyaga réz, ezüstözött réz, vagy ezüst, amelyeket alacsony olvadáspontú rátétfémmel is kiegészíthetnek.

0,3 mm-nél nagyobb szemcseméretű tisztított, kiszárított és rázással tömörített kvarchomok töltet a betétek körül.

Kiolvadásjelző szerkezettel is ellátják, hogy a olvadóelem (főszál) kiolvadása vizuálisan érzékelhető legyen.

Fő olvadószál kiolvadása után, a vele párhuzamosan kapcsolt nagy fajlagos ellenállású anyagból készült segéd-olvadószál is kiolvad és az összenyomott rugó hatására (a névleges áram szerint különböző színűre festett) jelzőtárcsa elugrik a helyéről.



Olvadóbiztosító

Szerkezeti felépítés

D-Diazed:

- „Dia”: átmérők (diaméter) szerint felcserélhetetlen;
- „z” - „zweiteilig” kétrészes aljzat;
- „ed” az Edison-foglalatba (E16, E27 vagy E33) való becsavarhatóság rövidítése



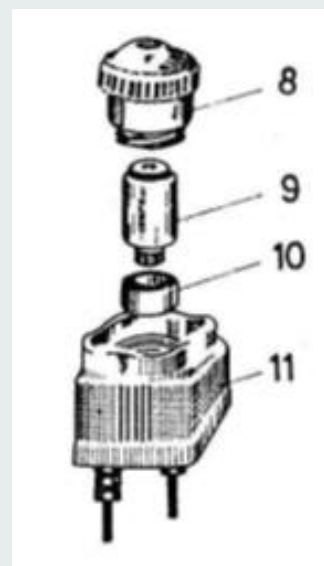
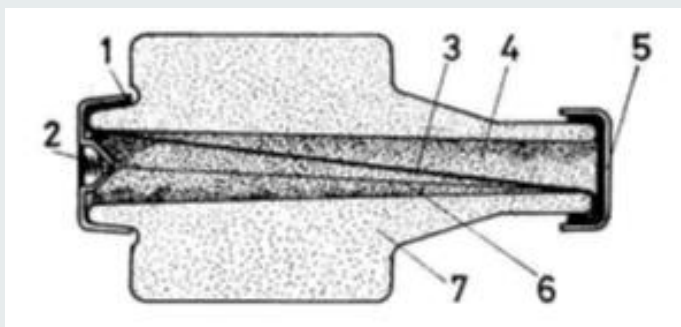
$U_n = 500$ V névleges feszültségű betétek általában $I_{(m)} = 50$ kA zárlati megszakítóképesek, és $I_n = 2 \dots 63$ A névleges áramúak.

A betétek és az aljzatok általában 3 méret nagyságban készülnek.



Olvadóbiztosító

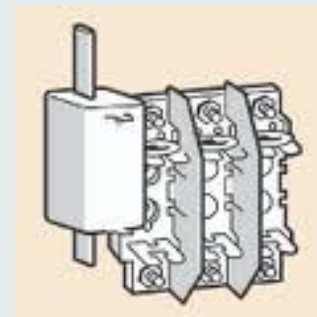
(1) fejerintkező, (2) jelzőtárcsa, (3) fő olvadószál, (4) kvarchomok töltet, (5) lábérintkező, (6) kiolvadásjelző szerkezet segéd-olvadószála (7) hő és nyomásálló kerámia tokozat, (8) kétrészes - kerámiából készült és fém foglalat-elemekkel is ellátott - aljzat fejrészébe, (9) olvadóbetét, (10) illesztőgyűrű, (11) aljzat



Olvadóbiztosító

Késes olvadóbiztosító

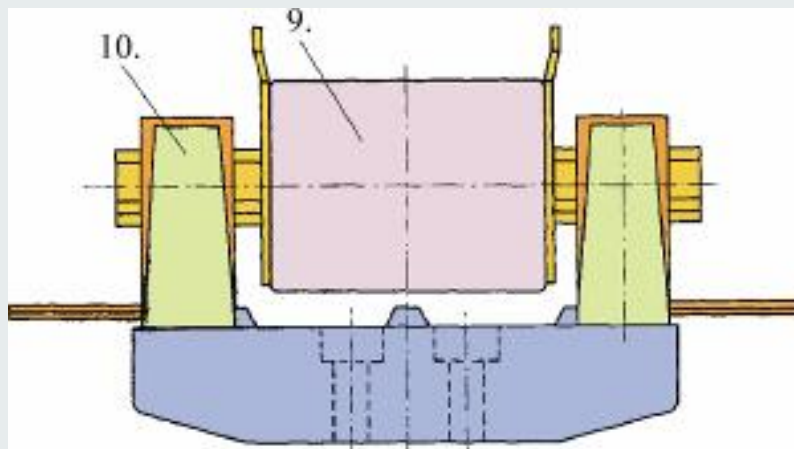
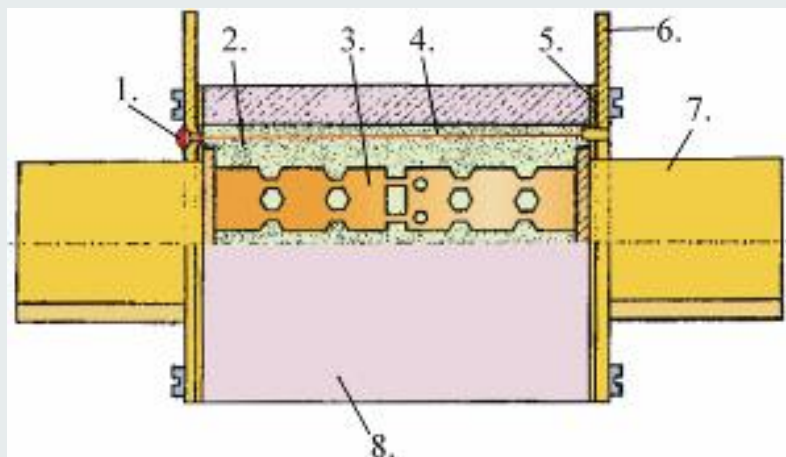
- Nagyobb zárlati áramokat szakíthatunk meg mint a D-rendszerűekkel, és ezek sokkal nagyobb a névleges áramértékig vehető igénybe
- A késes rendszerű olvadóbetétek általában $I_{(m)} = 100$ kA zárlati megszakítóképességűek, és $I_n = 2 \dots 1250$ A névleges áramúak.
- Az aljzatok és betétek általában 6 méret nagyságban készülnek. Ezek nagyság szerint növekvő sorrendben: 00, 0, 1, 2, 3, és 4 méretjelölésűek.
- Az egyes aljzatokban elhelyezhető betétek névleges áramai a következők: 00/2...160 A, 0/6...160 A, 1/6...250 A, 2/25...400 A, 3/63...630 A és 4/400...1600 A.



Olvadóbiztosító

Szerkezeti felépítés

kiolvadásjelző szerkezet (1), kvarchomok töltet (2), olvadó elem (3), segéd-olvadószáll (4), hőszigetelő alátét (5), fémötvözetből készült zárólemezek (6), érintkezőkések (7), hő és nyomásálló (általában kerámia) tokozat (8), olvadóbetét (9), aljzat rugózó érintkezői (10)



Olvadóbiztosítós szakaszoló

Alkalmazás

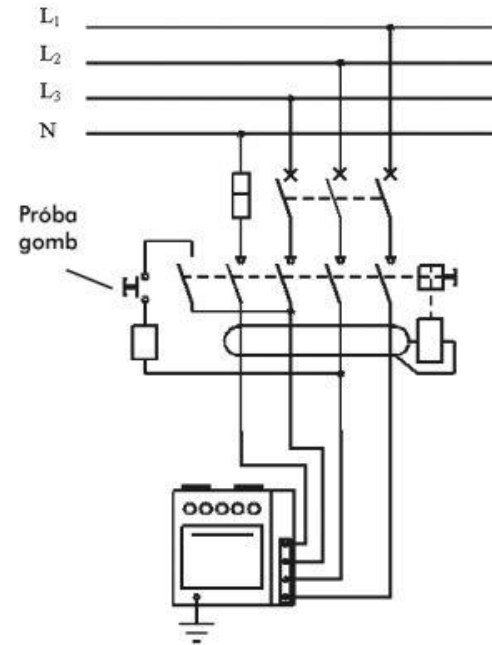
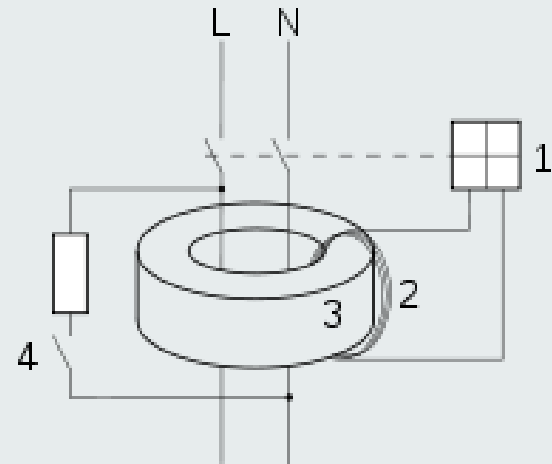
- Az olvadóbiztosítós szakaszolók védelmet nyújtanak a túlterhelés és a rövidzárlat ellen.
- Szolgáltatóhelyeken és ipari környezetben egyaránt alkalmazhatók.
- Leválasztási funkció, de nem használható terheléskapcsolóként.
- Jelzőlámpa az olvadóbiztosító betét állapotára



Áram-védőkapcsoló

A kialakított érintésvédelem kioldó, lekapcsoló eszköze.

Célszerű az összes dugalj áramkörét védeni.



Áram-védőkapcsoló

- Típusok:
- „A”: Váltakozó áramra és pulzáló egyenáramra érzékeny.
- „AC”: Az "AC" típusú áramvédő kapcsoló csak szinuszos váltakozó áramra érzékeny.
- „S”: A szelektív áramvédő kapcsolók késleltetéssel vannak ellátva, így ugyanarra a hiba áramra később kapcsol le, mint a hagyományos.



Túlfeszültség korlátozó

- Atmoszferikus eredetű túlfeszültségek ellen nyújtanak védelmet.
- A túlfeszültség-korlátozóval védendő berendezések:

Érzékeny készülékek: TV-k, HI-FI berendezések, játékkonzolok, számítógépek, háztartási elektromos gépek és berendezések

Közösségi egységek: TV antennák, liftek, légkondicionálók

Felügyeleti eszközök: riasztó-, tűzjelzőrendszerek



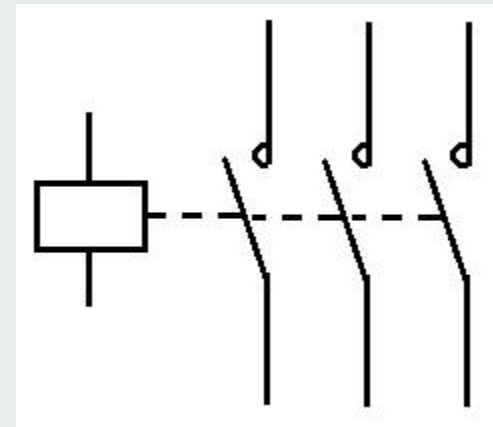
Kontaktor

A kontaktorok olyan kapcsolókészülékek, amelyeknek csak **egyetlen nyugalmi állapotuk van, mindig gépi működtetésűek**, a működtetésük megszűnte után a **tárolt energiájuk téríti vissza őket**.

A legelterjedtebb az elektromágneses működtetésű kontaktor, amelyet a mindennapi szóhasználatban általánosan **mágnescapcsolónak** nevezünk, de általában kisebb teljesítmények kapcsolására használatosak.

Alkalmazás

- világítás, fűtés, ventilátor vezérléséhez



Kontaktor

Távműködtetésre is alkalmasak

Gyakori működtetés (max. 1200 c/óra) mellett nagy mechanikai, és villamos élettartammal (max. 10^7 c) rendelkeznek.

A kisfeszültségű kontaktorokat széles névleges áramhatárok között ($U_n = 400$ V feszültségen $I_n = 4 \dots 1000$ A), minden alkalmazási kategóriára gyártják.

Előnyei:

- Mechanikusan **kapcsolhat nagy teljesítményeket**
- **Több meghúzótekerccsel** is rendelkezhet, így több helyről működtethető
- **Kábelezés gazdaságosabb**

Mágnescapcsoló

- A mágnescapcsoló másnéven elektromágneses működésű kontaktor
- Főérintkezőiken kívül segédérintkezőkkel is elvannak látva, amelyek a különféle vezérlési feladatok elvégzésére szolgálnak.
- Ívoltó szerkezettel is ellátottak lehetnek, zárlati áramok megszakítására nem alkalmasak.
- Főleg automatizált, távvezérelt erősáramú fogyasztók működtetéséhez használják
- Igen nagy kapcsolási gyakoriság mellett is megbízhatóan üzemelnek, gyakran jelentős túlterheléseket is elviselő kapcsolókészülékek.



Impulzusrelé

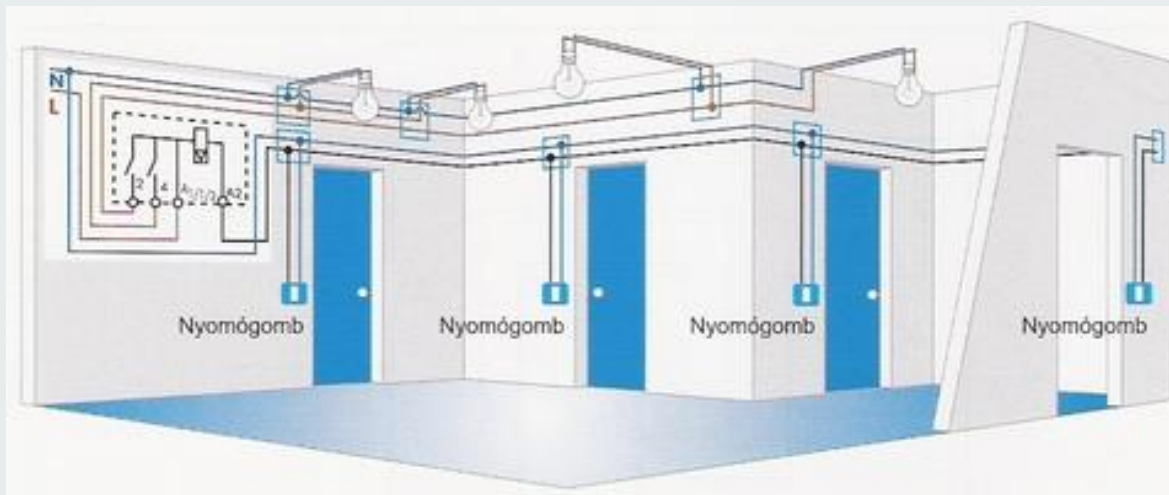
- A moduláris impulzusrelék **bistabil kapcsolókészülékek**, melyeket főleg világító berendezések vezérlésére terveztek.
- A vezérlési utasításokat impulzusok küldik egy vagy több kézi vezérlőpontról.
- A beépített és kiegészítő funkciók lehetővé tesznek élvezérlést, vagy központi illetve helyi vezérlést.
- Alkalmazás
 - Főleg világításvezérlés: izzólámpa, kifestő, halogén, fénycső, kisülő lámpák vezérléséhez.



Impulzusrelé

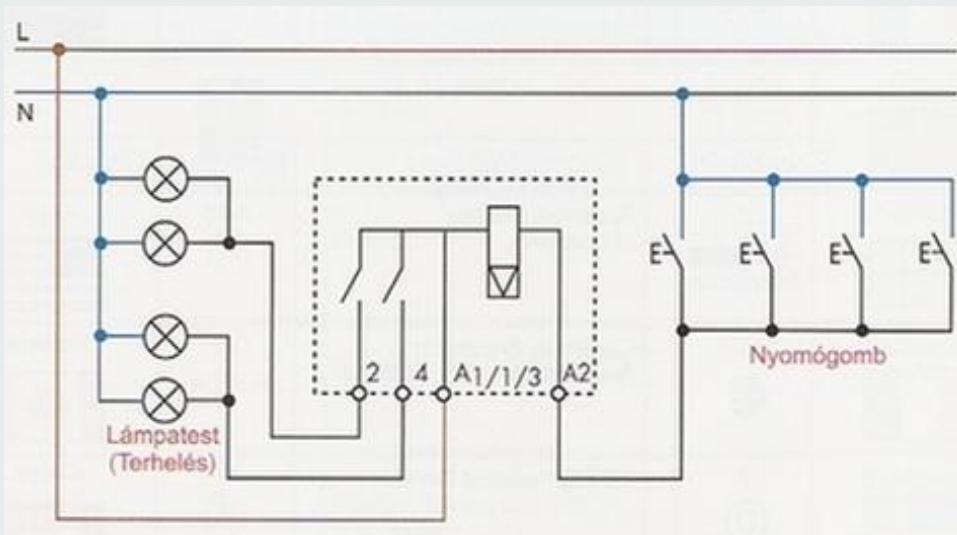
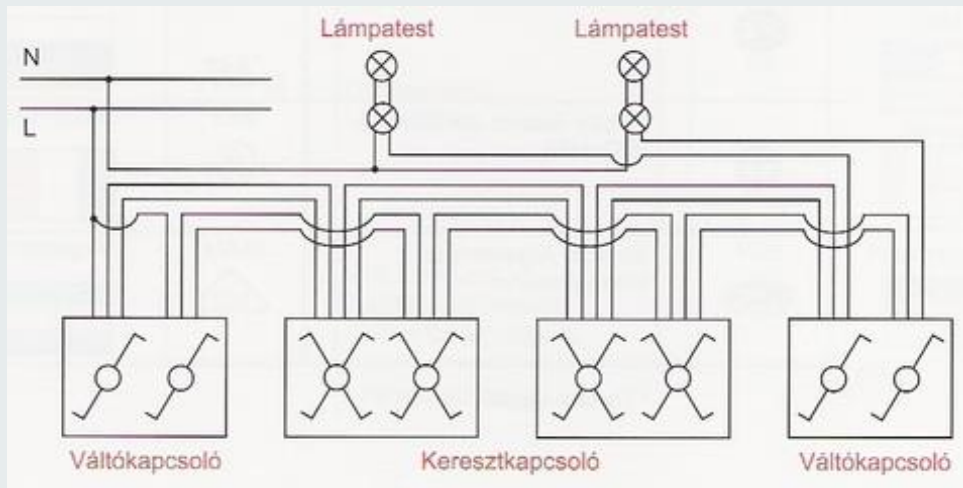


Világításvezérlés
kapcsolókkal



Világításvezérlés
impulzusrelével

Impulzusrelé



Előnyök:

- Lényegesen **egyszerűbb**,
tehát gyorsabb szerelés
- **Csak két vezeték használata**,
amely kisebb
keresztmetszetű is lehet
- **Kevesebb anyagköltség**

További készülékek

- **Lépcsőházi időrelé**

A lépcsőházi időrelé lehetővé teszi a világítási áramkörök időzített (3 perc) be- és kikapcsolását.

- **Digitális kapcsolóóra**

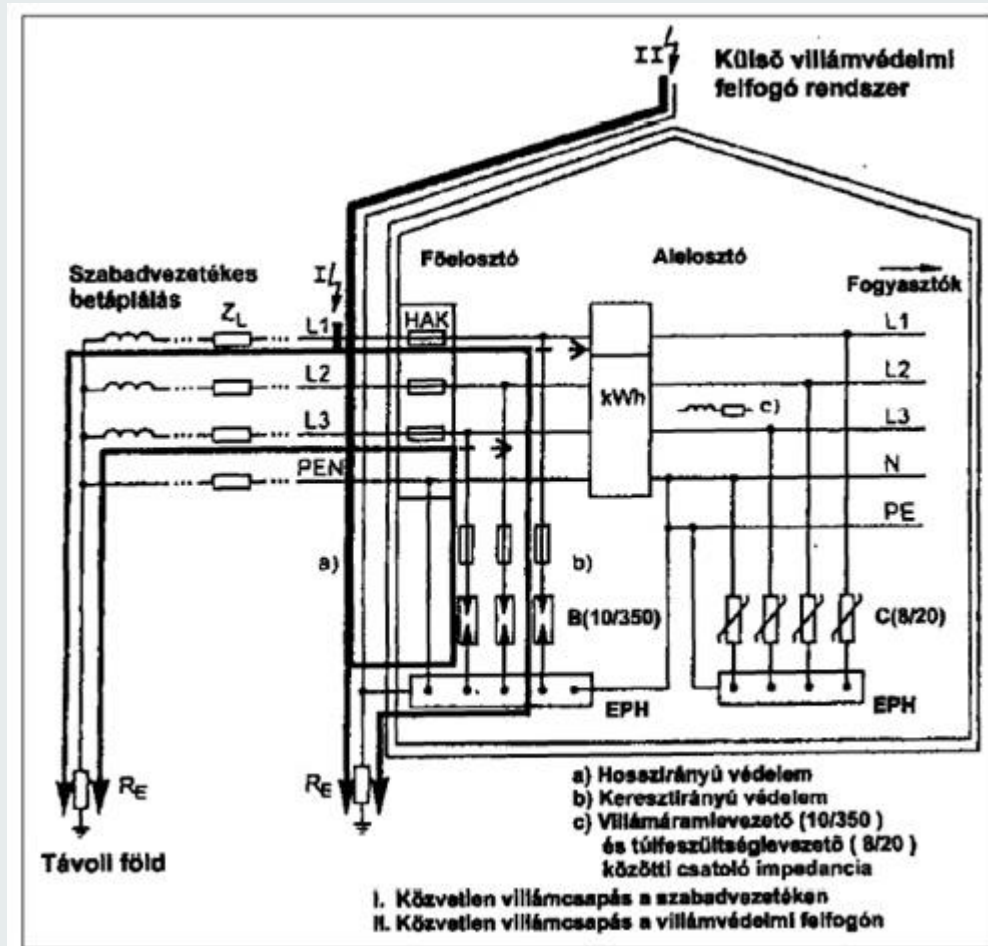
A programozható kapcsolóórák egy vagy több független áramkör nyitását és zárását vezérlik a felhasználó által előre meghatározott, tárolt programnak megfelelően.

- **Alkonykapcsoló**

Egy kontaktust nyit vagy zár, amikor a fényelem érzékeli, hogy meghaladja a beállított küszöbértéket.



Érintésvédelem



Érintésvédelem

Az érintésvédelem üzemszerűen feszültség alatt nem álló, de meghibásodás esetén feszültség alá kerülő vezető részek érintéséből származó balesetek elkerülésére szolgáló műszaki intézkedések összessége.

EN 61140 szabvány kifejezésével: hibavédelem – azokat a műszaki intézkedéseket jelenti ,amelyek az üzemszerűen feszültségmentes, tehát feszültség alatt nem álló de meghibásodás (általában szigetelési hiba) következtében a földhöz képest veszélyes mértékű feszültség alá kerülő részek érintésekor az áramütés bekövetkezését akadályozzák meg.



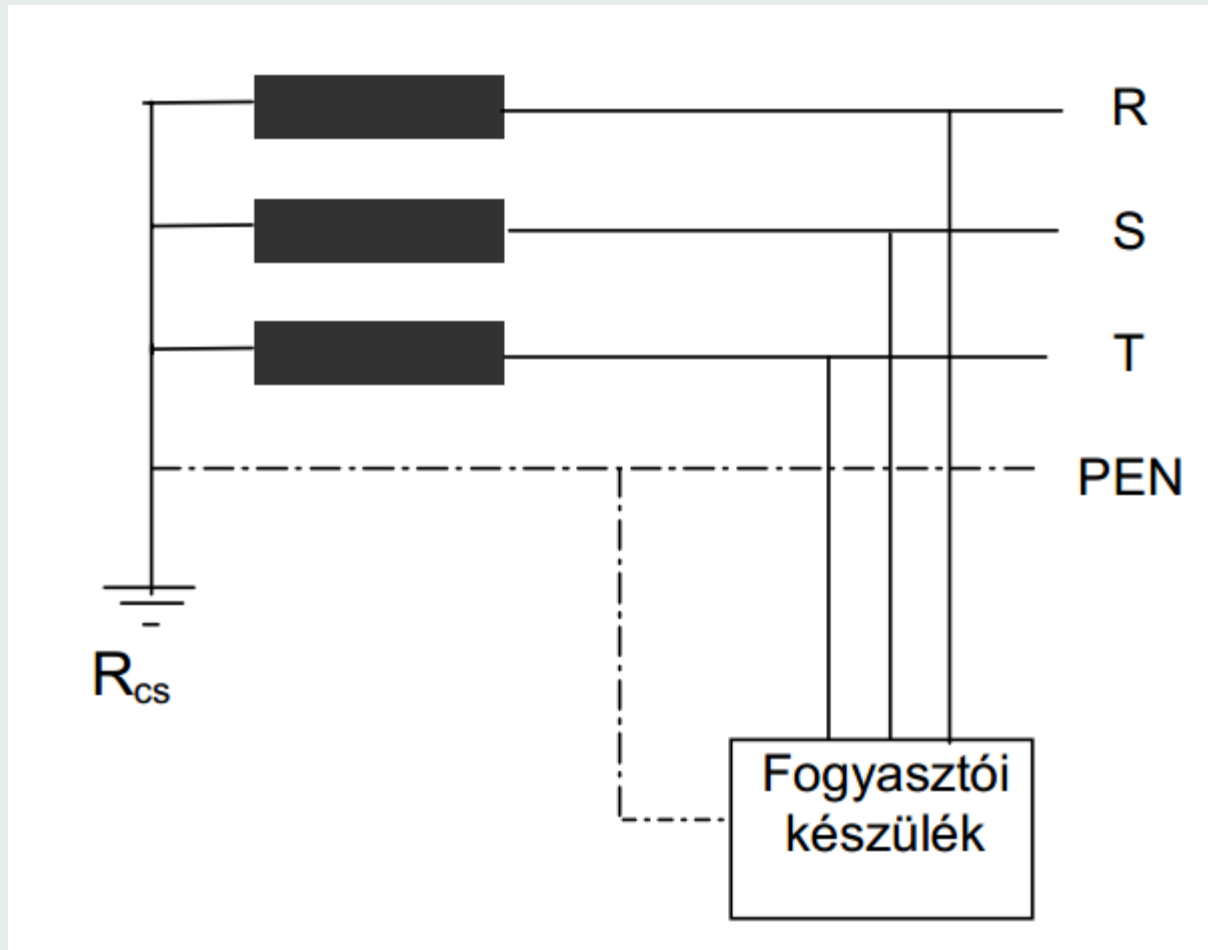
Érintésvédelem

Érintésvédelmi osztályok:

- **I. érintésvédelmi osztály** – védővezetős védelemmel ellátott készülékek. Pl. mikrohullámú sütő
- **II. érintésvédelmi osztály** – kettős vagy megerősített szigetelésű berendezések. Pl. kézi fúrógép
- **III. érintésvédelmi osztály** – törpefeszültségű készülékek (max. 50 volt). Pl. beépített transzformátorral szerelt asztali lámpa.

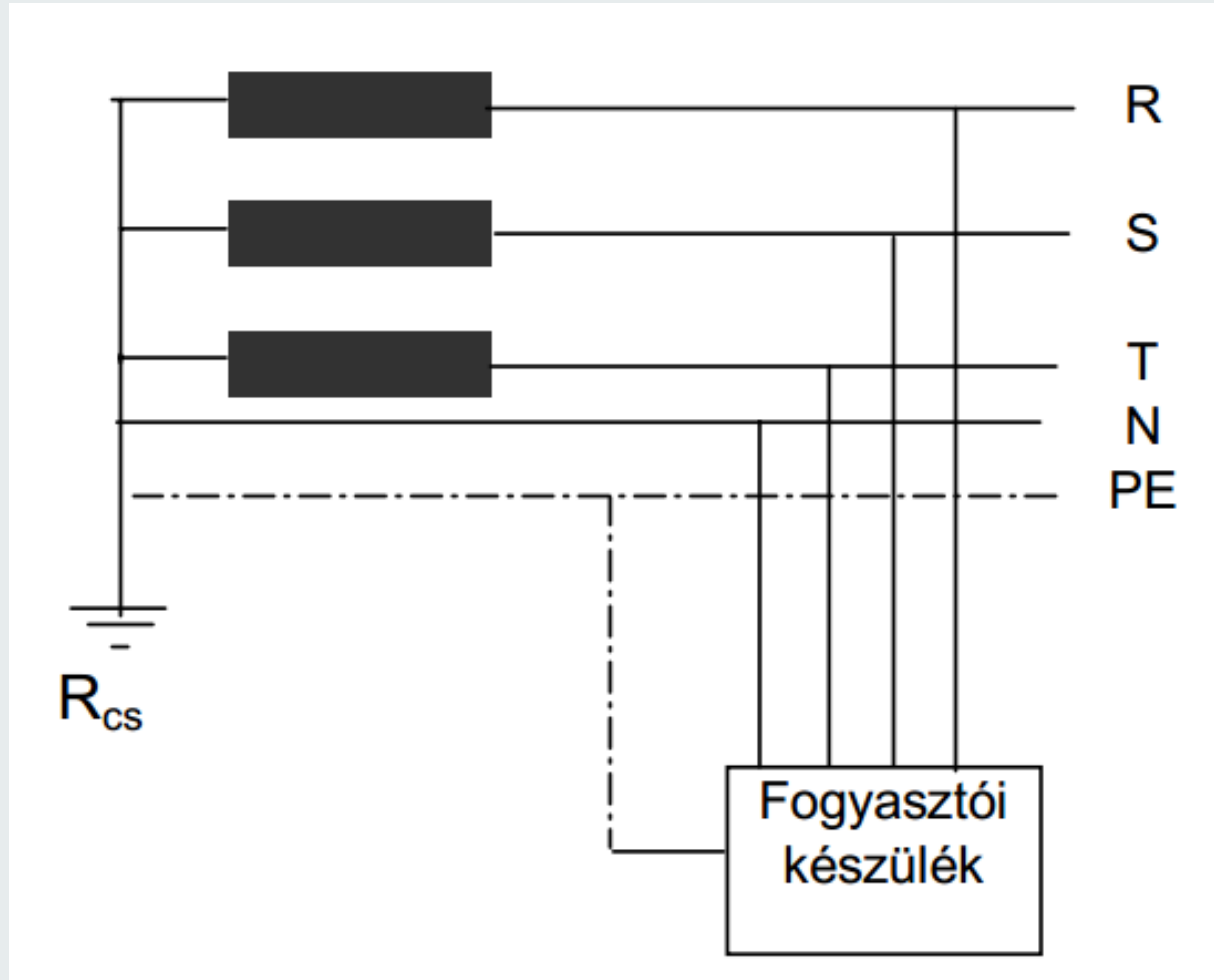
Érintésvédelem

TN-C



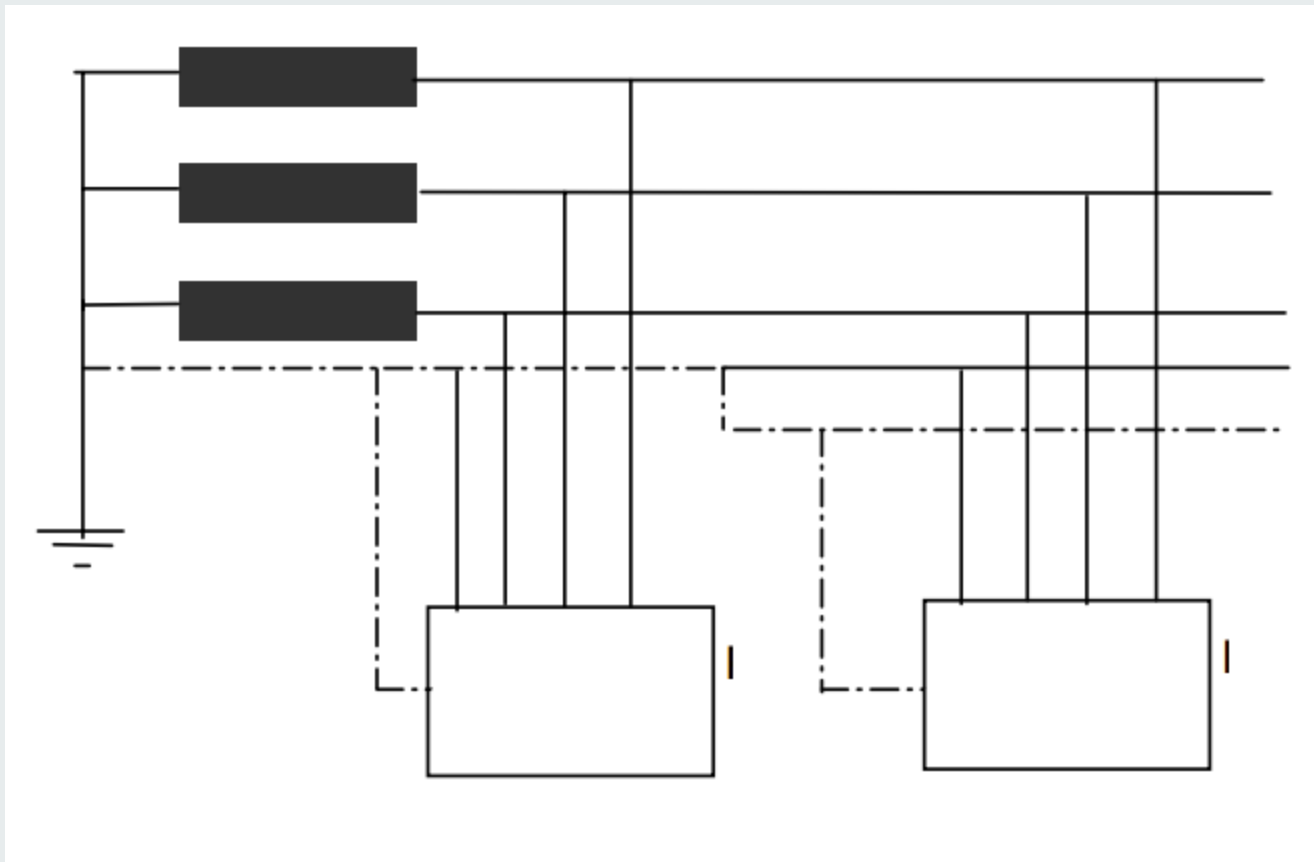
Érintésvédelem

TN-S



Érintésvédelem

TN-C-S



Érintésvédelem

EPH- Egyenpotenciálra Hozás: Minden olyan épületet, ahol *védővezetős érintésvédelmi* módot használnak, egyenpotenciálra hozó hálózattal (EPH) kell kiépíteni, mely szorosan összefügg a belső villámvédelmi rendszerrel. *A létesítményekbe beépített nagy kiterjedésű fém alkotó elemeket, csőhálózatokat földeléseket be kell kötni az EPH rendszerbe.* Célja, hogy megakadályozza a veszélyes potenciálkülönbségek kialakulását.

Az EPH-rendszer kiterjedése a fémes rendszerek kiterjedése által nagyobb is lehet, mint a védővezetős érintésvédelemé, de fordítva ez nem megengedhető! Nem fordulhat elő, hogy egy villamos készüléktest olyan – nem villamos – szerkezettel együtt legyen megérinthető, amely „idegen” potenciálú, azaz nem ugyanarra a földelőrendszerre csatlakozik, mint amire a villamos készüléktest.

Motorvédő kapcsoló

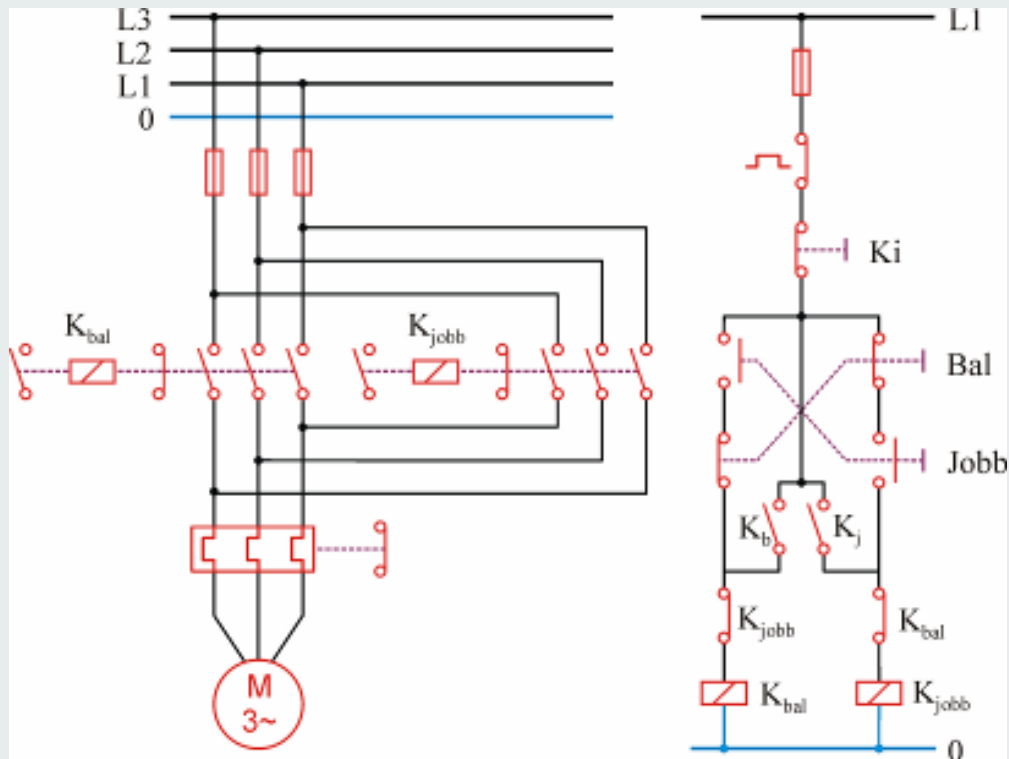
Olyan kapcsolókészülék, amely **alkalmas a motor indítási áramának bekapcsolására**, a névleges áramának üzembiztos vezetésére, a **motor káros túlterhelése (túlmelegedése) esetén a beépített hőérzékelő (pl. ikerfém) segítségével az önműködő kikapcsolásra.**

Segédérintkezőivel érintésvédelmi, reteszelési feladatok megoldására, különféle jelzések adására, és zárt állapotban véges ideig el tudják viselni a rajtuk átfolyó zárlati áram hatásait.



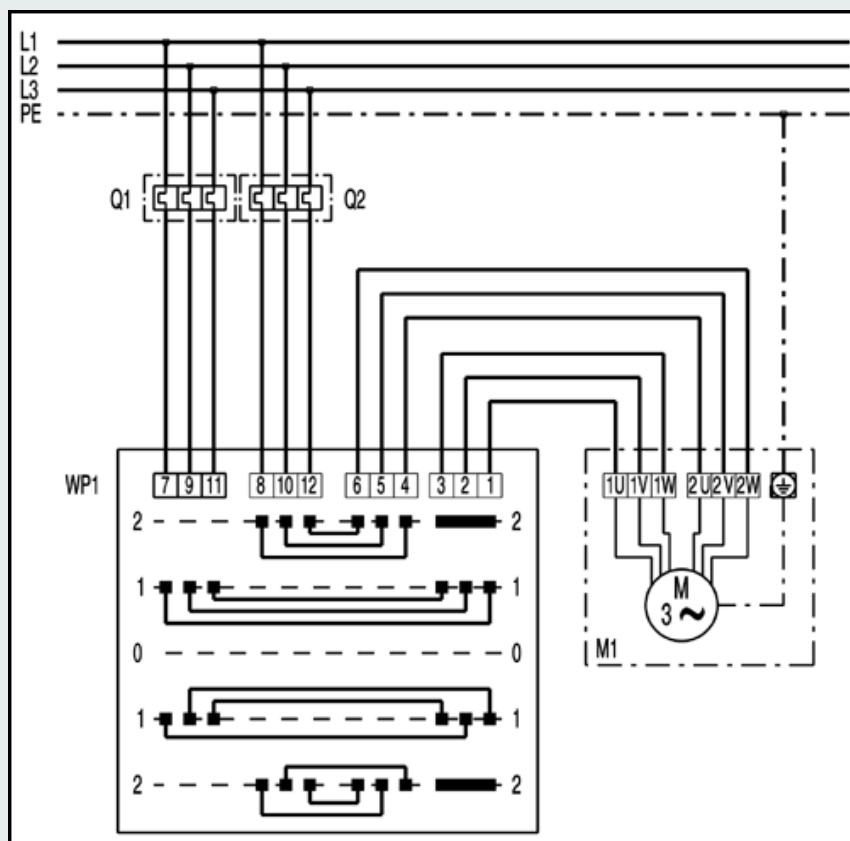
Motorkapcsolások

Kapcsolás motorok irányváltására



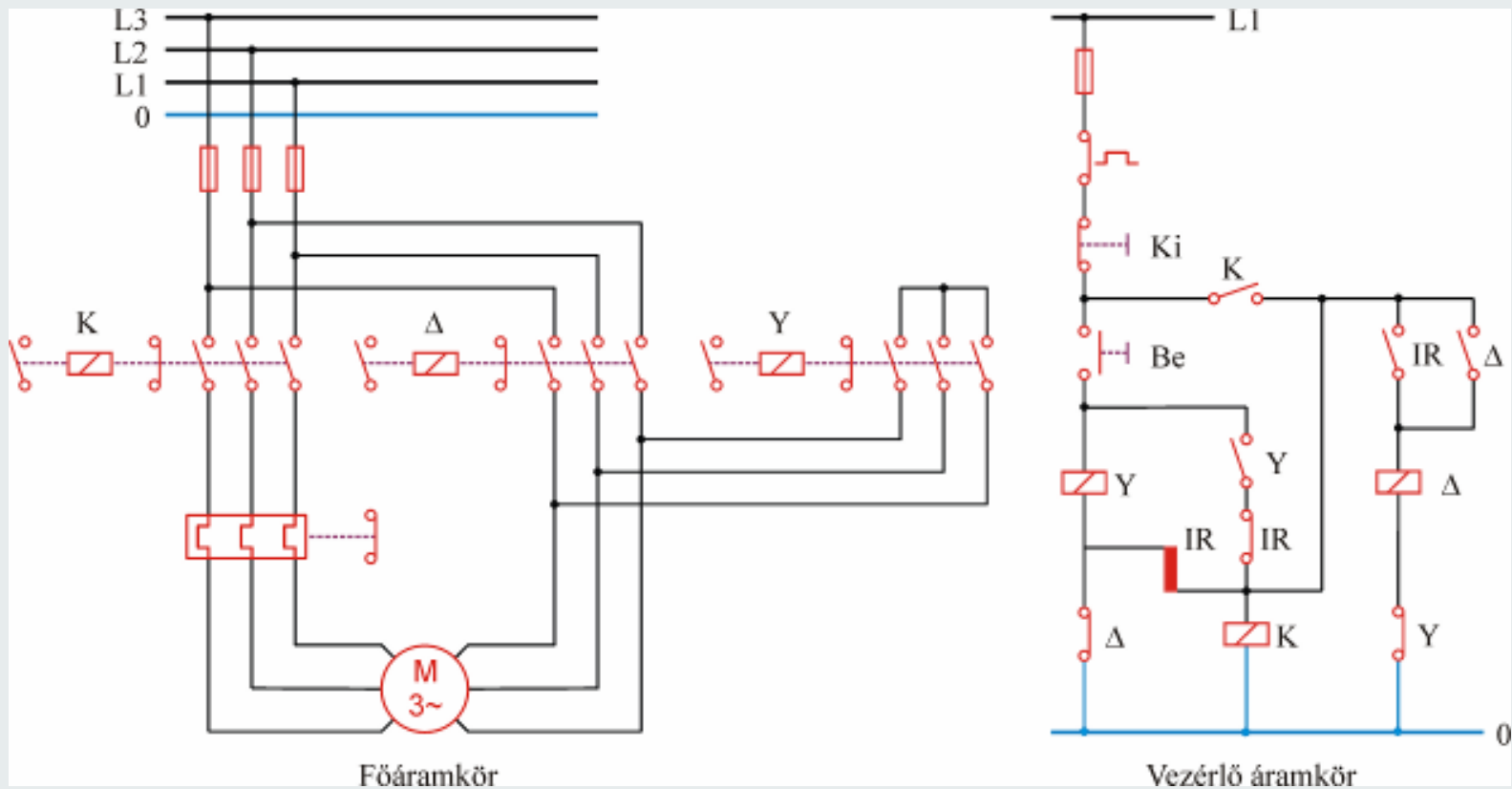
Motorkapcsolások

Dahlander-kapcsolás



Motorkapcsolások

Csillag-delta átkapcsolás



SZABVÁNYOK

Szabványok

- A szabványok alkalmazása **legtöbb esetben önkéntes**, kivéve ha azt jogszabály kötelezően alkalmazandónak nyilvánítja
- A szabvány alkalmazása előtt meg kell győződni arról, hogy nem jelent-e meg módosítása, helyesbítése, nincs-e visszavonva, továbbá hogy kötelező alkalmazását jogszabály nem rendelte-e el.
- **Baleset esetén bizonyítandó, hogy az alkalmazott megoldás szabványos vagy jobb annál.**
- Alkalmazásuk feladattól, tevékenységétől függ.

MSZ 2364

- Épületek villamos berendezéseinek létesítése
- 7. korszerűsített változatnál tart

Részei:

- 1.rész: Alkalmazási terület
- 2. rész: Fogalommeghatározások
- 3. rész: Az általános jellemzők elemzése
- 4. rész Biztonságtechnika
- 5. rész: A villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése
- 6.rész: Felülvizsgálat
- 7.rész: Különleges berendezésekre vagy helyiségekre vonatkozó követelmények

MSZ HD 60364

„Kisfeszültségű villamos berendezések”

- Az első ellenőrzést részeit több csoportra bontja le :
általános előírásokra, szemrevételezésre, műszeres vizsgálatokra
- A műszeres vizsgálatokat is alábbi csoportokra bontja:
 - általános előírások,
 - vezetők folytonossági vizsgálata,
 - villamos berendezések szigetelési ellenállás vizsgálata,
 - a törpefeszültség védelem SELV, PELV vagy villamos elválasztással.
- Kitér az időszakos ellenőrzésre is: ellenőrzés gyakorisága és jelentés elkészítése
- Tartalmaz különböző minta lapokat a minősítő irat elkészítéséhez.

MSZ EN 61439 szabvány

Egyértelműen meghatározza azon ellenőrzési eljárásokat, melyeket el kell végezni annak érdekében, hogy a kapcsolóberendezés megfeleljen a szabvány előírásainak: az *Eredeti termékgyártó* garantálja a berendezés szabvány szerinti tervezését, a *Berendezésgyártó* pedig felelős azért, hogy az elkészült kapcsolóberendezés is megfeleljen a szabványnak.

További szabványok

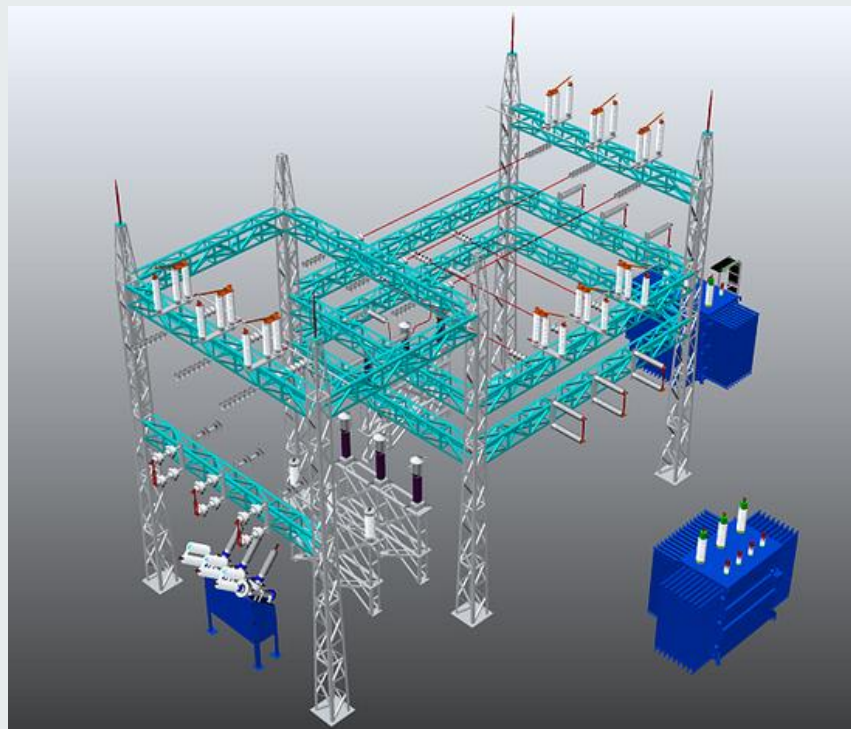
- MSZ EN 12464-1:2004 (Fény és világítás. Munkahelyi világítás. 1. rész: Belső téri munkahelyek)
- MSZ EN 60439-1:2000 (Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlő berendezések. 1. rész: tipizált és részlegesen tipizált berendezések)
- MSZ 1585:2012 (Villamos berendezések üzemeltetése)
- MSZ HD 60364-4-41:2007 (Kisfeszültségű villamos berendezések. Áramütés elleni védelem)
- MSZ HD 60364-5-ös sorozat (Villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése)
- MSZ 13207:2000 (Erősáramú kábelfektetés)
- MSZ HD 60364-5-534:2009 (Kisfeszültségű villamos berendezések. 5-534. rész: villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése: leválasztás, kapcsolás és vezérlés, túlfeszültség védelmi eszközök)
- MSZ HD 60364-5-54:2007: (Kisfeszültségű villamos berendezések. 5-54. rész: villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése: földelő berendezések, védővezetők és védő egyenpotenciálra hozó vezetők)
- MSZ EN 62305 szabványsorozat: Villámvédelem

Köszönöm a figyelmet!

Számítógépes tervek, tervdokumentáció, tervjelek

Villamos
Kapcsolókészülékek

2014



A tervezés szakaszai

- Előkészítő
 - Tanulmány terv (Felmerülő igények...
mi lenne, ha ezt így akarnánk megoldani...)
 - Beruházási programterv (Mennyiből és azt honnan...?)
 - Engedélyezési terv (Hogyan lehet minden engedélyt megszerezni...)
- Végrehajtást biztosító
 - Műszaki kiviteli terv (Tényleges műszaki tervdokumentáció...)
 - Gyártási; szerelési terv (Hogy lehet megvalósítani amit megterveztünk...)
- Befejező
 - Átadási terv
 - Megvalósulási dokumentáció (Sok tervezési hiba kivitelezés közben derül ki ezért, módosítani kell az eredeti tervet a megvalósultnak megfelelően...)

Műszaki kiviteli terv

- Mindent tartalmaz ami szükséges a megvalósításhoz!
- Tartalomra vonatkozó jogi előírás nincs!
- Közismert technológiák leírásait nem tartalmazza!
- Részei:
 - Műszaki leírás
 - Tervrajzok
 - Költségvetés

Műszaki leírás

- Általános adatok: Tervező adatai, tartalmi ismertetés...

- Előzmények ismertetése

Kezdeti adottságok (pl közművek elhelyezkedése), tervezési határok...

- Berendezés ismertetése

Betáp., Hálózati elemek elrendezése, Anyaglista, Világítási ber. ism., Áramútrajzok részletes ismertetése, figyelembevett helységjellemzők rögzítése...

- Számítások: Záratsz., Védelmi beáll, ΔU , Z_{hurok} , Világítástech. számítások...
- Tűzvédelmi leírás: A helységek besorolása, Megelőző tűzvédelmi intézkedések, Tűzvédelmi szakaszokra bontás, Villámvédelem
- Munkavédelmi leírás: Élet és vagyonvédelmi előírások rögzítése (ktg. is)
- Érintésvédelmi előírások: Választott ÉV mód, Z_{hurok} , R_f , ell. mérések
- Záró rendelkezések: előírt próbaüzem stb...
- Mellékletek: megbeszélések jkv-ei, egyéb írásos dokumentációk...

RAJZ TÍPUSOK

- **Elvi vázlat** – kizárólag a működési elv bemutatása
 - Blokkvázlat
 - Folyamatábra
- **Kapcsolási rajz** – Hálózati elemek villamos kapcsolatai
 - Egyvonalas ábrázolás
 - Többvonalas ábrázolás
 - Áramút terv
- **Elrendezési rajz** – térbeli elrendezés megadása
 - Nyomvonalrajzok
 - Installációs rajzok

Vázlatfajták

- 1. Blokkvázlat: strukturális
 - (egyszerű mértani alakzatokkal ad tájékoztatást a fő részek kapcsolatáról)
- 2. Működési vázlat („állapotábra”)
- 3. Elvi vázlat
 - (az elemeket a köztük lévő kapcsolattal ábrázolja, tájékoztat a rendszer működéséről)
- 4. Kapcsolási rajz
 - (az alkatrészek közötti csatlakozásokat, azok összekötését is tartalmazza)
- 5. Bekötési rajz
 - (gyártmány külső csatlakozásainak rajza)

- Cél:
 - Lehető legkevesebb rajztípus
 - Gyors azonosíthatóság (eszközök, ill. csatlakozások)
- Kapcsolási rajzok jellemzői:
 - Lépték nélküli ábrázolás
 - Lehetőleg csak vízszintes és függőleges vonalak, minél kevesebb kereszteződés
 - Tipizált elemek használata

Az információábrázolás formái

- **Képi forma:** valamely fizikai alkatrész vagy szerelvény alakját, méretét stb. általában méretarányosan lerajzoló grafikus ábrázolás.
- **Tervrajz:** vízszintes nézetet, szelvényt vagy metszetet ábrázoló rajz.
- **Funkcionális vázlat:** valamely rendszer vagy berendezés alkatrészei és részei közötti kapcsolatokat, rajzjeleket és feliratokat tartalmazó körvonalak alkalmazásával lerajzoló olyan grafikus ábrázolás, amely a kölcsönös kapcsolatokat is tartalmazza.
- **Térkép:** valamely létesítmény grafikus ábrázolása, figyelembe véve a környező tereprajzot is.
- **Diagram:** valamely rendszer viselkedését, pl. két vagy több változó mennyiség, működés vagy állapot közötti összefüggéseket leíró grafikus ábrázolás.
- **Táblázat, jegyzék:** oszlopokat és sorokat alkalmazó ábrázolási forma.
- **Szöveges forma:** szöveget tartalmazó ábrázolás, pl. írott utasításokban és leírásokban.

RAJZ TÍPUSOK

- **Elvi vázlat** – kizárólag a működési elv bemutatása
 - Blokkvázlat
 - Folyamatábra
- **Kapcsolási rajz** – elemek, egységek villamos kapcsolatai
 - Egyvonalas ábrázolás
 - Többvonalas ábrázolás
 - Áramút terv
- **Elrendezési rajz** – térbeli elrendezés megadása

Alkatrészek és kapcsolások ábrázolási módszerei funkcionális vázlatokon

- **Összevont ábrázolás:** olyan ábrázolás, amelyben valamely összetett rajzjel részei együtt helyezkednek el.
- **Részben összevont ábrázolás** (rendszerint olyan alkatrészekre, amelyeknek mechanikus funkcionáliskapcsolatuk van.): olyan ábrázolás, amelyben a rajzjel kibővül a funkcionális vázlaton elhelyezett mindegyik résszel azért, hogy az áramkörök elrendezése egyértelmű legyen. A részeket az IEC 617, 02-12-01 funkcionális kapcsolat jele köti össze.
- **Részben bontott ábrázolás** (funkcionális kapcsolatú alkatrészekhez): olyan ábrázolás, amelyben a rajzjel részeire van bontva, mindegyik részt úgy elhelyezve a funkcionális vázlaton, hogy az áramkörök áttekinthető elrendezését lehessen elérni. A részeket tételmegjelölésük kapcsolja össze.

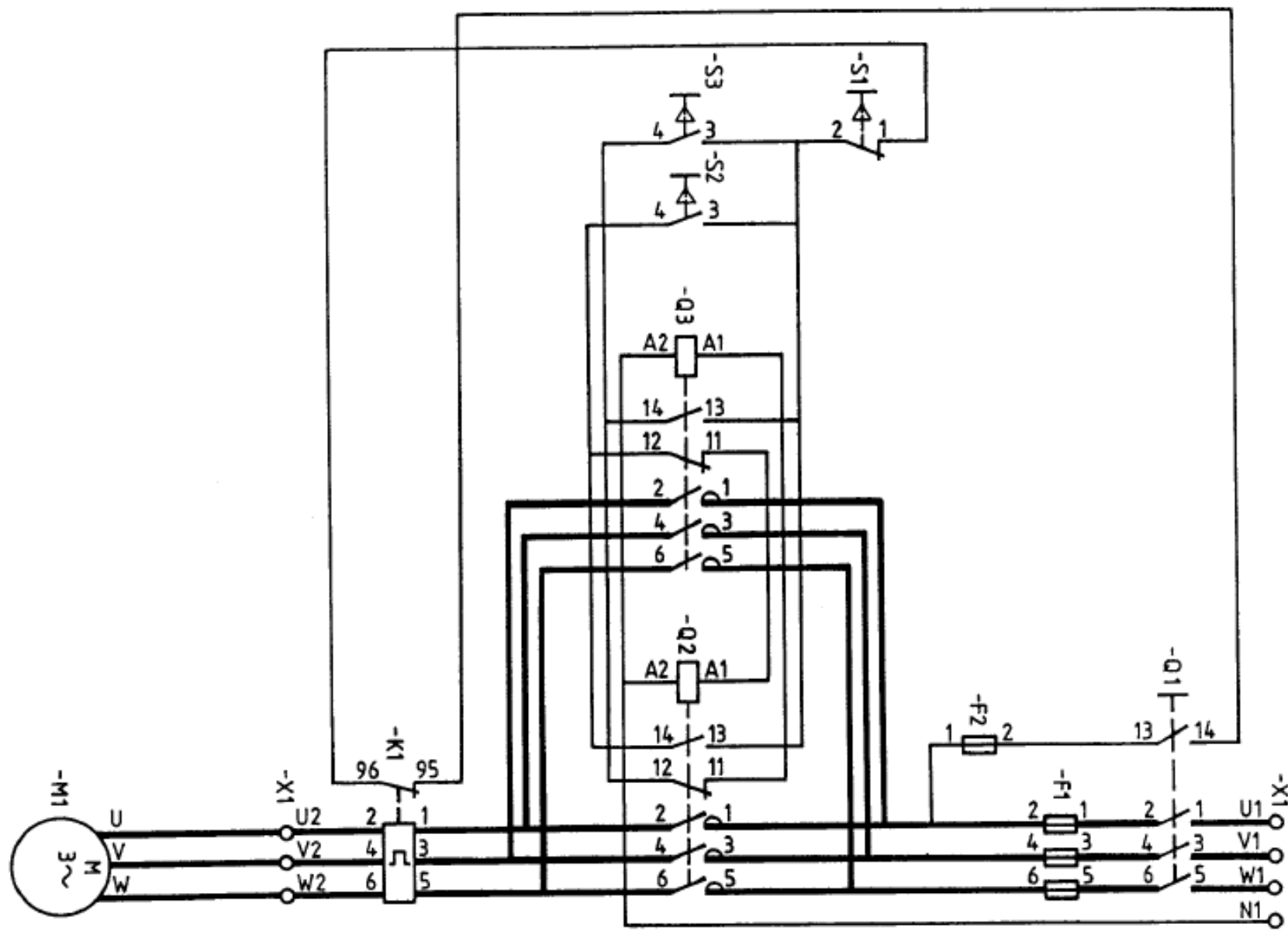
Alkatrészek és kapcsolások ábrázolási módszerei funkcionális vázlatokon

- **Ismétlődő ábrázolás:** (rendszerint olyan alkatrészekhez, amelyeknek villamos funkcionális kapcsolatuk van, pl. közös vezérlőtömböt vagy közös kimeneti tömböt tartalmazó rajzzel ábrázolt bináris logikai elemek): olyan ábrázolás, amelyben a teljes rajzjel két vagy több helyen megjelenik a funkcionális vázlaton, és az egyes megjelenések azonos tételmegjelölés jelzi, hogy csak egy alkatrészt ábrázol a rajzjel.
- **Csoportosított ábrázolás:** Olyan ábrázolás, amelyben:
 - 1) a részek rajzjeleit körvonal veszi körül;
 - 2) a részek (rendszerint bináris logikai és analóg elemek) rajzjelei egymáshoz csatlakoznak.
- **Szétoztott ábrázolás:** olyan ábrázolás, amelyben a részek rajzjelei szét vannak választva és a funkcionális vázlaton úgy vannak elhelyezve, hogy az áramkörök világos elrendezését adják. A részeket tételmegjelölésük kapcsolja össze.

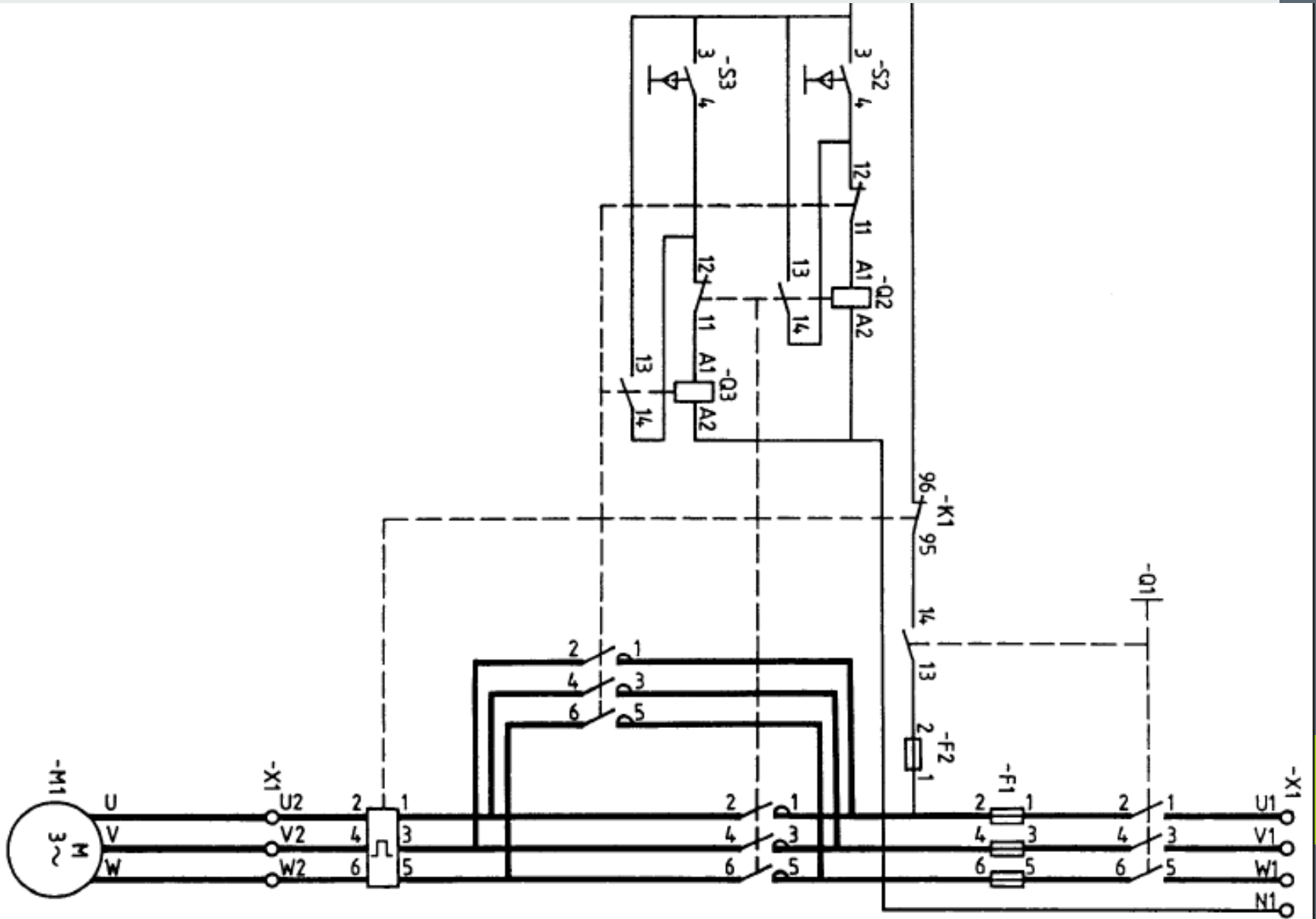
Alkatrészek és kapcsolások ábrázolási módszerei funkcionális vázlatokon

- **Többvonalas ábrázolás:** olyan ábrázolás, amelyben minden összekapcsolást külön vonal jelöl.
- **Egyvonalas ábrázolás:** olyan ábrázolás, amelyben két vagy több összekapcsolást egyetlen vonal jelöl.

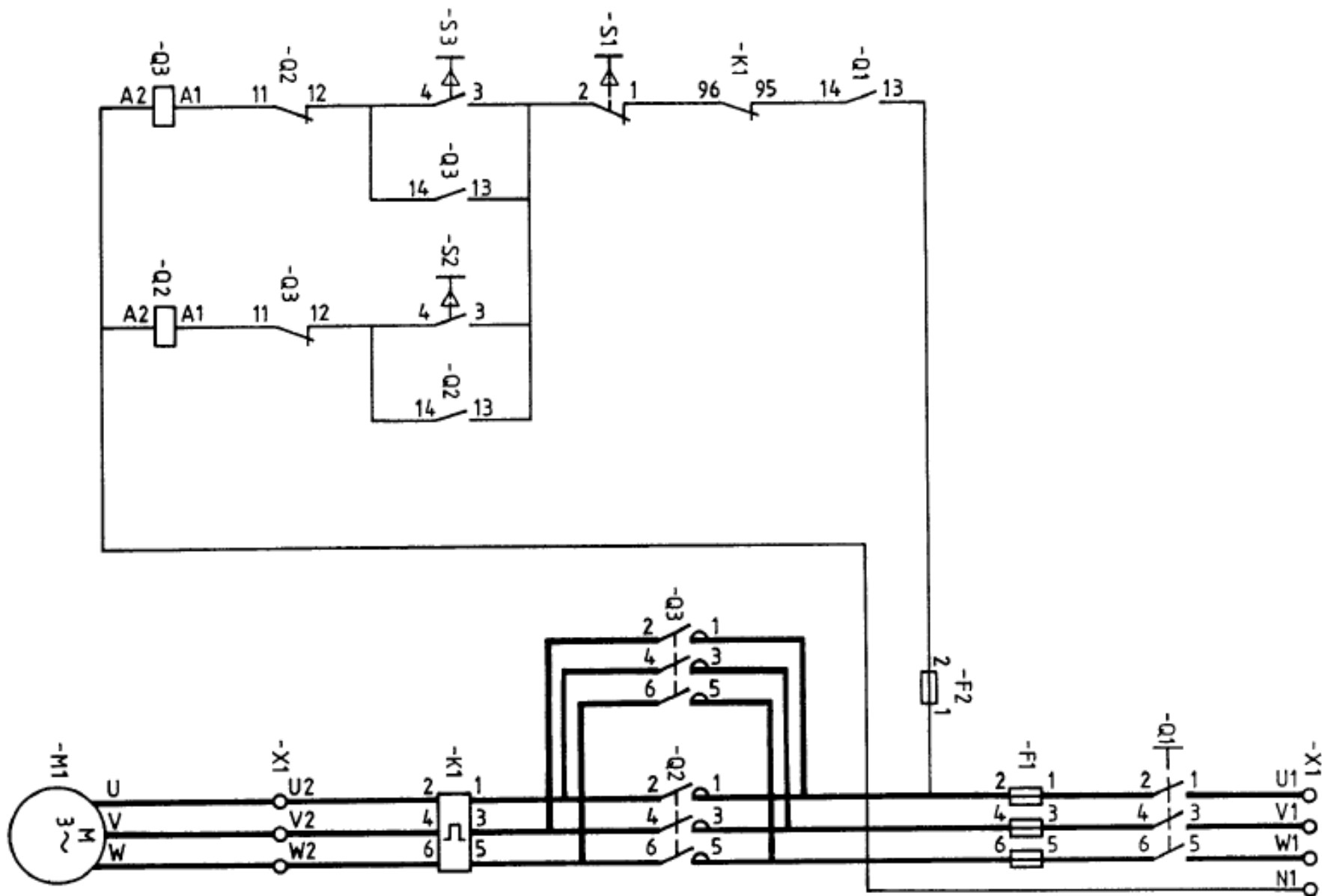
**Példa összevont ábrázolást alkalmazó áramkörvázlatra
(két forgásirányú hajtásrendszer)**



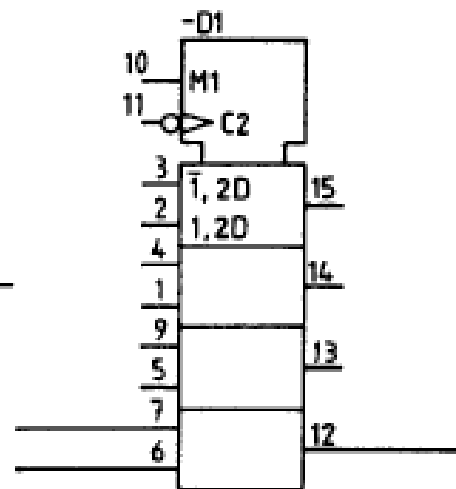
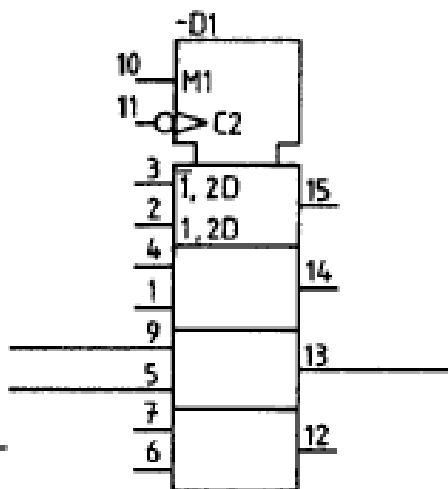
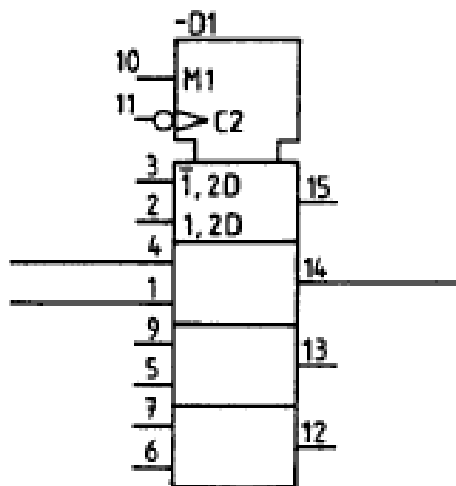
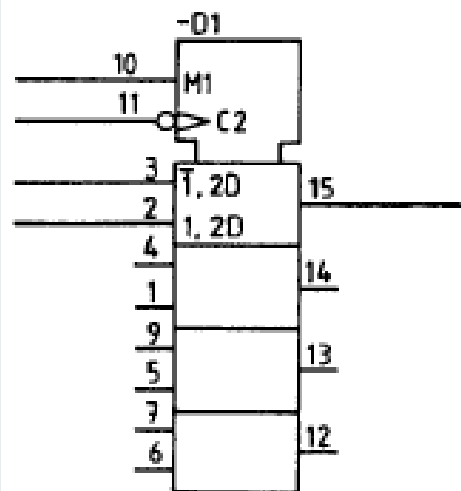
Példa részben összevont ábrázolást alkalmazó áramkörvázlatra (két forgásirányú hajtásrendszer)



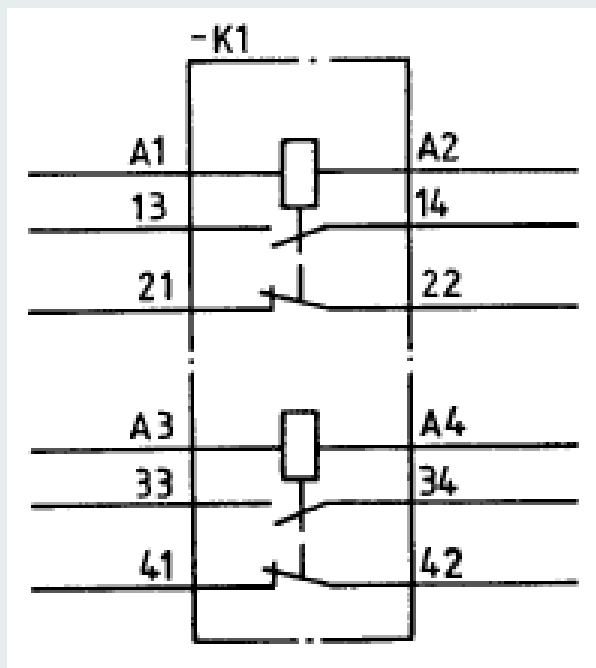
**Példa részekre bontott ábrázolást alkalmazó áramkörvázlatra
(két forgásirányú hajtásrendszer)**



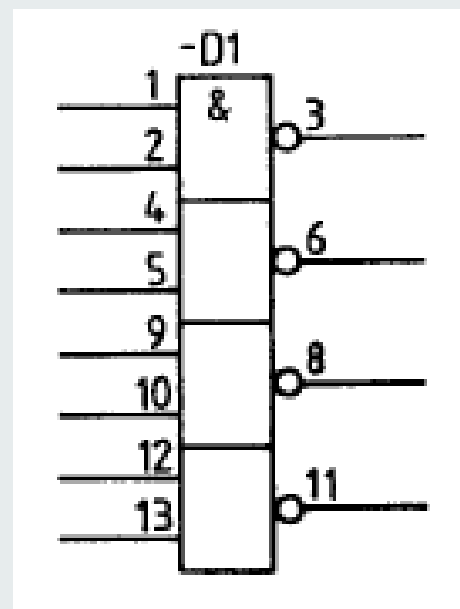
Példa ismétlődő ábrázolásra (multiplexer)



Példa csoportosított ábrázolásra

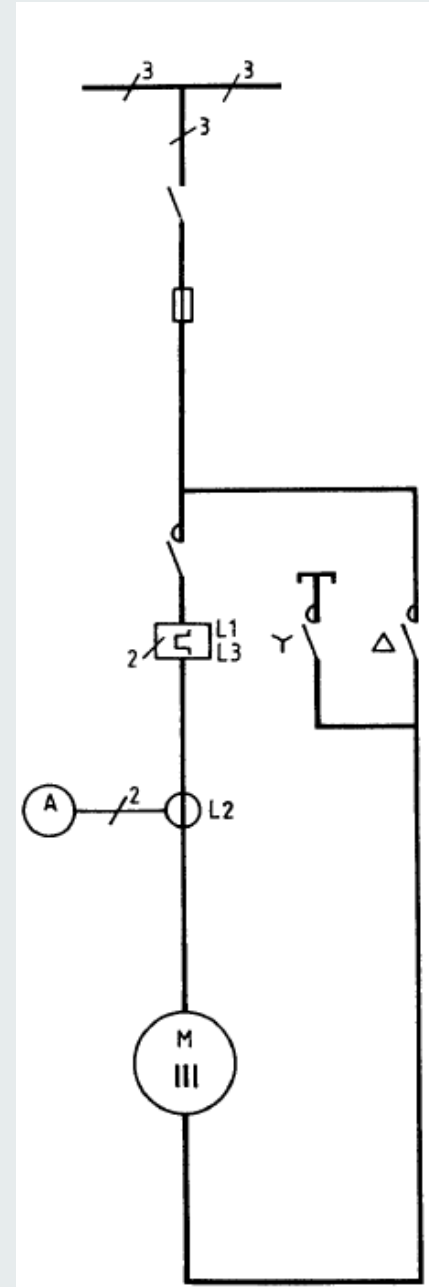
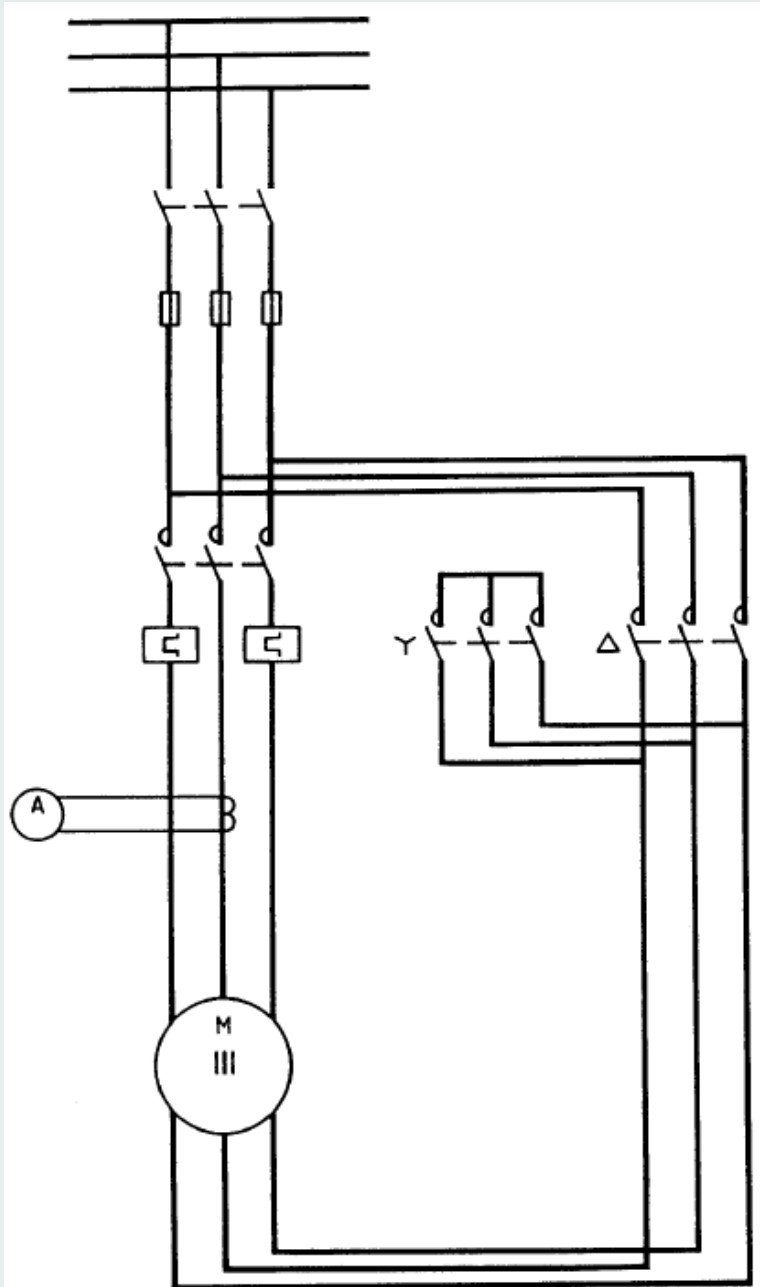


a)



b)

Példa egy- és többvonalas ábrázolásra (csillag-delta indító)



A dokumentációk osztályozása

Funkcióra irányuló dokumentációk

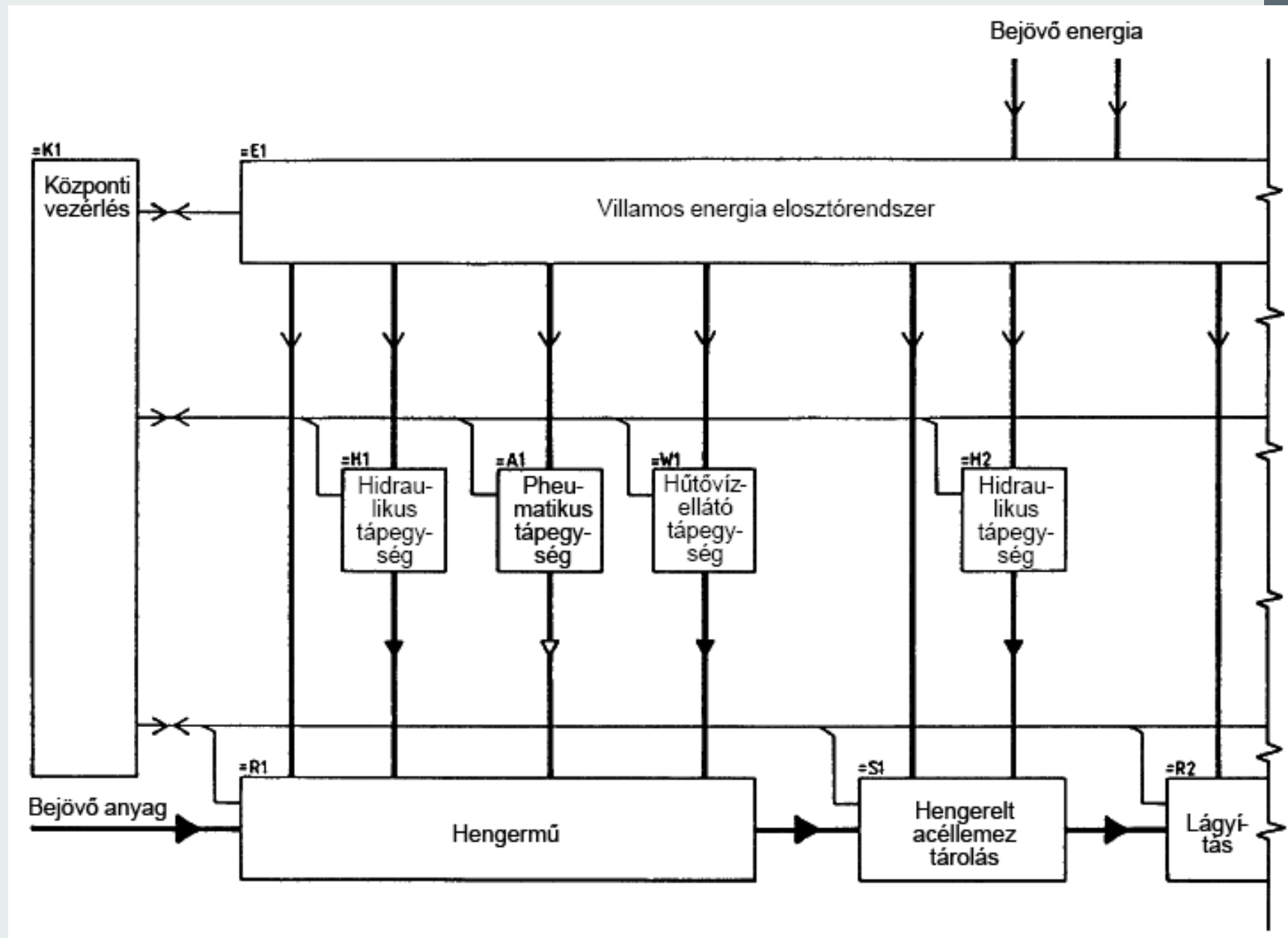
- **Áttekintő funkcionális vázlat:** viszonylag egyszerű funkcionális vázlat, amely gyakran egyvonalas ábrázolást alkalmazva, a fő kapcsolatokat vagy összekapcsolásokat mutatja meg valamely rendszerben, alrendszerben, létesítményben, részben, berendezésben, szoftverben stb.
- **Tömbvázlat:** főleg tömb rajzjeleket alkalmazó áttekintő funkcionális vázlat.
- **Hálózattérkép:** olyan áttekintő funkcionális vázlat, amely valamely hálózatot térképen mutat be, pl. villamos erőművek, transzformátorállomások és távvezetékek, távközlési berendezések és átviteli vonalak.
- **Működési vázlat:** olyan funkcionális vázlat, amely az adott rendszer, alrendszer, létesítmény, rész, berendezés, szoftver stb. elméleti vagy ideális működésének részleteit mutatja be elméleti vagy ideális áramkörökkel, nem minden esetben véve figyelembe a telepítésben alkalmazott eszközöket.
- **Logikai működési vázlat:** olyan működési vázlat, amely főleg bináris logikai elemek rajzjeleit alkalmazza.
- **Egyenértékű áramkörös vázlat:** olyan működési vázlat, amely a jellemzők vagy a viselkedés elemzésére és számítására segédeszközként alkalmazott, egyenértékű áramköröket mutat be.
- **Működési diagram:** olyan diagram, amely valamely vezérlőrendszer funkcióit és viselkedését írja le lépések és átmenetek alkalmazásával.

A dokumentációk osztályozása

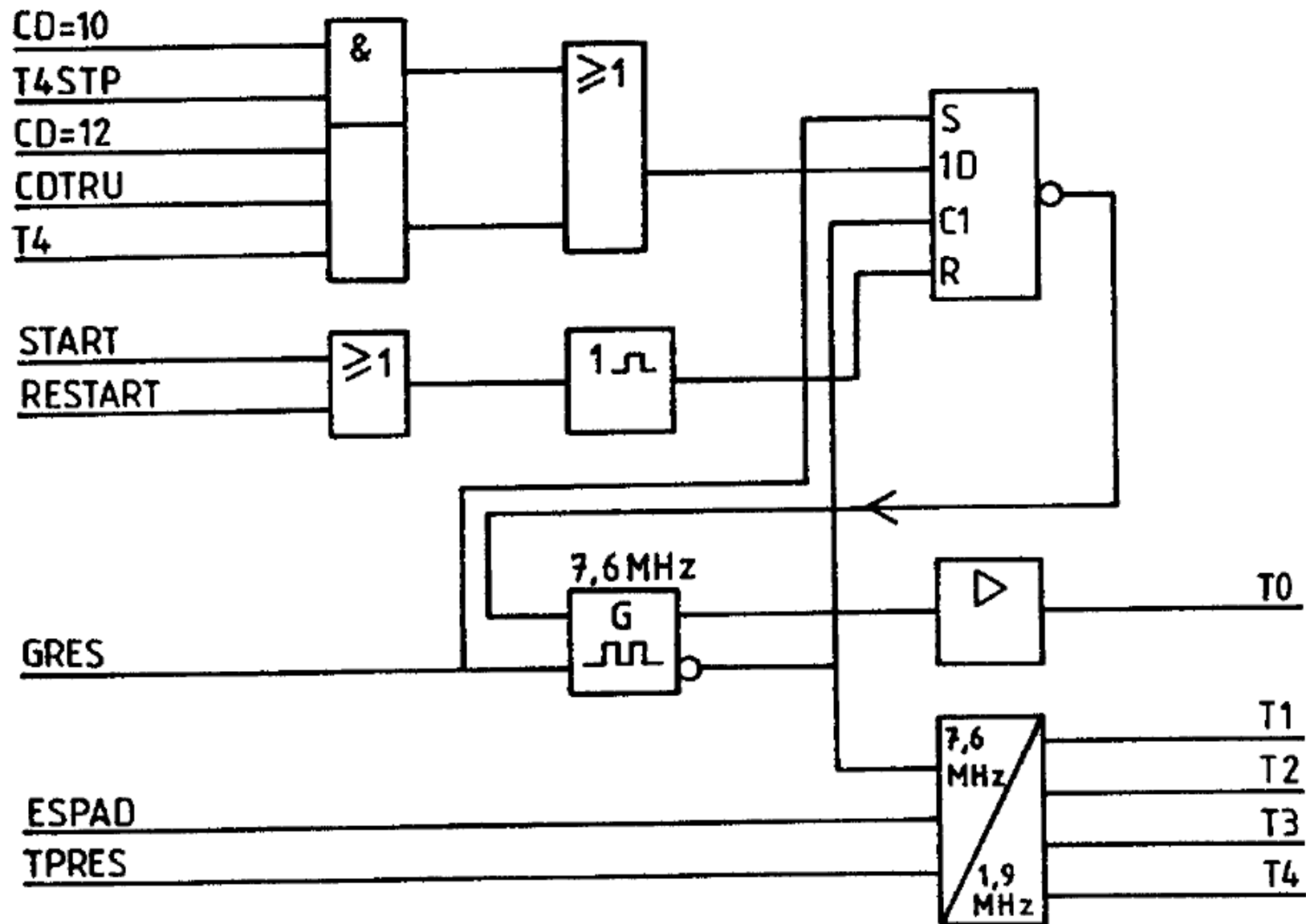
Funkcióra irányuló dokumentációk

- **Sorrenddiagram (-táblázat):** olyan diagram (táblázat), amely valamely rendszer egységeinek működési vagy állapotsorrendjét mutatja be. Az egyes egységek működési vagy állapotai egyik irányban vannak felsorolva és a folyamatlépések vagy az idő erre merőlegesen van megrajzolva.
- **Idősorrend-diagram:** sorrenddiagram méretarányban megrajzolt időtengellyel.
- **Áramkörvázlat:** olyan funkcionális vázlat, amely valamely rendszer, alrendszer, létesítmény, rész, berendezés, szoftver stb. áramköreinek megvalósítását ábrázolja, a részeket és összekapcsolásokat rajzjelekkel megrajzolva. Ezek a rajzjelek úgy vannak elrendezve, hogy szemléltessék a funkciókat, de nem minden esetben veszik figyelembe a darabok fizikai méreteit, alakját vagy elhelyezését.
- **Csatlakozókapcsok funkcionális vázlata:** valamely funkcionális egység olyan funkcionális vázlata, amely bemutatja az interfészcsatlakozások csatlakozókapcsait és a belső funkciók leírását. Ezek megvalósíthatók, ha lehet, egyszerűsített áramkör vázlat, funkcionális vázlat, funkciódiagram vagy sorrenddiagram segítségével vagy szöveggel.
- **Programvázlat (-táblázat) (-jegyzék):** olyan vázlat (táblázat) (jegyzék), amely a programelemeket, -modulokat és összekapcsolásaikat mutatja be részletesen úgy elrendezve, hogy a kölcsönös kapcsolatok világosan felismerhetők legyenek.

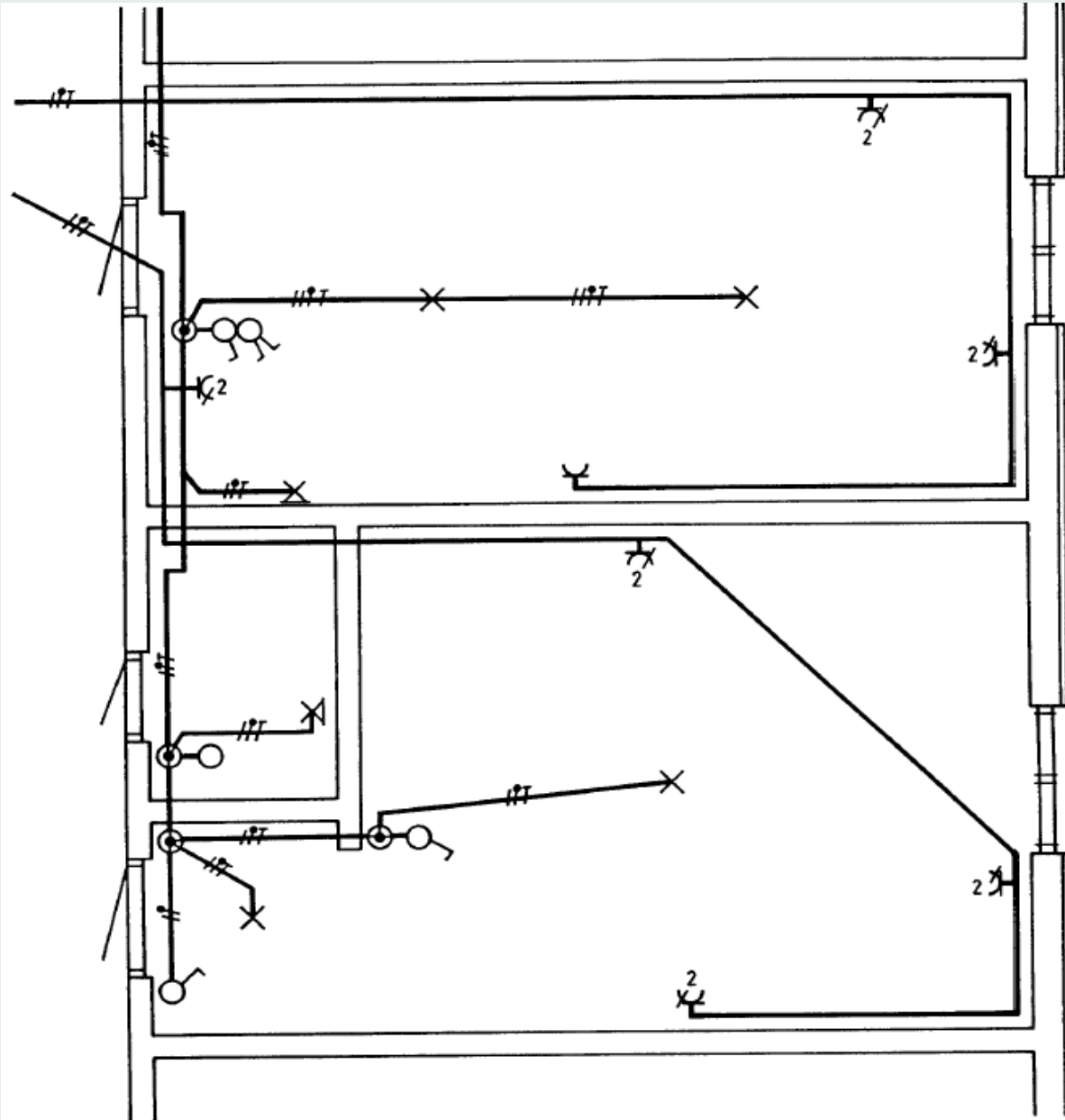
Példa funkcionális elrendezésű áttekintő funkcionális vázlatra (acélmű)



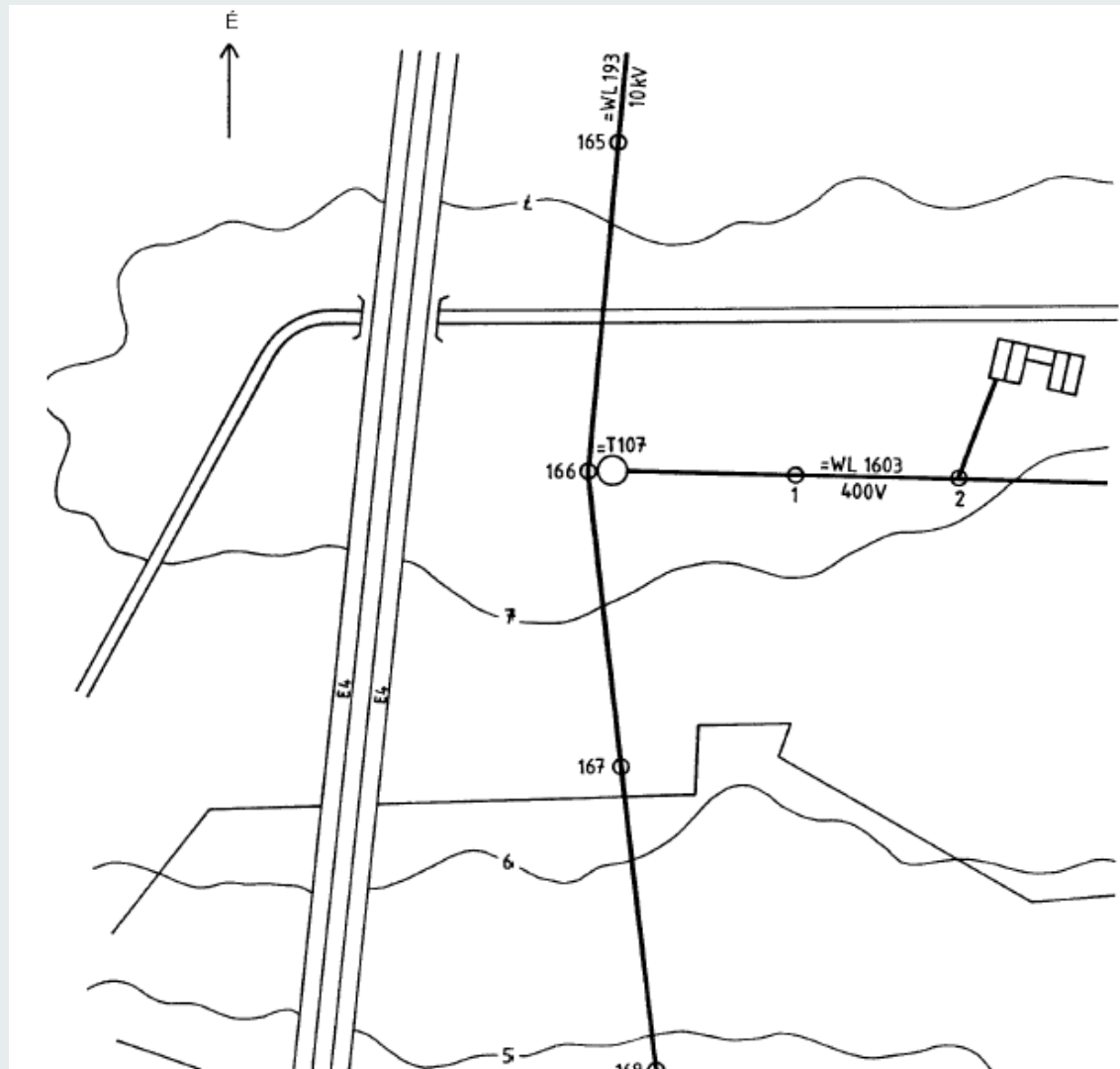
Példa logikai működési vázlatra (időjeladó berendezés)



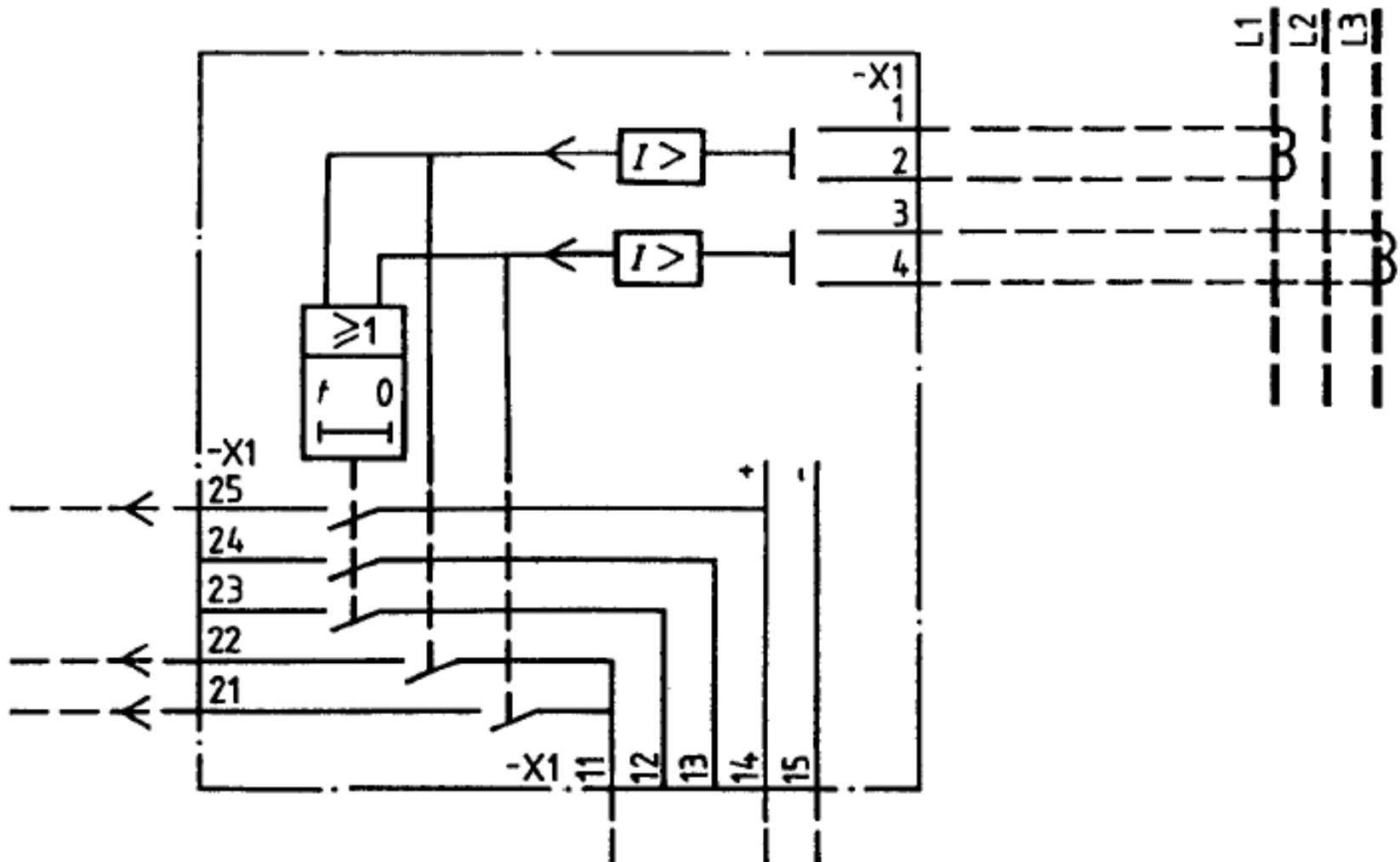
Példa topográfiai elrendezésű szerelési vázlatra (épület világítási berendezése; az ábra nem a hazai gyakorlat szerinti)



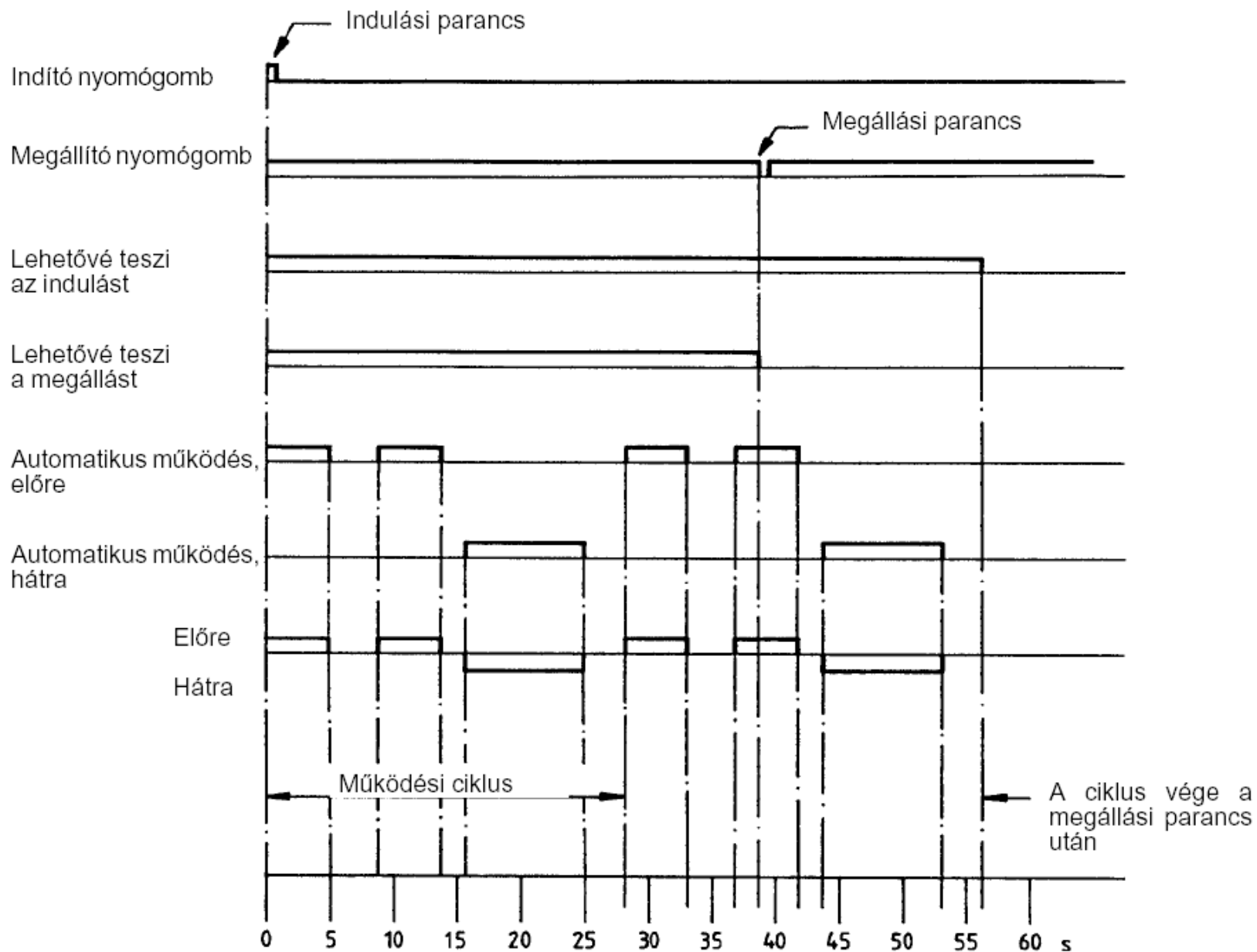
Példa hálózatterképre (nagyfeszültségű légvezeték transzformátorállomással és 400 V-os leágazással)

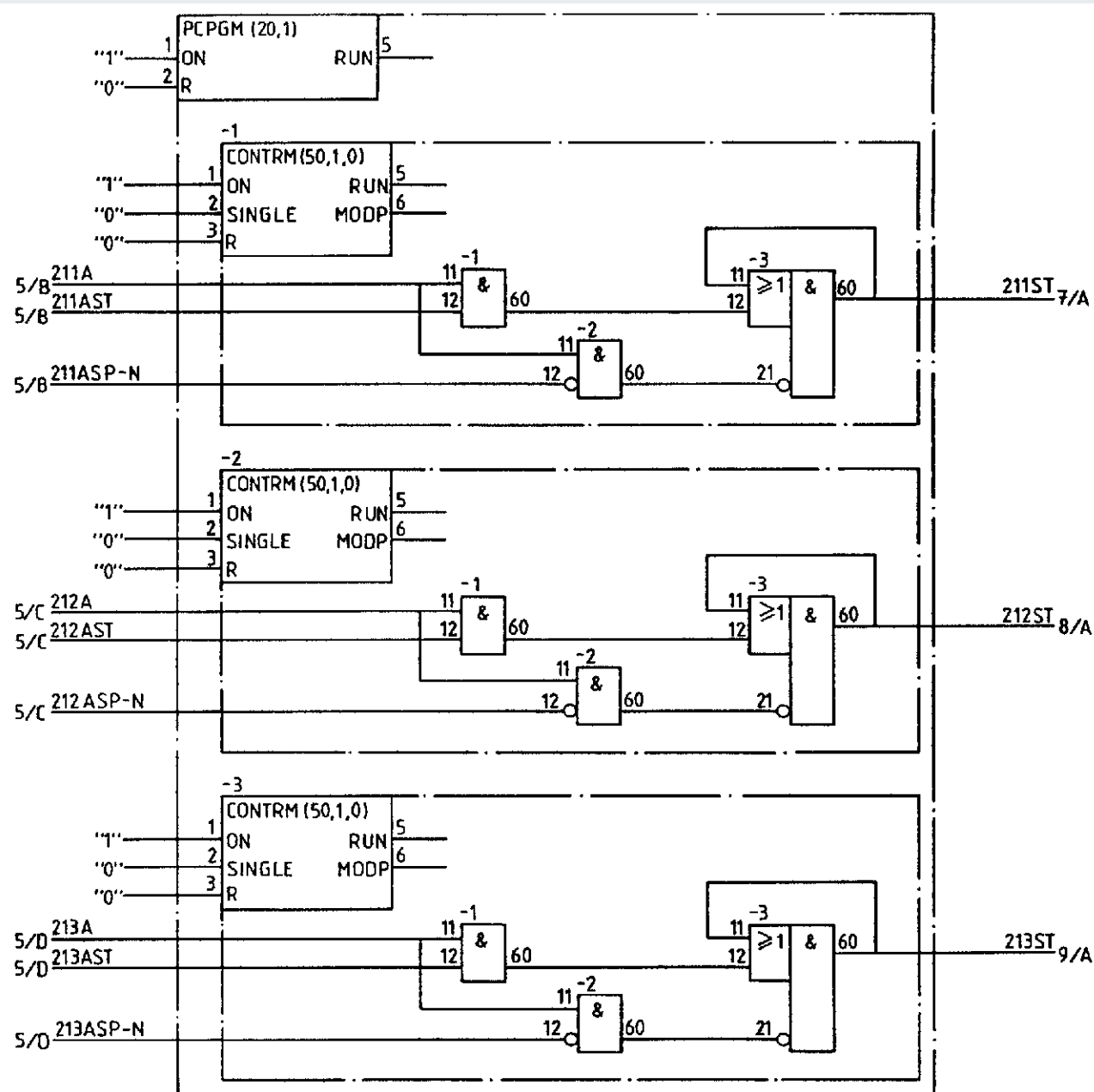


**Példa csatlakozókapcsok funkcionális vázlatára
(túláram-érzékelő funkcionális egység)**



Példa idősorrend-diagramra (hajtásrendszer vezérlése)



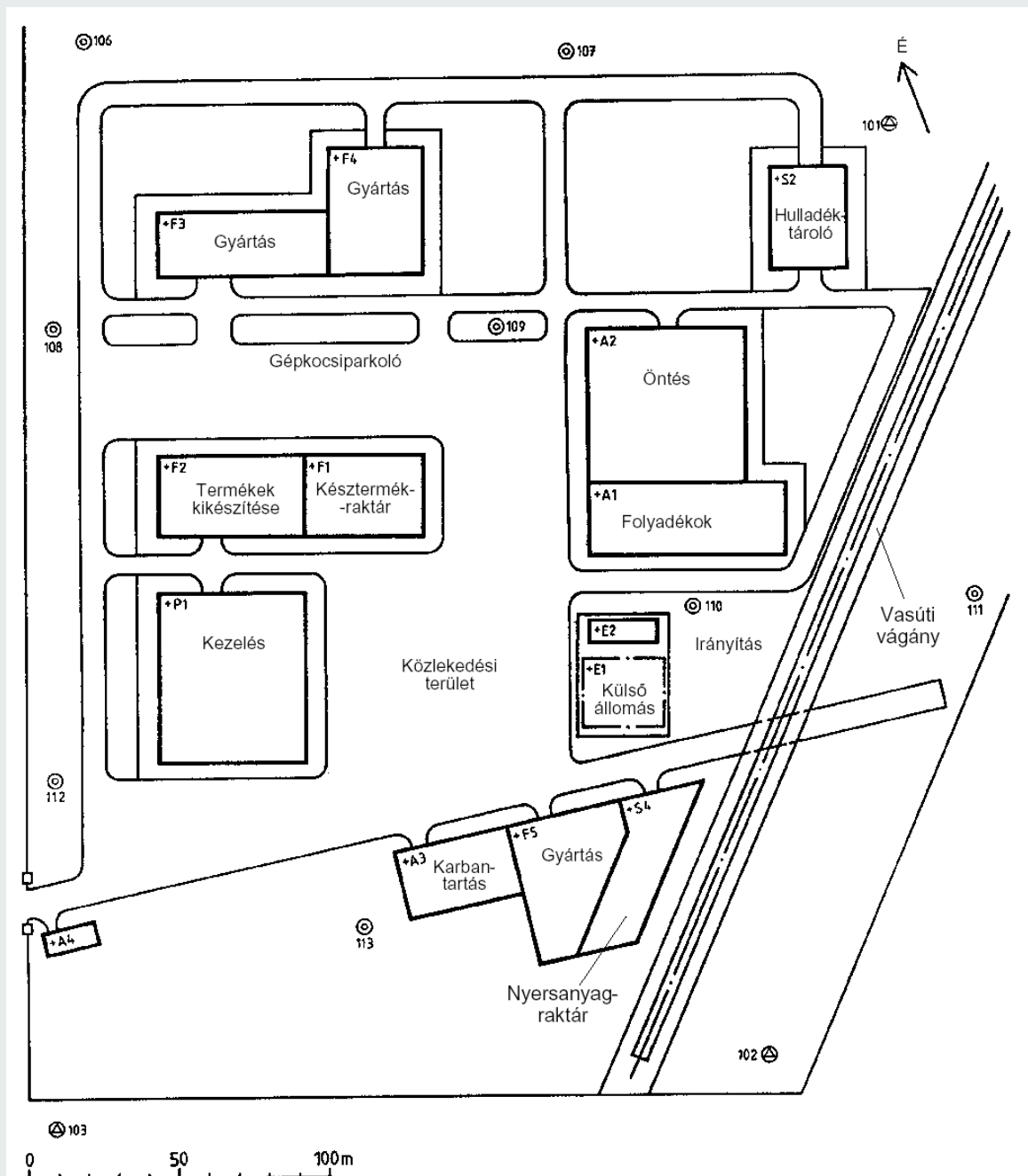


A dokumentációk osztályozása

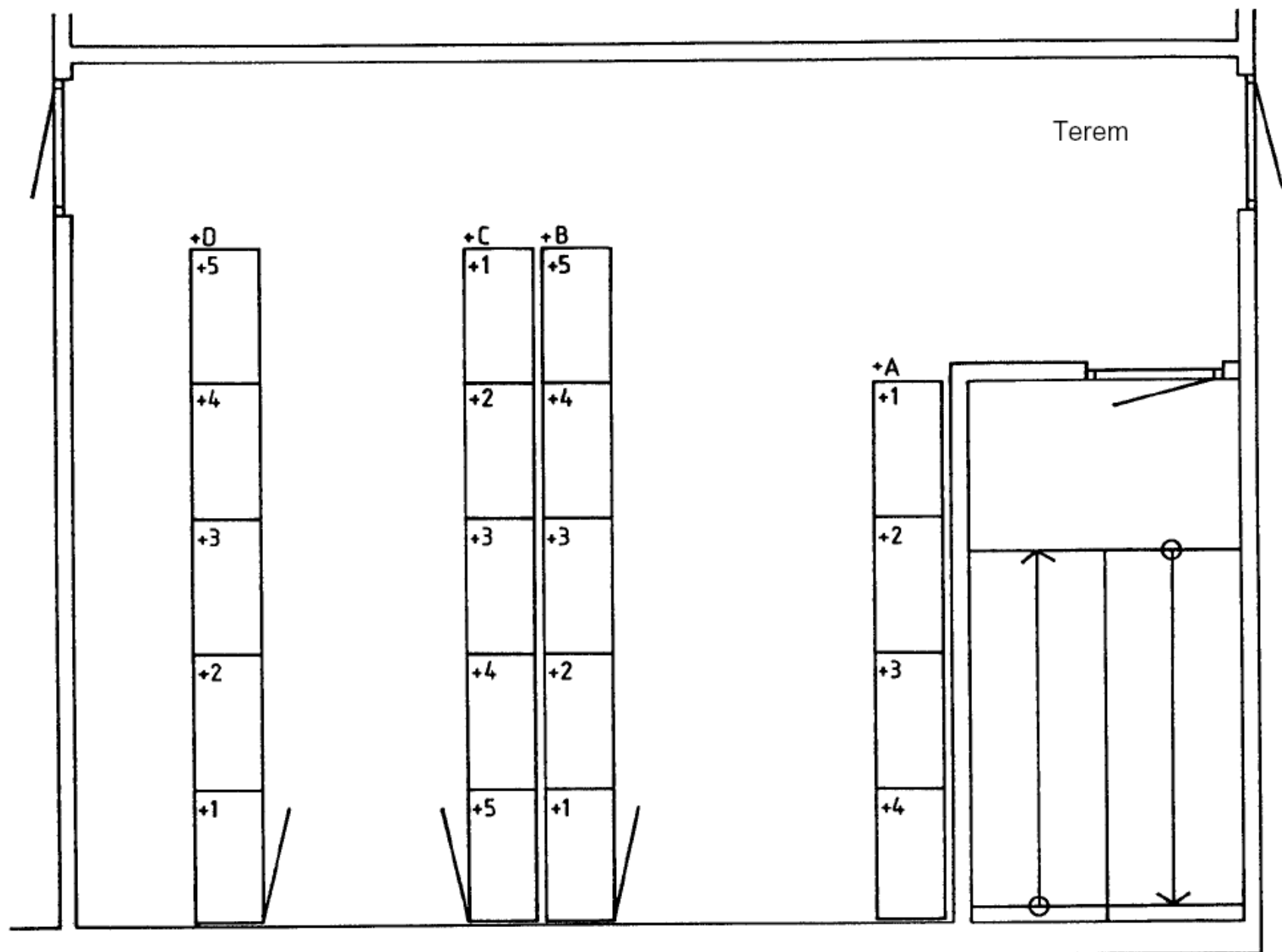
Elhelyezési dokumentumok

- **Helyszínrajz:** olyan terv, amely építési munkák, szolgáltatóhálózatok és útépitőmunkák „kitűzési pontokhoz” viszonyított elhelyezését, valamint a tájra, a megközelítési módokra és a helyszín általános elrendezésére vonatkozó információkat mutatja be.
- **Szerelési rajz (terv):** olyan rajz (terv), amely valamely létesítmény alkotórészeinek elhelyezését mutatja be.
- **Szerelési vázlat:** olyan szerelési rajz, amely az alkotórészek közötti összekapcsolásokat mutatja be.
- **Részegységrajz:** összeszerelt részek valamely csoportjának térbeli helyzetét és alakját ábrázoló rajz, rendszerint méretarányosan.
- **Elrendezési rajz:** egyszerűsített vagy kiegészített részegységrajz, amely információkat ad valamely meghatározott célra.

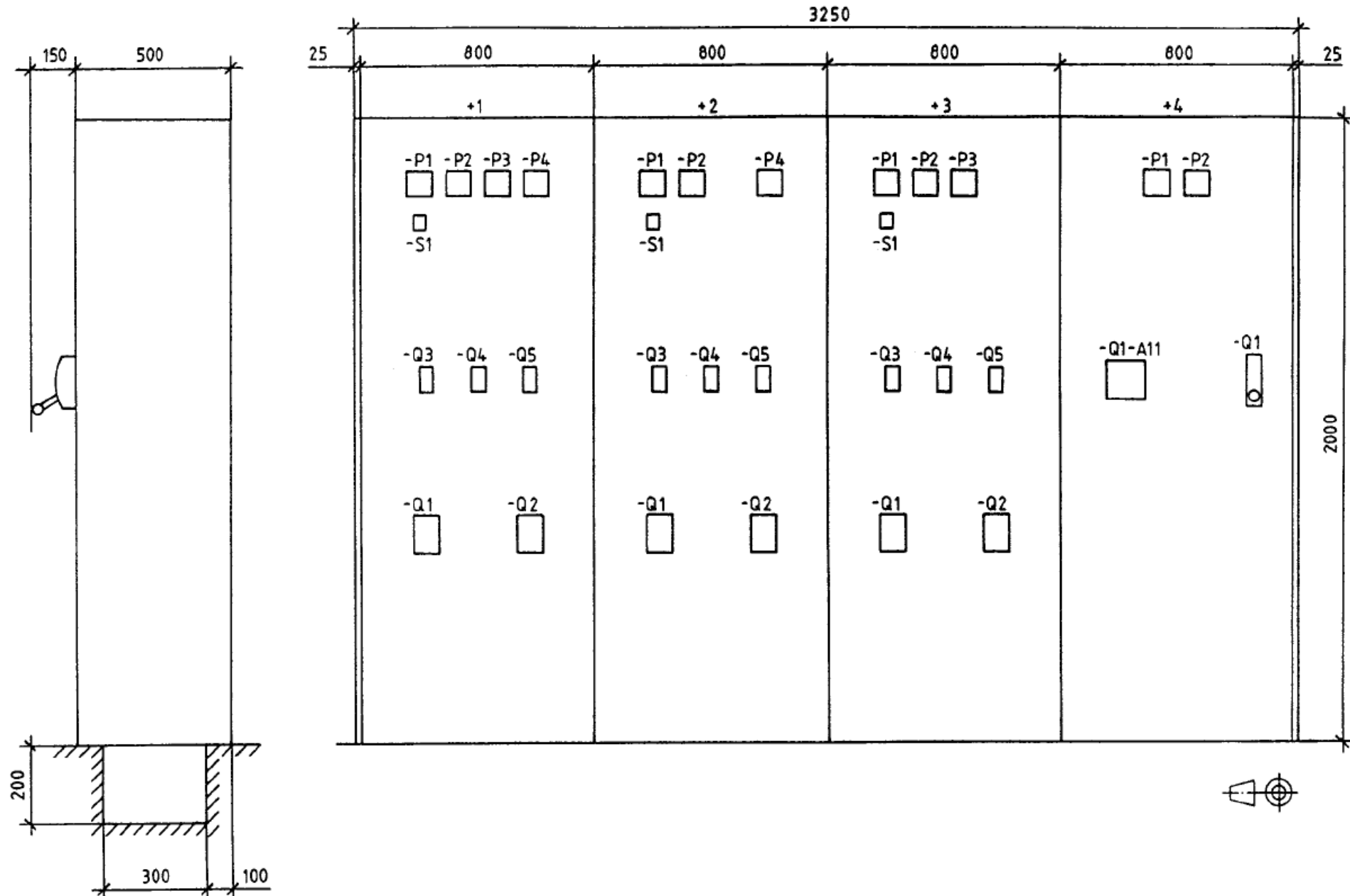
Példa helyszínrajzra (ipari üzem)



Példa szerelési tervre (kapcsolóterem kapcsoló- és vezérlőberendezésekkel)



Példa elrendezési rajzra (a +A kapcsoló- és vezérlőberendezések az előző ábrán)

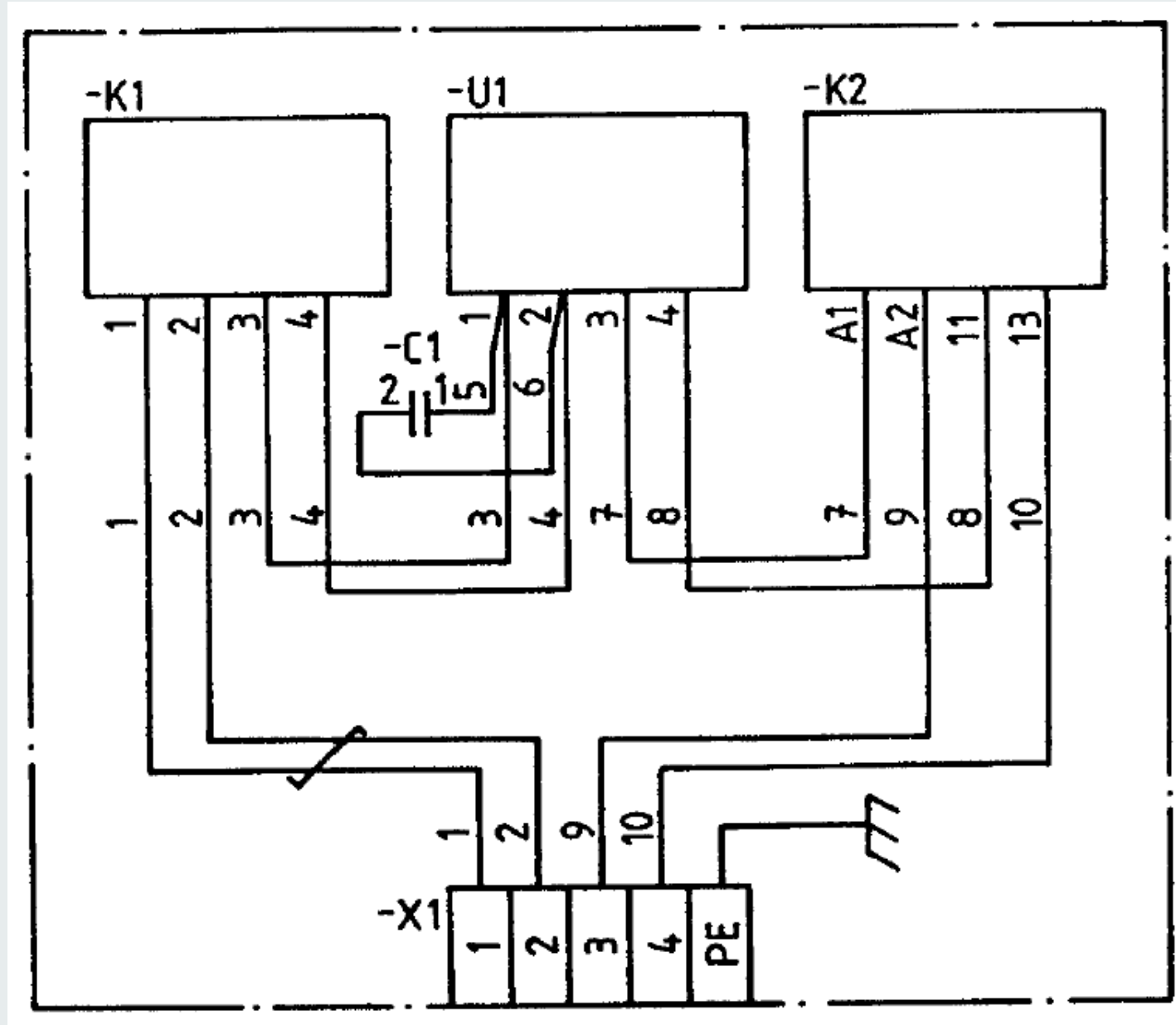


A dokumentációk osztályozása

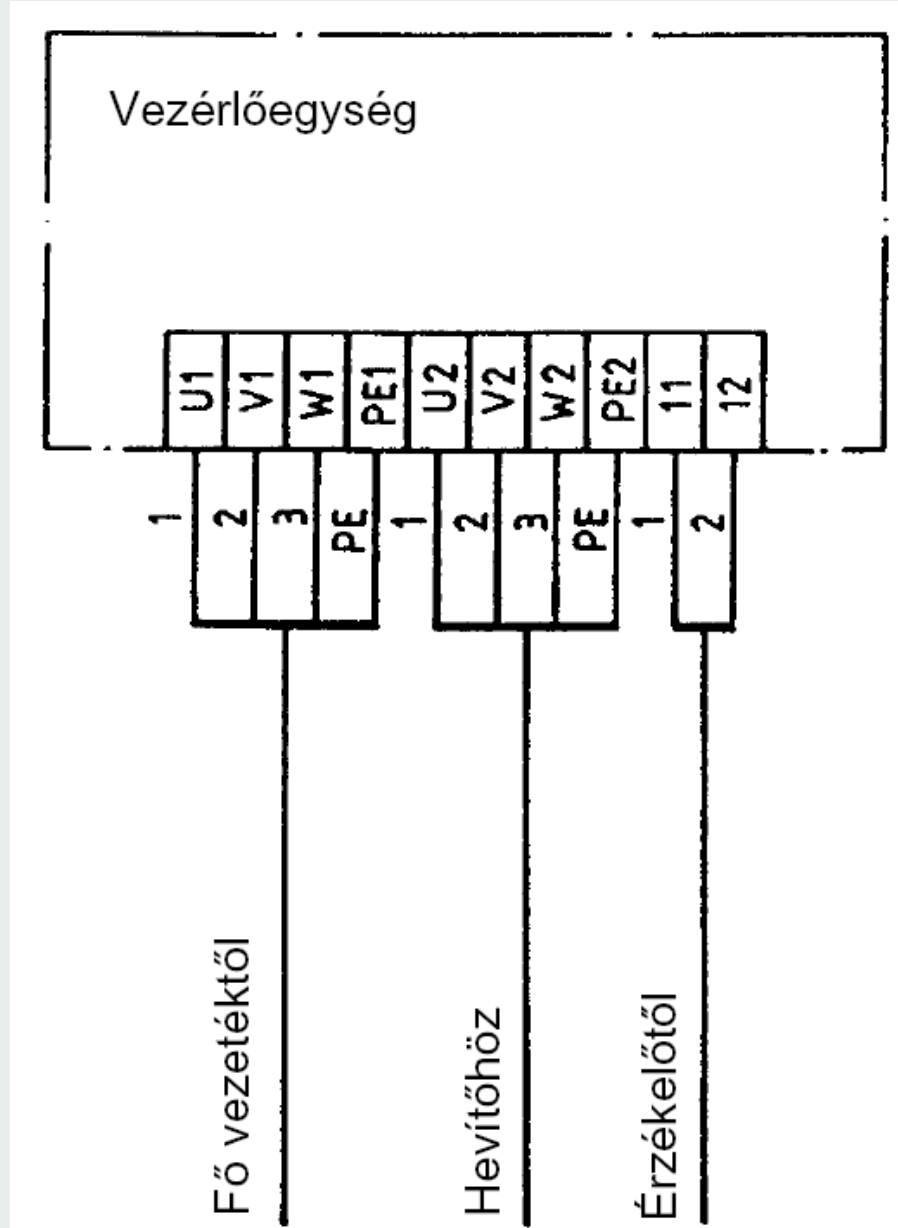
Kapcsolási dokumentációk

- **Kapcsolási vázlat (táblázat):** olyan vázlat (táblázat), amely valamely létesítmény vagy berendezés kapcsolásait mutatja be vagy sorolja fel.
- **Egység kapcsolási vázlata (táblázata):** olyan kapcsolási vázlat (táblázat), amely valamely szerkezeti egységen belüli kapcsolatokat mutat be vagy sorol fel (28. ábra).
- **Összekapcsolási vázlat (táblázat):** olyan kapcsolási vázlat (táblázat), amely a különböző szerkezeti egységek közötti kapcsolatokat mutatja be (29. ábra).
- **Csatlakozókapcsok kapcsolási vázlata (táblázata):** olyan kapcsolási vázlat (táblázat), amely valamely szerkezeti egység csatlakozókapcsait és e csatlakozókapcsokhoz kapcsolódó belső és/vagy külső csatlakozásokat mutatja be (31. ábra).
- **Kábelvázlat (-táblázat) (-jegyzék):** vázlat (táblázat) (jegyzék), amely információkat ad a kábelekről, például a vezetők azonosítása, a végek elhelyezése, illetve ha szükséges, a jellemzők, a nyomvonalak és a funkció (32. ábra).

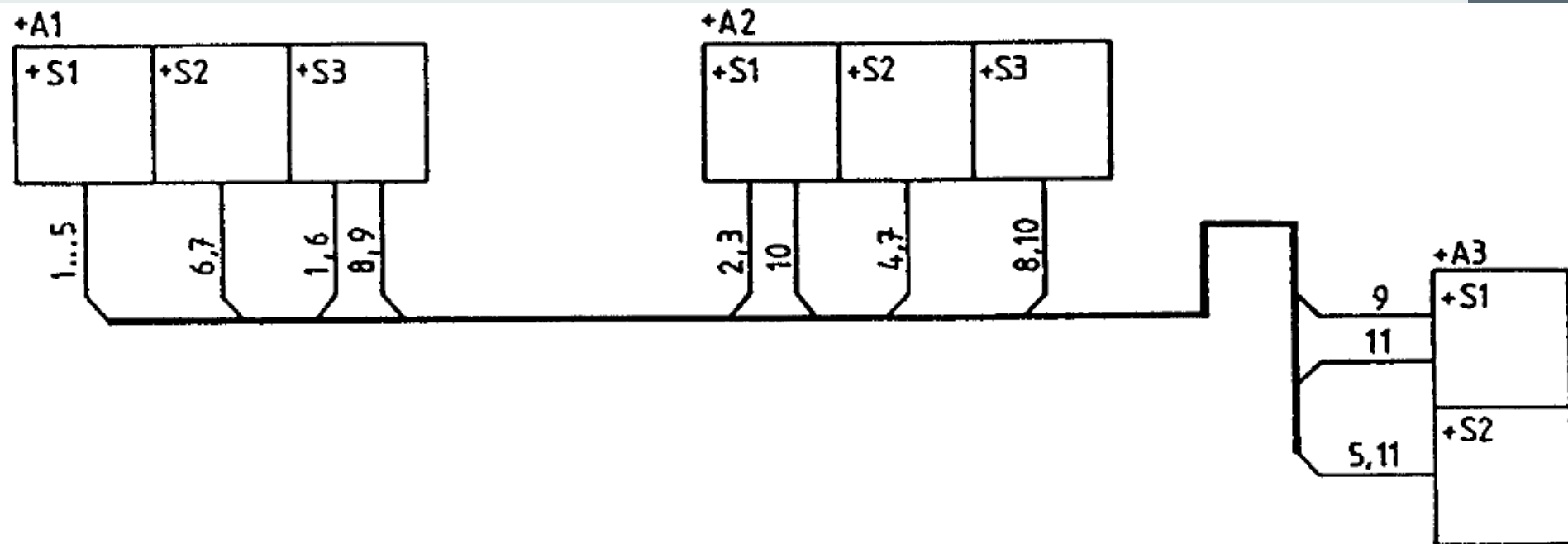
Példa egység kapcsolási vázlatára (a vezérlőberendezés egyik alrészegysége)



Példa csatlakozókapcsok kapcsolási vázlatára (vezérlőegység)



Példa kábelvázlatra (kábelyszerelvény a +A1, +A2 és a +A3 részegységekhez)



A dokumentációk osztályozása

Darabjegyzék

- **Darabjegyzék:** olyan jegyzék, amely meghatározza azokat az alkotórészeket (részeket, alkatrészeket, szoftvert, berendezést stb.) amelyek a részegységet (vagy alegységet) alkotják és, hasznukéséges, a hivatkozási dokumentumokat is.
- **Tartalékalkatrész-jegyzék:** olyan jegyzék, amely meghatározza a megelőző és a javító karbantartáshoz szükséges alkotórészeket (részeket, alkatrészeket, szoftvert, ömlesztett anyagokat stb.).

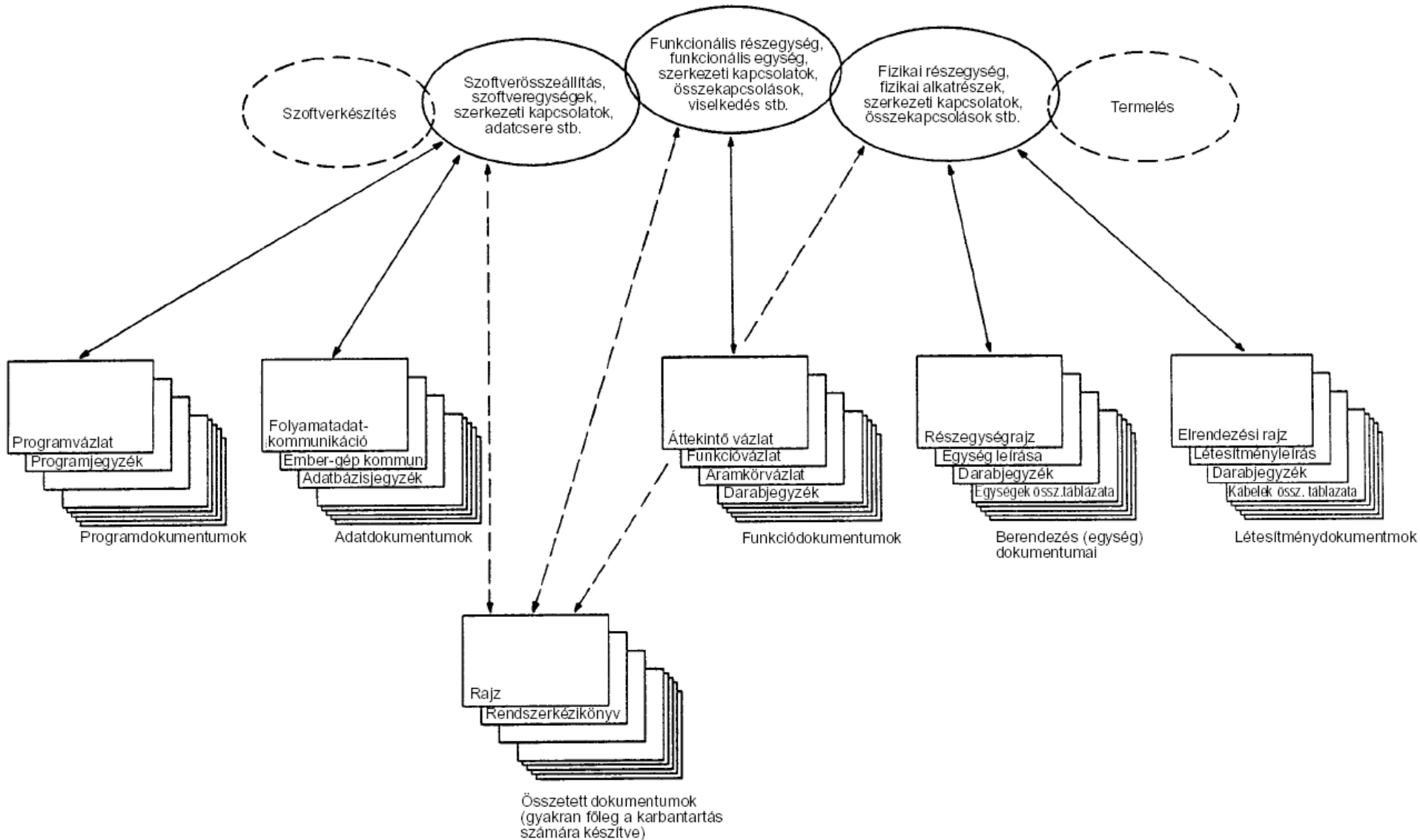
Példa darabjegyzékre (szivattyúrendszer)

Tétel	Elhelyezés	Megnevezés Hivatkozás dokumentumra	Kivitel	Típus	Műszaki adatok	Tömeg mér- tekegység	Alkatrészszám	Mennyi- ség	CD/lap	Megjegy- zés
-A11	+PA1 J1	MMI-berendezés						1	3	
-A11H1	+PA1 J1	Jelzőlámpa; indított						1	3	
-A11H1 .1	+PA1 J1	Izzólámpa	LMA	Ba150	5W 230V		5911 070-12	1	3	
-A11H1 .2	+PA1 J1	Izzólámpa-foglalat	CDE	05M2			SK614 360-LE	1	3	
-A11S0	+PA1 J1	Nyomógomb; leállás	CDE	0KM30			SK614 311-CF	1	3	
-A11S1	+PA1 J1	Nyomógomb; indulás	CDE	0KM30			SK614 311-CG	1	3	
-A11S3	+PA1 J1	Vezérléskapcsoló; H/A	CDE	ABG10			SK661 201-AB	1	3	
-M1	+B103R11	Indukciós motor	MAB	MBK280	1465r/min 110kW 50Hz Y/D 400/230V	85kg	MK371 010-BA	1	3	
		Karbantartási utasítás	5385 161							
-Q1	+SA2G3	Motorindító	CDE	05B350			SK538 209-BC	1	3	
-Q1F1	+SA2G3	Hárompólusú biztosító	CDE	SF400			SK316 285-3	1	3	
-Q1F1 .1 . . .3	+SA2G3	Biztosítóbétét	CDE	SL400	Nagyság		SK316 286-3	3	3	
-Q1F1 .4	+SA2G3	Biztosítóaljzat	CDE	ST400			SK316 106-3	1	3	

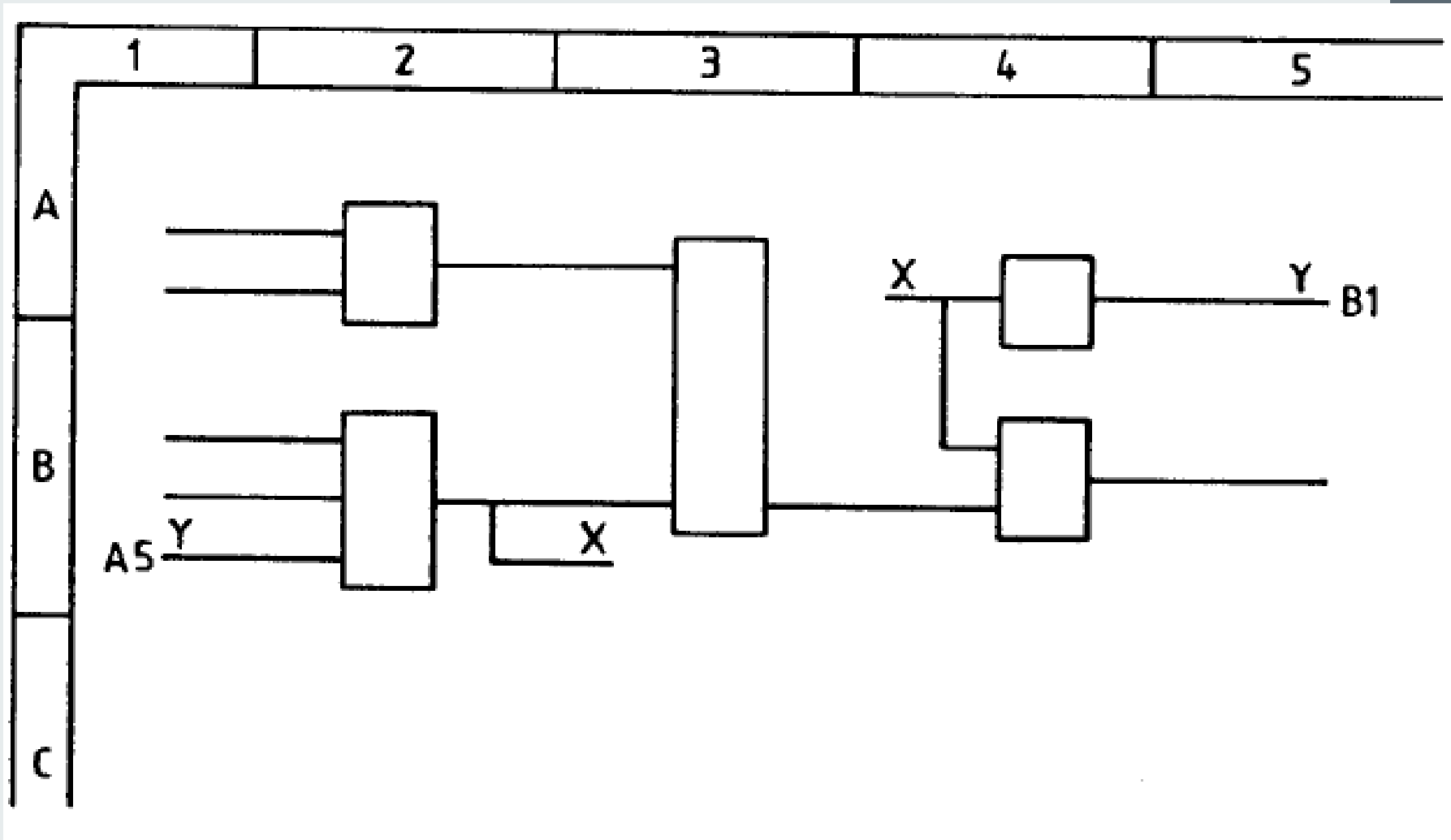
A dokumentációk osztályozása

- **Létesítményre jellemző dokumentumok** - Olyan dokumentumok, amelyek utasításokat vagy információkat adnak a létesítmény feltételeire és valamely rendszer, létesítmény, berendezés vagy alkatrész szállítmányára, szállítására, kirakására, felállítására és vizsgálatára vonatkozóan.
- **Üzembe helyezésre jellemző dokumentumok** - Olyan dokumentumok, amelyek utasításokat vagy tájékoztatásokat adnak az üzembe helyezésre és azoknak az előzetes beállításoknak, szimulációmódoknak, ajánlott beállítási értékeknek és tevékenységeknek a meghatározására vonatkozóan, amelyeket el kell végezni annak érdekében, hogy valamely rendszer, létesítmény, berendezés vagy alkatrész fejlesztését befejezzék és helyesen működtessék.
- **Üzemeltetésre jellemző dokumentumok** - Olyan dokumentumok, amelyek utasításokat vagy tájékoztatásokat adnak valamely rendszer, létesítmény, berendezés vagy alkatrész üzemeltetésére vonatkozóan.
- **Karbantartásra jellemző dokumentumok** - Olyan dokumentumok, amelyek utasításokat vagy tájékoztatásokat adnak a karbantartási folyamatokra vonatkozóan, pl. karbantartási vagy szervízkézikönyvekben, valamely rendszerre, létesítményre, berendezésre vagy alkatrészre.
- **Megbízhatóságra és karbantartásra jellemző dokumentumok** - Olyan dokumentumok, amelyek tájékoztatásokat adnak valamely rendszer, létesítmény, berendezés vagy alkatrész megbízhatóságára és karbantartásra vonatkozóan.

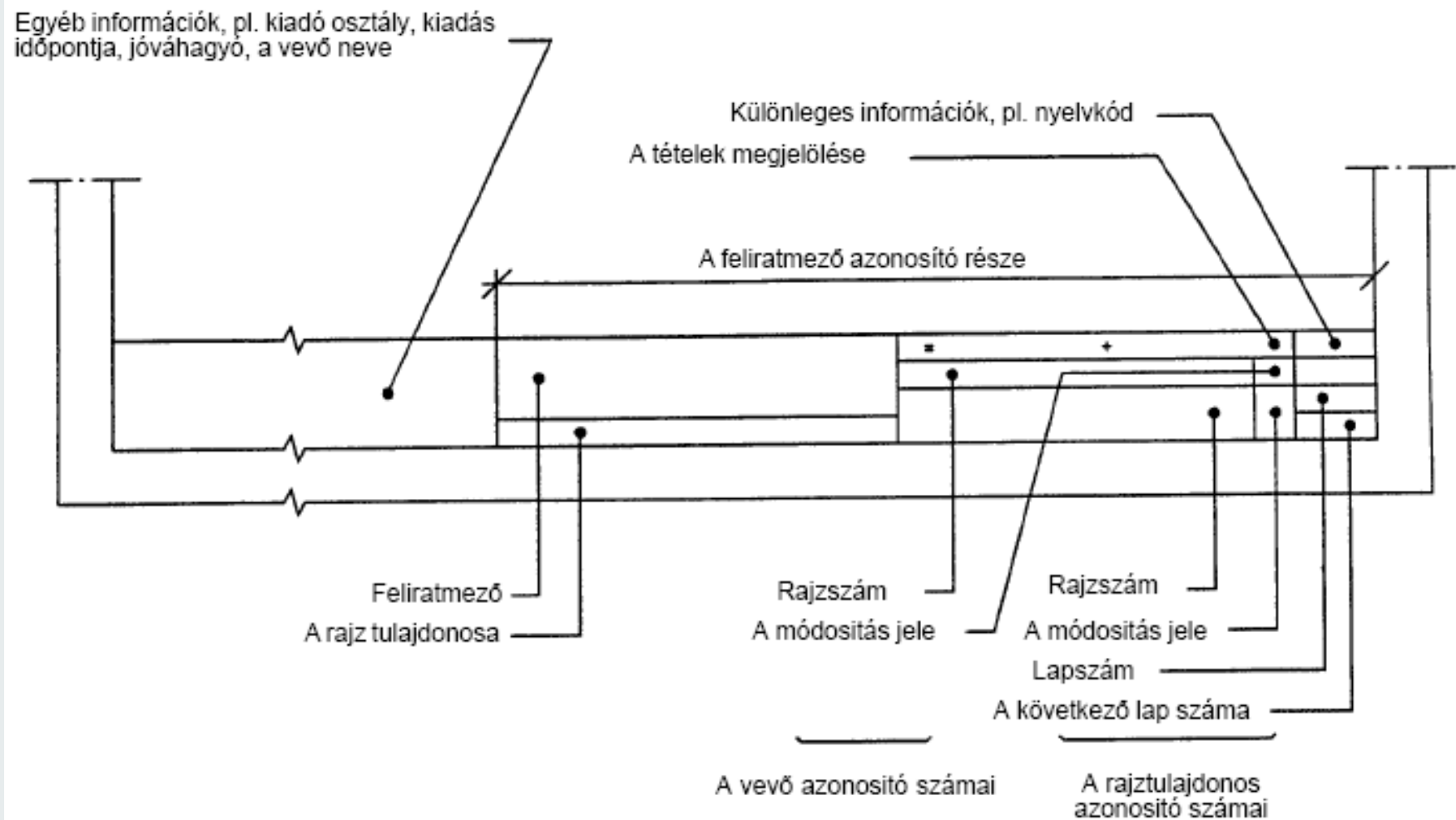
Összefüggések a különböző dokumentumtípusok között, tartalmuk szempontjából



A rajzolás általános előírásai - Referenciaháló

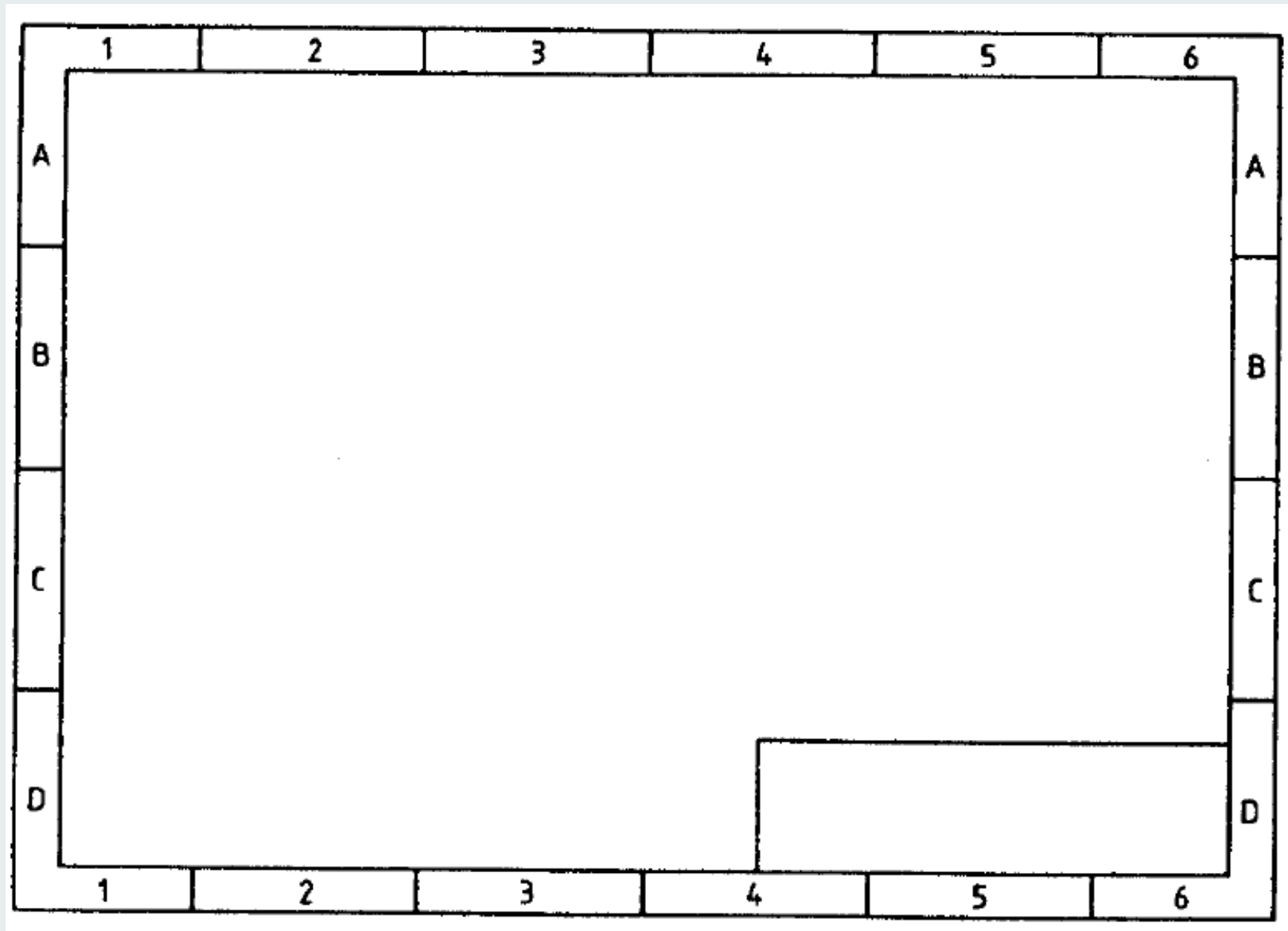


A rajzolás általános előírásai - Feliratmező

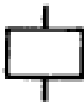
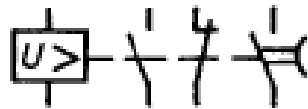


Rajzsám, lapszám - Mindegyik rajznak legyen legalább egy olyan azonosítószáma, amely a feliratmezőben van elhelyezve. Több lapból álló rajzon az összes lapot úgy kell számozni, hogy az a lapok egymáshoz tartozását kifejezze. Ha ugyanazon a lapon egynél több rajz vagy rajztípus szükséges, akkor gondoskodni kell arról, hogy mindegyik pontosan azonosítva legyen, például kiegészítő számokkal.

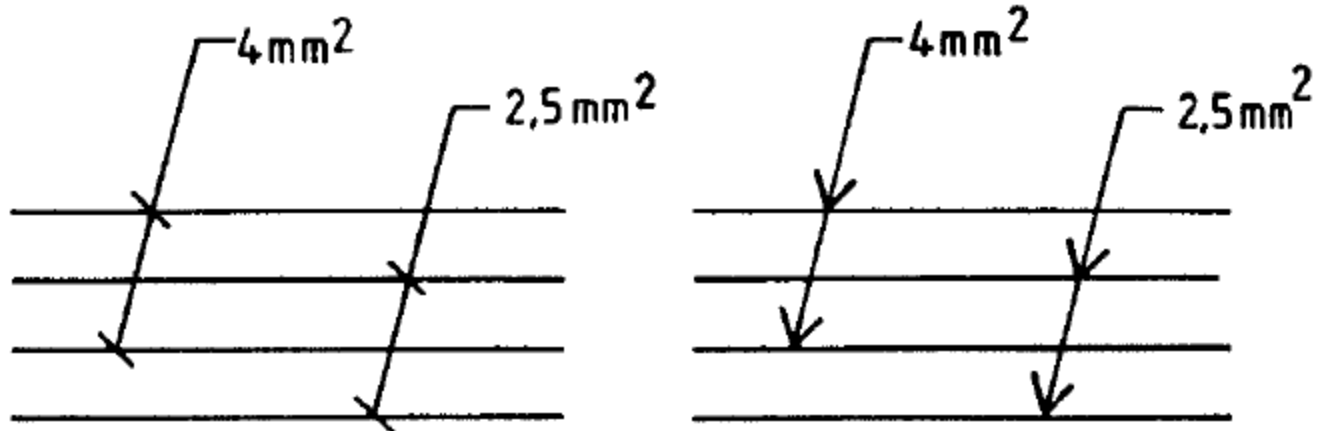
A rajzolás általános előírásai - Referenciaháló



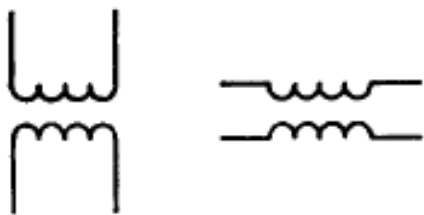
A rajzolás általános előírásai – Példa összetett rajzjel szerkesztésére

	07-16-01	mérőrelé vagy annak működtető készüléke	
U		feszültség SI-mértékegységének betűkódja	
$>$	02-06-01	működés, amikor a jellemző mennyiség nagyobb, mint a beállított érték	
— — —	02-12-01	mechanikus összekötés (kötés)	
	07-02-01	záróérintkező	
	07-02-03	nyitóérintkező	
	02-12-06	késleltetési művelet	

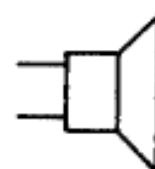
A rajzolás általános előírásai – Mutatóvonalak összekötő vonalakhoz



A rajzolás általános előírásai

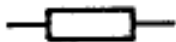


06-09-02 Transzformátor

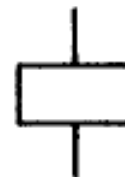


09-09-07 Hangszóró

Példa olyan rajzjelekre, ahol a csatlakozások különböző elhelyezése megengedett



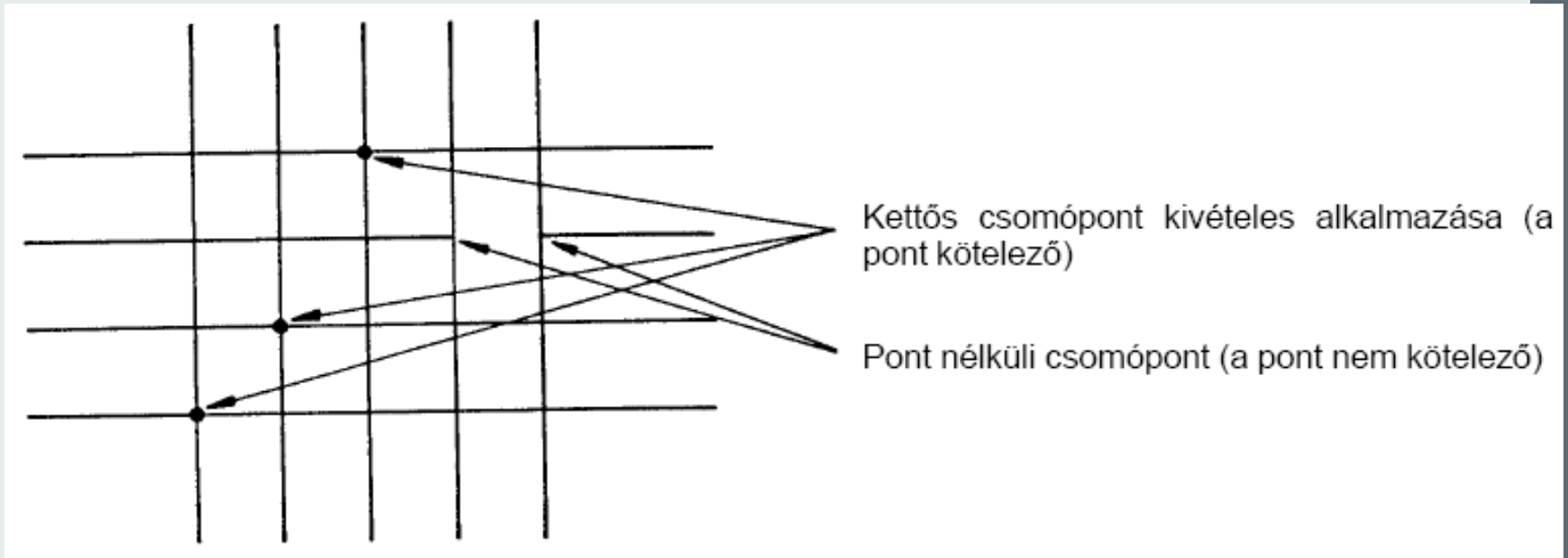
04-01-01 Ellenállás



07-15-01 Relétekercs

Példa olyan rajzjelekre, ahol a csatlakozások elhelyezése befolyásolja a jelentést

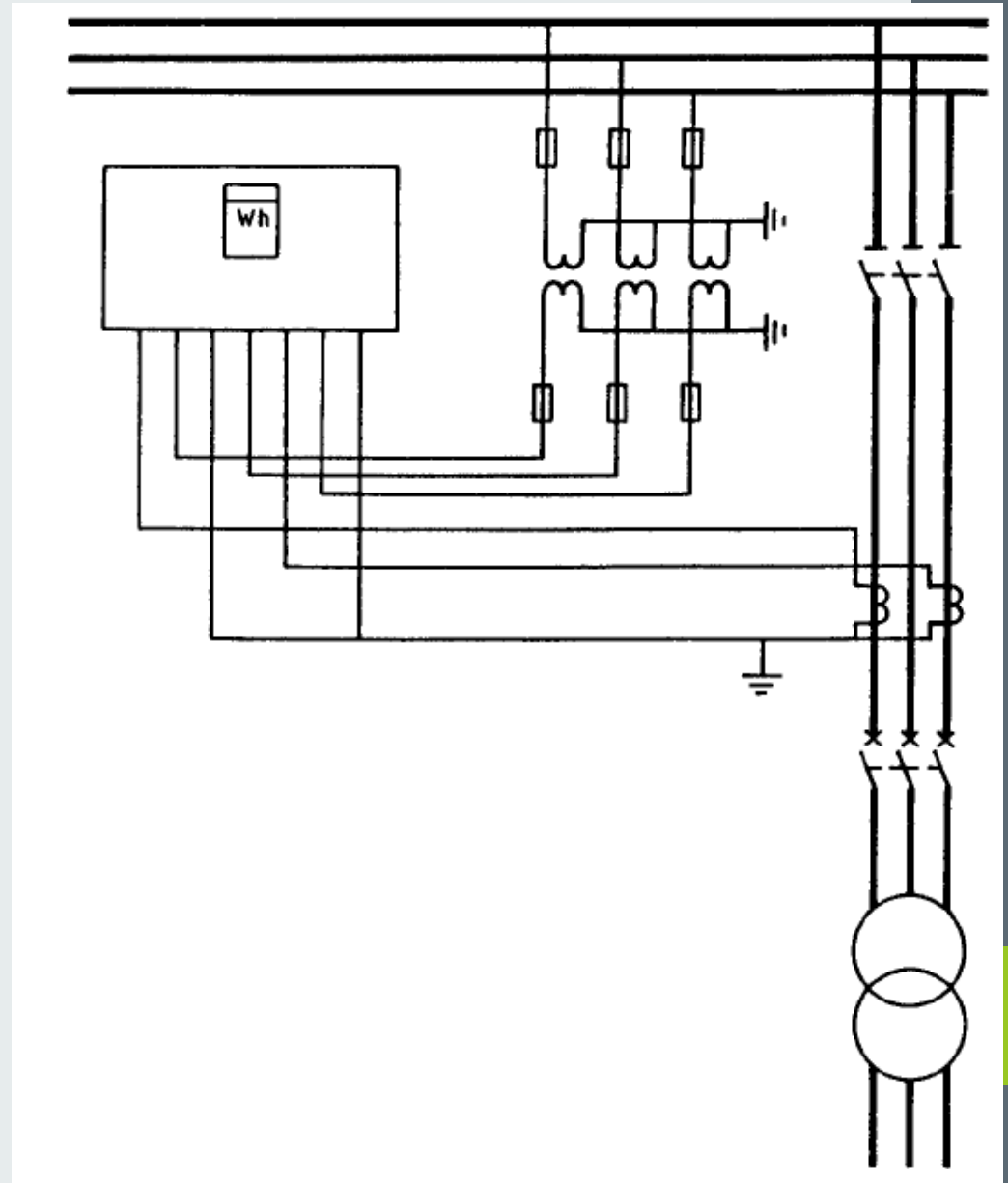
A rajzolás általános előírásai



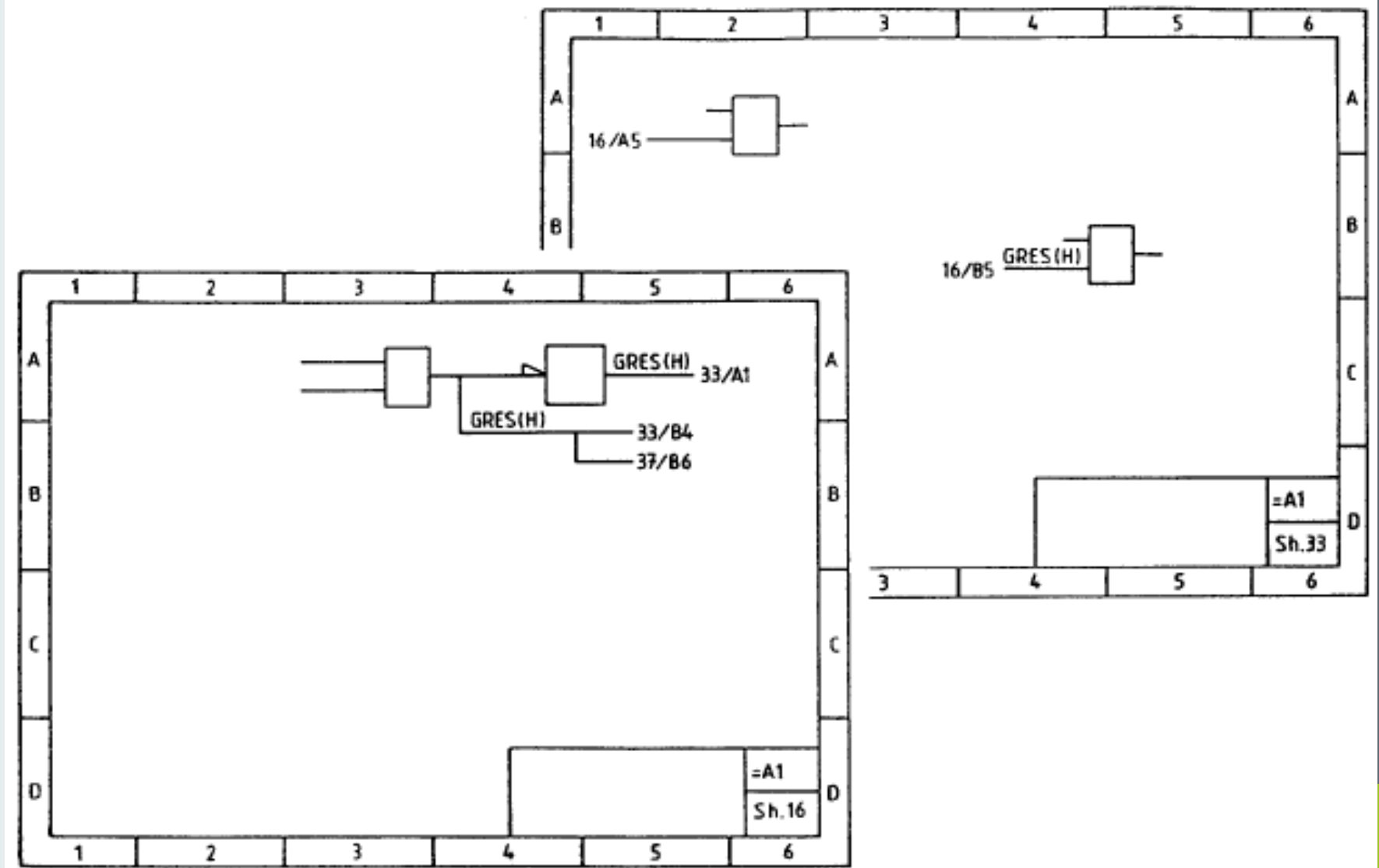
Példa kettős csomópontra vázlaton, T csomópontokat alkalmazva

A rajzolás általános előírásai

**Példa vastagabb vonalak
alkalmazására az erősáramú
áramkörök hangsúlyozása
érdekében**

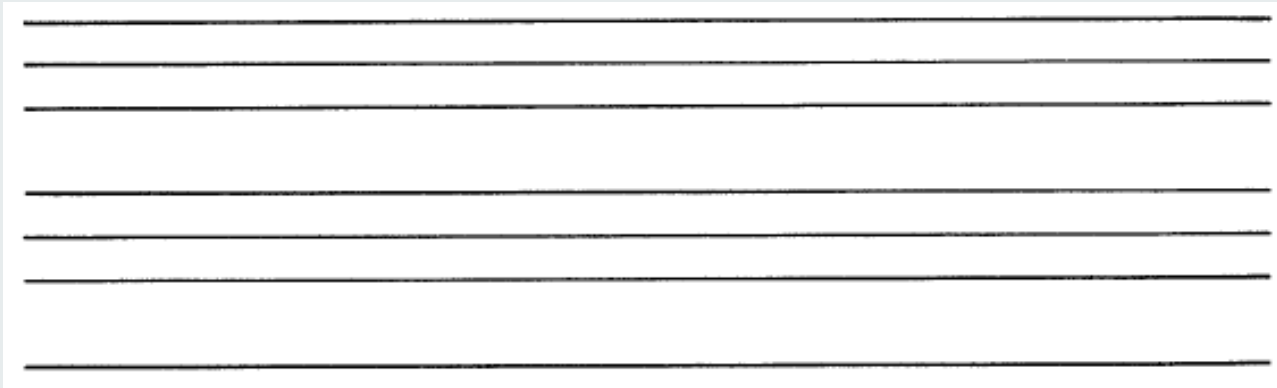


A rajzolás általános előírásai

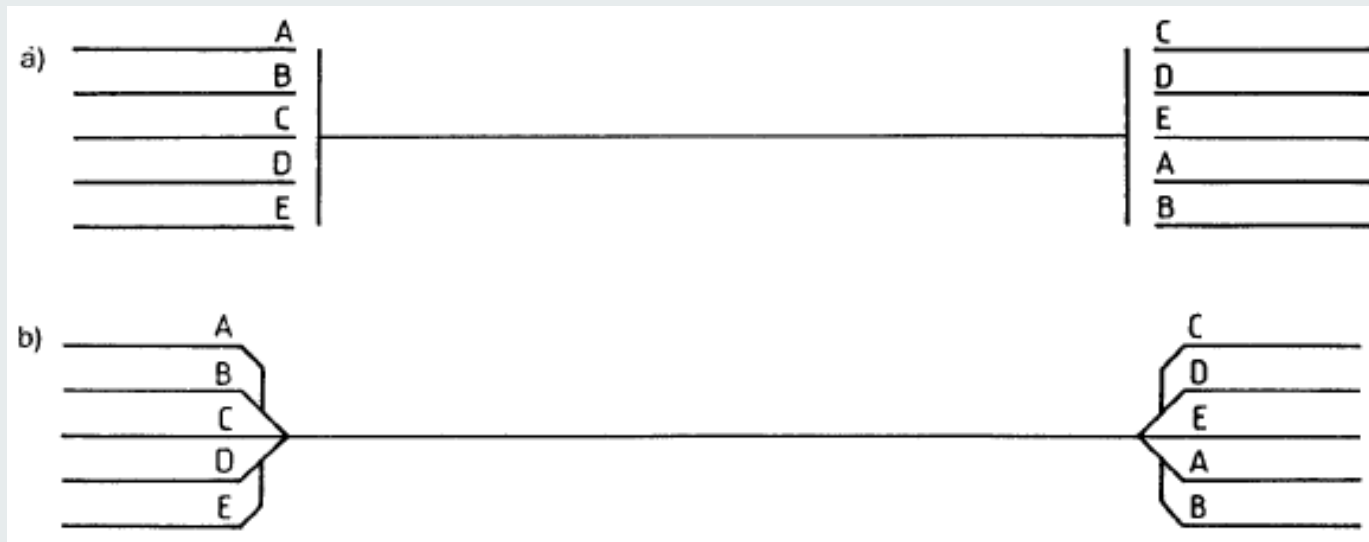


**Példa rajzjel- és elhelyezés-hivatkozások alkalmazására megszakított összekötő vonalakhoz
(folytatás másik lapon)**

A rajzolás általános előírásai – vezetékek csoportosítása kötegelés



Példa vezetékcsoportosításokra



Példa kötegelésre az egyes vonalak megjelölésével, a) és b) módszer

Köszönöm a figyelmet!

- május 15. délelőtt Albertfalva
alállomás látogatás
- május 15. 14:15: Villamos gépek
és alkalmazások előadás (a
Villamos kapcsolókészülékek
idejében és helyén!

Kapcsolókészülékek – vizsgakérdések

A témakörök címe az adott tananyagra mutató linket tartalmaz!

0. A lent ismertetett kérdéseken kívül **mindegyik házi feladat típus is a vizsga részét képezi**. A számítási feladat főbb lépéseit és a felhasznált képleteket kell ismertetni a számítás konkrét elvégzése nélkül.

Kapcsolókészülék típusok és feladataik

1. NaF/KöF állomás sémája, a készülékek megnevezése és feladata.
2. Megszakítók feladatai, típusai, névleges értékei. Szakaszolók feladata, névleges értékei.

Kapcsolási tranziensek és a villamos ív

3. Ismertesse az üresen járó transzformátor bekapcsolását és a generátor kapocsárlatának folyamatát. Mindkét esetben rajzolja fel az időfüggvényeket.
4. Hogyan keletkezhet villamos ív? Írja le az ív fennmaradásában szerepet játszó folyamatokat!
5. A villamos ív, mint áramköri elem: stacioner, dinamikus és kvázistacioner ívkarakterisztikák.
6. Soroljon fel ívoltási módszereket. Hogyan gyulladhat újra az ív? Mi az áramlevágás jelensége?
7. Mi az ívvédelem feladata és mik az eszközei?

Villamos kapcsolókészülékek diagnosztikája

8. Mi a diagnosztika célja távoli megközelítésből? Milyen karbantartási stratégiák léteznek? Hogyan alakul a berendezések meghibásodási valószínűsége az élettartam folyamán? Hogyan lehet beavatkozni az egyes szakaszokban?
9. Sorolja fel a lehetséges megszakító diagnosztikai méréseket! Ismertesse az oltóközeg diagnosztikáját (olaj és SF₆), a szigetelőképeség vizsgálati módszereket és az azok által kimutatott hibákat és az átmeneti ellenállás mérés célját és kivitelezését!
10. Ismertesse a megszakító mechanikai paramétereinek diagnosztikáját (mérhető jellemzők; út-idő diagram és a róla leolvasható jellemzők)!

Állomási és hálózati berendezések; az SF₆ gáz és tulajdonságai

11. Ismertesse, hogy milyen kapcsolókészülékeken keresztül jut el a villamos energia az erőművektől a fogyasztókig (feszültség szintenként jellemezve)!
12. Rajzolja fel sematikusan egy nagyfeszültségű, SF₆ gázos, fémtokozott kapcsolóberendezés szerkezetét és nevezze meg a főbb egységeket és tipikus összetevőket!
13. Ismertesse a kén-hexafluoridos megszakítók alkalmazásának előnyeit! Ismertesse egy ilyen megszakító felépítését! Ismertesse a megszakítás folyamatát egy egynyomókörös megszakítóban!
14. Ismertesse a vákuumszakítók tulajdonságait, a vákuum alkalmazásának okát és következményeit!
15. Ismertesse egy távműködtetett oszlopkapcsoló vázlatos felépítését, funkcióit és alkalmazásának előnyeit!
16. Ismertesse a kén-hexafluorid alapvető és az ívmegszakítással kapcsolatos tulajdonságait!
17. Ismertesse a kén-hexafluorid negatív tulajdonságait és kezelését!

Kisfeszültségű kapcsolókészülékek

18. Soroljon fel a leggyakrabban alkalmazott kisfeszültségű kapcsolókészülékeket! Ismertesse a kismegszakító működését és jelleggörbéit!

VIVEA336 vizsgakérdések 2014 – Kapcsolókészülékek

19. Sorolja fel és ábrákon keresztül rövid szöveges magyarázattal mutassa be a szelektivitási módokat!
20. Ismertesse az olvadóbiztosító definícióját, feladatait és elvi áram-működési idő diagramját!
21. Ismertesse a kontaktor és a mágneskapcsoló definícióját és jellemzőit!
22. Ismertesse a motorvédő kapcsoló jellemzőit! Rajzolja fel a motorok irányváltásra alkalmas kapcsolását!

Számítógépes tervek, tervdokumentáció, tervjelek

23. Ismertesse a tervezés szakaszait, a műszaki kiviteli terv és a műszaki leírás tartalmát!
24. Rajzoljon fel egy csillag-delta indító főáramkörét többvonalas és egyvonalas ábrázolással!
25. Rajzolja fel a következő egységek szabványos rajzjelét: relétekercs, transzformátor, mechanikus összeköttetés, záróérintkező, nyitóérintkező, késleltetési művelet!